不同栽培環境及生育日數對當歸產量與有效成分含量之影響[1]

張同吳[2]

摘 要

本試驗之目的爲探討不同栽培環境及不同生育日數對當歸產量與有效成分阿魏酸與藁本內酯含量之影響。當歸在花蓮縣 5 個不同地區之調查結果顯示：單株平均重量、單株平均根重、阿魏酸（Ferulic acid）含量及藁本內酯（Z-ligustilide）含量均以玉里地區最高；不同生育期對當歸之農藝性狀比較試驗，試驗結果顯示當歸在株高、全株重、根重及根徑等農藝性狀之表現以生育日數 205 天較佳；當歸之有效成分阿魏酸之含量亦以生育日數 205 天較高；當歸之有效成分藁本內酯則以生育日數 160 天較高；當歸的抗氧化能力以生育日數 235 天最高。生育日數 205 天時爲當歸開始抽花之時期，此時期在根部外觀、產量及有效成分含量均較佳，因此，以開花之初期來作爲根部收穫適期，可作爲農民田間栽培收穫之參考。

（關鍵詞：當歸、產量、品質、有效成分）

1. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究報告第 226 號。
2. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場作物改良課副研究員。

前　言

當歸（*Angelica* spp.） 爲繖形科多年生草本植物，《神農本草經》中將之列爲中品藥，爲一使用很廣泛的傳統中藥材，利用部位爲根部，有活血補血、調經止痛及潤腸通便等功效。近年來在藥理之研究及臨床上主要應用於貧血、高血壓、慢性氣管炎、氣喘及心血管疾病（Lin *et al*., 1998）；促進血液循環、調節免疫系統（Zhao *et al*., 2003）。在中國的藥典中記載有超過 80 種以上的方劑以當歸爲主要原料（Lu *et al*., 2005），在日本有 56 種以上複方使用當歸作爲主要原料（Zhao *et al*., 2003），在歐洲及美洲等國家亦以當歸的根部作爲婦女保健用的產品及化妝品之利用（Zhang *et al*., 1989）。

當歸屬的植物在全世界約有 80 種（Lu *et al*., 2009），常用的當歸種類有 *A. sinensis*、*A. acutiloba* 及 *A. gigas* 等，*A. sinensis* 主要栽培於中國，*A. acutiloba* 主要分布於東亞及日本，*A. gigas* 則分布於韓國地區（Zhao *et al*., 2003）。臺灣在 1950 年代引進 *A. acutiloba* 當歸於臺灣東部地區推廣栽培。當歸目前被分析證實之化合物種類達 70 種以上，主要成分爲揮發油、butylidenephthalide、醣類、氨基酸及 bergaptene 等（顏，1985）。其中最主要的生理活性成分爲阿魏酸（ferulic acid）、Z-ligustilide 及 phthalides 等成分（Lin *et al*., 1998）。當歸的生理活性成分含量及種類在不同物種間也有差異存在（Zhao *et al*., 2003；Lu *et al*., 2005，Cho *et al*., 2007）。當歸的重要成分阿魏酸（ferulic acid）屬於酚類化合物，具有抑制血小板凝集、增進心血管血液流量、抗氧化、抗菌、抗發炎、抗癌及抗血栓等功能（Lu *et al*., 2005）；另一成分藁本內酯爲酯類化合物，具有抑制血小板凝集、鬆弛子宮、預防婦科疾病、治療月經失調及高血壓等功能（Lu *et al*., 2004）。

不同栽培環境對作物的二次代謝產物酚類化合物含量有顯著之差異（Yu *et al*., 2003）。Tiannian *et al*.（2008）以當歸在日本不同栽培地區種植，不同栽培環境下，當歸的產量與品質有顯著的差異。張（2010）探討黃芩在不同栽培環境下其產量與有效成分含量有顯著性之差異。當歸的品質在以往以當歸根部物理特性（外觀、氣味及食味）作爲品質優劣判斷的標準，但外觀、氣味及食味等物理特性易受作物品種的不同與環境所影響，而環境爲影響品質的最重要因子之一。以外觀、氣味及食味等物理特性無法客觀提供作爲品質判斷的標準，影響當歸市場與產業之發展（Tiannian *et al*., 2008）；爲使當歸之品質標準化與產業化，宜利用當歸的二個活性生理成分阿魏酸（ferulic acid）與藁本內酯（Z-ligustilide）含量作爲品質評估的標準（Tiannian *et al*., 2010）。因此，本研究之目的爲探討當歸在不同栽培環境下對當歸產量與有效成分阿魏酸與藁本內酯含量之影響，及當歸在不同生育日數下當歸的產量與有效成分阿魏酸與藁本內酯含量進行探討，以瞭解當歸的生育與功能品質間的關係，作爲當歸在栽培利用與品質評估之參考依據。

材料與方法

一、 不同栽培環境對當歸產量及品質之影響

（一）供試作物：當歸。

（二）試驗設計：行長 20 公尺，行株距 1.0×0.5 公尺，6 行區。

（三）試驗地點：花蓮縣吉安鄉本場、花蓮縣壽豐鄉、花蓮縣瑞穗鄉、花蓮縣玉里鎮、花蓮縣卓溪鄉等地區。

（四）調查項目：每一試區取樣調查 20 株，調查植株之株高、全株重、根部鮮重、根長、根徑等農藝性狀，有效成分阿魏酸含量、藁本內酯含量之分析。

二、 不同生育期對當歸產量及品質之影響

（一）供試作物：當歸。
（二）試驗處理：行長 40 公尺，行株距 1.0x0.5 公尺，種植 10 行，順序排列。種植後六個月每 15 天進行不同生育期之取樣調查。
（三）試驗地點：花蓮縣吉安鄉本場。
（四）調查項目：每次取樣調查 10 株，調查植株之株高、全株重、根部鮮重、根長、根徑等農藝性狀，抗氧化能力（DPPH）、阿魏酸及藁本內酯等成分含量分析。

三、 抗氧化能力分析

（一）樣品處理：

供試樣品當歸根部以 40℃熱風乾燥的方式烘乾，再以粉碎機磨成粉末備用。精確稱量粉末狀樣品 1.0 公克，加入 10 ml methanol，以 37℃水浴浸泡方式過夜，並不時混勻，以此溶液爲試驗樣品溶液。

（二）抗氧化能力測定：

抗氧化能力分析參考 Shimada *et al.*（1992）之 DPPH 測定方法。在試管中加入 150 μl 的樣品溶液，再加 methanol 3850 μl，混勻後加入 1 mM 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) methanol 溶液 1 ml，再次混勻，在 37℃水浴中反應 30 分鐘。反應完成後以分光光度比色計測定其 517 nm 之吸光值，分光光度比色計廠牌爲 GBC；型號爲 Cintra 202 。同法以 4 ml methanol 加 1 mM DPPH methanol 溶液 1 ml 測定 30 分鐘後的吸光值，作爲空白值。

四、 當歸之指標性成分分析

（一）樣品處理：

供試樣品當歸根部以 40℃熱風乾燥的方式烘乾，再以粉碎機磨成粉末備用。

（二）樣品溶液製備：

精確定量樣品粉末 1.0 公克，加 methanol 10 毫升，以 37℃萃取 24 小時，再以 0.2 μm 濾膜過濾備用。

（三）樣品分析：

當歸之有效成分阿魏酸與藁本內酯分析儀器爲高效液相層析儀（High Performance Liquid Chromatography；簡稱 HPLC），HPLC 型號爲 Waters 2695，光電二極體偵測器（Photodiode Array Detector） 型號爲：Waters 2998。分析管柱採 HypURITY C18 (250×4.6 mm)，吸光值偵測設爲 284 nm，樣品注射量爲 20 μl。分析方式採用梯度模式，沖提溶液分爲：A：Acetonitrile；B：1% Acetic acid 水溶液；C：Methanol，起始時間 A 5%，B 95%；10 分鐘時 A 35%，B 65%；30 分鐘時 A 70%，B 30%；40 分鐘時 A 95%，B 5%，分別對不同溶液梯度濃度轉換；41 分鐘時 C 100%維持至 50 分鐘，流洗管柱中殘餘的化合物；51 分鐘時換回起始條件 A 5%，B 95%。

結 果

一、 不同栽培環境對當歸產量及品質之影響：

（一）不同栽培環境對當歸產量之影響

當歸在花蓮縣 5 個不同鄉鎮地區試驗之農藝性狀調查結果顯示：當歸單株平均重量以玉里地

區的 739 公克最高，其次依序爲卓溪地區的 580 公克、壽豐地區的 557 公克、吉安地區的 550 公克、瑞穗地區的 536 公克最低。單株平均株高以吉安地區的 76 公分最高，其次依序爲玉里地區的 71 公分、瑞穗地區的 64 公分、卓溪地區的 64 公分、壽豐地區的 60 公分爲最低。單株平均根重以玉里地區的 165 公克最高，卓溪地區的 158 公克次之，吉安地區的 97 公克最低。平均根長以卓溪地區之 35 公分最長，吉安地區的 20 公分最短。根徑以玉里地區的 43 厘米最大、卓溪地區的 40 厘米次之、吉安地區的 33 厘米最小（表一）。

表一、不同栽培環境對當歸農藝性狀之比較

Table 1. The comparison on the agronomic traits for different cultivated areas in *A. acutiloba*.

Cultivated area	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Plant root weight (g FW)	Plant root length (cm)	Plant root width (mm)
Ji-an	550±99	76±4	97±9	20±2	33±3
So-feng	557±90	60±5	157±12	26±2	34±4
Zue-shue	536±102	64±7	154±14	25±2	35±4
Yu-li	739±112	71±8	165±10	22±4	43±3
Tzo-shi	580±95	63±6	158±9	35±4	40±3

（二）不同栽培環境對當歸有效成分含量之影響：

當歸在花蓮縣五個不同地區進行取樣調查，利用 HPLC 分析有效成分含量，試驗結果顯示：Ferulic acid 含量以玉里地區的 196.0 (μg/g)最高，瑞穗地區的 152.8 (μg/g)次之，壽豐地區的 74.8 (μg/g)最低。Z-ligustilide 以玉里地區的 3.1 (mg/g)最高，吉安地區的 2.6(mg/g)次之，以壽豐地區的 0.8 (mg/g)最低（表二）。試驗結果顯示當歸的 Ferulic acid 及 Z-ligustilide2 種有效成分含量均以玉里地區的含量較高，在不同環境間的有效成分含量有差異。

表二、不同栽培環境對當歸有效成分之比較

Table 2. The comparison on the active ingredients content for different cultivated areas in *A. acutiloba*.

cultivated area	Ferulic acid (μg/g DW)	Z-ligustilide (mg/g DW)
Ji-an	83.0±6.8	2.6±0.3
So-feng	74.8±9.2	0.8±0.1
Zue-shue	152.8±6.4	2.3±0.2
Yu-li	196.0±7.8	3.1±0.1
Tzo-shi	115.6±7.2	2.3±0.2

二、 不同生育期對當歸產量及品質之影響

（一）不同生育期對當歸產量之影響

爲瞭解不同生育期當歸之農藝性狀表現，在當歸種植後 160 天每 15 天進行取樣調查，調查當歸之農藝性狀及其有效成分含量之變化情形，以作爲當歸收穫之參考。試驗結果顯示：當歸的株高隨著生育日數之增加而增高，至生育日數 205 天時的 77 公分最高，205 天之後至 250 天之間的株高變化不大；全株重、根重及根徑隨著生育日數之增加而增加，至生育日數 205 天最高，205 天之後遞減；根長則無明顯的變化（表三）。

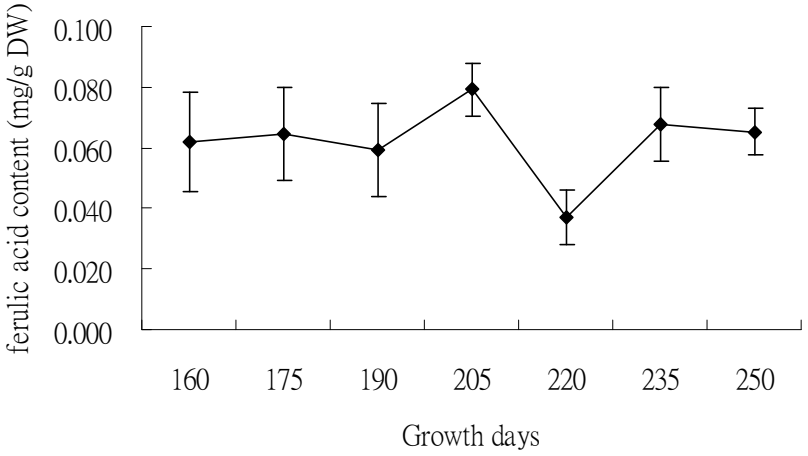
表三、當歸於不同生育時期之農藝性狀比較

Table 3. The comparison on the agronomic traits at different growth days.

Growth days	Plant height (cm)	Plant weight (g)	Plant root length (cm)	Plant root weight (g FW)	Plant root width (mm)
160	43±3	245±30	23±2	50±7	17±3
175	55±3	385±58	25±2	62±7	20±3
190	69±3	375±101	24±3	52±15	21±3
205	77±7	623±106	24±3	77±11	23±2
220	73±4	517±55	24±2	64±9	16±2
235	69±4	363±28	26±2	69±9	16±3
250	74±4	232±35	26±3	64±15	16±2

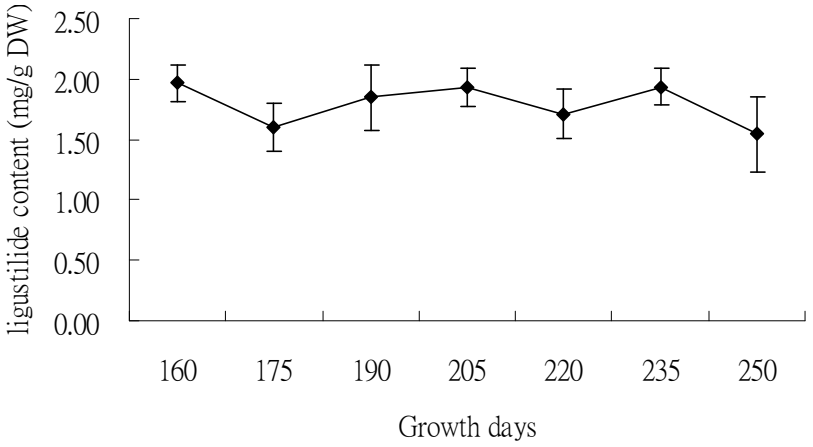
（二）不同生育期對當歸品質之影響

作物不同生育時期其產量與有效成分含量均會有所差異，爲瞭解當歸在不同生育階段之含量變化情形及最適收穫時期，以當歸的生理活性成分阿魏酸及藁本內酯的含量來評估，並作爲當歸收穫之依據。不同生育日數對當歸之有效成分影響試驗結果顯示：當歸根部阿魏酸含量隨生育日數的增加而增加，以生育日數 205 天之 0.079 (mg/g)含量較高，生育日數 205 天之後含量有降低之趨勢（圖一）；當歸根部之有效成分藁本內酯則以生育日數 160 天的 1.94 (mg/g)較高，生育日數 205 天時含量爲 1.93 (mg/g)，生育日數 250 天的含量 1.54 (mg/g)最低，在不同生育期有變動之情形（圖二）。當歸的抗氧化能力以生育日數 235 天的 83.8%最佳，生育日數 205 天的 80.5%次之、生育日數 250 天的 43.6%最低（圖三）。此結果顯示當歸的有效成分含量，隨著生育日數的不同其有效成分含量變化亦有變化。當歸之根重隨生育日數增加至 205 天時達到最高，此時爲當歸花苞開始形成之時，之後隨著花朵盛開、結種子至種子成熟逐漸遞減，因此，試驗結果顯示在當歸在生育日數約 205 天的開花初期爲較佳之收穫適期。



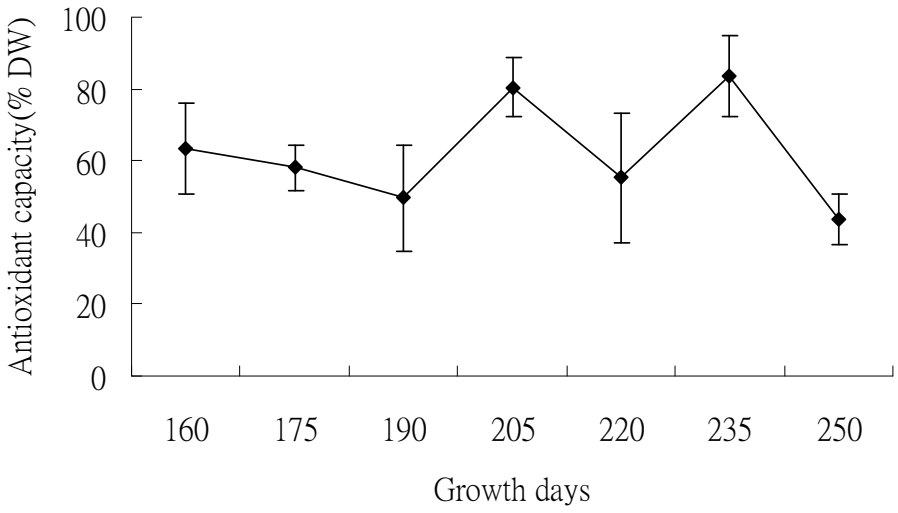
圖一、不同生育期對當歸阿魏酸含量之變化情形

Fig. 1. The change in the ferulic acid content of *A. acutiloba* at different growth days.



圖二、不同生育期對當歸藁本內酯含量之變化情形

Fig. 2. The change in the liguitilide content of *A. acutiloba* at different growth days.



圖三、不同生育期對當歸抗氧化能力之變化情形

Fig. 3. The changein the antioxidant capacity of *A. acutiloba* at different growth days.

討 論

作物的生長受作物之基因型、環境及二者交互作用之影響，選育優良之品種及適地適作的栽培環境，有助於作物產量與品質之提昇。近年來作物之研究除了產量之外，作物之營養成份及有效成份之研究日益受到重視。不同栽培環境對作物的二次代謝產物酚類化合物含量有顯著之差異（Yu *et al.*, 2003）。張（2010）探討黃芩在不同栽培環境下其產量與有效成分黃芩素、黃芩苷及漢黃芩素含量有顯著性之差異。Zhao *et al.*（2003）對不同栽培地區種植當歸進行有效成分含量之比較，分析其根部之阿魏酸（ferulic acid）、藁苯內酯（Z-ligustilide）等成分含量，發現在不同栽培地區有顯著性差異。Tiannian *et al.*（2008）以 *A. acutiloba* 當歸在日本不同栽培地區種植進行試驗，試驗結果顯示以 Nara 地區種植的當歸產量與品質最佳，Niigata 地區產量與品質較差，其研究指出 Nara 地區的氣候較溫暖，溫度較 Niigata 地區高，推測此溫度的差異造成不同當歸產量與品質有顯著的差異。本研究花蓮地區種植的當歸在玉里地區的產量與品質較高，推測與玉里地區的溫度有關，但相關環境因子之影響則必須再進行深入之探討。

本研究中當歸之株高隨生育日數之增加而增加，至生育日數 205 天時達到最高，205 日之後到 245 日之間無顯著之變化。當歸之根重隨生育日數增加至 205 天時達到最高，此時為當歸花苞開始形成之時，之後隨著花朵盛開、結種子至種子成熟其根重逐漸遞減；根部的質地也隨著花苞開始之時的柔軟細緻，隨著花朵盛開、結種子至種子成熟逐漸木質化至萎縮，影響根部的產量、外觀與品質。因此，試驗結果顯示在當歸在生育日數約 205 天的開花初期，根部具有較高之產量與品質，為當歸最適收穫期。

當歸的品質在以往以當歸根部外觀、氣味及食味等作為品質優劣判斷的標準，但外觀、氣味及食味等物理特性易受品種的不同與環境之影響，而環境為影響品質的最重要因子之一（Tiannian *et al.*, 2008）。Tiannian *et al.*（2010）認為以外觀、氣味及食味等物理特性無法客觀提供作為品質判斷的標準；為使當歸之品質標準化與產業化，可利用當歸的二個活性生理成分阿魏酸（ferulic acid）與藁本內酯（Z-ligustilide）含量作為品質評估的標準（Tiannian *et al.*, 2010）。本研究之不同生育日數對當歸有效成分影響的試驗結果顯示，當歸根部阿魏酸含量隨著生育日數之增加而增加，至 205 天之含量最高，生育日數 205 天之後有下降之趨勢；當歸根部之有效成分藁本內酯則以生育日數 160 天較高，生育日數 160 天之後有下降變動之趨勢，生育日數至 250 天之含量最低，生育日數 160 天與生育日數 205 天時之藁本內酯含量差異不大。綜合試驗分析之結果，以生育日數 205 天為當歸根部收穫適期。

作物在代謝過程之二次代謝產物如酚類化合物，具抗氧化作用，可清除人體自由基，調節免疫力，抑制癌細胞生長，預防自由基造成之相關疾病等（Yu *et al.*, 2002b）。如小麥除提供作為食物的營養來源之外，近年來的研究顯示，其穀粒所含之生理化學物質如酚類化合物可以減輕自由基引起之傷害、預防慢性疾病（chronic disease）、降低心血管疾病（coronary heart disease）及中風（stroke）等功能 （Yu *et al.*, 2002a）。當歸的有效成分阿魏酸為酚類化合物，具有抑制血小板凝集、增進心血管血液流量、抗氧化、抗菌、抗發炎、抗癌及抗血栓等功能（Lu *et al.*, 2005）。Wang and Lin（2000）分析漿果類作物在不同生育階段之抗氧化能力，結果顯示在不同生育期其代謝產物含量亦不同（Wang and Lin, 2000）。本研究顯示花蓮地區種植之當歸具有很高的抗氧化能力，在不同生育期之間其抗氧化能力有差異，應與不同生育期之代謝產物含量之變化有關。

結　論

試驗綜合分析之結果，當歸在花蓮縣 5 個不同地區之調查結果顯示，當歸適合於花蓮地區栽培，尤其以玉里地區在單株平均重量、單株平均根重、阿魏酸含量及藁本內酯含量均最高，爲適合當歸種植之地區。不同生育期對當歸之農藝性狀調查結果顯示當歸在株高、全株重、根重及根徑等農藝性狀之表現以生育日數 205 天較佳；有效成分阿魏酸之含量亦以生育日數 205 天較高；當歸之有效成分藁本內酯含量則以生育日數 160 天較高，但與生育日數 205 天之藁本內酯含量無差異。生育日數 205 天時爲當歸開始抽花之時期，此時期在根部外觀、產量及有效成分含量均較佳，因此，以開花之初期來作爲根部收穫適期，可作爲農民田間栽培收穫之參考。

參考文獻

1.張同吳 2010 不同栽培環境及種植期對黃芩產量與品質之影響 行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究彙報 28：1-7。

2.顏焜熒 1985 原色生藥學 南天書局 台北。

3.Cho S., A. M. A. El-Aty, J. Choi, M. R. Kim and J. H. Shim. 2007. Optimized conditions for the extraction of secondary volatile metabolites in *Angelica* roots by accelerated solvent extraction. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 44:1154-1158.

4.Lin L., X. He, L. Lian, W. King and J. Elliott. 1998. Liquid chromatographic–electrospray mass spectrometric study of the phthalides of *Angelica sinensis* and chemical changes of Z-ligustilide. Journal of Chromatography A 810:71-79.

5.Lu G., K. Chan, Y. Liang, K. Leung, C. Chan, Z. Jiang and Z. Zhao. 2004. Development of high-performance liquid chromatographic fingerprints for distinguishing Chinese Angelica from related umbelliferae herbs. Journal of Chromatography A 1073:383-392.

6.Lu G., K. Chan, K. Leung, C. Chan, Z. Zhao and Z. Jiang. 2005. Assay of free ferulic acid and total ferulic acid for quality assessment of *Angelica sinensis*. Journal of Chromatography A 1068:209-219.

7.Lu J., J. Duan, Y. Tang, N. Yang and L. Zhang. 2009. Phthalide mono- and dimers from the radix of *Angelica sinensis*. Biochemical Systematics and Ecology 37:405-411.

8.Shimada, K., K. Fujikawa, K. Yahara and T. Nakamura. 1992. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. J. Agric. Food Chem. 40(6): 945-948.

9.Tianniam S., L. Tarachiwin, T. Bamba, A. Kobayashi and E. Fukusaki. 2008. Metabolic profiling of *Angelica acutiloba* roots utilizing gas chromatography-time-of-flight-mass spectrometry for quality assessment based on cultivation area and cultivar via multivariate pattern recognition. Journal of Bioscience and Bioengineering 105:655-659.

10.Tianniam S., T. Bamba and E. Fukusaki. 2010. Pyrolysis GC-MS-based metabolite fingerprinting for quality evaluation of commercial *Angelica acutiloba* roots. Journal of Bioscience and Bioengineering 109:89-93.

11.Wang, S. Y. and H. S. Lin. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J. Agric. Food Chem.48(2):140-146.

12.Yu, L., J. Perret, M. Harris, J. Wilson and S. Haley. 2003. Antioxidant properties of bran extracts from "Akron" wheat grown at different locations. J. Agric. Food Chem. 51: 1566-1570.

13.Yu, L., S. Haley, J. Perret and M. Harris. 2002a. Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. Food Chemistry 78: 457-461.

14.Yu, L., S. Haley, J. Perret, M. Harris, J. Wilson and M. Qian. 2002b. Free radical scavenging properties of wheat extracts. J. Agric. Food Chem. 50: 1619-1624.

15.Zhang, S. Y. and K. C. Cheng. 1989. *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels. in vitro culture, regeneration, and the production of medicinal compounds. Biotechnol. Agri. For. 7:1-22.

16.Zhao, K. J., T. T. Dong, P. T. Tu, Z. H. Song, C. K. Lo and W. K. Tsim. 2003. Molecular genetic and chemical assessment or Radix *Angelica* (Danggui) in China. J. Agric. Food Chem. 51(9):2576-2583.