

# 分析植體氮同位素組成鑑別有機蔬菜之初步評估<sup>1</sup>

劉滄琴<sup>2</sup> 彭宗仁<sup>3,4</sup> 吳昇鴻<sup>3</sup> 范家華<sup>3</sup> 林毓雯<sup>2</sup>

## 摘 要

劉滄琴、彭宗仁、吳昇鴻、范家華、林毓雯。2009。分析植體氮同位素組成鑑別有機蔬菜之初步評估。台灣農業研究 58:169-175。

本試驗分析青江菜 (*Brassica chinensis* L.) 及所施用肥料之氮同位素組成 ( $\delta^{15}\text{N}$ )，以評估此透過氮同位素分析的方法是否能成為有機蔬菜的認證技術之一。本試驗共有四種處理，包括對照組 (CK)、有機肥組 (OF)、化肥組 (CF)，及有機肥與化肥混用組 (OC)。氮同位素分析結果顯示，蔬菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值與所施肥料之種類有密切關聯，其中有機肥栽種之蔬菜 (OF) 的 $\delta^{15}\text{N}$  值 (約 19‰) 與有機肥之值 (約 17‰) 相當；相對地，由化肥栽種之蔬菜 (CF)，其 $\delta^{15}\text{N}$  值會如化肥之低值，約 0‰。再者，由此四處理試驗之分析結果推演，如果在產地上能同時分析蔬菜及所施用有機肥之 $\delta^{15}\text{N}$  值，且蔬菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值大於有機肥之 $\delta^{15}\text{N}$  值的條件下，此蔬菜初步可認為是有機蔬菜。然而，要使本同位素方法成為高可信度的驗證技術，則還需有進一步的測試。

**關鍵詞：**氮同位素、有機蔬菜認證、有機及化學肥料。

## 前 言

所謂有機蔬果狹義之定義是栽種期間，沒有使用化肥、農藥、除草劑，且肥料必須用適用有機質肥料之有機農法所產出者。但有機農法較慣行農法有其不利之處 (Lin 1999)，如其總生產成本較慣行農法高約 2.0 至 4.2 倍；其主要病蟲害危害率較慣行農法高出 2 倍以上；其雜草數較慣行農法高約 1.5 至 3.6 倍。因此，為兼顧生產效益，在不危害土壤品質、人體健康的前提下，在

栽種期間適量、合理地添加化肥或農藥是被認同的合理化施肥，其產物即所謂之安全蔬果。

然而市面上或有所聞，少部份商家以此非純有機蔬果或安全蔬果冒充有機蔬果，獲取不當利益；此現象更突顯有機商品認證的重要性。一般而言，農藥之是否殘存，現階段之檢測已行之有年，如吉園圃標章之蔬果；但對於蔬菜是否完全以有機肥栽種，現階段尚無法有效鑑別。因此，本試驗嘗試利用穩定氮同位素技術，評估其適用性。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2362 號。接受日期：98 年 7 月 31 日。
2. 行政院農業委員會農業試驗所農業化學組副研究員、助理研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 國立中興大學土壤環境科學系副教授、研究生、研究助理。台灣 台中市。
4. 通訊作者，電子郵件：trpeng@dragon.nchu.edu.tw；傳真機：(04)22859950。

基本上，作物栽種時，作物之營養主要來自添加之肥料，以及支持其生長之土壤。在作物生長過程，土壤中或添加介質中的部份元素會顯現在植體中。利用穩定氮同位素鑑別有機蔬菜之原理，在於不同來源的氮會有不同的  $^{15}\text{N}$  與  $^{14}\text{N}$  的原子含量比值 ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ )，造成彼此間之氮同位素組成 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) 會有差異；扼要而言，樣本之  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  值越大，其  $\delta^{15}\text{N}$  值也越大 (Peng *et al.* 2006) ( $\delta$ 值之定義說明列於下述「材料與方法」章節)。造成此  $\delta^{15}\text{N}$  值差異的原因是由於不同來源的氮，各經歷不同程度與相異之同位素分化作用 (isotope fractionation) 所致 (Peng *et al.* 2006)。此相異之  $\delta^{15}\text{N}$  特徵類似一種示蹤劑，在作物吸收氮素後而標記在植體中；例如，在具高  $\delta^{15}\text{N}$  值土壤之地區其植作亦顯示出較大之  $\delta^{15}\text{N}$  值 (Mariotti *et al.* 1980; Hübner 1986)，或利用分析植體之  $\delta^{15}\text{N}$  值以鑑別植物所吸收之氮來源 (Högberg 1997)。

文獻中顯示，不同來源的氮會有不同的  $\delta^{15}\text{N}$  值，例如大氣中氮之  $\delta^{15}\text{N}$  值約為 0‰，土壤有機氮的  $\delta^{15}\text{N}$  值範圍為 3–8‰；化學肥料氮的  $\delta^{15}\text{N}$  值範圍為 -2–4‰，動物排泄物的  $\delta^{15}\text{N}$  值範圍為 10–25‰ (Kreitler & Jones 1975; Gormly & Spalding 1979; Kreitler 1979; Girard & Hillaire-Marcel 1997)。化學肥料的  $\delta^{15}\text{N}$  值與大氣之值相似，是因為在化學肥料的製造過程中，多引用大氣中之氮作為原料之故 (哈柏法)；而動物排泄物之  $\delta^{15}\text{N}$  值明顯較大是因為動物攝取食物吸收相關氮時，因鍵結能之差異關係， $^{14}\text{N}$  較易被動物吸收，相對而言不易被吸收之  $^{15}\text{N}$  較易被排出；同時，新鮮的動物排泄物中之  $^{14}\text{NH}_3$  較  $^{15}\text{NH}_3$  容易揮發，進而導致動物排泄物相對於其它氮源明顯表現出較大的  $\delta^{15}\text{N}$  值 (Peng *et al.* 2004)。基於化肥與動物排泄物 (有機肥) 之  $\delta^{15}\text{N}$  值有明顯差距，預期如果施用化學肥料者，其植體中之  $\delta^{15}\text{N}$  值應會與施用有機肥之值有所區別。

因此，本試驗分別以化肥與有機肥施用於短期蔬菜之栽種；接續分析栽培介質、植體、肥料之  $\delta^{15}\text{N}$  值並加以比對，以驗證上述之推論。同時，藉由此試驗之成果，初步評估此技術是否可以作為後續建立有機蔬果鑑別之認證技術之一。因為碳亦為有機物的主要成分之一，在以質譜儀分析有機物的  $\delta^{15}\text{N}$  值時，亦可同時分析其穩定碳同位素組成 ( $\delta^{13}\text{C}$ )，所以，本試驗也一併評估碳同位素組成在有機蔬果鑑別認證技術之適用性。

## 材料與方法

### 盆栽試驗

本試驗在國立中興大學土壤環境科學系溫室進行青江菜 (*Brassica chinensis* L.) 栽種試驗。使用之栽培介質為市售栽培土，成份標示為純泥炭土 30%，細蛇木屑 10%，椰纖土 20%，發泡煉石 10%；實驗分析此栽培土之有機質含量為 87.3%，全氮含量 2.4%，pH 為 6.6。種子直播於直徑 5 吋塑膠材質之栽盆，每一栽盆含栽培介質約 20 g。本試驗之供試肥料有兩種，一為市售雞糞堆肥，成份標示為有機質 40%，全氮 3%，磷酐 3%，氧化鉀 3%。另一種為市售化學肥料，成份標示為全氮 16%，磷酐 8%，氧化鉀 16%，氧化鎂 16%。

本試驗共有四種處理，施用雞糞堆肥 (OF)，施用化學肥料 (CF)，混施有機肥及化肥 (OC)，另設不施任何肥料之處理 (CK)；每種處理三重複。OF、CF 及 OC 各處理進行基肥與追肥二次施肥。各次施肥量為：OF，以有機肥 10 g 與栽培介質混合作為基肥，追肥時則將有機肥散施於介質表面，共計施 20 g。CF，秤取 1 g 化學肥料溶於 500 mL 去離子水，每次施用 200 mL 養液，共施 400 mL。OC，每次施肥使用有機肥 5 g，前述之化學肥料養液 100 mL；OC 共計施有機肥 10 g，化學肥料養液 200 mL。各處理於種子栽種後 16 天進行追肥，45 天後採收。

### 標本處理

將栽培介質、有機與無機肥料、採收之植體放入烘箱以 60°C、48 小時乾燥。乾燥後之固態樣品以瑪瑙研鉢磨碎成粉末狀，分裝至暗色玻璃標本瓶中供後續質譜儀分析。

### 同位素組成測定

秤取乾燥樣品約 1 mg，以錫囊 (tin capsule) 包裹置入元素分析儀 (element analyzer) 中。元素分析儀中裝設有氧化管柱及還原管柱，氧化管柱內填充有氧化鉻 (chromium oxide) 及銀鈷氧化物 (silvered cobaltous oxide)；還原管柱則填滿銅粒 (copper)。當錫囊掉入氧化管柱時，因錫囊瞬間燃燒放熱，產生 1800°C 以上的高溫，使樣品完全反應成 NO<sub>x</sub> 與 CO<sub>2</sub>。NO<sub>x</sub> 經過還原管柱還原成 N<sub>2</sub> 後，再由 GC 管柱分離 N<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 氣體。

經過元素分析儀所產生的 N<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 通入氣壓計 (gas controller)，以調節進入質譜儀之樣品及標準品的氣體濃度。質譜儀測定後，樣品之氮、碳同位素組成分別以 δ<sup>15</sup>N 及 δ<sup>13</sup>C 表之，代表樣品氣體相對於標準品之同位素比值，單位以 ‰ (千分比) 表之。對於測定 δ<sup>15</sup>N 而言，國際標準品為大氣之 N<sub>2</sub>；對於測定 δ<sup>13</sup>C 而言，國際標準品為 PDB (Peng *et al.* 2006)。δ<sup>15</sup>N 及 δ<sup>13</sup>C 之定義如下：

$$\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = \frac{\left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}}\right)_{\text{Sample}} - \left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}}\right)_{\text{Air}}}{\left(\frac{^{15}\text{N}}{^{14}\text{N}}\right)_{\text{Air}}} \times 1000 \quad (1)$$

$$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = \frac{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{Sample}} - \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{PDB}}}{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}}\right)_{\text{PDB}}} \times 1000 \quad (2)$$

本研究使用中央研究院環境變遷中心之氣相比值質譜儀 (isotope ratio mass spectrometer) 進行 δ<sup>15</sup>N 及 δ<sup>13</sup>C 分析，使用之元素分析儀型號為 Carlo-Erba EA 2100，氣相比值質譜儀型號為 Thermo Finnigan Delta<sup>plus</sup> Advantage。對於氮同

位素組成分析而言，該中心之實驗室以 USGS 40 (δ<sup>15</sup>N = -4.52‰) 及 Acetanilide (Merck) (δ<sup>15</sup>N = -1.52‰) 作為校正基準的參考標本 (Working standard)，標本重複分析之精確度優於 0.15‰。對於碳同位素組成分析而言，則使用 USGS 40 (δ<sup>13</sup>C = -26.24‰) 作為校正基準的參考標本，標本重複分析之精確度優於 0.20‰。

## 結 果

### δ<sup>15</sup>N 值測定結果

青江菜種子之 δ<sup>15</sup>N 值為 2.4‰，栽培土之值為 3.5‰；使用之有機肥的 δ<sup>15</sup>N 值為 17.6‰，而化肥之值為 -0.3 ‰ (表 1)。由表 1 不同處理之試驗結果可知，如只施用具較小 δ<sup>15</sup>N 值之化

表 1. 栽培材料及不同處理青江菜之 δ<sup>15</sup>N 和 δ<sup>13</sup>C 分析值

Table 1. The δ<sup>15</sup>N and δ<sup>13</sup>C values of planting materials and those of *B. chinensis* L. with different treatments

Material/Treatment	δ <sup>15</sup> N (‰)	δ <sup>13</sup> C (‰)
Materials		
Seed	2.35	-28.76
Planting medium	3.49	-27.33
Organic fertilizer	17.64	-24.51
Chemical fertilizer	-0.30	-36.11
Treatments		
CK	9.56	-32.59
	5.46	-32.93
	4.62	-32.62
Average (CK)	6.55	-32.71
OF	19.06	-30.53
	18.92	-31.44
	21.19	-31.76
Average (OF)	19.72	-31.24
CF	0.99	-30.60
	-0.11	-33.00
	1.55	-31.53
Average (CF)	0.81	-31.71
OC	7.12	-32.51
	15.71	-32.28
	15.54	-32.29
Average (OC)	12.78	-32.29

肥 (CF), 則所栽種青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  平均值 (0.8‰) 會與所施用化肥之值一樣顯得較小。反之, 如只施用具較大 $\delta^{15}\text{N}$  值之有機肥 (OF), 則所栽種青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值 (19.7‰) 會與所施用有機肥之值一樣顯得較大。如果混用有機肥與化肥 (OC), 則青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值為 12.8‰, 此值介於 CF 與 OF 二者結果之間; 如果不施用肥料 (CK), 則青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值 (6.6‰) 略大於種子及栽培介質之值。

### $\delta^{13}\text{C}$ 值測定結果

在 $\delta^{13}\text{C}$  值測定方面, 雖然栽培材料間之值似有差異, 也就是有機肥之 $\delta^{13}\text{C}$  值較化肥之值顯得較大; 然而, 不同處理之結果並沒有如 $\delta^{15}\text{N}$  值般會有明顯之差異。例如, 不僅四種處理結果之 $\delta^{13}\text{C}$  值介於-32.7 至-31.2‰間 (表 1), 單用有機肥處理 (OF) 與單用化肥處理 (CF) 結果之 $\delta^{13}\text{C}$  值幾近相同。同時, 此 $\delta^{13}\text{C}$  值為 C3 植物之特徵值 (Deines 1980); 因此, 作物生長之碳來源主要經由光合作用, 吸收大氣之 $\text{CO}_2$ 。

顯然地, 由上述之試驗結果可知, 作物之 $\delta^{15}\text{N}$  值與施用之肥料種類有明顯關聯, 但 $\delta^{13}\text{C}$  值則否。歸納本試驗之 $\delta^{15}\text{N}$  值測定有下述之現象: 如果只施用有機肥, 則所栽種青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值不僅會顯得如原施用有機肥般較大的現象, 且會大於原施用有機肥之值; 如果只施用化肥, 則所栽種青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值會與化肥之值相近。由於化肥與有機肥二者之 $\delta^{15}\text{N}$  值有明顯差異; 所以, 以有機肥栽種青江菜之 $\delta^{15}\text{N}$  值必然與以化肥栽種之值會有明顯且可分辨的差異。

## 討 論

青江菜為非豆科植物, 因此其生長氮素之來源主要來自栽培介質或肥料所釋出之 $\text{NO}_3^-$  或 $\text{NH}_4^+$ 。除部份作物外,  $\text{NO}_3^-$  為主要的吸收型態, 惟 $\text{NO}_3^-$  被作物吸收後, 仍需先轉換為 $\text{NH}_4^+$ , 再變成胺基酸進入作物細胞, 也就是氮同化作用 (Brady & Weil 2000)。此氮同化作用

過程涉及微生物所造成之同位素分化作用且會造成植體富集 $^{15}\text{N}$ , 使得植體之 $\delta^{15}\text{N}$  值大於所吸收 $\text{NO}_3^-$  或 $\text{NH}_4^+$ 之 $\delta^{15}\text{N}$  值 (Yoneyama 1996)。

此外, 在土壤環境中發生有機質礦化或硝化作用時, 顯著之氮同位素分化作用主要發生在較後期之硝化作用階段, 而前期礦化作用之氮同位素分化作用影響, 可忽略不計 (Kendall 1998); 因此, 礦化作用產生之 $\text{NH}_4^+$ 之 $\delta^{15}\text{N}$  值會與其前身之有機質之 $\delta^{15}\text{N}$  值相似。然而, 土壤環境中的 $\text{NH}_4^+$ 在石灰質或高 pH 土壤容易發生 $\text{NH}_3$  揮發作用; 因揮發的 $\text{NH}_3$  具較小之 $\delta^{15}\text{N}$  值, 導致剩餘之 $\text{NH}_4^+$ 表現出較原土壤為大的 $\delta^{15}\text{N}$  值現象。所以, 作物吸收此較大 $\delta^{15}\text{N}$  特徵值之 $\text{NH}_4^+$ 後表現在植體上 (Turner *et al.* 1983; Natelhoffer & Fry 1988)。

因此, 歸納上述各作用之結果, 作物之 $\delta^{15}\text{N}$  值會傾向大於其栽培介質或肥料之 $\delta^{15}\text{N}$  值。因本試驗栽培土之 pH 約為 6.6, 故 $\text{NH}_3$  揮發作用在本研究中應不明顯。

若定義青江菜與種子之 $\delta^{15}\text{N}$  差值為:

$$\Delta_{\text{Plant-Seed}} = \delta^{15}\text{N}_{\text{Plant}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Seed}} \quad (3)$$

且定義青江菜與土壤氮素營養源 (栽培土或肥料) 之 $\delta^{15}\text{N}$  差值為:

$$\Delta_{\text{Plant-Nutrient}} = \delta^{15}\text{N}_{\text{Plant}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Nutrient}} \quad (4)$$

表 2 列出四種處理的 $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  與 $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  值。

由表 2 顯示, 除單施用化肥處理之 CF 外, 其餘處理之 $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  與 $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  值均為正值, 顯示植體明顯富集 $^{15}\text{N}$ 。也就是說, CK、

表 2. 各處理之 $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  和 $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  值

Table 2. The values of  $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  and  $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  in respective treatments

Treatments	$\Delta_{\text{Plant-Seed}}^z$ (‰)	$\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}^y$ (‰)
CK	4.2	3.1
OF	17.4	2.1
CF	-1.5	1.1
OC	10.4	1.7

$$^z \Delta_{\text{Plant-Seed}} = \delta^{15}\text{N}_{\text{Plant}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Seed}}$$

$$^y \Delta_{\text{Plant-Nutrient}} = \delta^{15}\text{N}_{\text{Plant}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{Nutrient}}$$

OF、OC 三種處理之青江菜生長均有利用到有機質礦化作用所產生及氮同化作用所形成之  $\text{NH}_4^+$ 。相對地，化肥為速效性化合物，在土壤環境中氮易溶解為離子態而為作物迅速吸收；因此植物吸收氮所發生之同位素分化作用不若 CK、OF、OC 三種處理般明顯，所以在 CF 中，其  $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  值為 1.1‰，此值較其它處理之值為小 (表 2)，同時化肥之低  $\delta^{15}\text{N}$  特徵值 (約為 0‰) 直接反應在植體上。也由於 CF 植體的  $\delta^{15}\text{N}$  值反映了化肥的特徵值，造成其小於原種子之  $\delta^{15}\text{N}$  值，故 CF 之  $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  值小於 0‰。

至於 OC 混用有機肥、化肥的情況，其  $\Delta_{\text{Plant-Seed}}$  值介於 OF 與 CF 之間 (表 2)。假設 OC 中，有機肥與化肥對植體的貢獻度相同，施用肥料的  $\delta^{15}\text{N}$  值以有機肥與化肥之  $\delta^{15}\text{N}$  值的平均值代表，則  $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}}$  值為 1.7‰ (表 2)；此值也介於 OF 與 CF 之 2.1‰ 與 1.1‰ 間 (表 2)。OC 的三重複試驗之  $\delta^{15}\text{N}$  值，雖都介於 OF 與 CF 之間，但有二類形態分佈，一為 15‰ 左右，另一為 7‰ 左右 (表 1)。造成此現象之原因可能是如果氮素有二種以上來源，作物生長吸取氮素時，可能會受環境條件影響，造成作物對化肥、有機質之氮出現選擇性吸收程度不一的情況。當然，此現象亦可能是其他因素造成，如施肥不均勻、作物生長變異等。

因此，對於是否能以氮同位素分析做為鑑別有機蔬菜之認證技術之一而言，以本試驗之結果顯示初步是可行的：如果在產地上能同時分析植體及所施用之有機肥之  $\delta^{15}\text{N}$  值，且植體之  $\delta^{15}\text{N}$  值大於有機肥之  $\delta^{15}\text{N}$  值 ( $\Delta_{\text{Plant-Nutrient}} > 0‰$ ) 的條件下，初步可認為此蔬菜是有機蔬菜。相反地，如果全程施用化肥，則蔬菜植體之  $\delta^{15}\text{N}$  值會在 0‰ 左右。然而，要使本同位素方法變成真正可行的驗證技術，則還需有進一步完整的試驗分析與背景數據建立。例如，有眾多型態的有機肥料其  $\delta^{15}\text{N}$  特徵值尚待分析建立。再者，如果有混用有機肥、化肥情況，是

否能鑑別出摻用化肥的比例；因這涉及在不同環境條件、不同栽種行為下有機質的礦化速率及植體的吸收差異，故需要更完整的試驗設計與分析才能獲得相關訊息。

## 誌 謝

作者感謝中央研究院環境變遷中心高樹基博士提供質譜儀分析。

## 引用文獻 (Literature cited)

- Brady, N. C. and R. R. Weil 2000. *Elements of the Nature and Properties of Soils*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 558 pp.
- Deines, P. 1980. The isotopic composition of reduced organic carbon. p.329-406. *in: Handbook of Environmental Isotope Geochemistry vol. 1.* (Fritz, P. and J. Ch. Fontes, eds.) Elsevier, Amsterdam.
- Girard, P. and C. Hillaire-Marcel. 1997. Determining the source of nitrate pollution in the Niger discontinuous aquifers using the natural  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ratios. *J. Hydrol.* 199:239-251.
- Gormly, J. R. and R. F. Spalding. 1979. Sources and concentrations of nitrate-nitrogen in ground water of the Central Platte Region, Nebraska. *Ground Water* 17:291-301.
- Högberg, P. 1997.  $^{15}\text{N}$  natural abundance in soil-plant system. *New Phytol.* 137:179-203.
- Hübner, H. 1986. Isotope effects of nitrogen in the soil and biosphere. p.361-425. *in: Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, vol. 2.* (Fritz, P. and J. Ch. Fontes, eds.) Elsevier, Amsterdam.
- Kendall, C. 1998. Tracing nitrogen sources and cycling in catchments. p.517-576. *in: Isotope Tracers in Catchment Hydrology* (Kendall, C. and J. J. McDonnell, eds.) Elsevier, Amsterdam.
- Kreitler, C. W. 1979. Nitrogen-isotope ratio studies of soils and groundwater nitrate from alluvial fan aquifers in Texas. *J. Hydrol.* 42:147-170.
- Kreitler, C. W. and D. C. Jones. 1975. Natural soil nitrate: the cause of the nitrate contamination of ground water in Runnels country, Texas. *Ground Water* 13:1-9.
- Lin, J. Y. 1999. The general situation of sustainable agriculture in Taiwan. p.1-35. *in: Sustainable Agricultural Plants and Reasonable Fertilizing Techniques* (Chen, W. S. and J. Y. Lin, eds.)

- Chinese Sustainable Agriculture Association and TARI, Taichung. (in Chinese)
- Mariotti, A., D. Pierre, J. C. Vedy, S. Bruckert, and J. Guillemot. 1980. The abundance of natural nitrogen-15 in the organic matter of soils along an altitudinal gradient (Chablais, Haute Savoie, France). *Catena* 7:293–300.
- Natelhofer, K. J. and B. Fry. 1988. Controls on natural nitrogen-15 and carbon-13 abundance in forest soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 1633–1640.
- Peng, T. R., T. S. Liu, and H. J. Lin. 2006. Application of stable isotopes in agriculture and environmental studies. *J. Taiwan Agric. Res.* 55:79–90. (in Chinese with English abstract)
- Peng, T. R., W. J. Zhan, Y. W. Lin, and C. L. Liu. 2004. Evaluation of the origin and transformation of nitrate in river water of Nantou area using the nitrogen isotopes in  $\text{NO}_3^-$ . *Soil Environ.* 7:167–182. (in Chinese with English abstract)
- Turner, G. L., F. J. Bergersen, and H. Tantala. 1983. Natural enrichment of  $^{15}\text{N}$  during decomposition of plant material in soil. *Soil Biol. Biochem.* 15:495–497.
- Yoneyama, T. 1996. Characterization of natural  $^{15}\text{N}$  abundance of soils. p.205–223. *in: Mass Spectrometry of Soils* (Boutton, T. W. and S. I. Yamasaki, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York.

# Certification of Organic Vegetable by Analyzing the Nitrogen Isotope Composition of Plant: a Preliminary Evaluation <sup>1</sup>

Tsang-Sen Liu<sup>2</sup>, Tsung-Ren Peng<sup>3,4</sup>, Sheng-Hong Wu<sup>3</sup>, Chia-Hua Fan<sup>3</sup>,  
and Yu-Wen Lin<sup>2</sup>

## Abstract

Liu, T. S., T. R. Peng, S. H. Wu, C. H. Fan, and Y. W. Lin. 2009. Certification of organic vegetable by analyzing the nitrogen isotope composition of plant: a preliminary evaluation. *J. Taiwan Agric. Res.* 58:169–175.

This study was to evaluate whether the isotopic technique can be used as one of the certified methods that discern organic vegetables by analyzing the nitrogen isotope composition ( $\delta^{15}\text{N}$ ) of Pak-choi (*Brassica chinensis* L.) and the fertilizer applied. Four fertilization treatments including control (CK), organic fertilizer (OF), chemical fertilizer (CF), and combined use of organic and chemical fertilizers (OC) were performed. The isotopic results indicate the  $\delta^{15}\text{N}$  value of vegetable has strong relationship with the kinds of fertilizer applied. For example, the vegetable fertilized with organic fertilizer exhibited the high  $\delta^{15}\text{N}$  value of about 19‰ (OF), which is similar to about 17‰ of organic fertilizer. By contrast, the vegetable fertilized with chemical fertilizer presented the  $\delta^{15}\text{N}$  value of about 0‰ (CF), which is as low as that of chemical fertilizer. In addition, the integrated result induced from the four treatments infers that this isotopic approach is applicable to discern the organic vegetable on the conditions that the nitrogen isotope compositions of vegetable and the applied organic fertilizer are simultaneously analyzed in the plantation and the  $\delta^{15}\text{N}$  value of vegetable is greater than that of the applied organic fertilizer. Some further supplementary experiments, however, must be performed to let the isotopic approach be a highly authentic technique.

**Key words:** Nitrogen isotope, Certification of organic vegetable, Organic and Chemical fertilizers.

- 
1. Contribution No.2362 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: July 31, 2009.
  2. Respectively, Associate Researcher and Assistant Researcher, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Respectively, Associate Professor, Graduate Student, and Research Assistant, Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
  4. Corresponding author, e-mail: trpeng@dragon.nchu.edu.tw; Fax: (04)22859950.