บทที่ 4
ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติของน้ำผึ้ง

(1) ความชื้น

น้ำผึ้งสามชนิดที่นำมาวิเคราะห์และใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตเมี่ยงทรงเครื่องได้แก่น้ำผึ้งดอกลำไย น้ำผึ้งดอกไม้ป่า และน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ซึ่งน้ำผึ้งแต่ละชนิดมีอายุไม่เกิน 1 ปี ผลการวิเคราะห์สมบัติของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดแสดงไว้ตามตาราง 4.1 ความชื้นของน้ำผึ้งวิเคราะห์โดยวิธี vacuum oven method (70 $^{\circ}$C ,25 mmHg) เวลา 48 ชั่วโมง พบว่าความชื้นของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันและอยู่ในช่วง 18 –19 % (wb) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน Codex ที่กำหนดความชื้นของน้ำผึ้งไม่เกิน 20 % (Codex Alimentarius Commission Standards (2001) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดความชื้นของน้ำผึ้งไม่เกิน 21 % (มผช. ๒๖๓/๒๕๔๗) ความชื้นของน้ำผึ้งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่นฤดูการเก็บ ระยะการสร้างน้ำผึ้ง และสภาพอากาศ เป็นต้น (Finola *et al.*, 2007) น้ำผึ้งที่มีความชื้นสูงจะเกิดการหมักด้วยยีสต์กลุ่ม osmotolerant yeasts เกิดเอทานอลคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเอทานอลจะถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นกรดอะซีติกซึ่งทำให้น้ำผึ้งมีรสเปรี้ยว (Chirife *et al.*, 2006)

(2) เถ้า

เถ้า (ash) ของน้ำผึ้งวิเคราะห์โดยวิธี dry ashing (Lawan *et al.* 2009) ปริมาณถ้าใช้ชี้วัดปริมาณสารอนินทรีย์หรือแร่ธาตุในน้ำผึ้งซึ่งจะบ่งบอกคุณภาพของดอกไม้ที่เป็นแหล่งของน้ำผึ้ง ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของน้ำผึ้งแสดงไว้ตาราง 4.1 พบว่าน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีเถ้า (0.13$\pm$0.01 %) มีค่ามากกว่าน้ำผึ้งดอกลำไย (0.06$\pm$0.01%) และน้ำผึ้งดอกทานตะวัน (0.03$\pm$0.00%) ตามลำดับ น้ำผึ้งมีปริมาณเถ้าประมาณ 0.06-1.2% ซึ่งน้ำผึ้งดอกไม้ทั้งสามชนิดที่นำมาวิเคราะห์มีปริมาณเถ้าใกล้เคียงกับน้ำผึ้งของอินเดีย (0.03 - 0.43 %) และน้ำผึ้งของโรมาเนีย (0.03-0.40 %) (Saxena *et al.*, 2010)

(3) ค่ากรด-ด่าง และปริมาณกรดจากการไทเทรต

การวิเคราะห์ค่ากรด-ด่าง (pH) ของน้ำผึ้งทั้งสามชนิด (น้ำผึ้งดอกลำไย น้ำผึ้งดอกไม้ป่า และน้ำผึ้งดอกทานตะวัน)โดยวัดที่ความเข้มข้น 10 % (w/v) แสดงผลตามตาราง 4.1 พบว่าน้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีสภาพเป็นกรด และมีค่ากรด-ด่างประมาณ 4 – 4.5 โดยที่น้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีค่ากรด-ด่างไม่แตกต่างจากน้ำผึ้งดอกลำไยและน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ค่ากรด-ด่างในช่วงดังกล่าวใกล้เคียงกับค่ากรด-ด่างของน้ำผึ้งที่รายงานจากแหล่งอื่นๆ เช่นอินเดีย (3.7-4.4, Saxena *et al.*, 2010) บราซิล (3.10-4.05, Azeredo *et al.*, 2003) มาเลเซีย (3.70-4.0, Khalil *et al.*, 2012) และออสเตรเลีย (4.0-4.4, Mossel, 2002) เป็นต้น ค่ากรด-ด่างของน้ำผึ้งมีผลต่อความคงตัวและอายุในการเก็บรักษา น้ำผึ้งที่มีสภาพกรดสูงหรือค่ากรด-ด่างต่ำแสดงว่าเกิดกระบวนการหมักขึ้นในน้ำผึ้งนั้น (Terrab *et al.* 2004)

กรดอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำผึ้งได้แก่กรดกลูโคนิก ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกลูโคสด้วยเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส ส่วนกรดอินทรีย์อื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบรองเช่นกรดฟอร์มิก กรดอะซีติก และกรดซิตริก เป็นต้น กรดในน้ำผึ้งมีผลต่อคุณภาพด้านกลิ่นและรส ปริมาณกรดจากการไทเทรตของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดตามตาราง 4.1 มีค่าอยู่ระหว่าง 10-19 meq/kg ซึ่งน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีปริมาณกรดมากกว่าน้ำผึ้งดอกทานตะวันและน้ำผึ้งดอกลำไย ตามลำดับ ปริมาณกรดในน้ำผึ้งทั้งสามชนิดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่

PAYAP UNIVERSITY

กำหนดปริมาณกรดในน้ำผึ้งไม่เกิน 40 meq/kg (Williams *et al.*, 2009) ปริมาณกรดในน้ำผึ้งขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้ที่ให้น้ำหวาน และวิธีการเก็บน้ำผึ้ง การเกิดกระบวนการหมักในน้ำผึ้งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณกรดในน้ำผึ้งสูงขึ้นเพราะกลูโคสจะเปลี่ยนเป็นเอทานอลโดยยีสต์กลุ่ม xerotolerant yeast จากนั้นเอทานอลจะถูกออกซิไดส์เป็นกรดอะซีติก (Costa *et al.* 1999)

ตาราง 4.1 สมบัติของน้ำผึ้งดอกลำไย น้ำผึ้งดอกไม้ป่า และน้ำผึ้งดอกทานตะวัน

สมบัติ	น้ำผึ้งดอกลำไย	น้ำผึ้งดอกไม้ป่า	น้ำผึ้งดอกทานตะวัน	มผช. ๒๖๓/ ๒๕๔๗
ความชื้น (g/100g, wb)	18.25 $\pm$0.30^{b}	19.76 $\pm$0.35^{a}	18.10 $\pm$0.13^{c}	**ไม่เกิน 21 %**
เถ้า (g/100g. wb)	0.06$\pm$0.01^{b}	0.13$\pm$0.01^{a}	0.03$\pm$0.00^{c}	
ค่ากรด-ด่าง (pH)	4.45$\pm$0.07^{a}	4.36$\pm$0.13^{ab}	4.17$\pm$0.05^{b}	
ปริมาณกรดจากการไทเทรต (meq/kg)	10.97$\pm$0.60^{c}	19.51$\pm$0.20^{a}	14.36$\pm$0.08^{b}	
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (^{o}Brix)	87.33$\pm$0.00^{a}	86.16$\pm$0.01^{b}	85.51$\pm$0.01^{c}	
น้ำตาลรีดิวซ์ (g/น้ำผึ้ง 100 g)	76.26$\pm$0.23^{a}	75.37$\pm$0.12^{b}	73.03$\pm$0.10^{c}	มากกว่า 65 %
น้ำตาลทั้งหมด (g/น้ำผึ้ง 100 g)	76.83$\pm$0.10^{a}	75.78$\pm$0.10^{b}	73.68$\pm$0.16^{c}	
ซูโครส^{ns} (g/น้ำผึ้ง 100 g)	0.42$\pm$0.04	0.41$\pm$0.05	0.61$\pm$0.10	ไม่เกิน 5 %
พอลิฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/100g)	52.97$\pm$1.04^{b}	65.72$\pm$2.08^{a}	38.84$\pm$2.78^{c}	
ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด^{ns} (mg QE/100g)	16.79$\pm$1.39	18.59$\pm$1.38	14.67$\pm$1.38	
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (TEAC)^{ns} (μmol Trolox/100g)	3.52$\pm$0.0028	6.34$\pm$0.86	4.39$\pm$0.84	

หมายเหตุ ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลในแถวเดียวกัน
อักษรที่ต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกันแสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$)

PAYAP UNIVERSITY

(4) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำผึ้งทั้งสามชนิดแสดงไว้ตามตาราง 4.1 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 83 - 86 ^{o}Brix โดยที่น้ำผึ้งดอกลำไยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มากกว่าน้ำผึ้งดอกไม้ป่าและน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ตามลำดับ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลเช่นฟรุกโทส กลูโคสและซูโครสเป็นต้น ดังนั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้จึงมีความสัมพันธ์กับความหวานของน้ำผึ้ง ฟรุกโทสและกลูโคสรวมกันในน้ำผึ้งมีอยู่ประมาณ 65 -75% ของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และประมาณ 85-95% ของคาร์โบไฮเดรททั้งหมดในน้ำผึ้ง (Crane, 1990) Saxena *et al.*, (2010) ศึกษาสมบัติของน้ำผึ้งบางชนิดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดของอินเดียมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ระหว่าง 77- 80 ^{o}Brix

(5) ปริมาณน้ำตาล

น้ำตาลรีดิวซ์ที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำผึ้งได้แก่ฟรุกโทส และกลูโคส น้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ระหว่าง 73 – 76 % ตามตาราง 4.1 ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ว่าน้ำผึ้งต้องมีน้ำตาลรีดิวซ์ไม่น้อยกว่า 65 % (มผช.๒๖๓/๒๕๔๗) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำผึ้งจากปากีสถานเช่น Acacia (75%) Herbal 69%) และ berry (68%) เป็นต้น (Shahnawaz *et al.*, 2013) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ขึ้นอยู่กับน้ำตาลในน้ำหวานของดอกไม้และเอนไซม์ในผึ้งและในน้ำหวานของดอกไม้ ฟรุกโทสมีความหวานมากกว่าและละลายน้ำได้ดีกว่ากลูโคส น้ำผึ้งที่มีปริมาณกลูโคสมากจะเกิดผลึกได้ง่ายกว่าน้ำผึ้งที่มีกลูโคสต่ำส่วนน้ำผึ้งที่มีฟรุกโทสมากจะเกิดผลึกได้ยาก ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเกิดผลึกของน้ำผึ้งเช่นมวลโมเลกุลของโอลิโกแซ็กคาไรด์ ความเป็นกรด และปริมาณน้ำอิสระ (Crane, 1990)

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดแสดงไว้ตามตาราง 4.1 มีค่าอยู่ระหว่าง 74 - 78 % น้ำตาลทั้งหมดประกอบด้วยน้ำตาลรีดิวซ์และนอนรีดิวซ์ซึ่งปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีมากกว่าน้ำตาลนอนรีดิวซ์จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าสูงกว่าน้ำตาลรีดิวซ์เล็กน้อย ซูโครสในน้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีค่าประมาณ 0.87 % ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำผึ้งต้องมีซูโครสไม่เกิน 5% (มผช.๒๖๓/๒๕๔๗) ซึ่งแสดงให้ทราบว่าน้ำผึ้งทั้งสามชนิดที่นำมาวิเคราะห์เป็นน้ำผึ้งที่ได้มาตรฐาน น้ำผึ้งที่ได้จากการเลี้ยงผึ้งด้วยสารละลายน้ำตาลทรายซึ่งจะมีปริมาณซูโครสสูงกว่าค่ามาตรฐาน (Babarinde *et al.*, 2011)

(6) ปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมด

ปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมดในน้ำผึ้งวิเคราะห์โดยวิธี Folin-Ciocalteu assay แสดงผลตามตาราง 4.1 ซึ่งพบว่าปริมาณพอลิฟีนอลของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดอยู่ระหว่าง 38 - 66 mg GAE/100g น้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีพอลิฟีนอลมากที่สุด (65.72$\pm$2.08 mg GAE/100g) รองลงมาเป็นน้ำผึ้งดอกลำไย (52.97$\pm$1.04 mg GAE/100g) และน้ำผึ้งดอกทานตะวัน (38.84$\pm$2.78 mg GAE/100g) สอดคล้องกับรายงานของอัญชลี สวาสดิ์ธรรมและคณะ (2555) พบว่าปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมดในน้ำผึ้งดอกลำไยและน้ำผึ้งดอกสาบเสือ(น้ำผึ้งดอกไม้ป่า) จะสูงกว่าน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ปริมาณพอลิฟีนอลของน้ำผึ้งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่นแหล่งการผลิต ชนิดของดอกไม้ และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น (Kucuk *et al.*, 2007) ปริมาณพอลิฟีนอลของน้ำผึ้งจากแหล่งอื่นๆ เช่น น้ำผึ้งจากโรมาเนียและบราซิลมีค่าอยู่ระหว่าง 25 - 51 mg GAE/100g (Pontis *et al.*, 2014) น้ำผึ้ง Tualang honey ของมาเลเซีย 35.3 mg GAE/100g (Moniruzzama *et al.*, 2013) และ น้ำผึ้ง Manuka 90 mg GAE/100g (Alzahrani *et al.*, 2012) เป็นต้น ปริมาณพอลิฟีนอลใช้บ่งชี้คุณภาพของน้ำผึ้งในด้านการกำจัดอนุมูลอิสระ

PAYAP UNIVERSITY

(7) ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในน้ำผึ้งวิเคราะห์โดยวิธี Aluminum chloride colorimetric assay ซึ่ง แสดงผลตามตาราง 4.1 พบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของน้ำผึ้งทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 14 - 19 mg QE/100g น้ำผึ้งทั้งสามชนิดมีปริมาณฟลาโวนอยด์ค่าต่ำกว่าปริมาณพอลิฟีนอล เนื่องจากฟลาโวนอยด์เป็นส่วนหนึ่งของพอลิฟีนอลซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Pyrzynska, and Biesaga, 2009)

(8) ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical scavenging activity) ของน้ำผึ้งวิเคราะห์โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ระบุในเทอม Trolox equivalence antioxidant capacity (TEAC) ในหน่วย ไมโครโมลของโทรลอกซ์ต่อ 100 กรัมของน้ำผึ้ง (μmol Trolox/100g) แสดงผลตามตาราง 4.1 พบว่าน้ำผึ้งดอกลำไย น้ำผึ้งดอกไม้ป่า และน้ำผึ้งดอกทานตะวันมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันและมีค่า TEAC อยู่ระหว่าง 34-50 μmol Trolox/100g ซึ่งเป็นที่ค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์น้ำผึ้ง (น้ำผึ้งชนิด Forest, Pine และ Meado) ของ Gorjanovic´*et al.*,(2012) มีค่า TEAC อยู่ระหว่าง 35-60 μmol Trolox/100g น้ำผึ้งที่มีค่า TEAC สูงจะมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีกว่าน้ำผึ้งที่มีค่า TEAC ต่ำ

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติของเมี่ยง

เมี่ยงที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์เป็นเมี่ยงที่บ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (บ้านแม่ตอน ต.เทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่) เมี่ยงมีสีเขียวมะกอกและมีลักษณะเปียกเพราะระหว่างการหมักแช่อยู่ในน้ำ ผลการวิเคราะห์สมบัติบางอย่างของเมี่ยงแสดงตามตาราง 4.2 พบว่าเมี่ยงมีความชื้น 80.61±1.87 % (wb) และเถ้า1.20±0.07 % (wb) ปริมาณพอลิฟีนอล ปริมาณฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (TEAC) เท่ากับ 4,962.58 ±316.46 mg GAE/100 g db, 1,824.75 ±303.54 mg QE/100g db และ 842.05±64.99 μmol Trolox/100g db ตามลำดับ

ชาสมุนไพรแบ่งตามปริมาณพอลิฟีนอลได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีพอลิฟีนอลสูงมีปริมาณพอลิฟีนอล ≥ 5000 mg GAE/100g กลุ่มที่มีพอลิฟีนอลปานกลางมีปริมาณพอลิฟีนอล ≥ 1000 < 5000 mg GAE/100g และกลุ่มที่มีพอลิฟีนอลต่ำมีปริมาณพอลิฟีนอล < 1000 mg GAE/100g (**Chan** *et al.*, 2012) ตามเกณฑ์ดังกล่าวทำให้เมี่ยงตัวอย่างอยู่ใกล้เคียงกับกลุ่มชาสมุนไพรที่มีพอลิฟีนอลสูง เพราะเมี่ยงผลิตจากใบชาอัสสัมซึ่งมีแคทีชิน (catechin) และพอลิฟีนอลอื่น ๆ ในปริมาณมาก (Anesini *et al.*, 2008) **Chan** *et al.*, (2012) วิเคราะห์ชาสมุนไพรไทยพบว่ากลุ่มชาสมุนไพรที่มีพอลิฟีนอลสูง เช่นชาใบอินทนิลน้ำ (10,300±260 mg GAE/100g) และชาใบหญ้าหวาน (7,775±664 mg GAE/100g) เป็นต้น กลุ่มที่มีพอลิฟีนอลปานกลางเช่นชาใบหม่อน (1,205±35 mgGAE/100g) กลุ่มชาสมุนไพรที่มีพอลิฟีนอลต่ำ เช่นชาชิง (932±57 mg GAE/100g) ชาดอกกระเจี๊ยบแดง (655±39 mg GAE/100g) และชารากกระชาย (186±12 mg GAE/100g) เป็นต้น

PAYAP UNIVERSITY

ตาราง 4.2 สมบัติของเมี่ยง

สมบัติ	ปริมาณ
ความชื้น (g/100g)	80.61 ± 1.87
เถ้า (g/100g)	1.20 ± 0.07
พอลิฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/100 g db)	4,962.58 ±316.46
ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE/100g db)	1,824.75 ± 303.54
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (μmol Trolox/100g db)	842.05 ± 64.99

เมี่ยงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีฟลาโวนอยด์ประมาณ 1,824.75 ±303.54 mg QE/100g ซึ่งน้อยกว่าปริมาณพอลิฟีนอลเนื่องจากฟลาโวนอยด์เป็นส่วนหนึ่งของพอลิฟีนอล ฟลาโวนอยด์ที่พบมากในชาได้แก่ flavan-3-ols (flavanols or flavans) ประกอบด้วยกลุ่มแคทีชิน ทีฟลาวิน (theaflavins) และอนุพันธ์ของแทนนิน (tannin) ส่วนฟลาโวนอยด์อื่น ๆ ที่พบในชาเช่น เควอซีทิน (quercetin) แคมเฟอรอล (kaempferol) และไมริซีทิน (myricetin) เป็นต้น (Peterson *et al.*, 2005)

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของเมี่ยงตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ระบุในเทอมของ TEAC มีค่าเท่ากับ 842.05 ± 64.99 μmol Trolox/100g ตามตาราง 4.2 แสดงว่าเมี่ยงตัวอย่าง 100 กรัมมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับโทรลอกซ์ 842.05 ไมโครโมล สารต้านออกซิเดชันในเมี่ยงที่ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระได้แก่ พอลิฟีนอล และฟลาโวนอยด์ (Peterson *et al.*, 2005) ค่า TEAC บอกถึงความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งสารตัวอย่างที่มีค่า TEAC สูงจะสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีกว่าตัวอย่างที่มีค่า TEAC ต่ำ

4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติของเมี่ยงทรงเครื่อง

เมี่ยงทรงเครื่องประกอบด้วยใบเมี่ยงและไส้เมี่ยงซึ่งไส้เมี่ยงตามภาพ 4.1 และมีส่วนประกอบตามตาราง 4.3 ประกอบด้วยน้ำผึ้ง 44.17 % เนื้อมะพร้าว 32.53 % ถั่วลิสง 14.72 % งาดำ 6.57% และเกลือแกง 1.02% ไส้เมี่ยง 883 กรัมนำมาทำเป็นก้อนกลมมีขนาดก้อนละ 8.5±1.4 กรัมได้ไส้เมี่ยง 104 ก้อน แต่ละก้อนห่อด้วยใบเมี่ยง 2.5±0.2 กรัม เมี่ยงทรงเครื่อง 1 ชิ้นหนัก 11.5±1.2 กรัม เมี่ยงทรงเครื่องแบ่งออกเป็นสามชนิดได้แก่เมี่ยงทรงเครื่องผสมน้ำผึ้งดอกลำไย เมี่ยงทรงเครื่องผสมน้ำผึ้งดอกไม้ป่า และเมี่ยงทรงเครื่องผสมน้ำผึ้งดอกทานตะวัน

(1) ความชื้น

ความชื้นของเมี่ยงทรงเครื่องทั้งสามชนิดมีความชื้นไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 7 – 72 % (wb) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงซึ่งความชื้นของเมี่ยงทรงเครื่องมาจากใบเมี่ยงและน้ำผึ้ง เมี่ยงทรงเครื่องของน้ำผึ้งต่างๆมีความชื้นสูงกว่าน้ำผึ้งแต่ต่ำกว่าใบเมี่ยง การใช้น้ำผึ้งต่างชนิดกันไม่ทำให้ความชื้นของเมี่ยง

PAYAP UNIVERSITY

ทรงเครื่องต่างกัน เนื่องจากน้ำผึ้งแต่ละชนิดมีความชื้นใกล้เคียงกัน เมี่ยงทรงเครื่องมีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นของเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อ (65%) เนื้อปลาแซลมอน (67 %) และเนื้อไก่ (70%) เป็นต้น แต่มีความชื้นต่ำกว่าผักผลไม้เช่นกะหล่ำปลี (92%) มันฝรั่ง (78 %) และกล้วย (75%) ความชื้นของอาหารจะมีผลต่อคุณภาพของอาหารและการเสื่อมเสียของอาหารในด้านเคมี ชีวเคมีและจุลินทรีย์ (deMan, 1999) เมี่ยงทรงเครื่องมีความชื้นสูงจึงมีแนวโน้มที่จะเสื่อมเสียได้ง่าย

ไส้เมี่ยง

เมี่ยง

เมี่ยงทรงเครื่อง

ภาพ 4.1 ไส้เมี่ยง เมี่ยง และเมี่ยงทรงเครื่อง

ตาราง 4.3 ส่วนประกอบของไส้เมี่ยงทรงเครื่อง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (%)
น้ำผึ้ง	390	44.17
เนื้อมะพร้าว	296	33.52
ถั่วลิสง	130	14.72
งาดำ	58	6.57
เกลือแกง	9	1.02

(2) เถ้า

ปริมาณเถ้าของเมี่ยงทรงเครื่องทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 1.7-2.5 % (db) เถ้าเป็นกลุ่มเกลือแร่ซึ่งมีในส่วนประกอบต่างๆ ของเมี่ยงทรงเครื่อง เช่น งาดำ (เถ้า=6.10 % wb , Kanu,2011) เนื้อมะพร้าว (เถ้า=2.00 % db, Cocjin, 1991) ถั่วลิสง (เถ้า=1.42 % db, Ayoola, 2012) และเกลือแกง (NaCl) เป็นต้น อาหารที่มีปริมาณเถ้ามากแสดงว่าอาหารนั้นมีแร่ธาตุมาก แร่ธาตุที่มีมากในงาดำได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และโพแทสเซียม (K) (Kanu, 2011) ธาตุดังกล่าวมีความสำคัญต่อร่างกายเช่นแมกนีเซียมช่วยในการลดความดัน และโพแทสเซียมบำรุงกล้ามเนื้อหัวใจ เป็นต้น (Larsson *et al.*, 2012 and Krishna, 1990) ดังนั้นเมี่ยงทรงเครื่องจึงมีแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

BAYAP UNIVERSITY

ตาราง 4.4 สมบัติของเมี่ยงทรงเครื่อง

สมบัติ	น้ำผึ้งดอกลำไย	น้ำผึ้งดอกไม้ป่า	น้ำผึ้งดอกทานตะวัน
ความชื้น^{ns} (g/100 g, wb)	71.03 ± 2.37	72.25 ± 2.11	71.02 ± 1.21
เถ้า^{ns} (g/100 g, db)	1.90 ± 0.25	2.52 ± 0.30	1.71 ± 0.42
ไขมันทั้งหมด^{ns} (g/100 g, db)	9.26 ± 0.67	10.60 ± 0.20	9.45 ± 0.20
โปรตีนทั้งหมด (g/100 g, db)	7.66 ± 0.40^{a}	7.23 ± 0.26^{a}	6.06 ± 0.13^{b}
คาร์โบไฮเดรททั้งหมด^{ns} (g/100 g, db)	11.28 ± 0.74	10.08 ± 0.08	11.64 ± 0.43
ฟลาโวนอยด์ดั้งหมด (mgQE/100 g db)	664.58 ± 15.32^{b}	796.90 ± 15.02^{a}	628.96 ± 19.96^{b}
พอลิฟีนอลทั้งหมด (mg GAE/100 g db)	1,815.01 ± 33.54^{b}	1,925.09 ± 26.16^{a}	1,697.77 ± 30.30^{c}
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสร^{ns} (μmol, Trolox/100 g db)	386.03 ± 10.26	382.38 ± 10.21	355.19 ± 5.11

หมายเหตุ ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลในแถวเดียวกัน
อักษรที่ต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกันแสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$)

(3) ไขมันทั้งหมด

ปริมาณไขมันทั้งหมดของเมี่ยงทรงเครื่องทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 9.0 -11.0 % (db) ไขมันส่วนมากจะอยู่ในส่วนประกอบของไส้เมี่ยงได้แก่เนื้อมะพร้าว (ไขมันทั้งหมด = 61.30% db, Cocjin, 1991) งาดำ (ไขมันทั้งหมด=48.40% db, Kanu, 2011) และ ถั่วลิสง (ไขมันทั้งหมด=46.10% db, Ayoola, 2012) ส่วนน้ำผึ้งมีไขมันในปริมาณต่ำ (Chua and Adnan, 2014) ไขมันมะพร้าวเป็นแหล่งของกรดลอริก (lauric acid) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 48 - 50% (Applewhite, 1994) กรดลอริกเป็นกรดไขมันกลุ่มคาร์บอนกลาง (medium chain fatty acids) เมื่ออยู่ในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็นมอนอลอริน (monolaurin) ซึ่งมีสมบัติยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และไวรัส (Tangwatcharin and Khopaibool, 2012) นอกจากนี้มอนอลอรินยังพบในน้ำนมของมารดาเพื่อป้องกันการติดเชื้อในกับทารกการรับประทานไขมัน/น้ำมันมะพร้าวมีผลดีต่อร่างกายหลายอย่างเช่นลดคอเลสเทอรอล ไม่เป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับเส้นเลือดหัวใจ และกระบวนการเผาผลาญในร่างกายเพิ่มขึ้น เป็นต้น (Hui and Evranuz, 2012)

PAYAP UNIVERSITY

น้ำมันงาดำมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สำคัญได้แก่กรดโอเลอิก (oleic acid) ประมาณ 46.27 % และกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ประมาณ 38.79 % (Kanu, 2011) กรดลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันกลุ่มโอเมกา-6 (ω-6) และเป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) ซึ่งร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้และต้องได้รับจากอาหาร น้ำมันถั่วลิสงประกอบด้วยกรดโอเลอิก 46.7 % และกรดลิโนเลอิก 32.0 % (O´Brien, 2009) ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำมันงาดำ กรดโอเลอิกเป็นกรดไขมันกลุ่มโอเมกา-9 มีความสำคัญต่อสุขภาพเช่น ลดระดับคอเลสเทอรอลชนิด LDL เพิ่มคอเลสเทอรอลชนิด HDL และป้องกันมะเร็งเต้านม เป็นต้น (Win, 2005) ดังนั้นเมี่ยงทรงเครื่องจึงเป็นแหล่งของน้ำมันและกรดไขมันที่มีความสำคัญและประโยชน์ต่อร่างกาย

(4) โปรตีนทั้งหมด

เมี่ยงทรงเครื่องที่ผสมน้ำผึ้งดอกลำไยมีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากเมี่ยงทรงเครื่องที่ผสมน้ำผึ้งดอกไม้ป่าและมีปริมาณโปรตีนมากกว่าเมี่ยงทรงเครื่องที่ผสมดอกทานตะวัน ปริมาณโปรตีนของเมี่ยงทรงเครื่องไม่สูงเนื่องจากส่วนประกอบของเมี่ยงทรงเครื่องเป็นน้ำผึ้งและพืช โปรตีนส่วนใหญ่ของเมี่ยงทรงเครื่องมาจากถั่วลิสงและงาดำซึ่งมีโปรตีน 38.61% และ 20.83 % ตามลำดับ (Atasie *et al.*, 2009 and Kanu, 2011) โปรตีนงาดำมีกรดอะมิโนจำเป็น เช่น เมไทโอนีน (methionine) ลิวซีน (leucine) และฮีสทิดีน (histidine) เป็นต้น ปริมาณ 2.83 % 6.67% และ 3.22% ตามลำดับ ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของงาดำมากกว่าปริมาณตามที่กำหนดโดย FAO/WHO ยกเว้นไลซีน (lysine) กรดอะมิโนดังกล่าวนี้จึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้โปรตีนในเมี่ยงทรงเครื่องมีคุณค่าด้านอาหารมากขึ้น

(5) คาร์โบไฮเดรททั้งหมด

ปริมาณคาร์โบไฮเดรททั้งหมดวิเคราะห์โดยวิธีผลต่าง (by difference) ซึ่งเมี่ยงทรงเครื่องทั้งสามชนิดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทไม่แตกต่างกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 10.0-12.0 % คาร์โบไฮเดรทของเมี่ยงทรงเครื่องที่เป็นน้ำตาลนั้นส่วนใหญ่มาจากน้ำผึ้งจึงทำให้น้ำตาลของเมี่ยงทรงเครื่องส่วนมากเป็นฟรุกโตสและกลูโคสซึ่งน้ำตาลดังกล่าวจะเป็นแหล่งพลังงานให้กับร่างกาย (4 Cal/g) ที่ได้จากเมี่ยงทรงเครื่อง คาร์โบไฮเดรทอื่นๆในเมี่ยงทรงเครื่องได้แก่แป้ง และเส้นใยอาหารซึ่งพบในเมล็ดงาดำ ถั่วลิสง และเนื้อมะพร้าว (Sung and Stone, 2004 and Ramaswamy, 2014)

(6) ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของเมี่ยงทรงเครื่องวิเคราะห์โดยวิธีAluminum chloride colorimetric assay ซึ่งแสดงผลตามตาราง 4.4 พบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของเมี่ยงทรงเครื่องอยู่ระหว่าง 1800 – 2500 mg QE/100 g db ฟลาโวนอยด์ของเมี่ยงทรงเครื่องมาจากเมี่ยงและน้ำผึ้งซึ่งเมี่ยงทรงเครื่องที่ใช้น้ำผึ้งดอกไม้ป่าจะมีปริมาณฟลาโวนอยด์มากกว่าน้ำผึ้งดอกลำไยและน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ฟลาโวนอยด์เป็นสารในกลุ่มพอลิฟีนอลและมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Peterson *et al.*, 2005)

(7) ปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมด

ปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมดของเมี่ยงทรงเครื่องวิเคราะห์โดยวิธี Folin-Ciocalteu assay แสดงผลตามตาราง 4.4 พบว่าพอลิฟีนอลทั้งหมดของเมี่ยงทรงเครื่องอยู่ระหว่าง 1,600-2,000 mg GAE/100 g db เมี่ยงทรงเครื่องที่ผสมน้ำผึ้งดอกไม้ป่ามีพอลิฟีนอลสูงกว่าที่ผสมน้ำผึ้งดอกลำไยและดอกทานตะวัน ตามลำดับ เมี่ยงและน้ำผึ้งเป็นแหล่งของพอลิฟีนอลและฟลาโวนอยด์ของเมี่ยงทรงเครื่องซึ่งทำให้เมี่ยงทรงเครื่องมีสารต้านออกซิเดชัน (Pyrzynska and Biesaga, 2009)

PAYAP UNIVERSITY

(8) ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของเมี่ยงทรงเครื่องวิเคราะห์โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ระบุในเทอม Trolox equivalence antioxidant capacity (TEAC) ในหน่วยไมโครโมลของโทรลอกซ์ต่อ 100 กรัมของเมี่ยงทรงเครื่อง (μmol Trolox/100 g) แสดงผลตามตาราง 4.4 เมี่ยงทรงเครื่องที่ผสมน้ำผึ้งต่างกันสามชนิดมีค่า TEAC ไม่แตกต่างกันและมีค่า TEAC อยู่ระหว่าง 350-390 μmol Trolox/100 g สารต้านออกซิเดชันกลุ่มพอลิฟีนอลและฟลาโวนอล์ส่วนใหญ่ของเมี่ยงทรงเครื่องมาจากเมี่ยงและน้ำผึ้ง สารต้านออกซิเดชันอื่น ๆ ในเมี่ยงทรงเครื่องมาจากส่วนผสมของไส้เมี่ยงเช่นในเมล็ดงาดำซึ่งมีวิตามินอี เซซามอล (sesamol) และเซซาโมลิน (sesamolin) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Hu, *et al.*, 2004)

****

PAYAP UNIVERSITY

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยพายัพ 1050035778