



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้านรำแดง
อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

Development of *Crotalaria juncea* Processing for Healthy of Ramdang
Community, Singhanakhon District, Songkhla Province

โดย นางสาวฤทัยวรรณ บุญครองชีพ และคณะ

สิงหาคม 2561

สัญญาเลขที่ RDG60T0110

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้านรำแดง

อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

Development of *Crotalaria juncea* processing for Healthy of Ramdang
community, Singhanakhon District, Songkhla province

คณะผู้วิจัย

1. ดร.ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ
2. นางสาวชนิษฐา หมดเอียด
3. ผศ.ดร.เดชา เสริมวิทยวงศ์
4. ดร.วนิดา เพ็ชรลมูล

สังกัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2560

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยชุดโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้านรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายอุดม ทักขระ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลรำแดงที่อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่และให้ข้อมูลเพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายสุดนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หน่วยงานต้นสังกัดของคณะผู้วิจัยที่อนุญาตให้ผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ รวมทั้งหน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ความอนุเคราะห์คณะผู้วิจัยเข้าสัมภาษณ์เก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างยิ่ง คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์สำหรับชุมชนต่อไป

ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ และคณะ

สิงหาคม 2561

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มในการบริโภคสินค้าที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งในพื้นที่ชุมชนร่ำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา นำโดยนายอุดม ทักขระ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลร่ำแดง ได้มีการส่งเสริมให้ชาวบ้านในชุมชนปลูกปอเทืองเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด และเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลในแง่ฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชดังกล่าว โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาความสามารถลดปริมาณไขมันสะสมภายในเซลล์ mouse embryonic fibroblast ชนิด 3T3-L1 และการเพิ่มมูลค่าให้กับปอเทือง โดยใช้ทรัพยากรปอเทืองที่มีอยู่ในชุมชนร่ำแดง และยกระดับขีดความสามารถและส่งเสริมการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับชุมชนร่ำแดง จังหวัดสงขลา นำไปสู่การพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนในอนาคต ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ใบและดอกของปอเทือง 2) เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระและประเมินศักยภาพลดความอ้วนของสารสกัดใบและดอกของปอเทือง 3) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับปอเทืองที่ปลูกในพื้นที่ อบต.ร่ำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา 4) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพและอุปสรรคในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองในพื้นที่วิจัย

ผลิตภัณฑ์ผงชาสกัด: ดอกที่สกัดด้วยเอทานอลให้ปริมาณสารสกัด (%yield) น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับใบอ่อนปอเทืองที่สกัดด้วยเอทานอล ใบอ่อนที่สกัดด้วยน้ำ และดอกปอเทืองที่สกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ ซึ่งสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าใบอ่อน ส่วนดอกและใบอ่อนที่สกัดด้วยเอทานอลไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และจากการทดลองสามารถคัดเลือกสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองเพื่อการผลิตเป็นผงชาสกัด เมื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ผงชาสกัดจากดอกปอเทืองที่อัตราส่วน 0.1 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะและความชอบโดยรวมสูงที่สุด ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 54.59 ± 1.25 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 34.12 ± 0.47 มิลลิกรัมกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง ปริมาณแทนนินของสารสกัดน้ำดอกปอเทือง เท่ากับ 42.31 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง ซึ่งผลการทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองโดยนำผงดอกปอเทืองที่สกัดได้ 0.1 กรัม บรรจุในถุงชา เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน แล้วทำการทดสอบตัวอย่างทุก 15 วัน เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสี พบว่า มีค่าสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และผลการทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง โดยการนำผงชาสกัดจากดอกปอเทืองไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 รอบ พบว่าค่า L^* กับค่า a^* มีแนวโน้มลดลงส่วนค่า b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผงชาสกัดจากดอกปอเทืองเริ่มต้น (0 วัน) ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษามีคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษาผงชา ($P < 0.05$) จากการวิเคราะห์ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์ม (Coliform) และอีโคไล (*E. coli*) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

พบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ชา และเมื่อนำสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองที่ได้ทดสอบกับเซลล์ 3T3-L1 สารสกัดไม่เป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 สามารถลดปริมาณไขมันสะสมในเซลล์ได้ดี

ผลิตภัณฑ์ชาแต่งกลิ่นสมุนไพร: จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทือง โดยให้คะแนนตามระดับความชอบ 9 คะแนน (9 point hedonic scale) พบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น โดยชาจากดอกปอเทืองที่สภาวะการคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด อย่างไรก็ตามการบริโภคชาปอเทืองนั้นยังมีข้อจำกัดเนื่องจากมีกลิ่นเหม็นเขียวของใบและดอกปอเทือง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาชาปอเทืองสมุนไพรเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสให้สามารถบริโภคได้ง่ายขึ้น โดยการเลือกชาจากดอกปอเทืองที่สภาวะการคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสไปทำการปรับแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพร เนื่องจากน้ำชาจากดอกปอเทืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในยอดอ่อนใบปอเทือง ซึ่งจากการประเมินเครื่องดื่มชาปอเทืองผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย ตะไคร้ และขิง แบบ Multi-sample difference test ต่อปริมาณของกลิ่นรสปอเทืองและกลิ่นรสสมุนไพร พบว่าในอัตราส่วนของชาดอกปอเทืองและสมุนไพรที่เท่ากัน ปรากฏว่าชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตยมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนระหว่างชาดอกปอเทืองและสมุนไพรใบเตย เท่ากับ 0.5:0.5 เมื่อวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและแทนนิน ของชาดอกปอเทืองผสมใบเตยที่อัตราส่วนเท่ากับ 0.5:0.5 พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 86.49±0.20 ปริมาณประกอบฟีนอลิกรวม เท่ากับ 7.04±0.18 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง และปริมาณแทนนิน เท่ากับ 8.20±0.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง ทำการผลิตชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตยอัตราส่วนระหว่างชาดอกปอเทืองและสมุนไพรใบเตย เท่ากับ 0.5:0.5 แล้วนำผงชาที่ได้บรรจุในถุงชา เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน แล้วทำการทดสอบตัวอย่างทุก 15 วัน เมื่อนำชามาชงน้ำอัตราส่วน 1:100 พบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลจากการทดสอบความคงตัวของกายภาพของผลิตภัณฑ์ชาโดยการนำผลิตภัณฑ์ชาไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 รอบ พบว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากร้อยละ 6.40 (0 วัน) เป็น 14.11 (6 Cycles) และจากการวิเคราะห์ค่าสีของผงชา พบว่าค่า L^* กับค่า b^* มีแนวโน้มลดลงส่วนค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อนำชามาชงกับน้ำอัตราส่วน 1:100 พบว่าค่า L^* , a^* และ b^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชาเริ่มต้น (0 วัน) เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ชา และชาดอกปอเทืองผสมใบเตยสามารถยับยั้งการสร้างไขมันที่จะเกิดขึ้นใหม่ภายในเซลล์ ไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ต่อเซลล์ 3T3-L1

จากการจัดสนทนากลุ่ม และการวิเคราะห์ SWOT พบว่า ผู้นำชุมชนร่ำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา เป็นผู้มีคุณสมบัติเป็นนักคิด นักวางแผน และนักการตลาด สามารถโน้มน้าวสมาชิกในชุมชนเกิดความร่วมมือกันในกลุ่มชุมชน ด้านสมาชิกให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนวัตถุดิบและการผลิตผลิตภัณฑ์จากปอเทืองมีความเพียงพอ แต่มีข้อด้อยซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อาจทำให้ไม่ทราบทิศทางการตลาด

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RDG60T0110

ชื่อโครงการ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้านไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ชื่อนักวิจัย: ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ^{1*}, ขนิษฐา หมวดเอียด¹, เดชา เสริมวิทย์วงศ์² และ วนิดา เพ็ชรลมูล¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, ²มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

e-mail: *ruthaiwan.b@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 1 มิถุนายน 2560 - 31 สิงหาคม 2561

ปอเทือง (*Crotalaria juncea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วอยู่ในวงศ์ Leguminosae / Fabaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียเขตร้อน เช่น บังคลาเทศ ภูฏาน อินเดีย ทวีปแอฟริกา ชื่อสามัญ: Sunn hemp งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ: 1) สารสกัดจากปอเทือง 2) ชาแต่งกลิ่นสมุนไพร เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) ปริมาณฟีนอลิกและแทนนิน ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent ประเมินความสามารถของสารสกัดในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ไขมันและการสลายไขมันภายในเซลล์ของเซลล์เพาะเลี้ยงชนิด 3T3-L1

ผลิตภัณฑ์แรกคือสารสกัดน้ำจากดอกปอเทือง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดน้ำมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวัดเป็นค่าร้อยละของการยับยั้ง เท่ากับ 34.12 ± 0.47 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิลิตรของตัวอย่าง, 42.31 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และ 54.59 ± 1.25 สารสกัดน้ำสามารถยับยั้งการเปลี่ยนรูปของเซลล์ 3T3-L1 ไปเป็นเซลล์ไขมัน ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ อย่างไรก็ตามสารสกัดไม่สามารถสลายไขมันที่อยู่ภายในเซลล์ไขมันซึ่งแสดงโดยดูจากการปล่อยกลีเซอรอลในอาหารเลี้ยงเซลล์

ผลิตภัณฑ์ที่สอง ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชา คือ การคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยผู้บริโภครู้สึกว่าความชอบในคุณลักษณะต่างๆ มากที่สุด นอกจากนี้การปรับแต่งกลิ่นรสของชาดอกปอเทืองด้วยสมุนไพรใบเตยอัตราส่วนระหว่างชาดอกปอเทืองและชาใบเตยที่เหมาะสม คือ อัตราส่วน 50:50 ซึ่งมีคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคมากที่สุด และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 86.49 ± 0.20 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม เท่ากับ 7.04 ± 0.18 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง และปริมาณแทนนิน เท่ากับ 8.20 ± 0.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง

คำสำคัญ: *Crotalaria juncea* L ,ปอเทือง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, 3T3-L1, ชาสมุนไพร

Abstract

Project code: RDG60T0110

Project Title: Development of *Crotalaria juncea* Processing for Healthy of Ramdang Community, Singhanakhon District, Songkhla Province

Investigators: Ruthaiwan Bunkrongcheap^{1,*}, Khanittha Muadiad¹, Decha Sermwittayawong² and Wanida Petlamul¹

¹Songkhla Rajabhat University, ²Prince of Songkla University

e-mail: ruthaiwan.b@hotmail.com

Project duration: 1 June 2017 - 31 August 2018

Crotalaria juncea L. or Sunn hemp is a legumes plant in the Fabaceae family. It is originated in the tropical and sub-tropical regions of Asia such as Bangladesh, Bhutan, India and Africa. This research aims at developing the health products: 1) substance extracted from the sun hemp, and 2) the tea with herbal flavor. This research analyzed the physicochemical property, the free radical scavenging using a DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl-hydrate) method, the total amounts of phenolic compounds and tannic acid using a Folin-Ciocalteu reagent method, the anti-adipogenic, and the adipolytic of the Sun hemp in a murine 3T3-L cell line.

The first product was the water substance extracted from the sun hemp's flowers. From the experiment, it was found that the water substance extraction had total amounts of phenolic and tannic compounds 34.12 ± 0.47 mg gallic acid equivalent /100 ml extract and 42.31 ± 1.34 mg tannic acid equivalent /100 ml extract respectively while the anti-oxidation activities was found 54.59 ± 1.25 due to the percentage of inhibition measurement. Moreover, the water substance extraction could also inhibited the differentiation of the 3T3-L1 cell into the adipocytes. Although the water substance extraction was not toxic to any cells. However, none of the extraction had influenced on adipolysis as indicated by releasing the glycerol into the culture medium.

As regards the second product, the optimal condition for tea production was the roasting at 60 degree Celcius for 10 minutes and drying at 70 degree Celcius. The consumers valued their favorites towards the different characteristics of the tea the most. In

addition, the most optimal ratio between the sun hemp per the Pandan leaves was 0.5:0.5 in order to satisfy the consumers regarding the flavor and taste. Besides, the percentage of anti-oxidation activities through the DPPH assay was 86.49 ± 0.20 . The total amounts of phenolic compounds was 7.04 ± 0.18 mg gallic acid equivalent/100 ml extract while the total amounts of tannic acid was 8.20 ± 0.00 mg tannic acid equivalent /100 ml extract respectively.

Keyword: *Crotalaria juncea* L , Sunn hemp, Antioxidant, 3T3-L1, herbal tea

สารบัญ

หัวข้อ		หน้า
	กิตติกรรมประกาศ	ก
	บทสรุปผู้บริหาร	ข
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ณ
	สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	2
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	4
	1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	4
	1.6 แผนงานโครงการ	5
บทที่ 2	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	
	2.1 พืชที่สนใจศึกษา	8
	2.2 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	11
	2.3 กลไกการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นเซลล์ไขมัน	12
	2.4 สารจากธรรมชาติที่มีศักยภาพลดความอ้วน	13
	2.5 ลักษณะทั่วไปของชา	14
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	
	3.1 สํารวจและการเก็บตัวอย่างปอเทือง	22
	3.2 วิธีการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ	22
	3.3 วิธีการทดลองสำหรับการทดสอบชา	23
	3.4 การศึกษาผงชาสกัดและชาแต่งกลิ่นสูตรที่ผ่านการคัดเลือกต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์	27
	3.5 การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของผลิตภัณฑ์ ปอเทืองในพื้นที่วิจัย	27
	3.6 การวิเคราะห์สถิติ	27
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
	4.1 ผลการเตรียมสารสกัดจากดอก ใบอ่อนปอเทือง และการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ	29
	4.2 ผลการทดสอบการพัฒนาผงชาสกัดจากดอกปอเทือง	34
	4.3 ผลการศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาผงชาสกัดจากดอกปอเทือง	35
	4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากดอกหรือใบปอเทือง	38

สารบัญ (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
4.5	ผลการศึกษาพงศาวาสกัตและชาแต่งกลืนสูตรที่ผ่านการคัดเลือกต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์	52
4.6	ผลการสัมภาษณ์	53
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	
	สรุปผลการทดลอง	61
	เอกสารอ้างอิง	
	เอกสารอ้างอิง	64
	ภาคผนวก	
ก	แบบสัมภาษณ์	67
ข	ประมาณภาพกิจกรรมสนทนากลุ่ม	71
ค	ประมาณภาพการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน	73
ง	ประมาณภาพการเผยแพร่ผลงานวิชาการ	75
จ	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	77
	ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง	
	ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 6 เดือน	80

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงาน ร่วมกับชุมชนร่ำแดง อ.สิงหนคร จ.สงขลา	5
ตารางที่ 2	ผลงานในแต่ละช่วงเวลา	6
ตารางที่ 3	ปริมาณธาตุอาหารของพืชปุ๋ยสดบางชนิดจากน้ำหนักรากแห้ง (น้ำหนักแห้ง=น้ำหนักสด /5โดยประมาณ)	9
ตารางที่ 4	ผลการเตรียมสารสกัดจากแต่ละส่วนของปอเทือง	29
ตารางที่ 5	แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากปอเทือง	31
ตารางที่ 6	การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง 9 point hedonic scale ของน้ำชาทั้ง 3 สูตร	34
ตารางที่ 7	ค่าสีของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	36
ตารางที่ 8	การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาปอเทืองแบบสกัด ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 9 point hedonic scale	36
ตารางที่ 9	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ <i>E. coli</i> ของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน	37
ตารางที่ 10	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองละลายในน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร	38
ตารางที่ 11	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงชาและน้ำชาจากยอดอ่อนปอเทือง	40
ตารางที่ 12	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงชาและน้ำชาจากดอกปอเทือง	41
ตารางที่ 13	คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชายอดอ่อนปอเทือง โดยใช้แบบทดสอบแบบ (9 point hedonic scale)	43
ตารางที่ 14	คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทือง โดยใช้แบบทดสอบแบบ (9 point hedonic scale)	44
ตารางที่ 15	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาปอเทือง ผสมสมุนไพร ด้วยวิธี Multi-sample difference test	45
ตารางที่ 16	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาปอเทืองผสม สมุนไพรแบบให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)	45
ตารางที่ 17	การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองผสม สมุนไพรแบบให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)	46
ตารางที่ 18	ค่าความชื้น ค่าสี ของชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 เดือน	48
ตารางที่ 19	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ น้ำชาจากดอกปอเทืองผสมใบเตย 100 มิลลิลิตร	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 20 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ <i>E. coli</i> ของผลิตภัณฑ์ชาในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน	49
ตารางที่ 21 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตย ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน โดยการทดสอบความชอบแบบ 9 point hedonic scale และด้วยวิธี Multi-sample difference test	51
ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม	53
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	78
ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง	80

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	4
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลง fibroblast-like preadipocyte กลายเป็นเซลล์ไขมันเต็มรูปแบบ (adipocyte)	13
ภาพที่ 3 แสดงผลของดอกปอเทืองเมื่อสกัดด้วยการต้มในน้ำ (A) ผงใบปอเทืองเมื่อสกัดด้วย การต้มในน้ำ (B) สารสกัดดอกปอเทืองด้วยเอทานอล (C) สารสกัดใบปอเทืองด้วยเอทานอล (D)	30
ภาพที่ 4 ผลทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ของสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนของปอเทืองที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	31
ภาพที่ 5 ผลของสารสกัดน้ำของดอกปอเทืองต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน	32
ภาพที่ 6 ผลของสารสกัดน้ำของใบอ่อนปอเทืองต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน	32
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบลักษณะของเซลล์ 3T3-L1 ปกติ เซลล์ 3T3-L1 หลังจากถูก เหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมันและย้อมด้วย oil red O และ เซลล์ไขมัน ในสภาวะที่มีสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองที่ความเข้มข้น 5 mg/ml	33
ภาพที่ 8 ผลของสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนปอเทืองต่อการกระตุ้นการสลายไขมัน สะสมภายในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน	33
ภาพที่ 9 ลักษณะของปอเทืองที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการเก็บตัวอย่าง	38
ภาพที่ 10 ชาปอเทืองจากยอดอ่อน (ก) และดอกปอเทือง (ข)	39
ภาพที่ 11 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของยอดอ่อนและดอกปอเทือง	41
ภาพที่ 12 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง	42
ภาพที่ 13 ปริมาณแทนนินของชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง	42
ภาพที่ 14 ผลของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองและชาดอกปอเทืองแต่งกลิ่นใบเตย ต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน	52
ภาพที่ 15 ผลของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองต่อการกระตุ้นการสลายไขมันสะสม ภายในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน	52
ภาพที่ 16 อาคารโรงเรือน	55
ภาพที่ 17 ทุ่มปอเทืองในพื้นที่ชุมชนรำแดง	57
ภาพที่ 18 การสนทนากลุ่ม (Focus Group)	58
ภาพที่ 19 สรุปภาพรวมของการดำเนินการวิจัยในโครงการ	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 20 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดและชาปอเทืองแต่งกลิ่นใบเตย	60
ภาพที่ 21 ประมวลภาพกิจกรรมการสนทนากลุ่ม	72
ภาพที่ 22 ประมวลภาพการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน	74
ภาพที่ 23 การเผยแพร่ผลงานวิชาการ	76

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มในการบริโภคสินค้าที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ดังนั้นผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงหันมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น ชาสมุนไพร เป็นเครื่องดื่มอีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมนิยมอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าในปี 2554 มูลค่าตลาดชาพร้อมดื่มพุ่งขึ้นสูงถึง 9,100 ล้านบาท มีอัตราการเติบโตร้อยละ 21 ประเภทเครื่องดื่มสุขภาพยอดนิยม คือ ชาเขียวที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน ส่วนเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพอื่น ๆ เช่น เก๊กฮวย น้ำขิง น้ำใบบัวบก ชาที่ทำมาจากดอกคำฝอย ชุมเห็ด กระเจี๊ยบ มะตูม และชาจากดอกไม้ไทย เช่น กุหลาบ สารภี บุนนาค พิกุล ดอกบัวขาว มะลิ เป็นต้น เดิมตลาดชาจำกัดวงอยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุ ตลอดจนในหมู่ของผู้ที่รู้ถึงสรรพคุณทางด้านสมุนไพร ดังนั้นเครื่องดื่มประเภทนี้จึงทำให้ได้รับความนิยมในการเลือกซื้อเป็นของฝากในโอกาสต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันตลาดในประเทศเริ่มเปิดรับเครื่องดื่มสมุนไพรมากขึ้น จึงมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สำหรับตลาดส่งออกนั้นว่าเป็นตลาดที่น่าสนใจอย่างมากของชาสมุนไพร แต่การผลักดันตลาดชาสมุนไพรไทยให้แทรกเข้าไปแข่งขันในตลาดชาสมุนไพรในตลาดโลกได้นั้น ต้องอาศัยจุดเด่นที่แตกต่างเป็นการสร้างโอกาส โดยต้องเป็นจุดเด่นที่ผู้บริโภคในต่างประเทศรับรู้และยอมรับ ซึ่งก็คือสรรพคุณของสมุนไพรไทย ปัจจุบันมีการส่งออกเครื่องดื่มสมุนไพรไปจำหน่ายที่สหรัฐอเมริกาแล้ว แม้ว่ายังอยู่ในระยะเริ่มต้นและมูลค่าในการส่งออกยังไม่สูงมากนัก แต่ก็ถือว่าเป็นความสำเร็จอีกก้าวหนึ่งของคนไทยที่พัฒนาสินค้าที่มีอยู่แล้วให้สอดคล้องกับกระแสนิยมความต้องการของตลาดโลก (ธนาคารไทยพาณิชย์, 2547)

สืบเนื่องมาจากชุมชนร่ำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา นำโดยนายอุดม ทักขระ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลร่ำแดง ได้มีการส่งเสริมให้ชาวบ้านในชุมชนปลูกปอเทืองเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินก่อนเข้าสู่ช่วงของการปลูกข้าวนาปี ทำให้ช่วงระยะเวลาของการปลูกปอเทืองนั้นกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ได้มีการถ่ายทอดนำเอาวิถีชีวิต วัฒนธรรมประเพณี การประกอบอาชีพของเกษตรกร ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาผสมผสานด้วยระบบการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน เกิดเป็นเทศกาลดอกปอเทืองบานที่บ้านร่ำแดง ก่อให้เกิดการพัฒนาเครือข่ายองค์ความรู้ของเกษตรกรนำไปสู่การถ่ายทอดภูมิปัญญา และเทคโนโลยีการเกษตรแก่นักท่องเที่ยวและผู้สนใจทั่วไป ซึ่งปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากปอเทืองในชุมชนบ้านร่ำแดงยังไม่แพร่หลาย โดยมีเพียงด้านเดียวคือใช้ในการบำรุงดิน จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยทางด้านอื่นพบว่า ปอเทืองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นได้อีก อาทิ การใช้ปอเทืองเป็นสมุนไพรในการรักษาโรคต่าง ๆ ในประเทศอินเดีย เช่น โรคโลหิตจาง (anaemia) โรคติดเชื้อแบคทีเรียทางผิวหนัง (impetigo) โรคภาวะมีเลือดประจำเดือนมากผิดปกติ (menorrhagia) โรคสะเก็ดเงิน (psoriasis) เป็นต้น (Chouhan and Singh, 2010) ทั้งนี้ความอ้วน (obesity) เป็นอีกหนึ่งปัญหาสุขภาพเรื้อรังที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย อันมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นพันธุกรรม ลักษณะนิสัยการบริโภค พฤติกรรมการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบัน และอื่น ๆ ภาวะดังกล่าวถูกจัดเป็นโรคหรือความผิดปกติของกระบวนการเมตาบอลิซึมชนิดหนึ่ง ทำให้มีไขมันส่วนเกินพอกพูนตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะอย่าง

ยิ่งในเนื้อเยื่อสะสมไขมันซึ่งอาจพบการเพิ่มจำนวน หรือการขยายขนาดของเซลล์ไขมัน หรือทั้งสองลักษณะ (Spiegelman and Flier, 1995) นอกจากนี้ ในคนอ้วนยังอาจมีอาการแทรกซ้อนต่าง ๆ ร่วมด้วย อาทิ ภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน (insulin resistance) ไขมันในเลือดสูง และความดันโลหิตสูง เป็นต้น ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานชนิดดื้อต่ออินซูลิน (type 2 diabetes) โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคเมตาเร็ง ซึ่งนำไปสู่ความพิการทุพลภาพหรือเสียชีวิตต่อไปได้ การลดความอ้วนนั้นมีหลายวิธี ถึงแม้การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอและการควบคุมอาหารยังคงเป็นวิธีหลัก ๆ ที่ให้ผลดี แต่ในบางกรณีอาจต้องใช้ยาลดความอ้วนซึ่งมักมีผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้น การค้นหาสารจากแหล่งธรรมชาติโดยเฉพาะพืชผักผลไม้ที่บริโภคในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถลดปริมาณไขมันสะสมในร่างกายได้ดีจึงได้รับความสนใจ เพราะอาจเป็นทางเลือกแทนการใช้ยาสามัญ ซึ่งปอเทือง (*Crotalaria juncea* L.) เป็นพืชในตระกูลถั่ว นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด และใช้เป็นอาหารโค กระบือ รวมถึงเพื่อความสวยงามในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว และมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดระดับไขมันในเลือดของหนูทดลอง แต่ยังไม่มีการศึกษาการลดปริมาณไขมันภายในเซลล์ไขมัน ดังนั้น เพื่อประเมินศักยภาพลดความอ้วนของปอเทืองซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานซึ่งมักมีภาวะอ้วนควบคู่ด้วย และเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลในแง่ฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชดังกล่าว โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาความสามารถลดปริมาณไขมันสะสมภายในเซลล์ mouse embryonic fibroblast ชนิด 3T3-L1 และการเพิ่มมูลค่าให้กับปอเทือง โดยใช้ทรัพยากรปอเทืองที่มีอยู่ในชุมชนรำแดง และยกระดับขีดความสามารถและส่งเสริมการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับชุมชนรำแดง จังหวัดสงขลา นำไปสู่การพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ใบและดอกของปอเทือง
2. เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและประเมินศักยภาพลดความอ้วนของสารสกัดใบและดอกของปอเทือง
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับปอเทืองที่ปลูกในพื้นที่ อบต.รำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
4. เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพและอุปสรรคในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองในพื้นที่วิจัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เก็บตัวอย่างใบ และดอกปอเทืองในจังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ ต่อการสร้างและการสลายไขมันภายในเซลล์ไขมัน 3T3-L1 เพื่อดูศักยภาพในการลดความอ้วนและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชาเพื่อสุขภาพสำหรับชุมชนรำแดง จากนั้นเผยแพร่ความรู้จากการเพิ่มมูลค่าของปอเทืองให้กับชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

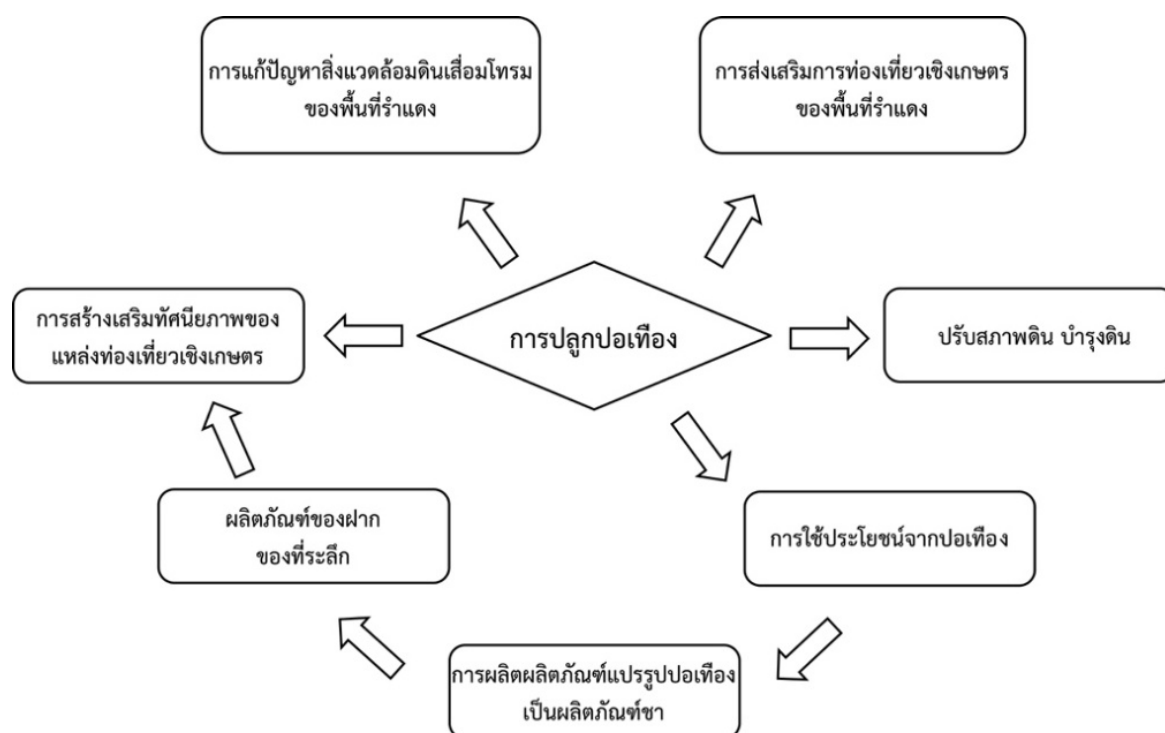
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ด้านวิชาการ ได้องค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากปอเทืองในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูป และได้ผลงานตีพิมพ์ในวารสารหรือประชุมวิชาการระดับชาติเป็นต้นไป ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลของแนวทางในการใช้ประโยชน์จากปอเทืองในรูปแบบอื่น ๆ ให้แก่ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน กรมวิชาการเกษตร และประชาชนที่สนใจ รวมทั้งเป็นแหล่งบริการวิชาการต่อไป

1.4.2 ด้านสังคม เกิดการมีส่วนร่วมของชุมชนจากกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้เกิดความรักและสามัคคี สร้างงานให้กับคนในชุมชน และหรือครัวเรือนใกล้เคียงจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปอเทืองเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากและของที่ระลึกให้กับนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวชมทุ่งปอเทือง อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้มีทีมวิจัยหน้าใหม่ในโครงการดังนั้นจึงเป็นการสร้างทีมวิจัยรุ่นใหม่ที่จะสามารถสร้างสรรค์งานในสังคมได้ต่อไป

1.4.3 ด้านพาณิชย์ สามารถเป็นแหล่งรายได้เสริมให้กับคนในชุมชน และหรือครัวเรือนใกล้เคียงที่ร่วมกันพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปอเทืองในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดและประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้มากยิ่งขึ้น

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้าน
รำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ตามแผนการดำเนินงาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานร่วมกับชุมชนรำแดง อ.สิงหนคร จ.สงขลา

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	2560											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. สำรวจพื้นที่ปลูกและลงพื้นที่เก็บตัวอย่างปอเทืองเพื่อ สกัดสารที่ใช้ทดสอบ												
2. เตรียมตัวอย่างและสกัดสารสกัดโดยใช้ตัวทำละลายต่างๆ												
3. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ												
4. เพาะเลี้ยงและเพิ่มจำนวนเซลล์ 3T3-L1 ที่ใช้ทดสอบ												
5. ทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดต่อเซลล์ 3T3-L1												
6. ทดสอบการยับยั้งการสร้างและการสลายไขมันภายใน เซลล์ 3T3-L1												
7. ออกแบบสอบถามและลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทือง												
8. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดจากปอเทือง ศึกษา คุณสมบัติทางเคมี ทางชีวภาพ และความคงตัวของผงชา สกัด												
9. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากปอเทือง ศึกษาคุณสมบัติ ทางเคมี ทางชีวภาพ และความคงตัวของชา												
10. ลงพื้นที่เผยแพร่โครงการ												
11. วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เพื่อเขียนรายงาน เสนอ												

ตารางที่ 2 ผลงานในแต่ละช่วงเวลา

ปีที่	เดือนที่	ผลงานที่คาดว่าจะสำเร็จ
1	1-2	1. ปลุกปอเทืองและเก็บตัวอย่างใบและดอกปอเทืองสำหรับการทดสอบชาและฤทธิ์ทางชีวภาพ 2. ได้ตัวอย่างปอเทืองและสารสกัดจากปอเทือง 3. ได้แบบสอบถามเกี่ยวกับศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทือง 4. ได้รายงานความก้าวหน้ารอบ 2 เดือน
	3-6	1. ได้สารสกัดจากปอเทือง 2. ผลการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากปอเทืองในตัวทำละลายต่างๆ เพื่อคัดเลือกสำหรับการผลิตชาในรูปแบบผงชาสกัด 3. ทราบความเป็นพิษของสารสกัดจากปอเทืองต่อเซลล์ 3T3-L1 4. ผลการยับยั้งการสร้างและการสลายเซลล์ไขมันของสารสกัดจากปอเทืองต่อเซลล์ 3T3-L1 5. ได้ข้อมูลศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองจากแบบสอบถาม 6. ทราบปริมาณผงชาสกัดจากดอกหรือใบปอเทืองที่เหมาะสม (สัดส่วนผงชาสกัดปอเทือง 1, 2 และ 3 กรัม ต่อน้ำ 150 กรัม) พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และทางชีวภาพผงชาสกัด 7. ทราบระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งใบและดอกปอเทืองเพื่อผลิตเป็นชา 8. ได้รายงานความก้าวหน้ารอบ 6 เดือน
	7-12	1. ผลความคงตัวของสารออกฤทธิ์ของในชาระหว่างการเก็บรักษา 2. ผลของชาปอเทืองแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพรต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์ 3. ผลทางเคมี ทางชีวภาพ และความคงตัวของสารออกฤทธิ์ในผงชาสกัดระหว่างการเก็บรักษา 4. ได้ผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดจากปอเทืองและชาจากปอเทืองแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพรที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค 5. เผยแพร่ข้อมูลและอบรมขั้นตอนการผลิตชาปอเทืองสำหรับชุมชน 6. ผลการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เพื่อเขียนรายงานเสนอ 7. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม/ สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

2.1 พืชที่สนใจศึกษา

2.1.1 ปอเทือง

เป็นพืชตระกูลถั่วอยู่ในวงศ์ Leguminosae / Fabaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ว่า *Crotalaria juncea* L. ชื่อสามัญ: Sunn hemp มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียเขตร้อน เช่น บังคลาเทศ ภูฏาน อินเดีย ทวีปแอฟริกา

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้นปอเทือง เป็นพืชล้มลุกปีเดียว ลำต้นมีลักษณะตั้งตรง เรียวสูง ลำต้นแตกกิ่งน้อยถึงปานกลาง ขนาดลำต้นประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ความสูงประมาณ 1.5-2 เมตร เปลือกลำต้นบาง มีสีเขียวสามารถลอกเป็นเส้นได้ แก่นหรือเนื้อไม้ เป็นไม้เนื้ออ่อน เปราะหักง่าย สามารถใช้ทำเยื่อกระดาษได้ดี ใบปอเทือง เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ แตกใบเยื้องสลับกันตามความสูงของลำต้น ใบมีก้านใบสั้น ใบมีรูปลายรี กว้างสุดที่กลางใบประมาณ 4-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร ใบอ่อนมีสีเขียวสด ใบแก่มีสีเขียวอมเทา โคนใบสอบเล็ก ปลายใบแหลม แผ่นใบ และขอบใบเรียบ มีเส้นใบแตกออกจากเส้นกลางใบตรงข้ามกัน ทำให้มองดูแผ่นใบมีลายแถบ ดอกปอเทืองออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกเป็นแบบราเข็ม บริเวณปลายยอดของกิ่ง แต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 8 -20 ดอก ดอกตูมมีสีเขียวอมเหลือง ดอกบานมีกลีบดอกสีเหลือง ผลปอเทืองเรียกเป็นฝัก ที่มีลักษณะทรงกระบอก ขนาดกว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 3-6 เซนติเมตร ฝักอ่อนมีสีเขียวสด เมื่อแก่มีสีน้ำตาล ภายในฝักเป็นโพรงอากาศที่มีเมล็ดบรรจุอยู่ เมื่อเขย่าจะมีเสียงดังที่เกิดจากเมล็ดกระทบเปลือกฝัก แต่ละฝักมีประมาณ 6 เมล็ด โดยเมล็ดจะมีลักษณะคล้ายรูปหัวใจ เปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมดำ

2.1.3 ประโยชน์ของปอเทือง

- ด้านการเกษตรในการบำรุงดิน

ปอเทืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่รากมีปมและมีแบคทีเรียไรโซเบียมที่สามารถตรึงธาตุไนโตรเจนในอากาศให้อยู่ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หลังจากออกดอกหรือหว่านไปแล้ว 45 วัน เป็นช่วงที่ปอเทืองดึงธาตุอาหารในอากาศมาสะสมไว้ในส่วนประกอบของต้น ซึ่งถ้าเราไถกลบในช่วงดังกล่าวจะทำให้มีธาตุอาหารในดินมาก เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินในสภาพที่ดินเป็นกรดเป็นด่าง ดังนั้นสามารถให้หว่านและไถกลบในนาข้าวหรือพืชไร่ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ เพราะนอกจากจะได้ธาตุอาหารในดินแล้วยังเป็นการทำให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชได้มากขึ้น จากการทดสอบใช้ปอเทืองปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินในนาข้าวของเกษตรกรตำบลโนนสะอาด อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดขอนแก่น พบว่า ลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และบางแปลงลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างสิ้นเชิง โดยการการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดปอเทืองสามารถทำเฉพาะที่ปรับปรุงในช่วง 2 - 3 ปีแรกเท่านั้น หลังจากนั้นค่อยทำทุก 3 ปีได้ (ภาณุศักดิ์ จิตแสง, 2554) เช่นเดียวกับรายงานของ Cherr และคณะ (2006) พบว่า ใบและดอกของปอเทืองสะสมธาตุไนโตรเจนสูงถึง 50% ของไนโตรเจนทั้งหมดตลอดฤดูปลูก โดยเฉพาะหลังหว่านปอเทืองนาน 4-6 สัปดาห์แรก พบว่า ลำต้นของปอเทืองสะสมธาตุไนโตรเจนได้สูงที่สุดในช่วง 50-60% หลังเสร็จสิ้นฤดูปลูกปอเทือง และเก็บรากปอเทืองที่ระดับความลึกของดิน 60 เซนติเมตร มาสกัดเพื่อตรวจสอบการสะสมไนโตรเจน พบว่า รากสะสมไนโตรเจน

ได้ปริมาณ 6% ของไนโตรเจนทั้งหมด เกษตรกรส่วนใหญ่มักปลูกปอเทืองในช่วงหน้าแล้งและว่างเว้นจากการทำนาข้าว ปอเทืองจึงเป็นพืชทางเลือกที่ทนแล้งที่น่าสนใจ สามารถสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกร เพราะหลังจากไถกลบจะกลายเป็นปุ๋ยพืชสดคุณภาพดี ที่สามารถบำรุงดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนในปริมาณสูง รวมทั้งธาตุอาหารอื่น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารของพืชปุ๋ยสดบางชนิดจากน้ำหนักแห้ง (น้ำหนักแห้ง=น้ำหนักสด /5 โดยประมาณ)

ชนิดพืชสด/พืชตระกูลถั่ว	ไนโตรเจน (% N)	ฟอสฟอรัส (%P ₂ O ₅)	โพแทสเซียม (%K ₂ O)
ถั่วมะแฮะ	2.34	0.25	1.11
โสนอัฟริกัน	2.87	0.42	2.06
แห่นแดง	3.30	0.57	1.23
ปอเทือง	2.76	0.22	2.40
ถั่วพริ้ว	2.72	0.51	2.14
ถั่วพุ่ม	2.68	0.39	2.46
ใบจำฉา	2.10	0.09	0.40

จากตารางที่ 3 เห็นได้ว่า ปอเทืองสามารถให้ธาตุอาหารหลักได้ครบทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โดยเฉพาะไนโตรเจนที่พบในปริมาณสูงสุดเท่ากับ 2.76% ดังนั้นการปลูกปอเทืองจึงนิยมปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด โดยปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวพืชผัก แล้วจึงทำการไถกลบในระยะช่วงออกดอก เพราะเป็นช่วงที่ธาตุอาหารสูง ปล่อยทิ้งไว้ให้น่าย่อยสลายดีแล้วปลูกผักตามซึ่งเกษตรกรจะปลูกสลับกับพืชผัก ข้อดีของปอเทือง คือ ปลูกง่าย โตเร็ว ทนแล้ง สามารถปลูกได้ ทุกฤดูกาล เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และธาตุไนโตรเจน ทำให้ดินร่วนซุย อุ่นน้ำได้ดีขึ้น รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นวิธีการปฏิบัติที่ง่าย เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ในระบบเกษตรอินทรีย์จึงนิยมปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดิน อีกทั้งยังลดต้นทุนค่าปุ๋ยให้กับเกษตรกร

การใช้ปอเทือง 25 % ร่วมกับปุ๋ยคอก 75 % เพื่อการผลิตคะน้าอินทรีย์ให้ผลผลิตดีที่สุดทั้ง 2 ฤดูปลูก (กุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม) 2554 (496.32 และ 508.03 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) และอิทธิพลของปอเทืองและปุ๋ยคอก ในอัตราส่วนดังกล่าวยังช่วยปรับปรุงสมบัติบางประการของดิน เนื่องจากปอเทืองเหมาะสมที่จะใช้ เป็นพืชปรับปรุงบำรุงดินและยังปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชต้องการ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนอีกด้วย ในขณะที่ปุ๋ยคอกให้ธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม รวมทั้งฮอร์โมน และสารควบคุม การเจริญเติบโตแก่พืช (พนมพร วรณประเสริฐ และคณะ, 2556)

- ด้านการเป็นอาหารสัตว์

ปอเทืองสามารถมาเป็นพืชอาหารสัตว์ได้เนื่องจากมีเยื่อใยสูงเหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ของอาหารโคหรือใช้เสริมให้เป็นอาหารสัตว์ปีกได้ จากรายงานของพิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ และ วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ (2558) พบว่า การใช้ปอเทืองแห้งในสูตรอาหารชั้นสำหรับเลี้ยงโคเนื้อที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันมากกว่า 20% มีแนวโน้มทำให้มีระดับของเยื่อใยในอาหารสูงขึ้น โดยการเสริมปอเทืองแห้งร่วมกับ พางหมักยูเรียในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน โดยน้ำหนักเฉลี่ยของโคเนื้อเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 254.7 250.1 246.5 และ 239.9 กิโลกรัม ตามลำดับ

- ด้านการจัดการศัตรูพืช

การปลูกปอเทืองนอกจากเป็นปุ๋ยพืชสดไถกลบก่อนปลูกพืชเศรษฐกิจอย่างข้าว อ้อย มันสำปะหลัง การปลูกปอเทืองยังเชื่อมโยงกับการปลูกพริกเพื่อการค้าได้เช่นกัน เนื่องจากปอเทืองได้ทั้งตัดวงจรโรค และเพิ่มผลผลิตให้กับพริกปลูกปอเทือง โดยหว่านเมล็ดปอเทืองอัตราไร่ละ 5 กิโลกรัม จากนั้น 50-60 วัน ก็ไถกลบเป็นอินทรีย์วัตถุในดินทิ้งไว้ในนาเปื่อย 2 สัปดาห์ ก่อนปลูกพริกตามพื้นที่ที่มีการปลูกพริกเป็นประจำ และมักประสบปัญหาโรครากเน่า และโคนเน่าจากเชื้อราโรครากปมและไส้เดือนฝอย ส่งผลให้ผลผลิตพริก ลดลงมากกว่าครึ่ง การปลูกปอเทืองให้ประโยชน์มากโดยปอเทืองช่วยปรับปรุงบำรุงดินช่วยเพิ่มผลผลิต และไม่ เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปมจึงเท่ากับตัดวงจรชีวิตของไส้เดือนฝอยได้ (พรรณนีย์ วิชชาชู, 2552)

การปลูกปอเทืองยังสามารถลดจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่เป็นสาเหตุของโรครากปม *Meloidogyne* spp. *Belonolaimus longicaudatus* *Paratrichodorus minor* *Xiphinema americanum* และ *Radopholus similis* (Wang and McSorley, 2004) สารสกัดจากใบปอเทืองช่วยเพิ่ม ศัตรูธรรมชาติของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Wang et al., 2001) นอกจากนี้ การปลูกปอเทืองเพื่อเป็นพืชคลุมดินเป็นระยะ ๆ นอกจากช่วยเพิ่มมวลชีวภาพ ยังเป็นการปราบวัชพืชโดยการลด การแทรกซึมแสงผ่านหน้าดินส่งผลต่อการเจริญของวัชพืชลดลง (Cherr, 2004) ทั้งนี้เมื่อวัชพืชน้อยลง การใช้ สารเคมีกำจัดวัชพืชจะน้อยลงด้วย (Alder and Chase, 2007)

- ด้านอาหารและเส้นใย

ดอกปอเทืองสามารถนำมารับประทาน ทั้งรับประทานสด หรือลวกจิ้ม น้ำพริก รวมถึงใช้ ประกอบอาหารหลายเมนู อาทิ แกงอ่อม แกงเลียง ต้มยำ ลำต้นใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ เปลือกลำต้นสามารถดัดลอกเป็นเส้นได้ และจัดเป็นเส้นใยที่มีความเหนียวสูง สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เชือก ด้าย และอวน (Al-Snafi, 2016)

2.1.4 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ

สารสกัดเอทานอลจากทั้งต้น (whole plant) ของปอเทือง ที่ให้กับหนูทดลองสายพันธุ์ Sprague Dawley พร้อมกับให้อาหารที่มีไขมันสูงเป็นเวลา 35 วัน พบว่าสามารถลดน้ำหนักตัวหนู ลดระดับ ไขมันในเลือด และเพิ่มปริมาณไขมันดีหรือ high density lipoprotein (HDL) อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ

กลุ่มควบคุม (Kumar, 2014) สารสกัดเอทานอลและเมทานอลจากใบปอเทืองสามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ low density lipoprotein (LDL), very low density lipoprotein (VLDL) และเพิ่มปริมาณไขมันดี (HDL) ในหนูทดลอง (Harikumar, *et al.*, 2012) สำหรับสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดและดอกมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* (Chouhan และ Singh, 2010)

2.1.5 การศึกษาทางพฤกษเคมี

การศึกษาทางพฤกษเคมีของใบปอเทือง พบสารทั้งในกลุ่ม steroids, triterpenes, saponins, flavonoids, alkaloids, phenolics, aminoacids, glycosides, carbohydrates, tannins และ volatile oils (Al-Snafi, 2016) สำหรับการศึกษาทางพฤกษเคมีของเมล็ดปอเทือง ประกอบด้วยโปรตีน 36.43% คาร์โบไฮเดรต 45.19% ไขมัน 4.22% ความชื้น 10.85% เถ้า 3.31% มีกรดไขมันดังนี้ linolenic acid 0.7-7.86% linoleic acid 54.44-62.36% oleic acid 6.69-14.41% (Javed *et al.*, 1999)

2.2 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.2.1 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free radicals) เป็นสารที่มีอิเล็กตรอนอิสระ (unpaired electron) อยู่ในวงนอกของอะตอมหรือโมเลกุล (Halliwell, 1994) ไม่เสถียรทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ว่องไว โดยรับอิเล็กตรอนจากสารอื่น ๆ เพื่อทำให้ตนเองเสถียรขึ้น ไข่เดียวกันก็ชักนำให้สารที่ให้อิเล็กตรอนไปนั้นมีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่จนอาจกลายเป็นสารที่มีความรุนแรงซึ่งถ้าเกิดในระบบสิ่งมีชีวิต อาจทำให้เกิดอันตรายกับส่วนประกอบสำคัญของเซลล์รอบ ๆ บริเวณนั้น ดังนั้นอนุมูลอิสระสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ไขมัน โปรตีน หรือสารพันธุกรรม ทำให้สารชีวโมเลกุลเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเสียหน้าที่การทำงาน นอกจากนี้การรับอนุมูลอิสระจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ รังสียูวี โอโซน ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ และควันบุหรี่ ยังสามารถเหนี่ยวนำให้มีการก่อตัวของอนุมูลอิสระเหล่านี้เพิ่มขึ้นได้อีกด้วย ภาวะที่อนุมูลอิสระมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย เรียกภาวะนี้ว่า oxidative stress ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (arterosclerosis) เป็นสาเหตุร่วมในการเกิดมะเร็ง (cancer) ทำให้ผิวหนังเกิดรอยเหี่ยวย่น (wrinkle) และเกิดเป็นจุดสี (lipofuscin spot) เป็นต้น (Papus, 1998)

2.2.2 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระคือสารปริมาณน้อยที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยอนุมูลอิสระต่าง ๆ ได้ (Halliwell, 1995) สารเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ตักจับ (scavenge) อนุมูลอิสระ โดยตรง ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับเหล็ก (Fe^{2+}) ป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ เป็นต้น ปกติร่างกายคนนั้นมีสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติหลากหลายชนิดทั้งที่เป็นเอนไซม์และสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ แต่เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีจำนวนจำกัด ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่อนุมูลอิสระเกิดขึ้นเกินกว่าจะกำจัดมันได้หมด อาจก่อให้เกิด

อันตรายต่อร่างกายดังที่กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้วิตามินบางชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี รวมทั้งสารประกอบกลุ่ม polyphenols ต่าง ๆ ซึ่งมีรายงานพบมากในพืช ผัก ผลไม้ ทั่วไป ยังจัดเป็นสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งธรรมชาติที่ดีอีกกลุ่มหนึ่ง (Sies, 1991)

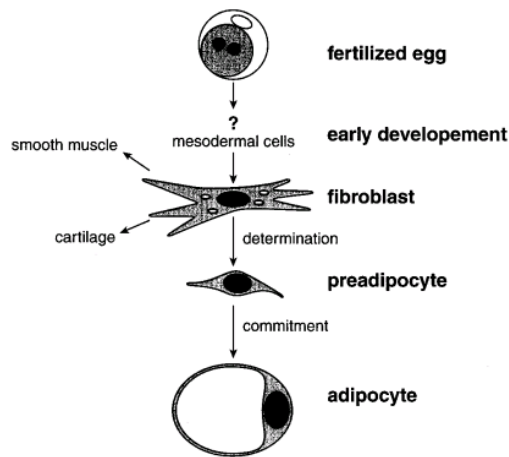
สารต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการออกฤทธิ์ (Sherwin, 1990) คือ

สารต้านอนุมูลอิสระปฐมภูมิ เป็นสารที่หยุดปฏิกิริยาอนุมูลอิสระโดยการให้อนุมูลไฮโดรเจน ($H^\bullet$) หรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระโดยตรงเป็นผลให้อนุมูลนั้นกลายเป็นสารที่มีความเสถียรขึ้นสารออกฤทธิ์ในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ สารประกอบกลุ่ม phenolic เช่น flavonoids eugenol และ vanillin เป็นต้น มีรายงานว่าสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้จะทำหน้าที่ได้ดีที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ แต่เมื่อมีความเข้มข้นสูงขึ้นอาจกลายเป็นสารเสริมฤทธิ์ออกซิเดชันได้ (Rajalakshmi and Narasimhan, 1996)

สารต้านอนุมูลอิสระทุติยภูมิ สารต้านอนุมูลอิสระประเภทนี้ไม่ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับอนุมูล แต่ช่วยการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระปฐมภูมิในลักษณะต่าง ๆ เช่น จับกับ Fe^{2+} ดักจับออกซิเจน ดูดซับรังสียูวีไว้ เป็นต้น (Gordon, 2001)

2.3 กลไกการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นเซลล์ไขมัน

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เซลล์ไข่ที่ถูกผสมแล้วจะแบ่งตัวพร้อมกับเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (differentiate) ไปเป็นเซลล์มากกว่า 200 ชนิด ซึ่งจะกลายเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆต่อไป ในระยะแรกของการพัฒนาการตัวอ่อน เซลล์ fibroblast จำนวนหนึ่งซึ่งเจริญมาจากเซลล์ mesenchymal ในเนื้อเยื่อชั้น mesoderm จะทำหน้าที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิด (stem cell) ให้กับเนื้อเยื่อไขมัน (Cornelius *et al.*, 1994 อ้างโดย Ntambi and Kim, 2000) โดยเปลี่ยนแปลงเป็น fibroblast-like preadipocyte และกลายเป็นเซลล์ไขมันเต็มรูปแบบ (adipocyte) ในระยะสุดท้ายของพัฒนาการตัวอ่อน (late embryonic stage) ของมนุษย์ (Burdi *et al.*, 1985 อ้างโดย Ntambi and Kim, 2000) (ภาพที่ 2) แตกต่างจากในหนูซึ่ง preadipocyte เปลี่ยนเป็นเซลล์ไขมันภายหลังคลอดแล้วเท่านั้น (Ailhaud *et al.*, 1992 อ้างโดย Ntambi and Kim, 2000) อย่างไรก็ตาม ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด preadipocyte เหล่านี้ยังคงพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ไขมันได้ตลอดชีวิตเพื่อสนองตอบต่อความต้องการสะสมไขมันของร่างกาย (Ntambi and Kim, 2000)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลง fibroblast-like preadipocyte กลายเป็นเซลล์ไขมันเต็มรูปแบบ(adipocyte)

สำหรับกลไกการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจาก preadipocyte ไปเป็นเซลล์ไขมันนั้น ส่วนใหญ่เป็นผลจากการศึกษาโดยใช้ adipocyte precursor cell line ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการซึ่งมีข้อจำกัดน้อยกว่าการใช้ preadipocyte primary culture (Ntambi and Kim, 2000) Fibroblast เหล่านี้ซึ่งมีต้นกำเนิดจากเซลล์ตัวอ่อนของหนู แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ pluripotent fibroblast (10T1/2, 3T3 1246, RCJ3.1 และ CHEF/18) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์อื่นได้ด้วยนอกจากเซลล์ไขมัน และ unipotent preadipocyte (3T3-L1, 3T3-F422A, 1246, Ob1771, TA1 และ 30A5) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ไขมันเท่านั้นเมื่อถูกกระตุ้น ดังนั้น จึงมีผู้ใช้เซลล์กลุ่มนี้กันมาก โดยเฉพาะ 3T3-L1 ซึ่งเป็นเซลล์ที่แยกมาจากตัวอ่อนของหนูขาวเล็กสายพันธุ์ Swiss 3T3 นั้น ได้รับความนิยมสูงสุด เพราะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นเซลล์ไขมันที่มีลักษณะโครงสร้างตลอดจนมีหยดนํ้ามันเกิดขึ้นเหมือนกับที่ปรากฏในเนื้อเยื่อไขมัน (Green and Kehinde, 1974; Novikoff *et al.*, 1980 อ้างโดย Ntambi and Kim, 2000)

สำหรับการเหนี่ยวนำ 3T3-L1 preadipocyte ที่เจริญเติบโตจนเต็มพื้นที่เลี้ยงให้เปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นเซลล์ไขมันซึ่งโดยทั่วไปจะกระทำโดยเติมส่วนผสมของอินซูลิน, DEX (dexamethasone) และ IBMX (3-isobutyl-1-methylxanthine) ลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ นั้น มีหลักฐานต่างๆ บ่งชี้ว่า สารกระตุ้นแต่ละชนิดมีกลไกการทำงานเป็นอิสระแยกจากกัน (Rockall *et al.*, 2003; Fujikura *et al.*, 2005; Madsen *et al.*, 2008 อ้างโดย Pantoja *et al.*, 2008) โดย อินซูลินกระตุ้น IGF1 (insulin-like growth factor-1) receptor ทำให้ระดับของ cAMP ในเซลล์เพิ่มขึ้น ส่วน DEX กระตุ้น glucocorticoid receptor ในขณะที่ IBMX ซึ่งเป็น cAMP-phosphodiesterase inhibitor ไปกระตุ้น cAMP-dependent protein kinase (Ntambi and Kim, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่า กลไกการเหนี่ยวนำดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการส่งสัญญาณผ่าน glucocorticoid receptor ส่งผลยับยั้ง Pref1 (adipogenesis inhibitor preadipocyte factor-1) ส่วนระยะหลังเป็นการส่งสัญญาณผ่าน cAMP เพราะในสถานะที่ไม่มีอินซูลิน เซลล์ preadipocyte เหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ไขมันได้ดี เมื่อเติมเฉพาะ DEX และ IBMX ลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ ตามลำดับ เท่านั้น (Pantoja *et al.*, 2008)

2.4 สารจากธรรมชาติที่มีศักยภาพลดความอ้วน

มีรายงานความสามารถของพืชและสารประกอบจากพืชชนิดต่าง ๆ ในการลดปริมาณไขมันสะสมทั้งในเซลล์ไขมัน ดังนี้

สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa*) ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ 3T3-L1 ผ่านวิถี phosphoinositide 3-kinase (PI3K) และ mitogen-activated protein kinases (MAPK) รวมทั้งกีดการแสดงออกของยีน C/EBP α และ PPAR γ ทำให้กระบวนการสร้างไขมันภายในเซลล์ชะลอตัวลง (Kim *et al.*, 2007) นอกจากนี้ berberine ซึ่งเป็นสาร alkaloid จากต้น *Coptidis rhizoma* นอกจากยับยั้งการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ 3T3-L1 ไปเป็นเซลล์ไขมันแล้ว (Ko *et al.*, 2005) บัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertner) สามารถยับยั้งการสะสมไขมันทั้งภายในเซลล์ 3T3-L1 (Lee *et al.*, 2010) Resveratrol ซึ่งเป็นสารสำคัญในองุ่น เมื่อนำ resveratrol มาผสมกับ quercetin ซึ่งเป็นสารสำคัญในหัวหอม แล้วทดสอบผลต่อเซลล์ 3T3-L1 พบว่า สารทั้งสองเสริมฤทธิ์กันยับยั้งการสร้างไขมันในเซลล์ โดยร่วมกันกีดการแสดงออกของยีน PPAR γ และ C/EBP α และกระตุ้นการตายแบบ apoptosis ของเซลล์ไขมันอีกด้วย (Yang *et al.*, 2008)

Niwano และคณะ (2009) ทำการคัดกรองศักยภาพในการลดความอ้วนของพืชประมาณ 102 ชนิดที่จำหน่ายเพื่อบริโภคเป็นอาหารในเกาะโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นดินแดนที่มีประชากรมีอายุเฉลี่ยสูงที่สุดในโลก โดยใช้เซลล์ 3T3-L1 พบว่า มีสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของพืชจำนวน 31 ชนิดสามารถยับยั้งกระบวนการสร้างไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป ในทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ แต่มีพืชแค่ 4 ชนิดเท่านั้น ซึ่งสามารถกระตุ้นการสลายไขมันในเซลล์ดังกล่าวได้ดี ได้แก่ ผลกล้วยป่า (*Musa acuminata*) ผลส้มญี่ปุ่น (*Citrus tankan*) ผลส้มเขียวหวานใต้หวัน (*Citrus depressa*) และผักโขม Ceylon spinach (*Basella rubra*)

Ogawa และคณะ (2010) พบว่า สารสกัดจากใบ wasabi (*Wasabia japonica*) ซึ่งขจัดส่วนประกอบที่ให้รสฉุนออกไปแล้ว สามารถยับยั้งเอนไซม์ glycerol-3-phosphate dehydrogenase และการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ทำให้ไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นเซลล์ไขมัน โดยไปกีดการแสดงออกของยีน PPAR γ และ C/EBP α รวมทั้งยับยั้งเป้าหมายหลักๆ ของ transcription factors ทั้งสองชนิดนี้ เช่นเดียวกับสารสกัด triterpenoids จากเมล็ดมะระจีน (*Momordica charantia*) ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบกับเซลล์ 3T3-L1 พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ 3T3-L1 โดยหยุดวัฏจักรเซลล์ที่ G2/M phase ยับยั้งการสะสมไขมันภายในเซลล์ และกีดการแสดงออกของยีน PPAR γ และ adiponectin (Popovich and Zhang, 2010)

2.5 ลักษณะทั่วไปของชา

ชาเป็นพืชที่นำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วโลก เช่นเดียวกับกาแฟและโกโก้ โดยจีนเป็นประเทศแรกที่เริ่มนำชามาทำเป็นเครื่องดื่มเมื่อ 2,000 ปีที่แล้ว จากนั้นความนิยมในการดื่มน้ำชาก็ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก ทั้งในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย และในบางประเทศของทวีปแอฟริกาด้วย สำหรับ

ประเทศไทย ในปี 2535 และ 2536 มีพื้นที่ปลูกชา 34,104 และ 33,907 ไร่ มีผลผลิตใบชาสดรวม 45,340 และ 40,847 ตัน ตามลำดับ จังหวัดเชียงรายมีการปลูกและได้ผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ จังหวัดลำปาง แพร่ และเชียงใหม่ จากปริมาณการผลิตที่ได้ทำให้ประเทศไทยมีทั้งการนำเข้าและส่งออกชา (อรพิน นิยมญาติ, 2545)

2.5.1 ชาสมุนไพรร

ชาสมุนไพรร คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช 15 ชนิด ที่นำไปตากแดด อบแห้งแล้ว ตัดสับหรือบด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำ ซึ่งชาสมุนไพรรจัดเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ. 2547 เรื่อง ชาสมุนไพรร ที่ขึ้นบัญชีไว้มี 15 ชนิด ได้แก่ ชามะตูม ชากระเจี๊ยบ ชาชิง ชาข่า ชาตะไคร้ ชาใบหม่อน ชาดอกคำฝอย ชาใบบัวบก ชาใบเตย ชาดอกเก๊กฮวย ชาหล่อฮังก้วย ชาเห็ดหลินจือ ชามะขามป้อม ชาเจี๊ยวกุหลาบและชาเปรี้ยว จะต้องมียุคคุณภาพมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารภาชนะบรรจุ ตลอดจนฉลากได้ผ่านการตรวจสอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่ามีความถูกต้องเหมาะสม จึงจะสามารถผลิตหรือนำเข้าเพื่อออกจำหน่ายได้ (พิรญา เต่าทอง, 2552)

2.5.2 ประโยชน์ของชาสมุนไพรร

พืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพรรทั้ง 15 ชนิด เป็นพืชที่สามารถหาได้ง่าย มีคุณค่า และประโยชน์มากมาย ดังนี้

- ชามะตูม ทำจากผลมะตูมแก่ บดเป็นผง ให้น้ำชาสีแดงออกน้ำตาล มีกลิ่นหอมหวานชวนดื่ม ส่วนใหญ่จะแต่งรสด้วยน้ำตาล เพื่อให้รสชาติที่ดีขึ้น มะตูมเป็นสมุนไพรรที่มีสรรพคุณบำรุงธาตุ ทำให้ขับถ่ายดี และเจริญอาหาร ขับเสมหะ แก้อ่อนใน

- ชากระเจี๊ยบ ทำจากฐานรองดอกของกระเจี๊ยบแดง มีคุณสมบัติในการลดไขมันในเลือด ลดความดันโลหิตสูง ขับปัสสาวะ แก้อาการน้ำทำให้ชุ่มคอชื่นใจ ชากระเจี๊ยบมีสีแดง รสเปรี้ยวมีกลิ่นน้ำตาล เพื่อแต่งรส

- ชาชิง ทำจากเหง้าชิงแก่ ที่มีน้ำมันหอมระเหย รสหวานเผ็ดร้อน มีสรรพคุณทางร้อน ช่วยบรรเทาหวัด แก้อ่อนในลำคอ เมาเผลเมาเผล ช่วยย่อยอาหาร แก้อ่อนในท้อง ท้องเฟ้อ ขับลม

- ชาข่า ทำจากเหง้าข่าแก่ มีสรรพคุณช่วยขับลมได้ดี เป็นการระบายลมออกมาจากลำไส้ ทำให้รู้สึกสบายท้องขึ้น แก้อ่อนในท้อง ท้องเฟ้อ เรอเปรี้ยว ช่วยบรรเทาอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อท้องได้อีกด้วย

- ชาตะไคร้ ทำจากเหง้า ต้น และใบตะไคร้ อบให้แห้งแล้วบดตะไคร้มีกลิ่นหอม เพราะมีน้ำมันหอมระเหย มีสรรพคุณช่วยย่อยอาหาร แก้อ่อนในเวียน ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ แก้อ่อนในท้อง ท้องเฟ้อ จุกเสียด บำรุงธาตุ

- ชาใบหม่อน ทำจากใบหม่อน มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิต และช่วยลดไขมันในเส้นเลือด แก้อ่อนใน กระหายน้ำ แก้อ่อนและบำรุงธาตุให้แข็งแรง

- ชาดอกคำฝอย ทำจากดอกคำฝอยแห้ง มีสีแดงส้มชวนดื่ม กลิ่นหอมชื่นใจ มีสรรพคุณช่วยลด ไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิตสูง ขับเหงื่อ เป็นยาระบายอ่อนๆ บำรุงเลือดสตรี ขับระดู ข้อควรระวัง

ของชาดอกคำฝอย คือ ไม่ควรใช้ในสตรีมีครรภ์ เพราะดอกคำฝอยเป็นยาบำรุงเลือดและขับประจำเดือน ถ้าดื่มมากๆ อาจแท้งได้

- ชาใบบัวบก ทำจากใบบัวบก มีวิตามินเอ บีหนึ่ง และแคลเซียมสูง รวมทั้งยังมีสรรพคุณช่วยแก้ช้ำใน ทำให้หายฟกช้ำได้ดี แก้อ่อนในกระหายน้ำ ลดอาการปวดศีรษะข้างเดียว บำรุงสมอง บำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลียเมื่อยล้า

- ชาใบเตย ทำจากใบเตยหอม อบ บดเป็นผง มีสีเขียวใบเตย มีกลิ่นหอมชื่นใจ ใบเตยมีสรรพคุณช่วยขับปัสสาวะ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ชาใบเตยจึงเหมาะกับคนที่ เป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง คนธรรมดาทั่วไปก็ดื่มได้ กลิ่นหอมของใบเตยชื่นใจคลายเครียดได้ดี

- ชาดอกเก๊กฮวย ทำจากดอกเก๊กฮวยแห้ง ให้น้ำชาสีเหลือง มีสรรพคุณดับร้อน รักษาอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ตาแดง บำรุงประสาทและสายตา

- ชาหล่อฮังก้วย ทำจากผลหล่อฮังก้วย มีสรรพคุณขับเสมหะทำให้ชุ่มคอ

- ชาเห็ดหลินจือ ทำจากเห็ดหลินจือแห้ง สารที่มีอยู่ในเห็ดหลินจือ จะเข้าไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ให้ทำหน้าที่ปกติ สามารถต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ด้านการจับตัวของลิ่มเลือด ช่วยเสริมสร้างและบำรุงสุขภาพให้แข็งแรง บรรเทาอาการร้อนใน กระหายน้ำ

- ชามะขามป้อม ทำจากผลมะขามป้อม มีสรรพคุณแก้ไอขับเสมหะ การที่เนื้อมะขามป้อมแก้ไอ ขับเสมหะได้ เพราะในเนื้อมีกรดอินทรีย์ และมีสารช่วยกระตุ้นให้น้ำลายออก ช่วยละลายเสมหะ

- ชาเจียวูหลาน ทำจากใบและต้นเจียวูหลาน มีสรรพคุณบำรุงร่างกาย ลดความดันโลหิต ลดน้ำตาลในเลือด ระวังประสาท ช่วยให้นอนหลับ ลดความตึงเครียด

- ชาเปรี้ยว ทำจากเถาวัลย์เปรี้ยว มีสรรพคุณขับปัสสาวะ แก้บิด แก้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย แก่หวัด

2.5.3 คุณภาพหรือมาตรฐานของชาสมุนไพร ชาสมุนไพร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ชาสมุนไพรต้องมีความขึ้นตามมาตรฐานที่กำหนดในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศตามกฎหมายว่าด้วยยา ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ ให้มีความขึ้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

- ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารปนเปื้อน หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ก) สารหนู ไม่เกิน 0.2 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ข) แคดเมียม ไม่เกิน 0.3 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ค) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ง) ทองแดง ไม่เกิน 5 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

จ) สังกะสี ไม่เกิน 5 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ฉ) เหล็ก ไม่เกิน 15 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ช) ดีบุก ไม่เกิน 250 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

ซ) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มก. ต่ออาหาร 1 กก.

- ไม่มียาแผนปัจจุบันหรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทหรือยาเสพติดให้โทษ

- ไม่ใส่สี

- ไม่มีการปรุงแต่งกลิ่น รส ด้วยวัตถุอื่น นอกจากพืชหรือส่วนต่างๆ ของพืช 15 ชนิด ที่ใช้

เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพร หรือใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia นอกจากชาสมุนไพรจะต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามที่กำหนดแล้วในการใช้ภาชนะบรรจุ และการแสดงฉลาก ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ และฉลาก

ผจงจิต พิจิตบรรจง (2558) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ากลุ่มเขตอำเภอเมือง จ. สงขลา ในกลุ่มวัยทำงานที่มีช่วงอายุ 25-49 ปี ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรในท้องถิ่น พบว่าร้อยละ 42 ของผู้บริโภคบริโภคผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรนานๆ ครั้ง นอกจากชาตะไคร้แล้ว ชาใบเตยเป็นที่นิยมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 รองลงมาเป็นชาชิง คิดเป็นร้อยละ 39 จากนั้นจึงทำการหาสูตรส่วนประกอบที่เหมาะสมด้วยวิธีการทดลองแบบผสมส่วนประกอบด้วยส่วนผสมของตะไคร้:ใบเตยหอม:ชิง พบว่ากลุ่มลูกค้าให้การยอมรับสูตรที่มีอัตราส่วนของตะไคร้:ใบเตยหอม:ชิง ร้อยละ 60.6:39.4:0 และหาสภาวะที่เหมาะสมด้านอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบ พบว่ากลุ่มลูกค้าให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบที่ 60 องศาเซลเซียสและ 15 นาที และวิเคราะห์ผลหลังการพัฒนาโดยใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนโดยเฉลี่ยของชา สมุนไพรตะไคร้ ด้านกลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม คือ 7.15, 6.92, 7.80 และ 7.56 ตามลำดับ การยอมรับหลังการพัฒนาร้อยละ 84.0 เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.5 การตัดสินใจซื้อร้อยละ 76.0 เพิ่มขึ้นร้อยละ 58.3

สุนันทา คะเนนอก (2556) การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ ศึกษาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพในด้านประสาทสัมผัสและเพื่อศึกษาการยอมรับชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยทดสอบการยอมรับจากนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วิธี 7-Point Hedonic scale ผลการศึกษาการผลิตชาเปลือกกล้วยน้ำว้า พบว่ากล้วยน้ำว้าห่ามอายุ 3 วันหลังจากตัดกล้วยดิบจะมีรสฝาดเล็กน้อย เมื่อนำมาผลิตชาจะได้ผงชาสีน้ำตาลอ่อน กล้วยน้ำว้าสุก มีรสหวาน สีน้ำตาลอ่อนเหมาะสมกับการผลิตชา ผู้วิจัยจึงเลือกเปลือกกล้วยที่ตัดมาแล้ว 3 วัน มาทำการอบในอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง โดยเปลือกกล้วยมีลักษณะแห้งและน้ำหนักรับน้ำหนักเมื่อคำนวณหาความชื้นให้มีความชื้นร้อยละ 10 ของน้ำหนัก ผลการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตร ผงชาเปลือกกล้วย 2 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด (ด้านสี 5.10 ± 1.062 ด้านกลิ่น 5.17 ± 1.147 ด้านรสชาติ 4.93 ± 1.258 ด้านเนื้อสัมผัส 4.80 ± 1.448 และความชอบโดยรวม 4.90 ± 1.185) ผู้วิจัยพัฒนาชาเปลือกกล้วยเสริมสมุนไพร 3 ชนิด คือ ตะไคร้ เก๊กฮวย และใบเตยหอม พบว่าผู้บริโภคยอมรับชาเปลือกกล้วยสูตรมาตรฐานกับชาเปลือกกล้วยเสริม

กลิ่นสมุนไพรตะไคร้สูงที่สุด (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)

นันท์ชนก นันทะไชย และคณะ (2556) ศึกษาการใช้เปลือกโอซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ โดยการศึกษาผลของกระบวนการผลิตที่มีต่อคุณภาพของเครื่องดื่มชาจากเปลือกส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง พบว่าเวลาการนวด (10 และ 20 นาที) เวลาการหมัก (1 และ 3 ชั่วโมง) และอุณหภูมิการอบ (50 และ 60 องศาเซลเซียส) ไม่มีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ชาเปลือกส้มโอมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ระหว่าง 123.79-211.88 $\mu\text{g gallic acid/ml}$ โดยทุกสิ่งทดลองมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) สำหรับผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่าการหมักเปลือกส้มโอเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีค่าการต้านอนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 61.74-62.15% สูงกว่าการหมักเปลือกส้มโอเป็นเวลา 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเวลาการนวดและอุณหภูมิการอบที่ 50 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.20, 6.77, 6.43 และ 6.97 ตามลำดับ

พรประภา ชุนถนอม และคณะ (2555) ศึกษากระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตชามะม่วงหิมพานต์ โดยเปรียบเทียบกรรมวิธีการอบแห้งดอกมะม่วงหิมพานต์ระหว่างเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง และเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) ส่วนยอดและใบมะม่วงหิมพานต์อบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่าการอบแห้งดอกมะม่วงหิมพานต์ใน Tray dryer ได้สีของน้ำชาที่มีสีแดง-สีเหลือง และมีความเข้มข้นของสีมากกว่าการทำแห้งแบบ Freeze drying แต่มีเจดสีส้มแดงน้อยกว่าน้ำชาจากดอกมะม่วงหิมพานต์ทำแห้งแบบ Freeze drying ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและมีปริมาณฟีนอลิกรวมที่สูงกว่าแบบ Tray drying ค่าสีของน้ำชาจากยอดและใบมะม่วงหิมพานต์ที่อบที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกัน ยอดและใบมะม่วงหิมพานต์ควรอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าและรสฝาดน้อยกว่าที่ 60 องศาเซลเซียส

เมื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างยอด ใบ ดอกมะม่วงหิมพานต์ และรากชะเอมผงที่เหมาะสมต่อการผลิตชามะม่วงหิมพานต์แต่งกลิ่นรส 4 สูตร ได้แก่ A, B, C และ D พบว่า ค่าสีของสูตร B แตกต่างจากสูตรอื่น มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดน้อยกว่าสูตร C และมากกว่าสูตร B ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตร B แตกต่างจากสูตรอื่น อัตราส่วนที่เหมาะสมคือสูตร A และ B ซึ่งมีส่วนผสมคือ ดอก Freeze drying หรือ Tray drying 70% ใบ 12.5% ยอด 12.5% และรากชะเอม 5% โดยน้ำหนัก (พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555)

ศึกษาชนิดของกลิ่น รสของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาชนิดของกลิ่น รสด้วยลิ้นและจมูก อิเล็กทรอนิกส์ และ GC-MS พบว่าลิ้นอิเล็กทรอนิกส์ได้รายงานความเข้มข้นของสัญญาณของชาสูตร A และ B แตกต่างกันในด้านรสชาติ โครมาโตแกรมจากจมูกอิเล็กทรอนิกส์ของวัตถุดิบและชามะม่วงหิมพานต์แต่งกลิ่นรส ทั้งสูตรมีลักษณะโครมาโตแกรมแตกต่างกันหรือกลิ่นที่แตกต่างกัน แสดงว่าการใช้ลิ้นและจมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ เมื่อศึกษาชนิดของกลิ่นรสด้วยเครื่อง GC-MS พบว่ามี

สารประกอบที่ระเหยได้ทั้งหมด 38 ชนิดที่แยกได้ในตัวอย่างมะม่วงหิมพานต์ กลุ่มสารประกอบเทอร์ปีน (Terpenes) เป็นสารประกอบที่พบมากที่สุด ในดอก ยอด และใบ แต่ดอกมีองค์ประกอบแตกต่างจากยอดและใบ คือสารประกอบที่สำคัญของดอก ได้แก่ 3-buten-1-ol กรดอะซิติก, benzyl alcohol และ β -caryophyllene โดยดอกอบแห้งแบบ Tray drying พบสารหอมระเหย ได้แก่ 2-propanol, 1,1'-oxybis และกรด pentanedioic ซึ่งมีปริมาณมากกว่าแบบ Freeze drying ในขณะที่ (Z)-3-hexan-1-ol, ethanone, benzyl nitrile และ benzyl tiglate มีปริมาณน้อยกว่าส่วนยอดและใบมี α -pinene, β -pinene และ β -phellandrene สูงกว่าในตัวอย่างสำหรับรากชะเอมมีสารหอมระเหยจำนวน 21 ชนิด โดยที่กลุ่มสารประกอบแอลกอฮอล์มีมากที่สุด และพบว่า 3-buten-1-ol, β -myrcene, benzene-2,2-dimethylcyclopropyl และ benzoic acid มีปริมาณสูงกว่าในดอก ยอด และใบมะม่วงหิมพานต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลิ่นรสของชาดอกมะม่วงหิมพานต์แต่ละรสทั้งสองสูตร พบว่าสูตร A มีปริมาณสารหอมระเหยสูงกว่าสูตร B (พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555)

ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำชาในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค คือ *E.coli* และ *L.lactis* ของชามะม่วงหิมพานต์สูตร B และเปรียบเทียบกับส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น ดอก ยอด และใบมะม่วงหิมพานต์ รากชะเอม รวมทั้งเปรียบเทียบกับชาเขียว และผลิตภัณฑ์ชาดอกไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด พบว่าสารสกัดดอกมะม่วงหิมพานต์ที่ทำแห้งแบบ Freeze drying และชามะม่วงหิมพานต์สูตร B ความเข้มข้น 30 $\mu\text{g/ml}$ ชาเขียว ยอดและใบมะม่วงหิมพานต์ความเข้มข้น 300 $\mu\text{g/ml}$ เป็นความเข้มข้นน้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *E.coli* ได้ และเมื่อศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างสารสกัดชาดอกไม้อื่นๆ ยกเว้นดอกพิกุลที่ความเข้มข้น 3,000 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งเชื้อ *E.coli* ได้ ส่วนการศึกษาการยับยั้งเชื้อ *L.lactis* พบว่าสารสกัดดอกมะม่วงหิมพานต์ที่ทำแห้งแบบ Freeze drying และชามะม่วงหิมพานต์ สูตร B ที่ความเข้มข้น 30 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งเชื้อ *L.lactis* ได้ และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสารสกัดชาดอกไม้ พบว่า สารสกัดจากดอกมะม่วงหิมพานต์ที่อบทั้งสองแบบทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งเชื้อ *L.lactis* ได้ดีกว่าดอกไม้ชนิดอื่นๆ แต่สารสกัดดอกมะม่วงหิมพานต์ที่ทำแห้งแบบ Freeze drying ที่ความเข้มข้น 30 และ 3,000 $\mu\text{g/ml}$ (พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555)

เมื่อศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชา โดยทดสอบความคงตัวทางกายภาพและทางเคมีเพื่อประเมินอายุการเก็บ พบว่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าสีต่าง ๆ (ยกเว้นค่าสี L^* หรือค่าความสว่าง) ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น หรือผลิตภัณฑ์ชาดอกมะม่วงหิมพานต์แต่ละกลิ่นรสสูตร B มีความคงตัวทางกายภาพ จากผลการทดสอบความคงตัวทางเคมี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 40 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่า a_w ไม่เกินมาตรฐานของอาหารแห้งหลังการเก็บรักษาทุกสภาวะนาน 6 เดือน ปริมาณฟีนอลรวมและแทนนินที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 40 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บรักษานาน 2 เดือน และเมื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักจลศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาวะเร่ง โดยใช้ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาสกัดผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง หรือ 40 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นเป็น 45 องศาเซลเซียส จะทำให้มีอัตราการลดลงของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 11.76 การเก็บรักษาชาดอกมะม่วงหิมพานต์แต่ละ

รสสูตร B เก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ได้นาน 2 เดือน หากต้องการเก็บได้นานมากกว่านี้ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555)

อนุธิดา ผายพันธ์ (2550) ศึกษากระบวนการผลิตชาจากหญ้าหนวดแมว โดยคั่วหญ้าหนวดแมวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15 และ 20 นาที และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างมีค่าสี L^* , a^* และ b^* ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและค่าความเป็นกรดต่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับชาหญ้าหนวดแมวคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 28.35, 1.55 และ 5.18 และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 5.74, 6.20 และ 12.59 ตามลำดับ

วิไล ไชยมาศ และคณะ (2007) ศึกษากระบวนการผลิตชาจากใบผักหวาน โดยการนำใบผักหวานมาหนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการคั่วใบผักหวาน โดยการคั่วใบผักหวานที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15 และ 20 นาที ที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างมีค่าสี L^* , a^* และ b^* ปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้าทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและค่าความเป็นกรดที่ไม่แตกต่างกัน ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับชาใบผักหวานที่ใช้เวลาคั่ว 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 35.34, -0.73 และ 19.10 ตามลำดับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้าทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 24.01, 12.22 และ 7.17 ตามลำดับ

วิวัฒน์ วรามิตร และคณะ (2554) ศึกษาผลของการเสริมใบปอเทืองสดแห้งในสูตรอาหารที่มีต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ โดยทำการทดลองในไก่เนื้ออายุ 0-38 วัน จำนวน 120 ตัว โดยเสริมใบปอเทืองสดแห้งที่ระดับร้อยละ 2, 4 และ 6 ในสูตรอาหาร พบว่าการเสริมใบปอเทืองสดแห้งที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อตลอดช่วงของการทดลอง (7-38 วัน) ได้แก่ อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการตาย อัตราการเลี้ยงรอด ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ของไก่เนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พบว่า ไก่เนื้อในกลุ่มควบคุม มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ตลอดช่วงการทดลอง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. สํารวจและการเก็บตัวอย่างปอเทือง

สํารวจพื้นที่ปลูกปอเทืองและเก็บตัวอย่างใบ และดอกปอเทือง ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

3.2 วิธีการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำใบอ่อนปอเทืองที่ระยะ 2-3 สัปดาห์ ดอกปอเทืองที่ระยะ 50-60 วัน ที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่ในจังหวัดสงขลา มาล้างน้ำ ทำความสะอาด และผึ่งจนแห้ง ตัดให้มีขนาดเล็กลง แล้วอบที่อุณหภูมิ 40 °C จนแห้งสนิท จากนั้นบดแต่ละส่วนให้ละเอียดก่อนนำไปเตรียมสารสกัด

3.2.1.1 การเตรียมสารสกัดเอทานอลและน้ำ

- การเตรียมสารสกัดโดยการสกัดด้วยน้ำ

นำตัวอย่างแห้งดอก (F) หรือใบปอเทือง (L) 1 กรัม มาต้มในน้ำ 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองแยกกากออก นำไปทำแห้งด้วยเครื่อง freeze dryer ได้เป็นส่วนของสารสกัดหยابน้ำจากดอกปอเทือง (Ff) และสารสกัดน้ำจากใบปอเทือง (Lf) สำหรับการทดสอบต่อไป

- การเตรียมสารสกัดโดยการสกัดด้วยเอทานอล

ใช้วิธีการของ Singh และคณะ (2007) โดยหมักดอกและใบปอเทืองที่บดแล้วในเอทานอลให้ท่วมตัวอย่างค้างคืน จนครบ 3 ครั้ง เป็นเวลา 7 วัน นำส่วนที่สกัดได้ในแต่ละครั้งมารวมกัน กรองแล้วทำให้แห้งภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 °C เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ในตู้ดูดความชื้น สำหรับการทดลองต่อไป

3.2.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH*

ทดสอบความสามารถดักจับอนุมูล DPPH* ของสารสกัดตามวิธีการที่ระบุโดย Hutadilok-Towatana, N. *et al.*, 2006 โดยนำสารสกัดปอเทืองแต่ละชนิดมาเตรียมเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันในเอทานอล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 0.2 mM DPPH ในเอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไป ผสมให้เข้ากัน หลังจากทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใส่เอทานอลแทนสารสกัด โดยใช้เอทานอลเท่านั้นที่เป็น blank นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดักจับอนุมูล DPPH* จากสูตร

$$\% \text{inhibition} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

ทำการคัดเลือกตัวอย่างสารสกัดจากใบหรือดอกปอเทืองที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH* สูงสุด และได้ปริมาณสารที่เหมาะสม ไปศึกษาการพัฒนาลิพิดลิพิด (หัวข้อ 3.3)

3.2.3 การทดสอบความสามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไขมัน (anti-adipogenesis assay)

เลี้ยงเซลล์ 3T3-L1 (ATCC, ใน DMEM (Dulbecco's modified Eagle's medium) ที่มี 10% FBS (fetal bovine serum) (DMEM-F) ณ อุณหภูมิ 37 °C และในบรรยากาศที่มี 5% CO₂ จนโตเต็มพื้นที่ (full confluence) จากนั้น เลี้ยงใน DMEM-F ต่อไปอีก 2 วัน จึงเหนี่ยวนำเซลล์เหล่านี้ให้กลายเป็นเซลล์ไขมันโดยเลี้ยงใน DMEM-F ที่มีสารกระตุ้น 3 ชนิด คือ 10 µg/ml insulin, 0.5 mM 3-isobutyl-1-methylxanthine (IBMX), 1 M dexamethasone (DEX) และตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน (ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย) จนครบ 2 วัน แล้วเปลี่ยนเป็น DMEM-F ที่มี 10 µg/ml insulin อย่างเดียว (medium change I) อีก 2 วัน และเลี้ยงใน DMEM-F ที่ปราศจากสารกระตุ้น (medium change II) ต่อไปอีก 4 วัน เสร็จแล้วย้อมไขมันในเซลล์ด้วยสารละลาย 5% oil red O ตามด้วยการใช้ dimethyl sulfoxide (DMSO) สกัดสีออกมาจากเซลล์ นำสารละลายที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm ต่อไป (Niwano *et al.*, 2009)

3.2.4 การทดสอบความสามารถกระตุ้นกระบวนการสลายไขมัน

เลี้ยงเซลล์แบบเดียวกับข้างต้น (หัวข้อ 3.2.3) แต่เติมตัวอย่างที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ลงไป หลังจากเซลล์ถูกเหนี่ยวนำไปแล้ว 6 วัน เมื่อบ่มเซลล์กับสารสกัดครบ 48 ชั่วโมง นำอาหารเลี้ยงเซลล์ไปตรวจวัดปริมาณ glycerol ด้วยชุดทดสอบสำเร็จรูป โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร (Niwano *et al.*, 2009)

3.2.5 การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity assay)

นำเซลล์ที่ต้องการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ ล้างด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffered saline, PBS) เปลี่ยนเป็น DMEM-F ที่มี PrestoBlue® (PrestoBlue® 1 มิลลิลิตรต่ออาหารเลี้ยงเซลล์ 9 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน) จากนั้นนำไปบ่มในตู้ CO₂ incubator นาน 1 ชั่วโมง ซึ่ง PrestoBlue™ เป็น resazurin-based compound ที่สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ (Cell-permeant) โดยไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ ทำให้ PrestoBlue™ สามารถวัดแบบ kinetic assay ได้ เมื่อสารเข้าสู่เซลล์แล้วพบกับสภาวะ reducing environment สารจะถูก reduced จากสีม่วงไปเป็นสีแดง โดยวัดความเข้มของสีแดงจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีสภาวะ reducing ภายในเซลล์ที่ยังมีชีวิตเพิ่มขึ้น นำอาหารเลี้ยงเซลล์มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 nm ส่วนเซลล์ที่อยู่ในจานอาหารเลี้ยงเซลล์ทำการล้างด้วย PBS จากนั้นใส่อาหาร DMEM-F และเซลล์สามารถนำไปใช้ในการทดสอบความสามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันต่อไป (Xu *et al.*, 2015)

3.3 วิธีการทดลองสำหรับการทดสอบหา

3.3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารสกัดจากดอกหรือใบปอเทือง

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผงชาสกัดจากดอกหรือใบปอเทืองที่ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH[•] สูงสุด ในน้ำ 1 แก้ว (100 ลบ.ซม.) โดยใช้ปริมาณ 3 ระดับ คือสัดส่วนผงชาสกัดปอ

เทือง 0.05, 0.1 และ 0.15 กรัม ต่อปริมาณน้ำร้อน 1 แก้ว (100 ลบ.ซม.) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา รสชาติ กลิ่นรสตกค้าง (after test) และความชอบโดยรวมที่มีต่อ เครื่องดื่มชาสกัดจากปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด แล้วทดสอบคุณลักษณะของชาที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ มากที่สุด ดังนี้

1) คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

ทำการตรวจวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ในระบบ Hunter lab

2) คุณลักษณะทางด้านเคมี

- วิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน โดยดัดแปลงจากวิธีของ Hou *et al.* (2003) ให้ สารประกอบฟีนอลิกทำปฏิกิริยากับ Folin-ciocalteu reagent โดยใช้กรดแทนนิกเป็นสารมาตรฐาน และสาร สกัดหรือตัวอย่างที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำ 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี และเติม 7% โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้ สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตร มิเตอร์ (spectrometer) และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

- วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยดัดแปลงจากวิธีของ Hou *et al.* (2003) ให้ สารประกอบฟีนอลิกทำปฏิกิริยากับ Folin-ciocalteu reagent โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน และสาร สกัดหรือตัวอย่างที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำ 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี และเติม 7% โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้ สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที นำไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตร มิเตอร์ (spectrometer) และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร

- วิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีของ Hutadilok-Towatana, N. *et al.* (2006)

3) คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

- การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)

- การหาปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000)

- การหาปริมาณ *E.coli* และโคลิฟอร์ม โดยวิธี MPN (Most probable number method) ตามวิธีของ AOAC (2000)

4) ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผงชาสกัด

นำผงชาสกัดที่ได้บรรจุในถุงเยื่อกระดาษแล้วบรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกถึงให้สนิท แล้วทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยการนำมาทดสอบความคงตัวทางกายภาพ ได้แก่ การเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 cycles (ดัดแปลงจาก พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555) และศึกษาอายุการ เก็บรักษา เป็นเวลานาน 3 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการเก็บรักษา ทุก ๆ 2 สัปดาห์ มาทดสอบ คุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ค่าความชื้นของผงชา ค่าสีของผงชาและน้ำชา และคุณภาพทางจุล

ชีววิทยา และหากผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานให้ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน (พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555)

3.3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากดอกและใบปอเทือง

3.3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการเตรียมใบและดอกปอเทือง โดยการคัดเลือกใบอ่อนที่มีระยะความแก่อ่อน 2-3 สัปดาห์ และดอกที่มีระยะความแก่อ่อน 50-60 วัน จากพื้นที่จังหวัดสงขลา มาคัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก และตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ นำไปล้างทำความสะอาด และวางให้สะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น และนำตัวอย่างมาเกลี่ยเป็นชั้นบาง ๆ ในถาดอบ

3.3.2.2 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งใบและดอกปอเทือง

ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาจากใบและดอกปอเทือง โดยการนำใบและดอกปอเทืองมาคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที (อนุธิตา ผายพันธ์, 2550) แล้วนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะของชา ดังนี้

1) คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

ทำการตรวจวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ในระบบ Hunter lab

2) คุณลักษณะทางด้านเคมี

- ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity; a_w)

- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และเถ้า (AOAC, 2000) ดังนี้

2.1) การหาปริมาณความชื้น

อบถ้วยอะลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบเก็บไว้ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นลงจนอุณหภูมิภาชนะเท่ากับอุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักบันทึกผล ทำซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม หาค่าเฉลี่ยบันทึกผล จากนั้นชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนัก นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 4-5 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้นปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง จากนั้นนำกลับเข้าตู้อบและทำซ้ำเช่นเดิม จนผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันนั้นไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

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

2) การหาปริมาณเถ้า

เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาเก็บไว้ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักกับบันทึกผล ทำซ้ำ

จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม หาค่าเฉลี่ยบันทึกผล (W_1)) จากนั้นชั่งตัวอย่างอย่างละเอียดประมาณ 2 กรัม (S) ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ เผาบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีเทาอ่อนหรือสีขาวสม่ำเสมอ นำออกจากเตาเผาเก็บในปล่องให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักกับบันทึกผล ทำซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม หาค่าเฉลี่ยบันทึกผล (W_2))

คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร ร้อยละของปริมาณเถ้า (%) = $((W_2 - W_1) \times 100) / S$

- การวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน โดยดัดแปลงจากวิธีของ Hou *et al.* (2003)
- วิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยดัดแปลงจากวิธีของ Hou *et al.* (2003)
- วิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีของ Hutadilok-Towatana, N. *et al.* (2006)

3) คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

- การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)
- การหาปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000)
- การหาปริมาณ *E.coli* และโคลิฟอร์ม โดยวิธี MPN (Most probable number method) ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.3.2.3 ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ทำการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยการชงชาในอัตราส่วนใบชา 1 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา รสชาติ กลิ่นรสตกค้าง (after test) และความชอบโดยรวมที่มีต่อเครื่องดื่มชาปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด

ทำการคัดเลือกสภาวะในการอบดอกและยอดอ่อนใบปอเทืองที่ให้คุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ ดีที่สุด เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์กลิ่นชาปอเทืองให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.3.2.4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาปอเทืองแต่งกลิ่นรส

1) การพัฒนากลิ่นชาปอเทืองในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำผงชาที่คัดเลือกได้จากข้อ (2.) มาผสมสมุนไพรให้กลิ่น 3 ชนิด คือ ใบเตยหอม ชิง และตะไคร้ ด้วยปริมาณเท่ากัน คือ 1 กรัม และให้ผู้บริโภค ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา รสชาติ กลิ่นรสตกค้าง (after test) และความชอบโดยรวมที่มีต่อเครื่องดื่มชาสกัดจากปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด แล้วนำชาผสมสมุนไพรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ไปศึกษาต่อดังนี้

1.1) ศึกษาอัตราส่วนประกอบที่เหมาะสมในการพัฒนากลิ่นชาปอเทือง

ศึกษาสูตรส่วนประกอบที่เหมาะสมของ ใบปอเทือง : ดอกปอเทือง : สมุนไพร ด้วยวิธีการทดลองแบบผสม (mixture design) แบบเอ็กทรีมเวอร์ทิส (extreme vertices) ซึ่งอาศัยหลักการ

ที่ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนประกอบใด ส่วนประกอบที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย และผลรวมของส่วนประกอบทั้งหมดต้องเท่ากับ 1.0 หรือร้อยละ 100 แล้วทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำชาที่ได้ ดังนี้

1.1.1) ค่าสี L^* , a^* และ b^* ในระบบ Hunter lab

1.1.2) คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ทำการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา รสชาติ กลิ่นรสตกค้าง (after test) และความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาปอเทือง

2) ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาปอเทือง

ทำการผลิตชาปอเทืองสูตรที่ได้จากข้อ (1.1) แล้วนำผงชาปอเทืองที่ได้บรรจุในถุงเยื่อกระดาษแล้วบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกถึงให้สนิท แล้วนำผงชาปอเทืองที่ได้บรรจุในถุงชา แล้วทำการทดสอบความคงตัวทางกายภาพ ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 cycles (ดัดแปลงจาก พรประภา ชุนถนอม และคณะ, 2555) และศึกษาอายุการเก็บรักษา เป็นเวลานาน 3 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการเก็บรักษา ทุก ๆ 2 สัปดาห์ มาทดสอบคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ค่าความชื้นของผงชา ค่าสีของผงชาและน้ำชา และคุณภาพทางจุลชีววิทยา และหากผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานให้ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน

3.4 การศึกษาผงชาสกัดและชาแต่งกลิ่นสูตรที่ผ่านการคัดเลือกต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์

ผงชาสกัดและชาแต่งกลิ่นสมุนไพรสูตรที่ผ่านการยอมรับที่ได้ นำไปศึกษาวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์สารสกัดโดยนำไปทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ ผลต่อการสร้าง และการสลายไขมัน

3.5 การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของผลิตภัณฑ์ปอเทืองในพื้นที่วิจัย

ผู้วิจัยลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองในพื้นที่วิจัย การระดมความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมทั้งสัมภาษณ์ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการสรุปเป็นข้อมูลทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมต่อไป

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ one way ANOVA วิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการเตรียมสารสกัดจากดอก ใบอ่อนปอเทืองและการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

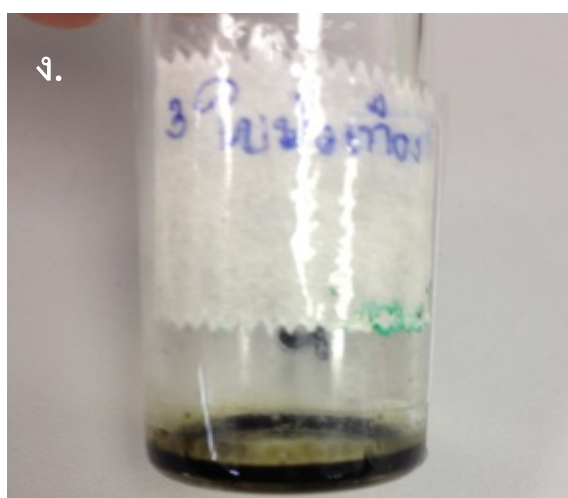
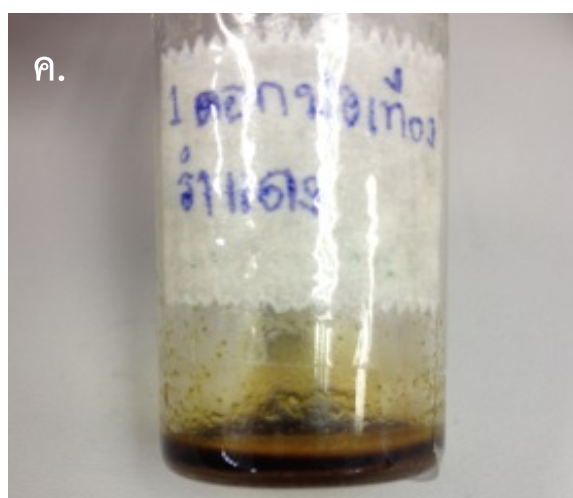
4.1.1 ผลการเตรียมสารสกัดจากปอเทือง

เมื่อนำดอกและใบอ่อนปอเทืองมาสกัดด้วยน้ำและสกัดด้วย ethanol พบว่า ดอกที่สกัดด้วยเอทานอลให้ปริมาณสารสกัด (%yield) น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับใบอ่อนปอเทืองที่สกัดด้วยเอทานอล ใบอ่อนที่สกัดด้วยน้ำ และดอกปอเทืองที่สกัดด้วยน้ำ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 ดอกปอเทืองที่สกัดด้วยน้ำมีสีเหลือง ส่วนที่ได้จากใบเป็นน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 3) สารสกัดทั้ง 2 ชนิดละลายได้ดีในน้ำ ในขณะที่ดอกปอเทืองที่สกัดด้วย เอทานอลมีเหลืองอมสีน้ำตาลเข้มและใบที่สกัดด้วยเอทานอลมีสีเขียวเข้มไม่สามารถละลายได้ในน้ำ มีลักษณะขุ่นหนืด แต่สามารถละลายได้ดีในเอทานอล

ตารางที่ 4 ผลการเตรียมสารสกัดจากแต่ละส่วนของปอเทือง

	ตัวทำละลายที่ใช้สกัด	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	สารสกัด (กรัม)	%yield สารสกัด*
ดอกปอเทือง	น้ำ	1	0.3010	30.1
ดอกปอเทือง	เอทานอล	2	0.1394	6.97
ใบอ่อนปอเทือง	น้ำ	1	0.1900	19.0
ใบอ่อนปอเทือง	เอทานอล	2	0.1561	7.80

$$* = (\text{น้ำหนักสารสกัด} \div \text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างปอเทือง}) \times 100$$



ภาพที่ 3 แสดงผงดอกปอเทืองเมื่อสกัดด้วยการต้มในน้ำ (ก.) ผงใบปอเทืองเมื่อสกัดด้วยการต้มในน้ำ (ข.) สารสกัดดอกปอเทืองด้วยเอทานอล (ค.) สารสกัดใบปอเทืองด้วยเอทานอล (ง.) ตามลำดับ

4.1.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้วิธี DPPH assay

วิธี DPPH เป็นการวัดความสามารถของสารในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้น และใช้สารปริมาณน้อยในการการวิเคราะห์ โดยมีหลักการดังนี้ สารละลาย DPPH ที่เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร (มีสีม่วง) เมื่ออนุมูลอิสระถูกรีดิวซ์ด้วยโปรตอนจากสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้ ทำให้สีม่วงของอนุมูลอิสระ DPPH เปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง สามารถบอกถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ โดยใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐาน ซึ่งจะวัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง จากการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดของปอเทืองได้ผลดังตารางที่ 5 ซึ่งจากผลการทดลองสารสกัดจากดอกปอเทืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าใบอ่อนปอเทือง ส่วนดอกปอเทืองและใบอ่อนปอเทืองที่สกัดด้วยเอทานอลไม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงคัดเลือกสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงชาสกัด และศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

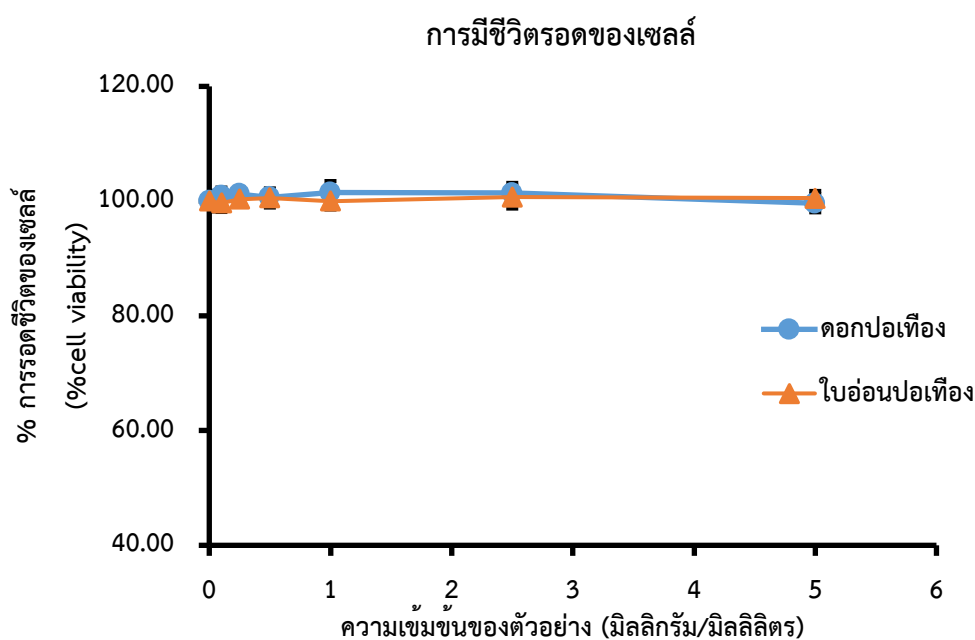
ตารางที่ 5 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากปอเทือง

	ตัวทำละลาย ที่ใช้สกัด	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (mg trolox/100 ml)
ดอกปอเทือง	น้ำ	0.239 ± 0.013
ดอกปอเทือง	เอทานอล	NA
ใบอ่อนปอเทือง	น้ำ	0.085 ± 0.001
ใบอ่อนปอเทือง	เอทานอล	NA

NA = no activity

4.1.3 ผลของสารสกัดจากปอเทืองต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ไขมัน

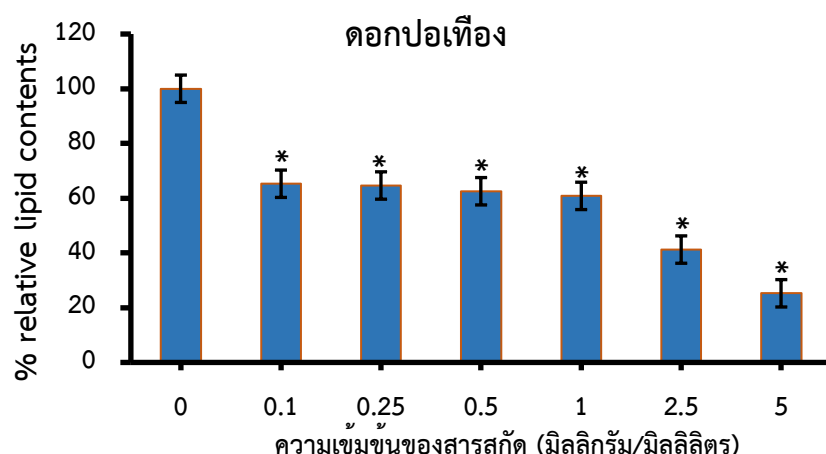
เมื่อนำสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนของปอเทืองที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน โดยใช้ PrestoBlue™ พบว่า สารสกัดจากสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนของปอเทืองในทุกความเข้มข้นที่ได้ทดสอบไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ดังภาพที่ 4 ($p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีสารสกัด)



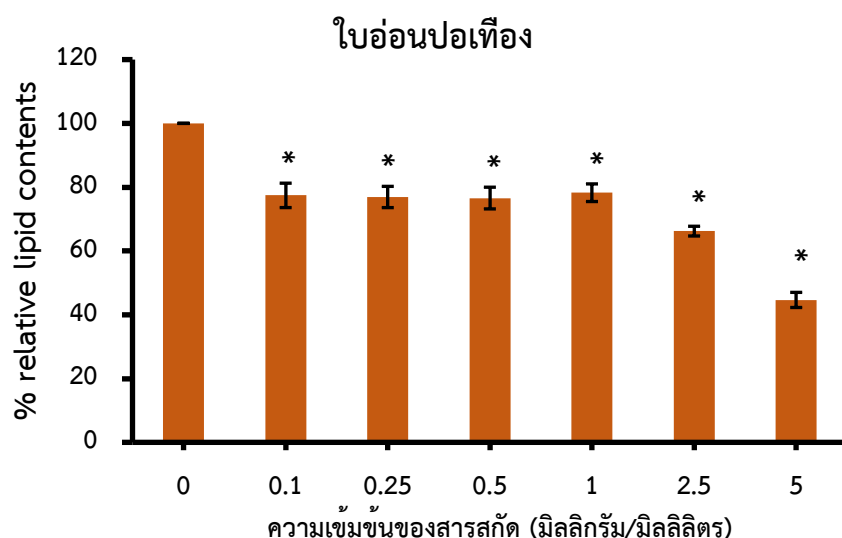
ภาพที่ 4 ผลทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมันของสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนของปอเทืองที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 5$)

4.1.4 ผลของสารสกัดจากปอเทืองยับยั้งการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1

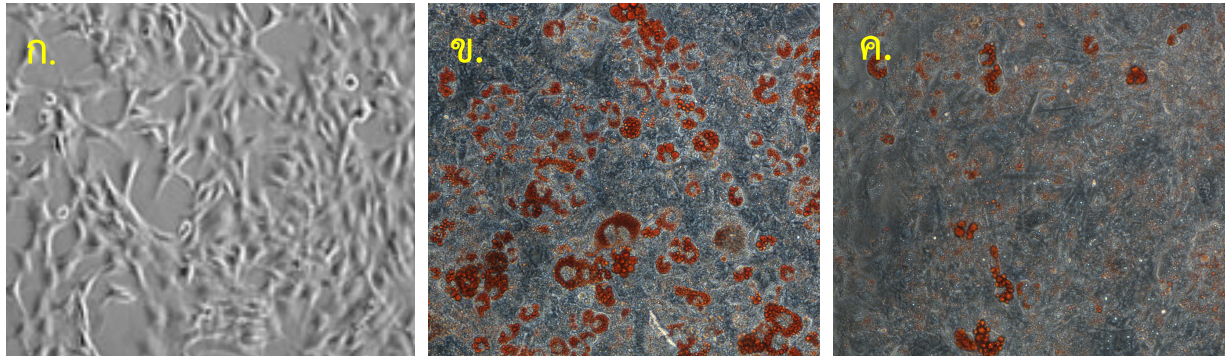
เมื่อนำสารสกัดน้ำจากดอกและใบอ่อนของปอเทืองที่ความเข้มข้นต่างๆ มาทดสอบความสามารถยับยั้งการสะสมไขมันภายในเซลล์ 3T3-L1 เมื่อถูกเหนี่ยวนำ ผลจากการย้อมสีไขมันด้วย oil red O (ภาพที่ 7) พบว่า สารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองสามารถลดปริมาณไขมันสะสมในเซลล์เหล่านี้ตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 5 ส่วนสารสกัดจากใบอ่อนของปอเทืองสามารถลดปริมาณไขมันสะสมในเซลล์เช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 6 แต่เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดน้ำจากดอกและใบอ่อนปอเทืองพบว่าสารสกัดน้ำจากดอกสามารถลดการสะสมไขมันภายในเซลล์ 3T3-L1 ได้ดีกว่าสารสกัดน้ำจากใบอ่อนซึ่งเห็นได้ชัดเจนที่ความเข้มข้นสูงสุด ดังภาพที่ 5 และ 6



ภาพที่ 5 ผลของสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 5$), $*p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีสารสกัดน้ำจากดอกปอเทือง



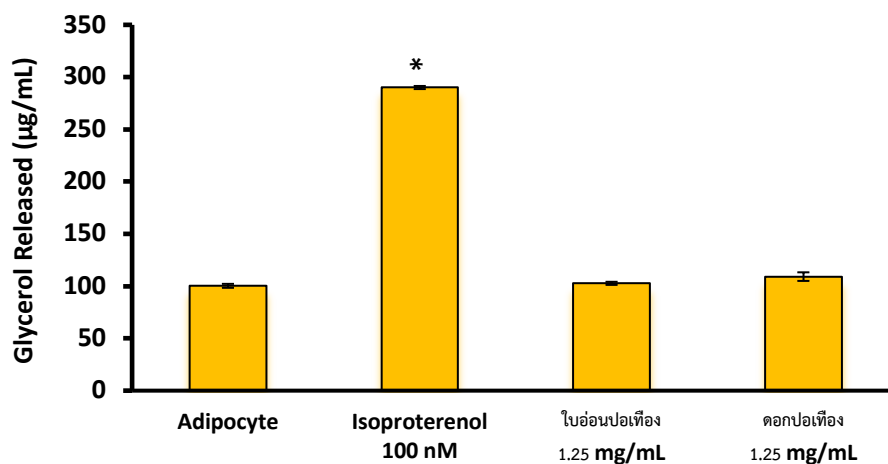
ภาพที่ 6 ผลของสารสกัดน้ำจากใบอ่อนปอเทืองต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 5$), $*p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีสารสกัดน้ำจากใบอ่อนปอเทือง



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบลักษณะของ (ก.) เซลล์ 3T3-L1 ปกติ (x200); (ข.) เซลล์ 3T3-L1 หลังจากถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมันและย้อมด้วย oil red O (x200); และ (ค.) เซลล์ไขมันในสภาวะที่มีสารสกัดน้ำจากดอกปอเทืองที่ความเข้มข้น 5 mg/ml (x200)

4.1.5 ผลของสารสกัดน้ำจากปอเทืองต่อไขมันสะสมในเซลล์ไขมัน

สำหรับผลการทดสอบความสามารถกระตุ้นการสลายไขมันสะสมภายในเซลล์ 3T3-L1 ที่เปลี่ยนรูปเป็นเซลล์ไขมันแล้ว (adipolysis) พบว่า สารสกัดน้ำจากดอกและใบอ่อนปอเทืองไม่มีฤทธิ์ดังกล่าว เมื่อเทียบกับเซลล์ไขมัน (รูปที่ 8)



ภาพที่ 8 ผลของสารสกัดน้ำของดอกและใบอ่อนปอเทืองต่อการกระตุ้นการสลายไขมันสะสมภายในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 3$), $*p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุม โดยใช้ Isoproterenol 100 nM เป็นสารมาตรฐาน

4.2 ผลการทดสอบการพัฒนาผงชาสกัดจากดอกปอเทือง

4.2.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผงชาสกัดจากดอกปอเทือง

จากการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง โดยการชงชาในอัตราส่วนผงชาสกัด 0.05, 0.1 และ 0.15 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา กลิ่นรส และความชอบโดยรวมที่มีต่อเครื่องดื่มผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด (ตารางที่ 6) พบว่าเครื่องดื่มผงชาสกัดจากดอกปอเทืองที่อัตราส่วน 0.1 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะและความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ตารางที่ 6 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง 9 point hedonic scale ของน้ำชาทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะปอเทือง	จำนวนกรัมของผงชาสกัดต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร		
	0.05	0.1	0.15
ลักษณะปรากฏ	6.80±0.92 ^a	6.96±0.71 ^a	7.13±0.86 ^a
สี	6.96±0.80 ^b	7.00±0.81 ^b	7.36±0.66 ^a
กลิ่น	6.26±0.69 ^a	6.23±0.72 ^a	5.70±0.59 ^b
กลิ่นรส	6.40±0.56 ^a	5.80±0.84 ^b	4.90±0.71 ^c
ความชอบโดยรวม	6.56±0.73 ^a	7.23±0.81 ^a	5.86±0.90 ^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณแทนนิน

จากการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 54.59 ± 1.25 สารประกอบกลุ่มฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มที่สำคัญซึ่งมีสมบัติต้านออกซิเดชัน จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดน้ำดอกปอเทือง วัดที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 34.12 ± 0.47 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินของสารสกัดน้ำดอกปอเทือง วัดที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแทนนิก และปริมาณแทนนินเท่ากับ 42.31 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง

4.3 ผลการศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาผงชาสกัดจากดอกปอเทือง

ทำการผลิตผงชาสกัดจากดอกปอเทือง โดยนำผงดอกปอเทืองที่สกัดได้ 0.1 กรัม บรรจุในถุงชา เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน แล้วทำการทดสอบตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.3.1 ทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน โดยนำผงชาสกัดจากดอกปอเทืองมาละลายน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร พบว่า มีค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* และ b^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 7)

จากการทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง โดยการนำผงชาสกัดจากดอกปอเทืองไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 รอบ (ตารางที่ 7) เมื่อนำผงชามาชงกับน้ำอัตราส่วน 0.1:100 พบว่าค่า L^* กับค่า a^* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผงชาสกัดจากดอกปอเทืองเริ่มต้น (0 วัน)

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน โดยนำผงชาสกัดจากดอกปอเทือง 0.1 กรัม มาละลายน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่นชา กลิ่นรส และความชอบโดยรวมที่มีต่อเครื่องดื่มผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด (ตารางที่ 8) พบว่าเครื่องดื่มผงชาสกัดจากดอกปอเทืองที่อัตราส่วน 0.1 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร มีคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษาผงชาเป็นเวลา 3 เดือน ($P < 0.05$)

ตารางที่ 7 ค่าสีของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะของ น้ำชาผงชาสกัด จากดอกปอเทือง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							ความคงตัว (6 Cycles)
	0	15	30	45	60	75	90	
L*	44.83±0.73 ^a	44.15±0.24 ^a	44.14±0.23 ^a	44.15±0.01 ^a	44.11±0.58 ^a	43.18±0.50 ^b	43.08±0.18 ^b	40.98±0.42 ^c
a*	-0.50±0.04 ^b	-0.47±0.05 ^{ab}	-0.43±0.04 ^{ab}	-0.48±0.01 ^{ab}	-0.44±0.21 ^{ab}	-0.32±0.05 ^a	-0.389±0.06 ^{ab}	-0.72±0.06 ^c
b*	24.87±0.13 ^d	24.27±0.37 ^e	24.14±0.01 ^e	24.00±0.16 ^e	27.60±0.05 ^b	26.80±0.39 ^c	27.64±0.39 ^b	28.11±0.23 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

๘

ตารางที่ 8 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาปอเทืองแบบสกัด ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 9 point hedonic scale

คุณลักษณะของน้ำ ชาผงชาสกัดจาก ดอกปอเทือง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							ความคงตัว (6 Cycles)
	0	15	30	45	60	75	90	
ลักษณะปรากฏ	7.27±0.96 ^a	7.40±0.74 ^a	7.80±0.68 ^a	7.73±0.59 ^a	7.80±0.77 ^a	7.87±0.74 ^a	7.33±0.49 ^a	7.40±0.51 ^a
สี	7.53±0.83 ^{ab}	7.67±0.72 ^{ab}	7.73±0.59 ^{ab}	7.67±0.62 ^{ab}	8.07±0.70 ^a	7.73±0.70 ^{ab}	7.73±0.88 ^{ab}	7.33±0.62 ^b
กลิ่น	7.53±0.92 ^a	6.47±0.64 ^b	6.40±0.91 ^{ab}	6.73±0.70 ^b	7.40±0.51 ^a	6.53±0.52 ^b	5.87±0.92 ^c	6.40±0.51 ^{ab}
กลิ่นรส	5.33±0.90 ^{cd}	5.27±0.80 ^d	5.20±0.94 ^d	5.40±0.91 ^{cd}	6.06±1.07 ^{bc}	6.87±0.64 ^a	5.33±0.98 ^{cd}	6.07±0.80 ^b
ความชอบโดยรวม	7.67±0.98 ^a	7.60±0.83 ^a	7.53±0.64 ^a	7.73±0.70 ^a	7.67±0.72 ^a	6.93±0.70 ^b	6.40±1.06 ^{bc}	5.93±0.88 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

4.3.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการศึกษาคุณภาพทางชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชา โดยการเตรียมเป็นน้ำชาแล้วทำการวิเคราะห์ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์ม (Coliform) และอีโคไล (*E. coli*) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ชา โดยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของชา กำหนดให้มีจุลินทรีย์ทั้งหมด ได้ไม่เกิน 1.0×10^4 CFU/ml ส่วนจุลินทรีย์อื่น ๆ ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตย (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์และรา (CFU/ml)	โคลิฟอร์ม (MPN/ml)	<i>E. coli</i> (MPN/m)
0	1.0×10^2	<1	<3	<3
15	1.0×10^2	<1	<3	<3
30	1.4×10^2	<1	<3	<3
45	2.7×10^2	<1	<3	<3
60	2.4×10^2	<1	<3	<3
75	2.1×10^2	<1	<3	<3
90	2.1×10^2	3	<3	<3
ความคงตัว (6 Cycles)	75	2	<3	<3

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนินของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนิน ของผงชาสกัดจากดอกปอเทือง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนิน มีแนวโน้มลดลง เมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน ($p < 0.05$) และเมื่อทดสอบความคงตัวของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและ 45 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 6 รอบ พบว่าสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างชาที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผงชาสกัดจากดอก
ปอเทืองละลายในน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	สารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/100 ml)	แทนนิน (mg TA/100 ml)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (% การยับยั้ง ที่ความ เข้มข้น 1 mg/ml)
0	34.12 ± 0.47 ^e	42.31 ± 1.34 ^d	54.59 ± 1.25 ^d
15	26.53 ± 0.13 ^d	30.24 ± 0.62 ^b	51.93 ± 0.85 ^c
30	19.20 ± 0.45 ^b	33.14 ± 0.62 ^c	47.69 ± 0.84 ^b
45	35.76 ± 1.03 ^f	42.59 ± 0.28 ^d	55.02 ± 1.67 ^d
60	19.97 ± 1.88 ^b	29.36 ± 0.65 ^b	56.90 ± 0.26 ^d
75	24.59 ± 0.61 ^c	30.30 ± 0.43 ^b	60.70 ± 1.12 ^e
90	23.60 ± 0.21 ^c	34.16 ± 0.16 ^c	50.33 ± 1.60 ^c
ความคงตัว (6 cycles)	6.82 ± 0.32 ^a	3.25 ± 1.10 ^a	16.83 ± 1.90 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมาย
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากดอกหรือใบปอเทือง

4.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการเตรียมดอกและยอดใบปอเทือง โดยการคัดเลือกใบอ่อนที่มีระยะความแก่อ่อน 2-3 สัปดาห์
(ยอดปอเทือง) และดอกปอเทืองที่มีระยะความแก่อ่อน 50-60 วัน (ภาพที่ 9) จากพื้นที่จังหวัดสงขลา มาคัด
แยกสิ่งแปลกปลอมออก และตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ นำไปล้างทำความสะอาด และวางให้สะเด็ดน้ำ รอ
นำไปศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชา



ภาพที่ 9 ลักษณะของปอเทืองที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของการเก็บตัวอย่าง

(ก.) ยอดอ่อนใบปอเทือง (2-3 สัปดาห์) (ข.) และดอกปอเทืองที่ระยะเวลา 50-60 วัน

4.4.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการคั่วและอบยดอ่อนและดอกปอเทือง

4.4.2.1 การผลิตชาปอเทือง

ทำการเก็บยดอ่อน และดอกปอเทืองที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ มาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที แล้วอบตัวอย่างหลังคั่วที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ได้ชาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช (ดังภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ชาปอเทืองจากยดอ่อน (ก) และดอกปอเทือง (ข)

4.4.2.2 คุณลักษณะของชาปอเทือง

1) คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของชาจากยดอ่อนและดอกปอเทือง

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผงชาและน้ำจากยดอ่อนปอเทือง (ตารางที่ 11) พบว่าผงชาจากยดอ่อนปอเทืองมีค่า L^* กับค่า a^* ลดลง ส่วนค่า b^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้นเมื่อนำผงชามาละลายเป็นน้ำชาจากยดอ่อนปอเทือง พบว่าค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* กับค่า b^* เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชายดอ่อนปอเทืองที่ระยะเวลาคั่ว 10 และ 15 นาที อบที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 12) พบว่าค่าความชื้นลดลงและเถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงชาและน้ำชาจากยอดอ่อนปอเทือง

ค่าสี	สภาวะในการผลิตชาจากยอดอ่อนปอเทือง					
	50/10	50/15	60/10	60/15	70/10	70/15
ความชื้น	9.62±0.42 ^f	8.56±0.66 ^e	7.56±1.10 ^b	6.24±0.07 ^c	5.39±0.58 ^b	4.45±0.23 ^a
เถ้า	6.30±0.04 ^a	7.10±0.67 ^{ab}	7.83±0.23 ^b	7.69±1.07 ^b	7.47±0.39 ^b	7.98±0.35 ^b
ผงชา						
L*	42.77±0.11 ^e	38.65±0.05 ^c	42.48±0.33 ^e	36.69±0.28 ^b	40.58±0.49 ^d	35.65±0.20 ^a
a*	-5.06±0.11 ^a	-3.34±0.05 ^d	-4.76±0.02 ^b	-3.30±0.12 ^d	-3.81±0.12 ^c	-2.25±0.13 ^e
b*	14.42±0.11 ^d	12.23±0.16 ^b	13.25±0.06 ^c	11.54±0.63 ^a	12.42±0.20 ^b	11.52±0.19 ^a
น้ำชา						
L*	12.59±0.09 ^e	6.08±0.07 ^c	9.85±0.04 ^d	5.43±0.23 ^b	9.73±0.06 ^d	4.79±0.12 ^a
a*	-2.09±0.12 ^a	-0.83±0.02 ^c	-1.22±0.21 ^b	-0.72±0.14 ^c	-1.13±0.08 ^b	-0.49±0.07 ^d
b*	6.75±0.10 ^a	8.29±0.16 ^c	13.02±0.68 ^d	7.22±0.14 ^b	12.97±0.23 ^d	16.48±0.25 ^e

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผงชาและน้ำชาจากดอกปอเทือง (ตารางที่ 12) พบว่าผงชาจากดอกปอเทือง มีค่า L* กับค่า *b ลดลง ส่วนค่า a* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น เมื่อนำผงชามาละลายเป็นน้ำชาจากดอกปอเทืองพบว่าค่า L* กับค่า *b ลดลง ส่วนค่า a* เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้น และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชาดอกปอเทืองที่ระยะเวลาคั่ว 10 และ 15 นาที อบที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความชื้นลดลงและเถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

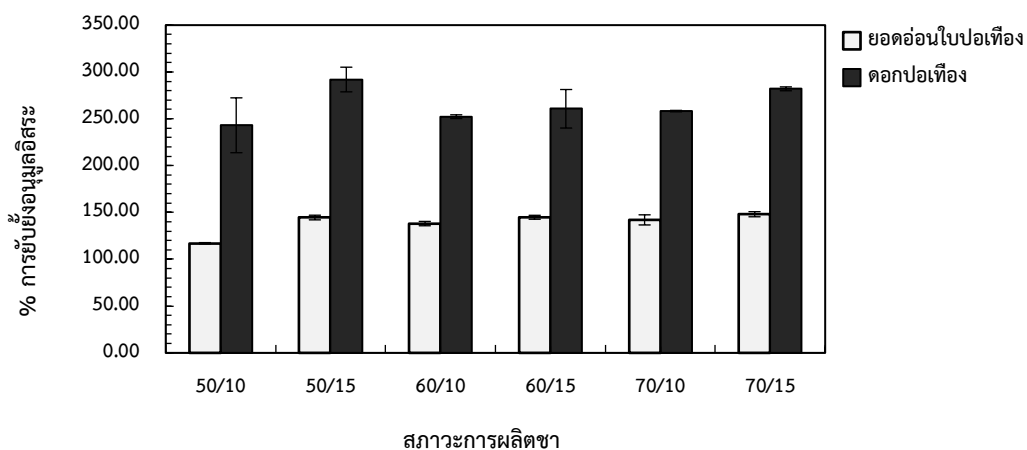
ตารางที่ 12 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงชาและน้ำชาจากดอกปอเทือง

ค่าสี	สภาวะในการผลิตชาจากดอกปอเทือง					
	50/10	50/15	60/10	60/15	70/10	70/15
ความชื้น	7.73±0.20 ^c	7.34 ± 0.23 ^d	6.94 ± 0.00 ^c	6.55 ± 0.11 ^b	5.76 ± 0.10 ^a	5.59±0.05 ^a
เถ้า	6.87±0.08 ^a	6.90±0.03 ^a	7.10±0.04 ^{ab}	7.07±0.10 ^{ab}	7.30±0.53 ^{ab}	7.37±0.12 ^b
ผงชา						
L*	52.00±0.14 ^d	51.12±0.08 ^c	51.91±0.04 ^d	50.56±0.18 ^b	51.21±0.17 ^c	49.65±0.65 ^a
a*	8.68±0.22 ^a	10.06±0.33 ^b	8.77±0.23 ^a	11.36±0.41 ^c	9.92±0.50 ^b	11.75±0.26 ^c
b*	36.56±0.29 ^d	34.29±0.51 ^c	36.11±0.24 ^d	32.53±0.27 ^b	34.69±0.27 ^c	29.59±0.24 ^a
น้ำชา						
L*	13.63±0.25 ^c	9.78±0.17 ^a	13.24±0.15 ^c	9.55±0.53 ^a	11.76±0.13 ^b	9.38±0.18 ^a
a*	-1.00±0.25 ^a	-0.82±0.59 ^{ab}	-0.77±0.09 ^{ab}	-0.33±0.04 ^b	1.01±0.09 ^c	1.29±0.27 ^c
b*	13.58±0.46 ^a	14.48±0.29 ^b	13.60±0.27 ^a	15.68±0.08 ^c	13.72±0.26 ^a	16.72±0.49 ^d

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

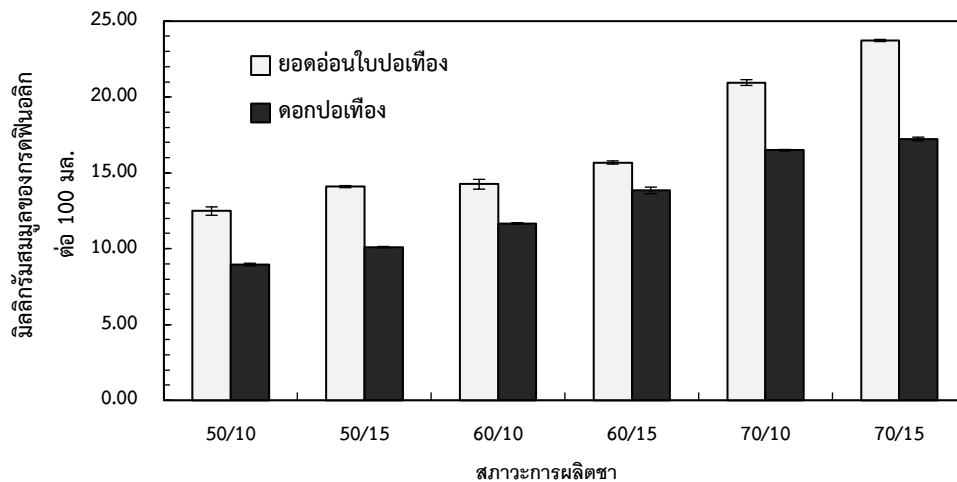
2) คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และแทนนิน

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ของน้ำชาจากดอกและยอดอ่อนใบปอเทือง ที่ความเข้มข้น 1:5 และ 1:2 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ดังภาพที่ 11) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้นทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกและยอดอ่อนใบปอเทืองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) โดยดอกปอเทืองมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

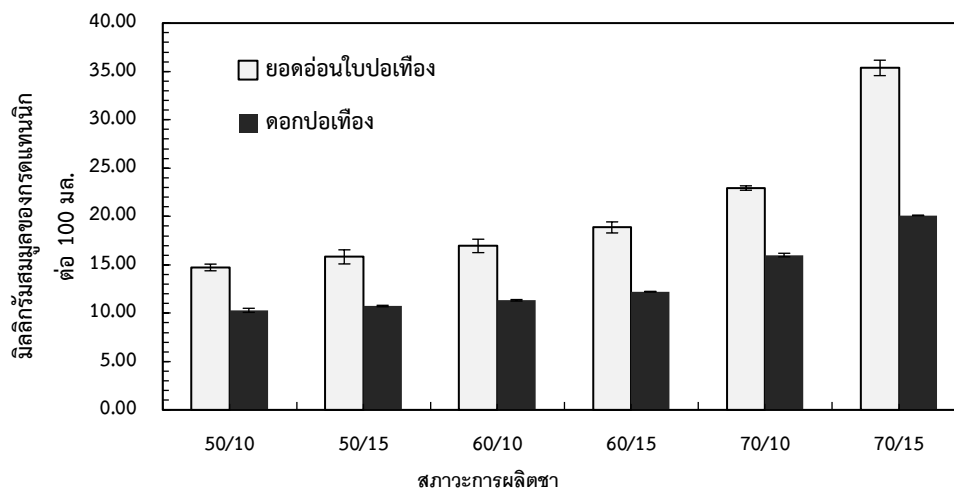


ภาพที่ 11 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของยอดอ่อนและดอกปอเทือง

จากการศึกษาสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนิน (ดังภาพที่ 12-13) พบว่าเมื่อระยะเวลาการคั่วและอุณหภูมิในการอบเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนินจากดอกและยอดอ่อนใบปอเทืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยส่วนของยอดอ่อนปอเทือง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนินสูงที่สุด



ภาพที่ 12 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง



ภาพที่ 13 ปริมาณแทนนินของชาจากยอดอ่อนและดอกปอเทือง

3) คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชายอดอ่อนปอเทืองที่ระยะเวลาคั่ว 10 และ 15 นาที และอบที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยให้คะแนนตามระดับความชอบ 9 คะแนน (9 point hedonic scale) ที่มีต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบ

โดยรวมของผู้บริโภค พบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบที่สภาวะการอบเดียวกัน พบว่าเมื่อเวลาในการคั่วนานขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลง โดยชาจากยอดอ่อนปอเทืองที่สภาวะการคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด โดยอยู่ในระดับคะแนนชอบปานกลาง (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทือง โดยใช้แบบทดสอบแบบ (9 point hedonic scale)

คุณลักษณะ	50/10	50/15	60/10	60/15	70/10	70/15
ลักษณะปรากฏ	4.90±1.02 ^a	6.20±1.12 ^b	6.03±0.99 ^b	5.73±1.41 ^b	7.23±0.77 ^c	5.80±1.68 ^b
สี	5.10±0.99 ^a	5.66±1.24 ^b	6.63±0.66 ^c	5.23±1.22 ^{ab}	7.50±0.82 ^d	6.63±0.80 ^c
กลิ่น	5.23±1.13 ^a	5.20±0.71 ^a	6.70±0.59 ^b	4.93±0.82 ^a	7.36±0.88 ^c	6.30±0.87 ^b
กลิ่นรส	4.43±1.38 ^a	5.26±0.90 ^b	6.30±0.70 ^c	4.10±1.37 ^a	7.83±0.69 ^d	6.00±0.87 ^c
ความชอบรวม	6.30±1.20 ^b	6.20±1.24 ^{ab}	6.23±1.04 ^{ab}	5.63±1.60 ^a	7.50±1.04 ^c	6.73±0.98 ^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองที่ระยะเวลา คั่ว 10 และ 15 ที่ อบที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยให้คะแนนตามระดับความชอบ 9 คะแนน (9 point hedonic scale) ที่มีต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผู้บริโภค พบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบที่สภาวะการอบเดียวกัน พบว่าเมื่อเวลาในการคั่วนานขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลง โดยชาจากดอกปอเทืองที่สภาวะการคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด โดยอยู่ในระดับคะแนนชอบปานกลาง (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 คุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทือง โดยใช้แบบทดสอบแบบ (9 point hedonic scale)

คุณลักษณะ	50/10	50/15	60/10	60/15	70/10	70/15
ลักษณะปรากฏ	5.30±1.11 ^a	5.66±1.15 ^a	6.53±0.68 ^b	5.30±1.11 ^a	7.40±0.81 ^c	6.50±1.00 ^b
สี	5.13±1.04 ^a	5.63±1.12 ^b	6.56±0.67 ^c	5.26±1.20 ^{ab}	7.46±0.68 ^d	6.73±0.86 ^c
กลิ่น	5.13±1.40 ^a	6.66±0.74 ^b	5.36±1.06 ^a	6.66±0.71 ^b	7.43±0.93 ^c	6.93±1.20 ^{bc}
กลิ่นรส	3.80±1.76 ^a	5.73±1.01 ^c	4.83±1.28 ^b	4.16±1.83 ^a	7.63±0.76 ^d	5.13±1.50 ^b
ความชอบรวม	5.23±1.81 ^a	5.96±1.47 ^b	6.66±1.02 ^c	5.00±2.00 ^a	7.80±0.55 ^d	6.60±1.19 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

อย่างไรก็ตามการบริโภคชาปอเทืองนั้นยังมีข้อจำกัดเนื่องจากมีกลิ่นเหม็นเขียวของใบและดอกปอเทือง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาชาปอเทืองสมุนไพรเพื่อปรับปรุงกลิ่นรสให้สามารถบริโภคได้ง่ายขึ้น โดยการเลือกชาจากดอกปอเทืองที่สภาวะการคั่วที่ 10 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสไปทำการปรับแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพร เนื่องจากน้ำชาจากดอกปอเทืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในยอดอ่อนใบปอเทือง

4.4.2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาปอเทืองแต่งกลิ่นรส

ทำการเตรียมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตยหอม ชิง และตะไคร้ โดยการนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สภาวะเดียวกับการอบชาดอกปอเทือง แล้วทำการศึกษาดังนี้

1 การพัฒนากลิ่นชาปอเทือง

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาปอเทืองผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย ตะไคร้ และชิง แบบ Multi-sample difference test ต่อปริมาณของกลิ่นรสปอเทืองและกลิ่นรสสมุนไพร (ตารางที่ 15) พบว่าในอัตราส่วนของชาดอกปอเทืองและสมุนไพรที่เท่ากัน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนปริมาณสมุนไพรมากกว่ากลิ่นรสปอเทืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามชาดอกปอเทืองผสมใบเตยเป็นชุดการทดลองที่บริโภคให้คะแนนกลิ่นรสในปริมาณที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในขณะที่กลิ่นรสของชาดอกปอเทืองผสมตะไคร้และใบเตย ผู้บริโภคให้คะแนนกลิ่นรสที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากสมุนไพรตะไคร้และชิงมีกลิ่นรสที่ค่อนข้างรุนแรงเมื่อเปรียบเทียบกับใบเตย และจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ชาดอกปอเทืองผสมใบเตย ชาดอกปอเทืองผสมตะไคร้ และชาดอกปอเทืองผสมชิง ในอัตราส่วน 1:1 โดยการชงในอัตราส่วนของชา 1 กรัม : น้ำร้อน 100 มิลลิลิตร ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ปรากฏว่าชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตยมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาคือ ชาปอเทืองผสมตะไคร้ และชาดอกปอเทืองผสมชิง ตามลำดับ (ตารางที่ 16) ดังนั้นจึงคัดเลือก

ดอกปอเทืองผสมใบเตยไปทำการพัฒนาชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

ตารางที่ 15 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาปอเทืองผสมสมุนไพร ด้วยวิธี Multi-sample difference test

ชาปอเทืองผสมสมุนไพร	กลิ่นรสปอเทือง	กลิ่นรสสมุนไพร
ชาดอกปอเทืองผสมใบเตย	6.28±0.97 ^b	8.085±0.809 ^a
ชาดอกปอเทืองผสมตะไคร้	4.49±0.71 ^b	11.690±0.846 ^a
ชาดอกปอเทืองผสมขิง	3.44±0.71 ^b	11.855±1.268 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 16 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาปอเทืองผสมสมุนไพรแบบให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

คุณลักษณะ	ปอเทืองผสมใบเตย	ปอเทืองผสมตะไคร้	ปอเทืองผสมขิง
ลักษณะปรากฏ	7.80±0.56	7.13±0.64	7.07±0.59
สี	7.67±0.62	6.80±0.77	7.00±0.76
กลิ่น	7.33±0.62	6.60±1.50	6.20±0.94
กลิ่นรส	7.07±0.80	6.40±1.30	6.33±0.98
กลิ่นสมุนไพร	7.13±0.99	6.33±1.63	5.53±0.83
ความชอบโดยรวม	7.47±0.64	6.60±1.18	5.93±0.80

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2 ศึกษาอัตราส่วนประกอบที่เหมาะสมของกลิ่นชาปอเทืองผสมสมุนไพร

ศึกษาอัตราส่วนประกอบที่เหมาะสมของกลิ่นชาปอเทืองผสมสมุนไพรที่ผ่านการคัดเลือก ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุด โดยใช้การทดลองแบบ Mixture design ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert กำหนดปริมาณชาปอเทืองและสมุนไพรรวมกันทุกสูตรเท่ากับ 1 ศึกษาปริมาณปอเทืองในช่วง 0.5-1.0 และปริมาณสมุนไพรในช่วง 0- 0.5 ได้สูตรผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 9 สูตร ดังนี้ 0.750:0.250 0.937:0.0063 0.874:0.126 1.00:0.000 0.500:0.500 1.000:0.000 0.500:0.500 0.626:0.374 และ 0.500:0.500 ตามลำดับ จากนั้นประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ (ตารางที่ 17) พบว่าชาดอกปอเทืองผสมใบเตย สูตรที่ 7 และ

9 อัตราส่วนระหว่างดอกปอเทืองและสมุนไพรรอบเตย เท่ากับ 0.5:0.5 มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด โดยอยู่ในระดับคะแนนชอบปานกลาง

ตารางที่ 17 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรรอบเตยให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
1	6.84±0.94 ^a	5.96±1.01 ^{ab}	6.84±0.98 ^c	5.04±0.88 ^{cd}	5.32±0.90 ^{cd}
2	6.92±0.70 ^a	5.76±0.66 ^{bc}	5.88±0.92 ^{bc}	5.32±0.85 ^c	5.84±0.94 ^{bc}
3	6.96±0.88 ^a	6.28±0.89 ^{ab}	5.60±1.15 ^c	5.88±0.83 ^b	6.20±0.91 ^{ab}
4	6.96±0.84 ^a	5.2±0.81 ^d	5.80±0.81 ^c	4.92±0.99 ^{cd}	5.12±0.83 ^d
5	6.72±1.10 ^a	6.44±0.76 ^a	5.88±1.09 ^{bc}	6.16±0.94 ^{ab}	6.36±0.81 ^{ab}
6	6.92±0.95 ^a	5.32±0.85 ^c	5.64±0.86 ^{ac}	4.56±0.96 ^d	5.32±0.85 ^{cd}
7	6.72±1.10 ^a	6.48±0.87 ^a	6.60±0.81	6.56±0.96 ^a	6.60±0.91 ^a
8	6.92±0.90 ^a	6.32±1.24 ^a	6.84±0.98 ^a	6.64±0.63 ^a	6.48±1.29 ^a
9	6.60±1.00 ^a	6.48±0.77 ^a	6.40±0.76 ^{ab}	6.52±0.82 ^a	6.64±0.81 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและแทนนิน ของชาดอกปอเทืองผสมใบเตยที่อัตราส่วนเท่ากับ 0.5:0.5 พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 86.49 ± 0.20 ปริมาณประกอบฟีนอลิกรวม เท่ากับ 7.04 ± 0.18 มิลลิกรัมสมมูลของกรดฟีนอลิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง และปริมาณแทนนิน เท่ากับ 8.20 ± 0.01 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง

3 ศึกษาความคงตัวและประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาปอเทือง

ทำการผลิตชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรรอบเตยอัตราส่วนระหว่างชาดอกปอเทืองและสมุนไพรรอบเตย เท่ากับ 0.5:0.5 แล้วนำผงชาที่ได้บรรจุในถุงชา เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน แล้วทำการทดสอบตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ชา

จากศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและค่าสีในระหว่างการเก็บรักษาชาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ของชา (ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8) ค่า L^* กับค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* มีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อนำผงชามาชงน้ำอัตราส่วน 1:100 พบว่า เมื่อนำผงชาละลายเป็นน้ำชา พบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 18)

จากการทดสอบความคงตัวของสีของผลิตภัณฑ์ชาโดยการนำผลิตภัณฑ์ชาไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยทำซ้ำรวมทั้งหมด 6 รอบ (ตารางที่ 14) พบว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากร้อยละ 6.40 (0 วัน) เป็น 14.11 (6 Cycles) และจากการวิเคราะห์ค่าสีของผงชา พบว่าค่า L^* กับค่า a^* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อนำผงชามาชงกับน้ำอัตราส่วน 1:100 พบว่าค่า L^* , a^* และ b^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชาเริ่มต้น (0 วัน)

3.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนิน

ทำการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนินของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองผสมใบเตย ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและปริมาณแทนนินไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อทดสอบความคงตัวของชาโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและ 45 องศาเซลเซียสเป็นจำนวน 6 รอบ พบว่าสารประกอบฟีนอลิกและแทนนินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างชาที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 18 ค่าความชื้น ค่าสี ของชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

คุณลักษณะของ ชาดอกปอเทือง		ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							ความคงตัว (6 Cycles)
		0	15	30	45	60	75	90	
ความชื้น		6.40±0.35 ^c	7.39±0.43 ^b	7.26±0.40 ^b	7.22±0.16 ^b	7.49±0.43 ^b	7.44±0.64 ^b	7.78±0.88 ^b	14.11±0.51 ^a
ผงชา	L*	48.45±0.50 ^b	48.87±0.12 ^b	49.76±0.04 ^a	49.97±0.18 ^a	50.03±0.11 ^a	50.15±0.12 ^a	49.67±0.12 ^a	45.35±0.49 ^c
	a*	0.66±0.67 ^a	0.66±0.17 ^a	0.58±0.07 ^a	0.57±0.01 ^a	0.59±0.02 ^a	0.57±0.01 ^a	0.57±0.04 ^a	0.55±0.05 ^a
	b*	25.16±0.13 ^c	25.62±0.36 ^{bc}	25.61±0.41 ^{bc}	26.10±0.32 ^{ab}	26.32±0.53 ^a	25.92±0.13 ^{ab}	26.18±0.11 ^{ab}	25.79±0.17 ^{ab}
น้ำชา	L*	51.31±0.52 ^{ab}	51.37±0.18 ^a	51.46±0.11 ^a	51.11±0.04 ^{ab}	50.80±0.24 ^b	50.79±0.0± ^b	47.81±0.31 ^c	45.45±0.46 ^d
	a*	-1.53±0.05 ^a	-1.49±0.01 ^a	-1.47±0.02 ^a	-1.50±0.02 ^a	-1.52±0.03 ^a	-1.54±0.15 ^a	-2.38±0.19 ^b	-2.39±0.05 ^b
	b*	30.40±0.63 ^{ab}	30.23±0.05 ^b	30.98±0.07 ^a	31.02±0.47 ^a	31.05±0.48 ^a	31.03±0.42 ^a	30.25±0.06 ^b	28.33±0.32 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

* คະแนนทดสอบระดับกลืนของสมุนไพร ที่ผ่านการทดสอบจากผู้บริโภคด้วยวิธี Multi sample difference test

ตารางที่ 19 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก แทนนิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระน้ำชาจากดอกปอเทืองผสมใบเตย 100 มิลลิตร

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	สารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/100 ml)	แทนนิน (mg TA/100 ml)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (%)
0	7.04 ± 0.19 ^d	8.20 ± 0.01 ^f	86.49 ± 0.20 ^b
30	11.22 ± 0.40 ^a	16.19 ± 0.18 ^b	88.19 ± 0.55 ^d
45	8.96 ± 0.20 ^b	10.91 ± 0.16 ^d	88.55 ± 1.03 ^{cd}
60	8.16 ± 0.26 ^c	16.87 ± 0.61 ^a	89.35 ± 0.56 ^{bc}
75	8.95 ± 0.08 ^b	11.12 ± 0.10 ^d	83.91 ± 0.07 ^f
90	9.04 ± 0.03 ^b	11.82 ± 0.09 ^c	90.13 ± 0.08 ^a
ความคงตัว (6 cycles)	7.21 ± 0.12 ^d	9.60 ± 0.22 ^e	90.40 ± 0.04 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตัวอักษรต่างกันมีความหมายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการศึกษาคุณภาพทางชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ชา โดยการเตรียมเป็นน้ำชาแล้วทำการวิเคราะห์ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์ม (Coliform) และอีโคไล (*E. coli*) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ชา โดยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของชา กำหนดให้มีจุลินทรีย์ทั้งหมด ได้ไม่เกิน 1.0×10^4 CFU/ml ส่วนจุลินทรีย์อื่น ๆ ตรวจไม่พบในผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตย (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของผลิตภัณฑ์ชาในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์และรา (CFU/ml)	โคลิฟอร์ม (MPN/ml)	<i>E. coli</i> (MPN/ml)
0	15	<1	<3	<3
15	15	<1	<3	<3
30	1.2×10^2	<1	<3	<3
45	1.2×10^2	<1	<3	<3
60	1.5×10^2	<1	<3	<3
75	1.5×10^2	<1	<3	<3
90	1.5×10^2	3	<3	<3
ความคงตัว (6 Cycles)	29	1	<3	<3

3.4 คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำชาดอกปอเทืองผสมใบเตย โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 คะแนน (9 point hedonic scale) ต่อคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน และใช้ผู้ทดสอบชิมคนเดิมตลอดช่วงการศึกษา (ตารางที่ 21) พบว่าผู้บริโภครู้สึกให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะไม่แตกต่างกันที่ระยะเวลา 75 วัน แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อให้คะแนนระดับของกลิ่นรสชาทั้งสองชนิดพบว่ากลิ่นรสของดอกปอเทืองและใบเตยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \geq 0.05$) เมื่อศึกษาค่าความคงตัวโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและ 45 องศาเซลเซียสเป็นจำนวน 6 รอบ พบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 21 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองผสมสมุนไพรใบเตยระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน โดยการทดสอบความชอบแบบ 9 point hedonic scale และด้วยวิธี Multi-sample difference test

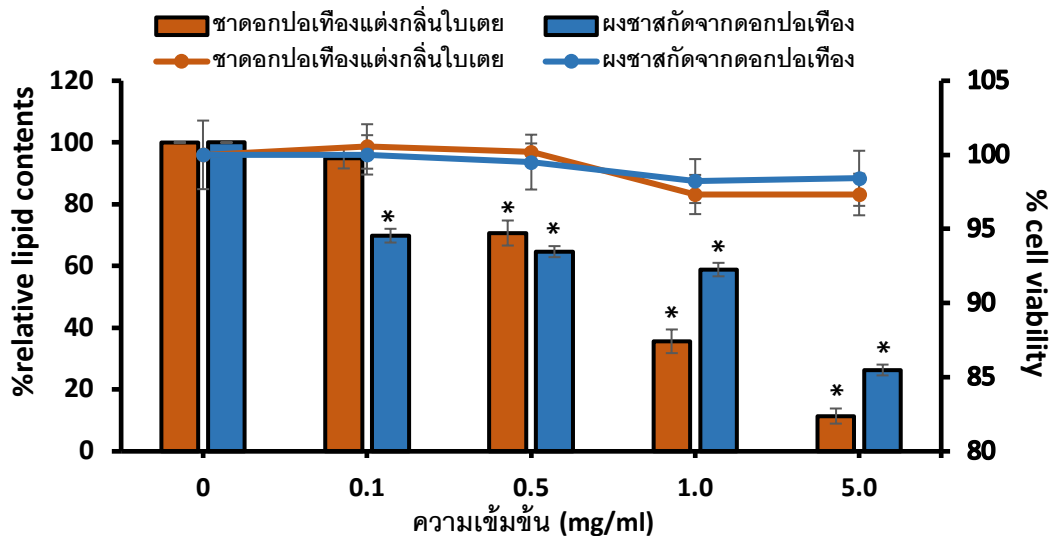
คุณลักษณะของ ชาดอกปอเทือง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							ความคงตัว (6 Cycles)
	0	15	30	45	60	75	90	
ลักษณะปรากฏ	7.44±0.81 ^a	7.93±0.70 ^a	7.67±0.62 ^a	7.53±0.64 ^a	7.80±0.56 ^a	7.47±0.52 ^a	6.53±0.52 ^b	5.67±1.05 ^c
สี	7.25±0.77 ^{ab}	7.69±0.60 ^a	7.80±0.68 ^a	7.60±0.51 ^a	7.53±0.52 ^a	7.73±0.59 ^a	6.87±0.64 ^b	5.60±0.99 ^c
กลิ่น	7.44±0.51 ^{ab}	7.47±0.52 ^{ab}	7.93±0.70 ^a	7.80±0.68 ^a	7.07±0.07 ^{cb}	7.27±0.80 ^{cb}	6.73±0.70 ^c	5.27±1.03 ^d
รสชาติ	6.31±0.70 ^b	7.53±0.52 ^a	7.73±0.70 ^a	7.47±0.83 ^a	7.27±0.88 ^a	7.33±0.72 ^a	5.25±0.96 ^c	5.07±1.03 ^c
ความชอบโดยรวม	7.69±0.70 ^a	7.53±0.64 ^a	7.40±0.64 ^a	7.33±0.62 ^a	7.60±0.51 ^a	7.80±0.86 ^a	6.67±0.82 ^c	5.33±1.88 ^c
กลิ่นปอเทือง*	5.64±0.72 ^a	5.60±0.47 ^a	5.47±0.78 ^a	5.54±0.73 ^a	5.49±0.81 ^a	5.58±0.76 ^a	5.40±0.71 ^a	5.09±0.73 ^a
กลิ่นใบเตย*	7.50±0.53 ^a	7.41±0.75 ^a	7.48±0.62 ^a	7.31±0.84 ^a	7.46±0.77 ^a	7.38±0.74 ^a	7.22±0.76 ^a	5.43±0.76 ^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

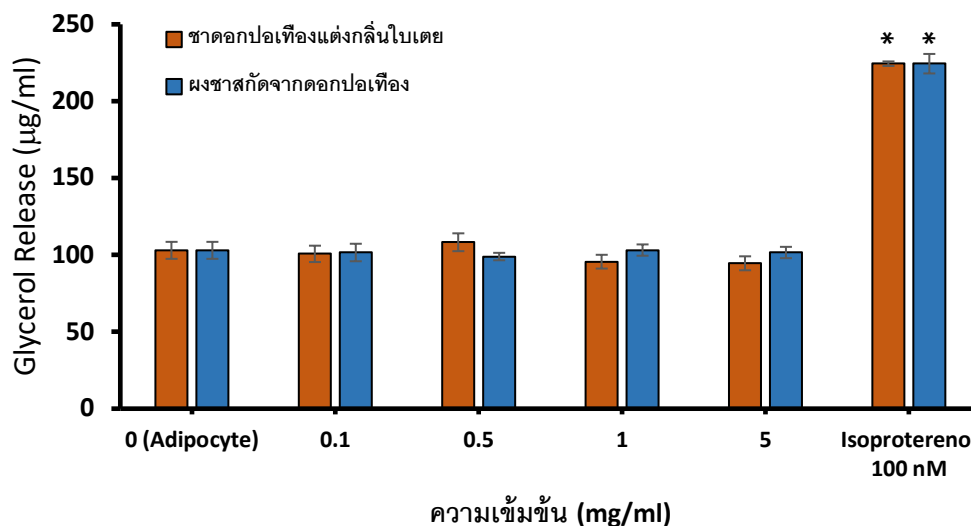
การทดสอบระดับของกลิ่นปอเทืองและกลิ่นใบเตยด้วยวิธีการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ Multi sample difference test

4.5 ผลการศึกษาผงชาสกัดและชาแต่งกลิ่นสูตรที่ผ่านการคัดเลือกต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์

ผลการศึกษาผงชาสกัดจากดอกปอเทืองที่ผ่านการคัดเลือกคือที่ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และชาดอกปอเทืองที่แต่งกลิ่นใบเตยในอัตราส่วน 0.5:0.5 โดยการนำน้ำชามาทำการ freeze dry และนำมาเตรียมเป็นความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าสามารถยับยั้งการสร้างไขมันที่จะเกิดขึ้นใหม่ภายในเซลล์ ไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ ต่อเซลล์ 3T3-L1 (ภาพที่ 14) แต่ไม่มีผลต่อการสลายไขมันในเซลล์ไขมัน (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 14 ผลของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองและชาดอกปอเทืองแต่งกลิ่นใบเตยต่อการสะสมไขมันในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 5$), $*p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีน้ำชา



ภาพที่ 15 ผลของผงชาสกัดจากดอกปอเทืองต่อการกระตุ้นการสลายไขมันสะสมภายในเซลล์ 3T3-L1 ที่ถูกเหนี่ยวนำให้กลายเป็นเซลล์ไขมัน ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($n = 3$), $*p < 0.05$ เทียบกับชุดควบคุม โดยใช้ Isoproterenol 100 nM เป็นสารมาตรฐาน

4.6 ผลการสัมภาษณ์

ในการศึกษาศักยภาพเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพ ของชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยที่มุ่งเน้นการค้นหาคำตอบและความสามารถของชุมชนรำแดง ในบทบาทที่จะเป็นผู้ประกอบการ เพื่อเป็นการสร้างงาน สร้างรายได้เสริม และการทำกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกภายในชุมชนรำแดง

การศึกษาได้ผ่านกระบวนการวิจัยแบบสัมภาษณ์เจาะลึก (In-depth Interview) โดยคณะนักวิจัยด้วยเครื่องมือการวิจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ แบบสำรวจ และการสนทนากลุ่ม เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกในข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถอธิบายตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ คือ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการสรุปเป็นข้อมูลทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมต่อไป ทั้งนี้จากการศึกษาคณะผู้วิจัยสามารถสรุปวิเคราะห์ผลการศึกษา โดยแบ่งเป็นประเด็นหัวข้อ ดังนี้

4.6.1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

จากการจัดสนทนากลุ่ม เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึกในข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพ (ตารางที่ 22) พบว่า ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 80.0 มีอายุมากกว่า 46 ปี ร้อยละ 50.0 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 80.0 มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 43.3 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 100.0 มีอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 53.0 พักอาศัยอยู่ในชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร ร้อยละ 83.3 สามารถเข้าร่วมทำกิจกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพได้เต็มเวลา ร้อยละ 50.0 มีบทบาทเป็นกลุ่มสมาชิกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพได้เต็มเวลา ร้อยละ 66.7 และเคยเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนมาก่อน ร้อยละ 73.3

ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	6	20.0
	หญิง	24	80.0
อายุ	น้อยกว่า 25 ปี	4	13.3
	25 – 35 ปี	0	0.0
	36 – 45 ปี	11	36.7
	มากกว่า 46 ปี	15	50.0
รวม		30	100.0

ตารางที่ 22 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม		จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพสมรส	โสด	4	20.0
	สมรส	26	80.0
	หม้าย / หย่า / ร้าง	0	0.0
	แยกกันอยู่	0	0.0
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	13	43.3
	มัธยมศึกษาตอนต้น	3	10.0
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	5	16.7
	ปวส. / ปริญญาตรี	8	26.7
	สูงกว่าปริญญาตรี	1	3.3
ศาสนา	พุทธ	30	100.0
	อิสลาม	0	0.0
	อื่น ๆ	0	0.0
อาชีพ	เกษตรกร	16	53.0
	อื่นๆ (เจ้าหน้าที่รัฐ, นักศึกษา)	14	46.7
ที่พักอาศัย	อยู่ในตำบลนี้	25	83.3
	อยู่นอกตำบลนี้	5	16.7
เวลาในการทำกิจกรรม	เต็มเวลา	15	50.0
	บางเวลา	10	33.3
	ทำเท่าที่จะทำได้	5	16.7
บทบาทในการเข้าร่วมกลุ่ม	สมาชิกกลุ่มฯ	20	66.7
	เป็นผู้ประสานงานฯ	10	33.3
เคยเข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ	เคย	22	73.3
	ไม่เคย	8	27.7
รวม		30	100.00

4.6.2. การวิเคราะห์ศักยภาพของชุมชนรำแดง อำเภอสিংหนนคร จังหวัดสงขลา

จากการศึกษาเพื่อทำการวิเคราะห์ศักยภาพของชุมชนรำแดง อำเภอสিংหนนคร จังหวัดสงขลา โดยใช้เทคนิค SWOT Analysis พบว่า

1 จุดแข็ง (Strengths)

1.1 ด้านผู้นำ

- ผู้นำชุมชนรำแดง อำเภอสিংหนนคร จังหวัดสงขลา เป็นผู้มีคุณสมบัติเป็นนักคิด นักวางแผน และนักการตลาด สามารถโน้มน้าวสมาชิกในชุมชนเกิดความร่วมมือกันในกลุ่มชุมชน
- ผู้นำชุมชนรำแดง อำเภอสিংหนนคร จังหวัดสงขลา เป็นผู้ที่มีองค์ความรู้ในด้านการพัฒนา มีความใฝ่รู้ แสวงหาข้อมูลแหล่งวัตถุดิบที่มีอยู่ในชุมชนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชนรำแดง เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากตาลโตนด ผลิตภัณฑ์น้ำตาลผง และน้ำตาลแว่น อบรมเพื่อ
- มีการแบ่งแยกหน้าที่ในการดำเนินงานที่ชัดเจน โดยมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ตาม โครงสร้างการทำงาน และเมื่อเกิดปัญหาทางกลุ่มจะมีการประชุมและปรึกษาหารือกันอย่างสม่ำเสมอ

1.2 ด้านสมาชิกและชุมชน

- สมาชิกมีทักษะ ประสบการณ์ และความรู้ในการทำผลิตภัณฑ์
- สมาชิกให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
- สมาชิกมีการทำกิจกรรมร่วมกัน

1.3 ด้านแหล่งวัตถุดิบ และการผลิต

- มีแหล่งวัตถุดิบหลักเพียงพอที่จะใช้ในการผลิต เพราะชุมชนรำแดง ยังมีจุดเด่นในเรื่องของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่น่าสนใจคือ ทุ่งปอเทือง ที่ปลูกบนพื้นที่มากกว่า 300 ไร่
- แรงงานที่ใช้ในการผลิตเป็นสมาชิกกลุ่มและชาวบ้านในชุมชนรำแดง อำเภอสিংหนนคร จังหวัดสงขลา ทั้งสิ้น
- มีการจัดเตรียมอาคารโรงเรือนที่เหมาะสมใช้เป็นแหล่งผลิต ดังแสดงในภาพที่ 16 อาคารโรงเรือน



ภาพที่ 16 อาคารโรงเรือน

2 จุดด้อย (Weaknesses)

- ผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ ยังเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ อาจทำให้ไม่ทราบทิศทางด้านการตลาด

- ทางกลุ่มยังไม่มีแผนธุรกิจ ในการขยายการผลิตและการตลาด

3 โอกาส (Opportunities)

- นโยบายรัฐบาลหันมาให้ความสนใจและส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน มีงบประมาณในการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนหลายด้าน เช่น งบประมาณการทำวิจัย การส่งเสริมให้มีที่ปรึกษาธุรกิจ เพื่อผลักดันให้วิสาหกิจชุมชนสร้างรายได้ให้กับประเทศ และประชาชนอยู่รอด

- องค์การบริหารส่วนตำบลลำแดง มีการวางแผนนโยบายที่เอื้อและสนับสนุนสนับสนุนผลิตภัณฑ์ชุมชน

4 อุปสรรค (Threats)

- ปัญหาน้ำท่วมส่งผลกระทบต่อพื้นที่ในการเพาะปลูกปอเทือง

- ผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อาจส่งผลต่อการยอมรับ และยอดขายสินค้า

4.6.3. การวิเคราะห์ศักยภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ

1 ด้านผู้นำและการบริหารจัดการ

จากการลงพื้นที่ พบว่า กลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ ที่จะจัดตั้งขึ้นมีการจัดการกลุ่มแบบสมาชิกมีส่วนร่วม เปิดโอกาสให้สมาชิกชุมชนเข้าร่วมด้วยความสมัครใจ ซึ่งทางองค์การบริหารส่วนตำบลลำแดง โดยการนำของ นายอุดม ทักขระ (นายก อบต.ลำแดง) ที่มีการประชุมปรึกษาหารือกันอย่างสม่ำเสมอเพื่อกำหนดเป้าหมาย ทิศทาง และแผนการดำเนินงานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ และแก้ไขปัญหาร่วมกัน นอกจากนี้ ผู้นำยังเป็นคนมีความสามารถ ดูแลและพัฒนากลุ่มได้ดี รวมทั้งให้การสนับสนุนสมาชิกมีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพด้วย เพื่อให้สมาชิกมีรายได้เสริม ดังนั้น การที่กลุ่มใด ๆ ก็ตามที่มีผู้นำที่มีความพร้อมในการจัดการ และสามารถสร้างแรงจูงใจทำให้ชาวบ้านในชุมชนสามารถรวมพลังกันในการดำเนินกิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนให้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างราบรื่น โอกาสที่ชาวบ้านในชุมชนจะเข้าร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของกลุ่ม ก็มีความเป็นไปได้สูง

2 ด้านการผลิต

การผลิตที่ควรเป็นการผลิตที่ใช้วัตถุดิบที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เพราะจะทำให้ต้นทุนอันเกิดจากการจัดหาวัตถุดิบลดลง ซึ่งผลิตภัณฑ์ของชุมชนลำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา มีจุดเด่นคือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ศักยภาพท้องถิ่น โดยใช้เทคนิค SWOT Analysis ที่พบว่าชุมชนลำแดงโดดเด่นในเรื่อง “โหนด นา ไร่” ผลิตภัณฑ์ของชุมชนลำแดง

จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นและหาได้ง่ายในชุมชน โดยผลิตภัณฑ์ที่เริ่มดำเนินการในช่วงแรก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักจากตาลโตนด ผลิตภัณฑ์น้ำตาลผง และน้ำตาลแว่น

นอกจากชุมชนรำแดง อำเภอสีนคร จังหวัดสงขลา จะมีความโดดเด่นในเรื่อง “โหนด นา ไร่” แล้วนั้น ยังพบว่า ในปี พ.ศ. 2552 ชุมชนรำแดง ยังมีจุดเด่นในเรื่องของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่น่าสนใจคือ ทุ่งปอเทือง ที่ปลูกบนพื้นที่มากกว่า 300 ไร่ จึงทำชุมชนรำแดง อำเภอสีนคร จังหวัดสงขลา คิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองที่สามารถสร้างความแตกต่างของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของตลาดได้ ดังแสดงในภาพที่ 17 ทุ่งปอเทืองในพื้นที่ชุมชนรำแดง



ภาพที่ 17 ทุ่งปอเทืองในพื้นที่ชุมชนรำแดง

3 ด้านสมาชิกและชุมชน

องค์การบริหารส่วนตำบลรำแดง โดยการนำของนายอุดม ทักขระ (นายก อบต. รำแดง) ที่เปิดโอกาสให้สมาชิกในชุมชน มีส่วนร่วมการรับรู้ด้านข่าวสาร การแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การวางแผนและดำเนินการ การประเมินผล รับผิดชอบ และมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ รวมทั้งมีการสร้างขวัญกำลังใจให้แก่สมาชิกในชุมชนรำแดง ซึ่งการมีส่วนร่วมของชาวบ้านในชุมชนถือเป็นหัวใจหลักในการดำเนินกิจกรรมของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่จะต้องเน้นให้ชาวบ้านหรือคนในชุมชนเป็นเจ้าของหลัก ยิ่งชาวบ้านให้ความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมมากเท่าใด ความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมก็มีโอกาสขยายมากขึ้นเท่านั้น

4.6.4. แนวทางการพัฒนาศักยภาพกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ

จากการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ดังแสดงในภาพที่ 18 การสนทนากลุ่ม (Focus Group)



ภาพที่ 18 การสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1 ด้านการตลาด

- หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรจัดทำแผนเพื่อรองรับและให้การสนับสนุนในพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ เช่น การเข้าร่วมวิจัย การออกแบบผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าปอเทืองเพื่อสุขภาพในอนาคต

- หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรมีการเตรียมจัดทำแผนการส่งเสริมด้านการตลาด จัดหาช่องทางการจัดจำหน่ายสินค้าที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อให้สินค้าเป็นที่รู้จักผ่านสื่อต่าง ๆ ของชุมชน

- หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรมีการจัดเตรียมสถานที่สำหรับจำหน่ายสินค้าโอท็อป

- หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรมีการวางแผนเพื่อส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ผ่านระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อกระจายการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ และเป็นการส่งเสริมด้านการตลาดต่อไปในอนาคต

2 ด้านเงินทุน

- หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ควรสนับสนุนแหล่งเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ เพื่อการจัดซื้ออุปกรณ์และเครื่องจักร ในการผลิตสมัยใหม่

3 ด้านการจัดการความรู้และข้อมูล

- การสนับสนุนจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในการอบรมเพิ่มพูนความรู้ในการผลิตด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ให้แก่กลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์

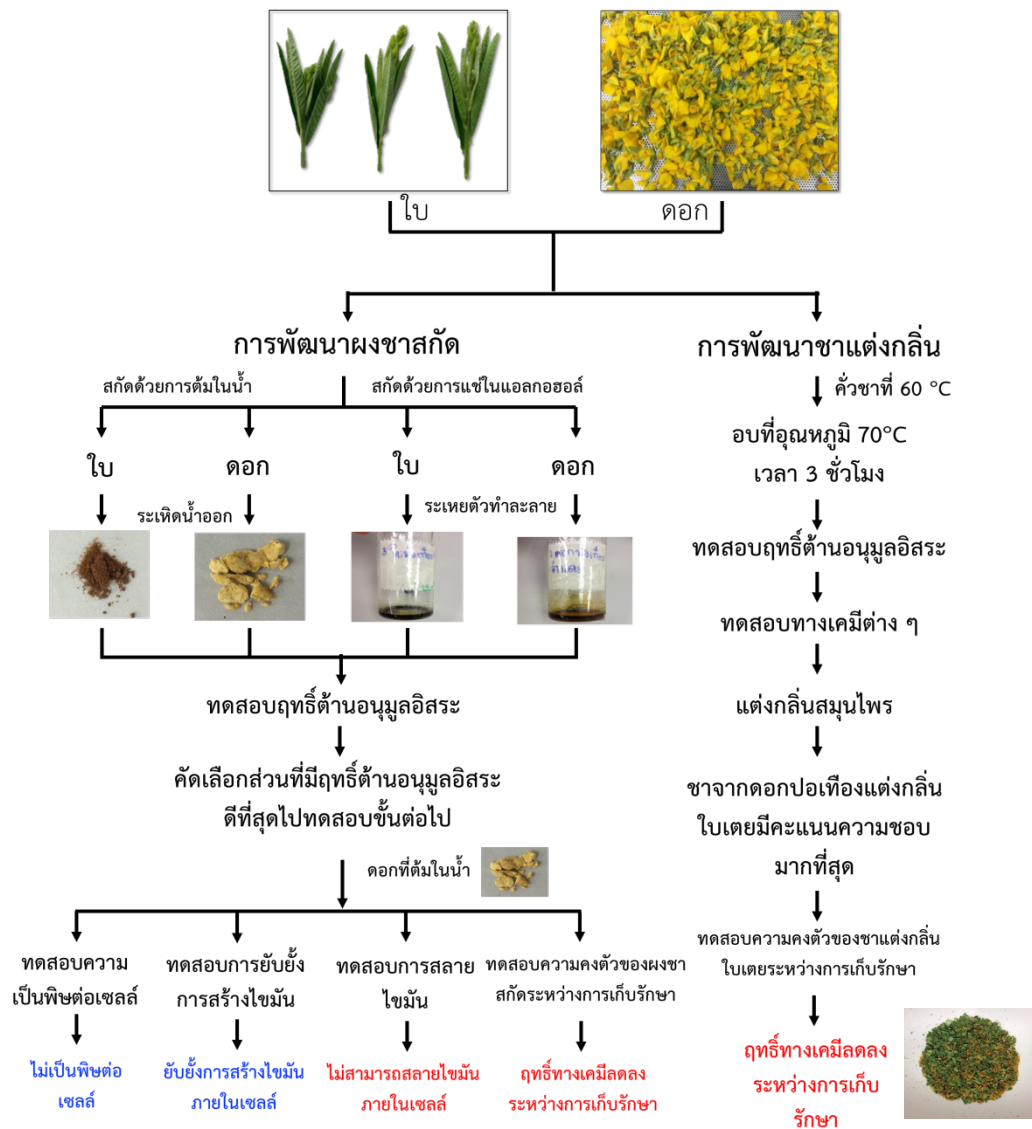
- การส่งเสริมและจัดฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดทำบัญชีขั้นพื้นฐาน จนถึงขั้นสูง ให้แก่สมาชิกหรือตัวแทนกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ

- การส่งเสริมและอบรมให้ความรู้แก่เด็ก เยาวชน และผู้สนใจในชุมชน เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปอเทือง เพื่อเป็นการสืบทอดองค์ความรู้ กระบวนการผลิตสูตรต่าง ๆ การทำการตลาด เพื่อถ่ายทอดไปยังสมาชิกรุ่นต่อไป

4 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับภายนอก

- การส่งเสริมการศึกษาดูงาน การจัดกิจกรรม และสร้างความร่วมมือระหว่างกลุ่มชุมชนที่ผลิตสินค้าประเภทเดียวกันทั่วประเทศ ให้มากขึ้น

จากผลการทดลองการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดและผลิตภัณฑ์ชาจากดอกปอเทืองโดยศึกษาจากส่วนของใบ ดอก สามารถสรุปภาพรวมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพ ขั้นตอนการทดสอบ และผลการทดลองดังภาพที่ 19 และต้นแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยผลิตได้แสดงดังภาพที่ 20



ภาพที่ 19 สรุปภาพรวมของการดำเนินการวิจัยในโครงการ



ภาพที่ 20 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดและชาปอเทืองแต่งกลิ่นใบเตย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากปอเทืองสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ 2 รูปแบบ คือผงชาสกัดจากปอเทือง และชาแต่งกลิ่นสมุนไพร ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยดอกลูกปอเทืองที่สกัดด้วยน้ำให้ปริมาณสารสกัด (%yield) มากที่สุด ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ 3T3-L1 และสามารถยับยั้งการสร้างไขมันภายในเซลล์ 3T3-L1 (anti-adipogenesis) ซึ่งเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ มากที่สุด ซึ่งสูตรชาที่เหมาะสมคือที่ 0.1 กรัมต่อซอง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 54.59 ± 1.25 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 34.12 ± 0.47 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 มิลลิตรตัวอย่าง และปริมาณแทนนินเท่ากับ 42.31 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิตรตัวอย่าง และรูปแบบที่สอง คือชาแต่งกลิ่นสมุนไพร สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชา คือ การคั่วที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ มากที่สุด นอกจากนี้การปรับแต่งกลิ่นรสของชาดอกลูกปอเทืองด้วยสมุนไพรใบเตยอัตราส่วนระหว่างชาดอกลูกปอเทืองและชาใบเตยที่เหมาะสม คือ อัตราส่วน 0.5:0.5 ซึ่งมีคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคมากที่สุด และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH เท่ากับ ร้อยละ 86.49 ± 0.20 ปริมาณประกอบฟีนอลิกรวม เท่ากับ 7.04 ± 0.18 มิลลิกรัมสมมูลของกรดฟีนอลิกต่อ 100 มิลลิตรตัวอย่าง และปริมาณแทนนิก เท่ากับ 8.20 ± 0.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อ 100 มิลลิตรตัวอย่าง

ข้อเสนอแนะ

1. สารสกัดที่ได้จากการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการศึกษาต่อในระดับการส่งออกของยีนว่า สารที่ได้สามารถยับยั้งการส่งออกของยีนตัวใด เพื่อเป็นข้อมูลทางด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์
2. ศึกษากระบวนการผลิตในระดับชุมชนให้ผ่านมาตรฐานอาหารและยา (อย.) เพื่อการจัดจำหน่ายเชิงพาณิชย์
3. ในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ ผู้ที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้สามารถนำความรู้ที่ได้ไปสร้างรายได้จากปอเทืองที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่นทำให้แต่ละครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น
4. แนวทางการขอขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ชาทั้ง 2 ชนิด และสารสกัดชาจากดอกและใบปอเทือง

ในปัจจุบันมีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่างๆ มาใช้เป็นอาหารในลักษณะการขงต้มเป็นเครื่องดื่มอย่างแพร่หลาย โดยการนำพืชสมุนไพรเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับหรือบด แล้วบรรจุขอสำหรับการแช่เพื่อขงดื่ม ซึ่งการควบคุมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในทางกฎหมายจัดผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับ

ที่ 214) พ.ศ. 2543 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ.2543 เรื่อง ชา กำหนดเฉพาะชาในสกุล Camellia เท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมชาขงต้มจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น โดยหากมีการผลิตชาจากพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่นอกเหนือจากพืชสมุนไพรที่อนุญาตเป็นชาสมุนไพรตามประกาศฯ กรณีเป็นงานวิจัยจะต้องมีการแสดงเอกสารวิจัยประกอบเพื่อแสดงว่าเครื่องต้มสมุนไพรดังกล่าวสามารถบริโภคได้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการขอขึ้นทะเบียนอาหารตามขั้นตอนปกติ

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
- Al-Snafi, A. E. (2016) The contents and pharmacology of *Crotalaria juncea*- A review. IOSR Journal of Pharmacy. 6: 2319-4219.
- Camp H.S., Ren, D., and Leff, T. (2002) Adipogenesis and fat-cell function in obesity and diabetes. *Trends Molecular Medicine*. 8: 442-447.
- Chouhan, H. S. and Singh, S. K. (2010) Antibacterial Activity of Seed and Flower Parts of *Crotalaria juncea* Linn American-Eurasian Journal of Scientific Research. 5: 212-215.
- Dalgaard, L.T. and Pederson, O. (2001) Uncoupling proteins: functional characteristics and role in the pathogenesis of obesity and type II diabetes. *Diabetologia* 44: 946-965.
- Gordon, M. (2001) The development of oxidative rancidity in foods. In J. Pokorny, N. Yanishlieva and M. Gordon (eds.), *Antioxidants in food: practical application* pp. 7-21. New York: CRC Press.
- Halliwell, B. (1994) Free radicals, antioxidant, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *The Lancet*. p 721-724.
- Harikumar, K., Niveditha, B., Kumar, M. R. B., Monica, K. and Gajendra, B. (2012) Anti-hyperlipidemic activity of alcoholic and methanolic extracts of *Crotalaria juncea* in Triton-WR 1339 induced hyperlipidemia. *International Journal of Phytopharmacology*. 3: 256-262.
- Hou. W.C., Lin, R.D., Cheng, K.T., Hung, Y.T., Cho, C.H., Chen, C.H., Hwang, S.Y., Lee, M.H. (2003) Freeradical – scavenging activity of Taiwanese native plant. *Phytomedicine*. 10: Iss. 2/3 ; 170.
- Javed, M. A., Saleem, M., Yamin, M. and Chaudri, T. A. (1999) Lipid and protein constituents of *Crotalaria juncea* L. *Natural Product Sciences*; 5(3): 148-150.
- Kim, J.-K., So, H., Youn, M.-J., Kim, H.-J., Kim, Y., Park, C., Kim, S.-J., Ha, Y.-A., Chai, K.-Y., Kim, S.-M., Kim, K.-Y. and Park, R. (2007) *Hibiscus sabdariffa* L. water extract inhibits the adipocyte differentiation through the PI3-K and MAPK pathway. *J. Ethnopharmacol.* 114:260-267.

- Ko, B.-S., Choi, S.B., Park, S.K., Jang, J.S., Kim, Y.E. and Park, S. (2005) Insulin sensitizing and insulinotropic action of berberine from *Coptidis Rhizoma*. Biol. Pharm. Bull. 28: 1431-1437.
- Kola, B., Grossman A.B., and Korbonits, M. (2008) The role of AMP-activated protein kinase in obesity. Frontiers of Hormone Research. 36: 198-211.
- Kumar, D. S., David, B., HARANI, A. and Vijay B. (2014) Role of an Ethanolic Extract of *Crotalaria juncea* L. on High-Fat Diet-Induced Hypercholesterolemia Scientia Pharmaceutica. 82: 393-409.
- Lee, H., Kang, R. and Yoon, Y. (2010) SH21B, an anti-obesity herbal composition, inhibits fat accumulation in 3T3-L1 adipocytes and high fat diet-induced obese mice through the modulation of the adipogenesis pathway. J. Ethnopharmacol. 127: 709-717.
- Niwano, Y., Beppu, F., Shimada, T., Kyan, R., Yasura, K., Tamaki, M., Nishino., M., Midorikawa, Y. and Hamada, H. (2009) Extensive screening for plant foodstuffs in Okinawa, Japan with anti-obese activity on adipocytes *in vitro*. Plant Foods Human and Nutrition. 64: 6-10.
- Ogawa, T., Tabata, H., Katsube, T., Ohta, Y., Yamasaki, Y., Yamasaki, M. and Shiwaku, K. (2010) Suppressive effect of hot water extract of wasabi (*Wasabia japonica* Matsum.) leaves on the differentiation of 3T3-L1 preadipocytes. Food Chem. 118: 239-244.
- Papus, M. A. (1998) Antioxidants Status, Diet, Nutrition and Health U. S. A: CRC Press.
- Popovich, D.G., Li, L. and Zhang, W. (2010) Bitter melon (*Momordica charantia*) triterpenoid extract reduces preadipocyte viability, lipid accumulation and adiponectin expression in 3T3-L1 cells. Food Chem. Toxicol. 48: 1619-1626.
- Rajalakshmi, D. and Narasimhan, (1996) Food antioxidants: Sources and method of evaluation. In. D. L. Madhavi, S. S. Deshpande and D. K. Salunkhe (eds.), Food antioxidants, pp. 5-64. New York: Marcel Decker.
- Rosen, E.D., Walkey, C.J., Puigserver, P. and Spiegelman, B.M. (2000) Transcriptional regulation of adipogenesis. Genes & Development 14: 1293-1307.
- Sherwin, E. R. (1990) Antioxidants. In A. Broumen, P. M. Daisson and S. Salminen (eds.), Food Additive. Pp. 139-193. New York.
- Sies, H. (1991) Oxidative stress, oxidants and antioxidants. New York: Academic Press.
- Singh, G., Gupta, P., Rawat, P., Puri, A., Bhatia, G. and Maurya, R. (2007) Antidyslipidemic activity of polyphenol from *Coccinia grandis* in high-fat diet-fed hamster model. Phytomedicine 14: 792-798.

- Spigelman, B.M. and Flier, J.S. (1995) Adipogenesis and obesity: Rounding out the big picture. *Cell* 87: 377-389.
- Tong, Q. and Hotamisligil, G.S. (2001) Molecular mechanisms of adipocyte differentiation. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2: 349-355.
- Xu, M., McCanna, D. J. and Sivak, J. G. (2015) Use of the viability reagent PrestoBlue in comparison with alamarBlue and MTT to assess the viability of human corneal epithelial cells. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*, 71:1-7.
- Yang, J.-Y., Yeh, D.-F., Mary, A., Rayalam, S., Ambati, S., Hartzell, D.L., Park, H.J. and Baile, C.A. (2008) Enhanced inhibition of adipogenesis and induction of apoptosis in 3T3-L1 adipocytes with combinations of resveratrol and quercetin. *Life Sci*. 82: 19-20.
- นันท์ชนก นันทะไชย, อินทิรา ลิจันทรพร และปาลิดา ตั้งอนุรัตน์. 2556. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ. รายงานวิจัย. เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ผจงจิต พิจิตบรรจง. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรตะไคร้โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง. ว. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 7(1): 46-57.
- พิรญา เต่าทอง. 2552. การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและปัจจัยในการตัดสินใจซื้อชาสมุนไพรของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พรประภา ชุนถนอม, รัตนา อินทเกตุ, นิภาพร อามัสสา และสุภารัตน์ สกุลคุ. 2555. ชาดอกมะม่วงหิมพานต์แต่งกลิ่นรส. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร.
- วีไล ไชยมาศ, วุฒิเดช ศรีมงคล และอนุธิดา ผายพันธ์. 2007. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากผักหวานบ้าน. ว.การเกษตรราชภัฏ. 6(2): 30-38.
- วิวัฒน์ วรามิตร, เพ็ญสวัสดิ์ มายะเวส และประภาพร หงษ์ประยูร. 2554. ผลของการเสริมใบปอเทือง บดแห้งในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตไก่เนื้อ.
- สุนันทา คะเนนอก. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- อนุธิดา ผายพันธ์. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากหญ้าหนวดแมว. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- อรพิน นิยมญาติ. 2545. ชาสมุนไพร. รายงานการวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์.

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์การศึกษาวิจัยเรื่อง ศักยภาพและความพร้อมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทือง
ของชุมชนรำแดง อำเภอลำลูกหลวง จังหวัดสงขลา

แบบสัมภาษณ์

การศึกษาวิจัยเรื่อง ศักยภาพและความพร้อมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทือง ของชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อ
สุขภาพ ของชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ในการศึกษาเรื่อง ศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพ ของชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา เพื่อให้การดำเนินการดังกล่าวบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในประเด็นต่าง ๆ เพื่อรับฟังความคิดเห็นประกอบการวิเคราะห์และจัดทำแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทืองเพื่อสุขภาพต่อไป โดยมีหัวข้อการสัมภาษณ์ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าสนทนากลุ่ม
2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับศักยภาพของชุมชนรำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับศักยภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ
4. แนวทางการพัฒนาศักยภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง
2. อายุ ☐ 1. น้อยกว่า 25 ปี
☐ 2. 25 – 35 ปี
☐ 3. 36 – 45 ปี
☐ 4. มากกว่า 46 ปี
3. สถานภาพสมรส ☐ 1. โสด
☐ 2. สมรส
☐ 3. หม้าย / หย่า / ร้าง
☐ 4. แยกกันอยู่
4. ระดับการศึกษา ☐ 1. ประถมศึกษา
☐ 2. มัธยมศึกษาตอนต้น
☐ 3. มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.
☐ 4. ปวส. / ปริญญาตรี
☐ 5. สูงกว่าปริญญาตรี
5. ศาสนา ☐ 1. พุทธ ☐ 2. อิสลาม
☐ 3. อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... ☐
6. อาชีพหลักของท่านคือ.....
7. ที่พักอาศัยของท่าน ☐ 1. อยู่ในตำบลนี้ ☐ 2.อยู่นอกตำบลนี้
8. ในฐานะที่ท่านเข้าร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทือง ท่านสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้แบบ
☐ 1. เต็มเวลา ☐

☐ 2. บางเวลา ☐

☐ 3. ทำเท่าที่จะทำได้ ☐

9. บทบาทของท่านในการเข้าร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปอเทือง

☐ 1. เป็นสมาชิกชุมชนเข้าร่วมกลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทือง

☐ 2. เป็นผู้ประสานงานระหว่างกลุ่มกับหน่วยงาน

10. ท่านเคยเข้ามีส่วนร่วมกิจกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่น ๆ หรือไม่

☐ 1. เคย (โปรดระบุ)

☐ 2. ไม่เคย

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับศักยภาพของชุมชนไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

2.1 จุดแข็ง (Strengths) ของชุมชนไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาเป็นอย่างไร ?

2.1.1 ด้านผู้นำ

2.1.2 ด้านสมาชิกและชุมชน

2.1.3 ด้านแหล่งวัตถุดิบ และการผลิต

2.2 จุดด้อย (Weaknesses) ของชุมชนไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาเป็นอย่างไร ?

2.3 โอกาส (Opportunities) ของชุมชนไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาเป็นอย่างไร ?

2.4 อุปสรรค (Threats) ของชุมชนไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาเป็นอย่างไร ?

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ศักยภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ

3.1 ด้านผู้นำและการบริหารจัดการ

3.2 ด้านการผลิต

3.3 ด้านสมาชิกและชุมชน

ตอนที่ 4 แนวทางการพัฒนาศักยภาพกลุ่มผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพ

a. ด้านการตลาด

b. ด้านเงินทุน

c. ด้านการจัดการความรู้และข้อมูล

d. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับภายนอก

ภาคผนวก ข

ประมวลภาพการประชุมคณะผู้วิจัยทำกิจกรรมสนทนากลุ่ม

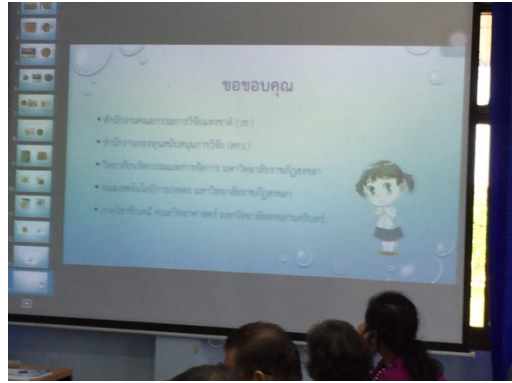
ประมวลภาพการประชุมคณะผู้วิจัยทำกิจกรรมสนทนากลุ่ม



ภาพที่ 21 ประมวลภาพกิจกรรมการสนทนากลุ่ม

ภาคผนวก ค

ประมาณภาพการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน



ภาพที่ 22 ประมวลภาพการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน

ภาคผนวก ง

ภาพการเผยแพร่ผลงานวิชาการ

ขงวิชาการศึกษา

มรภ.สงขลา โชว์ผลงานคว้า 4 รางวัลแข่ง ทักษะวิชาชีพด้านเกษตร

เมื่อ: 09:50 น. 7 มี.ค. 61 1583 ครั้ง

นักศึกษา มรภ.สงขลา โชว์ผลงานเนื่อง พัฒนางานเกษตรกรรมเชิงวิชาการ เบื้องหน้าสื่อมวลชน คว้ารางวัลชนะเลิศประกวด
นวัตกรรมอาหาร ความปลอดภัย การเกษตรกรรม การใช้ประโยชน์จากพืชไร่เพื่อสุขภาพ พร้อมคว้า
รางวัลชนะเลิศด้านพืชศาสตร์ ประกวดศิลปกรรมเกษตร



ภาพข่าวการเผยแพร่ผลงานทางหนังสือพิมพ์ Gimyong News วันที่ 7 มีนาคม 2561 ในหัวข้อเรื่อง มรภ.
สงขลา คว้าผลงานคว้า 4 รางวัลแข่งทักษะวิชาชีพด้านเกษตร



ภาพที่ 23 ภาพการนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ การนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับปริญญา
บัณฑิตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ครั้งที่ 5 วันที่ 22-23 มีนาคม 2561 คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ภาคผนวก จ

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอด
โครงการ

**ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอด
โครงการ**

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ใบและดอกของปอเทือง	1. เตรียมตัวอย่างและสกัดสารสกัดโดยใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ	- ได้สารสกัดน้ำ และเอทานอลจากดอก และใบอ่อนปอเทือง	ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบชา 1. ผงชาสกัดน้ำจากดอกปอเทือง
2. เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและประเมินศักยภาพลดความอ้วนของสารสกัดใบและดอกของปอเทือง	2. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	- ได้ผลการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากปอเทืองในตัวทำละลายต่าง ๆ เพื่อคัดเลือกสำหรับการผลิตชาในรูปแบบผงชาสกัด	2. ชาดอกปอเทืองแต่งกลิ่นสมุนไพรมะนาว 3. จากการจัดสนทนากลุ่ม และการวิเคราะห์ SWOT ทำให้ทราบว่าผู้นำชุมชน รำแดงอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา เป็นผู้มีความสนใจและมีความรู้เกี่ยวกับชาสมุนไพร สามารถโน้มน้าวสมาชิกในชุมชนเกิดความร่วมมือกันในกลุ่มชุมชน ด้านสมาชิกให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนวัตถุดิบและการผลิตผลิตภัณฑ์จากปอเทืองมีความเพียงพอ
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับปอเทืองที่ปลูกในพื้นที่อบต.รำแดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา	3. ทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดต่อเซลล์ 3T3-L1	- ทราบความเป็นพิษของสารสกัดจากปอเทืองต่อเซลล์ 3T3-L1	
4. เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพและอุปสรรคในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองในพื้นที่วิจัย	4. ทดสอบการยับยั้งการสร้างและการสลายไขมันภายในเซลล์ 3T3-L1	- ได้ผลการยับยั้งการสร้างและการสลายไขมันภายในเซลล์ของสารสกัดจากปอเทือง	
	5. ออกแบบสอบถามและลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทือง	- ได้แบบสอบถามเกี่ยวกับศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทือง - ได้ข้อมูลศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองจากแบบสอบถาม	
	6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงชาสกัดจากปอเทือง	- ได้ทราบผลทางเคมีและผลทางชีวภาพ และความคงตัวของสารออก	

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
	ทางชีวภาพ และความคงตัวของผงชาสกัก	ฤทธิ์ในผงชาสกักระหว่างการเก็บรักษา	
	7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากปอเทือง ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางชีวภาพ และความคงตัวของชา	- ได้ทราบระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งใบและดอกปอเทืองเพื่อผลิตเป็นชา - ได้ผลความคงตัวของสารออกฤทธิ์ของในชา ระหว่างการเก็บรักษา	
	8. ลงพื้นที่เผยแพร่โครงการ	- ได้เผยแพร่องค์ความรู้ และขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ให้กับชาวบ้าน	
	9. วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล และสรุปผล เพื่อเขียนรายงานเสนอ	- ได้รายงานฉบับสมบูรณ์	

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปอเทืองเพื่อสุขภาพของกลุ่มชุมชนบ้านไร่แดง อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตารางเปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 6 เดือน

ผลผลิต (Output)		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ได้สารสกัดจากปอเทือง	100%	
2. ผลการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากปอเทืองในตัวทำละลายต่าง ๆ เพื่อคัดเลือกสำหรับการผลิตชาในรูปแบบผงชาสกัด	100%	
3. ทราบความเป็นพิษของสารสกัดจากปอเทืองต่อเซลล์ 3T3-L1 ผลการยับยั้งการสร้างและการสลายไขมันของสารสกัดจากปอเทืองต่อเซลล์ 3T3-L1	100%	
4. ได้ข้อมูลศักยภาพเชิงลึกในการผลิตผลิตภัณฑ์ปอเทืองจากแบบสอบถาม	100%	
5. ทราบคุณสมบัติทางเคมีของผงชาสกัด	100%	
6. ทราบระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งใบและดอกปอเทืองเพื่อผลิตเป็นชา	100%	
7. ผลทางเคมี ทางชีวภาพ และความคงตัวของสารออกฤทธิ์ในผงชาสกัดระหว่างการเก็บรักษา	100%	
8. ผลของชาปอเทืองแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพรต่อความเป็นพิษต่อเซลล์ การสร้าง และการสลายไขมันภายในเซลล์	100%	
9. เผยแพร่ข้อมูลและอบรมขั้นตอนการผลิตชาปอเทืองสำหรับชุมชน	100%	
10. ผลการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล เพื่อเขียนรายงานเสนอ และรายงานฉบับสมบูรณ์	100%	

ลงนาม.....

(ดร.ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ)

31 สิงหาคม 2561