เมลาโทนินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในผักจากท้องถิ่น

Melatonin content and antioxidant activity in local vegetables

วริยา โฮชิน[1] และ อนุชิตา มุ่งงาม[1*]

Wariya Hochin[1] and Anuchita Moongngarm[1*]

บทคัดย่อ: เมลาโทนิน (Melatonin) เป็นฮอร์โมนที่พบได้ทั้งในพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ มีบทบาทต่างๆ มากมาย เช่น ควบคุมกลไกการหลับตื่นของสัตว์และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากเมลาโทนินเป็นสารที่ถูกค้นพบใหม่ทำให้ข้อมูลปริมาณเมลาโทนินในแหล่งวัตถุดิบต่างๆ ยังมีน้อยโดยเฉพาะในผักสดที่มีจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเมลาโทนินโดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC-RP) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity (DPPH assay) วิธี ABTS free radical scavenging activity assay (ABTS assay) และวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP assay) ในพืชผักที่วางขายในตลาดสดจำนวน 15 ชนิด พบว่าพืชผักที่นำมาศึกษามีเมลาโทนินอยู่ในช่วง 18.22-213.58 ng/g น้ำหนักแห้ง (DW) โดยหัวผักกาดขาว มีปริมาณ เมลาโทนินสูงสุดเท่ากับ 213.58 ng/g DW รองลงมาได้แก่หัวหอม หอมแดง และตะไคร้ ส่วนการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่ากระเทียมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดทั้งการวิเคราะห์โดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP คือ 187.74, 173.12 , 136.39 µg trolox equivalent/g DW ตามลำดับ ข้อมูลปริมาณเมลาโทนินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในพืชผักนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลทางเลือกใหม่ในการคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาเป็นอาหารสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ: เมลาโทนิน, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ผัก, วัฏจักรประจำวันของร่างกาย

ABSTRACT: Melatonin is a naturally occurring hormone found in plants, animals, and microorganism. It plays an important role in several aspects such as to maintain body's circadian rhythm in animals and has antioxidant property. However, as melatonin is the new discovery substance**,** especially in some local vegetables of Thailand, therefore, more information regarding the melatonin content and related information are needed. This study was carried out to determine the melatonin content and antioxidant activity of 15 species of vegetables sold in Isan local market of Thailand. The melatonin content was determined using HPLC-RP and the antioxidant activity was evaluated by DPPH radical scavenging capacity, ABTS free radical scavenging activity assay, and Ferric reducing antioxidant power (FRAP). The results revealed that melatonin content in selected vegetables were ranged from 18.22 to 213.58 ng/g dry weight (DW). The highest of melatonin content was found in Chinese radish (213.58 ng/g DW) followed by onion and shallots. The strongest antioxidant activity using by the DPPH, ABTS and FRAP method was detected in garlic with the values of 187.74, 173.12 and 136.39 μg trolox equivalent/g DW, respectively, followed by horse reddish and onion. The information obtained can be applied as a new source for health food development.
Keywords: Melatonin, Antioxidant, Vegetables, Biological rhythm

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University.

* Corresponding author: anuchitac@yahoo.co.th

บทนำ

ผักเป็นอาหารที่ผู้บริโภคทั่วไปนิยมรับประทาน เนื่องจากเป็นแหล่งที่ดีของใยอาหารและสารออกฤทธิ์ชีวภาพ นอกจากนี้ยังมีวิตามินและแร่ธาตุสูง โดยปริมาณความต้องการบริโภคผักมีมากขึ้นทุกปี ที่ผ่านมามีการศึกษาจำนวนมากยืนยันว่าผักเป็นแหล่งที่ดีของสารต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ชีวภาพ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของเมลาทินในผักยังมีผลการศึกษาไม่มากนัก เนื่องจากพึ่งมีการค้นพบเมลาโนทินเมื่อ 20 กว่าปีที่ผ่านมา (Hattori et al., 1995) เมลาโทนิน (Melatonin, N-acetyl-5-methoxytryptamine) เป็นสารออกฤทธิ์ชีวภาพและเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทมากมายทั้งในพืชและสัตว์ ในคนและสัตว์นั้นเมลาโทนินเป็นฮอร์โมนในระบบประสาท ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นที่ต่อมไพเนียล (pineal grand) บริเวณสมอง โดยสังเคราะห์จากกรดะมิโนทริปโตแฟน เมลาโทนินในมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกลไกการหลับและตื่นของร่างกาย (Circadian rhythm) สามารถในการช่วยบรรเทาอาการเมาเครื่องบิน (jet lag) (Buscemi et al., 2004) นอกจากนี้เมลาโทนินยังมีบทบาทสำคัญด้านอื่นๆ เช่น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Reiter et al., 2000) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเมลาโทนินในพืชยังเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เนื่องจากพืชมีจำนวนมากมายหลายหลากชนิด โดยเฉพาะพืชผักที่มีในประเทศไทยนั้นข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณเมลาโทนินยังมีน้อย และข้อมูลส่วนใหญ่มาจากต่างประเทศ เช่น ผักปลังมีปริมาณเท่ากับ 0.04 ng/g (Hattori et al., 1995) ดอกแค เท่ากับ 26.3 ng/g (Padumanonda et al., 2014) และมะเขือเทศพบในช่วงระหว่าง 7.5 ถึง 250 ng/g (Riga et al., 2014) โดยปริมาณเมลาโทนินที่รายงานในปัจจุบันพบว่ามีปริมาณค่อนข้างแปรปรวนและแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของพืช ชนิดของเนื้อเยื่อ ส่วนต่างๆ ของพืช (ใบ ดอก ผล) เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเมลาโทนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในพืชผักท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในพืชผักบ้าน ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ประกอบการพัฒนางานผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

วิธีการศึกษา

1. **ตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง** ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างผัก 15 ชนิด โดยเลือกจากผักที่ยังไม่มีคนศึกษาและเป็นผักที่หาซื้อได้ง่ายในตลาดสดภาคตะวันออกฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเลือกเฉพาะส่วนที่รับประทานได้มาทำการศึกษา ได้แก่ ถั่วเขียวงอก (***Phaseolus aureus*** Roxb.) , ถั่วแดงงอก (Phaseolus vulgaris Linn.), ชะพลู (ใบ) (*Piper sarmentosum* Roxb.), สะเดา (ดอกอ่อน) (*Azadirachta indica* Neem.), มะรุม (ฝักอ่อน) (Moringa oleifera Lam.), ผักกาดหอม (ใบ) (*Lactuca sativa* Linn.), กระเทียม (หัว) (Allium sativum Linn.), ขี้เหล็ก (ยอดอ่อน) (*Senna siamea* Lam.), กะหล่ำดอก (*Brassica oleracea* Linn.), ตะไคร้ (หัว) (*Cymbopogon citratus* DC.Stapf.), ผักกาดหางนกยูง (ใบ) (Brassica juncea Linn.), พริกไทย (เมล็ดอ่อน) (Piper nigrum Linn.), หอมแดง (หัว) (*Allium ascalonicum* Linn.) หัวผักกาดขาว (*Raphanus sativus* Linn.) และ หัวหอม (***Allium cepa*** Linn.) ตัวอย่างพืชทั้งหมดซื้อจากตลาดสดในท้องถิ่นเขตจังหวัดมหาสารคาม นำมาแยกเอาเฉพาะส่วนที่ต้องการ แล้วทำความสะอาด ก่อนนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) ก่อนบดให้ละเอียดและสกัดเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

2. **การสกัดตัวอย่าง** ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งและบดละเอียดมา 5 กรัม สกัดด้วยเมทานอล (MeOH, 80%) 50 ml จากนั้นเขย่าด้วย shaking Incubator นาน 16-22 ชั่วโมง แล้วปั่นเหวี่ยง 30 นาที (9000 rpm) สารสกัดที่ได้นำไประเหยด้วยเครื่อง rotary evaporation แล้วละลายกลับด้วย MeOH (80%) 10 ml สารสกัดที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งนำไปวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและอีก

ส่วนนำไปวิเคราะห์ปริมาณเมลาโทนินซึ่งทำโดยกรองตัวอย่างด้วย SPE (Solid Phase Extraction) ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-RP

3. **การวิเคราะห์ปริมาณเมลาโทนิน** ก่อนฉีดสารตัวอย่างทำการกรองสารตัวอย่างด้วยไนลอน 0.45 micron แล้ว นำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC (Fluorescent detector) รุ่น 10A และ 20A Series Shimadzu ความยาวคลื่น Excitation wavelength 290 nm และ Emission wavelength 330 nm คอลัมน์ RP C-18 โมบายเฟสประกอบด้วย Acetonitrile และ Phosphate buffer pH 7.2 อัตราการไหล 1 ml/min (gradient elution) ปริมาณของเมลาโทนินในแต่ละตัวอย่างคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ แล้วคำนวณโดยเทียบกับสารมาตรฐานเมลาโทนินและแสดงในหน่วย ng/g dry weight (DW) โดยดัดแปลงจาก Padumanonda et al. (2014)

4. **การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ** นำสารสกัดที่ได้จาก ข้อ 2 มาวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity (DPPH assay), ABTS free radical scavenging activity assay (ABTS assay) และวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP assay) โดยดัดแปลงจาก Pulido et al. (2000) ทำการวัดปฏิกิริยาด้วยไมโครเพลท (microplate reader) และคำนวณเทียบเท่าสารมาตรฐานได้แก่ โทรล็อกซ์ (Trolox), กรดแกลลิค (gallic acid) และเมลาโทนิน โดยรายงานผลเป็นน้ำหนัก (µg) standard equivalent/g DW

5. **การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ** วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษาตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณเมลาโทนินในผัก จากการวิเคราะห์ปริมาณเมลาโทนินในพืชผักทั้ง 15 ชนิดโดย HPLC-RP โครมาโตแกรมที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 1 (A) และ 1 (B) ซึ่งเป็นของเมลาโทนินมาตรฐาน (A) และเมลาโทนินในหัวผักกาดขาว (B) โดยพีคของเมลาโทนินแสดงในนาทีที่ 13 จากการวิเคราะห์ปริมาณเมลาโทนินพบว่าพืชผักทุกชนิดมีเมลาโทนินในช่วง 18.22 ถึง 213.58 ng/g (รูปที่ 2) ซึ่งผักที่มีปริมาณเมลาโทนินสูงสุด คือ หัวผักกาดโดยมีปริมาณเท่ากับ 213.58 ng/g รองลงมา คือ หัวหอม เท่ากับ 129.59 ng/g และ ตะไคร้ มี 109.11 ng/g ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าที่รายงาน โดย Arnao et al. (2014) ที่รายงานว่าหัวผักกาดมีเมลาโทนินเท่ากับ 0.657 ng/g และหัวหอมเท่ากับ 0.0857 ng/g ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากหลายปัจจัยในการปลูกพืชมีผลต่อปริมาณเมลาโทนิน เช่น สายพันธุ์ (Korkmaz et al., 2014) ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (Stürtz et al., 2011) และสภาพแวดล้อม (Riga et al., 2014) เป็นต้น

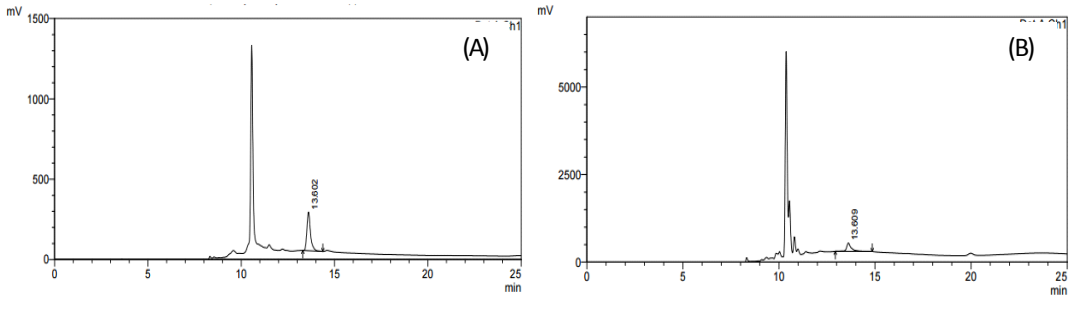

Figure 1 HPLC chromatograms of melatonin standard (0.01562 ppm) (A) and (B) Chinese Radish; the melatonin peak is indicated at a retention time of 13.5 minute

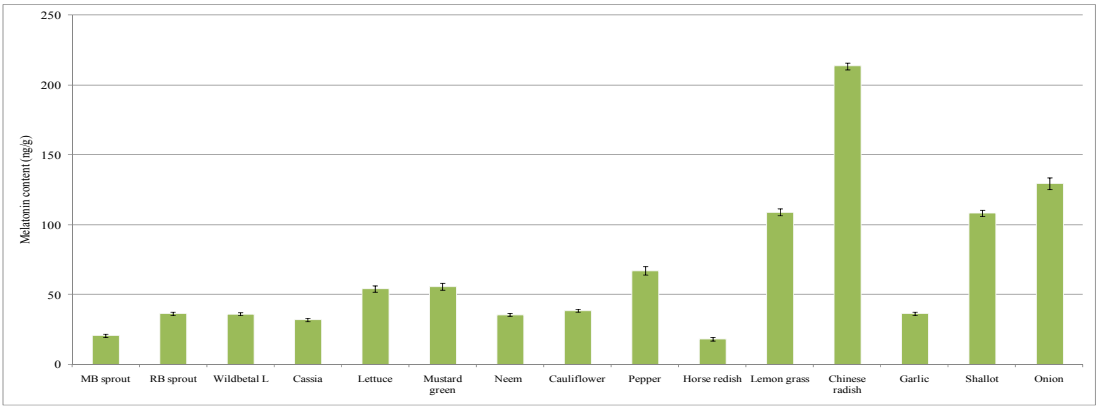

Figure 2 Melatonin content in different local vegetables

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ จากวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging พบว่า กระเทียมมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีปริมาณ เท่ากับ 187.74±16.11 µg TE/g DW , 98.74±10.80 µg GAE /g DW , 4573.74±816.51 µg melatonin equivalent /g DW และมะรุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรองลงมา พบว่า มีปริมาณ 150.27±12 µg TE/g DW, 74.39±7.70 µg GAE /g DW, 2880.21±477.13 µg melatonin equivalent /g DW ส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS พบว่ามี 173.52±18 µg TE/g DW, 104.62.±11.54 µg GAE /g DW, 4887.04±1122.37 µg melatonin equivalent /g DW และมะรุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรองลงมา พบว่ามี 114.05±1.1 µg TE/g DW, 68.00±0.68 µg GAE /g DW, 2017.74±40.95 µg melatonin equivalent /g DW และการวิเคราะห์ด้วยวิธี FRAP พบว่ากระเทียมมี 136.39±3.28 µg TE/g DW , 126.58±3.71 µg GAE /g DW , 1694.86±1086.51 µg melatonin equivalent /g DW (Table 1) ซึ่งได้ค่ามากกว่าการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในกระเทียม ที่รายงานโดย Bhatt et al. (2013) ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP พบว่ามีปริมาณ 8.40 µg TE/g, 4.7 µg TE/g และ 12.9 µg TE/g ตามลำดับ และงานวิจัยของ Shih et al. (2011) รายงานปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในมะรุมด้วยวิธี DPPH พบว่ามี 200 - 620 mg/ml พืชผักต่างชนิดกันมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของพืชที่แตกต่างกัน สถานที่ในการเพาะปลูกรวมถึงวิธีการเก็บรักษาพืชและกระบวนการแปรรูป (Klopotek et al., 2005)

Table 1 Antioxidant activity of different local vegetables evaluated by DPPH assay , ABTS assay and FRAP assay

Common name	Scientific name	DPPH (µg/g DW)			ABTS (µg/g DW)			FRAP (µg/g DW)		
		Trolox	Gallic acid	Melatonin	Trolox	Gallic acid	Melatonin	Trolox	Gallic acid	Melatonin
1.Mung been sprouts	*Phaseolus aureus* (Roxb.)	60.45±6.47^{h}	23.37±3.1^{h}	436.74±95.80^{h}	45.44±13.45^{k}	26.47±8.01^{k}	315.11±0.17^{k}	85.94±5.02^{e}	72.01±5.16^{d}	708.17±441.92^{d}
2.Red been sprouts	Phaseolus vulgaris (Linn.)	69.02±7.36^{g}	27.66±3.72^{g}	574.90±123.21^{g}	51.26±8.98^{h}	29.93±5.39^{h}	388.91±146.67^{h}	69.78±6.83^{h}	55.86±6.63f	421.98±300.51^{h}
3.Wildbetal Leafbush	*Piper sarmentosum* (Roxb.)	56.06±10.40^{i}	21.29±5.04^{i}	379.79±147.68^{i}	24.74±4.33^{m}	14.17±2.55^{m}	85.01±32.06^{n}	56.54±5.75^{i}	43.20±5.37^{i}	293.57±214.2^{k}
4.Neem Tree	*Azadirachta indica* (Neem.)	36.00± 15.70^{j}	12.33±6.89^{j}	168.72±152.07^{k}	48.92±10.07^{i}	28.53±6.03^{i}	355.85±153.60^{i}	59.96±6.10^{k}	46.42±5.74^{i}	320.87±233.96^{i}
5.Horse radish Tree	Moring aoleifera (Lam.)	150.27±12.3^{b}	74.39±7.73^{b}	2880.21±477.13^{b}	114.05±1.1^{c}	68.00±0.68^{b}	2017.74±40.95^{b}	128.71±3.71^{b}	117.92±4.16^{b}	1575.65±981.97^{b}
6.Lettuce	*Lactuca sativa* (Linn.)	56.37± 6.01^{i}	21.38±2.90^{i}	377.66±84.06^{i}	51.38±9.25^{h}	30.01±5.55^{g}	391.39±151.10^{g}	46.83±7.61^{n}	34.36±6.88^{k}	229.28±155.33^{m}
7.Garlic	Allium sativum (Linn.)	187.74±16.11^{a}	98.74±10.8^{a}	4573.74±816.51^{a}	173.52±18.^{a}	104.62.±11.54^{a}	4887.04±1122.37^{a}	136.39±3.28^{a}	126.58±3.71^{a}	1694.86±1086.58^{a}
8.Cassia Tree	*Senna siamea* (Lam.)	26.29± 5.410^{j}	8.13±2.14^{j}	79.35±34.58^{n}	45.56±10.98^{k}	26.53±6.57^{k}	310.35±160.95^{i}	63.72±6.03^{j}	49.99±5.74^{h}	352.50±249.77^{i}
9.Cauliflower	*Brassica oleracea* (Linn.)	20.15±4.03^{m}	5.80±1.46^{m}	45.61±17.94^{o}	47.67±11.49^{j}	27.79±6.88^{j}	341.04±176.87^{i}	35.86±3.44^{o}	24.76±2.92^{j}	104.93±67.06^{n}
10.Lemon grass	*Cymbopogonci-tratus* (DC.) Stapf.	127.64±11.91^{c}	60.45±7.22^{c}	2055.76±406.71^{c}	57.92±7.44^{g}	33.93±4.47^{f}	496.64±126.99^{f}	89.22±4.28^{c}	75.38±4.43^{c}	695.04±441.71^{e}
11.Mustard green	Brassica juncea (Linn.)	36.02± 5.18^{j}	12.11±2.23^{j}	150.17±46.09^{j}	90.52±14.45^{d}	53.65±8.80^{c}	1269.80±435.69^{c}	48.42±4.93^{m}	35.74±4.41^{j}	241.80±151.75^{j}
12.Pepper	Piper nigrum (Linn.)	32.09± 5.87^{k}	10.47±2.46^{k}	119.26±46.73^{m}	32.76±3.61^{l}	18.90±2.13^{l}	150.62±0.03^{m}	68.89±5.73^{i}	54.97±5.56^{g}	405.85±275.59^{j}
13.Shallot	*Allium ascalonicum* (Linn.)	98.86± 14.20^{f}	43.74±8.06^{f}	1220.32±374.2^{f}	83.40±13.19^{e}	49.33±7.99^{d}	1069.67±329.97^{d}	82.23±6.18^{f}	68.24±6.29^{e}	668.62±417.68^{f}
14.Chinese radish	*Raphanus sativus* (Linn.)	115.79±10.8^{d}	53.41±6.39^{d}	1679.48±331.4^{d}	70.84±9.48^{f}	41.71±5.73^{e}	756.86±216.93^{e}	81.42±4.71^{g}	67.41±4.77^{f}	636.45±397.02^{g}
15.Onion	*Allium cepa* (Linn.)	105.23±12.6^{e}	47.32±7.27^{e}	1382.67±353.1^{e}	162.14±16.6^{b}	97.58±10.27^{a}	4238.76±871.72^{b}	87.92±4.43^{d}	74.04±0.00^{d}	727.68±453.61^{c}

[1/] Values followed by the same letter in the table and each factor are not significantly different ($p \leq 0.05$)

สรุป

ผลจากการศึกษาปริมาณเมลาโทนินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของพืชผักจากท้องถิ่นทั้ง 15 ชนิด พบว่า พืชผักทุกชนิดมีเมลาโทนินอยู่ในช่วง 18.22 ถึง 213.58 ng/g โดยพบในหัวผักกาดขาวสูงที่สุด ส่วนผักที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุดคือกระเทียม ดังนั้นข้อมูลนี้จึงสามารถใช้ประกอบการเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวัตถุดิบในการผลิตอาหารสุขภาพที่มีเมลาโทนินเป็นส่วนประกอบ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามและคณะเทคโนโลยี ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Arnao, M.B. 2014. Phytomelatonin: discovery, content, and role in plants. Adv. Bot. 2014: 1-12.

Bhatt, A. and Patel, V. 2013. Antioxidant activity of garlic using conventional extraction and in vitro gastrointestinal digestion. Free Rad Antioxidants. 3: 30-34.

Buscemi, N., B. Vandermeer, R. Pandya, N. Hooton, L. Tjosvold, L. Hartling and T. Klassen. 2004. Melatonin for treatment of sleep disorders. Evid R. Technol Ass. 108: 1-7.

Hattori, A., M. Migitaka, M. Ligo, K. Itho, R. amamoto, K. Ohtani, M. Hara, T. SuzukI, and RJ. Reiter. 1995. Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin level and binding to melatonin receptors in vertibrates. Biochem Mol Biol. Int. 35: 627-634.

Klopotek, Y., K. Otto, and V. Böhm. 2005. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. J. Agric Food Chem. 53: 5640-5646.

Korkmaz, A., Ö. Değer, and Y. Cuci. 2014. Profiling the melatonin content in organs of the pepper plant during different growth stages. Sci. Hortic. 172: 242-247.

Padumanonda, T., J. Johns, A. Sangkasat, and S. Tiyaworanant. 2014. Determination of melatonin content in traditional Thai herbal remedies used as sleeping aids. DARU. J. Pharm. Sci. 22: 1-7.

Pulido, R., L. Bravo, and F. Saura-Calixto. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. J. Agric Food Chem. 48: 3396-3402.

Riga, P., S. Medina, L.A. García-Flores, and A. Gil-Izquierdo. 2014. Melatonin content of pepper and tomato fruits: effects of cultivar and solar radiation. J. Food Chem. 156: 347-352.

Shih, M.C., C.M. Chang, S.M. Kang, and M.L. 2011. Effect of different parts (leaf, stem and stalk) and seasons (summer and winter) on the chemical compositions and antioxidant activity of *Moringa Oleifera*. Int. J. mol sci. 12: 6077-6088.

Stürtz, M., A.B. Cerezo, E. Cantos-Villar, and M.C. Garcia-Parrilla. 2011. Determination of the melatonin content of different varieties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) and strawberries (*Fragariaananassa*). Food Chem. 127: 1329-1334