

## 不同型態氮肥對結球菜類生育之影響<sup>1</sup>

張建生<sup>2</sup> 呂文通<sup>3</sup> 詹朝清<sup>3</sup>

### 摘要

為探討不同型態之氮肥對宜蘭地區高冷地結球白菜【*Brassica campestris* L.(Pekinesis group)】與甘藍【*Brassica oleracea* L.(Capitata group)】生育及產量之影響，及種植前後土壤有機質與 pH 值之變化，尤其對葉片硝酸態氮含量多寡之影響。本場於 83 年秋作至 85 年春作進行試驗 土壤 pH 值之變化以施用高銨態氮( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ )處理(結球白菜 300kg / ha 甘藍 350kg / ha) 下降較大，此可能因土壤中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  較多，當作物吸收  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  後與  $\text{H}^+$  交換，致使 pH 值下降。就葉片中硝酸態氮含量之變化，春作較秋作為高，而處理間以施用高銨態氮含量較高，其中結球白菜含量較適宜，甘藍則有偏高之趨勢。對產量而言，亦以施用高氮處理產量較高，此與植體中硝酸態氮之含量呈顯著相關，唯需考慮其負面之影響。綜合上述結果，結球白菜以低氮處理(銨態氮 200kg / ha) 尚可維持產量及收益，且植體中硝酸態氮含量亦低，可安全食用。甘藍之高氮處理(銨態氮 350kg / ha)，雖有利於產量，但宜小心。

(關鍵字：結球白菜、甘藍、氮肥型態、植體、硝酸態氮含量)

<sup>1</sup>花蓮區農業改良場研究報告第 143 號，本試驗承行政院農業委員會(計畫編號：84 科技-2.5-糧-14(3)、85 科技-1.7-糧-18(3)) 經費補助，謹此致謝。

<sup>2</sup>花蓮區農業改良場蘭陽分場 副研究員兼主任。

<sup>3</sup>花蓮區農業改良場蘭陽分場 研究員、助理研究員。

### 前言

在亞熱帶及熱帶地區，生產蔬菜為求得較高之產量，常超量施用氮肥，造成對環境之衝擊，亦影響蔬菜之品質(Sui et al.1983)，因此對氮肥之管理成為目前蔬菜生產上主要課題之一。

作物從土壤中吸收無機氮肥，主要為硝酸態氮( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )或銨態氮( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ )兩種。硝酸態氮不易被土壤粒子所吸著，因此在下雨時容易流失；銨態氮則容易被土壤粒子所吸著而不太流失(Magalhase et al.1995)。此外，作物與環境之不同，對氮源之吸收的利用亦異。水稻施用銨態氮生育較佳，硝酸態氮則為旱田作物主要吸收及利用之形態。作物根表面可吸收  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ，但就吸收作用而言，不若  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  明顯，作物吸收  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  直接利用，吸收  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  後須還原或  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  始能利用，就作物本身而言，吸收  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  需消耗較多之能量(Vogtmann and Biedermann,1985;Williams and Haynes,1995)。

由於  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  容易流失(Magalhase and Fernandes,1995)，因此施用  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  不失為增加施肥之利用效率一種方法。理論上， $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  應該被作物喜好，一些作物確實偏好  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ，如草莓，但  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  對許多作物而言只有毒性，在土壤中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  被微生物轉換或  $\text{NO}_3^- -$

N 被吸收，（當土壤 pH 在 6-7 間），但在酸性土壤、乾旱或淹水、低濕等環境，硝化菌非常不活躍，則  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  成為主要氮源。

土壤中有機氮亦可藉礦化及固定作用經轉換成無機氮，其過程如下： $\text{R} - \text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{R} - \text{OH} + \text{能}$ ， $\text{NH}_3$  很快水解成  $\text{NH}_4^+$ ，再經  $2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{能}$ ， $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- + \text{能}$ ，長期施用  $\text{NH}_4^+$  對作物之代謝作用會產生不同之障礙如白化、阻礙生長減少葉綠體內  $\text{CO}_2$  之固定(Ikeda and Yamada,1981)，降低作物對一些游離子如  $\text{Ca}^{+2}$ 、 $\text{Mg}^{+2}$ 、 $\text{K}^+$  之吸收，甚而導致植株死亡(Magalhaes and Wilcox,1983)。

蘭陽地區甘藍及結球白菜主要栽培地區在大同鄉四季及南山一帶，面積在 400-600 公頃，土質大多屬石礫壤土，肥料施用後容易流失，農民均依據自己之經驗施肥，致產量高低及品質優劣不一，影響農民收益頗鉅。（陳 1990）指出夏季結球菜每公頃施用氮素 300 公斤之產量最高，又指出結球白菜從 5-10 月均可種植，但在不同時期種植頂燒症之發生仍無法避免（陳 1993），另有研究顯示施用銨態氮肥容易誘致頂燒症及內腐病，以致減低產量（陳等 1993），又謂使用有機肥或硝酸態氮可提高葉球品質及產量（陳等 1993）。這些結果顯示，有機肥或不同型態氮肥可影響甘藍或結球白菜之產量及品質，亦可能影響頂燒症之發生。本研究之目的在探討蘭陽地區石礫壤土栽培結球菜類對施用不同形態氮肥及用量之反應，期提高其產量及品質，穩定蔬菜生產，增加農民收益。

## 材料與方法

- 1.供試地點：宜蘭縣大同鄉
- 2.供試作物：甘藍、結球白菜
- 3.栽培時期：83 年秋作至 85 年春作（春、秋每年各種一期）
- 4.田間設計：逢機完全區集，五處理，四重複，每小區種植四行，行株距 60×40 公分，行長 4.8 公尺，畦寬 1.6 公尺，小區面積 7.7 平方公尺，調查時頭尾 4 株不予採採用。甘藍與結球白菜各分為兩個試驗區進行試驗。
- 5.肥料處理：每公頃施用腐熟豬糞有機質肥料（含 2.81%N、1.61%P、1.52%K）10 公噸為基肥，另甘藍及結球白菜第五處理在蔬菜生育期中，每隔 15 天加噴 0.5% 氯化鈣水溶液一次，並噴於葉背至潮濕為原則。各處理每公頃肥料三要素用量如下：

### (1)結球白菜

單位：公斤 / 公頃

處理	氮肥型態	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	備註
1	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	200	120	150	
2	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	250	120	150	
3	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	300	120	150	
4	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	250	120	150	

5	$\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{Ca}^{+2}$	250	120	150	噴施鈣
---	---	-----	-----	-----	-----

(2)甘藍

單位：公斤 / 公頃

處理	氮肥型態	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	備註
1	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	250	80	150	
2	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	300	80	150	
3	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	350	80	150	
4	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	300	80	150	
5	$\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{Ca}^{+2}$	300	80	150	噴施鈣

6.施肥法：1/3 氮、鉀肥及全量磷肥做基肥，餘 2/3 氮、鉀肥於移植後，每隔 15 天共分三次施用。

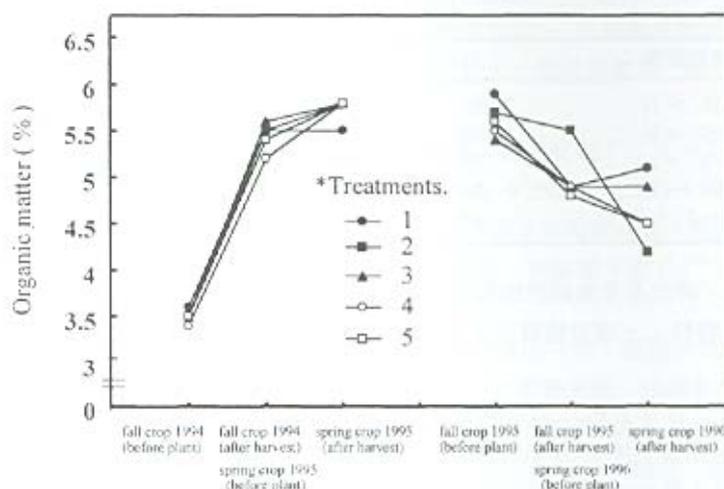
7.調查項目：園藝特性、土壤有機質、磷、鉀含量、氣象資料、植體分析、葉片硝酸態氮含量等。

8.硝酸態氮( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )分析方法：參考 Wootton et al (1985)及 Sui et al (1983)所使用之方法。樣品 3g (新鮮) 加 50ml 水打碎，置於 80 °C 水浴中振盪 30 分鐘，冷卻後加入 3ml 硫酸鋅( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )及 3ml 亞鐵氧化鉀( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )，搖動均勻後，以濾紙(Whatman No.1)過濾，再離心(3000 rpm, 10 分鐘)取澄清液，以 HPLC (高性能液相層析儀) 分析，分析條件為：C<sub>18</sub> 層析管柱，移動相 H<sub>2</sub>O/CH<sub>3</sub>OH(75:25)加 Low UV PLCA solution，流速為 2.0ml/min，UV 吸收波長為 214nm。

## 結果與討論

### 一、土壤有機質含量之變化：

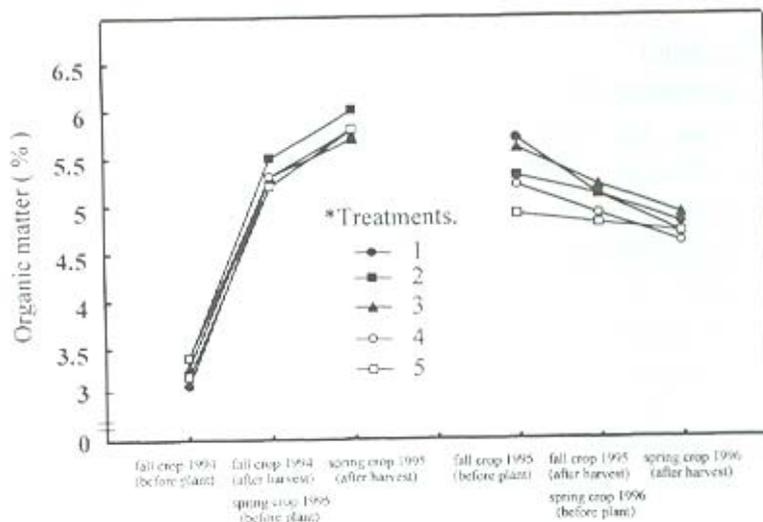
一般而言，有機質肥料之 C/N 比低時，其礦化速率快，產生  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 。而禽畜肥之 C/N 比約在 13 - 25(Stevenson,1986)屬較低，因此礦化速率快，本試驗整地前施用 10 公噸 / 公頃之豬糞，其目的為提高土壤 pH 值，以避免在酸性土壤種植結球菜類發生根瘤病(丁、詹 1996)，於試驗期間調查土壤有機質含量變化情形，由圖一、二得知，土壤有機質之變化，各處理間有相同之趨勢，作物收穫後，土壤中有機質含量應較種植前減少，但 83 年秋作收穫後土壤有機質含量較種植前增加甚多。由表一得知，83 年秋作與 85 年春作結球白菜及甘藍生育期間，降雨量較多，尤其在生育初期(83 年秋作於 9 月 30 日移植，85 年春作於 3 月 31 日)而 85 年春作於 3 月 26 日移植，結球菜類生育初期，試驗用地又屬石礫地，所施用之有機質肥料因降雨量多而迅速流失，故於生育中期補充有機質肥料，因此 83 年秋作收穫後土壤有機質含量較種植前增加甚多，85 年春作，生育中後期(85 年 4 - 5 月)降雨量較多，收穫後所補充之有機質肥料流失，故收穫後土壤有機質含量呈下降之趨勢，其他試驗年期收穫後土壤有機質之變化均呈下降趨勢。



圖一、結球白菜種植前與收穫後土壤有機質含量之變化 ( 83 年秋作至 85 年春作 )  
 Fig 1. Changes of soil organic matter content before plant and after harvest of chinese cabbage  
 ( from fall crop, 1994 to spring crop, 1996 )

\*Treatments.

- 1.  $\text{NH}_4^+$  - N200 kg/ha      2.  $\text{NH}_4^+$  - N250 kg/ha
- 3.  $\text{NH}_4^+$  - N300 kg/ha      4.  $\text{NO}_3^-$  - N250 kg/ha
- 5.  $\text{NH}_4^+$  - N250 kg/ha plus spraying  $\text{Ca}^{+2}$



圖二、甘藍種植前與收穫後土壤有機質含量之變化 ( 83 年秋作至 85 年春作 )  
 Fig 2. Changes of soil organic matter content before plant and after harvest of cabbage.  
 ( from fall crop, 1994 to spring crop, 1996 )

\*Treatments.

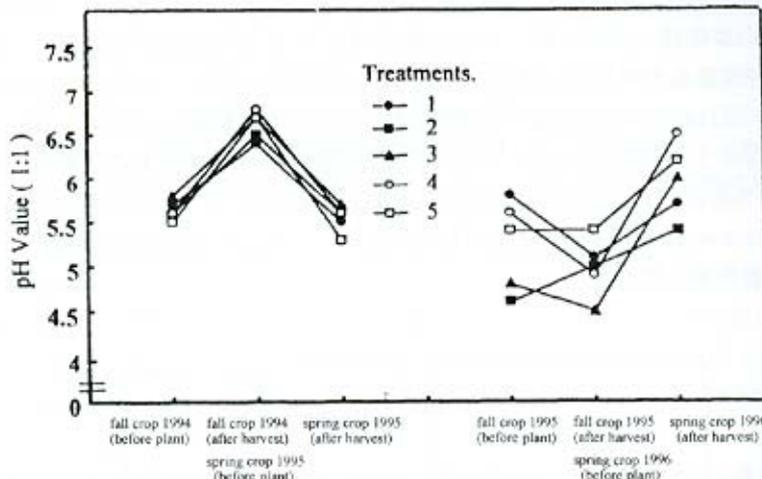
- 1.  $\text{NH}_4^+$  - N250 kg/ha      2.  $\text{NH}_4^+$  - N300 kg/ha
- 3.  $\text{NH}_4^+$  - N350 kg/ha      4.  $\text{NO}_3^-$  - N300 kg/ha
- 5.  $\text{NH}_4^+$  - N300 kg/ha plus spraying  $\text{Ca}^{+2}$

表一、大同地區 83 年秋作至 85 年春作生育期間降雨量

Table 1. The precipitation of growing season at Tar-Ton area from fall crop, 1994 to spring crop, 1996. (mm)

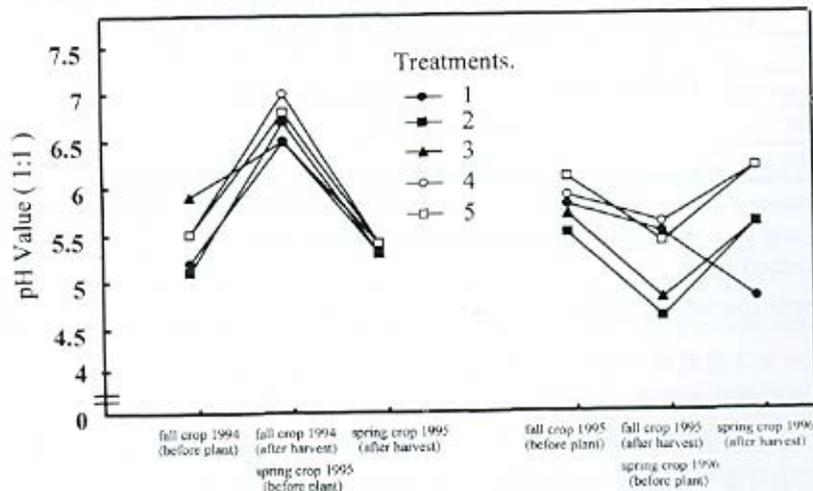
	Spring crop.	Total	Fall crop.	Total
--	--------------	-------	------------	-------

	Apr.	May.	June		Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1994						364	50	145	559
1995	117	176	217	510	132	142	85		359
1996	265	264	94	622					



圖三、結球白菜種植前與收穫後土壤 pH 值之變化 ( 83 年秋作至 85 年春作 )  
 Fig 3. Changes of soil pH value before plant and after harvest of chinese cabbage.  
 ( from fall crop, 1994 to spring crop, 1996 )

\*Treatments.: same as Fig 1.



圖四、甘藍種植前與收穫後土壤 pH 值之變化 ( 83 年秋作至 85 年春作 )  
 Fig 4. Changes of soil pH value before plant and after harvest of chinese cabbage.  
 ( from fall crop, 1994 to spring crop, 1996 )

\*Treatments.: same as Fig 2.

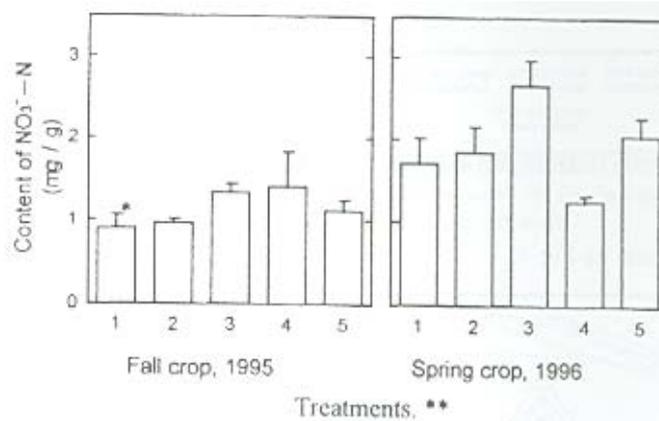
## 二、土壤 pH 值之變化：

土壤 pH 值之變化，受到許多因子之影響，諸如有機質肥料種類（包括其本身之 pH 值）及石灰潛能、與礦化速率等。本試驗所施用之有機質肥料為腐熟之豬糞，其本身即為鹼性（pH 值為 7.8），施用後即可提高土壤 pH 值（鍾、翁 1989）。83 年秋作及 85 年春作，因生育初期降雨量較多，補充有機質肥料，故收穫後土壤 pH 值上升 1-2 單位之原因，84 年春及 84

年秋作，各處理間收穫後土壤 pH 值均下降，尤其施用  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  處理下降幅度較大（圖三及圖四），可能因土壤中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  較多，當作物吸收  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  後與  $\text{H}^+$  交換，致使 pH 值下降（Magalhase and Fernandes.1995）。

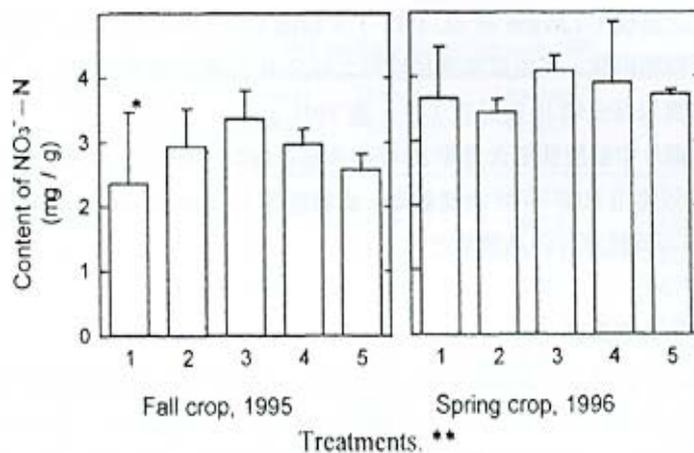
三、對植體硝酸態氮含量之影響：

$\text{NO}_3^- - \text{N}$  容易自土壤中流失，淋洗至較深之土壤，最後滲到地下水被人類利用，可能危害人體健康，尤其在熱帶多雨之地區更嚴重，由於氮肥施用量增加，而此淋洗速率增加，在蔬菜栽培上便相當受人關切。



圖五、不同型態氮肥對結球白菜植體中硝酸態氮含量之影響（84年秋作至85年春作）  
 Fig 5. Effects of different Nitrogen form on the nitrate content of chinese cabbage plant.  
 ( from fall crop, 1995 to spring crop, 1996 )

\* T : standard error  
 \*\*Treatments.: same as Fig 1.



圖六、不同型態氮肥對甘藍植體中硝酸態氮含量之影響（84年秋作至85年春作）  
 Fig 6. Effects of different Nitrogen form on the nitrate content of cabbage plant.  
 ( from fall crop, 1995 to spring crop, 1996 )

\* : standard error  
 \*\*Treatments.: same as Fig 2.

據研究指出(Tadeo 1994)，春、秋作栽培結球白菜對所施用之氮肥吸收及利用有所不同，在秋作結球白菜利用氮肥遠高於春作，因此到後期利用較多之土壤原有之氮，春作利用較多由土壤所供應之氮。

由本試驗分析結果得知，植株硝酸態氮含量以栽培季節而言，春作較秋作高，而甘藍植體中硝酸態氮含量較結球白菜略高。由圖五顯示，均以施用  $\text{NH}_4^+$  - N 量多之處理（處理 3，每公頃用量 350 公斤）植體內硝酸態氮含量較高。據 Maynard et al (1976)指出，高氮肥及過量之氮肥會提高植體硝酸鹽含量，而且蔬菜中之硝酸鹽含量累積可能足以傷害到人類健康之程度(TeKeo 1994)。當硝酸鹽與胺(amine)或酸胺(amide)結合而成亞硝酸胺(nitrosamine)及亞硝酸胺(nitrosamide)類化合物，其中 80%經證明具有致癌性(OECD publications 1986)，而亞硝酸亦可使血紅素轉化成變性血紅素(methemoglobin)而失去輸送氧氣之能力(Boldgett and Clark 1986)，顯示硝酸鹽含量過多時確實會影響人體健康。

我國食品衛生安全標準中，加工食品中硝酸鹽含量不得超過 70ppm（林 1981），而新鮮蔬果中並未明文規定。據報導指出，每個人一星期硝酸鹽的攝取量最好低於 10 公克（詹 1996），即平均每天攝取量不得超過約 1.4 公克，新鮮蔬菜中若硝酸鹽含量超過 1.4mg/g，則食用 1 公斤之蔬菜將攝取 1.4 公克之硝酸鹽。

另就亞蔬中心研究報告指出(Tadeo,1994)，根據迴歸分析得知，欲使結球白菜發探其生產潛能，植體中  $\text{NO}_3$ -濃度必須很高。

表二、不同期作間結球白菜與甘藍植株硝酸態氮含量與產量間之關係（84 年秋作至 85 年春作）

Table 2. Correlations between nitrate content on plant and yield of chinese cabbage and cabbage (from fall crop, 1995 to spring crop, 1996)

Crops	Correlation coefficient	
	Fall crop, 1995	Spring crop, 1996
Chinese cabbage	0.7111*	0.6032
Cabbage	0.8503**	0.6627*

n = 8

由表二得知，除 85 年春作結球白菜植體中硝酸態氮含量與產量相關不顯著外，84 年秋作之結球白菜與 84 年秋作至 85 年春作之甘藍植體中硝酸態氮含量與產量呈顯著相關。

本試驗分析結果，新鮮蔬菜中各處理硝酸態氮含量，84 年秋作結球白菜為 0.90 1.41 mg/g，85 年春作為 1.26 2.67mg/g（圖五）。甘藍含量則較高，84 年秋作為 2.36 3.37 mg/g，85 年春作為 3.67 4.09 mg/g（圖六）。除 84 年秋作結球白菜各處理中硝酸態氮含量濃度較適宜外，85 年春作之結球白菜及 84 年秋作與 85 年春作之甘藍各處理中硝酸態氮含量均似稍高，但據蔡等(1989)研究指出，影響葉片中硝酸態氮含量之因素甚多，一般而言，葉片中之硝酸態氮含量較葉柄為低。採收時間及採收時之氣候（如晴或陰雨）均影響葉片硝酸態氮含

量，據蔡等(1989)研究指出，小白菜及芥藍菜在晴天採收葉片中硝酸態氮含量較低。其日變化量隨光強度變化而有所不同，以清晨日出前最高，日出後光強度增加，濃度亦逐漸降低，到日暮時達最低點，此每天之變化規律，可供為採收時參考（張簡等 1998）。另外長期大量施用有機質肥料，亦可能因  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  供應多而造成硝酸態氮之累積(Lavson et al. 1974)。根據本場試驗結果顯示，在南山高冷地種植甘藍等蔬菜，有機質肥料施用量，可由原來農民慣行之每公頃 20 噸乾雞糞減至 5 噸，甘藍之產量並未顯著下降，而腐熟豬糞以每公頃 10 噸為宜（丁、詹 1996）。

由本試驗顯示，葉片中硝酸態氮含量除 85 年春作結球白菜之處理 4 施用  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  較同量之  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  略高外，其他均以施用  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  含量較高，此與蔡等(1989)研究結果有相同之趨勢，而且處理 5 增加施  $\text{Ca}^{+2}$  亦可降低葉片內硝酸量之含量。

#### 四、對園藝性狀產量及收益之影響

由表三 表六得知，各期作中無論結球白菜或甘藍，其球徑及（橫及縱向）球重等，分別均以  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  300 及 350 kg/ha 處理（高  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  處理）較佳，產量亦以此一處理較高。二年四期作結果得知，施用高  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  處理，較對照處理（結球白菜  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  200 kg/ha 及甘藍  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  250 kg/ha）結球白菜增產 3.9 16.1%，而甘藍則增產 3.7 11.3%。顯示此二種結球菜類施用高  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  可達增產效果。但必需考慮其負面之影響，尤其是葉片中硝酸態氮之含量。就結球白菜而言，每公頃施用 200 kg 之  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ，其葉片中硝酸態氮之含量尚不致太高（在容許範圍之內），雖產量則降低，但尚能維持一定水準。

表三、83 年秋作結球白菜及甘藍之園藝性狀

Table 3. The characteristics of Chinese cabbage and Cabbage at Fall crop, 1994.

Crops	Treats.	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Diameter (longitude) (cm)	Diameter (latitude) (cm)	Heading weight (g)	Yield (kg / ha)	Index (%)
Chinese cabbage	1*	30.7	51.3	27.5	14.0	887.8	31,151 <sup>c***</sup>	100.0
	2	31.8	53.4	29.0	14.3	942.7	33,975 <sup>b</sup>	106.0
	3	32.9	54.5	30.1	15.0	1,031.1	36,178 <sup>a</sup>	116.1
	4	32.2	54.9	29.0	14.5	954.1	33,477 <sup>b</sup>	107.5
	5	32.1	54.2	29.1	14.3	947.3	33,239 <sup>b</sup>	106.7
Cabbage	1**	26.8	55.3	11.6	18.8	1,274.4	44,714 <sup>b</sup>	100.0
	2	27.0	55.8	11.8	19.0	1,336.9	46,907 <sup>b</sup>	104.9
	3	29.5	57.8	12.2	19.4	1,418.1	49,757 <sup>a</sup>	111.3
	4	27.3	55.9	11.9	19.1	1,328.9	46,627 <sup>b</sup>	104.3
	5	28.3	56.0	11.8	19.2	1,338.7	46,970 <sup>b</sup>	105.0

\* The treatments of Chinese cabbage

1. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 200 kg / ha
2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 250 kg / ha
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 300 kg / ha
4. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N 250 kg / ha
5. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 250 kg / ha plus spraying Ca<sup>+2</sup>

\*\* The treatments of Cabbage

1. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 250 kg / ha
2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 300 kg / ha
3. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 350 kg / ha
4. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N 300 kg / ha
5. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 300 kg / ha plus spraying Ca<sup>+2</sup>

\*\*\* Followed by the same letters are not significantly difference at 5% level.

表四、84 年春作結球白菜及甘藍之園藝性狀

Table 4. The characteristics of Chinese cabbage and Cabbage at spring crop 1995.

Crops	Treats.	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Diameter (longitude) (cm)	Diameter (latitude) (cm)	Heading weight (g)	Yield (kg / ha)	Index (%)
Chinese cabbage	1*	27.1	41.5	22.9	15.6	956.8	33,570 <sup>b***</sup>	100.0
	2	27.5	41.9	23.2	15.9	985.5	34,579 <sup>a</sup>	103.0
	3	28.6	43.6	23.8	16.4	1,013.3	35,553 <sup>a</sup>	105.9
	4	27.7	42.4	23.3	16.1	990.8	34,763 <sup>a</sup>	103.6
	5	27.6	42.1	23.1	16.0	988.5	34,684 <sup>a</sup>	103.3
Cabbage	1**	29.8	58.5	11.7	19.9	1,233.8	43,289 <sup>b</sup>	100.0
	2	30.1	60.2	12.4	20.1	1,288.3	45,202 <sup>ab</sup>	104.4
	3	31.1	61.9	12.5	20.8	1,319.0	46,281 <sup>a</sup>	106.9
	4	30.5	60.8	12.3	20.3	1,294.8	45,430 <sup>ab</sup>	104.9
	5	30.4	60.5	12.2	20.4	1,293.5	45,386 <sup>ab</sup>	104.8

\*、\*\*、\*\*\* Same as Table 2.

表五、84 年秋作結球白菜及甘藍之園藝性狀

Table 5. The characteristics of Chinese cabbage and Cabbage at fall crop 1995.

Crops	Treats.	Plant height	Plant width	Diameter (longitude)	Diameter (latitude)	Heading weight	Yield (kg / ha)	Index (%)
-------	---------	--------------	-------------	----------------------	---------------------	----------------	-----------------	-----------

		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)		
Chinese cabbage	1*	29.7	58.7	27.0	14.9	1,385	48,605 <sup>b***</sup>	100.0
	2	31.0	59.7	27.4	15.4	1,438	50,448 <sup>ab</sup>	103.8
	3	31.7	60.8	27.9	15.9	1,470	51,588 <sup>a</sup>	106.1
	4	31.5	60.1	27.7	15.6	1,443	50,632 <sup>ab</sup>	104.2
	5	31.5	60.2	27.5	15.5	1,450	50,895 <sup>ab</sup>	104.7
Cabbage	1**	29.6	57.9	13.7	19.1	1,378	48,351 <sup>b</sup>	100.0
	2	30.2	60.6	13.8	19.9	1,439	50,491 <sup>ab</sup>	104.4
	3	31.9	61.4	14.2	20.6	1,487	52,176 <sup>a</sup>	107.9
	4	30.5	60.9	14.0	20.3	1,465	51,403 <sup>a</sup>	106.3
	5	30.6	60.5	13.8	19.9	1,451	50,913 <sup>ab</sup>	105.3

\*、\*\*、\*\*\* Same as Table 2.

表六、85 年春作結球白菜及甘藍之園藝性狀

Table 6. The characteristics of Chinese cabbage and Cabbage at spring crop 1996.

Crops	Treats.	Plant height (cm)	Plant width (cm)	Diameter (longitude) (cm)	Diameter (latitude) (cm)	Heading weight (g)	Yield (kg / ha)	Index (%)
Chinese cabbage	1*	27.7	42.9	23.1	15.7	978	34,307 <sup>b***</sup>	100.0
	2	28.3	43.5	23.7	16.3	1,002	35,167 <sup>a</sup>	102.5
	3	28.8	44.2	24.3	16.6	1,016	35,632 <sup>a</sup>	103.9
	4	28.1	43.7	23.6	16.1	1,000	35,079 <sup>a</sup>	102.3
	5	28.4	43.9	24.1	16.5	1,006	35,298 <sup>a</sup>	102.9
Cabbage	1**	30.9	60.4	12.9	20.6	1,306	45,807 <sup>b</sup>	100.0
	2	31.1	61.8	13.1	20.9	1,330	46,658 <sup>a</sup>	101.9
	3	32.0	62.5	13.6	21.8	1,354	47,491 <sup>a</sup>	103.7
	4	31.8	62.1	13.2	21.4	1,338	46,956 <sup>a</sup>	102.5
	5	31.7	62.0	13.1	21.2	1,331	46,711 <sup>a</sup>	102.0

\*、\*\*、\*\*\* Same as Table 2.

由表七 表十顯示,以每公頃施 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N 250 公斤之收益較施用 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 250 公斤為低,故結球白菜仍以對照處理最適當。另對甘藍而言,每公頃施用 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N 250 公斤之產量最低,但其收益仍維持在 90,161 123,903 元 / ha,較種植結球白菜之收益增顯著增加。唯其葉片中硝酸態氮含量似稍高(2.36 3.67 mg/g),因此,種植甘藍之氮肥用量,仍需進一步探討,以求

得合理之施用量（包括有機質肥料）減少，以降低施肥成本，維持產量及收益，更可減少葉片中硝酸態氮之含量，及對環境污染之衝擊。

另病害發生調查結果，無論加噴鈣與否，均未發生頂燒症。

表七、83 年秋作結球白菜及甘藍之收益比較

Table 7. The profit of Chinese cabbage and Cabbage at fall crop, 1994.

Crops	Treatments	Product value	Cost	Profit	Compare with Treat.1.
Chinese cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	186,906	156,666	30,240	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	198,450	157,761	40,689	(+)10,449
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	217,068	158,855	58,213	(+)27,973
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	200,862	194,199	6,663	(-)23,577
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	199,434	160,161	39,273	(+)9,033
Cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	290,641	171,873	118,768	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	304,896	172,967	131,929	(+)13,161
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	323,421	174,062	149,359	(+)30,591
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	303,076	216,709	86,367	(-)32,401
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	305,305	175,367	129,938	(+)11,170

unit:NT \$ / ha

表八、84 年春作結球白菜及甘藍之收益比較

Table 8. The profits of Chinese cabbage and Cabbage at spring crop, 1995.

Crops	Treatments	Product value	Cost	Profit	Compare with Treat.1.
Chinese cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	194,706	157,366	37,340	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	200,558	158,461	42,097	(+)4,757
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	206,207	159,555	46,652	(+)9,312
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	201,625	194,899	6,726	(-)30,614
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	201,167	160,861	40,306	(+)2,966
Cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	259,734	169,573	90,161	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	271,212	170,667	100,545	(+)10,384
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	277,686	171,762	105,924	(+)15,763
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	272,580	214,409	58,173	(-)31,988
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	272,316	173,067	99,249	(+)9,088

unit:NT \$ / ha

表九、84 年秋作結球白菜及甘藍之收益比較

Table 9. The profits of Chinese cabbage and Cabbage at fall crop, 1995.

Crops	Treatments	Product value	Cost	Profit	Compare with Treat.1.
Chinese cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	291,630	173,666	117,964	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	302,688	174,761	127,927	(+)9,963
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	309,528	175,855	133,673	(+)15,709
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	303,792	211,199	92,593	(-)25,371
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	305,370	177,161	128,209	(+)10,245
Cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	299,776	175,873	123,903	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	313,044	176,967	136,077	(+)12,174
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	323,491	178,062	145,429	(+)21,526
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	318,699	220,709	97,990	(-)25,913
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	315,661	179,367	136,294	(+)12,391

unit:NT \$ / ha

表十、85 年春作結球白菜及甘藍之收益比較

Table 10. The profit of Chinese cabbage and Cabbage at spring crop, 1996.

Crops	Treatments	Product value	Cost	Profit	Compare with Treat.1.
Chinese cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	205,842	158,366	47,476	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	211,002	159,461	51,541	(+)4,065
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	213,792	160,555	53,237	(+)5,761
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	210,474	195,899	14,575	(-)32,901
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	211,788	161,861	49,927	(+)2,451
Cabbage	1.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 200kg/ha	288,584	171,573	117,011	0
	2.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha	293,945	172,667	121,278	(+)4,267
	3.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 300kg/ha	299,193	173,762	125,431	(+)8,420
	4.NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N 250kg/ha	295,823	216,409	79,414	(-)37,597
	5.NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N 250kg/ha + Ca <sup>+2</sup>	294,279	175,067	119,212	(+)2,201

unit:NT \$ / ha

## 誌謝

本文稿承蒙國立中興大學農藝系宋教授濟民細心斧正，謹此致謝。

## 參考文獻

- 1.丁文彥 詹朝清 1996 有機質肥料對高冷地蔬菜產量及品質之影響 土壤肥料試驗報告 台灣省政府農林廳編印 p.68 76.
- 2.林慧生 1981 肉與肉製品 華香園出版社 台北 p.259 276.
- 3.陳添來 1990 夏季結球白菜區域試驗及栽培技術改進 蔬菜作物試驗研究彙報第六輯 p.88 94.
- 4.陳添來 1993 夏季結球白菜培技術改進 蔬菜作物試驗研究彙報第七輯 p.119 112.
- 5.陳榮輝 陳正男 張燦如 朱富偉 1993 夏季結球白菜及甘藍生理障礙之研究 蔬菜作物試驗研究彙報第七輯 p.113 118.
- 6.張簡秀容 張永富 張燦如 張學琨 1998 蔬菜有機栽培技術 農產廢棄物在有機農業之應用 研討會 桃園區農業改良場編印 p.201 249.
- 7.詹雪芳 1996 自然農耕有機報告(貳) 漢聲 92 漢聲出版社 台北 pp.86 87.
- 8.蔡素惠 楊秋忠 黃山內 1989 環境因子對蔬菜中硝酸及亞硝態氮累積之影響 土壤肥料試驗報告 78:189 199.
- 9.Boldgett, J. and E.A. Clark 1986. Fertilizers, nitrates, and groundwater: An overview; Colloquium on agrichemical management of protect water quatity. National Research Council, Washington, D.C :pp 1 15.
- 10.Ikeda, M. and Y. Yamada. 1981. Dark CO<sub>2</sub> fixation in leaves of tomato plants grown with ammonium and nitrate as nitrogen source. Plant and Soil. 60:213 222.
- 11.Larson, W.E., R.H. Susag, R.H. Dowdy, C.E. Clapp, and R.E. Larson. 1974. Use of sewage sludge in agriculture with adaquate environment at safeguards. Sludge handling and Disponsal Seminar. Toroto Ontario. Canada.
- 12.Magalhase, J.R. and M.S. Fernandes. 1995 Nitrate versus ammonium nutrition and plant growth: in Nitrogen nutrition in higher plants. pp.131 144.
- 13.Magalhaes, J.R. and G.E. Wilcox. 1983. Tomato growth and mineral composition as influenced by nitrogen form and light intensity. J.Plant, Nutr. 6:847 882.
- 14.Maynard, D.N., A.V. Barker, P.L. Minotti, and N.H. Peck. 1976. Nitrate accumnlation in vegetables. Adv. Agro. 28: 71 78.
- 15.OECD. Organization for Economic Co - operation and Development. 1986, Water pollution by fertilizers and pesticides. OECD publications. Paris.

16. Stevenson, F.W 1986. Cycle of soil C.N.P.S and micronutrients. John Willey. New York. pp.380.
17. Sui H. Kok, K.A. Buckle, and M. Wooton 1983. Determination of nitrate and nitrite in water using high -performance liquid chromatography. *J. Chromatography*, 260 : 189 - 194.
18. Tadeo. Koyama, 1994. Environmental Physiology: Nitrogen fertilization to maximize resource - Efficient productivity in a continuous year - round vegetable cropping sequence. AVRDC 1994 Progress Report. p. 283 - 291.
19. Vogtmann, H.S and R. Biedermann, 1985. The nitrate story - No and in sight nutrition and health. 3:203 - 216.
20. Williams, P.H, and R.J. Haynes, 1995. Nitrogen in the plant environment: in Nitrogen nutrition in higher plants. Associated publishing Co., New Delhi, India. pp. 1 - 20.
21. Wooton, M., S.H. Kok, and K.A. Buckle. 1985 Determination of nitrite and nitrate levels in meat and vegetable products by high performance liquid chromatography. *J. Sci. Food. & Agri.* 36: 297 - 304.