

氮、磷及鉀肥對千寶菜生育、養分含量及產量之影響研究¹

蔡宜峰、戴振洋、郭俊毅²

摘 要

本研究目的在探討利用氮、磷、鉀等不同種類化學肥料，對千寶菜生育及產量之影響，以期建立適宜且合理的化學肥料使用技術。試區土壤屬於粘板岩沖積土，試驗處理包括氮肥、磷肥及鉀肥等三種化學肥料試驗，其中氮肥試驗包括0、60、120及180 kg/ha等四級處理，磷及鉀肥試驗處理包括0、60及120 kg/ha等三級處理，各試驗處理另使用4 t/ha有機質肥料做為基肥，分別連續進行兩期作試驗。由試驗結果顯示，千寶菜產量在不同氮、磷、鉀肥料用量處理間的差異不顯著，千寶菜地上部植株氮、磷、鉀含量分別隨著氮、磷、鉀肥料用量之增加而增加。由不同氮、磷、鉀肥料用量分別與千寶菜產量指數之相關分析顯示，兩者之間有顯著的二次曲線迴歸相關，由此可推算氮、磷、鉀三種不同肥料的經濟合理用量，分別為100 kg N/ha、60 kg P₂O₅/ha、80 kg K₂O /ha。

關鍵字：千寶菜、氮肥、磷肥、鉀肥。

前 言

千寶菜(senposai)學名為*Brassica napus*，係甘藍類和白菜或小松菜之種間雜種，為複二元體^(2,3)，具有耐熱、耐濕之特性，生長強健⁽⁴⁾，播種後20~30天即可採收，極適合本省夏季栽培。又其葉質柔嫩富甘味，深受大眾喜愛，極具發展潛力⁽⁵⁾。由於千寶菜是本場近年來新引進的新興蔬菜之一，相關的農藝性狀、適應性、栽培管理及施肥方法等，仍有待進一步的調查試驗與評估。一般化學肥料施入農田土壤，會因溶解作用而釋出肥料成分供作物吸收利用^(6,7)。如使用有機質肥料，則將經由微生物分解作用後會釋出養分供作物吸收利用^(9,11)，所以使用化學肥料及有機質肥料會直接影響到作物的養分吸收及生育特性等^(7,15)，而有機質肥料施入農田中，尚能改善農田土壤理化性及生物性^(1,14,15)。所以作物利用不同有機質肥料及化學肥料栽培，將可能影響到養分吸收及轉化等生理作用，因此經由養分吸收效率之分析與評估，將可做為作物肥料管理技術改進之參考。本研究目的在探討利用氮、磷、鉀等不同種類化學肥料，對千寶菜生育及產量，以及對千寶菜植株氮、磷、鉀、鈣及鎂等養分吸收之影響，以期建立適宜且合理的化學肥料使用技術，供日後栽培應用之參考。

¹臺中區農業改良場研究報告第 0572 號。

²臺中區農業改良場副研究員、助理研究員及副研究員。

材料與方法

一、田間試驗

千寶菜供試品種為臺中育一號，試區設置在台中區農業改良場試驗農場內，屬於粘板岩沖積土二林系，試驗前土壤pH值7.58，電導度(EC)為2.11 dS/m，有機質含量為1.44%，有效性磷含量為52 mg/kg，交換性鉀含量154 mg/kg，交換性鈣含量為2439 mg/kg，交換性鎂含量為159 mg/kg。試驗共進行二期作，分別為九十一年九月十六日及十月十四日播種，採收期分別為十月八日及十一月四日。以種子播種法進行，播種量約1.0g/m²。

試驗處理包括氮肥、磷肥及鉀肥等三種化學肥料試驗(表一)，其中氮肥試驗包括0、60、120及180 kg/ha等四級處理，四重複，共計十六小區。磷肥試驗包括0、60及120 kg/ha等三級處理，四重複，共計十二小區。鉀肥試驗包括0、60及120 kg/ha等三級處理，四重複，共計十二小區。各試驗處理小區3 m×1.5 m = 4.5 m²，試區採逢機完全區集排列設計。氮肥分別採用硫酸銨(N 21%)做基肥，以及尿素(N 46%)做為追肥，其中氮肥依處理用量30% (硫酸銨)做為基肥，一追40% (尿素)，二追30% (尿素)。磷肥採用過磷酸鈣(P₂O₅ 18%)，依處理用量100%做為基肥。鉀肥採用氯化鉀(K₂O 60%)，依處理用量50%做為基肥，一追50%。有機肥料採用牛糞稻殼堆肥，主要成分為電導度為2.09 dS/m，pH值為6.93，有機質含量為71.4%，氮含量為0.98%，磷含量為0.42%，鉀含量0.84%，鈣含量為6.68%，鎂含量為0.98%，於整地時依4 t/ha用量混入土壤中。基肥使用時機為整地時先予以撒施，再用耕耘機混入土壤中，一追為千寶菜葉片數為1~2片，二追為千寶菜葉片數為3~4片，追肥均採用撒施方式實施。

表一、試驗處理說明

Table 1. Treatments of fertilization in this experiment

Treatment	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
N-trial			
N0	0	60	60
N1	60	60	60
N2	120	60	60
N3	180	60	60
P-trial			
P0	120	0	60
P1	120	60	60
P2	120	120	60
K-trial			
K0	120	60	0
K1	120	60	60
K2	120	60	120

二、分析項目及方法

於千寶菜採收期，分別採地上部植體樣品及土壤實施養分含量及肥力分析^(8,10,12,13)。其中植物體樣品洗淨後，經70℃烘箱烘乾稱乾物重，再以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、

鈣及鎂含量，其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於420 nm下比色，測定其全磷量，利用燄光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂含量。於千寶菜採收期採取0~15 cm表土樣品，土壤樣品先經風乾處理，經2 mm過篩後分別測定土壤肥力性質，土壤電導度(EC)及pH以水:土1:1，用電極法測定。土壤有機質含量採用Walkley-Black法測定。1 M醋酸銨(pH 7.0)土:溶液比1:10抽出液，用燄光分析儀測土壤交換性鉀含量，用原子吸收分析儀測土壤鈣及鎂含量。以Bray No. 1方法抽取並用鉬藍法測土壤有效性磷。

結果與討論

一、氮肥試驗

由千寶菜採收期生育性狀及產量調查結果顯示(表二)，第一期作千寶菜的地上部植株鮮重量在不同氮肥處理間有顯著差異，另地上部植株株高、葉片數、葉長及葉寬等生育性狀，在不同氮肥處理間差異不顯著。其中千寶菜的地上部植株鮮重量以N2處理(120 kg N/ha)的34.0 g較高，其次分別為N3及N1處理，以N0處理(check)的24.1 g顯著較低。第一期作的千寶菜產量，在不同氮肥處理間差異不顯著，惟以N2處理(21.8 t/ha)及N3處理(21.7 t/ha)而言，產量指數分別為N0對照處理的113%及112%，且兩處理間幾無差異。第二期作千寶菜的地上部植株鮮重量、株高、葉片數，在不同氮肥處理間有顯著差異，另地上部植株葉長及葉寬等生育性狀，在不同氮肥處理間差異不顯著。其中千寶菜的地上部植株鮮重量以N2處理的32.5 g較高，其次分別為N3及N1處理，以N0處理的23.8 g顯著較低。株高以N2處理的25.3 cm較高，其次分別為N0及N3處理，以N1處理的22.8 cm顯著較低。葉片數以N2處理的4.81片較高，其次分別為N1及N3處理，以N0處理的4.26片顯著較低。第二期作的千寶菜產量，在不同氮肥處理間差異不顯著，惟以N2處理(19.6 t/ha)及N3處理(19.6 t/ha)而言，產量指數分別為N0對照處理的111%及111%，且兩處理間幾無差異。

表二、氮肥處理對千寶菜採收期生育性狀及產量之影響

Table 2. The growth characteristics and yield of senposai at harvest stage for different N-trial

Cropping	Treatment ¹	Weight of shoot (g/plant)	Height of shoot (cm)	Number of leaf (No.)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Yield (t/ha)	Index (%)
First crop	N0	24.1b	23.3a	4.54a	24.2a	13.4a	19.3a	100
	N1	28.2ab	23.7a	4.75a	23.9a	13.6a	19.9a	103
	N2	34.0a	24.6a	4.82a	25.3a	14.5a	21.8a	113
	N3	30.5ab	23.9a	4.72a	25.1a	14.1a	21.7a	112
Second crop	N0	23.8b	23.5ab	4.26b	23.3a	13.5a	17.6a	100
	N1	27.0ab	22.8b	4.70ab	22.6a	12.6a	18.8a	107
	N2	32.5a	25.3a	4.81a	25.0a	14.0a	19.6a	111
	N3	27.6ab	23.4ab	4.53ab	23.9a	13.4a	19.6a	111

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期地上部植株營養要素含量分析結果顯示(表三)，第一期作的千寶菜地上部植株氮含量在不同氮肥處理間有顯著差異，另磷、鉀、鈣及鎂含量在不同氮肥處理間差異不顯著。其中氮含量以N3處理(180 kg N/ha)的2.80%較高，其次分別為N2及N1處理，以N0處理(check)的2.13%顯著較低。第二期作的千寶菜地上部植株氮含量在不同氮肥處理間有顯著差異，另磷、鉀、鈣及鎂含量在不同氮肥處理間差異不顯著。其中氮含量以N3處理的2.84%較高，其次分別為N2及N1處理，以N0處理的2.24%顯著較低。

表三、氮肥處理對千寶菜採收期地上部植株營養要素含量之影響

Table 3. The nutrients content of senposai shoot at harvest stage for different N-trial

Cropping	Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg
		------(%)-----				
First crop	N0	2.13b	0.83a	3.75a	1.69a	0.72a
	N1	2.41ab	0.87a	3.76a	1.72a	0.70a
	N2	2.75ab	0.80a	3.73a	1.68a	0.69a
	N3	2.80a	0.78a	3.80a	1.74a	0.76a
Second crop	N0	2.24b	0.77a	3.58a	1.58a	0.75a
	N1	2.50ab	0.71a	3.77a	1.50a	0.70a
	N2	2.68ab	0.77a	3.61a	1.64a	0.78a
	N3	2.84a	0.76a	3.52a	1.55a	0.72a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

表四、氮肥處理對千寶菜採收期之土壤肥力之影響

Table 4. The soil fertility at harvest stage of senposai for different N-trial

Cropping	Treatment ¹	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg
			(dS/m)	(%)	------(mg/kg)-----			
First crop	N0	7.71a	1.82c	1.55a	70a	162a	2,397a	167a
	N1	7.75a	1.98bc	1.58a	67a	173a	2,237a	161a
	N2	7.69a	2.20b	1.70a	71a	156a	2,317a	165a
	N3	7.70a	2.72a	1.67a	73a	180a	2,460a	168a
Second crop	N0	7.72a	1.93c	1.60a	69a	176a	2,271a	163a
	N1	7.70a	2.01bc	1.58a	73a	166a	2,321a	170a
	N2	7.72a	2.38b	1.56a	74a	174a	2,296a	168a
	N3	7.68a	2.86a	1.63a	74a	179a	2,367a	170a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期土壤肥力分析結果顯示(表四)，第一期作的土壤電導度(EC)在不同氮肥處理間有顯著差異，另土壤pH、有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀、交換性鈣及鎂含量

在不同氮肥處理間差異不顯著。其中土壤電導度以N3處理(180 kg N/ha)的2.72 dS/m較高，其次分別為N2及N1處理，以N0處理(check)的1.82 dS/m顯著較低。第二期作的土壤電導度(EC)在不同氮肥處理間有顯著差異，另土壤pH、有機質含量、有效性磷含量、交換性鉀、交換性鈣及鎂含量在不同氮肥處理間差異不顯著。其中土壤電導度以N3處理(180 kg N/ha)的2.86 dS/m較高，其次分別為N2及N1處理，以N0處理(check)的1.93 dS/m顯著較低。

二、磷肥試驗

由千寶菜採收期生育性狀及產量調查結果顯示(表五)，第一期作千寶菜的地上部植株鮮重量、株高、葉片數、葉長及葉寬等生育性狀，在不同磷肥處理間差異不顯著。千寶菜產量在不同磷肥處理間差異亦不顯著，其中P0處理產量為19.0 t/ha，P1處理為20.0 t/ha，P2處理為20.7 t/ha，產量指數分別為100%、105%及109%。第二期作千寶菜的地上部植株鮮重量，在不同磷肥處理間有顯著差異。千寶菜的地上部植株鮮重量、株高、葉片數、葉長及葉寬等生育性狀，在不同磷肥處理間差異不顯著。其中千寶菜的地上部植株鮮重量以P2處理(33.7 g)及P1處理(31.3 g)，以P0處理的24.1 g顯著較低。千寶菜產量在不同磷肥處理間差異亦不顯著，其中P0處理產量為21.1 t/ha，P1處理為22.5 t/ha，P2處理為23.4 t/ha，產量指數分別為100%、106%及110%。綜合兩期作千寶菜產量結果，千寶菜產量指數在P1與P2處理間的差值，較P0與P1處理間的差值為低，顯然P2處理的增產效益較低於P1處理，且因P2與P1處理間差異不顯著，故以P1 (60 kg P₂O₅/ha)為較適宜的磷肥用量。

表五、磷肥處理對千寶菜採收期生育性狀及產量之影響

Table 5. The growth characteristics and yield of senposai at harvest stage for different P-trial

Cropping	Treatment ¹	Weight of plant (g/plant)	Height of plant (cm)	Number of leaf (No.)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Yield (t/ha)	Index (%)
First crop	P0	24.6a	24.3a	4.57a	24.3a	13.7a	19.0a	100
	P1	28.9a	26.6a	4.67a	25.9a	13.5a	20.0a	105
	P2	27.6a	25.7a	4.55a	25.0a	14.1a	20.7a	109
Second crop	P0	24.1b	24.2a	4.47a	24.0a	13.1a	21.1a	100
	P1	31.3a	25.5a	4.60a	24.3a	13.9a	22.5a	106
	P2	33.7a	26.9a	4.80a	26.6a	13.8a	23.4a	110

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期地上部植株營養要素含量分析結果顯示(表六)，第一期作的千寶菜地上部植株氮、磷、鉀、鈣及鎂含量在不同磷肥處理間差異不顯著。第二期作的千寶菜地上部植株磷含量在不同磷肥處理間有顯著差異，另氮、鉀、鈣及鎂含量在不同磷肥處理間差異不顯著。其中磷含量以P2處理(120 kg P₂O₅/ha)的0.89%較高，其次為P1處理0.76%，以P0處理(check)的0.60%顯著較低。

表六、磷肥處理對千寶菜採收期地上部植株營養要素含量之影響

Table 6. The nutrients content of senposai shoot at harvest stage for different P-trial

Cropping	Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg
		------(%)-----				
First crop	P0	2.97a	0.80a	3.86a	1.86a	0.69a
	P1	2.85a	0.82a	3.89a	1.79a	0.68a
	P2	2.86a	0.93a	3.80a	1.80a	0.66a
Second crop	P0	3.70a	0.60b	3.65a	1.58a	0.72a
	P1	3.79a	0.76ab	3.54a	1.53a	0.72a
	P2	3.69a	0.89a	3.54a	1.56a	0.80a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期土壤肥力分析結果顯示(表七)，第一期作的土壤有效性磷含量在不同磷肥處理間有顯著差異，另土壤pH、電導度(EC)、有機質含量、交換性鉀、交換性鈣及鎂含量在不同磷肥處理間差異不顯著。其中土壤有效性磷含量以P2處理(120 kg P₂O₅ /ha)的88 mg/kg較高，其次為P1處理72 mg/kg，以P0處理(check)的59 mg/kg顯著較低。第二期作的土壤有效性磷含量在不同磷肥處理間有顯著差異，另土壤pH、電導度(EC)、有機質含量、交換性鉀、交換性鈣及鎂含量在不同磷肥處理間差異不顯著。其中土壤有效性磷含量以P2處理(120 kg P₂O₅ /ha)的98 mg/kg較高，其次為P1處理82 mg/kg，以P0處理(check)的64 mg/kg顯著較低。

表七、磷肥處理對千寶菜採收期之土壤肥力之影響

Table 7. The soil fertility at harvest stage of senposai for different P-trial

Cropping	Treatment ¹	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg
			(dS/m)	(%)	------(mg/kg)-----			
First crop	P0	7.71a	2.69a	1.71a	59c	174a	2,512a	169a
	P1	7.72a	2.76a	1.66a	72b	182a	2,564a	173a
	P2	7.75a	2.87a	1.64a	88a	180a	2,582a	176a
Second crop	P0	7.74a	2.73a	1.67a	64b	184a	2,601a	178a
	P1	7.70a	2.81a	1.74a	82ab	177a	2,589a	183a
	P2	7.69a	2.90a	1.70a	98a	191a	2,611a	186a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

三、鉀肥試驗

由千寶菜採收期生育性狀及產量調查結果顯示(表八)，第一期作及第二期作千寶菜的地上部植株鮮重量、株高、葉片數、葉長及葉寬等生育性狀，在不同鉀肥處理間差異不顯著。千寶菜產量在不同鉀肥處理間差異亦不顯著，其中第一期作K0處理(check)產量為19.8 t/ha，

K1處理(60 kg K₂O/ha)為21.8 t/ha, K2處理(120 kg K₂O/ha)為22.7 t/ha, 產量指數分別為100%、110%及115%。第二期作K0處理產量為23.0 t/ha, K1處理為24.3 t/ha, K2處理為23.5 t/ha, 產量指數分別為100%、106%及102%。綜合第一期及第二期產量結果顯示, 在施用K2處理(120 kg K₂O/ha)增產效益比K1處理(60 kg K₂O/ha)顯然趨緩或較低, 顯示施用鉀肥60~120 kg K₂O /ha, 對栽培千寶菜而言, 應是較合理的鉀肥用量處理。

表八、鉀肥處理對千寶菜採收期生育性狀及產量之影響

Table 8. The growth characteristics and yield of senposai at harvest stage for different K-trial

Cropping	Treatment ¹	Weight of plant (g/plant)	Height of plant (cm)	Number of leaf (No.)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Yield (t/ha)	Index (%)
First crop	K0	26.7a	24.4a	4.52a	22.2a	13.1a	19.8a	100
	K1	28.6a	25.1a	4.68a	24.6a	13.5a	21.8a	110
	K2	29.3a	24.6a	4.75a	25.1a	14.0a	22.7a	115
Second crop	K0	25.0b	24.6a	4.58a	24.2a	13.4a	23.0a	100
	K1	28.3a	24.9a	4.40a	25.0a	14.8a	24.3a	106
	K2	29.8a	25.3a	4.50a	24.3a	14.0a	23.5a	102

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期地上部植株營養要素含量分析結果顯示(表九), 第一期作的千寶菜地上部植株鉀含量在不同鉀肥處理間有顯著差異, 另氮、磷、鈣及鎂含量在不同鉀肥處理間差異不顯著。其中鉀含量以K2處理(120 kg K₂O/ha)的3.79%較高, 其次為K1處理(60 kg K₂O/ha)的3.17%, 以K0處理(check)的2.44%顯著較低。第二期作的千寶菜地上部植株鉀含量在不同鉀肥處理間有顯著差異, 另氮、磷、鈣及鎂含量在不同鉀肥處理間差異不顯著。其中鉀含量以K2處理的4.17%較高, 其次為K1處理的3.82%, 以K0處理的3.50%顯著較低。

表九、鉀肥處理對千寶菜採收期地上部植株營養要素含量之影響

Table 9. The nutrients content of senposai shoot at harvest stage for different K-trial

Cropping	Treatment ¹	N	P	K	Ca	Mg
		------(%)-----				
First crop	K0	2.72a	0.82a	2.44c	1.57a	0.78a
	K1	2.76a	0.86a	3.17b	1.58a	0.74a
	K2	2.76a	0.90a	3.79a	1.52a	0.78a
Second crop	K0	3.76a	0.56a	3.50b	1.38a	0.84a
	K1	3.72a	0.58a	3.82ab	1.40a	0.85a
	K2	3.76a	0.55a	4.17a	1.38a	0.82a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

由千寶菜採收期土壤肥力分析結果顯示(表十)，第一期作的土壤交換性鉀含量在不同鉀肥處理間有顯著差異，另土壤pH、電導度(EC)、有機質含量、有效性磷、交換性鈣及鎂含量在不同鉀肥處理間差異不顯著。其中土壤交換性鉀含量以K2處理(120 kg K₂O/ha)的276 mg/kg較高，其次為K1處理215 mg/kg，以K0處理(check)的167 mg/kg顯著較低。第二期作的土壤電導度(EC)、交換性鉀含量在不同鉀肥處理間有顯著差異，另土壤pH、有機質含量、有效性磷、交換性鈣及鎂含量在不同鉀肥處理間差異不顯著。其中土壤電導度以K2處理的2.55 dS/m較高，其次為K1處理2.30 dS/m，以K0處理的2.14 dS/m顯著較低。土壤交換性鉀含量以K2處理的306 mg/kg較高，其次為K1處理277 mg/kg，以K0處理的173 mg/kg顯著較低。

表十、鉀肥處理對千寶菜採收期之土壤肥力之影響

Table 10. The soil fertility at harvest stage of senposai for different K-trial

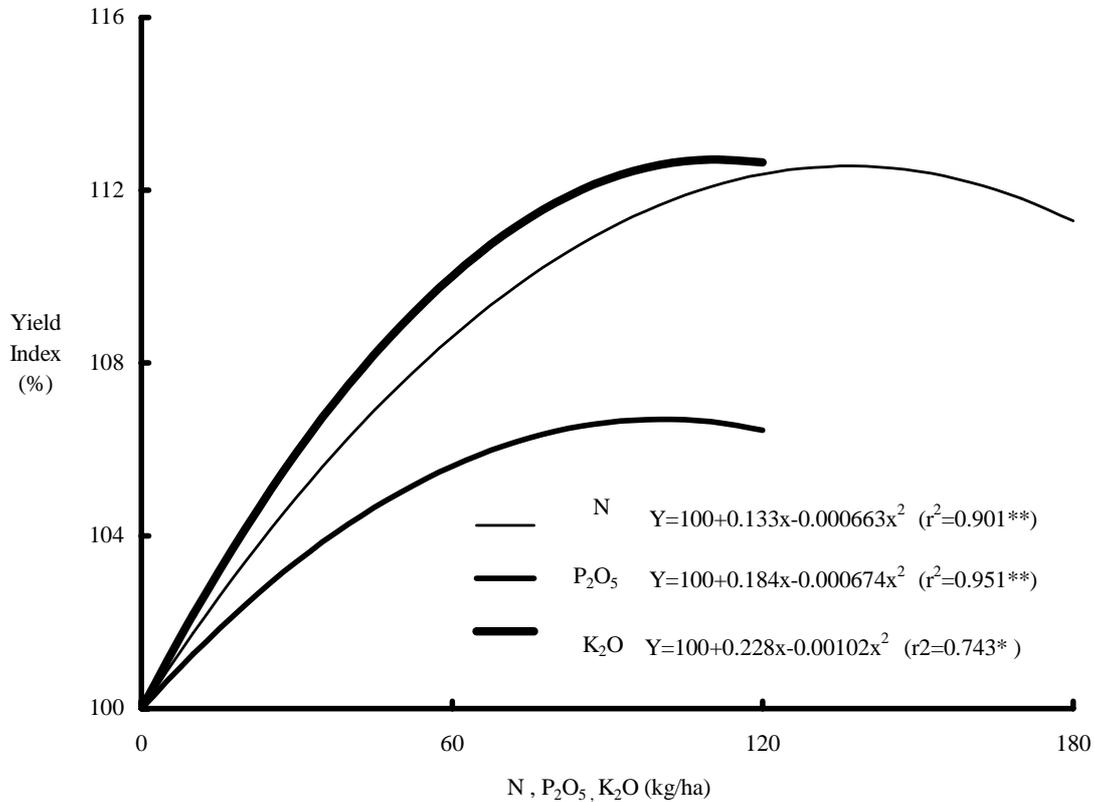
Cropping	Treatment ¹	pH	EC (dS/m)	OM (%)	------(mg/kg) -----			
					P	K	Ca	Mg
First crop	K0	7.69a	2.08a	1.57a	55a	167c	2,627a	169a
	K1	7.71a	2.21a	1.59a	59a	215b	2,725a	172a
	K2	7.69a	2.41a	1.53a	57a	276a	2,633a	160a
Second crop	K0	7.65a	2.14b	1.59a	57a	173c	2,665a	173a
	K1	7.70a	2.30ab	1.61a	58a	277b	2,651a	166a
	K2	7.68a	2.55a	1.60a	60a	306a	2,704a	170a

¹. See Table 1.

². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P = 0.05).

四、不同肥料用量與產量相關性分析

由氮、磷、鉀三種不同肥料用量與千寶菜產量指數相關性分析顯示(圖一)，氮肥用量與千寶菜產量指數之間有極顯著的二次曲線迴歸相關，當氮肥用量為140 kg/ha，可獲得最高的千寶菜產量指數112%。磷肥用量與千寶菜產量指數之間有極顯著的二次曲線迴歸相關，當磷肥用量為110 kg/ha，可獲得最高的千寶菜產量指數106%。鉀肥用量與千寶菜產量指數之間有顯著的二次曲線迴歸相關，當鉀肥用量為110 kg/ha，可獲得最高的千寶菜產量指數112%。一般使用化學肥料及有機質肥料會直接影響到作物的養分吸收及生育特性等^(7,15)，而有機質肥料施用入農田中，尚能改善農田土壤理化性及生物性^(1,14,15)。本試驗在基肥部份，已施用牛糞稻殼堆肥每公頃四公噸，惟為求得較經濟合理的化學肥料用量，設定最高產量指數的90%為估算標的，如此由圖一曲線計算結果顯示，氮、磷、鉀三種不同肥料的經濟合理用量，分別為100 kg N/ha、60 kg P₂O₅/ha、80 kg K₂O/ha。



圖一、氮、磷、鉀三種不同肥料用量與千寶菜產量指數相關性分析。

Fig. 1. The relationship between the yield index of senposai and the application rates of N, P, K fertilizers.

參考文獻

1. 王新傳、林登鴻 1969 有機物之碳氮比對土壤團粒化之影響 農業研究 18(3):39-46。
2. 沈再發 1990 十字花科蔬菜育種 p.181-202 園藝作物育種講習會專刊 臺灣省農業試驗所。
3. 沈再發 1998 甘藍類蔬菜育種 p.145-159 蔬菜育種技術研習會專刊 臺灣省農業試驗所。
4. 梁紅、何麗貞、覃廣泉 1994 甘藍與菜心種間雜種的幼胚培養及F₁代的快速繁殖 中國蔬菜 1994(6):25-26。
5. 郭俊毅 1995 新興夏季葉菜品種之研究 中國園藝學會八十四年度年會宣讀論文摘要 p.23。
6. 連深 1974 蔬菜作物之養分吸收及施肥效應 1. 芹菜、甘藍、大蒜及生薑 農業研究 23(4):263-272。
7. 蔡宜峰、黃祥慶 1996 利用報歲蘭養分吸收效率改進肥培技術之研究 臺中區農業改良場研究彙報 53:13-24。

8. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
9. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
10. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
11. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. *In*: L. F. Elliott, et al. (eds.). *Soils for Management of Organic Wastes and Waste Water*. Madison, Wisconsin. USA.
12. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
13. Olsen S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. *In*: A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
14. Smith, S. R. and P. Hadley. 1989. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). *Plant and Soil*. 115:135-144.
15. White, R. H. 1979. *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London.

Effects of N, P, and K Fertilizers on Growth, Nutrient Contents, and Yield of Senposai¹

Yi-Fong Tsai, Chen-Yang Tai and Chun-Yi Kuo²

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the effect of N, P, and K fertilizers on growth, nutrient contents, and yield of senposai. Two-season field experiments were conducted at slate alluvial soil with different application rates of N, P, and K fertilizers. N fertilizer experiment has four treatments including 0, 60, 120, and 180 kg N/ha. There were both three treatments (0, 60, and 120 kg P₂O₅ or K₂O /ha) in P and K fertilizer experiments. Organic fertilizer with 4 t/ha was used as the base fertilizer in all treatments. The results indicated that the yield of senposai have no significant difference among treatments in N, P, and K fertilizer experiments. The N, P, K contents of the shoot of senposai were increased by the increasing of the application rate of N, P, and K fertilizers in those experiments, respectively. By multiple regression analysis, the relations between the yield index of senposai and the application rates of N, P, and K fertilizer were statistically significant. Therefore, the application rates with 100 (N), 60 (P₂O₅), and 80 (K₂O) kg/ha were suitable for senposai.

Key words: senposai, N fertilizer, P fertilizer, K fertilizer.

¹Contribution No. 0572 of Taichung DARES, COA.

²Associate Soil Scientist, Assistant Horticulturist and Associate Horticulturist, Taichung DARES, COA.