การเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ที่ปลูกในฤดูกาลต่าง ๆ

Comparison of chemical quality of ten temperate herbs from different growing season

พุทธิพงศ์ เรืองรุ่งรัตนกุล[1] ดนัย บุณยเกียรติ[1,3*] และ อุษาวดี ชนสุต[2,3]

Puttipong Ruengrungrattanakul[1], Danai Boonyakiat[1,3*] and Usawadee Chanasut[2,3]

Abstract

The analysis of antioxidant activity of 10 temperate herbal crude extracts using 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity assay (DPPH assay) and total phenolic content using Folin-Ciocalteu colorimetric assay were conducted within 3 growing seasons. The results showed that crude extract of rosemary had the highest antioxidant activity and total phenolic content in all seasons. The highest antioxidant activity and total phenolic content was in summer which was 9.43±0.34 and 25.96±0.76 mgGAE/gFW, respectively, then declined in the rainy season which found only 6.64±0.13 and 15.59±0.70 mgGAE/gFW, respectively. The lowest was in winter which was 5.69±0.12 and 17.15±0.93 mgGAE/gFW, respectively. Italian parsley exhibited the highest content of vitamin C in all seasons compared to those of the other herbs. The highest vitamin C content was found in winter that was 108.23±6.67 mg/100gFW, declined in the rainy season which was 93.83±1.24 mg/100gFW and the lowest occured in summer that was 50.60±3.61 mg/100gFW. In case of total chlorophyll content found that most herbs had high chlorophyll in winter. Nonetheless, antioxidant activities from crude extracts of 10 temperate herbs in summer were found highly related to phenolic compounds (correlation coefficient (r^2) = 0.8421) whereas the relations were moderate in the rainy and winter seasons.

Keywords: Chemical quality, antioxidant activity, phenolic compound

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

[3] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Postharvest Technology Research Institute / Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

รับเรื่อง : ธันวาคม 2555

* Corresponding author: danai.b@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity assay (DPPH) และปริมาณสารประกอบฟีนอลด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay จากสารสกัดหยาบของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ในช่วง 3 ฤดู พบว่า ในฤดูร้อน สารสกัดหยาบจากโรสแมรี่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดในทุกฤดูปลูก โดยมีค่าสูงที่สุดในฤดูร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.43±0.34 และ 25.96±0.76 mgGAE/gFW ตามลำดับ ในฤดูฝนพบว่ามีปริมาณลดลงเหลือ 6.64±0.13 และ 15.59±0.70 mgGAE/gFW ตามลำดับ และมีค่าต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 5.69±0.12 และ 17.15±0.93 mgGAE/gFW ตามลำดับ อิตาเลี่ยนพาร์สเลย์เป็นสมุนไพรที่มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในทุกฤดูปลูก โดยมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในฤดูหนาว และมีปริมาณลดลงในฤดูฝน และมีปริมาณต่ำที่สุดในฤดูร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 108.23±6.67, 93.83±1.24 และ 50.60±3.61 mg/100gFW ตามลำดับ ในส่วนของคลอโรฟิลล์รวม พบว่า สมุนไพรส่วนใหญ่มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงในฤดูหนาว นอกจากนี้ ในฤดูร้อน กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดหยาบจากสมุนไพร 10 ชนิด (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) = 0.8421) แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวของฤดูฝนและฤดูหนาวมีค่าปานกลาง

คำนำ

ปัจจุบันมีการนำพืชสมุนไพรเขตหนาว ไปใช้ประโยชน์หลายวิธี เช่น นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางและน้ำหอม ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มและเครื่องปรุงในอาหาร นอกจากนั้นสมุนไพรยังมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและสามารถต้านจุลินทรีย์ได้ (Peter, 2004) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคในปัจจุบันมาก สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารประกอบที่สามารถชะลอ หรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันหรือโมเลกุลอื่นๆ โดยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Velioglu *et al*., 1998) สารประกอบฟีนอลเป็นสารประกอบหลักที่ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการให้และรับอิเล็กตรอนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการดูดซับหรือลดปริมาณของอนุมูลอิสระ (Osawa, 1994) สารสกัดโรสแมรี่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและกิจกรรมในการต้านจุลชีพบางชนิด (MacNeil and Dimic, 1973) โดยในโรสแมรี่ประกอบด้วยคาร์โนซอล โรสมานอล กรดเออร์โซลิก กรดคาร์โนซิค และกรดโรสแมรินิค ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในการต้านอนุมูลอิสระ (Inatani *et al.,* 1982; Wu *et al.,* 1982; Brieskorn *et al.,* 1964; Wellwood and Cole, 2004; Peñuelas and Munné-Bosch, 2005) Frankel *et al*. (1997) พบว่า คาร์โนซอล กรดคาร์โนซิค และกรดโรสแมรินิค ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ ช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดแดงอุดตันหรือแข็งตัว เสจ (sage) มินท์ (mint) และทายม์ (thyme) ช่วยป้องกันการเกิด carcinogenic heterocyclic amine ระหว่างการปรุงอาหารประเภทเนื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมะเร็ง (Samejima *et al*., 1995) วิตามินซีมีคุณสมบัติที่สำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถจับกับอนุมูลอิสระ เช่น superoxide radical, singlet oxygen, hydrogen oxide และ hydroxyl radical (Kaur and Kapoor, 2001; Naidu, 2003) นอกจากนี้ วิตามินซีมีความสามารถในการชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอนุมูลอิสระที่ละลายน้ำได้ เช่น peroxyl radical, nitronium radical, thiyl radical, sulfenyl radical, singlet oxygen และ hypochlorous acid ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์เป็น semi-dehydroascorbate และ dehydroascorbate ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีความไวต่อปฏิกิริยาน้อยมาก (Halliwell *et al*., 1995)

สมุนไพรแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกัน ซึ่งมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน (Reddy and Reddy, 1997; Ghimire *et al*., 2006; Kumar *et al*.,

2007; Ahmad *et al*., 2008) จากการศึกษาในโหระพา (*Ocimum basilicum*) สะระแหน่ (*Mentha pulegium*) และเสนียด (*Adhatoda vasica*) พบว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อสารชีวเคมีและองค์ประกอบซึ่งมีคุณสมบัติทางยา (Pandita *et al*., 1983; Stengele and Stahl-Biskup, 1993; Hussain *et al*., 2008) ซึ่งในปัจจุบันยังขาดข้อมูลด้านคุณภาพทางเคมีของสมุนไพรเขตหนาวที่ปลูกบนที่สูงในทางตอนเหนือของประเทศไทยที่ปลูกในแต่ละฤดูกาล คุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสำคัญในสมุนไพรเขตหนาว นอกจากช่วยปกป้องเซลล์พืชจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน และทำให้เซลล์สามารถคงความสมบูรณ์อยู่ได้แล้ว (Siriphanich, 2007) คุณสมบัติในด้านนี้ ยังได้รับความสนใจจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นจุดขายให้กับสมุนไพรได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลเหล่านี้ของสมุนไพรเขตหนาวที่ปลูกในประเทศไทย ยังพบว่ามีน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาคุณภาพทางเคมีของสมุนไพรเขตหนาวจึงเป็นสิ่งสำคัญ และสามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ได้แก่ ทายม์ (thyme) มาจอแรม (majoram) ทาร์รา-กอน (tarragon) เสจ (sage) เลมอนบาล์ม (lemon balm) สวีทเบซิล (sweet basil) ตังกุยเกาหลี (angelica) โรสแมรี่ (rosemary) มินท์ (mint) และอิตาเลี่ยนพาร์สเลย์ (Italian parsley) เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน ในฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน และฤดูหนาวเก็บเกี่ยวระหว่างเดือนธันวาคม-มกราคม โดยทายม์ มาจอแรม และโรสแมรี่ ใช้ส่วนของกิ่งและใบ ทาร์รากอน เสจ เลมอนบาล์ม สวีทเบซิล และมินท์ ใช้ส่วนของใบ ตังกุยเกาหลีใช้ส่วนของราก ลำต้น และใบ มาวิเคราะห์ โดยนำตัวอย่างบดละเอียด 2 กรัม แล้วสกัดด้วยเมทานอล 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำสารสกัดหยาบที่ได้มาวิเคราะห์หากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity assay: DPPH assay ดัดแปลงมาจากวิธีของ Manthey (2004) และปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay ดัดแปลงมาจากวิธีของ Sellappan *et al.* (2002) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี นำตัวอย่างปริมาณ 10 กรัม มาวิเคราะห์โดยวิธี 2,6-dichlorophenol-indophenol assay (Ranganna, 1986) วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้ตัวอย่างสมุนไพร 1 กรัม สกัดด้วยอะซีโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระกับองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ โดยใช้ Correlation analysis

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมีกรรมวิธีทั้งหมด 10 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; Mean±S.D. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

ผลและวิจารณ์

คุณภาพทางเคมีของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด

กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบของโรสแมรี่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในทุกฤดูปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับสมุนไพรชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบสมุนไพรใน 3 ฤดู ของสมุนไพรแต่ละชนิด พบว่า ในฤดูร้อนสารสกัดหยาบของโรสแมรี่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระลดลงในฤดูฝนและต่ำที่สุดในฤดูหนาว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.43±0.34, 6.64±0.13 และ 5.69±0.12 mgGAE/gFW ตามลำดับ ฤดูกาลมีผลต่อกิจกรรมของสาร

ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่า ในฤดูร้อน มินท์และอิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในฤดูฝน มาจอแรมและเลมอนบาล์มมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในฤดูหนาว ทาย์มและทาร์รากอนมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ส่วนสมุนไพรที่มีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดต่อเนื่องถึง 2 ฤดู คือ สวีทเบซิลมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงในฤดูร้อนและฤดูฝน และตังกุยเกาหลีมีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงในฤดูฝนและฤดูหนาว ในเสจ พบว่า มีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงในฤดูร้อน จากนั้นมีค่าลดลงในฤดูฝนและเพิ่มขึ้นในฤดูหนาว (ภาพ 1)

จากผลการทดลองพบว่า สอดคล้องกับรายงานของ Wojdylo *et al.* (2007) ที่รายงานว่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของโรสแมรี่เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH เทียบกับโทรล็อก มีค่าสูงกว่าทาย์ม เสจ พาร์สเลย์ และเลมอนบาล์ม โรสแมรี่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เนื่องจากมีสารโรสมานอล ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยในโรสแมรี่ เป็นสารประกอบหลักที่ทำให้กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูง (Shan *et al*., 2005; Wang, 2003) และจากการทดลองของ Celiktas *et al.* (2007) ยังพบว่าสารสกัดของโรสแมรี่ ที่เก็บเกี่ยวจากเขตที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนและเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อน มีกรดคาร์โนซิคสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสภาพภูมิอากาศและฤดูกาลปลูกอื่นๆ ซึ่งกรดคาร์โนซิคเป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ จึงทำให้กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด (Frankel *et al*., 1997)

ปริมาณสารประกอบฟีนอล

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอล ของสารสกัดหยาบสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด พบว่า สารสกัดหยาบของโรสแมรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุดในทุกฤดูปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับสมุนไพรชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดหยาบสมุนไพรใน 3 ฤดู ของสมุนไพรแต่ละชนิด พบว่า ในฤดูร้อนสารสกัดหยาบของโรสแมรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด และมีปริมาณลดลงในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.96±0.76, 15.59±0.70 และ 17.15±0.93 mgGAE/gFW ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละฤดูมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลของสมุนไพร แต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่าในฤดูร้อน อิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด ฤดูฝน เลมอนบาล์มมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด ในฤดูหนาว ทาย์ม ตังกุยเกาหลี และมินท์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด ส่วนสมุนไพรที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงสุดต่อเนื่องถึง 2 ฤดู คือ สวีทเบซิลมีค่าสูงในฤดูร้อนและฤดูฝน ส่วนเสจมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงในร้อน จากนั้นมีค่าลดลงในฤดูฝนและมีปริมาณสูงขึ้นอีกครั้งในฤดูหนาว ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้ง 3 ฤดู ของมาจอแรมและทาร์รากอน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ภาพ 2)

โรสแมรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงสุดในฤดูร้อน อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ มีผลต่อการสะสมสารประกอบฟีนอลในพืช (Almela *et al*., 2006) พืชสามารถสะสมสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้สภาพความเครียด เช่น ความแห้งแล้ง ความร้อน แสงอุลตร้าไวโอเลต มลพิษทางอากาศ และการเข้าทำลายของเชื้อโรค (Paliyath and Fletcher, 1995; Paliyath *et al*., 1997) โดยความเครียดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะกระตุ้นให้พืชสร้างสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้น (Nozolillo *et al*., 1990; Christie *et al*., 1994; Dixon and Paiva, 1995) โดยจากรายงานของ Celiktas *et al*. (2007) พบว่าโรสแมรี่ที่เก็บเกี่ยวจากเขตที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนในช่วงฤดูร้อน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเขตและฤดูกาลปลูกอื่นๆ ส่วนมินท์มีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุดในฤดูหนาว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmad *et al.* (2011) ที่รายงานว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลของมินท์มีค่ามากที่สุดในฤดูหนาว ซึ่งอาจเกิดจากความเครียดจากอุณหภูมิต่ำหรือความแก่ของพืช (Buchnan *et al*., 2000) สารประกอบฟีนอลที่สำคัญในโรสแมรี่ ได้แก่ carnosol, carnosic acid, rosmanol, epirosmanol methyl-epirosmanol และ rosmarinic acid โดยในฤดูร้อนมีการสะสมกรดคาร์โนซิคสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสภาพภูมิอากาศและฤดูกาลปลูกอื่นๆ ส่งผลให้กิจกรรม

ของสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งสารประกอบฟีนอลกลุ่มนี้สามารถทำหน้าที่เป็น metal chelator และยับยั้งการเกิดหรือดักจับอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ (Ayranci *et al*., 2008; Celiktas *et al*., 2007; Moreno *et al*., 2006)

ปริมาณวิตามินซี

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีของสมุนไพร 10 ชนิด พบว่า อิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดในทุกฤดูปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับสมุนไพรชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีใน 3 ฤดู ของสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด พบว่า อิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุดในฤดูร้อน และมีปริมาณวิตามินซีสูงในฤดูฝนและฤดูหนาว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 50.6±3.62 93.83±1.24 และ 108.23±6.67 mg/100 gFW ตามลำดับ ส่วนสมุนไพรที่มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดต่อเนื่องถึง 2 ฤดู คือ ตังกุยเกาหลีมีปริมาณวิตามินซีสูงในฤดูฝนและฤดูหนาว ส่วนปริมาณวิตามินซีทั้ง 3 ฤดู ของทาย์ม มาจอแรม ทาร์รากอน เสจ เลมอนบาล์ม สวีทเบซิล โรสแมรี่ และมินท์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ภาพ 3)

จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีของสมุนไพรเขตหนาวใน 3 ฤดู พบว่า อิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด ปริมาณที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Tainter and Grenis (2001) ที่พบว่า พาร์สเลย์ซึ่งจัดอยู่ในสปีชีส์เดียวกันกับอิตาเลี่ยนพาร์สเลย์ มีปริมาณวิตามินซี 122.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด นอกจากนี้พาร์สเลย์เป็นสมุนไพรที่มีปริมาณวิตามินอี แคลเซียม เหล็ก และโฟเลทสูง (Athar *et al*., 1999)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินซี ในฤดูร้อนพืชสมุนไพรมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าฤดูอื่นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจาก วิตามินซีถูกออกซิไดซ์และเสื่อมสลายได้ง่าย หากเก็บเกี่ยวหรือเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสม การเก็บรักษาไว้นานขึ้น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง เก็บรักษาไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ พืชได้รับความเสียหายทางกล และการเกิดอาการสะท้านหนาวทำให้มีการสูญเสียของวิตามินซีเพิ่มขึ้น (Parviainen and Nyyssonen, 1992)

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม

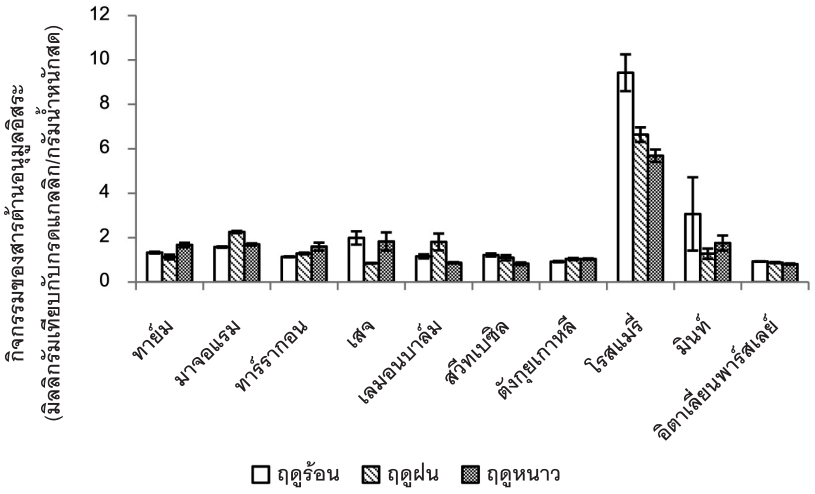
ฤดู มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของพืชสมุนไพรแต่ละชนิดแตกต่างกัน สมุนไพรที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงต่อเนื่อง 2 ฤดู โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ได้แก่ ทาย์ม ในฤดูฝนและฤดูหนาว ได้แก่ เลมอนบาล์มและสวีทเบซิล ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของมาจอแรม ทาร์รากอน และโรสแมรี่ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงในฤดูร้อน จากนั้นมีปริมาณลดลงในฤดูฝนและมีปริมาณสูงขึ้นอีกครั้งในฤดูหนาว ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์รวมทั้ง 3 ฤดู ของเสจ ตังกุยเกาหลี มินท์ และอิตาเลี่ยนพาร์สเลย์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพ 4) ซึ่งฤดูที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสมุนไพร

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ อาจเกิดจากสาเหตุได้หลายประการ เช่น จากรายงานของ Chowdhury and Johri (2003) พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบพลูในฤดูหนาวมีปริมาณสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากในฤดูหนาวมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสต่ำกว่าในฤดูร้อน และใบพลูต่างพันธุ์มีปริมาณของคลอโรฟิลล์และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลล์เลสต่างกัน นอกจากนี้แสงยังมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของพืช เนื่องจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาออซิเดชันโดยแสง ดังนั้นการได้รับความเข้มแสงที่มากเกินไปทำให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Kramer and Kozlowski, 1979; Alvarenga *et al*., 2003)

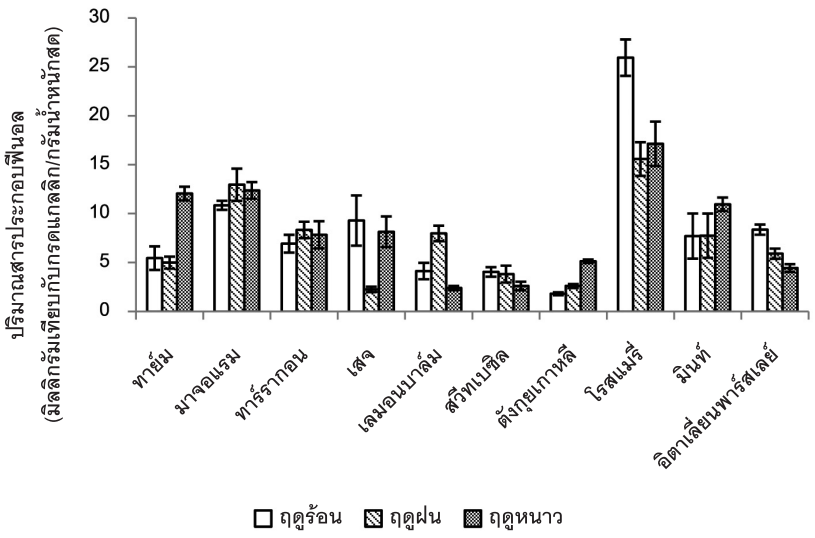
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระกับองค์ประกอบทางเคมี

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระกับสารประกอบฟีนอล พบว่า ในฤดูร้อน กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดหยาบสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.8421 (ภาพ 5) แต่ในฤดูฝนและฤดูหนาว พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6398 และ 0.6405 ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล) เนื่องจากสารประกอบฟีนอล

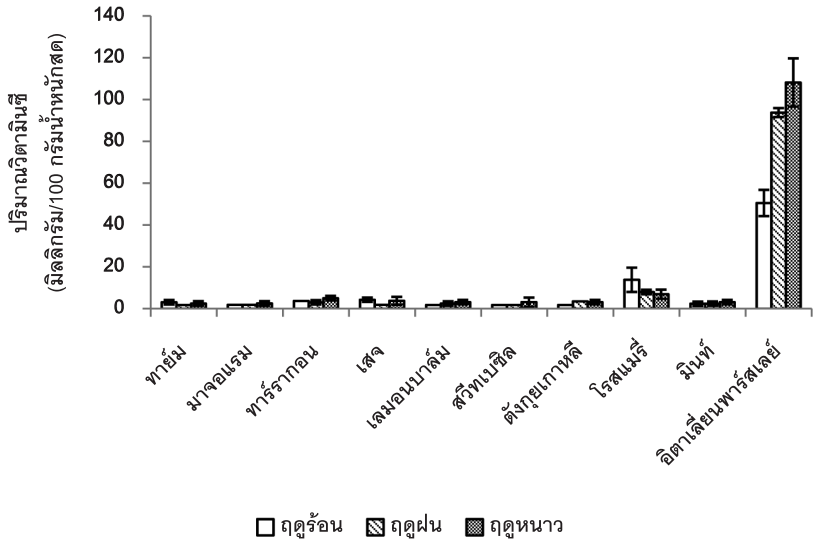
เป็นสารประกอบหลักที่ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ มีคุณสมบัติในการให้ และรับอิเล็กตรอนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการดูดซับหรือลดปริมาณของอนุมูลอิสระ (Osawa, 1994) นอกจากนี้สภาพภูมิอากาศ สภาพการปลูก และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด (Almela *et al*., 2006) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ กับปริมาณวิตามินซี พบว่า ในฤดูร้อน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.002 ในฤดูฝนพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.017 และในฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 0.040 (ไม่แสดงข้อมูล) แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณวิตามินซี การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.003 0.085 และ 0.093 ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล) แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม



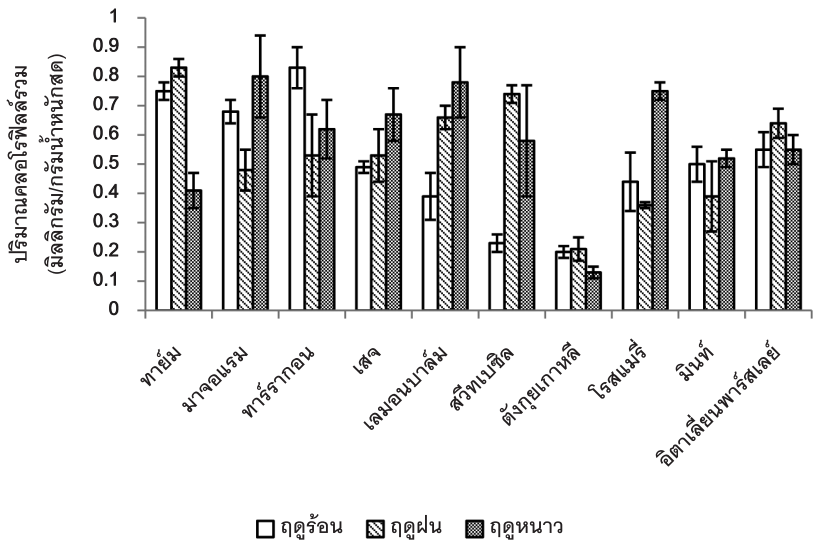
ภาพ 1 กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ใน 3 ฤดูปลูก



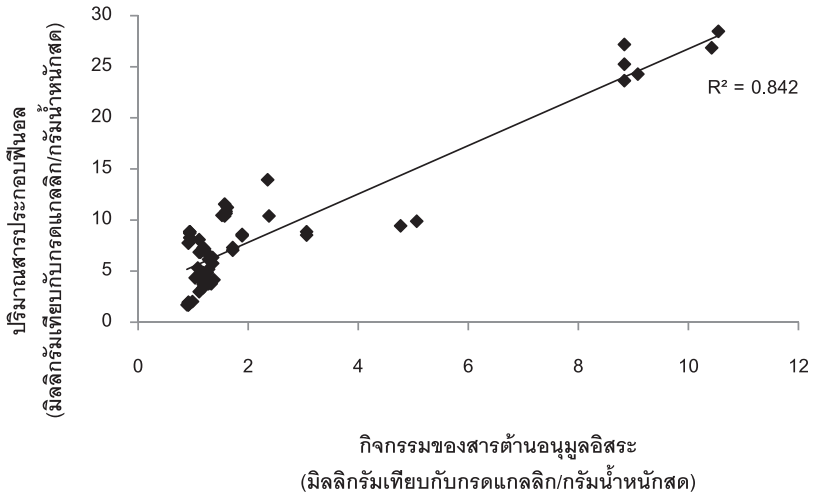
ภาพ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ใน 3 ฤดูปลูก



ภาพ 3 ปริมาณวิตามินซีของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ใน 3 ฤดูปลูก



ภาพ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด ใน 3 ฤดูปลูก



ภาพ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลในฤดูร้อนของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด

สรุป

การวิเคราะห์กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลจากสารสกัดหยาบของสมุนไพรเขตหนาว 10 ชนิด พบว่า โรสแมรี่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด ในทุกฤดู และเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดู พบว่า โรสแมรี่มีค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุดในฤดูร้อน ซึ่งความเครียดจากอุณหภูมิที่สูงกระตุ้นให้พืชมีการสร้างหรือสะสมสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลอิตาเลี่ยนพาร์สเลย์มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในทุกฤดู และมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในฤดูหนาว เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณวิตามินซีได้ นอกจากนี้พบว่า ในฤดูร้อนกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณสารประกอบฟีนอล

เอกสารอ้างอิง

Ahmad, I., M. Hussain, M.S.A. Ahmad, M.Y. Ashraf, R. Ahmad and A. Ali. 2008. Spatio-temporal variations in physiochemical attributes of *Adianthum capillus-veneris* from Soone Valley of salt range (Pakistan). Pakistan Journal of Botany. 40: 1987-1398.

Ahmad, I., M.S.A. Ahmad, M. Ashraf, M. Hussain and M.Y. Ashraf. 2011. Seasonal variation in some medicinal and biochemical ingredients in *Mentha longifolia* (L.) huds. Pakistan Journal of Botany. 43: 69-77.

Almela, L., B. Sánchez-Muñoz, J..A. Fernández-López, M.J. Roca and V. Rabe. 2006. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. Journal of Chromatography A. 1120: 221-229.

Alvarenga, A.A., E.M. Castro, E. Lima and M.M. Magalhãs. 2003. Effect of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in Southeastern Brazil. Revista Árvore. 27(1): 53-57.

Athar, N., T.W. Spriggs and P. Liu. 1999. The Concise New Zealand Food Composition Tables 4th edition. NZ Institute of Crop and Food Research, Palmerston North, New Zealand. 178 pp.

Ayranci, E., N. Erkan and G. Ayranci. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry. 110: 76-82.

Brieskorn, C.H., A. Fuchs, J.B. Bredenberg, J.D. McChesney and E. Wenkert. 1964. The structure of carnosol. Journal of Organic Chemistry. 29: 2293-2298.

Buchnan, B.B., W. Gruissem and R. Jones. 2000. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Maryland. 1367 pp.

Celiktas, O.Y., E. Bedir and F.V. Sukan. 2007. In vitro antioxidant activities of Rosmarinus officinalis extracts treated with supercritical carbon dioxide. Food Chemistry. 101: 1474-1481.

Chowdhury, M.R. and J.K. Johri. 2003. "Seasonal variation in chlorophyll content and chlorophyllase activity in Bangla and Mitha varieties of Beltelvine (*Piper betle* L.) grown in different soil treatments." [Online]. Available http://www.ego-web.com/edi/030228.html

Christie, P.J., M.R. Alfenito and V. Walbot. 1994. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. Planta. 194: 541-549.

Dixon, R.A. and N.L. Paiva. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. Plant Cell. 7: 1085-1097.

Frankel, E.N., D.A. Pearson, R. Aeschbach and J.B. German. 1997. Inhibition of endothelial cell-mediated oxidation of low-density lipoprotein by rosemary and plant phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45: 578-582.

Ghimire, S.K., D. McKey and Y. Aumeeruddy-Thomas. 2006. Himalayan medicinal plant diversity in an ecologically complex high altitude anthropogenic landscape Dolpo Nepal. Environmental Conservation. 33(2): 128-140.

Halliwell, B., M.A. Mercia, S. Chiroco and O.I. Aruoma. 1995. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: What they do and how they work. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 35: 7-20.

Hussain, A.I., F. Anwar, S.T.H. Sherazia and R. Przybylski. 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. Food Chemistry. 108(3): 986-995.

Inatani, R., N. Nakatani, H. Fuwa. and H. Seto. 1982. Structure of a new antioxidative phenolic diterpene isolated from rosemary (*Rosemarinus offinalis* L.). Agricultural Biology and Chemistry. 46: 1661-1666.

Kaur, C.H. and H.C. Kapoor. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. International Journal of Food Science and Technology. 36: 703–725.

Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. Physiology of Wood Plants. Academic Press. New York. 811 pp.

Kumar, A., M.K. Kaul, M.K. Bhan, P.K. Khanna and K.A. Suri. 2007. Morphological and chemical variation in 25 collections of the Indian medicinal plant, *Withania somnifera* (L.) Dunal (Solanaceae). Genetic Resources and Crop Evolution. 54(3): 655-660.

MacNeil, J.H. and P.S. Dimic. 1973. Use of chemical compounds and rosemary spice extract in

quality maintenance of deboned poultry meat. Journal of Food Science. 38: 1080-1081.

Manthey, J.A. 2004. Fractionation of orange peel phenols in ultrafiltered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52: 7586-7592.

Moreno, S., T. Scheyer, C. Romano and A. Vojnov. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. Free Radical Research. 40: 223-231.

Naidu, K.A. 2003. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. Journal of Nutrition. 2: 7–16.

Nozolillo, C., P. Isabelle and G. Das. 1990. Seasonal changes in phenolics constituents of jack pine seedling (*Pinus banksiana*) in relation to the purpling phenomenon. Canadian Jornal of Botany. 68: 2010-2017.

Osawa, T. 1994.Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems. In Postharvest Biochemistry of plant Food-Materials in the Tropics: Uritani, I., V.V. Garcia, E.M. Mendoza, Eds.: Japan Scientific Societies Press: Tokyo, Japan. 241-251.

Paliyath, G. and R.A. Fletcher. 1995. Paclobutrazoltreatment alters peroxidase and catalase activities in heat-stressed maize coleoptiles. Physiology and Molecular Biology of Plant. 1: 171-178.

Paliyath, G., R.G. Pinhero, M.V. Rao, D.P. Murr and R.A. Fletcher. 1997. Changes in activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance in maize seedling. Plant Physiol. 114: 695-704.

Pandita, K., M.S. Bhatia, R.K. Thappa, S.G. Agarwal, K.L. Dhar and C.K. Atal. 1983. Seasonal variation of the alkaloids of Adhatoda vasica and the detection of glycosides and N-oxides of vasicinone. Planta Medica. 48:81-82.

Parviainen, M.T. and K. Nyyssonen. 1992. Ascorbic acid. Modern Chromatographic Analysis of Vitamins. Marcel Dekker. New York. USA. 600 pp.

Peñuelas, J. and S. Munné-Bosch. 2005. Isoprenoids: an evolutionary pool for photoprotection. Trends in Plant Science. 10(4): 166-169.

Peter, K.V., 2004. Handbook of Herbs and Spices. CRC Press LLC, New York. USA. 360 pp.

Ranganna, S. 1986. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products 2nd edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 1112 pp.

Reddy, P.R.K. and S.J. Reddy. 1997. Elemental concentrations in medicinally important leafy materials. Chemosphere. 34(9-10): 2193-2212.

Samejima, K., K. Kanazawa, H. Ashida and G. Danno. 1995. Luteolin: A strong antimutagen against dietary carcinogen Trp-P-2, in peppermint , sage and thyme. Journal of Agricultural Food Chemistry. 43: 410-414.

Sellappan, S., C.C. Akoh and G.Krewer. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50: 2432-2438.

Shan, B., Y.Z., Cai, M. Sun and H. Corke. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. Journal of the Agricultural and Food Chemistry. 53: 7749-7759.

Siriphanich, J. 2007. Postharvest biology and plant senescence. Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand. 453 pp. (in Thai)

Stengele, M. and E. Stahl-Biskup. 1993. Seasonal variation of the essential oil of European pennyroyal (*Mentha pulegium* L.). Acta Horticulturae. 344: 41-51.

Tainter, D.R. and A.T. Grenis. 2001. Spices and Seasonings: A Food Technology Handbook. John Wiley and Sons, Inc. Canada. 249 pp.

Velioglu, Y.S., G. Mazza, L. Gao and B.D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal of Agricultural Food Chemistry. 46: 4113-4117.

Wang, S.Y. 2003. Antioxidant capacity of berry crops, culinary herbs and medicinal herbs. Acta Horticulturae. 620: 461-473.

Wellwood, C.R.L. and R.A. Cole. 2004. Relevance of carnosic acid concentrations to the selection of rosemary, *Rosmarinus officinalis* (L.), accessions for optimization of antioxidant yield. Journal of Agricultural Food Chemistry. 52(20): 6101-6107.

Wojdylo, A., Oszmiañski, J. and R. Czemerys. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chemistry. 105: 940-949.

Wu, J.W., M.-H. Lee, C.-T. Jo and S.S. Chang. 1982. Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. Journal of American Oil Chemists' Society. 59: 339-345.