รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตง
The Development of Tea Product from Betong Watercress

นุชเนตร ตาเย๊ะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2561
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตง
ชื่อผู้วิจัย นุชเนตร ตาเย๊ะ
คณะ/หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา
ปีงบประมาณ 2561

บทคัดย่อ

การศึกษากรรมวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาชนิดใหม่ โดยกระบวนการคั่วและอบด้วยเตาอบลมร้อนแบบถาด 4 วิธี ผลการทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ ความฝาดและความชอบรวมโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่ากรรมวิธีการผลิตด้วยการนำ ผักน้ำที่ไม่ผ่านการคั่วและอบด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในด้านรสชาติและความชอบรวม เท่ากับ 6.03±1.67 และ 6.03±1.86 ตามลำดับ การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง พบว่าค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 22.09 2.70 และ 4.45 ตามลำดับ ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.63 ปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 9.37 และปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 8.39 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำชาที่ผลิตจากวิธีการชงชาที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ 1. แช่ถุงชา (ชาผง 2 กรัม) ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ปริมาณ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2. นำชาผง 2 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่าคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความฝาด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ผู้ทดสอบให้ความสำคัญคุณลักษณะด้านกลิ่นและรสชาติมากที่สุด เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำชาจากผักน้ำเบตงพบว่า ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 11.73 0.16 และ 0.91 พีเอชเท่ากับ 5.19 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดซิตริก) ร้อยละ 0.30

คำสำคัญ: ชา ผักน้ำเบตง การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Research Title Development of tea product from Betong Watercress
Researcher Nutchanet Tayeh
Faculty/Section Science Technology and Agriculture
University Yala Rajabhat
Year 2018

ABSTRACT

A study on the production of tea from Betong Watercress for the development of new products with 4 different roasting and drying processes was carried out. The result of acceptance test of appearance, odor, color, astringent and overall by 9 points hedonic scale showed that the unroasted sample drying at the temperature of 80 ℃ for 1 hour obtained the highest scores of tasted (6.03±1.67) and overall (6.03±1.86). The L*, a*, b* values of the Betong Watercress tea were 22.09, 2.70 and 4.45, respectively. The aw, moisture content and ash were 0.63, 9.37% and 8.39, respectively. The results of the study on the sensory perception of tea product from 2 different preparing methods (1. Soak tea bags (2 g/bag) in hot water (100 ℃) of 150 cm^3 2. Bring 2 g.of tea/water 100 cm^3 and boiled at water 100 ℃) revealed that the odor, the tasted and the astringent score were not significantly different ($p \geq 0.05$). The panelist revealed that the odor and taste characteristics were important characteristics of the tea. Considering the physical and chemical properties of the tea, the L*, a*, b* values were 11.73, 0.10 and 0.91, respectively. The pH was 5.19 and total acid value was 0.30% as citric acid.

Keyword: Tea Betong Watercress Product development

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาทุกท่านที่ประสานงานและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

นุชเนตร ตาเย๊ะ
ผู้วิจัย
กันยายน 2561

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ผักน้ำเบตง	3
2.2 การอบแห้ง	6
2.2.1 ความหมายของการอบแห้ง	6
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง	7
2.2.3 ตู้อบแบบถาด (tray dryer)	9
2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	15
3.1 วัตถุดิบ	15
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	15
3.3 ขั้นตอนและวิธีการ	15
บทที่ 4 ผลการศึกษา	19
4.1 ผลการศึกษาวิธีพื้นฐานของการผลิตชาจากผักน้ำเบตง	19
4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง	21
4.3 ผลการศึกษาวิธีการชงชาที่เหมาะสมในการผลิตชาจากผักน้ำเบตง	23
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	28
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ	30
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	30
ภาคผนวก ค. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขผลิตภัณฑ์ชาและชาสมุนไพร	33
ประวัติผู้วิจัย	39

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตัวอย่าง Genus, Species และ Common name ของพืชตระกูล Cruciferous 2
2.2 คุณค่าทางโภชนาการและน้ำหนักส่วนที่กินได้ของผักน้ำ 4
2.3 Watercress quality parameters evaluated on fresh, thermally treated and afterfreezing 10
2.4 ศึกษาความชื้น ปริมาณน้ำอิสระและสีของชาจากสมุนไพรย่านาง 13
2.5 ศึกษา pH และค่าสีในน้ำจากชาสมุนไพรย่านาง 13
3.1 กรรมวิธีผลิตชาจากผักน้ำเบตง 17
4.1 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวิธีพื้นฐานทั้ง 4 วิธี 20
4.2 คุณภาพทางกายภาพ ปริมาณน้ำอิสระและคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ใบชาจากผักน้ำเบตง 22
4.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาทั้ง 2 วิธี 23
4.4 ค่าสี ของผลิตภัณฑ์น้ำชาจากผักน้ำเบตง 24
4.5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ใบชาและน้ำชาจากผักน้ำเบตง 24

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ต้นผักน้ำ (Watercress) 2
2.2 เครื่องอบแห้ง 6
2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราความชื้นกับอุณหภูมิของวัตถุดิบ 8
2.4 เครื่องอบ tray dryer 10
3.1 วิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง 16
4.1 กรรมวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง วิธีที่ 4 19
4.2 ผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตงที่ได้จาก 4 วิธี 19

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ชา จัดเป็นเครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ผลิต โดยการนำใบ ยอดอ่อน และก้าน นำมาผ่านกระบวนการต่างๆ จากนั้นนำมาชงหรือต้มกับน้ำร้อน (กุลยา จันทร์อรุณ, 2551) ปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจด้านสุขภาพมากขึ้น เครื่องดื่มสมุนไพรนับว่าเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคมาโดยตลอด เครื่องดื่มสมุนไพรเพื่อสุขภาพที่ไม่รวมผลิตภัณฑ์จากนม ในปี 2547 มีมูลค่าถึง 4,000 ล้านบาท โดยตลาดในประเทศไทยเริ่มเปิดรับเครื่องดื่มสมุนไพรมากขึ้น (นันท์ชนก นันชะไชย, 2556)

ผักน้ำเบตง มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศส แล้วนำมาปลูกในประเทศจีน ต่อมาแพร่หลายมาทางมาเลเซีย ต่อมายังไทยแถวจังหวัดยะลา แต่ก่อนผักน้ำเบตงบริโภคกันเฉพาะหมู่คนจีนในจังหวัดยะลาเท่านั้น ยังไม่เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป ผักชนิดนี้เพิ่งรู้จักเมื่อประมาณ 10 ปีมานี้ ทางด้านเกษตรจังหวัดมีการส่งเสริมให้ปลูกและประชาสัมพันธ์ให้ทราบถึงการนำมาประกอบเป็นอาหารและสรรพคุณ กลายเป็นเมนูเด่นของจังหวัดยะลา (องอาจ ตัณฑวณิช, 2557) ผักน้ำเบตงเป็นพืชที่ขึ้นชื่อในอำเภอเบตง จังหวัดยะลา ส่วนใหญ่นำมาประกอบเป็นอาหารสด เช่น การผัด และต้ม แต่ยังไม่มีการแปรรูปในรูปแบบอื่นๆ จากแนวคิดนี้จึงได้นำผักน้ำเบตงมาศึกษาคุณลักษณะบางประการเพื่อนำผลิตเป็นชาผักน้ำเบตงซึ่งเป็นการนำใบของต้นผักน้ำเบตงนำมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปด้วยการอบแห้ง บดละเอียด นำมาชงหรือต้มกับน้ำร้อนและดื่มเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ผู้วิจัยคาดว่าการพัฒนาชาจากผักน้ำเบตงจะเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดใหม่ ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ ยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มช่องทางการบริโภคที่สะดวกและประหยัดเวลาอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตชาจากผักน้ำเบตง
2. เพื่อศึกษาวิธีการชงชาจากผักน้ำเบตง
3. เพื่อศึกษาลักษณะคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของใบชาและน้ำชาจากผักน้ำเบตง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบขั้นตอนการผลิตชาจากผักน้ำเบตง
2. ทราบวิธีการชงชาจากผักน้ำเบตง
3. ทราบลักษณะคุณภาพทางกายภาพ เคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของใบชาและน้ำชาจากผักน้ำเบตง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาขั้นตอนและวิธีการที่เหมาะสมในการทำชาจากผักน้ำเบตง คุณภาพประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ใบชาและน้ำชาจากผักน้ำเบตง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักน้ำเบตง (Betong Watercress)

ผักน้ำจัดอยู่ในพืชตะกูลกะหล่ำ (Cruciferous) มีสารกลุ่ม Isothiocyanates ปริมาณมาก เป็นพืชที่มีจำนวนมากในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยทั่วไปเรียกว่า Crucifers ซึ่งเป็นชื่อที่มาจากรูปร่างของดอกไม้ที่มีลักษณะของกลีบดอก 4 กลีบ เรียงเป็นแนวทแยงมุมในทิศทางตรงกันข้าม (Higdon, 2005) และจัดอยู่ในตระกูล Cruciferae ลำดับ Cappararles สกุล *Brassicaceae* ได้แก่ กะหล่ำปลี กะหล่ำปม ผักน้ำบล็อกโคลีคะน้า ผักกาดเขียวรูตาบากา (Rutabaga) และเทอร์นิพ (Turnips) (Pedras, *et al*., 1998) ซึ่งปัจจุบันพืชตระกูล Cruciferous มีถึง 3,709 สปีชีส์ 338 จีนัส (ยกตัวอย่างดังตารางที่ 2.1)

ภาพที่ 2.1 ต้นผักน้ำ (Watercress)
ที่มา (อังคณา วงษ์สกุล, 2558)

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างประเภท สายพันธุ์ และชื่อสามัญ ของพืชตระกูล Cruciferous

ประเภท	**สายพันธุ์และความหลากหลาย**	**ชื่อสามัญ**
Brassica	*B.oleracea var. botrytis*	Cauliflowers
	B. oleracea var. capitata	Cabbage white cabbage
	B. oleracea var. costata	Portuguese cabbage
	B. oleracea var. gemmitera	Brussels sprouts
	B. oleracea var. chinensis	Kohlrabi, turnip cabbage, stem turnip
Brassica	*B. rapa var. chinensis*	Chinese cabbage, pek-choi, bokchoi
	B. rapa var. oleifera	Turnip rape
	B. rapa var. pekinensis	Chinese cabbage, pe-psai, celery
	B. rapa var. rapa	Turnip
	B. rapa var. aparachnensis	Choi sum
	B. oleracea var. italic	Broccoli
Rhaphanus	*R. sativus radish*	Radish
Armoracia	*A. rusticana*	Horseradish
Nasturtium	*N. officanale*	Watercress
Lepidiam	*L. sativum*	Cress, garden cress
Eruca	*E. vesicaria*	Arugula, rocket, ltalian cress
Wasabia	*W. japonica*	Wasabi
Beta	*B. vulgaris*	Swiss chard
Crambe	*C.abayssinica*	Crambe

ที่มา (International Agency for Research on Cancer.USA.: Oxford University., 2004)

ผักน้ำหรือวอเตอร์เครส (Watercress) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Nasturtium officinale* จัดอยู่ใน family Brassicaceae มีแหล่งปลูกกันมากแถบประเทศฝรั่งเศส แล้วนำมาปลูกในประเทศจีน สำหรับประเทศไทย จังหวัดที่นิยมปลูกผักน้ำแพร่หลายที่สุด คืออำเภอเบตง จังหวัดยะลา เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผักน้ำเป็นพืชที่มีลักษณะลำต้นเลื้อยคล้ายผักน้ำ ใบเล็ก ลำต้นมีลักษณะอวบน้ำ และต้องปลูกในที่ที่น้ำไหลผ่านตลอดเวลา (Educatian, Municipality of Betong, 2009) ผักน้ำจะอุดมไปด้วยวิตามิน (จากเบต้าแคโรทีน) และวิตามินซีที่เป็นแหล่งของโฟเลตแคลเซียมเหล็กและวิตามินอีและยังประกอบไปด้วยวิตามินเคไธเอมีนวิตามิน 6โพแทสเซียมและไอโอดีน ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ อีกทั้งยังมีปริมาณน้ำสูง (93%) แคลอรี่ต่ำ (Lindel, *et al.,* 2007) จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้มีรายงานยืนยันว่าในผักน้ำมีสาระสำคัญกลุ่ม ITCs ที่ชื่อว่า “แฟนเอทิลไอโซไธโอไซยาเนต (Phenethylisothioncynates; (PEITC) (Fenwick and Heaney, 1983) โดยสาร PEITS นี้ได้รับความสนใจเนื่องจากมีข้อมูลในสัตว์ทดลองพบว่าสาร PEITC สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งปอดจากการได้รับสาร 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NNK) ซึ่งเป็นสารที่พบในยาสูบ (Chung *et al*., 1992) และมะเร็งที่หลอดอาหารที่เกิดจากการได้รับ N-nitrosomethylamine (NMBA) (Stoner*et al*., 1991) และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาในคนที่ได้รับผักน้ำ 50 กรัม ครั้งเดียว (เทียบเท่ากับการได้รับสาร PEITC ประมาณ 12 mg (Chung *et al*.,1992) พบว่ามีผลลดระดับของสารเมแทบอไลท์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ acetaminophen ในปัสสาวะ (Chen*et al.,*1996) เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ acetaminophen ทำให้เกิดสาร N-acetyl- p-benzoquinon-eimine (NAPQI) โดยอาศัยเอนไซม์ CYP2E1 จึงอาจเป็นไปได้ว่า PEITC มีผลยับยั้งเอนไซม์ได้ และการศึกษาในเชิงคลินิกโดยศึกษาในอาสาสมัครที่สูบบุหรี่ 11ราย ที่รับประทานผักน้ำ โดยตรวจหาระดับของ PEITC จากเมแทบอไลท์ คือ N-acetyl-S-(N-phenethylthiocarbammoyl)-L-cysteine) ในปัสสาวะพบว่าสาว PEITC สามารถยับยั้งกระบวน Oxidative metabolism ของ NNK ได้ (Hecht, 1997)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการและน้ำหนักส่วนที่กินได้ของผักน้ำ

สารอาหาร	หน่วย	ปริมาณต่อ 100 กรัม
วิเคราะห์ทางเคมี		
น้ำ	กรัม	91.55
พลังงาน	กิโลแคลอรี่	11.00
โปรตีน	กรัม	2.30
ปริมาณไขมันทั้งหมด	กรัม	0.10
คาร์โบไฮเดรตโดยความแตกต่าง	กรัม	1.29
เส้นใยอาหารรวม	กรัม	0.50
น้ำตาลทั้งหมด	กรัม	0.20

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) คุณค่าทางโภชนาการและน้ำหนักส่วนที่กินได้ของผักน้ำ

สารอาหาร	หน่วย	ปริมาณต่อ 100 กรัม
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	มิลลิกรัม	120.00
เหล็ก	มิลลิกรัม	0.20
แมกนีเซียม	มิลลิกรัม	21.00
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	60.00
โพแทสเซียม	มิลลิกรัม	330.00
โซเดียม	มิลลิกรัม	41.00
สังกะสี	มิลลิกรัม	0.11
แร่ธาตุ		
วิตามิน		
วิตามินซี	มิลลิกรัม	43.0
วิตามินบี	มิลลิกรัม	0.090
วิตามินบี 2	มิลลิกรัม	0.120
วิตามินบี 3	มิลลิกรัม	0.200
วิตามินบี 6	มิลลิกรัม	0.129
วิตามินบี 9	มิลลิกรัม	9.00
วิตามินบี 12	มิลลิกรัม	0.00
วิตามินบี A, RAE	มิลลิกรัม	160
วิตามิน A, IU	มิลลิกรัม	3191
วิตามิน E (alpha-tocopherol)	มิลลิกรัม	1.00

ที่มา (USDA., 2017)

2.2 การอบแห้ง (Drying)

การอบแห้งและเครื่องอบแห้งมีความสำคัญในการลดความชื้นของวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มชนิดผง ยา อุตสาหกรรมสีย้อม อุตสาหกรรมไม้ เป็นต้น การรู้จักชนิดของเครื่องอบแห้งและการเลือกใช้ชนิดของเครื่องอบแห้งให้ตรงกับคุณสมบัติจำเพาะของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นเรื่องจำเป็น ขนาดของเครื่องอบและเวลาที่ใช้ในการอบจะส่งผลต่อปริมาณไฟฟ้า หรือปริมาณไอน้ำที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการ เมื่อโรงงานนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องรู้พื้นฐานของการอบแห้งและตู้อบแห้งเสียก่อน จึงจะสามารถนำมาตรการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

ภาพที่ 2.2 เครื่องอบแห้ง
ที่มา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

2.2.1 ความหมายของการอบแห้ง

การอบแห้ง (Drying) คือ การเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง (ความชื้นลดลง) โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มาก-น้อยจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของมันด้วย ในการอบ เมื่อทำให้ของเหลวในวัตถุดิบระเหยเป็นไอ จะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ซึ่งนอกจากจะมีกรณีที่วัตถุดิบมีสภาพเป็นของแข็งที่เปียกชื้นแล้ว ยังมีกรณีที่อบของเหลวข้น (slurry) หรือของเหลวใสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงอีกด้วย เครื่องอบโดยมากมักจะเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วจะกลายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จทันที ดังนั้น การอบไม่สม่ำเสมอ เช่น ไม่แห้งหรือแห้งเกินไปและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบเป็นก้อน รวมทั้งปริมาณผลได้ (yield) จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจ นอกจากนี้ความร้อนแฝงของการระเหยของของเหลวจะมีค่าสูง การอบจึงสิ้นเปลืองพลังงานมาก การจัดการพลังงานความร้อนจึงเป็นปัญหาที่สำคัญ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548) ในการอบแห้งวัสดุ โดยทั่วไปจะใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง โดยที่การถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังวัสดุจะเกิดขึ้นพร้อมกันความร้อนส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการระเหยน้ำออกจากวัสดุ ถ้าผิววัสดุมีปริมาณน้ำอยู่มาก อุณหภูมิและความเข้มของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่ ซึ่งส่งผลอัตราการอบแห้งคงที่ด้วย ถ้าอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วของอากาศมีค่าคงที่เมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณน้ำลดลงมากแล้วอุณหภูมิและความเข้มของไอน้ำที่ผิวของวัสดุย่อมเปลี่ยนแปลงไป โดยที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นและความเข้มข้นของไอน้ำจะลดลง ซึ่งส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลง การเปลี่ยนแปลงความชื้นและอัตราการอบแห้งเมื่อเทียบกับเวลาภายใต้อุณหภูมิความชื้นและความเร็วของอากาศมีค่าคงที่ความชื้นที่อยู่ระหว่างอัตราการอบแห้งคงที่และอัตราการอบแห้งลดลงเรียกว่า "ความชื้นวิกฤต" (ชลันทร ยศบุญเรือง และคณะ, 2556) ผลผลิตทางการเกษตรส่วนใหญ่มักมีโครงสร้างภายในเป็นรูพรุน ซึ่งสามารถแบ่งการอบแห้งได้เป็นสองช่วงคือ ช่วงแรกในขณะที่มีความชื้นสูงอยู่การถ่ายเทความร้อนและมวลระหว่างวัสดุและอากาศเหมือนกับการถ่ายเทความร้อนและมวลที่เกิดขึ้นที่

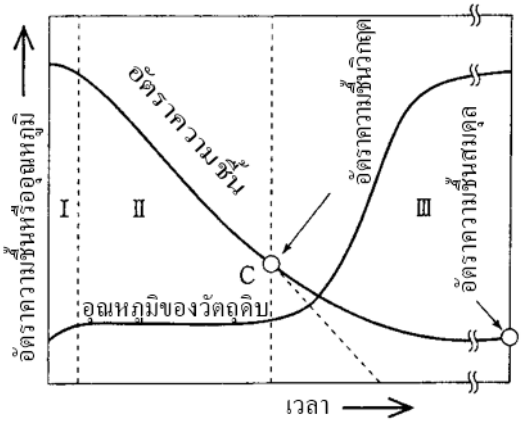
กระเปราะเปียกของเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งการอบแห้งเป็นแบบอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant Drying Rate) ช่วงที่สองคือ ช่วงที่ความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่า ค่าความชื้นวิกฤต การถ่ายเทความร้อนและมวลไม่เกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้นแต่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุด้วยการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในเนื้อวัสดุมายังผิวช้ากว่าการพาความชื้นจากผิววัสดุไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง (Falling Drying Date) (ชลันทร ยศบุญเรือง และคณะ, 2556)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

สภาวะการอบแห้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากการดำเนินงานและการควบคุมสภาวะภายนอกที่สำคัญและมีผลต่ออัตราการอบแห้งวัสดุ ได้อุณหภูมิของลมร้อน ความเร็วของลมร้อนและน้ำหนักของวัสดุอบแห้งต่อหน่วยพื้นที่นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีก

- อุณหภูมิของลมร้อนโดยปกติการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่มีความดันบรรยากาศ อุณหภูมิของการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิในกรณีดังกล่าวถือว่าเป็นปัจจัยคงที่ในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในขณะอบแห้งถือว่าอุณหภูมิ มีผลต่ออัตราการอบแห้งเป็นอย่างมาก ในกรณีการอบแห้งวัสดุที่มีความเร็วคงที่ อัตราการอบแห้งจะขึ้นอยู่กับผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งของอากาศร้อนเท่านั้น ดังนั้นอัตราการอบแห้งมีค่าสูงเมื่ออุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าสูงและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าต่ำสุดในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่อัตราการอบแห้งจะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศแห้งเท่านั้น ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงวัสดุอบแห้งมีแนวโน้มจะแห้งเร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิในห้องอบแห้งเพิ่มขึ้น

- ความเร็วของลมร้อนจะไม่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอากาศอุณหภูมิและการนำอากาศที่ใช้แล้วมาผสมกับอากาศแวดล้อม แม้ว่าการนำอากาศที่ใช้แล้วมาผสมกับอากาศแวดล้อมทำให้องค์ประกอบและคุณสมบัติของอากาศร้อนเปลี่ยนแปลงไป แต่จะไม่มีผลต่อความเร็วของลมร้อน โดยปกติแล้วในการอบแห้งจะควบคุมให้ความเร็วของลมร้อนคงที่ตลอดช่วงการอบแห้ง ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของลมร้อนจะมีผลต่ออัตราการอบแห้งเนื่องจากความเร็วของลมร้อนจะมีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ดังนั้น ถ้าปัจจัยอื่นๆคงที่การอบแห้งที่ความเร็วลมร้อนสูงจะทำให้อัตราการอบแห้งดีขึ้น (ชลันทร ยศบุญเรือง และคณะ, 2556) อัตราเร็วในการอบกับเส้นกราฟแสดงสมบัติการอบเมื่อนำวัตถุดิบที่จะอบซึ่งเปียกชื้นอย่างเพียงพอถึงผิวหน้ามาแขวนไว้ในกระแสลมร้อน แล้วติดตามตรวจวัดอัตราความชื้นกับอุณหภูมิของวัตถุดิบนั้น โดยทั่วไปจะได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 2.3 ซึ่งกลไกการอบสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะที่มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ (I) ช่วงอุ่นวัตถุดิบ (II) ช่วงอบด้วยอัตราเร็วคงที่ (III) ช่วงอบด้วยอัตราเร็วลดลง



ภาพที่ 2.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราความชื้นกับอุณหภูมิของวัตถุดิบ
ที่มา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

(I) ช่วงอุ่นวัตถุดิบ

ช่วง I เป็นช่วงที่อุณหภูมิของวัตถุดิบจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิตั้งต้น (อุณหภูมิห้อง) จนถึงอุณหภูมิสมดุลที่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการอบ เรียกว่า ช่วงอุ่นวัตถุดิบในกรณีที่วัตถุดิบได้รับความร้อนด้วยการพาความร้อนโดยลมร้อน อุณหภูมิสมดุลนี้จะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะแห้งของลมร้อนนั้น

(II) ช่วงอบด้วยอัตราเร็วคงที่

ในช่วง II วัตถุดิบจะมีอุณหภูมิคงที่ ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ได้รับจะถูกใช้ไปในการระเหยความชื้นเท่านั้น ชั้นของการระเหยจะเกิดที่ผิวหน้าของวัตถุดิบโดยอัตราเร็วในการอบจะมีค่าคงที่ ช่วงนี้เรียกว่า ช่วงอบด้วยอัตราเร็วคงที่ ซึ่งจะดำเนินไปตราบเท่าที่มีความชื้นอิสระให้ระเหยอยู่ที่ผิวหน้าของวัตถุดิบ โดยอัตราความชื้นของวัตถุดิบจะลดลงด้วยอัตราเร็วคงที่

(III) ช่วงอบด้วยอัตราเร็วลดลง

เมื่ออบไปเรื่อยๆ จนปริมาณความชื้นที่ผิวหน้าวัตถุดิบแห้งลงและความชื้นภายในเนื้อวัตถุดิบเริ่มลดลง ความชื้นอิสระภายในตัววัตถุดิบจะซึมขึ้นมาทดแทนให้ทันกับอัตราเร็วในการระเหยที่ผิวหน้า จึงเริ่มเข้าสู่ช่วงที่ III ได้แก่ ช่วงอบด้วยอัตราเร็วลดลง ชั้นของการระเหยจะค่อยๆ เลื่อนลงลึกเข้าไปในเนื้อวัตถุดิบ อุณหภูมิของวัตถุดิบจะเริ่มเข้าใกล้อุณหภูมิของลมร้อนจากบริเวณพื้นผิว ในการอบความร้อนจะต้องเข้าไปถึงภายในเนื้อวัตถุดิบ นอกจากนี้ความร้อนส่วนหนึ่งยังต้องใช้ไปในการให้ความร้อนตัววัตถุดิบเองอีกด้วย อัตราเร็วในการอบจึงค่อยๆ ลดลงตามเวลาที่ผ่านไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

- ความชื้นของลมร้อนจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนอากาศที่ใช้แล้วกับอากาศแวดล้อมและยังขึ้นอยู่กับอัตราการอบที่เวลาใดๆ หากลมร้อนมีความชื้นสูงจะทำให้ความสามารถในการดึงน้ำในวัสดุอบแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของลมร้อนลดลง นั่นคืออัตราการอบแห้งจะลดลงด้วยและในทางทฤษฎีสามารถที่จะควบคุมความชื้นของลมร้อนได้โดยการควบคุมการผสมอากาศที่ใช้แล้วกับอากาศแวดล้อม ซึ่งหากเพิ่มการผสมอากาศที่ใช้แล้วกับอากาศแวดล้อมมากขึ้นเท่าใดอัตราการอบแห้งจะ

ลดลงมากขึ้นเท่านั้น ส่วนในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถควบคุมการผสมอากาศที่ใช้แล้วกับอากาศแวดล้อมได้แน่นอน และวิธีที่นิยมทดลองกัน คือการลองผิดลองถูกหรือหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น อัตราการอบแห้งขณะใดขณะหนึ่งและสัดส่วนการผสมของอากาศที่ใช้กับอากาศแวดล้อม โดยการสมดุลมวลสาร (ชลันทร ยศบุญเรือง และคณะ, 2556) ในการแสดงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในวัตถุดิบ จะสามารถแสดงได้ด้วยปริมาณน้ำต่อปริมาณมวลรวมเปียก (ค่า wet base) หรือปริมาณน้ำต่อปริมาณวัตถุดิบแห้ง (ค่า dry base) ในขณะที่อบมวลรวมจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย เมื่อคำนวณความชื้นแบบ wet basis จะทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการคำนวณทางอุตสาหกรรมจะใช้ค่าความชื้นที่คำนวณแบบ dry basis ซึ่งมวลแห้งเป็นฐานในการคำนวณ เนื่องจากมวลแห้งนี้มีค่าคงที่ตลอดการอบ จึงมีความสะดวกมากกว่า ถ้าให้ความชื้นที่ wet basis เท่ากับ ω_w และให้ความชื้นที่ dry basis เท่ากับ ω_d แล้ว ค่าทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้

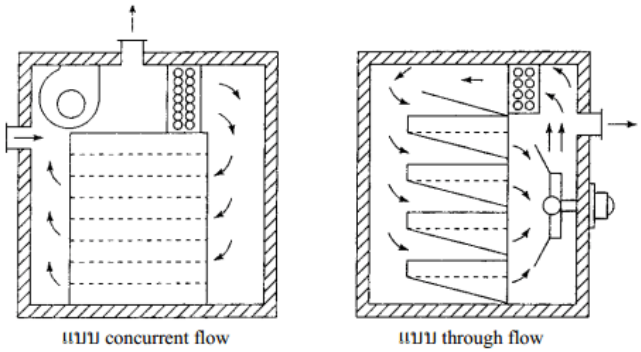
$$\omega_w = [\text{Kg-น้ำ/Kg-วัตถุดิบเปียก}]$$
$$\omega_d = [\text{ Kg-น้ำ/Kg-วัตถุดิบแห้ง }]$$

- น้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยพื้นที่หรือความหนาของชิ้นวัสดุในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ผิววัสดุเท่านั้น ดังนั้นความหนาของวัสดุไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ในช่วงนี้เลยแต่เมื่อถึงอัตราการอบแห้งลดลงการแพร่ของน้ำจากภายในสู่พื้นผิวของวัสดุซึ่งเกิดการระเหยจะเป็นตัวควบคุมอัตราการอบแห้ง ในช่วงนี้การเพิ่มความหนาของวัสดุจะทำให้อัตราการอบแห้งลดลง ดังนั้นต้องมีการกำหนดความหนาของชิ้นวัสดุที่เหมาะสม

- ปัจจัยอื่นๆ นอกจากอุณหภูมิของลมร้อน ความชื้นของลมร้อน ความชื้นของลมร้อนและความหนาของชิ้นวัสดุอบแห้งแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการอบแห้ง เช่น การวางตำแหน่งถาดของวัสดุอบแห้ง ขนาดของชิ้นวัสดุอบแห้งธรรมชาติของวัสดุอบแห้งแต่ล่ะชนิดนั้น ๆ รูปทรงทรงลักษณะโครงสร้างของวัสดุอบแห้ง เป็นต้น (ชลันทร ยศบุญเรือง และคณะ, 2556)

2.2.3 ตู้อบแบบถาด (tray dryer)

ตู้อบแบบนี้ จะนำวัตถุดิบวางไว้ในถาด ตะแกรง หรือแผ่นที่มีรูพรุน แล้วเป่าลมร้อนขนานไปกับผิวหน้าวัตถุดิบ หรือเป่าตั้งฉากกับก้นถาดที่ยอมให้ลมผ่านได้ ลมร้อนจะผ่านเข้าไปในชั้นวัตถุดิบ เนื่องจากจะใช้ลมร้อนที่มีความเร็วไม่สูงวัตถุดิบจึงยังอยู่นิ่ง ไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกใดๆ ไม่เกิดความเสียหายจากการแตกหัก ตู้อบแบบนี้จะทำงานแบบกะ (batch) จึงเหมาะกับวัตถุดิบที่ต้องการอบด้วยการควบคุมภายใต้เงื่อนไขการอบเข้มงวด หรืออบวัตถุดิบหลายๆ ชนิดแต่จำนวนน้อยๆ หรือใช้กับการควบคุมแบบโปรแกรมซึ่งค่อยๆ ปรับอุณหภูมิไปตามความเหมาะสม ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของ tray dryer ((กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)



ภาพที่ 2.4 เครื่องอบ tray dryer
ที่มา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2548)

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Goncalves *et al*. (2009) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสีของผักน้ำที่ผ่านการลวกเปรียบเทียบกับผักน้ำสด โดยนำผักน้ำสดมาล้างน้ำและลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที ทำให้เย็นและแห้งทันที ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 พารามิเตอร์ที่แสดงคุณภาพของผักน้ำสดและผักน้ำหลังการแช่แข็ง (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

พารามิเตอร์คุณภาพ		ผักน้ำสด	ผักน้ำแช่แข็ง
เปอร์ออกไซด์ (U/g min x 10^6)		460.44 ± 83.71[a]	68.67 ± 14.55[b]
สี	L_H	22.17 ± 0.08[a]	24.63 ± 0.39[b]
	a_H	5.17 ± 0.24[a]	8.72 ± 0.26[b]
	b_H	6.98 ± 0.21[a]	9.14 ± 0.26[b]
คลอโรฟิลล์ (mg/100 g)	คลอโรฟิลล์ a	117.59 ± 12.56[a]	75.26 ± 6.23[b]
	คลอโรฟิลล์ b	22.61 ± 3.60[a]	16.73 ± 3.15[b]
	คลอโรฟิลล์ทั้งหมด	140.21 ± 16.23[a]	92.34 ± 17.86[b]

พารามิเตอร์คุณภาพ		ผักน้ำสด	ผักน้ำแช่แข็ง
วิตามินซี (mg/100g)	กรดแอสคอร์บิค (AA)	36.75 ± 2.11[a]	40.57 ± 2.07[a]
	Dehydroascorbic acid (DHAA)	28.08 ± 4.47[a]	16.72± 0.28[b]
	กรดแอสคอร์บิคทั้งหมด	64.83 ± 7.84[a]	57.30 ± 2.27[a]

ที่มา (Goncalves *et al*., 2009)

จากตารางที่ 2.3 พบว่าสีของผักน้ำที่ผ่านการลวกแตกต่างจากผักน้ำสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ผักน้ำที่ผ่านการลวกมีความสว่างและเข้มข้น (a_H เป็น -) มีค่าสีเหลืองมากกว่าผักน้ำสด (b_Hเป็น +) การเปลี่ยนแปลงของสีเกิดจากกระบวนการลวกทำให้ค่าสี L_H, a_H, และ b_H มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 11 69 และ 31 ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ a และคลอโรฟิลล์ b ในผักน้ำที่ผ่านการลวกมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (ร้อยละ 34) เมื่อเปรียบเทียบกับผักน้ำสด โดยพบโคโรฟิลล์ a และ b ในผักน้ำสด 117.59±12.59 และ 22.61±3.60 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ a จะลดลงมากกว่าคลอโรฟิลล์ b (ร้อยละ 36 และร้อยละ 26) เมื่อพิจารณาผลของการลวกผักน้ำต่อปริมาณวิตามินซีทั้งหมด พบว่า ผักน้ำสดมีปริมาณวิตามินสูง และมากกว่าผักสดหลายชนิด เช่น ถั่ว (31-26 มิลลิกรัม/100 กรัม) ถั่วฝักยาว (26-10 มก./100 กรัม) แครอท (4 มก./100 กรัม) ผักโขม (31-22 มก./100 กรัม) และมะเขือเทศ (14 มก./100 กรัม) ยกเว้นบร็อกโคลี่ (97-77 มก./100 กรัม) (Giannakourou and Taoukis, 2003; Lee and kader, 2000

จิราภัทร โอทอง และคณะ (2556) ศึกษาการพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและศึกษาสมบัติด้านเคมีกายภาพฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาย่านางล้วนชาย่านางผสมดอกเก๊กฮวยและชาย่านางผสมใบเตยในสัดส่วน 7:1 โดยวิธีการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงพบว่าชาย่านางที่พัฒนามีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน aw อยู่ที่ 0.40-0.50 และ pH มีค่า 5.32-5.67 ค่า a* ของชาย่านางผสมใบเตยมีค่าเป็นสีเขียวมากกว่าชนิดอื่นค่าสีของน้ำชา (L*,a*,b*) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric Reducing Ability Power (FRAP), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำชาย่านางทั้ง 3 สูตรแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยอยู่ในช่วง 2.30-3.11, 6.34-6.60 mg TE/100 mL และ 0.72-1.39 mg GAE/100 mL ตามลำดับเมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำชาทั้ง 3 สูตรพบว่ามีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกันส่วนคะแนนความชอบด้านอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางศึกษาการพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและศึกษาสมบัติด้านเคมี

กายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาย่านางล้วน ชาย่านางผสมดอกเก๊กฮวยและชาย่านางผสมใบเตยในสัดส่วน 7:1 พบว่าชาย่านางที่พัฒนามีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน aw อยู่ที่ 0.40-0.50 และpH มีค่า 5.32-5.67 ค่า a* ของชาย่านางผสมใบเตยมีค่าเป็นสีเขียวมากกว่าชนิดอื่น ค่าสีของน้ำชา (L*,a*,b*) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric Reducing AbilityPower (FRAP), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำชาย่านางทั้ง 3 สูตรแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 2.30-3.11,6.34-6.60 mg TE/100mL และ 0.72-1.39 mg GAE/100 mL ตามลำดับ เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำชาทั้ง 3 สูตร พบว่ามีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกัน ส่วนคะแนนความชอบด้านอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

สมบัติด้านเคมีกายภาพของชาสมุนไพรย่านางที่พัฒนาชาสมุนไพรย่านางทั้ง 3 สูตรที่พัฒนา (ใบ) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.47-4.34 (ตารางที่ 2.4) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของสำนักงานอาหารและยา คือ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก (สำนักงานอาหารและยา, 2549) ชาสมุนไพรย่านางแต่ละชนิดมีความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยชาย่านางผสมเก๊กฮวยมีปริมาณความชื้นต่ำสุด ส่วนค่า ปริมาณน้ำอิสระพบว่าชาย่านางผสมใบเตยมีค่า aw สูงสุด เท่ากับ 0.50+0.00 สูงกว่าชาย่านางล้วนและชาย่านางผสมเก๊กฮวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2.4) มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น โดยย่านางผสมใบเตยที่มีปริมาณความชื้นสูงสุด มีค่า ปริมาณน้ำอิสระสูงด้วย โดยค่า ปริมาณน้ำอิสระของชาสมุนไพรย่านางทั้ง 3 ชนิดนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.50-0.40 ซึ่งเป็นค่า aw ที่ต่ำแสดงว่ามีปริมาณน้ำอิสระน้อย ทำให้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญได้ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, มปป.) ซึ่งจะช่วยในการเก็บรักษา ค่าสีของชาสมุนไพรทั้ง 3 สูตร (ใบ) มีความใกล้เคียงกัน คือ มีค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของชาสมุนไพรทั้ง 3 สูตรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2.4) ส่วนค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) พบว่าชาสมุนไพรย่านางและชาสมุนไพรย่านางผสมเก๊กฮวยมีค่าเป็นบวกซึ่งแสดงค่าความเป็นสีแดง ส่วนชาสมุนไพรย่านางผสมใบเตยมีค่าลบซึ่งแสดงค่าความเป็นสีเขียวซึ่งน่าจะเป็นสีเขียวที่ได้จากใบเตย

ตารางที่ 2.4 ศึกษาความชื้น ปริมาณน้ำอิสระและสีของชาจากสมุนไพรย่านาง

ตัวอย่าง	ความชื้น%	ปริมาณน้ำอิสระ (%)	สี		
			L^{*ns}	a^{*ns}	b^{*ns}
ย่านาง	4.09±0.08[b]	0.40±0.01[b]	27.43±0.57	0.57±0.30	12.64±0.33
ย่านางผสมเก๊กฮวย	3.47±0.07[c]	0.40±0.00[b]	27.67±0.29	0.52±0.14	11.93±1.00
ย่านางผสมใบเตย	4.34±0.03[a]	0.50±0.00[a]	28.54±1.03	0.59±023	12.77±0.46

ที่มา (จิราภัทร โอทอง และคณะ, 2556)

เมื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำชาจากชาสมุนไพรย่านางทั้ง 3 สูตร พบว่า pH ของน้ำชาเป็นกรดอ่อนๆ คือ มี pH อยู่ในช่วง 5.32-5.67 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2.5) โดยน้ำสมุนไพรย่านางผสมใบเตยมีค่า pH สูงที่สุด ส่วนค่าสีของน้ำสมุนไพรย่านางที่พัฒนาทั้ง 3 สูตรนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2.5) โดยมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 52.30-52.95 มีค่าความเป็นสีเขียว (-a*) อยู่ในช่วง 0.06-0.12 และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 0.65-1.36

ตารางที่ 2.5 ศึกษา pH และค่าสีในน้ำจากชาสมุนไพรย่านาง

ตัวอย่าง	pH	สี		
		L^{*ns}	a*	b^{*ns}
ย่านาง	5.53.±0.01[b]	52.30±0.48	-0.06±0.06[b]	1.36±0.55[a]
ย่านางผสมเก๊กฮวย	5.32±0.01[c]	52.95±0.25	-0.11±0.06[a]	0.65±0.34[b]
ย่านางผสมใบเตย	5.67±0.02[a]	52.9±10.65	-0.12±0.12[a]	0.87±0.39[b]

ที่มา (จิราภัทร โอทอง และคณะ, 2556)

เอกชัย เดชเรืองศรี และคณะ (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องดื่มชาใบหม่อนพร้อมดื่มที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดฟลาโวนอยด์ลงไปในชาใบหม่อนอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 ชั่วโมง พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มี

ความสนใจผลิตภัณฑ์ร้อยละ 71.26 จากนั้นศึกษาประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลสารสกัดฟลาโวนอยด์พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไมโครแคปซูลที่วัดด้วยวิธี DPPH มีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระ 18.11 มิลลิโมลโทรลอกซ์ต่อกรัมของไมโครแคปซูลและการวัดด้วยวิธี FRAP พบว่าไมโครแคปซูลมีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระ 30.79 มิลลิโมลโทรลอกซ์ต่อกรัมของไมโครแคปซูล มีค่าการละลายที่ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ถึง 97.68% เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระของชาใบหม่อนทั่วไปชาใบหม่อนที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดจากใบหม่อนกับชาเขียวทั่วไปพบว่าชาใบหม่อนที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดจากใบหม่อนเพิ่มลงไปมีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

สุนันทา คะเนนอก (2556) ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพศึกษาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพในด้านประสาทสัมผัสและเพื่อศึกษาการยอมรับชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยทดสอบการยอมรับจากนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาจำนวน 30 คนโดยใช้แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วิธี 9-Point Hedonic scale ผลการศึกษาการผลิตชาเปลือกกล้วยน้ำว้าพบว่ากล้วยน้ำว้าห้ามอายุ 3 วันหลังจากตัดกล้วยดิบจะมีรสฝาดเล็กน้อยเมื่อนำมาผลิตชาจะได้ผงชาสีน้ำตาลอ่อนกล้วยน้ำว้าสุกมีรสหวานสีน้ำตาลอ่อนเหมาะสมกับการผลิตชาผู้วิจัยจึงเลือกเปลือกกล้วยที่ตัดมาแล้ว 3 วันมาทำการอบในอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงโดยเปลือกกล้วยมีลักษณะแห้งและน้ำหนักเบาเมื่อคำนวณหาค่าความชื้นให้มีความชื้นร้อยละ 10 ของน้ำหนักผลการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรผงชาเปลือกกล้วย 2 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด (ด้านสี 5.10±1.062 ด้านกลิ่น5.17±1.147 ด้านรสชาติ 4.93±1.258 ด้านเนื้อสัมผัส 4.80±1.448 และความชอบโดยรวม 4.90±1.185) ผู้วิจัยพัฒนาชาเปลือกกล้วยเสริมสมุนไพร 3 ชนิดคือ ตะไคร้เก๊กฮวยและใบเตยหอมพบว่าผู้บริโภคยอมรับชาเปลือกกล้วยสูตรมาตรฐานกับชาเปลือกกล้วยเสริมกลิ่นสมุนไพรตะไคร้สูงที่สุด (ด้านสี 5.80±0.997 ด้านกลิ่น 5.97±0.964 ด้านรสชาติ 5.93±1.081 ด้านเนื้อสัมผัส 5.87±1.074 และความชอบโดยรวม 6.13±1.008)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

1. ผักน้ำเบตง (*Nasturtium officinale)* จากอำเภอเบตง จังหวัดยะลา
2. น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำชาจากผักน้ำเบตง

1. เครื่องปั่นไฟฟ้า ยี่ห้อ Tefal รุ่น BE-122
2. หม้อ
3. ถ้วย
4. กะละมัง
5. ช้อน
6. หม้อ
7. มีด
8. เตาแก๊ส
9. ตะแกรง
10. ถาดอลูมิเนียม

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง Color flex รุ่น hunter lab: 1471 ประเทศสหรัฐอเมริกา

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

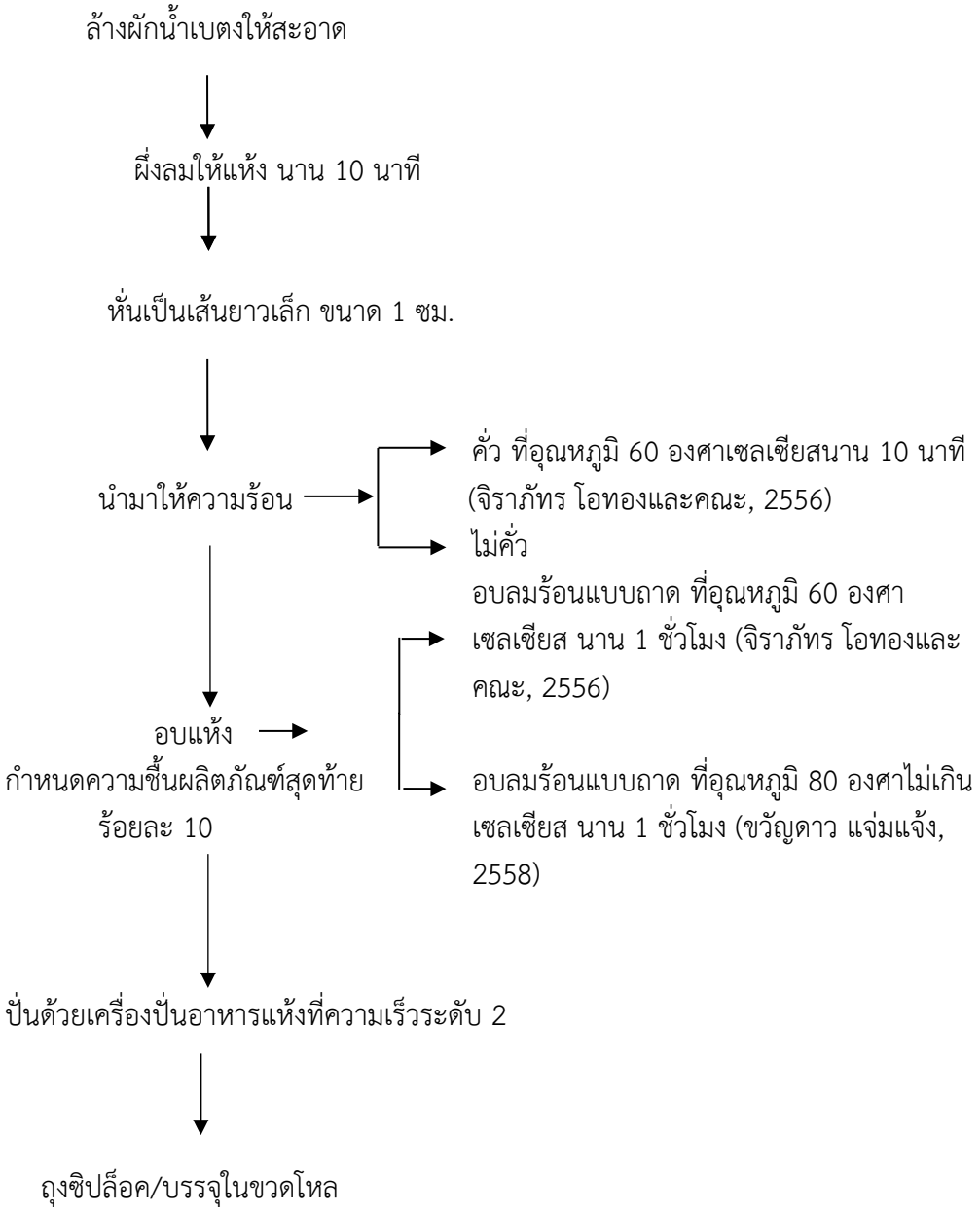
1. ตู้อบลมร้อน ตรา WTE BINDER บริษัท MMM Medcenter Einrichtungen GmbH ประเทศเยอรมัน
2. เตาเผาไฟฟ้า BINDDER รุ่น 785332 บริษัท MMM Medcenter Einrichtungen GmbH ประเทศเยอรมัน
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S บริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
4. เทอร์โมมิเตอร์

3.3 ขั้นตอนและวิธีการ

3.3.1 ขั้นตอนการผลิตชาจากผักน้ำเบตง

ศึกษาวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง โดยนำผักน้ำจากอำเภอเบตง จังหวัดยะลา บรรจุในถุงเย็นชนิด PE และเก็บในลังโฟม ควบคุมอุณหภูมิ ≤10 องศาเซลเซียสตลอดการขนส่ง ทำการผลิตชา

โดยนำผักน้ำเบตงมาล้างน้ำผ่านให้สะอาด 3 ครั้ง สะเด็ดน้ำโดยใช้ตะแกรงอลูมิเนียม เป็นเวลา 5 นาที แยกใบและก้านออกจากกัน นำ เฉพาะส่วนใบมาผลิตชา โดยวิธีคั่วและอบด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด ควบคุมลมร้อนที่ระดับ 1200 วัตต์ ศึกษากรรมวิธีการผลิตชา 4 วิธีดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 วิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง
ที่มา (*จิราภัทร โอทองและคณะ, 2556)
(*ขวัญดาว แจ่มแจ้ง, 2558)

กระบวนการผลิตชาจากผักน้ำเบตง วางแผนการทดลองแบบ Factorial Design 2x2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการผลิต 4 ปัจจัย ได้แก่ การคั่ว และไม่คั่วผักน้ำเบตงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และการอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และอบด้วยอบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรรมวิธีผลิตชาจากผักน้ำเบตง

วิธีการผลิต	กรรมวิธีการผลิต
1	คั่ว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
2	ไม่คั่ว อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
3	คั่ว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง
4	ไม่คั่ว อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

ที่มา (*จิราภัทร โอทองและคณะ, 2556)

(*ขวัญดาว แจ่มแจ้ง, 2558)

ชาจากผักน้ำเบตงที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 4 วิธี นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 5 วินาที ชั่งน้ำหนัก 2 กรัม บรรจุในซองชาเยื่อกระดาษและเก็บในขวดแก้วโหลสูญญากาศ เพื่อป้องกันแสงและอากาศ การเตรียมน้ำชาตามวิธีของ จิราภัทร โอทองและคณะ (2556) โดยการนำชาผง 2 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส น้ำชาที่ได้จาก 4 วิธี นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ควบคุมอุณหภูมิของน้ำชาสำหรับเสริฟที่ 80±5 องศาเซลเซียส โดยการรินชาลงในถ้วยชากระเบื้อง เตรียมน้ำสะอาดเพื่อใช้กลั้วปากระหว่างทดสอบตัวอย่างที่แตกต่างกัน การทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ ความฝาด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

3.3.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง

นำผลิตภัณฑ์ใบชาจากผักน้ำเบตงที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.1 มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี ดังนี้

3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

-วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง color flex รุ่น hunter lab: 1471

-ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, AOAC 2000)

3.2.2 คุณภาพทางเคมี

-ความชื้น (AOAC, 2000)

- เถ้า (AOAC, 2000)

วางแผนการทดลองแบบ (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Vaviance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

3.3.3 ศึกษาวิธีการชงชา

นำผลิตภัณฑ์ชาผักน้ำเบตงที่ผ่านจากกรรมวิธีการผลิตชาที่ได้รับความชอบรวมสูงสุดในขั้นตอน 3.1 มาศึกษาวิธีชงชา 2 วิธี ดังนี้

3.3.1 ชาผง 2 กรัม ต่อถุง แช่ถุงชาในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ปริมาณ 150 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามวิธีการของ สุนันทา คะเนนอก (2556)

3.3.2 ชาผง 2 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ตามวิธีการของจิราภัทร โอทอง และคณะ (2556)

นำน้ำชาที่ได้จากวิธีการเตรียม 2 วิธีมาทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบใช้วิธี 9-point hedonic scale กำหนดให้คะแนน (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนน ความชอบรวมสูงที่สุด นำมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบแบบจับคู่สิ่งทดลอง (Paired samples T test)

3.3.4 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีในน้ำชาจากผักน้ำเบตง

เตรียมน้ำชาจากผักน้ำเบตง โดยชงชาผักน้ำเบตงด้วยวิธีที่ดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.3 และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีดังนี้

3.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

- วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่อง Color flex รุ่น hunter lab: 1471

3.4.2 คุณภาพทางเคมี

- ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Schott รุ่น G0842, Switzerland
- ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดซิตริก) ตามวิธีการของ AOAC (1995)
- ตรวจสอบแทนนินในน้ำชา ตามวิธีการของ ศรินรัตน์ ฉัตรธีระนันท์ และคณะ (2556) โดยชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ กรอง หยดสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl3) 2-3 หยด ลง ไปในของเหลวผลกรอง หากปรากฏสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าพบแทนนิน

วางแผนการทดสอบแบบ (Complete Randomized Design, CRD) โดยปัจจัยในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและ ทางเคมีในน้ำชาจากผักน้ำเบตง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนผู้บริโภค (Analysis of Vaviance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการทดลองโดยใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาวิธีพื้นฐานของการผลิตชาจากผักน้ำเบตง

ศึกษาวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตงโดยนำผักน้ำเบตงสด จากอำเภอเบตง จังหวัดยะลา บรรจุในถุงเย็นแบบสูญญากาศ ควบคุมอุณหภูมิ ≤10 องศาเซลเซียสตลอดการขนส่ง ผลิตชาโดยวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อน (ตารางที่ 3.1) ผลิตภัณฑ์ชาที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.1 ชาที่ได้จากการผลิตทั้ง 4 วิธี ถูกเก็บในขวดแก้วสูญญากาศและ นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ ความฝาด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยคะแนน 1หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุดผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1

จากการผลิตชาจากผักน้ำเบตง ด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าลักษณะของใบชาที่ได้จากวิธีทั้ง 4 มีสีเขียวมะกอกจนมีสีดำ ทั้งนี้อยู่กับกรรมวิธีการผลิต ดังแสดงดังภาพที่ 4.1

วิธีที่ 1 คั่วและอบที่ 60 °C | วิธีที่ 2 ไม่คั่วและอบที่ 60 °C | วิธีที่ 3 คั่วและอบที่ 80 °C | วิธีที่ 4 ไม่คั่วและอบ 80 °C

ภาพที่ 4.1 ชาที่ได้จากกรรมวิธีการอบแห้ง ทั้ง 4 วิธี

นำใบชาจากผักน้ำเบตงมาเตรียมเป็นน้ำชาตามวิธีของ จิราภัทร โอทอง และคณะ (2556) จะได้น้ำชาผักน้ำเบตงดังภาพที่ 4.2 ลักษณะของน้ำชาในผักน้ำเบตงมีสีแดงอ่อนจนถึงสีแดงเข้ม

วิธีที่ 1 | วิธีที่ 2 | วิธีที่ 3 | วิธีที่ 4

ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตงที่ได้จาก 4 วิธี

จากนั้นนำน้ำชาจากผักน้ำเบตง มาทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความฝาด และความชอบรวม ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวิธีพื้นฐานทั้ง 4 วิธี

วิธี	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความฝาด^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
1	6.63±1.62	6.30±1.84	5.83±1.98	5.26±1.68^{ab}	5.43±1.83	5.90±1.74
2	6.53±1.59	6.76±1.10	6.10±1.74	4.63±2.15^{b}	5.16±2.11	5.76±1.88
3	6.13±1.47	6.33±1.29	5.93±1.63	4.93±1.79^{b}	4.96±1.99	5.70±1.70
4	6.53±1.25	6.36±1.15	6.06±1.50	6.03±1.67^{a}	5.73±1.46	6.03±1.86

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$)

ns ความไม่แตกต่างกัน

การผลิตชาจากผักน้ำเบตงทั้ง 4 วิธี คือ

1. คั่ว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาทีและ อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

2. ไม่คั่ว อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

3. คั่ว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสระยะเวลา 10 นาที อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

4. ไม่คั่ว อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความฝาด และความชอบรวม ของ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นด้านรสชาติ โดยผู้ทดสอบให้คะแนนรสชาติของน้ำชาที่ผลิตจาก วิธีที่ 4 มากที่สุดคือ ชาที่ไม่ผ่านการคั่วและผ่านการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองแต่ละลักษณะมีดังนี้

- ลักษณะปรากฏ พบว่า น้ำชาจากผักน้ำเบตงมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางด้านสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งกรรมวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตงด้วยตู้อบลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีคะแนนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้และกรรมวิธีการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน

- สี พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และมีแนวโน้มว่าชาผักน้ำเบตงสูตรพื้นฐานที่ใช้การอบลมร้อนระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมงมีคะแนนความชอบด้านสีสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.76± 1.10 จะได้ผลิตภัณฑ์น้ำชาที่มีสีเหลืองน้ำตาล

- กลิ่น ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยพบว่า ชาผักน้ำเบตงสูตรพื้นฐานที่ใช้เตาอบลมร้อนระดับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมงมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.06± 1.50

- รสชาติ กรรมวิธีการผลิตชาจากผักน้ำเบตง จากวิธีที่ 4 คือ ผักน้ำเบตงที่ไม่ผ่านการคั่ว และอบด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จะให้ชาที่มีรสชาติที่ดี และมีรสฝาดเล็กน้อย เนื่องจาก ชาที่ไม่ผ่านการคั่ว ยังคงมีปริมาณเทนนินอยู่ ซึ่งสารเทนนินเป็นสารที่ให้รสฝาดในผลิตภัณฑ์ชา (ประกร รวมกุล, 2553) โดยผักน้ำเป็นพืชในตระกูลกะหล่ำ เช่นบล็อกโคลี่ จากงานวิจัยของ จักรี ทองเรือง (2544) รายงานว่าพบเทนนินในบล็อกโคลี่ที่ผ่านการออกซิไดซ์ เท่ากับ 22.27 mg GAE/g DW ดังนั้น ชาจากผักน้ำเบตงที่ผลิตจากวิธีที่ 4 จึงให้รสชาติของชาที่เป็นธรรมชาติ และได้รับคะแนนด้านรสชาติสูงสุดที่ระดับ 6.03±1.67

- ความชอบรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนคุณลักษณะด้านความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาพบว่ากรรมวิธีการผลิตด้วยเตาอบลมร้อน ที่ระดับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดที่ระดับ 6.03±1.67

ดั้งนั้นจึงสรุปได้ว่า วิธีการผลิตชา ที่ดีที่สุด และ ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด คือชาที่ไม่ผ่านการคั่ว ผ่านการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง จากกรรมวิธีการผลิตที่ 4 จากนั้นจึงนำชาดังกล่าว มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ในขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของใบชา ได้แก่ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระและการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพ ปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพทางเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง

การตรวจสอบ		**ใบชาจากผักน้ำเบตง**
	คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	L*	22.09±0.22
	a*	-2.70±0.12
	b*	4.45±0.15

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)คุณภาพทางกายภาพ ปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพทางเคมีของใบชาจากผักน้ำเบตง

คุณภาพทางเคมี	ร้อยละ
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.63±0.01
ปริมาณความชื้น	9.37
ปริมาณเถ้า	8.38

4.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีของใบชา

ใบชาจากผักน้ำเบตงมี ค่า L* มีค่าเท่ากับ 22.09±0.22 ค่า a* เท่ากับ -2.70±0.12 และค่า b*เท่ากับ 4.45±0.15 โดยการวัดค่าสี ในรูปแบบ L^* ,a^* , b^* ซึ่ง L^*หมายถึง ค่าความสว่างที่ 0 คือ สว่างน้อย และ 100 คือ สว่างมาก ส่วนค่า a^* หมายถึง ค่าสีแดง (a^*เป็นบวก) สีเขียว (a^* เป็นลบ) และ b^* หมายถึง ค่าสีเหลือง (b^* เป็นบวก) สีน้ำเงิน (b^* เป็นลบ) และมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 0.63

- ค่า L^*

ค่า L^* เป็นค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่เริ่มจากสีขาวที่มีค่า L^* เท่ากับ 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่า เท่ากับ 0 ผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตงของสูตรพื้นฐานมีค่า L^* ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.09 ± 0.22

- ค่า a^*

ค่า a^*หากเป็นบวกเป็นค่าสีแดงและหากค่าa^*เป็นลบ เป็นค่าสีเขียว ผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตงของสูตรพื้นฐานมีค่า a^* ค่าเฉลี่ยเท่ากับ –2.70 ± 0.12

- ค่า b^*

ค่า b^* หากค่า b^* เป็นบวก เป็นค่าของสีเหลือง และค่า b^* เป็นลบ เป็นค่าของสีน้ำเงิน จากการวิเคราะห์ค่าสีในใบชาจากผักน้ำเบตงของสูตรพื้นฐานมีค่า b^* ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ± 0.15

- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ ในใบชาที่ผลิตจากชาผักน้ำเบตง พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.63 ซึ่งค่า a_w จะแปรผันตามปริมาณความชื้นในอาหาร อย่างไรก็ตามจะพบว่าทุกชุดการทดลองค่า a_w อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดค่า Aw ไม่เกิน 0.6 (ผลิตภัณฑ์ชุมชน-ชา, 2558) ดังนั้นอาหารที่มีค่า a_w อยู่ในช่วงดังกล่าว จุลินทรีย์โดยเฉพาะก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ รวมทั้งสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเคมีต่างๆที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพและไม่ปลอดภัย

4.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีของใบชา

- ความชื้น

จากการวิเคราะห์หาความชื้น ในผลิตภัณฑ์ใบชาจากผักน้ำเบตง พบว่า ความชื้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.37 ซึ่งเป็นไปตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข-ชาสมุนไพร (2547) ที่ระบุว่าต้องมีค่าสีและกลิ่นตามธรรมชาติของชานั้นๆ โดยต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

- เถ้า

จากการวิเคราะห์หาเถ้าในผลิตภัณฑ์ใบชาจากผักน้ำเบตง ที่ผลิตโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมงพบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 8.38 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเมื่อนำมาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ชาผงสำเร็จรูปแห้งเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 20 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข-ชา, 2543)

4.3 ผลการศึกษาวิธีการชงชาที่เหมาะสมในการผลิตชาจากผักน้ำเบตง

ชาจากผักน้ำเบตงที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ได้รับความชอบรวมสูงสุดในขั้นตอนที่ 4.1 นำมาศึกษาวิธีการชงชา 2 วิธี คือ 1. ชาผง 2 กรัม ต่อถุง แช่ถุงชาในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ต่อน้ำ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร (สุนันทา คะเนนอก, 2556) 2. ชาผง 2 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (จิราภัทร โอทอง และคณะ, 2556) โดยนำน้ำชาที่ได้จากวิธีการเตรียม 2 วิธี มาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏกลิ่น สี รสชาติ ความฝาด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาทั้ง 2 วิธี

วิธีการชง	**คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส**					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	**สี**^{ns}	**กลิ่น**^{ns}	**รสชาติ**^{ns}	**ความฝาด**^{ns}	**ความชอบรวม**^{ns}
1	6.90±0.84^{b}	6.96±0.76^{b}	6.66±1.06	6.80±1.09	6.63±1.09	6.96±0.96
2	7.53±0.86^{a}	7.43±1.00^{a}	6.76±1.04	6.70±1.14	6.30±1.51	6.73±1.11

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$)

ns ความไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาวิธีการชงชา พบว่าคะแนนด้าน กลิ่น รสชาติและความฝาดของชาที่ชงจากทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนลักษณะปรากฏ สี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยวิธีการชงที่ 2 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ และสี มากกว่าวิธีการชงที่ 1 คือ 7.53±0.86 และ 7.43±1.00 ในขณะที่วิธีที่ 1 ได้คะแนน 6.90±0.84 และ 6.96±0.76 ตามลำดับโดยชาจากผักน้ำเบตงที่นำไปต้มในน้ำเดือดจะทำให้สีของชาที่ได้มีความเข้มกว่า วิธีที่ 1 อาจเนื่องมาจากความร้อน และปริมาณน้ำในการต้มที่แตกต่างกัน ซึ่ง วิธีที่ 2 เป็นการให้ความร้อนสูงโดยตรงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสผลการทดสอบความชอบแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบให้ความสำคัญลักษณะ

ทางด้านลักษะปรากฏ และสีมากกว่าลักษณะด้านอื่นๆ จึงส่งผลให้คะแนนลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านดังกล่าวของน้ำชาที่ผลิตจาก วิธีที่ 2 ได้คะแนนมากกว่าวิธีที่ 1 และคะแนนความชอบรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนับสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ สีจากน้ำชาที่ได้จากวิธีการชงที่ 1 ให้สีเขียว ส่วนสีจากน้ำชาที่ชงด้วยวิธีที่ 2 ให้น้ำตาลอ่อนซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับชาทางการค้า ทั้งนี้เป็นผลจากการให้ความร้อนจากขั้นตอนการอบที่ 80 องศาเซลเซียสและวิธีการชงชาที่ให้ความร้อนโดยตรงผ่านการต้ม (Direct heat)

4.4 ผลตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีในน้ำชาจากผักน้ำเบตง

4.4.1 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพของน้ำชา ที่ได้จากวิธีการชงที่ 2 โดยการวิเคราะห์ค่าสี ได้ผลดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าสี ของผลิตภัณฑ์น้ำชาจากผักน้ำเบตง

ผลิตภัณฑ์	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
น้ำชา	11.73±0.22	0.16±0.01	0.91±0.03

- ค่าสี

จากวิเคราะห์ค่าสี L^*,a^*, b^*ของผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตง โดยค่า L^*หมายถึง ค่าความสว่างที่ 0 คือ สว่างน้อย และ 100 คือ สว่างมาก ส่วนค่า a^*หมายถึง ค่าสีแดง (a^* เป็นบวก) สีเขียว (a^* เป็นลบ) และ b^* หมายถึง ค่าสีเหลือง (b^* เป็นบวก) สีน้ำเงิน (b^* เป็นลบ) พบว่า น้ำชามี ค่า L^* เท่ากับ 11.73 ค่า a^* เท่ากับ 0.16 ค่า b^* เท่ากับ 0.91

4.4.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีของน้ำชา โดยการวิเคราะห์วัดค่า พีเอช และปริมาณกรดทั้งหมด ได้ผลดังตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ใบชาและน้ำชาจากผักน้ำเบตง

องค์ประกอบทางเคมี	การตรวจสอบ/ปริมาณที่พบ
ค่า พีเอช	5.19
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ กรดซิตริก)	0.30
การตรวจสอบแทนนิน	พบ

- ด้านปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอช

จากการวิเคราะห์การหาปริมาณกรดทั้งหมด และพีเอชของผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตงพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.30 ส่วนค่าพีเอช อยู่ในช่วง 5.98 ซึ่งค่าที่ได้มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน มีค่าใกล้เคียงกับการพัฒนาชาสมุนไพรย่านาง พบว่า พีเอชของน้ำชาเป็นกรดอ่อน คือ มี พีเอชอยู่ในช่วง 5.32-5.67 (จิราภัทร โอทอง และคณะ, 2556)

- การตรวจสอบแทนนิน

ผลการตรวจสอบแทนนินในน้ำชา ตามวิธีการของ ศรินรัตน์ ฉัตรธีระนันท์ และคณะ (2556) โดยผลการทดสอบ ปรากฏสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำแสดงว่าตรวจพบแทนนินในผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตง

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิธีพื้นฐานของการผลิตชาจากผักน้ำเบตง 4 วิธีที่แตกต่างกันพบว่าวิธีที่ 4 คือ ผักน้ำเบตงที่ไม่คั่ว อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด คือ เท่ากับ 6.03 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ และความฝาด เท่ากับ 6.53, 6.06, 6.36, 6.03 และ 5.73 ตามลำดับจึงนำชาจากกรรมวิธีผลิตที่ 4 มาศึกษาวิธีการชงชาที่เหมาะสมพบว่า วิธีการชงที่ดีที่สุดจาก 2 วิธี คือ การนำ ชาผง 2 กรัม ต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร มาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อนำชาที่ผลิตได้มาศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ของใบชาจากผักน้ำเบตง พบว่า ค่าสี L^* a^* b^* เท่ากับ 22.09-2.70 และ 4.45 ตามลำดับ ปริมาณน้ำอิสระของใบชา เท่ากับ 0.63 ความชื้น เท่ากับ 9.37 เถ้า เท่ากับ 8.38 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี ของน้ำชาจากผักน้ำเบตงพบว่า น้ำชาจากผักน้ำเบตงมี ค่าสี L^* a^* b^* เท่ากับ 11.73 0.16 และ 0.91 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) เท่ากับ 0.30 และค่าพีเอช เท่ากับ 5.98 และตรวจพบแทนนินในผลิตภัณฑ์ชาจากผักน้ำเบตง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษากระบวนการผลิตชาจากผักน้ำเบตงขั้นต้น ผู้วิจัยยังคงต้องศึกษาวิธีการพัฒนาคุณสมบัติอื่นๆบางประการ เช่น การลดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ การลดรสฝาด การพัฒนาเป็นชาผงสำเร็จรูป และคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางเคมี และชีวภาพ เพื่อพัฒนาคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับในขั้นตอนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กุลยา จันทร์อรุณ. (2551). **ชา**.[On-line]. Available:http://puechkaset.com/. [2559 เมษายน 24].

กระทรวงสาธารณะสุข. (2543). **ชา**. [On-line]. Available: http://taxclinic.mof.go.th./[2559 มิถุนายน12].

กระทรวงสาธารณะสุข. (2547). **ชาสมุนไพร**. [On-line]. Available: http://taxclinic.mof.go.th./[2559 มิถุนายน12].

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2548). *ใน* ตำรา ฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส (ผอส.) ด้านความร้อน. On-line].Available: https://ienergyguru.com/2015/09/drying/ [2559 เมษายน 20].

ขวัญดาว แจ่มแจ้ง. (2558). การผลิตกล้วยน้ำว้าอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน. **วารสารวิทยานิพนธ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, 29 (1),** 87-100.

จักรี ทองเรือง. (2544). **การเชื่อมประสานของแอกโตไมโอซินธรรมชาติโดยการเติมสารสกัดจากใบพืช**สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

จิราภัทร โอทอง จิราภรณ์ ทองตันและ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ .(2556). **การพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.** ภาควิชาคหกรรมศาสตร์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ชลันทร ยศบุญเรืองพจนา มูลฤารัฐพล ป่าคา .(2556). **เครื่องอบแห้งลมร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.** วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

นันท์ชนก นันชะไชย .(2551). **ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ปรากร รวมกุล. (2553). นวัตกรรมตัวดูดซับแทนนิน ในการแยกโลหะจากสารละลาย. **วารสารวิทยานิพนธ์. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, 72** (1), 17-28.

ปรมาภรณ์ เกิดทรัพย์และพิสุทธิ หนักแน่น. (2556). **การพัฒนาสารเคลือบผิวต้านจุลินทรีย์ที่เติมสารสกัดใบหม่อนและใบกระเพราเพื่อการประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา.**วิทยานิพนธ์ สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ.

ศรินรัตน์ ฉัตรธีระนันท และคณะ. (2556). **การทดสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของใบข่อยดำ** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สุนันทา คะเนนอก (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ.**วารสารวิทยานิพนธ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. 7** (2), 45-47.

องอาจ ตัณฑวณิช .(2557). **ผักน้ำเบตง.**[On-line].Available: http://info.matichon.co.th [2559 เมษายน 10].

เอกชัย เดชเรืองศรีและชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล .(2558). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาใบหม่อนพร้อมดื่มที่มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระสูงโดยใช้นวัตกรรมไมโครเอนแคปซูเลชัน.** สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Chen, L., Mohr N. S. & Yang, S. C. (1996). Decrease of plasma and urinary Oxidative metabolites of acetaminophen after consumpition of watercress by human volunteers. **Clinical Pharmacology & Therapeutic, 60** (6), 601-718. อ้างอิงใน อังคณาวงษ์สกุล. (2558). การป้องกันมะเร็งของสาร Isothiocyanates จากพืชตระกูลกะหล่ำ.**วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9** (1), 64-73**.**

Cheng, F.L., Morse, M. A., Eklind, K. I., & Lewis, J. (1992). Quantitation of human uptake of the anticarcinogen phenethyl iso thiocyanate after a watercress meal. Cancer **Epidemiology Biomarkers Prevention,1**(1), 383-388. อ้างอิงใน อังคณาวงษ์สกุล. (2558). การป้องกันมะเร็งของสาร Isothiocyanates จากพืชตระกูลกะหล่ำ. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9**(1), 64-73.

Chung, F. L., Morse, M. A., Eklind, K. I., & Lewis, J. (1992). Quantitation of human uptake of the anti carcinogen phenethyl isothiocyanate after a watercress meal. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention, 1(1),** 383-388.

Eng.sut.ac.th (2558). **การอบแห้ง.** [On-line]. Available:https://ienergyguru.Com/2015/09/drying/. [2560 พฤศจิกายน 14].

Fenwick, G. R., Heaney, R. K., & Mullin, W. J. (1983). Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 18(1)**, 123-201.

Goncalves, M.E., Cruz, S.M.S., Abreu, M., Brandao, S.R.T. and Silva, M.L.C. (2009). Bicchemical and Colour of watercress (Nasturtium of ficinalee R.Br.) duning freezing And frozen storage. **Journal of Food Engineening., 93**, 32-39.

Hecht, S. S. (1997). Approaches to chemoprevention of lung cancer based on carcinogens in tobacco smoke, **Environmental Health Perspectives, 4** (1), 955-963. อ้างอิงใน อังคณาวงษ์สกุล. (2558). การป้องกันมะเร็งของสาร Isothiocyanates จากพืชตระกูลกะหล่ำ. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9** (1), 64-73**.**

International Agency for research on Cancer. (2004). **Cruciferous vegetables, isothiocyanates and indoles**. IARC Press. Oxford University. UK.

Lindel, T., Brauchle, L., Gols., G., &Bohrer, P. (2007). Total synthesis of Flustramine via dimethylallyl rearrangement. **Oraganic Letters, 9 (3),** 283-286. อ้างอิงใน อังคณาวงษ์สกุล. (2558). การป้องกันมะเร็งของสาร Isothiocyanatesจากพืชตระกูลกะหล่ำ. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9** (1), 64-73.

Stoner, G. D., Morrissey, D. T., Heur, Y. H., Daniel, E. M., Galati, A. j., & Wagner, S. A. (1991). Inhibitory effects of phenethylisothiocyanate on N- nitrosobenzyl methylamine carcinogenesis in the rat esophagus, **Cancer Reasearch, 51** (3), 2063-2068. อ้างอิงใน อังคณาวงษ์สกุล. (2558). การป้องกัน มะเร็งของสาร Isothiocyanatesจากพืชตระกูลกะหล่ำ. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิส เทิร์นเอเชียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9** (1), 64-73.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ก. 1 การวัดค่าสี

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าสี (C0lour) ตรา Aqualab รุ่น S 360090
2. ทำการ Calibration

- วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญญาลักษณ์ (ฟ้าแลบ)
- วางแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับว่างตัวอย่าง แล้วกดสัญญาลักษณ์ (ฟ้าแลบ)
- หน้าจอเครื่องจะปรากฏ L^*, a^*, b^*

3. วางตัวอย่างในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดปุ่มสัญญาลักษณ์ (ฟ้าแลบ)
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ก. 2 การวัดค่าวอเตอร์-แอกติวิตี

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1.เครื่องวัด Water Activity; a_w

2. ตลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการ

1. รินตัวอย่างใส่ในตลับพลาสติก ร้อยละ 80-90
2. นำตลับใส่ใน Measuring Chamber
3. ปิดฝา Chamber โดยหมุนตามเข็มและปิดฝาครอบ
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี Air Oven Method (A.O.A.C., 2000)

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
2. ถ้วยอะลูมิเนียม (Aluminium can)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยอะลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105±5 องศาเซลเซียส เวลา 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ใส่ลงในโถดูดความชื้น จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วจึงชั่งน้ำหนัก

2. กระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนัก นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง

4. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบและกระทำซ้ำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\% \text{ ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

ข.2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีของ A.O.A.C (1999)

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pHMeter)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง (pHMeter)
3. อ่านค่าและบันทึกผล

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก โดยวิธีของ A.O.A.C (2000)

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1. ปิเปต
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ชุดอุปกรณ์การไตเตรท
4. ฟินอล์ฟทาลีน
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซต์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

วิธีการ

1. ดูดตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดฟินอล์ฟทาลีน ลงไป 2-3 หยด
3. ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซต์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ เกิดสีชมพูอ่อน
4. บันทึกปริมาณของด่างมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรท
5. คำนวณปริมาณกรดเป็นร้อยละของ กรดซิตริก กรดมาลิก และทาร์ทาริก โดยใช้สูตร

วิธีการคำนวณ ร้อยละของกรด = $\frac{(N)\,(V)\,(MW)}{(10)\,(100)} \times (100)$

โดย N = นอร์มอลของด่างที่ใช้

V = ปริมาณด่างที่ใช้ในการไตเตรท(มิลลิลิตร)

10 = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)

100 = คิดเป็นร้อยละ

MW 192 =น้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริก

134 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดมาลิก

75 = น้ำหนักโมเลกุลของกรดทาร์ทาริก

1000 = การเปลียนมิลลิกรัม Eguivalent เป็นกรัม Eguivalent

ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง
2. เตาเผา
3. โถดูดความชื้น (desiccator)

วิธีการ

1. เผาถ้วยกระเบื้อง (Porcelain) ที่แห้งและสะอาดในเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น 30 นาที นำออกจากเตาเผา และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) นำไปชั่งน้ำหนัก

2. ผาถ้วยกระเบื้องซ้ำ ในเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ปิดสวิทซ์ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น 30 นาที นำออกจากเตาเผา และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) นำไปชั่งน้ำหนัก

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องบันทึกน้ำหนักตัวอย่าง

4. นำไปเผาในตู้ดูดควันด้วยไฟอ่อนจนหมดควัน แล้วจึงนำไปเผาต่อ ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5. นำไปเผาต่อในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำออกจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

วิธีการคำนวณ

ปริมาณเถ้าร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$

ภาคผนวก ค ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ชา
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 280) พ.ศ. 2547 เรื่อง ชาสมุนไพร

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543

เรื่อง ชา

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ชา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราช บัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ชา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524

ข้อ 2 ให้ชาเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ชาตามข้อ 2 แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) ชา หมายความว่า ใบ ยอด และก้าน ที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia ที่ทำให้แห้งแล้ว

(2) ชาผงสำเร็จรูป (instant tea) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำของเหลว ซึ่งสกัดมาจากชาและนำมาทำให้เป็นผงกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

(3) ชาปรุงสำเร็จ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชาตาม (1) หรือ (2) มาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้งให้ถือว่าเป็นชา ซึ่งต้องปฏิบัติตามประกาศฉบับนี้ด้วย

ข้อ 4 ชาตามข้อ 3(1) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก

(2) มีเถ้าทั้งหมด (total ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักชาแห้ง

(3) มีเถ้าที่ละลายน้ำได้ (water soluble ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของเถ้าทั้งหมด

(4) มีสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน (hot water extract) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 ของน้ำหนักชาแห้ง

(5) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(6) ไม่ใส่สี

ในกรณีที่ชามีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่น วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 5 ชาตามข้อ 3 (2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) มีเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนักชาผงสำเร็จรูปแห้ง

(3) มีกาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.0 ของน้ำหนัก เว้นแต่ชาผงสำเร็จรูปที่สกัดเอากาเฟอีนออกแล้ว ให้มีกาเฟอีนได้ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(4) ไม่ใส่สี ในกรณีชาผงสำเร็จรูปมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 ชาตามข้อ 3 (3) ชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของชา

(2) ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

(3) น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(4) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรุงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

(5) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*)

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(8) ไม่มียีสต์และเชื้อรา

(9) ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินที่กำหนด ดังต่อไปนี้

(9.1) สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.2) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.3) ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.4) สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.5) เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.6) ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(9.7) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(10) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอชโอ, โค เด็กซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร และฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติมใน

กรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่ง ให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(11) ให้ใช้วัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

(11.1) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

(11.2) กรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัมการใช้วัตถุกันเสียให้ใช้ได้เพียงชนิดหนึ่งชนิดใดตามปริมาณที่กำหนดใน(11.1) หรือ (11.2) ถ้าใช้เกินหนึ่งชนิดต้องมีปริมาณของชนิดที่ใช้รวมกันไม่เกินปริมาณของวัตถุกันเสียชนิดที่กำหนดให้ใช้น้อยที่สุดเมื่อจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียแตกต่างไปจากที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้นต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(12) ในกรณีชาปรุงสำเร็จมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 7 ชาปรุงสำเร็จชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

(2) เมื่อละลายหรือผสมน้ำตามที่กำหนดไว้ในฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 6

ข้อ 8 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 9 การใช้ภาชนะบรรจุชา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ 10 การแสดงฉลากของชา ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

ข้อ 11 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 58 (พ.ศ.2524) เรื่อง ชา ลงวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2524 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าชาที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 8 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 13 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547
เรื่อง ชาสมุนไพร

ด้วยปรากฏว่ามีการนำพืชสมุนไพรมาใช้เป็นอาหารในลักษณะชงดื่มกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้น เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของชาสมุนไพร

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 39 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ชาสมุนไพร เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 2 "ชาสมุนไพร" หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชซึ่งมิได้แปรสภาพ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำ

ข้อ 3 พืชตามข้อ 2 ให้เป็นไปตามรายชื่อในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้ และรายชื่อเพิ่มเติมที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 4 ชาสมุนไพร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศตามกฎหมายว่าด้วยยา ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ ให้มีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก

(2) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(3) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารปนเปื้อน หรือสารเป็นพิษอื่น ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เว้นแต่ดังต่อไปนี้

(3.1) สารหนู	ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.2) แคดเมี่ยม	ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.3) ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.4) ทองแดง	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.5) สังกะสี	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.6) เหล็ก	ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.7) ดีบุก	ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
(3.8) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

(4) ไม่มียาแผนปัจจุบันหรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หรือยาเสพติดให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยการนั้นแล้วแต่กรณี

(5) ไม่ใส่สี

(6) ไม่มีการปรุงแต่งกลิ่น รส ด้วยวัตถุอื่น นอกจากพืชที่ระบุในบัญชีแนบท้ายประกาศตามข้อ 3 หรือใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia

ข้อ 5 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าชาสมุนไพรเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 6 การใช้ภาชนะบรรจุชาสมุนไพร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 7 การแสดงฉลากของชาสมุนไพร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 8 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าชาสมุนไพรที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543 แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 230) พ.ศ.2544 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2544 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้ยื่นจดทะเบียนรายละเอียดของอาหารตามประกาศนี้แล้ว

ข้อ 9 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2547

(ลงชื่อ) สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

(นางสุดารัตน์ เกยุราพันธุ์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 82 ง. ลงวันที่ 26 กรกฎาคม 2547)

รับรองสำเนาถูกต้อง

(นางสาวพัชนี อินทรลักษณ์)
นักวิชาการอาหารและยา 8 ว.

บัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547
เรื่อง ชาสมุนไพร

รายชื่อพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพร มีดังนี้

อันดับที่	ชื่อ	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
1.	ผลมะตูม	Bael Fruit	*Aegle marmelos* (L.) Corr.
2.	ดอกกระเจี๊ยบแดง (กลีบเลี้ยงและริ้วประดับ)	Rosella	*Hibiscus sabdariffa* L.
3.	เหง้าขิง	Ginger	*Zingiber officinale* Roscoe
4.	เหง้าข่า	Galangal	*Alpinia galanga* (L.) Willd
5.	เหง้าและต้นตะไคร้แกง	Lemon Grass	*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf
6.	ใบหม่อน	White Mulberry	*Morus alba* L.
7.	ดอกคำฝอย	Safflower (American Saffron)	*Carthamus tinctorius* L.
8.	ใบบัวบก	Asiatic Pennywort	*Centella asiatica* (L.) Urban
9.	ใบเตยหอม	Pandanus	*Pandanus amaryllifolins* Roxb.
10.	ดอกเก๊กฮวย	Chrysanthemum	*Chrysanthemum indicum* L.
11.	ผลหล่อฮังก้วย	Luo Han Gua	*Momordica grosvenori* Swingle
12.	เห็ดหลินจือ	Reishi (Ling Zhi)	*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst.
13.	ผลมะขามป้อม	Indian Gooseberry	*Phyllanthus emblica* L.
14.	ใบและต้นเจี่ยวกู้หลาน	Jiaogulan	*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Mak.
15.	เถาวัลย์เปรียง	Jewel Vine	*Derris scandens* Benth.

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว นุชเนตร ตาเย๊ะ

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Nutchanet Tayeh

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1-9598-00037-49-7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์ (073) 227151, 299-628
โทรสาร (073) 299629
E-mail: nutchanet.t@yru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ Food science and Techology (Halal Science)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

ผลงานตีพิมพ์

นุชเนตร ตาเย๊ะ, ซูวีร่า สาแรหะ, อาดีบะห์ แวกาจิ. (2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมจากถั่วดาวอินคา (Plukenetia volubilis L.). **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.3 (1)**: 55-66.

นุชเนตร ตาเย๊ะ, นิภาภัทร กุณฑล, มารีนี โตะลูและนูรซาลีฮา โมงหนิมะ. (2561) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลเพื่อสุขภาพ: เฉาก๊วยในน้ำนมแพะพร้อมบริโภค. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 10 (2):** 158-170.

Nutchanet Tayeh, Thamarat Summawattana and Patcharin *Pakdeechanuan.* (2012). Chemical Composition of Goat Milk and Effect of Spray Drying Conditions on Qualities of Goat Milk Powder. **KKU Sci. J. 40(3)**: 937-950.

สุธีรา ศรีสุข, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, นุชเนตร ตาเย๊ะ และพรสวรรค์ เพชรรัตน์. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตนมแพะรสแยมกล้วยหินผสมส้มโชกุน. ใน**รายงานการประชุมงานประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 "เกษตรและสุขภาพ" (Agriculture and Health) ประจำปี 2559 วันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2559** (หน้า 359-364)**.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ผลงานวิจัย

นุชเนตร ตาเย๊ะ, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง และรอมลี เจ๊ะดอเลาะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เฉาก๊วยในน้ำนมแพะฮาลาลพร้อมบริโภค.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

นุชเนตร ตาเย๊ะ และรอมลี เจ๊ะดอเลาะ. (2560). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล: น้ำนมจากถั่วดาวอินคา.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การปรับปรุงคุณภาพของโรตีกรอบโดยใช้แป้งข้าวและรำข้าว.** ยะลา : คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

จริยา สุขจันทรา และนุชเนตร ตาเย๊ะ. (2560). **การพัฒนาข้าวเกรียบปลาเสริมฟักทอง.** ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

นุชเนตร ตาเย๊ะ. (2555). **ผลของสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัตถุเจือปนในอาหารต่อคุณภาพของนมแพะผง.** วิทยานิพนธ์ (วท.ม.วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์