

有機肥料對不同葉菜類硝酸鹽含量之影響

張簡秀容 馮永富

摘 要

本研究旨在探討不同堆肥處理，及栽培時期對葉菜類葉片硝酸鹽含量之影響。結果顯示，葉片硝酸鹽之累積濃度，葉菜類種及品種間之差異顯著。以葉片累積量而言，葉面積大且為開張型態者，大於葉型直立葉面積小者；以葉柄及莖為主要食用部位的品種，如芹菜及蕹菜亦較少。葉菜類的型態不同其葉片硝酸鹽濃度相差28倍，施用化學肥料的含量最高，次為雞糞及豌豆渣堆肥，而牛糞、豬糞及樹皮堆肥處理者最低。六種施肥處理平均茼蒿的硝酸鹽含量為葉萵苣的16至18倍。小白菜以牛糞堆肥施用量每10公畝分別在800、1,200及1,600公斤之條件下試驗，其硝酸鹽含量隨著堆肥使用量之增加而遞增，但是產量以施用1,200公斤之處理最高。播種時期不同其含量亦不相同，早(1994年10月1)播種葉萵苣及茼蒿，其硝酸鹽含量分別低於晚(1994年11月12日)播種者65及45%，可見在較高溫之季節栽培硝酸鹽含量較低。硝酸鹽含量日變化亦隨著光強度的變化而有不同，以清晨日出前最高，日出後，光強度及氣溫增高，其濃度亦漸次降低，日暮時達最低點，此種日變化規律，可供為採收時間之參考。

關鍵詞：有機肥料、不結球葉菜類、硝酸鹽

前 言

植物體硝酸鹽的累積及代謝受植物本身、環境條件及肥料供應情形影響。因此，植物種類、光強度、光期、氣溫、土壤通氣、溫度、濕度與硝酸鹽濃度及氮肥供應量，均影響植物體組織內硝酸鹽的累積濃度^(2,3,4,5,8,9)。Maynard et al.(1976)指出環境因子改變，植體內硝酸鹽含量變化很大，高氮肥及氮肥的超量使用，亦會造成硝酸鹽的大量累積^(3,8)。蔬菜依食用部位，分為葉菜類、果菜類及根莖菜類，各種蔬菜食用組織內，每公斤鮮重中硝酸鹽的含量以葉菜類最高⁽¹⁰⁾。葉菜類包括不結球及結球兩大類，臺灣不結球葉菜類的生產面積約18,000公頃，栽培種類包括小白菜、青梗白菜、茼蒿、葉萵苣、菠菜、莧菜、蕹菜及芹菜等，很受消費者歡迎⁽¹⁾。產業栽培上一般習慣施用高氮肥比率的肥料以提高產量。因此，葉片組織中硝酸鹽的含量大多數偏高，塑膠布網室栽培的情形亦相同⁽⁴⁾。

本試驗主要探討不同肥料種類與施用量對不結球葉菜類及其品種別，對葉片組織內硝酸鹽含量之差異。

材料與方法

一、試驗方法

本研究自1994年7月1日至1995年1月25日在桃園區農業改良場新屋鄉本場塑膠布網室進行，共辦理五項試驗；所有試驗均採完全逢機設計，三重複。播種前種子均經種子處理。茼蒿、葉萵苣、芹菜及山芹菜，播種前使用清水浸24小時後，將水瀝乾，放置於5°C環境中24小時，再取出播種。菠菜浸水24小時，小白菜、青梗白菜及油菜浸水2至3小時。

萵菜及莧菜每10公畝之播種量分別為15公斤及200公克，其他十種葉菜類均採用288格(長×寬×高=60×30×2.5cm)穴盤育苗，播種第13至15天後，幼苗本葉約3至4片，根系發育完整時，移植到網室內，行株距為15×15公分。

供試肥料包括台肥五號複合肥料(N-P₂O₅-K₂O=16-8-12)，台肥一號有機雞糞堆肥(全氮1.5%)，益農牌牛糞堆肥(全氮0.6%)、順風牌豬糞堆肥(全氮1.0%)、樹皮堆肥(全氮0.8%)及桃改一號豌豆渣堆肥(全氮2.1%)，每10公畝施用量及施氮量如下表。

肥料種類	全氮含量 (%)	施用量 (kg/10a)	施氮量 (kg/10a)
台肥五號複合肥料	16	80	6.4
台肥一號有機雞糞堆肥	1.5	600	4.5
益農牌牛糞堆肥	0.6	1,200	3.6
順風牌豬糞堆肥	1.0	1,200	6.0
樹皮堆肥	0.8	1,200	4.8
桃改一號豌豆渣堆肥	2.1	1,200	12.6

試驗一：牛糞堆肥對不結球葉菜類硝酸鹽含量分析比較

供試葉菜為茼蒿大葉種、白萵菜、小白菜東京白、葉萵苣圓葉青萵種、菠菜梨山種、萵菜竹葉種、青梗白菜、油菜、芹菜及山芹菜等十種不結球葉菜類。肥料處理：施用牛糞堆肥1,200 kg/10a，全量作為基肥，芹菜及山芹菜生育期較長，播種第30天之後每週使用腐植酸500倍澆灌。於植株成熟期分別測定其葉片的硝酸鹽含量。十種不結球葉菜類的生理成熟期不一致，因此，播種期不相同，但是調查日期相同。萵菜及萵菜1994年9月15日播種；青梗白菜、油菜、小白菜9月10日；葉萵苣、茼蒿及菠菜9月1日；芹菜及山芹菜7月1日，以上十種葉菜類均於10月2日調查。

試驗二：不同施肥處理及栽培時期對葉萵苣及茼蒿硝酸鹽含量之效應

供試葉菜品種為葉萵苣(圓葉青葉種)及茼蒿(大葉種)。六種肥料處理：台肥五號複合肥料為80 kg/10a，雞糞堆肥為600 kg/10a，牛糞、豬糞、樹皮及豌豆渣堆肥為1,200 kg/10a，全量作為基肥。葉萵苣及茼蒿之播種日期為1994年10月1日及11月12日；採收日期為1994年11月7日及1995年1月25日。

試驗三：牛糞堆肥施用量對小白菜硝酸鹽含量及產量之效應

供試小白菜品種，圓葉白、東京白及鳳京白，牛糞堆肥處理為800、1,200及1,600 kg/10a，全量作為基肥，於1994年9月8日播種，10月8日採收調查。

試驗四：小白菜葉片硝酸鹽及碳水化合物日變化之測定

供試小白菜品種為東京白，施用雞糞堆肥600 kg/10a，於1994年9月1日播種，10月1日採收。

試驗五：不同堆肥種類對不結球葉菜類硝酸鹽含量之效應

供試之葉菜品種為小白菜(東京白)、蕹菜(竹葉種)、茼蒿(大葉種)、葉萵苣(圓葉青葉種)及菠菜(梨山種)。六種肥料處理：雞糞堆肥為600 kg/10a，牛糞、豬糞、樹皮及豌豆渣堆肥為1,200 kg/10a，全量作為基肥，台肥五號複合肥料80 kg/10a為對照。小白菜及蕹菜1994年9月27日播種，10月28日採收調查。茼蒿、葉萵苣及菠菜1994年9月18日播種，10月28日採收調查。

二、硝酸鹽及糖之測定方法

1. 硝酸鹽及糖分析樣品採集方法：取成熟植株葉片，由上往下算第三片成熟葉片為標準，三重複。
2. 硝酸鹽測定方法：採用多種元素分析測試劑組(RQFlex)16970型測定，萃取液為5% PerChloride acid。
3. 糖濃度測定方法：以80%酒精抽取酒精可溶性醣之製備樣品液，經過45 μ m之過濾膜，藉以去除雜質和干擾物；以Jasco之高效率液相層析儀(high performance liquid chromatograph)，泵浦為880-PU，檢測器為830-RI，管柱為LiChrospher NH2 (5 μ m)，前端加裝LiChrospher 100 NH2 (5 μ m)的保衛管柱，並利用積分儀(SIC Chromatocorder 12)積測成分含量；分離條件，流動相以80% (v/v) 氘甲烷，流速為1 ml/min，溫度為35 $^{\circ}$ C恆溫，每樣品注射量為20 μ l；標準液之製作，以Sigma公司之葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)、蔗糖(sucrose)及麥芽糖(maltose)。在測定樣品前或更換流動相後，均需注射標準液20 μ l作為定性及定量的依據，由積分儀所記錄標準品各成分的停滯時間及積算面積；藉此標準品之定量即可求得樣品的成分及相對含量。

三、資料分析

試驗資料使用SAS統計程式作為分析工具，變方分析部份使用PROC ANOVA程序計算，迴歸分析部份使用PROC STEPWISE程序作最佳迴歸函數模式之選擇；以Jandel公司出品之Sigma plot繪圖程式作為試驗結果圖之繪製工具。

結果與討論

試驗一：不結球葉菜種類硝酸鹽含量之差異

Gajda 及 Karlowski (1993)提出蔬菜單位體積重量之硝酸鹽含量以葉菜類最高，果菜及根莖菜類較少⁽⁶⁾。許多學者研究亦指出硝酸鹽的種間差異性^(5,8)。本試驗亦證明，以葉為食用部位之葉菜類含量較高，而且種間差異性很大，達顯著水準。十種不結球葉菜種類硝酸鹽含量之差異如表1及圖1

所示，不結球葉菜類之葉片硝酸鹽累積程度各不相同，其含量多寡依序為茼蒿>莧菜>小白菜>菠菜>蘿菜>青梗白菜>山芹菜>油菜>芹菜>葉萵苣，每公克葉片鮮重含量分別為1020、976、565、180、176、78、76、63、37及36 μg 。以上結果顯示，葉面積大，葉型開張，且生育快速的品種，硝酸鹽累積濃度較高，如小白菜、莧菜及茼蒿；葉面積小，葉型直立者之濃度較低，如葉萵苣、青梗白菜、油菜及菠菜等，而以葉柄及莖為主要食用部位之芹菜、山芹菜及蘿菜，其濃度亦較低。綜上所述，可知若要研訂鮮食蔬果之硝酸鹽含量(圖1)標準，必需考慮物種特性及種類之差異。單位體積較重的種類訂定標準時其濃度應較低，反之則較高，但是以不能高於影響人體健康的標準為上限。

表1. 施用牛糞堆肥對不同葉菜種類葉片硝酸鹽含量之比較

Table 1. Concentration of nitrate in the leaves of ten vegetable species grown on soil with cattle manure.

Vegetable species	concentration ($\mu\text{g/g}$ F. W.)	Index
Garland chrysanthemum(<i>Chrysanthemum spatiosum</i> Bailey.) 茼蒿	1020	(2833)
Amaranth(<i>Amaranthus tricolor</i> L.) 莧菜	976	(2711)
Pak-choi(<i>Brassica campestris</i> L. var. <i>chinensis</i>) 小白菜	565	(1569)
Spinach(<i>Spinacia oleracea</i> L.) 菠菜	180	(500)
Water convolvulus(<i>Ipomoea aquatica</i> Forssk.) 蘿菜	176	(489)
Chinese mustard(<i>Brassica campestris</i> L. <i>Chinensis</i> group) 青梗白菜	78	(217)
Chinese celery(<i>Oenanthe javanica</i> DC.) 山芹菜	76	(211)
Rape(<i>Brassica campestris</i> L. <i>Japonica</i> group) 油菜	63	(175)
Celery(<i>Apium graveolens</i> L.) 芹菜	37	(103)
Lettuce(<i>Lactuca sativa</i> L.) 葉萵苣	36	(100)

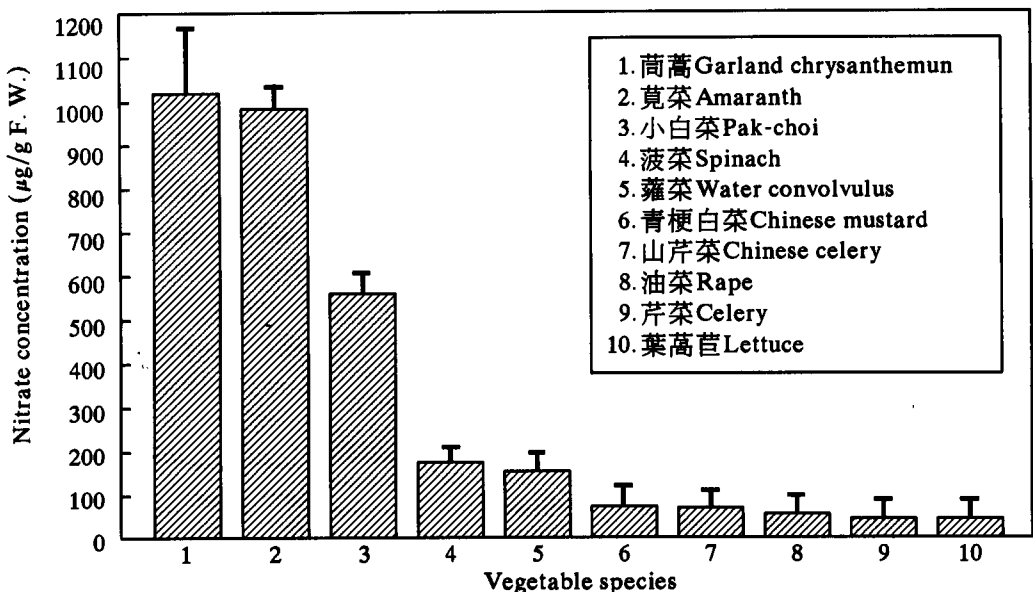


圖1. 十種不結球葉菜類硝酸鹽含量之差異

Fig.1. The difference of nitrate level in the leaf of leafy vegetables.

試驗二：不同施肥處理及栽培時期對葉萵苣及茼蒿葉片硝酸鹽含量之效應

Minotti 及 Stankey(1973) 氏指出氣溫及土壤溫度改變，硝酸鹽濃度會隨著改變⁽⁷⁾。本試驗證明，播種日期及不同肥料處理對葉萵苣及茼蒿硝酸鹽含量有顯著之影響，不同播種期及不同肥料處理硝酸鹽含量之多寡如表2、圖2及3所示。1994年10月1日播種者硝酸鹽含量明顯低於1994年11月12日播種者：葉萵苣10月1日播種者硝酸鹽含量平均為188 $\mu\text{g/g}$ ，11月12日播種者平均為310 $\mu\text{g/g}$ ；差異達121 $\mu\text{g/g}$ 之多；而茼蒿10月1日播種者硝酸鹽含量平均為3340 $\mu\text{g/g}$ ，11月12日播種者平均為4852 $\mu\text{g/g}$ ；差異達1512 $\mu\text{g/g}$ 之多，達顯著水準。在六種不同肥料處理條件下，播種日期對葉萵苣及茼蒿葉片硝酸鹽含量之效應，都呈現相同的作用，顯示栽培時期不同其氣溫及光度條件各不相同，因而影響植物生育、根的吸收能力及植體代謝平衡，因此，硝酸鹽含量亦隨之改變。本試驗11月12日播種處理者，當時的氣溫及土壤溫度都較低，累積濃度則較高。因此，在冬季栽培蔬菜時由於生育速度及代謝都較慢，肥料的施用量應相對的降低，避免造成過量施肥而提高硝酸鹽累積濃度，肥料中多餘的硝酸鹽未被植物吸收利用者，隨著水流放則會造成環境污染。1976年Maynard et al. 指出當氣候變化時，植物的生長及代謝很迅速的發生改變，甚至在不同覆蓋材料的網室內亦會有不同的生長及生理代謝，硝酸鹽濃度會發生改變，密閉式的玻璃溫室較開放式雙層塑膠布網室累積量高約2倍⁽⁸⁾。由此可知，除肥料所造成不同效應外，因播種日期不同所處氣象環境之變化，對硝酸鹽含量之累積影響相當重要。

表2. 播種時期及肥料處理對葉萵苣及茼蒿葉片硝酸鹽含量之影響

Table 2. Effect of seeding time and fertilization on nitrate concentration in the leaves of *Lactuca sativa* L. and *Chrysanthemum spatiosum* Bailey.

Treatments	Lettuce ($\mu\text{g/g}$ F.W.)		Garland chrysanthemum ($\mu\text{g/g}$ F.W.)	
	10/01/94	11/12/94	10/01/94	11/12/94
Chemical fertilizer	588 ^a	790 ^a	7576 ^a	11364 ^a
Chicken manure	250 ^b	336 ^b	6242 ^b	9364 ^b
Cattle manure	36 ^e	160 ^c	1020 ^e	1056 ^e
Pig manure	55 ^d	150 ^c	1090 ^d	1441 ^d
Bark compost	39 ^e	105 ^d	1090 ^d	1116 ^e
pea compost	163 ^c	320 ^b	3027 ^c	4776 ^c
Mean (Index1)	188(100)	310(165)	3340(100)	4852(145)
(Index2)	(100)	(100)	(1777)	(1565)
Difference For Seeding Time	122		1512	

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple test($p=0.05$)

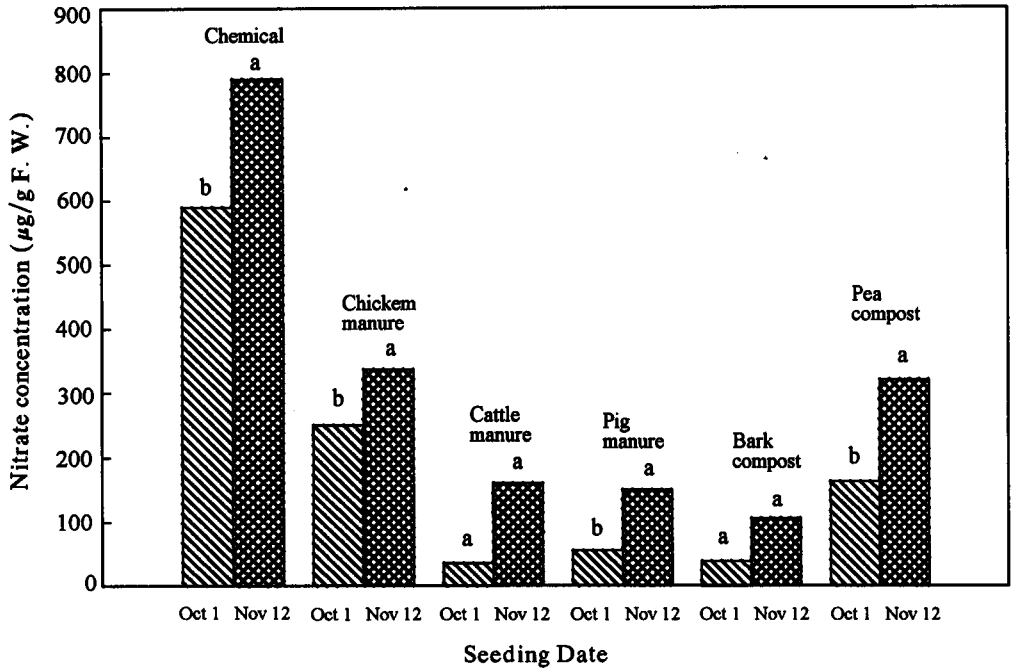


圖2. 播種時期對葉萵苣葉片硝酸鹽含量之影響

Fig.2. Effect of Seeding Time on nitrate concentration in the leaves of *Lactuca sativa* L.

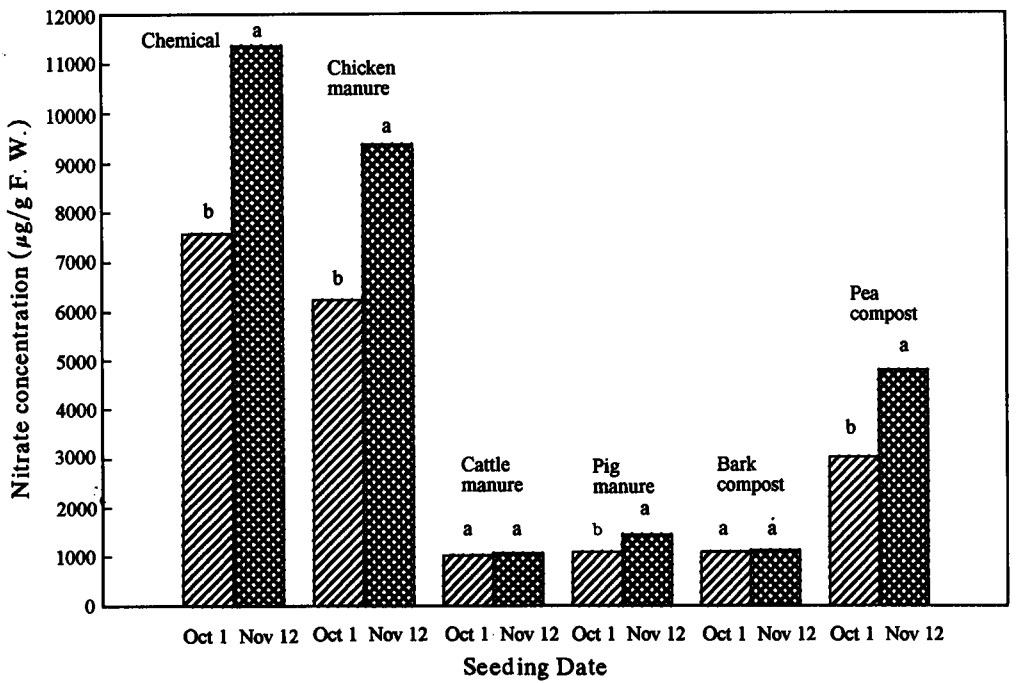


圖3. 播種時期對茼蒿葉片硝酸鹽含量之影響

Fig.3. Effect of Seeding Time on nitrate concentration in the leaves of *Chrysanthemum spatiosum* Bailey.

試驗三：牛糞堆肥施用量對小白菜品種硝酸鹽含量及產量之影響

牛糞堆肥施用量對小白菜品種硝酸鹽含量及產量之影響，結果如圖4及5所示。增加牛糞堆肥施用量，小白菜葉片硝酸鹽含量有遞增之趨勢，在1,600 kg/10a 處理最高，其次為1,200 kg/10a 處理，800 kg/10a 處理較低。不同牛糞堆肥施用量對小白菜產量有顯著之效應；圓葉白、鳳京白及東京白三種小白菜的產量，在1,200 kg/10a 處理最高，其次為1,600 kg/10a 處理，800 kg/10a 處理較低。依據肥料使用報酬遞減率，當肥料使用量增加時，作物的產量隨著遞增，但是太多時其產量反而遞減。1976年 Maynard *et al.* 指出高氮肥及過量的施用氮肥會提高硝酸鹽含量⁽⁸⁾。因此，肥料施用量應在合理範圍內以提高產能，並降低硝酸鹽含量。

Minotti 及 Stankey(1973) 氏指出甜菜 (beet) 品種間硝酸鹽含量的差異性⁽⁷⁾，本試驗3個小白菜品種間的硝酸鹽含量，以圓葉白品種的含量較高，但是每平方公尺的產量反而較低，推測其原因是否為NO₃- 代謝與CO₂ 固定之間的競爭性有關⁽²⁾。圓葉白品種的葉型開張葉柄比率少，鳳京白及東京白的葉型直立葉柄比率較多，觀察試驗結果，葉型開張葉面積大的品種，其硝酸鹽濃度高於葉型直立葉面積小者，但是其間的相關性如何仍需進一步分析。

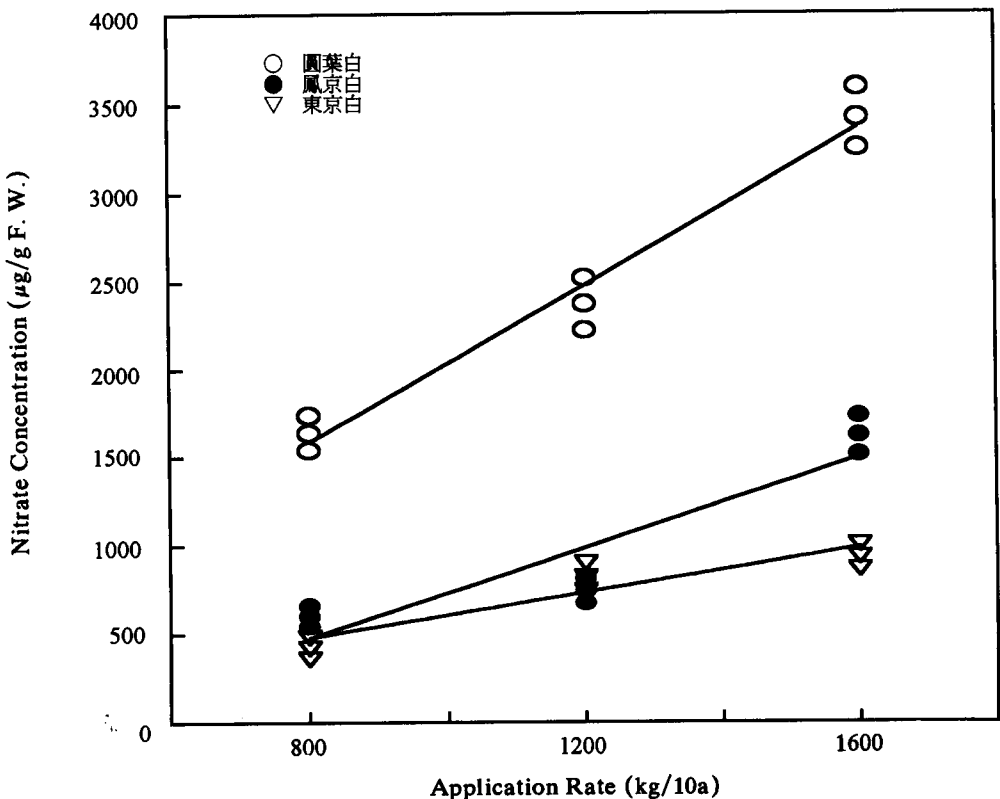


圖4. 牛糞堆肥施用量對小白菜品種間硝酸鹽含量之影響

Fig.4. Effect of cattle manure on nitrate concentration in the leaves of three cultivars of *Brassica campestris* L. var. *chinensis*.

$$\text{圓葉白 } Y = 2.22x - 192.88, R^2 = 0.96$$

$$\text{鳳京白 } Y = 1.25x - 518.88, R^2 = 0.82$$

$$\text{東京白 } Y = 0.63x - 31.66, R^2 = 0.84$$

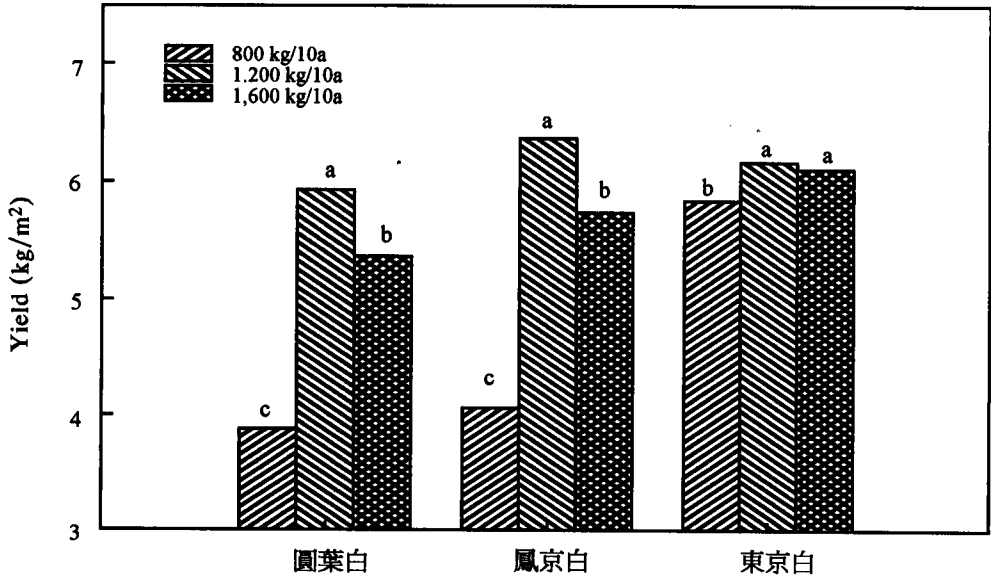


圖5.牛糞堆肥施用量對小白菜品種間產量之影響

Fig. 5. Effect of cattle manure on yields of three cultivars of *Brassica campestris* L. var. *chinensis*.

試驗四：雞糞堆肥對小白菜葉片硝酸鹽及碳水化合物日變化情形

Minotti 及 Stankey(1973) 氏指出一日當中由於氣溫及土溫的改變會影響甜菜植體組織內硝酸鹽變化，當日出時其濃度最高，隨著氣溫上升其濃度漸次降低，日落時氣溫下降其濃度降到最低，明顯的表現出日變化律動情形⁽⁷⁾。本試驗小白菜葉片中硝酸鹽含量亦呈現相同的日變化情形，清晨6時的濃度最高，約為下午4時的3倍(如圖6)。葉片硝酸鹽含量與時間之關係為 $Y = -605.23x + 3539.83$ ($R^2 = 0.91$)。蔗糖、果糖及葡萄糖濃度日變化情形(如圖7)，可以用2次迴歸方程式表示如圖7，顯示果糖的濃度在中午12時至13時之間達最高點，中午之後逐漸降低，葡萄糖亦有相似的情形，但是中午之後下降情形較緩和，蔗糖在中午13時以後才逐漸增加，中午之前因濃度太低未能測到。果糖 $Y = -0.61x^2 + 3.53x - 2.97$ ($R^2 = 0.95$)，葡萄糖 $Y = -0.25x^2 + 1.70x - 1.41$ ($R^2 = 0.95$)，蔗糖 $Y = 0.21x^2 - 0.82x + 0.64$ ($R^2 = 0.91$)。此種日變化律動的生理現象，可以作為採收時間之參考。

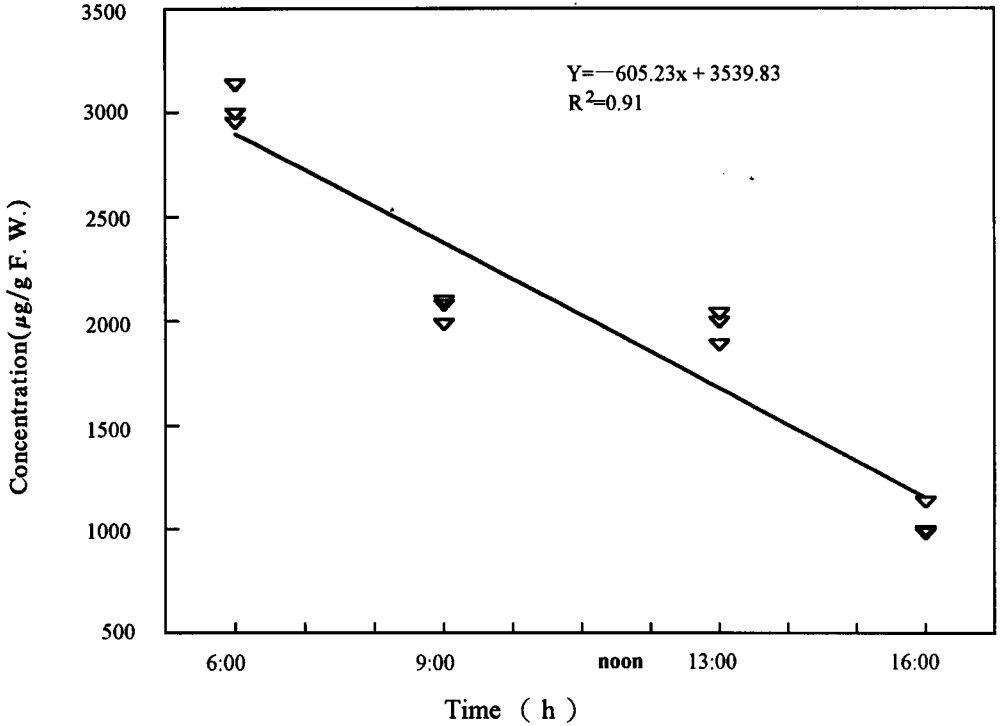


圖6.小白菜葉片硝酸鹽含量日變化情形

Fig.6.Diurnal variation in nitrate concentration of *Brassica campestris* L. var. *chinensis*.

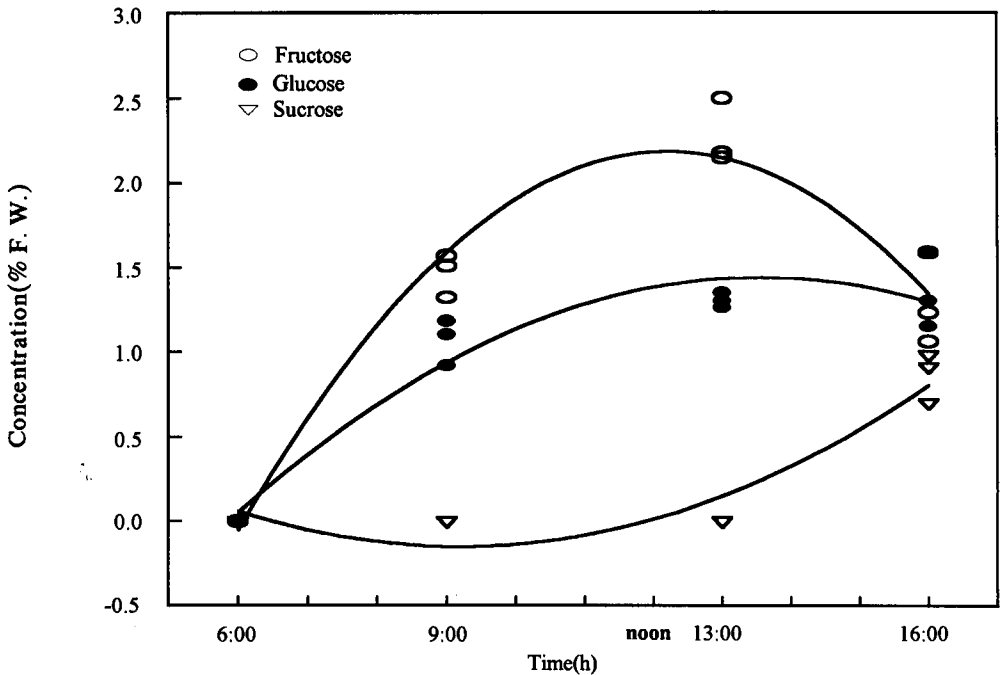


圖7.小白菜葉片碳水化合物日變化情形

Fig.7.Diurnal variation in carbohydrate concentration of *Brassica campestris* L. var. *chinensis*.

Fructose $Y = -0.61x^2 + 3.53x - 2.97, R^2 = 0.94$

Glucose $Y = -0.25x^2 + 1.70x - 1.41, R^2 = 0.94$

Sucrose $Y = 0.21x^2 - 0.82x + 0.64, R^2 = 0.91$

試驗五：不同堆肥對不結球葉菜類硝酸鹽含量之效應

不同堆肥處理對不結球葉菜類硝酸鹽含量之影響如表3、圖8及9。以化學肥料處理者含量最高，其次為雞糞及豌豆渣堆肥，牛糞、豬糞及樹皮堆肥較低，處理之間差異顯著。推測原因，可能為六種肥料的含氮量及氮源各不相同所致。許多研究報告亦指出，高氮肥及過量的施用氮肥均會造成硝酸鹽含量過高的現象^(3,8)。但是從迴歸方程式顯示，施氮量並非硝酸鹽累積主要影響因子，推測氮源型態，以及硝酸鹽還原酶活性對硝酸鹽之影響可能更為重要。Minotti *et al.*(1973) 指出氮源不同硝酸鹽的累積濃度亦不相同，春季栽培結球萵苣，每公頃分別使用56公斤的 NaNO_3 及 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，結果硝酸鹽濃度以 NaNO_3 處理者比 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 處理者增加3倍。因此，適當的肥料施用量及氮肥種類，是可以減少硝酸鹽的累積濃度。

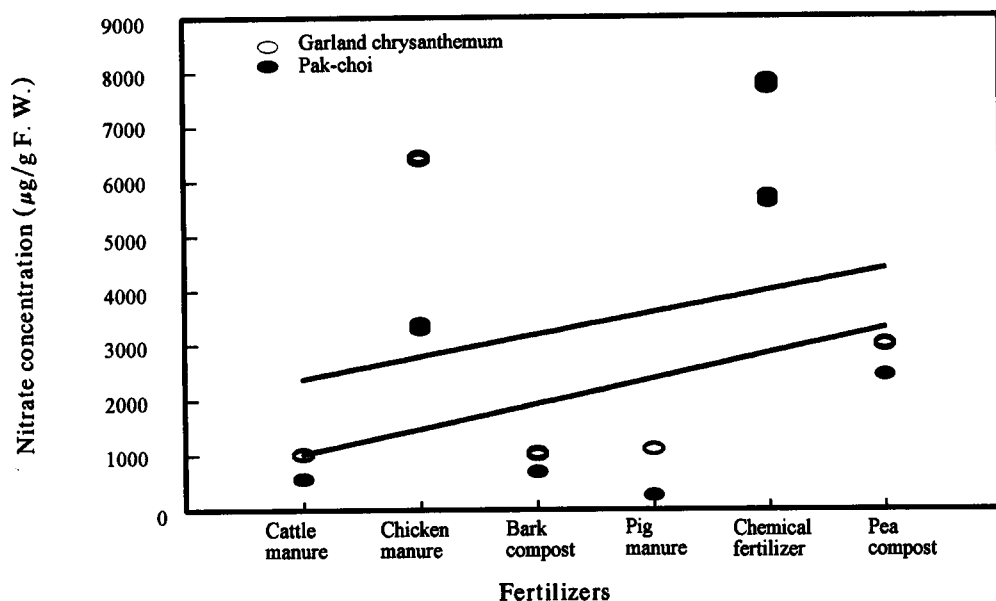


圖8. 肥料種類對萵苣及小白菜葉片硝酸鹽含量之影響

Fig 8. Effect of different fertilizers on nitrate concentration of *Brassica campestris* L. var. *chinensis* and *Chrysanthemum spatiosum* Bailey.

Pea compost(N=12.6kg/10a); *Chemical fertilizer*(N=6.4kg/10a); *Pig-manure*(N=6kg/10a); *Bark compost*(N=4.8kg/10a); *Chicken-manure*(N=4.5kg/10a); *Cattle-manure*(N=3.6kg/10a).
Chrysanthemum spatiosum Bailey. (Garland chrysanthemum): $Y = 374.98x + 2993.52$, $R^2 = 0.0046$
Brassica campestris L. var. *chinensis*(Pak-choi): $Y = 823.48x + 1288.27$, $R^2 = 0.0446$

試驗五：不同堆肥對不結球葉菜類硝酸鹽含量之效應

不同堆肥處理對不結球葉菜類硝酸鹽含量之影響如表3、圖8及9。以化學肥料處理者含量最高，其次為雞糞及豌豆渣堆肥，牛糞、豬糞及樹皮堆肥較低，處理之間差異顯著。推測原因，可能為六種肥料的含氮量及氮源各不相同所致。許多研究報告亦指出，高氮肥及過量的施用氮肥均會造成硝酸鹽含量過高的現象^(3,8)。但是從迴歸方程式顯示，施氮量並非硝酸鹽累積主要影響因子，推測氮源型態，以及硝酸鹽還原酶活性對硝酸鹽之影響可能更為重要。Minotti *et al.*(1973) 指出氮源不同硝酸鹽的累積濃度亦不相同，春季栽培結球萵苣，每公頃分別使用56公斤的 NaNO_3 及 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，結果硝酸鹽濃度以 NaNO_3 處理者比 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 處理者增加3倍。因此，適當的肥料施用量及氮肥種類，是可以減少硝酸鹽的累積濃度。

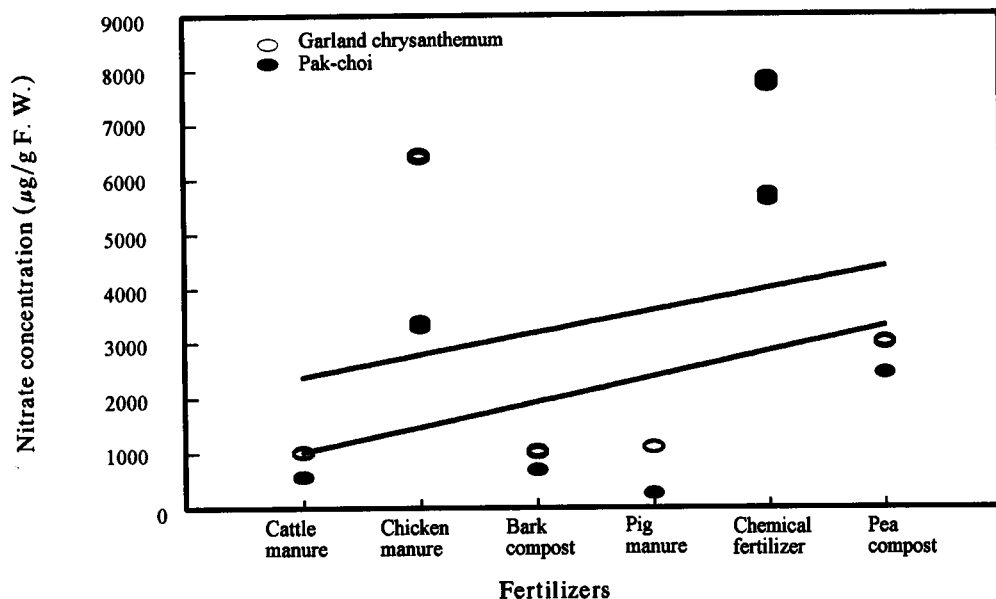


圖8. 肥料種類對萵苣及小白菜葉片硝酸鹽含量之影響

Fig 8. Effect of different fertilizers on nitrate concentration of *Brassica campestris* L. var. *chinensis* and *Chrysanthemum spatiosum* Bailey.

Pea compost(N=12.6kg/10a); *Chemical fertilizer*(N=6.4kg/10a); *Pig-manure*(N=6kg/10a); *Bark compost*(N=4.8kg/10a); *Chicken-manure*(N=4.5kg/10a); *Cattle-manure*(N=3.6kg/10a).
Chrysanthemum spatiosum Bailey. (Garland chrysanthemum): $Y = 374.98x + 2993.52$, $R^2 = 0.0046$
Brassica campestris L. var. *chinensis*(Pak-choi): $Y = 823.48x + 1288.27$, $R^2 = 0.0446$

表3.肥料種類對不結球葉菜類硝酸鹽含量之影響

Table 3. Effect of different fertilizers on nitrate concentration in the leaves of leafy vegetables.

Treatments	Concentration($\mu\text{g/g}$)				
	Garland chrysanthemum	Pak-choi	Lettuce	Spinach	Water convolvulus
Chemical fertilizer	7776 ^a	5666 ^a	599 ^a	513 ^a	776 ^a
Chicken manure	6422 ^b	3339 ^b	275 ^b	336 ^b	332 ^b
Cattle manure	1009 ^e	555 ^e	41 ^e	198 ^c	186 ^{cd}
Pig manure	1101 ^d	244 ^f	58 ^d	128 ^d	172 ^{cd}
Bark compost	1022 ^e	685 ^d	40 ^e	98 ^e	162 ^d
pea compost	3001 ^c	2445 ^c	156 ^c	201 ^c	197 ^c

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple test($p=0.05$)

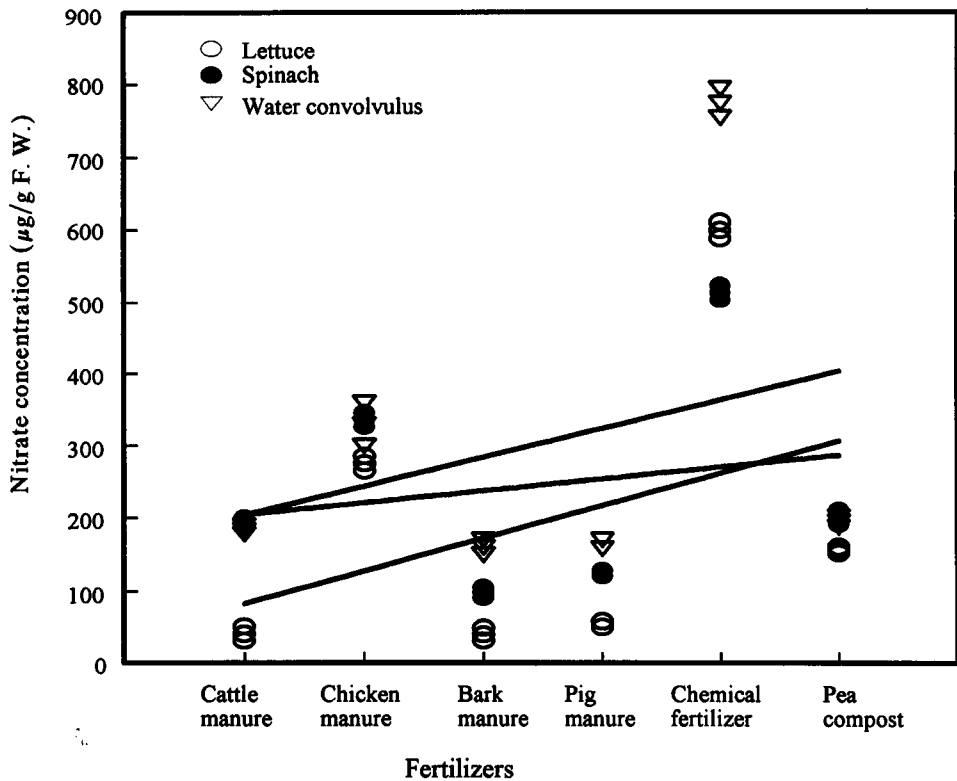


圖9.肥料種類對葉萵苣、菠菜及蕹菜葉片硝酸鹽含量之影響

Fig 9. Effect of different fertilizers on nitrate concentration of *Lactuca sativa* L., *Spinacia oleracea* L., and *Ipomoea aquatica* Forssk.

Pea compost(N=12.6kg/10a); Chemical fertilizer(N=6.4kg/10a); Pig-manure(N=6.0kg/10a); Bark compost(N=4.8kg/10a); Chicken-manure(N=4.5kg/10a); Cattle-manure(N=3.6kg/10a)
Lactuca sativa L.(Lettuce): $Y = 39.79x + 152.70$, $R^2 = 0.0097$
Spinacia oleracea L.(Spinach): $Y = -3.015x + 248.84$, $R^2 = 0.0006$
Ipomoea aquatica Forssk.(Water convolvulus): $Y = -11.034x + 315.79$, $R^2 = 0.0046$

誌 謝

本研究承財團法人中正農業科技社會公益基金會補助，試驗期間復蒙張課長榮如、呂博士斯文、林念瑾小姐及姜信煜先生，文稿校閱及試驗協助，此外，特別感謝黃副場長益田對本文諸多指正，特此致謝。

參考文獻

1. 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專刊 p.153-166.
2. 陳秀卿、林金和。1983。高等植物氮素的代謝生理(二)光與高等植物之硝酸鹽代謝作用。科學農業 31(3-4)61-66.
3. 蔡素蕙、黃山內、楊秋忠。1992。有機及化學肥料對小白菜生長、硝酸鹽及維生素含量之影響。中華農學會報 158:77-85.
4. 廖芳心、張榮如、陳榮輝、許東暉。1990。都市近郊利用設施栽培蔬菜。蔬菜作物試驗研究彙報 6:281-293.
5. Aworh O. C., J. R. Hicks, R. L. Minotti, and C. Y. Lee. 1980. Effects of Plant Age and Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation and Postharvest Nitrate Accumulation in Fresh Spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci 105(1):18-20.
6. Gajda. J. and K. Karlowski. 1993. Content of Nitrates in Vegetables and Potatoes in the Period from 1987-1991. Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny Vol.44(4):301-307.
7. Minotti, P. L., and P. L. Stankey. 1973. Diurnal Variation in the Nitrate Concentrate of Beets. HortScience 8(1):33-34.
8. Maynard D. N., A. V. Barker, P.L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate Accumulation in Vegetables. Adv. Agro. 28:71-118.
9. Nieuwhof M. 1994. Effect of Temperature and Light on Nitrate Content of Radish. Gartenbauwissenschaft Vol.59(5):220-224.
10. Yin Y. X. 1993. An Investigation of Nitrate Contents of Vegetables in Yin Chuan and of Methods of Contamination Evaluation and Prevention. Ningxia Journal of Agro-Forestry Sciences and Technology 1: 40-43.

誌 謝

本研究承財團法人中正農業科技社會公益基金會補助，試驗期間復蒙張課長榮如、呂博士斯文、林念瑾小姐及姜信煜先生，文稿校閱及試驗協助，此外，特別感謝黃副場長益田對本文諸多指正，特此致謝。

參考文獻

1. 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專刊 p.153-166.
2. 陳秀卿、林金和。1983。高等植物氮素的代謝生理(二)光與高等植物之硝酸鹽代謝作用。科學農業 31 (3-4)61-66.
3. 蔡素蕙、黃山內、楊秋忠。1992。有機及化學肥料對小白菜生長、硝酸鹽及維生素含量之影響。中華農學會報 158:77-85.
4. 廖芳心、張榮如、陳榮輝、許東暉。1990。都市近郊利用設施栽培蔬菜。蔬菜作物試驗研究彙報 6:281-293.
5. Aworh O. C., J. R. Hicks, R. L. Minotti, and C. Y. Lee. 1980. Effects of Plant Age and Nitrogen Fertilization on Nitrate Accumulation and Postharvest Nitrate Accumulation in Fresh Spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci 105(1):18-20.
6. Gajda. J. and K. Karlowski. 1993. Content of Nitrates in Vegetables and Potatoes in the Period from 1987-1991. Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny Vol.44(4):301-307.
7. Minotti, P. L., and P. L. Stankey. 1973. Diurnal Variation in the Nitrate Concentrate of Beets. HortScience 8(1):33-34.
8. Maynard D. N., A. V. Barker, P.L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate Accumulation in Vegetables. Adv. Agro. 28:71-118.
9. Nieuwhof M. 1994. Effect of Temperature and Light on Nitrate Content of Radish. Gartenbauwissenschaft Vol.59(5):220-224.
10. Yin Y. X. 1993. An Investigation of Nitrate Contents of Vegetables in Yin Chuan and of Methods of Contamination Evaluation and Prevention. Ningxia Journal of Agro-Forestry Sciences and Technology 1: 40-43.

Effects of Organic Fertilizers on Nitrate Contents of Leafy Vegetables

Hsiu-Jung , Chang Chien and Wing-Fu Fung

Summary

The nitrate content of the ten leaf vegetables were examined at harvest stage. Results showed that variations in the nitrate content of vegetable leaves among species were significant. Nitrate content of the leaf tissue for large-leaf, and open type vegetables species were higher than that of small-leaf, and erect type species and other stem-type vegetables, such as celery and water convulvulus. Difference in nitrate accumulation among these vegetables varied from 10 to 100 times. The nitrate content was found lower in the leaves of cultivated vegetables for all compost treatments when compared with chemical fertilizer treatment.

The effect of cattle manure on accumulation of nitrate in *Brassica campestris* L. var. *chinensis* was studied at the rates 800, 1200, 1600 kg/10a. Results showed that the concentration of nitrate in the plant tended to increase as cattle manures rates was increased. Nitrate accumulation was also affected by time of seeding due to the different climatic conditions. Nitrate contents in leaves *Chrysanthemum spatiosum* Bailey and *Lactuca sativa* L. seeding in winter season conditions were significantly higher than that of seeding in autumn season.

Diurnal changes in nitrate content of leaves varies with light intensity and temperature. The content of nitrate was up to a maximum around 6:00 and decreased towards the afternoon reaching a minimum at 16:00.

Key words : Organic fertilizer, Leafy vegetables, Nitrate