

# 遮陰及氮肥對芥藍菜硝酸鹽累積之影響<sup>1</sup>

郭孚耀<sup>2</sup>

## 摘 要

爲了探討不同遮陰程度及氮肥施用量對芥藍(*Brassica oleracea* L., 黑葉芥藍, 農友種苗公司) 植體內硝酸鹽累積之影響, 將材料植於直徑12cm盆中, 內填人工介質。氮肥處理分0, 1及2 g pot<sup>-1</sup>三級, 氮肥成份爲硝酸鉀及尿素各半。遮陰分爲遮陰25%、50%及不遮陰三級。另一組實驗爲變更光照處理, 分成不遮陰、不遮陰後以50%遮陰、遮陰50%及遮陰50%後回復不遮陰等四組。於下午二時採收分析硝酸鹽含量。結果顯示在不施氮肥及1g pot<sup>-1</sup>氮肥之處理, 無論葉柄或葉肉中硝酸鹽累積量均隨遮陰程度之增加而顯著增加。施用2g pot<sup>-1</sup>氮肥者其硝酸鹽累積量無論在葉柄或葉肉中則均隨遮光度之增加而下降, 相關關係葉柄部分爲極顯著負相關, 葉肉部分則差異不顯著。氮肥量對硝酸鹽含量之影響在不遮陰及遮陰25%處理下, 無論於葉柄或葉肉中均隨氮肥量之增加而顯著增加, 而於遮陰50%情形下, 葉柄中硝酸鹽累積量在不同氮肥施用量間差異不顯著, 但於葉肉中則隨施肥量之增加而增加呈極顯著相關。在變更光照處理區, 葉肉中硝酸鹽含量於去除遮陰後第四天迅速降至未經遮陰處理之水準。而葉柄中硝酸鹽下降速率則較爲緩慢, 於第八天才回復到未經遮陰處理之水準。而於未遮陰區再經遮光處理後, 葉肉中硝酸鹽累積量又再度緩慢上升, 於第八天才上升到與持續維持相同遮陰處理之同一水準, 葉柄中硝酸鹽含量則增加較爲迅速。

關鍵字：遮陰，氮肥，硝酸鹽，芥藍。

## 前 言

近年來蔬菜中硝酸鹽含量漸受到重視, 事實上硝酸離子本身並無毒性, 只有在轉變成亞硝酸離子才會產生問題<sup>(9)</sup>。在醫學上懷疑人體中經由大腸菌(coliform bacteria)代謝胺(amine)及硝酸還原成亞硝酸之過程產生亞硝胺(nitrosamine), 可能爲一致癌性之物質, 另外亞硝酸離子在血液中會與載氧的紅血球結合, 使氧基血紅素中二價鐵氧化成三價鐵而降低其氧的運輸能力, 造成呼吸困難之變性血色蛋白血症(methaemoglobinaemia), 即俗稱之藍嬰症(blue baby syndrom)<sup>(9)</sup>。Forman等<sup>(15)</sup>報告中已指稱此一細菌的代謝作用爲人體中硝酸鹽的主要來源。因此近年來蔬菜中硝酸鹽累積量成爲大家所關心之問題。

蔬菜中硝酸鹽累積之問題如菠菜、萵菜早年已有諸多報告, 其原因最主要是受到氮肥型態、施用量及環境因素如光強度、溫度等之影響<sup>(1,2,4,11,12,17,24,30)</sup>。

1. 台中區農業改良場研究報告第 0458 號。

2. 台中區農業改良場助理研究員。

蔬菜施用銨態氮效果較差，而硝酸態氮則效果較佳。其原因是銨態氮於土壤中無吸附性，易因降雨等因素而流失性大<sup>(6)</sup>。但就植物的吸收利用效率及氮素源同化上，銨態氮並不需要再經還原可直接進入谷氨酸循環而同化，硝酸態氮則需要消耗能量進行硝酸還原<sup>(7)</sup>。因此低溫或光照不足等因素，使同化能力降低情形下，將造成有效氮素源於植體中累積，而形成可食部分硝酸鹽累積<sup>(2,11,12,13,23,30)</sup>。但硝酸施用過高亦會造成生育障礙乾物重降低之問題<sup>(35)</sup>。植體中硝酸鹽含量是隨植物體生育量之增加而增加，因此在超過最大生育量所需之硝酸鹽濃度時，將成爲過剩之量<sup>(8)</sup>，過剩量將因作物種類及部位之不同而有所差異<sup>(5,21,23,25,29,31,32)</sup>。因此從產量觀點及殘留過剩量之考慮上，必須由氮之代謝去思考此一問題，植體中硝酸鹽濃度，是由其吸收量及同化量之相對比率來決定<sup>(7)</sup>。植物因遺傳關係，種類及品種間累積量均有所不同<sup>(23,25,29,31)</sup>，外在環境如光及溫度等條件亦會由側面影響其含量<sup>(1,2,3,11,12,17,30)</sup>。在光和溫度等環境條件一定之下，通常硝酸濃度是最主要之影響因素，也就是氮肥施用量。氮素施用量增加，植物體中硝酸鹽含量隨之增加，生育量停止增加時累積量仍會持續增加<sup>(2,5,12,22,25,30)</sup>，但其他環境因素影響大時，氮肥之效果會被遮蔽，植體中硝酸同化受光之影響特別大<sup>(10,11,12,33)</sup>。Minotti等<sup>(26)</sup>報告中指出，硝酸鹽含量以日出前後早上4點到8點間之含量最高，最低爲傍晚4點左右，其含量差異約在兩倍以上。一般以陰天、弱光、短日時植物體內硝酸鹽較易累積。而光對硝酸還原酵素活性之影響已有很多報告<sup>(27,28,30)</sup>。

## 材料與方法

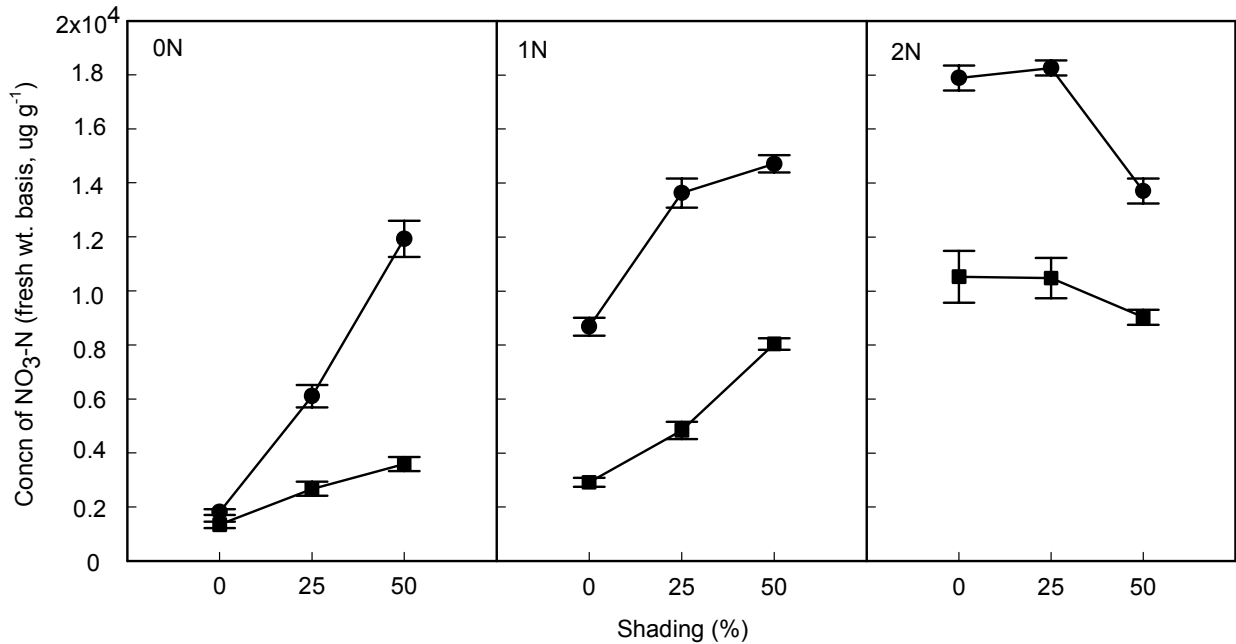
以芥藍(*Brassica oleracea* L. 黑葉芥藍，農友種苗公司)爲材料。分成遮陰、氮肥及變更光照三種試驗，其中遮陰及氮肥試驗於1996年4月15日將種子播種於填裝人工介質(泥碳土+珍珠石=3:1)之12cm塑膠軟盆，每盆播三粒種籽，萌芽後選留一健壯者，每處理10盆，所有材料均置於塑膠布溫室中，其透光度爲90%。氮肥處理分0，1及2g pot<sup>-1</sup>三級，即1g pot<sup>-1</sup>及2g pot<sup>-1</sup>氮肥成份爲硝酸鉀及尿素各半，遮陰亦分爲遮陰25%、50%及不遮陰三級。種籽播種後即行遮陰處理，肥料則每週施用一次，處理後第五週取樣分析硝酸鹽含量。另一組實驗爲變更光照處理，則於同年7月12日播種，種籽萌芽後兩週約本葉兩片時，分成不遮陰、不遮陰後一週以50%遮陰、遮陰50%及遮陰50%一週後回復不遮陰等四組，氮肥施用量以每盆施1g，樣品分析時停止施肥，處理開時後每兩天取樣一次。所有試驗均於下午二時採收分析硝酸鹽含量。

硝酸鹽分析採Cataldo等<sup>(14)</sup>之方法，採自生長點算起完全展開第二片新鮮葉片及其葉柄爲材料，每1 g材料加6 ml磷酸鹽緩衝液(phosphate buffer, pH 4.0)研磨後以30000 xg離心15分鐘，過濾後取其澄清液0.2 ml加入0.8 ml 5%水楊酸(salicylic acid, in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)於室溫中靜置20分鐘，再緩慢加入2 N NaOH 19 ml，待其冷卻至室溫後以410 nm (Shimazu-160 UV)測其吸光值，再以內插法於標準曲線中計算出其含量。

## 結果與討論

不同遮陰程度對植體中不同部位硝酸鹽累積之影響如圖一，由圖中可發現，在不施氮肥及1 g pot<sup>-1</sup>氮肥施用量下，植體中無論葉柄或葉肉中硝酸鹽累積量均隨遮陰程度之增加而增

加，處理間呈極顯著相關。但在兩倍氮肥 $2\text{ g pot}^{-1}$ 量處理，植體中硝酸鹽累積量有隨遮陰度增加而降低之情形，葉柄部分不遮陰及遮陰25%處理間差異不顯著，但遮陰50%處理則與其他兩處理呈極顯著差異，葉肉部分仍呈下降之趨勢但遮陰50%處理與其他兩處理呈顯著差異。



圖一、遮陰程度對芥藍菜植體不同部位硝酸鹽累積之影響。

Fig. 1. Effect of shading percentage on concentration of nitrate in plant parts of Chinese Kale.

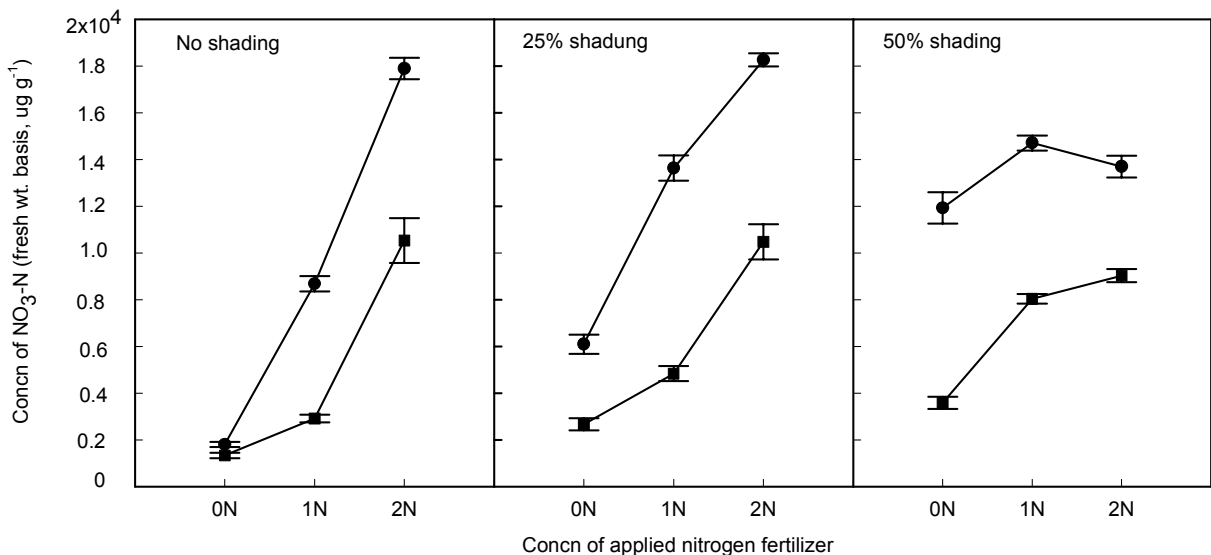
0N: non nitrogen fertilizer; 1N:  $1\text{ gm pot}^{-1}$ ; 2N:  $2\text{ gm pot}^{-1}$ .

● : petioles of leaves; ■ : blades of leaves. I :  $p < 0.05$ .

氮肥施肥量對植體中不同部位硝酸鹽累積之影響由圖二中可看出。在未遮陰或遮陰25%情形下，無論葉柄或葉肉中硝酸鹽含量均隨氮肥濃度之增加而急速上升，處理間差異極顯著。但遮陰50%情形下在兩倍氮肥 $2\text{g pot}^{-1}$ 下其葉柄中硝酸鹽含量，並未較正常氮肥量 $1\text{g pot}^{-1}$ 者高，反呈下降之趨勢但差異不顯著，未施氮肥者含量最低與其他兩處理間呈極顯著差異；葉肉部分其硝酸鹽含量則隨施肥量之增加而上升，未施氮肥者與其他兩處理呈極顯著差異， $1\text{g pot}^{-1}$ 及 $2\text{g pot}^{-1}$ 氮肥施用量間呈顯著差異。

由上述結果可知，植體中硝酸鹽之累積與氮肥施用量有密切之關係，且受到環境之影響極大，可能因環境因素影響到作物之生育量，進而影響到其累積量。本研究在 $2\text{g pot}^{-1}$ 氮肥施用量下，其植體中硝酸鹽含量並未隨遮陰程度增加而增加反有下降趨勢，考察其原因在重遮陰下，其植株一般生育都不良。由圖一明顯的可看出在施用兩倍氮肥 $2\text{g pot}^{-1}$ 植體中硝酸鹽累積量與遮陰度間呈負相關。氮肥為影響植物光合及呼吸作用之重要因子，氮

肥能促進光合能力為吾人所熟悉，但氮肥除促進光合作用之外，同時也能促進呼吸作用<sup>(3)</sup>，而光合作用受光強度之影響極大，但呼吸作用卻不受其影響，因此在高遮陰及高氮肥情形下，光合效率將被所增加之呼吸作用抵消<sup>(16)</sup>，而使植物處於飢餓狀態，因此植體內硝酸鹽呈下降之趨勢，並以葉柄中下降較顯著。此一結果並不表示，高氮肥及高遮光率會降低硝酸鹽累積，此可由圖二之結果得到驗證，圖中可看出50%遮陰情形下硝酸鹽累積量仍隨氮肥量增加而上升。植物體內各器官硝酸鹽累積量有顯著差異，一般以莖葉中含量較高，葉柄含量又較葉肉高，因葉柄是大都數植物光合原料之轉運及貯藏器官，且當葉部消耗能力低時，將抑制輸送而促進累積<sup>(7)</sup>。由結果中亦可明顯看出當氮肥量或遮陰度增加時，葉柄中硝酸鹽累積量較葉肉中增加為迅速。



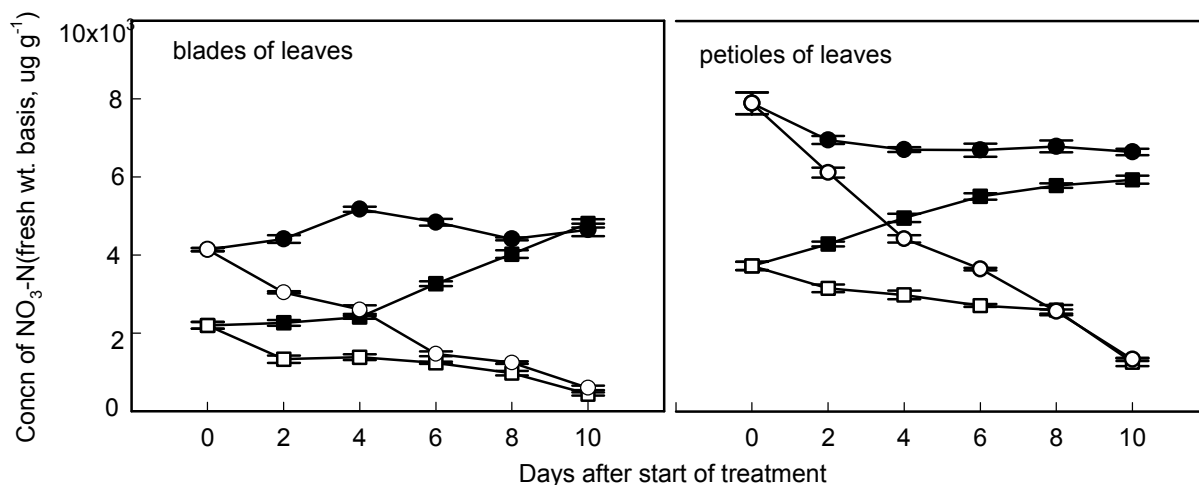
圖二、不同氮肥施用量對芥藍菜植體不同部位硝酸鹽累積之影響。

Fig. 2. Effects of nitrogen fertilizers applied on concentration of nitrate in plant parts of Chinese Kale.

0N: non nitrogen fertilizer; 1N: 1 gm pot<sup>-1</sup>; 2N: 2 gm pot<sup>-1</sup>.

● : petioles of leaves; ■ : blades of leaves. I : p<0.05.

圖三為經變更光照處理後不同部位硝酸鹽累積量之變化情形。由圖中可看出葉肉中硝酸鹽累積量於去除遮陰後，較葉柄能迅速回復到未遮陰處理之水準，葉肉中累積量於去除遮陰後第四天，即降到未遮因處理同一水準，而葉柄中則於第八天才降到同一水準。而經遮光處理後，葉肉中硝酸鹽累積量則緩慢上升，於第八天才上升到持續維持相同遮陰處理同一水準，葉柄中則增加較為迅速。此一結果可解釋硝酸鹽須於光合器官葉肉中進行同化作用，因此當光合能力因環境改變而增加時能迅速將其同化，而葉柄為轉貯部位，故當光合作用受到抑制時，其因無法轉送出去便迅速累積下來<sup>(7)</sup>。



圖三、改變光照度對芥藍菜植體不同部位硝酸鹽累積之影響。

Fig. 3. Changes of nitrate concentration in the plant parts of Chinese kale following changing in light intensity. Shading rate: □ : 0%; ■ : 0% change to 50%; ● : 50%; ○ : 50% change to 0%. I :  $p < 0.05$  respectively.

由上述結果，可知植體中硝酸鹽累積會因植體部位之不同而含量有顯著差異，在植體中之累積量，亦會受到環境因素如施肥、光度等影響，其間存在複雜之交感反應。就其原因硝酸鹽在植體中之累積，是有其生理意義，其結果是植體經一連串複雜之生理、生化反應所形成之正常現象<sup>(6,7)</sup>。

## 參考文獻

1. 王銀波、吳正宗、申雍 1994 小白菜配方對其他葉菜類的適應性與一些影響硝酸態氮含量的環境因子 設施園藝之研究與技術開發八十一及八十二年度執行成果報告 p.99~107。
2. 吳正宗、王銀波 1995 一些影響小白菜硝酸態氮含量的環境因子 中國農業化學誌 3(2):125~33。
3. 翁仁憲 1994  $C_3$ 及 $C_4$ 型葉菜類之 $CO_2$ 交換特性—光及氮之影響 中華農學會報新 157:21~33。
4. 楊月玲 1995 設施內遮光處理對小白菜之生長及生理影響 國立中興大學園藝研究所碩士論文。
5. 蔡素惠、黃山內、楊秋忠 1995 有機及化學肥料對小白菜之生長、硝酸態氮及維生素含量之響 中華農學會報新 158:77~58。
6. 池田 英男 1987 野菜の生育と氮素營養(2) 農業むよび園藝 62(2):95-101。
7. 池田 英男 1987 野菜の生育と氮素營養(4) 農業むよび園藝 62(5):85-90。

8. 條原 溫 1986 養液栽培野菜の品質と栽培技術の改善 農業むよび園藝 61(3):219-222。
9. Addiscott, T. M., A. P. Whitmore and D. S. Powlson. 1991. Farming, fertilizers and the nitrate problem. p.1-15. C.A.B. International Wallingford. UK.
10. Carrasco, G. A. and S. W. Burrage. 1993. Diurnal fluctuations in nitrate uptake and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Acta Hort. 339:137-147.
11. Cantliffe, D. J. 1972. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(2):152-154.
12. Cantliffe, D. J. 1972. Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(3):414-418.
13. Cantliffe, D. J. 1972. Nitrate accumulation in spinach grown at different temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(5):674-676.
14. Cataldo, D. A., N. Haroon, L. E. Schrader and V. L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Determination of nitrate in plant. p.71-75. Research Studies Press LTD, England.
15. Forman, D., S. Al-Dabbagh and R. Doll. 1985. Nitrates, nitrites and gastric cancer in Great Britain. Nature 313:620-625.
16. Fitter, A. H. and R. K. M. Hay. 1981. Environment physiology of plants. Academic Press, New York. p.171-199.
17. Hata, A. and K. Ogata. 1976. Studies on nitrate in horticultural products (part 5). J. Japan. Soc. Food Sci. Tech. 23:132-137.
18. Hageman, R. H. and D. Flesher. 1979. Nitrate reductase activity in corn seedlings as affected by light and nitrate content of nutrient media. Plant Physiol. 36:700-708.
19. Ingemarsson, B., L. Johansson and C. M. Larsson. 1984. Photosynthesis and nitrogen utilization in exponentially growing nitrogen-limited cultures of *Lemna giba*. Physiol. Plant. 62:363-369.
20. Kishitani S. and R. Shibles 1986. Respiration rates of soybean cultivars. Crop Sci. 26:580-583.
21. Lu, S. L., G. D. Zhou., Y. Wang., J. Q. Zhang. 1990. Nitrate accumulation in vegetables in Shanghai suburbs and agricultural measures for reducing nitrate. Acta Agriculturae Shanghai 6(4):59-66.
22. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition in Higher Plant. p.230-255. Academic Press, USA.
23. Martignon, G., A. Venezia and F. Malorgio. 1994. Nitrate accumulation in celery as affected by growing system and N content in the nutrient solution. Acta Hort. 361:583-589.
24. Mc. Caslin, B. D., W. T. Franklin and M. A. Dillon 1970. Rapid determination of nitrogen in sugarbeet with the specific ion electrode. J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 16:64-70.
25. Maynard, D. N., A. V. Baker., P. L. Minotti and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28:71-118.

26. Minotti, P. L. and D. L. Stankey. 1973. The nitrate accumulation in plant during daily time. Hort. Sci. 8:33-34.
27. Olday, F. C., A. V. Baker and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(3):217-219.
28. Olday, F. C., A. V. Baker and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in cucumber and pea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(3):219-221.
29. Reinink, K., M. Van Nes and R. Groenwold. 1994. Genetic variation for nitrate content between of endive (*Cichorium endiviae* L.). Euphytica 75:41-48.
30. Van der Boon, J. W. Steenhuizen and E. G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration,  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio and temperature of the recirculation nutrition solution. J. Hort. Sci. 65:309-321.
31. Van Diest A. 1990. Accumulation of nitrate in higher plants its causes and prevention. In: Nitrogein in Higher Plants. Abrol, Y. P., ed. p.441-460. Research Studies Press LTD, England.
32. Van Eysinga, R. 1984. Nitrate in vegetables under protected cultivation. Acta Hort. 145:251-256.
33. Santliffe, D. J. 1972. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. J. Amer. Soc. Hort. Sic. 97:152-154.
34. Vogtmann, H., H., and A. T. Temperli, U. Kunsch., M. Eichenberger and P. Ott. 1984. Accumulation of nitrate in leafy vegetable grown under constrasting agricultural system. Biol. Agric. Hortic. 2:51-68.
35. Wallace, A. and G. A. Wallace. 1993. Limiting factors, high yields and law of the maximum. Hort. Rev. 15:409-448.

# Nitrate Accumulation in Chinese Kale (*Brassica oleracea* L.) under Different Shading and Nitrogen Level <sup>1</sup>

Fu-Yao Kuo <sup>2</sup>

## ABSTRACT

The purpose of this experiment was to investigate the influence of nitrate accumulation on Chinese Kale through different shading and nitrogen treatments. The nitrogen was used in three dosages, no nitrogen, 1gm pot<sup>-1</sup> and 2gm pot<sup>-1</sup> with potassium nitrate and urea. After sowing, the following three shading treatments were practiced in plastic house (light pene-trate rate 90%) no shading, 25% shading and 50% shading. The experiment of changing light intensity was divided into four parts, no shading, half of material were transed to 50% shading after one week, the other was 50% shading, after one week half material were transed to no shading. The nitrate analysis was done at the second mature leaf, harvesting plant for analysis at 2 pm. The results that indicated the nitrate concentration of leaf petioles and leaf blades were increased by shading level on no nitrogen and 1gm pot<sup>-1</sup> nitrogen treatments which had significant postive regression. The nitrate concentration of plant decreased by shading level on 2gm pot<sup>-1</sup> nitrogen treatment that was significant on leaf petioles and no significant on leaf blades. The inflence of nitrate accumulation on nitrogen treatment under no shading and 25% shading had significant positive regression on leaf petioles and leaf blades. For 50% shading treatment, was no significant difference on leaf petioles but converse on leaf blades. The influence of changing light intensity on nitrate concentration in plant were more rapid in leaf blades than in leaf petioles after removing the shading. Slowly increase in leaf blades than in leaf petioles was found under keeping shading there were going to shading.

**Key words:** shading, nitrogen, nitrate, Chinese Kale.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0458 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Assistant Horticulturist of Taichung DAIS.