

รายงานผลการวิจัยปี 2545

เรื่อง

การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง



มูลนิธิโครงการหลวง

โดย

คณะทำงานวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร

หัวหน้าโครงการย่อย : ผศ. ดร. พิทยา สรวมติริ	คณะเกษตรศาสตร์ (ผู้ประสานงาน)
รศ. ดร. นุชนารถ จงเลขา	คณะเกษตรศาสตร์
ผศ. ดร. ปรีทรรศน์ ไตรสนธิ	คณะวิทยาศาสตร์
อาจารย์ ดร. ชูศรี ไตรสนธิ	คณะวิทยาศาสตร์
รศ. ดร. เกรียงศักดิ์ ไชยโรจน์	คณะวิทยาศาสตร์
รศ. ดร. กฤษณา ภูตะคาม	คณะเภสัชศาสตร์
รศ. ดร. ญาณิ พงศ์ไพบูลย์	คณะเภสัชศาสตร์
รศ. ดร. ไพโรจน์ วิจารณ์	คณะอุตสาหกรรมเกษตร
คุณพรสวรรค์ คิมขบุตร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำนำ

รายงานผลการวิจัยสมุนไพรประจำปี 2545 เรื่อง “การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง” นี้ ประกอบไปด้วยงานวิจัยจำนวน 7 โครงการย่อยจากคณะทำงานวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร มูลนิธิโครงการหลวง ซึ่งประกอบด้วยคณาจารย์จาก คณะเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนักวิจัยจากสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นงานวิจัยพืชสมุนไพรของมูลนิธิฯ จึงครอบคลุมตั้งแต่เรื่องการศึกษาทางพฤกษศาสตร์ การจำแนกสายพันธุ์ การขยายพันธุ์ การเพาะปลูก และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังว่าข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจงานเกี่ยวกับพืชสมุนไพรของมูลนิธิโครงการหลวง และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

สารบัญ

โครงการย่อยที่ 1 :

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกะเหรี่ยงบ้านขุนแปะ ชาวม้งบ้านขุนกลางและขุนวาง

โครงการย่อยที่ 2 :

การพัฒนาพืชสมุนไพรเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป

โครงการย่อยที่ 3 :

การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดของพืชสมุนไพรบางชนิด

โครงการย่อยที่ 4 :

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและพื้นที่สูง (ตอนที่ 3)

โครงการย่อยที่ 5 :

การตั้งสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อจากน้ำมันหอมระเหย

โครงการย่อยที่ 6 :

โครงการย่อยที่ 7 :

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อยที่ 1

พฤษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกะเหรี่ยงบ้านขุนแปะ

ชาวม้งบ้านขุนกลางและขุนวาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาเผ่าต่างๆ ในเขตพัฒนาโครงการหลวง
เพื่อการรวบรวมพืชสมุนไพรพื้นบ้านบนที่สูง รหัส 3015-3021

โครงการย่อยที่ 1 พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกะเหรี่ยงบ้านขุนแปะ
ชาวม้งบ้านขุนกลางและขุนวาง

อาจารย์ ดร. ชูศรี

ไตรสนธิ

ผศ. ปรีทรรศน์

ไตรสนธิ

น.ส. ทศนีย์พร

สุขโชติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานต่อฝ่ายวิจัย มุลนิธิโครงการหลวง

เมษายน 2546

คำนำ

การวิจัยด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านเป็นการสำรวจและศึกษาภูมิปัญญาพื้นบ้านที่สืบทอดจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานของกลุ่มชนเผ่าต่างๆ ในด้านของการนำพืชพรรณต่างๆ มาใช้ในการดำรงชีวิตจากการสำรวจที่ได้ดำเนินการไป ได้รวบรวมพืชป่าบนที่สูง ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์โดยชาวเขาเผ่าต่างๆ ในบางพื้นที่ในภาคเหนือของไทย พบว่าชาวเขามีการใช้พืชพรรณมากมายหลายร้อยชนิดในด้านต่างๆ แตกต่างกันไปในแต่ละเผ่า และผลที่ได้จากงานวิจัยได้นำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ให้กับมูลนิธิโครงการหลวงบ้างแล้ว เช่น การจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรพื้นบ้านบนที่สูงในงานคอยคำ เป็นต้น

จากข้อมูลที่ได้สำรวจแล้วพืชพรรณต่างๆ ที่จะสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ กลุ่มพืชเครื่องเทศบนที่สูง เช่น ตะไคร้ต้น หรือกลุ่มพืชที่เป็นยาบำรุงกำลังต่างๆ พืชเหล่านี้มีการกระจายพันธุ์อยู่ในพื้นที่ต่างๆ กัน ซึ่งทำให้มีความแตกต่างกันไปบ้างในรูปลักษณะและคุณสมบัติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นสายพันธุ์ที่ต่างกัน จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์ของพืชดังกล่าว เพื่อให้ได้พืชที่มีคุณลักษณะดีที่สุด

ในการสำรวจที่ผ่านมายังคงมีพื้นที่คอยอินทนนท์ที่ยังไม่ได้ดำเนินการ ซึ่งในพื้นที่นี้เป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์มาก ประกอบด้วยสังคมพืชที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากพื้นที่อื่นๆ มีชุมชนชาวม้ง และกะเหรี่ยงอาศัยอยู่หลายหมู่บ้าน ซึ่งชาวเขาทั้งสองเผ่ามีการใช้พืชจากป่าอย่างกว้างขวาง และคาดว่าจะพบพันธุ์พืชที่มีประโยชน์ทั้งในด้านอาหารและสมุนไพรที่ยังไม่เคยพบในพื้นที่อื่นเป็นจำนวนมาก หมู่บ้านเป้าหมายที่อยู่ในการดูแลของสถานีพัฒนาโครงการหลวงคือ ขุนกลาง ขุนวาง และขุนแปะ ซึ่งจะมีการสำรวจ และรวบรวมสายพันธุ์เพื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดเดียวกันที่พบในพื้นที่อื่นๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาพันธุ์พืชบนที่สูง ที่ชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยงและเผ่าม้งใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เป็นพืชสมุนไพร

วิธีการศึกษา

1. ภาคสนาม

- 1.1 การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การใช้พรรณพืชต่างๆ ทั้งพืชปลูกและพืชป่า ถามชื่อที่เป็นภาษาท้องถิ่น วิธีการใช้ และส่วนที่นำมาใช้
- 1.2 บันทึกภาพต้น ใบ ดอก ผล และส่วนที่นำมาใช้
- 1.3 เก็บตัวอย่างพืช เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ
- 1.4 บันทึกเวลาการออกดอก ติดผล

2. ภาคห้องปฏิบัติการ

- 2.1 นำตัวอย่างมาศึกษา และบันทึกรายละเอียดทางสัณฐานวิทยา
- 2.2 ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารรูปวิธาน
- 2.3 เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในสภาพแห้ง หรือคงด้วย alcohol 70% เพื่อศึกษาต่อไป

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทางสังคมและประชากร

หมู่บ้านขุนแปะ หมู่ที่ 12 ต. บ้านแปะ อ. จอมทอง จ. เชียงใหม่ ห่างจากถนนเชียงใหม่-ฮอด ประมาณ 24 กิโลเมตร ทางเข้าเป็นถนนลูกรัง ก่อนข้างสูงชัน มีความสูงของพื้นที่ 1,000-1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเล ลักษณะการตั้งบ้านเรือนจะอยู่ติดกัน เชื่อมกันโดยถนนภายในหมู่บ้าน มีลักษณะเป็นถนนลูกรัง บ้างบ้านมีรั้วกัน มีไฟฟ้าเข้าถึง โดยมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อ.จอมทอง อาศัยแหล่งน้ำขุนแปะเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ส่วนน้ำที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคเป็นน้ำจากประปาภูเขา

ภายในหมู่บ้านประกอบด้วย 7 หย่อมบ้าน ซึ่งในการศึกษครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลใน 4 หย่อมบ้าน คือ บ้านปากกล้วย บ้านผาขาว บ้านขุนแปะ บ้านอมตึง และบ้านขยัน ซึ่งอยู่ในหมู่ที่ 14 อีก 1 หย่อมบ้าน รวมทั้งสิ้น ทั้ง 5 หย่อมบ้าน ประมาณ 320 หลังคาเรือน จำนวนประชากร 1,500 คน ส่วนใหญ่เป็นเด็กที่ยังอยู่ในวัยเรียนและคนชรา การแต่งกายโดยทั่วไปเด็กหญิงจะนุ่งชุดขาว เมื่อแต่งงานจะนุ่งเสื้อผ้าที่มีสี ในผู้ชาย จะแต่งคล้ายกันทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และยังมีหมวกผ้าเอง โดยซื้อวัสดุจากตลาดในเมือง อาชีพหลักของประชากรในหมู่บ้าน คือ เกษตรกรรม อาชีพรองคือการรับจ้างทั่วไป

ประชากรในหมู่บ้านมีทั้งที่นับถือศาสนาพุทธและศาสนาคริสต์ แต่ทั้ง 2 กลุ่มยังคงนับถือผี ซึ่งเป็นความเชื่อดั้งเดิมประจำเผ่า พิธีกรรมที่มีเป็นประจำทุกปี คือ งานปีใหม่ ซึ่งจะจัดขึ้นหลังฤดูเก็บเกี่ยว และงานเลี้ยงผีประจำหมู่บ้าน สำหรับการรักษาโรคมั้ทั้งที่นำส่งโรงพยาบาล และรักษาตนเองโดยหมอภายในหมู่บ้าน

ลักษณะที่อยู่อาศัยของชาวกะเหรี่ยง เป็นบ้านยกพื้น เสาทำจากไม้ พื้นบ้านเป็นไม้กระดาน แต่บางหลังคาเรือนพื้นเป็นฟาก บางหลังคาเรือนมีการกันห้อง ฝาบ้านทำด้วยไม้กระดานหรือไม้ไผ่ขัดแตะ หลังคาทำจากวัสดุต่าง ๆ เช่น สังกะสี กระเบื้อง หญ้าคา แต่ส่วนใหญ่มักนิยมใช้สังกะสีกันมาก ขึ้น มีจำนวนน้อยที่หลังคาจะทำจากหญ้าคา บริเวณใต้ถุนบ้าน มักจะมีการเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู ไก่ หอ้งน้ำมักจะสร้างแยกจากตัวบ้าน บ้านแต่ละหลังมักจะมีพื้นที่ส่วนหนึ่งที่กันไว้สำหรับทำเป็นสวนครัว ซึ่งประกอบไปด้วยพืชที่ใช้ในการปรุงอาหารเป็นส่วนใหญ่

2. พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนแปะนำมาใช้ประโยชน์

จากการสำรวจข้อมูลในกลุ่มชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง 5 หย่อมบ้าน คือ บ้านปากกล้วย บ้านผาขาว บ้านขุนแปะ บ้านอมตึง หมู่ที่ 12 และบ้านขยัน หมู่ที่ 14 ตำบลบ้านแปะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบการใช้พืชในการดำรงชีวิต 172 ชนิด ดังต่อไปนี้

พืชอาหาร	58	ชนิด
พืชยา	97	ชนิด
พืชใช้ในพิธีกรรม	2	ชนิด
ใช้ประโยชน์อื่นๆ	15	ชนิด

(รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1)

3. พืชที่ชาวม้งหมู่บ้านขุนกลางและขุนวาง นำมาใช้ประโยชน์

จากการสำรวจพบพืชที่ใช้ประโยชน์โดยชาวม้งในหมู่บ้านขุนกลางและขุนวาง 133 ชนิด ดังนี้

พืชอาหารและเครื่องเทศ	60	ชนิด
พืชยา	68	ชนิด
พืชเศรษฐกิจ	11	ชนิด
ใช้ประโยชน์อื่นๆ	9	ชนิด

(รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2)

ตาราง 1 พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนแปะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
1	Acanthaceae	<i>Philogacanthus curviflorus</i> Nees	จ้อโตะระโกะ	ห้อมช้าง	รากต้มน้ำกินแก้ไข้ใน	kp18
2	Agavaceae	<i>Sansevieria cylindrica</i> Bojer	เพอกระชอแม	ว่านงาช้าง	ใบต้มน้ำกินแก้หนาว	kp40
3	Agavaceae	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) Gopp.	เตี้ยเย 2	หมาก	ยอดอ่อน เป็นอาหาร	kp203
4	Alliaceae	<i>Allium chinense</i> G. Don	อีกลออะ	หอมชู	ผัก	kp155
5	Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> L.	หน่ออีถั่วโตะ	ควยงู	ทั้งต้นเข้ายาแก้หนาว	kp165
6	Amaranthaceae	<i>Achyranthes bidentata</i> Blume	หน่ออีถั่วโพ	ควยงูน้อย	ทั้งต้นเข้ายาแก้หนาว	kp166
7	Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L.	พอกวอ	หงอนไก่แดง	ต้มน้ำกิน (3 ครั้ง) กินจนครบ 3 กก. (9 ครั้ง) เป็นหมัน	kp185
8	Amaryllidaceae		เพาะตาโล่		หัว กินสด แก้คลื่นไสย	kp189
9	Anacardiaceae	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	เถาขี้ตะ	ถั้มผล	กินผล	kp53
10	Anacardiaceae	<i>Gluta usitata</i> (Wall.) Dinghou	ซู	รักใหญ่	ยางจากเปลือกต้นใช้ทาถูไล่ยุง	kp59
11	Annonaceae	<i>Goniatallanus</i> sp.	ตะขีขบอ		เข้ายาแก้ลมพิษเตือน	kp157
12	Annonaceae	<i>Annona reticulata</i> L.		น้อยโหน่ง	ผลไม้	kp211
13	Apocynaceae	<i>Rauvolfia</i> sp.	เพ้อะติคาโพ		รากต้มน้ำกินแก้ปวดท้อง	kp20
14	Apocynaceae	<i>Astonia scholaris</i> (L.) R.Br.	นอ	ตีนเป็ด	เปลือกต้นและยาง กินแก้ไข้ แก้ปวด	kp60
15	Aquifoliaceae	<i>Ilex umbellulata</i> Loes.	เต้าตางละ	เม่าใน	ทั้งต้นต้มน้ำกินแก้ลมพิษ	kp178
16	Araceae	<i>Pothos scandens</i> L.	ตะลึงอับ	เถาตะมอย	ทั้งต้นต้มน้ำกินแก้ปวดหลังปวดเอว	kp106

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมอะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
17	Araceae	<i>Acorus calamus</i> Linn.	พอบีล่า	ว่านน้ำ	ขยำใบผสมสมุนไพรแก้หวัด, เหย้าต้มกินแก้ท้องอืด	kp111
18	Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	ช่อ	เผือก	อาหาร	kp152
19	Araliaceae	<i>Trevisia palmata</i> Roxb.	กิริอตะ	ตำหลวง	กินช่อดอกอ่อนเป็นผัก	kp11
20	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	พิจิยา		เปลือกต้นใช้ต้องเหล้า	kp119
21	Araliaceae	<i>Polyscias</i> sp.	เถาครุฑ		เขี่ยใบแก้ลมท้องเดิน	kp169
22	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	พ้อฮรีย	ใบหมกไฟ ตำพอกขา		kp5
23	Asteraceae	<i>Elephantopus scaber</i> Linn.	เตี้ยะติพอนเกลละ	โคไม่รู้ล้ม	ทั้งต้นต้มกินแก้ปวด แก้ไข้, เข้ายา	kp66
24	Asteraceae	<i>Acmella oleracea</i> (L.) R.K.Jansen	พ้อเตอะค้อมี	ผักเผ็ด	เคี้ยว-อม ใบแก้ปวดฟัน, ต้มใบกินแก้ปวดท้อง	kp103
25	Asteraceae	<i>Chromolaena odoratum</i> R.M.King&H.Rob.	ชอโพก๊วย	สาบเสือ	รากต้มรวมกับรากไม้รวก, หย้าคา, เข็มป่า แก้เวียนหัว ผิดเคื่อน	kp105
26	Asteraceae	<i>Eupatorium stoechadosmum</i> Hance	พ้อตู่เงาะ	ต้นพราหมณ์	เขี่ยใบแก้ลมคืดเคื่อน	kp158
27	Basellaceae	<i>Basella rubra</i> L.	หย้าหลิตตะ	ผักปลิง	ผัก	kp154
28	Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i> Steenis	เตี้ยะติพะหม้อปลา	ตำลึง	เอา bulb ให้กินสด จะคลอกลูกง่ายขึ้น	kp184
29	Betulaceae	<i>Betula alnoides</i> Buch.-Ham. ex G. Don	เต็กอเว	กำลังเสือโคร่ง	เปลือกต้นคองเหล้า	kp65
30	Bigoniaceae	<i>Oroxylum indicum</i> (L.) Kurz	คอกะ	เพกา	พืชอาหาร	kp37
31	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.		คำแสด	กิ่งต้มน้ำกินแก้ประจำเดือนมาผิดปกติ	kp47

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
32	Buddlejaceae	<i>Buddleia asiatica</i> Lour.	พอดขิมเบล	ราชวutipá	ยอดค้ำพอกแผลน้าวร่อนดอก	kp36
33	Caesalpinaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	ปิ่นมูขุ1		ทั้งต้นต้มน้ำกินแก้พิษ	kp24
34	Caesalpinaceae	<i>Acacia</i> sp.	สะเบอมู		เปลือกต้น ขยี้กับน้ำ ใช้สระผม	kp35
35	Camaceae	<i>Canna edulis</i> Ker Gawl.	ปลากายะ	พุทธรักษากินหัว	กินหัว	kp42
36	Caprifoliaceae	<i>Sambucus javanica</i> Reinw.	เตื่อะลิกากี	อุ้น	ใบค้ำพอกแผล ไฟไหม้	kp41
37	Chloranthaceae	<i>Chloranthus erectus</i> Buch.-Ham.	ปอนนตูลู	หอมไก่	ใบเผาไฟ ขยี้แล้วนวดเวลาปวดบวม	kp110
38	Comaraceae	<i>Comarus cochinchinensis</i> Pierre	ซุขตาปรี้อสะ	หมาว้อ	กินผลสุก	kp87
39	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	ซอคาถ่า	มะระขี้นก	ผัก	kp150
40	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	สะกอแม่	แตงกะเหรี่ยง	ผัก	kp151
41	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	มะเหลล่า	น้ำเต้า	ใบช้ำยาแก้หนาว	kp168
42	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	คิพะโตะ	แตงฮัม	อาหาร	kp207
43	Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.	หม่อนซีเคโซ	หญ้าคมบาง	รากต้มน้ำกินแก้ปวดท้อง	kp70
44	Dilleniaceae	<i>Dillenia parviflora</i>	ค้อ	ถ้ำนึ่ง	เมื่อน้ำแกงเป็นอวัยวะเพศเผาพร้อมคนตายที่ยังไม่ได้แต่งงาน	kp72
45	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	หม่อนตุ	มันข้าวกำ	อาหาร	kp147
46	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	หม่อนยโพ	มันฮ้อน	อาหาร	kp148

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
47	Dryopteridaceae	<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Sw.	กาบอชี่	ผักกูดคอย	ยอดอ่อน ต้มหรือลวก เป็นผักจิ้ม	kp177
48	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus latifolia</i> L.	เส้ทุ้งช่า	มะหลอด	กินผล	kp75
49	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i> sp.	เส้ทุ้งช่าเลอะปล้ำโป	มะหลอดคป้า	กินผล	kp113
50	Equisetaceae	<i>Equisetum debile</i> Roxb.	ง้อชอโป ควา	หญ้าถอดคป้อตอง	ทั้งต้นต้มน้ำกินแก้ไข้	kp32
51	Euphorbiaceae	<i>Aporosa villosa</i> (Wall. ex Lindl.) Baill.	เบ้อะคร้อ	เหมีอดหลวง	เปลือกต้นใช้ทำไส้บุหรี่	kp7
52	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	เส้ยาสะ	มะขามป้อม	ผล ไม้ป่า	kp8
53	Euphorbiaceae	<i>Sauropus androgynus</i> (L.) Merr.	ตะเขยเค้าะ	ผักหวานบ้าน	พืชอาหาร	kp44
54	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	กะทิกกวอ	ละหุ่ง	ก้านใบอังไฟแล้วจอบกับหู แก้วหู	kp45
55	Euphorbiaceae	<i>Bridelia glauca</i> Blume	เส้ทะทะพาน	ติวละทึ	กินลูก, กิ่งต้มน้ำรากลูกตากินแก้ปวดหลัง	kp48
56	Euphorbiaceae	<i>Aporosa wallichii</i> Hook.f.	เส้โพจะกะวอะ		เปลือกต้นใช้ทำไส้บุหรี่	kp94
57	Euphorbiaceae	<i>Glochidion</i> sp.	เต้อะติแผละ	มันปลา	กินยอดเป็นผัก	kp118
58	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	หน้อยเส้	มันตำปะหลัง	ราก เป็นอาหาร	kp180
59	Gleicheniaceae	<i>Gleichenia</i> sp.	โท	โชน	ก้านใบ ใช้ล่องรตเหล้า	kp64
60	Graminae	<i>Oryza sativa</i> L.	บือชอมี	ข้าวเก่า	อาหารหลัก	kp1
61	Graminae	<i>Oryza sativa</i> L.	บือหน้อยปะ		อาหารหลัก	kp2
62	Graminae	<i>Coix puellianum</i> Bal.	เบอะนาทึ	เดื่อย	เข้าน้ำแกง	kp9

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนแม่สะนำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
63	Gramineae	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P.Beauv.	เกี๊ยะฮี้ด้า	หญ้าคา	รากเขี่ยาแก้ปวดหลัง	kp49
64	Gramineae	<i>Thysanolaena maxima</i> Kunzice.	เคะด้า	ตองกง	ก้านใบถอนกินแก้ท้องอืด, ใบใช้ห่อขนม	kp56
65	Gramineae	<i>Saccharum officinarum</i> L.	เกอะที	อ้อย	อาหาร	kp156
66	Gramineae	<i>Bambusa</i> sp.	ไม้รวกแดง		ห้วย เขี่ยาแก้ลมท้องเดิน	kp170
67	Gramineae	<i>Bambusa</i> sp.	วาบอ	ไม้รวก	กินหน่ออ่อนเป็นอาหาร	kp181
68	Guttiferae	<i>Garcinia</i> sp.	ชามะควะ	ชะมวง	กินยอดอ่อนเป็นผักจิ้ม	kp58
69	Hypericaceae	<i>Cratogeomys formosum</i> Dyer.	ตะแบกโจ	คิ้ว	ใบกินแก้ท้องเสีย (หั่นเอาเมล็ด)	kp68
70	Hypoxidaceae	<i>Curculigo mangga</i> Ridl.	ตะหนือ		รากต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืดและหูดคุดปัสสาวะ	p92
71	Labiatae	<i>Isodon ternifolius</i> Kudo.	ห่อวอ	ผักอีหลิน	เครื่องเทศ	kp3
72	Labiatae	<i>Mosla dianthera</i> Roxb.	ห่อพริย	ผักฮ้านน้ำ	ใบตากแห้งใส่ในกองขี้วัวเปลือกกินชौरา	kp4
73	Labiatae	<i>Mosla</i> sp.	ห่อพริยขาว		ใบแห้งใส่กับขี้วัวเปลือกกินชौरา	kp46
74	Labiatae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	เก้อมา	ช้อ	เปลือกต้มน้ำดื่มกินแก้ไข้ใน แก้โรคระเพาะ	kp117
75	Labiatae	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton	นอ	งาขี้ม่อน	อาหาร	kp146
76	Labiatae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	ห่อวอเซ	โหระพา	เครื่องเทศ	kp212
77	Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	เตื่อะฮี้ด้อ1	อบเชย	เปลือกต้มน้ำดื่มกินแก้ปวดท้อง	kp14
78	Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	เตื่อะฮี้ด้อ2		เปลือกต้มน้ำดื่มเป็นเครื่องเทศ	kp29

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมอะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
79	Lauraceae	<i>Lisea glutinosa</i> Lour.	เตอะละลิซุ่ย	หมี่หมื่น	ปลูกเปลือกทาสี ทำไม้ยุบเร็ว	kp51
80	Lauraceae	<i>Lisea cubeba</i> (Lour.) Pers.	ตะรือตะ	ตะไคร้ต้น	ผลเป็นเครื่องเทศ	kp74
81	Lauraceae	<i>Lisea monopetala</i> (Roxb.) Pers.	เมาะโมท	กะทัง	ตากเปลือกกวาง	kp85
82	Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	เต้าวอเหล้ววอ		ตากเปลือกกวาง	kp121
83	Lecythidaceae	<i>Careya arborea</i> Roxb.	เส้จะระ	กระโดน	เนื้อไม้ ใช้ทำไม้คันทวน	kp62
84	Leeaceae	<i>Leea indica</i> (Burm.f.) Merr.	นาทอละ	กะดังใบ	รากต้มกินเป็นยาระบาย ถ่ายพยาธิ	kp26
85	Malvaceae	<i>Decaschistia intermedia</i> Craib	หญ่าจื่ออัน		ทั้งต้นเข้ายาแก้ปวด	kp164
86	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.		หญ่าจืด	รากต้มกับ 175 มมน้ำกินเป็นแผลในปาก	kp174
87	Malvaceae	<i>Urena lobata</i> L.		พืชรอก	ใบ อังไฟ นามแก้ปวดศีรษะ	kp179
88	Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i> L.		สาอู	อาหาร	kp202
89	Maranthaceae	<i>Phytium capitatum</i> Willd.	ลากรี่ล่า	ตองตาด	ใช้ใบห่อข้าว	kp31
90	Marattiaceae	<i>Angioplepis evecta</i> (G.Forst.) Hoffm.	โต่วไข่	ว่านกีบแรด	เข้ายาอายุวัฒนะ	kp81
91	Menispermaceae	<i>Cyclea</i> sp.	เตอะละลิแซ่		กินหัวสดแก้ปวดท้อง	kp132
92	Menispermaceae	<i>Tinospora crispa</i> (L.) Miers ex Hook. f.	หล่อลูหม้อ	บอระเพ็ด	เถา ตำ ต้มกินแก้ไข้	kp142
93	Menispermaceae	<i>Stephania venosa</i> (Blume) Spreng.	ชู่กะพริ้ว	กึ่งกลางคอง	หัวแกะเป็นรูปช้าง ใช้ในพิธีศพ	kp145
94	Menispermaceae	<i>Stephania</i> sp.	หน้อยลล	ตบู่เลียด	หัว,เถา ต้มกินบำรุงเลือด	kp215

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
95	Mimosaceae	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	ชาหลักวอ	มะกัคำตัน	ยอดต้มน้ำกินแก้ปวดท้อง	kp73
96	Moraceae	<i>Macclura cochinchinensis</i> (Lour.) Corner	ฉิชา โปโพ		ต้น และราก ต้มกินแก้ท้องเสีย	kp22
97	Moraceae	<i>Morus macrocarpa</i> Miq.	เงาะอะเต้	หมอนฮอก	ใช้ย่างทาแผลสด	kp116
98	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	เหมลือเต๊ะ	มะน้อต	ใบต้มน้ำกินเป็นยาระบาย	kp109
99	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	หน่อเตอเฮอ		กินผลสุก	kp130
100	Moraceae	<i>Artocarpus lacucha</i> Roxb.	โปปรี	มะหาด	แก่นต้มน้ำทาแผลไฟไหม้	kp135
101	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	ตะก้อ	มะเต๋อชน	รากเข้ายาแก้โรคกระเพาะ	kp163
102	Musaceae	<i>Ensete glaucum</i>	ยะเบอหล่า	กล้วยมวอล	อาหาร	kp200
103	Musaceae	<i>Musa sapientum</i>	สะกุย	กล้วยน้ำว้า	อาหาร	kp201
104	Myristicaceae	<i>Horsfieldia macrocoma</i> Warb.	เต้ละคี	กรวยป่า	เปลือกต้มน้ำดื่มแก้เจ็บปาก	kp63
105	Myrsinaceae	<i>Embelia sessiflora</i> Kurz	แบละเบละ	ส้มก้วย	กินน้ำในถา	kp57
106	Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> sp.	ลอบอเค		กินผล	kp144
107	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	ชาแก้วโม	ฝรั่งขึ้นก	ยอดอ่อนต้มน้ำกินแก้ปวดท้อง	kp98
108	Olaceae	<i>Olea</i> sp.	สะลิเถะด๊ะ		กินเนื้อผลสุก, เมล็ดเป็นยาเบื่อ	kp218
109	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	มะเฟือง	มะเฟือง	รากเข้าแก้ปวด	kp167
110	Pandanaeae	<i>Pandanus</i> sp.	เต๊ะเย	เตย	กินยอดอ่อน	kp15

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมอะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
111	Papilionaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	สะเบงซา	ถั่วแระ	เมล็ดใส่ในข้าวเบอะ	kp77
112	Papilionaceae	<i>Dalbergia cana</i> Graham ex Kurz	เส้าจ่า	กะพี้	เปลือกคั้นอมแก้เจ็บปาก	kp122
113	Papilionaceae	<i>Derris</i> sp.	เกลละ	หางไหล	ใช้บดปลา	kp96
114	Papilionaceae	<i>Dumbaria bella</i> Prain		ถั่วน้ำครึ่ง	คอกเป็นผัก	kp219
115	Papilionaceae	<i>Erythrina stricta</i> Roxb.	เขอ	ทองกลาง	ยอด เป็นผัก	kp213
116	Papilionaceae	<i>Labiab purpureus</i> (L.) Sweet		ถั่วแปบ	อาหาร	kp210
117	Papilionaceae	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	ปลอริต่ำ	หนามขี้	รากเผาไฟ เคี้ยวแก้ปวดฟัน	kp50
118	Papilionaceae	<i>Shuteria suffelsa</i> Benth.	เขอศิโย		คั้นทาหรือกินใบสด แก้ไอ เจ็บคอ	kp112
119	Papilionaceae	<i>Tadelagi triquetrum</i> (L.) Ohashi	ติจอบี	คอกัว	ทั้งต้น คั้นให้เด็กหรือคนแก่ กินแก้ไข้ ปวดเมื่อย	kp176
120	Papilionaceae	<i>Vigna</i> sp.	เมอะเทาะต่ำ	ถั่วปี้	อาหาร	kp153
121	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	เขะคามือ		ทั้งต้นหั่นแล้วคอง กินเป็นผัก	kp28
122	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	เตื่อละติทาอะและ		ทั้งต้นคั้นกินเป็นยาถ่ายพยาธิให้เด็ก	kp131
123	Piperaceae	<i>Piper interruptum</i> Opiz.		จะค้ำน	เอาคั้นกับ 174 อมน้ำกินเป็นแผลในปาก	kp175
124	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	อียู	หญ้าเอ็นซัด	ทั้งต้นคั้นกินแก้ปวดหลัง/เจ็บกินสดเป็นผักจิ้ม	kp204
125	Plumbaginaceae	<i>Plumbago indica</i> L.	ตะติล	เจตมูลเพลิงแดง	ทั้งต้นคั้นหรือคองหั่นแล้ว แก้ปวดเมื่อย	kp214
126	Polygalaceae	<i>Polygala chinensis</i> L.	เตื่อละติต่อตู้	ม้าแม่กำ	รากคั้นนำกินแก้ปวดหลัง	kp38

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมะนำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
127	Polygonaceae	<i>Polygonum chinensis</i> L.	ตาลิใบ	เถียงพืดมัว	กินลูก	kp33
128	Rhamnaceae	<i>Ziziphus incurva</i> Roxb.	ตาชู่เม		ผลไม้ป่า	kp6
129	Rosaceae	<i>Rubus alceifolius</i> Poir.	หน่อแพะยะ	มะไข่ชู่	กินผล	kp67
130	Rosaceae	<i>Rubus sorbifolius</i>	โกะโพโล		กินผล	kp69
131	Rubiaceae	<i>Morinda angustifolia</i> Roxb.	เคาะ	ยอคิน	รากต้มน้ำเชื่อมผ้าเช็ดมือ	kp89
132	Rubiaceae	<i>Paederia foetida</i> L.	ปลอนื่อ	พังโหม	เอาและใบตำแช่น้ำโปะหน้าผากแก้ไข้	kp97
133	Rubiaceae	<i>Mussaenda</i> sp.	พอหล่อเคาะ	ใบต่างดอก	เคี้ยวคั้นหมั่นแก้เวียนหัว	kp120
134	Rutaceae	<i>Clausena excavata</i> Burm.f.	เล้นเม	ต้นโศก	ทั้งคั้นคั้นอาบแก้เวียนหัว	kp19
135	Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	แซะชุย	ส้มโอป่า	ใบเป็นเครื่องเทศ	kp21
136	Rutaceae	<i>Euodia repia</i> Merr.	เซอเคาะโพเจาะ	สะเลียมคง	กินยอด	kp54
137	Rutaceae	<i>Todalia asiatica</i> (L.) Lam.	ตาโฮยเข้าเคาะ	ผักแปมป่า	กินยอด	kp115
138	Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	หน่อกรยสะ	มะนาว	อาหาร	kp149
139	Rutaceae	<i>Citrus maxima</i> (Burm.f.) Merr.	มะโอ	ส้มโอ	รากเข้ายาแก้โรคกระเพาะ	kp162
140	Saururaceae	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ตำนอทีเคาะ	ผักคาวตอง	ใบ ขยี้ทานแก้คันสูง, กินสดแก้หวัด แก้ไอ	kp138
141	Schizaeaceae	<i>Lygodium flexosm</i> (L.) Sw.	กิโกเคาะ	ย่านลิภา	ขยำใบใส่แผลสด	kp102
142	Simaroubaceae	<i>Picrasma javanica</i> Blume	มะป้อจ	กอมขม	เปลือกต้มน้ำดื่มกินแก้ไข้	kp16

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนแปะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อย่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
143	Simaroubaceae	<i>Harrisonia perforata</i> (Blanco) Merr.	แมงจี้ชะ	ตีฟันคนทา	กินยอดเป็นผัก, เป็นยาถ่ายพยาธิ	kp101
144	Smilacaceae	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb.	ห่อกระเีชะ	เครือข้าวเย็น	รากต้มกินแก้ปวดหลัง, แก้หวัด	kp55
145	Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.		หัวข้าวเย็น	รากต้ม ดื่มน้ำบำรุงร่างกาย(อายุต้อง>30)	kp173
146	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	ยาสูบ	ยาสูบ	ตำใบโปะแผล ห้ามเลือด	kp12
147	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D.	พอบาตา	ฉับแป้ง	ใบ ปิ้งไฟให้พื้แห้งลึ่งคลอคนึ่ง	kp39
148	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	สะกอใบหน้า	มะเขือขม	อาหาร	kp190
149	Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	สะกอข่า	มะเขือพวง	อาหาร	kp206
150	Somneratiaceae	<i>Dubautia grandiflora</i> Walp.	โทะโพโล	ตุ้มตัน	เปลือกต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp104
151	Sterculiaceae	<i>Sterculia pexa</i> Pierre	ชะควอด	ปอขาว	เปลือกต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp76
152	Theaceae	<i>Schinus molle</i> (DC.) Korth.	เตี๊ยะชะ	กะโถ้	นำใบต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp61
153	Theaceae	<i>Pyrenaria diospyricarpa</i> Kurz	โตะนาค	เมี่ยง	ผลใช้รักษา	kp114
154	Thunbergiaceae	<i>Thunbergia coccinea</i> Wall. ex D.Don		หน้าแดง	อมรากแก้ปวดฟัน	kp82
155	Thunbergiaceae	<i>Thunbergia laurifolia</i> Lindl.	จอลอติเคอ	รางจืดเถา	นำใบต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp90
156	Ulmaceae	<i>Gironiera</i> sp.	ยาแก้โพ		ทั้งต้นต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp27
157	Usneaceae	<i>Usnea siamensis</i> Vain.		ฝอยลม	ต้มให้พื้แห้งต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp143
158	Verbenaceae	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp.	คอดคอเตี๊ยะ	เข้มป่า	เข้มาต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	kp123

ตาราง 1 (ต่อ) พืชที่ชาวกะเหรี่ยงในเขตสถานีโครงการหลวงขุนเมอะ นำมาใช้ประโยชน์

no.	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
159	Verbenaceae	<i>Clerodendrum petasites</i> (Lour.) S. Moore	ตะลิดชี		รากต้มน้ำกินแก้หนาว	kp10
160	Verbenaceae	<i>Clerodendrum serratum</i> (L.) Moon	ขุ่ยโตเจาะ	หัตถ์สามเกียน	ขย่ำใบทาผดคันคัน, กินผดก	kp100
161	Verbenaceae	<i>Clerodendrum sp.</i>	เก่อมมา	ปั้ง	เปลือกต้มน้ำใช้ฟันแผลสด	kp78
162	Violaceae	<i>Cissus sp.</i>	โป่งระหัดล่า		เถาอังไฟ บิบน้ำใส่แผลงูกัด ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก	kp133
163	Zingiberaceae	<i>Amomum sp.</i>	เพาะพอ	ถึก	กินผลเป็นผักจิ้ม	kp95
164	Zingiberaceae	<i>Costus speciosus</i> Smith.	ซูลโบ	เอื้องหมายนา	ต้มน้ำรากกินแก้ปวดท้อง	kp13
165	Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	เลื่อยอบ	ขมิ้นเหลือง	เหง้าตากแห้ง บดผสมน้ำผึ้งเป็นยาถูกลดอน	kp34
166	Zingiberaceae	<i>Curcuma mangga</i> Valetton & Zijp	ละคิว	ขมิ้นขาว	กินแก้โรคกระเพาะ	
167	Zingiberaceae	<i>Curcuma zedoaria</i> (Berg) Roscoe	ตะโละลิ้นพอชา	ขมิ้นอ้อย	กินหัวสดหรือฝนเอาน้ำให้เด็กกินแก้ปวดท้อง	kp139
168	Zingiberaceae	<i>Curcuma sp.</i>	เลื่อยชู	ขมิ้นดำ	ตำหัว บิบน้ำทาแก้ปวดขา	kp182
169	Zingiberaceae	<i>Curcuma sp.</i>	เพาะโพธิ์	ว่านชักมดลูก	หัวต้มให้ผู้หญิงหลังคลอดกิน มดลูกเข้าช่องเร็ว	kp205
170	Zingiberaceae	<i>Kaempferia parviflora</i> Wall. ex Baker	พะตู่ติ	กระชายดำ	กินหัวสดแก้ปวดท้อง	kp183
171	Zingiberaceae	<i>Zingiber montanum</i> (Koenig) Link ex Dietr.	แมดโป่ง	ไพล	แก้ท้องอืด	kp187
172	Zingiberaceae	<i>Zingiber ottensii</i> Valetton	แมดโป่งชู	ไพลดำ	หัว ต้ม, กินสด, ทาท้องเด็กแก้ท้องอืด	kp134

ตารางที่ 2 พืชที่ชาวเมืองหมู่บ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
1	Acanthaceae	<i>Barleria lupulina</i>	ปอฝรั่ง		ตำพอกแผลเนื้อง	kk14
2	Alliaceae	<i>Allium ascahaticum</i> Linn.	ไถ่	หอมแดง	ต้นอ่อน คอก และหัวประกอบอาหาร	kk61
3	Alliaceae	<i>Allium tuberosum</i> Roxb.	คอโตะ	กุยช่าย	ใบย่ำใส่ดิน	kk85
4	Amaranthaceae	<i>Iresine herbisii</i> Hook.f.		ผักแพว	ยอดต้มกับใบกั้นบำรุงเลือด	kk22
				ผักแพว	ใบต้มน้ำกินแก้ปวดประจำเดือน	kw9
5	Amaranthaceae	<i>Achyranthus aspera</i> L.		หญ้าพันงู	ใบตุ๋นกับไข่ กินแก้ท้องอืด	kw3
6	Amaranthaceae	<i>Alekanthera</i> sp.	ก้อออกาหงะ	ผักเบ็ดแดง	ต้นต้มน้ำกินแก้เจ็บหน้าอก โรคหัวใจ	kw43
7	Amaryllidaceae	<i>Crinum asiaticum</i> Linn.	คัสสะ	พลับพลึง	ใบลนไฟ รุม หอยบริเวณที่เล็ด จัศชอก	kk41
8	Amaryllidaceae	<i>Eucharis grandiflora</i>	ตั้งอยู่	นางกวัก	ใบบดละเอียดโรยที่ท้องแก้อาคม	kw24
9	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> Linn.	ลิ้นจี่	มะม่วง	กินผลสุก	kk54
10	Anacardiaceae	<i>Cherospondias axillaris</i>	จิ้งนึ่ง	มะมือ	รับประทานผลสด	kw32
11	Araceae	<i>Aglaonema</i> sp.	ขั้วลิ้นควี		ใบลนไฟหอยบริเวณที่บวมซ้ำ	kk12
12	Araceae	<i>Colocasia gigantea</i> Hook.f.	กาหยี่	ตุน	ก้านใบแกงใส่ปลา ชำใส่ถั่วช่าย	kk86
13	Araceae	<i>Acorus calamus</i> Linn.	ตะไคร้	ว่านน้ำ	ทั้งต้นทุบใส่แกงปลา	kk108
			เปอะไ้		แห้งต้มน้ำกับใบกั้นแก้ช้ำใน	kw38
14	Araliaceae	<i>Acanthopanax trifoliatum</i> Merr.		ผักแปม	กินยอดกับลาว	kk82

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวม้งบ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
15	Araliaceae	<i>Trevesia palmata</i> Vis.	จิปอ	ต้าง	ยอด คอกก่อนต้มจมน้ำพริก	kk105
16	Asclepiadaceae	<i>Dischidia major</i> Merr.	หัวจ้อเจ๊าะ ชีก้องคอง	พุงปลาซ่อน	ทั้งต้นต้มดื่มแก้ปวดท้อง, ใบยัดใต้ศอกห่มผ้าขึ้นกินแก้ปวดท้อง ใบสับใส่ไข่ ตุ่น กินแก้โรคกระเพาะ	kk3 kw19
17	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> Linn.	ปั่วซี	สาบแร้งสาบกา	ใบตำพอกแผลสดช่วยห้ามเลือด	kk10
18	Asteraceae	<i>Angelica acutiloba</i>	มุซั่ว	ดังกย	ใบใส่ต้มแก้	kw17
19	Asteraceae	<i>Artemisia pallens</i> Wall.ex Bess.	พุงจิ	โกญจุฬาลัมภา	ใบตำพอกหัวแสบและแก้ไข้	kk40
20	Asteraceae	<i>Artemisia dubia</i> Wall. ex Bess.	เก๋อเตอออ กะเตอออ	หอมแก้ว จิงจุฬาย	ใบต้มกับใบกิมเก้ออ่อนเพ็ช ใบต้มกับใบกิมเก้อราก้าง	kw6 kk35
21	Asteraceae	<i>Elephantopus scaber</i> L.		โศ่มรู้ลิม	รากต้มกินแก้ไอ	kw11
22	Asteraceae	<i>Eupatorium adenophorum</i> Spreng.	หัวหตุเต๋อ	สาบหมาสาบแมว	ใบถอนไฟตำพอกแผลไฟไหม้	kk21
23	Asteraceae	<i>Gynura bicolor</i> DC.	หัวเจาะ	ว่านใบห้อมม่วง	ยอดต้มกับใบกิมปำราก้าง ผึ่ง แปะแผลเมื่อย	kk26
24	Asteraceae	<i>Gynura</i> sp.	ยะเซ่อ		ใบต้มกับใบกิมเก้อขางวม	kw8
25	Asteraceae	<i>Gynura</i> sp.	จะมูจิ่ว		เข้ข่า, ต้มกับใบแก้ปวดหลังปวดอว	kw37
26	Asteraceae	<i>Siegesbeckia orientalis</i> Linn.	ทะ	สะพ้านกัน	รากต้มดื่มแก้โรคไข้	kk28
27	Asteraceae	<i>Vernonia volkamerioides</i> Wall. Ex DC.		ยาแก้	รากต้มดื่มแก้โรคปวด	kk24
28	Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.			เปลือกต้มดื่มกับใบกิมเก้อปวดหลัง	kw26

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวเมืองบ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

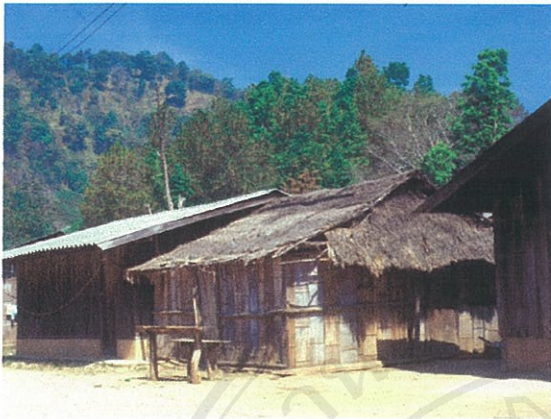
ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
29	Basellaceae	<i>Basella alba</i> Linn.	หัวขามปลา	ผักปลัง	ยอดต้มกับใบกั๊กกินบำรุงเลือด	kk84
30	Basellaceae	<i>Amaranthus cordifolia</i>	ชาลิมะ		ใบต้มกับใบกั๊กกินแก้ปวดเมื่อย อ่อนเพลีย	kw1
31	Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.			ลอกผิวต้นออก กินเป็นของกินเล่น มีรสเปรี้ยว	kk109
32	Betulaceae	<i>Betula alnoides</i> Buch.-Ham.		กำลังเสือโคร่ง	เปลือกต้นคองห่อต้มน้ำรากำลัง	kk45
33	Bischofiaceae	<i>Bischofia javanica</i> Bl.	จ๊ะโละ โละ	เค็ม	กินผลสุก ยอดขยำใส่ปลาแห้ง ปลากระป๋อง	kk110
34	Brassicaceae	<i>Cardamine hirsuta</i> Linn.	เต้าที่	ผักกาดน้อย	ต้มน้ำแกง	kk76
35	Buddlejaceae	<i>Buddleja asiatica</i> Lour.	ปลัดโละ	ราชawaliป่า	ใบตำ ทานแก้ตุ่ม ผื่น หนอง	kk39
36	Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia sappan</i>	ซุ	ฝาง	เปลือกต้มน้ำดื่มแก้พิษ	kw25
37	Commelinaceae	<i>Commelia</i> sp.	เข้าน้อง		ยอดต้มน้ำดื่มบำรุงกำลัง	kk17
38	Commelinaceae	<i>Zebrina indica</i> Keraud-Aymo	โถงตอ	ปักแฉ่งตาบ	ยอดต้มน้ำดื่มแก้พิษ แก้ปวดเมื่อย	kk27
39	Compositae	<i>Gerbera jamesonii</i> Bolus	เยอปีรา		ขยายดอก ขยายต้น	kk112
40	Compositae	<i>Chrysanthemum</i> sp.	เบญจมาศ		ขยายดอก	kk113
41	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.		morning glory	เถาต้มน้ำดื่มแก้พิษ	kw2
42	Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i> sp.		เขากวาง	ใบตำกับใบมะขาม รสเฝื่อน 5 นาทีต้มแก้พิษ	kk29
43	Crassulaceae	<i>Kalanchoe pinnata</i> Pers.	หัวกั๊กลือชา	คว่ำตาหยางเป็น	ใบเป็นยาแก้กระดูกหัก	kk34

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวหมู่บ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
44	Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i> sp.	ขั้วมอเขียว	-	ใบต้มน้ำกินแก้หวัด	kk18
45	Crassulaceae	<i>Kalanchoe</i> sp.	ขั้วมอภูตลาชา	-	ใบตำพอกขาแก้ปวดขาหัก	kk45
46	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Decne.	โตะ	ฟักทอง	ยอด ผลอ่อน ผลแก่ ผัก แกง น้ำจิ้ม น้ำพริก ขยายผล	kk60
47	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> Sw.	กั๊กตีนหมา	แมงกะเหี่ยว	ยอดผล แกง ผัก ต้มจิ้ม น้ำพริก	kk64
48	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> Linn.	จ๊อบเอียะ	มะระขี้นก	ผลต้มน้ำจิ้ม น้ำพริก	kk90
49	Cyperaceae			กก	หัวต้มน้ำดื่ม แก้ท้องอืด เป็นยาขับปัสสาวะ	kk11
50	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> Kuhn	ชะวะ	ฤๅษี	ใบรองรังไก่	kk09
51	Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	จ๊อบลิบ	พลับ	กินผลสุก ขยาย	kk101
52	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus latifolia</i> Linn.	ลิ้มมี	มะหาด	กินผลสุก	kk79
53	Equisetaceae	<i>Equisetum debile</i> Roxb.		หญ้าถอดปล้อง	ทั้งต้นต้มน้ำดื่ม แก้ไข้	kk30
54	Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> Linn.	จ๊อบคนนม	ละหุ่ง	ยางจากก้านใบเป็นลูกโป่งเล่น ปลูกต้นไว้แก้บ้าน ช่วยป้องกันผี เพราะผีจะกินยางจากต้น เพราะคิดว่าเป็นน้ำมัน แล้วจะทำให้ผีตาย	kk102
55	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculanta</i> Crantz	กอบ	มันสำปะหลัง	ยอดต้มน้ำจิ้ม น้ำพริก หัวต้มน้ำจิ้ม เป็นอาหาร	kk07

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวหมู่บ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

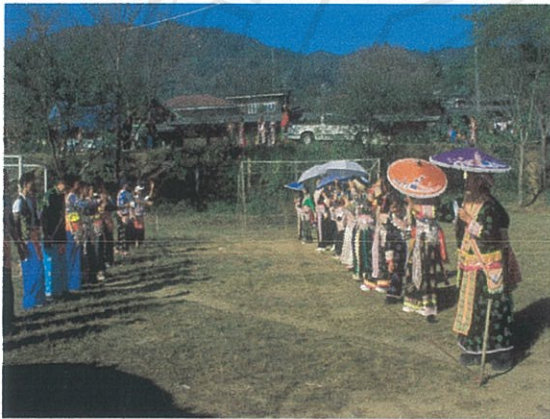
ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
56	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> Linn.	จันทงป่าเถื่อน กินมอดาย	ตะหุง	ใบหมกไฟ ใบมะพร้าวหุงหืดลดท่อน้ำร้อนออกไม่หมด ขายเมล็ด	kw58 kk78
57	Fagaceae	<i>Castanopsis</i> sp.	จิ้งตัง	ก่อเคียบ	เมล็ดคิบหรือคั่วกับทราย กินเล่น	kk93
58	Graminae	<i>Bambusa nutans</i> Wall.	เคียน	ไผ่บง	ไม้ทำฟากลำหรับสร้างบ้าน	kk66
59	Graminae	<i>Eleusine</i> sp.	คว้งเปี้ย		เมล็ดคั่วผสมข้าวเหนียวและน้ำตาล ห่อด้วยใบตองตากแห้งเป็นขนม	kk6
60	Graminae	<i>Imperata cylindrica</i> Beauv.	แก้ง	หญ้คา	ใบแห้งยัดเป็นคัมใช้ขึงหลังคาบ้าน	kk59
61	Graminae	<i>Oryza sativa</i> Linn.	เป้าะกัจัว	ข้าวเจ้า	กินเมล็ด ขาย	kk50
62	Graminae	<i>Oryza sativa</i> Linn.	เป้าะกัจัว	ข้าวเหนียว	กินเมล็ด ขาย	kk51
63	Graminae	<i>Saccharum arundinaceum</i>	เต้าเอียะ	แขม	กินหม่อตค	kw53
64	Graminae	<i>Thysanolaena maxima</i> Ktze	โตโตหัววะ	ตองกง	คอกใช้ทำไม้กวาดสำหรับใช้เอง ห้ามเก็บคอกไปขาย	kk57
65	Graminae	<i>Zea mays</i> Linn.	เป้าะกัจัว	ข้าวโพด	กินเมล็ด ขาย	kk49
66	Hypoxidaceae	<i>Curculigo</i> sp.	และชะ		ใบคัมกับใบกินแก๊ว	kw28
67	Iridaceae	<i>Belamcanda chinense</i>		ว่านหางช้าง	ใบ,รากคัมกินแก๊วคัมเมื่อยอ่อนนพเลีย	kw40
68	Labiales	<i>Colquhounia coccinea</i>	โต้น		กึ่งคัมเป็นยาแก๊วค้อง	kw46
69	Labiales	<i>Gomphostemma</i> sp.	ขัวมะค้อ		ยารักษาฝี	kk15
70	Labiales	<i>Isodon tenuifolius</i> Kudo	โตะจิโตะป้า	อิหลิน	ใบใส่ตำพริก แกงปลา	kk88



บ้านม้ง



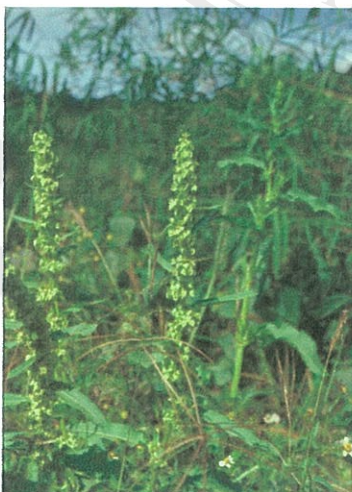
หญิงชาวม้ง



การละเล่นในวันปีใหม่



Gynura sp.



Rumex crispus L.



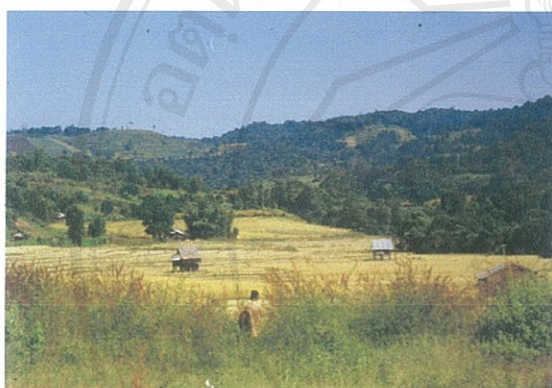
Polygonum sp.



บ้านกะเหรี่ยง



ชาวกะเหรี่ยง



นาข้าว



ชาวกะเหรี่ยง ขุดสมุนไพรร



เกี่ยวข้าว



ข้าวที่เกี่ยวแล้ว



ยาแก้ลมพิษเดือน



Gmelina arborea



Tadehagi triquetrum



Rubus sorbifolius



Thunbergia coccinea



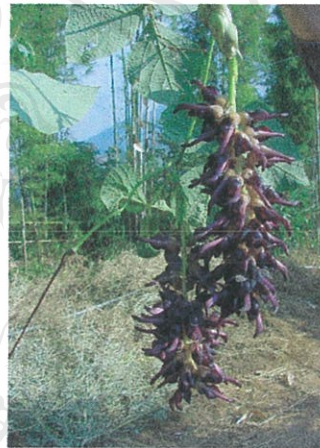
Pandanus sp.



Smilax sp.



Dunbaria bella



Mucuna pruriens



Ziziphus sp.



Clerodendrum serratum

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวเมืองบ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
87	Moraceae	<i>Morus macrocarpa</i> Miq.	โธะยะ ต่อยะ	หม่อนฮอก	ยางทาปากเปื่อย ไหมทำพื้น ยางใส่ตุ้มผี หนอง	kw48 kk42
88	Moraceae	<i>Morus nigra</i>	ฮัวหย่า จียป้อมพัวะ	หม่อน	กินผลสดเป็นผลไม้	kw22 kk68
89	Musaceae	<i>Musa</i> sp.	เจอะ	กล้วยป่า	ต้นแก่กลึงใส่ปลา ต้นใส่เลี้ยงหมู	kk58
90	Myrsinaceae	<i>Maesa montana</i>	กะบิงชั่ว	ฝรัง	กิ่งต้มกับใบ แก้ปวดหลัง ปวดเอว แก้ไข้	kw55
91	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> Linn.	จู้ทุทาะ	มะขาม	กินผลสด	kk65
92	Myrsinaceae	<i>Embelia sessilifera</i> Kurz	จิงจัวซา	มะขาม	กินผลสด รากต้มน้ำดื่มแก้ท้องเสีย	kk73
93	Palmae	<i>Caryota uren</i> Linn.	จิง	เต่าร้าง	ยอดแกง	kk104
94	Papilionaceae	<i>Derris elliptica</i> Benth.	มะละ	หางไหลแดง	รากตำพอกหัวช่วยฆ่าเหา รากต้มน้ำดื่ม ทำให้ปลาเมา จับได้ง่าย	kk44
95	Papilionaceae	<i>Derris</i> sp.	จิดอู่	หางไหล	กิ่ง ใบต้มน้ำดื่มแก้เจ็บไต	kw54
96	Papilionaceae	<i>Dolichos lablab</i> Linn.	โต๋ตาย	ถั่วแปบ	ผลสดใส่หามู	kk95
97	Papilionaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	โต๋	ถั่วแดงหลวง	เมล็ดต้มน้ำตาลเป็นของหวาน, ยายก.ก. ละ 30 บาท	kk63
98	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> Linn.	ลือเตมหลาย	กะทกรก	กินผลสด ยอดต้มน้ำดื่มแก้หวัด	kw75
99	Pinaceae	<i>Pinus kesiya</i> Royle ex Gordon	ภูเถียะ	สนสามใบ	เนื้อไม้ทำเป็นเชื้อจุดไฟ	kk91
100	Pinaceae	<i>Pinus merkusii</i> Jungb. & de Vriese	ภูตุ้	สนสองใบ	เนื้อไม้ทำเป็นเชื้อจุดไฟ	kk92

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวหมู่บ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
101	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> Linn.	लगจिम्बू	เอ็นฮัด	ทั้งต้นต้มน้ำดื่มแก้โรคไต	k9
102	Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i> Linn.	ปาววโละ	เจตมูลเพลิงขาว	ทั้งต้นอบแห้งพียงจากขานำมาผสม	k81
103	Polygonaceae	<i>Polygonum chinense</i> Linn.	คองโก๊ะ	พญาคง	ยอดกินกับน้ำพริก	k100
104	Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.	ห่อลวดาญ		ใบหั่นใส่ไข่ นึ่ง แก้วเป็นเลือด	k59
105	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> Linn.	ตัวฟ้า หัวโล่งหัวชะ	ผักกาดส้ม	ยอดต้มหรือต้มน้ำกับใบกิมแก่้งวดพัน ต้นต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด	k20
106	Rosaceae	<i>Agrimonia nepalensis</i> D. Don			ยอดต้มน้ำกับใบกิมแก่้งวดพัน	k32
107	Rosaceae	<i>Prunus communis</i>	ชิตีวะ	ห้อย	กินผลสุก ขยาย	k52
108	Rosaceae	<i>Fragaria</i>	ชูปองพัวะ	ศตรอบเบอร์	กินผลดิบและผลสุก	k53
109	Rosaceae	<i>Rubus chevalieri</i> Card. Var angkae	จูปือ	ไข่ปู	กินผลสุกเป็นผลไม้	k98
110	Rosaceae	<i>Dodona indica</i>	แอปเปิลป่า	ชีหนู	กินผลสุกเป็นผลไม้	k107
111	Rutaceae	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> DC.	ลิ้นเขียว	มะนาค	ใช้ทั้งต้นต้มน้ำดื่มแก้ท้องอืด นำใบมาตำละเอียด นวดแรงๆ ไปทางปลายมือปลายเท้า แก้พิษไข้	k7
112	Saurauaceae	<i>Saurauia roxburghii</i> Wall.	โปเปย	ส้านเห็บ	กินผลสุก	k55
113	Saururaceae	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.		คาวตอง	ยอดเคี้ยว อมแก้ปวดฟัน	k33
114	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> Linn.	หลั่นแย้ง	ยาสูบ	ใบทำเป็นยาเส้นสำหรับสูบ	k94

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวหมู่บ้านขุนกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
115	Solanaceae	<i>Solanum indicum</i> Linn.	ชีปะขาว	มะแว้ง	ผลรับประทานกับน้ำดื่ม กินกับลาบ	kk74
116	Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> Linn.	โง้ง	มะแว้งนก	ยอดแกง	kk67
117	Solanaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	ติปอู	มะเขือพวง	ผลดิบหรือต้ม กินกับน้ำพริก	kk77
118	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	มันอีตู	มันฝรั่ง	กินหว่า ง่าย	kk56
119	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	จีแปะ	มะเขือ	ผลต้มจิ้มกับน้ำพริก	kk96
120	Sonneratiaceae	<i>Danbanga grandiflora</i>	ทุลา	ตุ้มต้น	เป็ดต้มยำหรือต้มยำ	kw49
121	Theaceae	<i>Schinus molle</i> Korth.		ทุลา	ยอดอ่อนเคี้ยว อม แก้ปวดฟัน	kk46
122	Thunbergiaceae	<i>Thunbergia laurifolia</i> Linn.	หั่ว	รางจืด	รากและต้นต้มน้ำดื่มแก้ปวดท้อง, แก้พิษยาฆ่าแมลง	kk4
123	Umbelliferae	<i>Centella asiatica</i> Urban	กะโต	บัวบก	ต้มน้ำดื่มแก้ปวดศีรษะ	kk83
124	Umbelliferae	<i>Eryngium foetidum</i> Linn.	เลขโอ	ผักชีฝรั่ง	ใบต้มน้ำดื่ม	kk89
125	Umbelliferae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	ลวก	ยี่ห่วย	ต้มน้ำดื่ม	kk62
126	Umbelliferae	<i>Apium graveolens</i> L.		celery	ใบต้มน้ำดื่ม	kw4
127	Umbelliferae	<i>Oenanthe javanica</i> DC	ก้านจาว	ผักชีล้อม	ต้มน้ำดื่มแก้ปวดท้อง	kw15
128	Urticaceae	<i>Maoutia pury</i> Wedd.		ปอ	ยอดต้มน้ำดื่ม	kk31
129	Urticaceae	<i>Boehmeria nivea</i>	ทุ้ง	ป่านราม	รากต้มน้ำดื่ม	kw13
130	Verbenaceae	<i>Clerodendrum colebrookianum</i> Walp.	หั่ว	ปิงขาว	ใบต้มน้ำดื่ม	kk25

ตารางที่ 2 (ต่อ) พืชที่ชาวเมืองป่านขุนทดกลางและขุนวางนำมาใช้ประโยชน์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชื่อไทย	การใช้ประโยชน์	ลำดับที่เก็บตัวอย่าง
131	Verbenaceae	<i>Clerodendrum</i>	โทะจี		ดอก, ใบ ต้มหรือลวกรับประทานเป็นผัก	kw42
132	Zingiberaceae	<i>Amomum</i> sp.	โหระ		กินผลสุก	kk69
133	Zingiberaceae	<i>Amomum</i> sp.	เข่า1	กุ๊ก	รับประทานผลสดเป็นผัก	kw27

อภิปรายผล และสรุปผลการวิจัย

การใช้พันธุ์พืชของชาวกะเหรี่ยงบ้านขุนแปะ

ชาวกะเหรี่ยงในความดูแลของสถานีพัฒนาโครงการหลวงบ้านขุนแปะ ที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืช ประกอบด้วย 5 หย่อมบ้าน คือ บ้านปากกล้วย บ้านขุนแปะ บ้านผาขาว บ้านอมตึง และบ้านขยัน พบว่าชาวกะเหรี่ยงเหล่านี้มีการใช้ ทรัพยากรจากพืชอย่างกว้างขวาง จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืช พบพืชมากกว่า 200 ชนิด แต่เนื่องจากข้อจำกัดในการหาชื่อพืช ซึ่งได้แก่ขาดเอกสารของชื่อพืช รวมทั้งไม่พบดอกของพืชเหล่านั้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเก็บยอดอ่อนมาใช้ประโยชน์ ทำให้พืชบางชนิดไม่มีโอกาสให้ดอกได้ อย่างไรก็ตาม จากพืชทั้งหมดที่สามารถหาชื่อวิทยาศาสตร์ได้ มี 172 ชนิด ซึ่งโดยมากเป็นพืชอาหารและสมุนไพร (พืชอาหาร 58 ชนิด พืชสมุนไพร 97 ชนิด)

จากการใช้พืชอาหาร ชาวกะเหรี่ยงใช้พืชอาหารหลายชนิดจากป่า บางอย่างอาจเป็นเครื่องปรุงอาหารไปในตัว เช่น ผลของส้มผดมีรสเปรี้ยว อาจใช้กินสดหรือใช้ดัมปลาให้มีรสเปรี้ยว ผักอีหลั่น ชาวกะเหรี่ยงนิยมนำมาปรุงรสแกงผักทอง หรือแดงอัมให้มีรสชาติดีขึ้น การใช้พืชอาหารบางชนิดใช้ราก บางชนิดใช้ส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือดิน และใต้ดิน และส่วนใหญ่ใช้ส่วนของใบ ดอก และผล

การใช้พืชสมุนไพรของชาวกะเหรี่ยงส่วนมากจะใช้เป็นตำรับ เช่นเดียวกับสมุนไพรไทย ตัวอย่างเช่น ยาแก้ลมผัดเดือน ประกอบด้วยสมุนไพร 9 อย่าง ได้แก่ ชะกรั๊บบอ พอหล่อเด้าะ เต้เนอแม พอสู้เจ้าะ พอปล่าหล่า แผลวอโพ เต้าะปลาฉิ สะลาปลิดา ทะกะและโค้ และแม็กอปละ ทั้งหมดนี้ใช้ในลักษณะของยาหมั

เนื่องจากชาวกะเหรี่ยงเป็นชนเผ่าใช้แรงงาน ดังนั้นยาที่พบมากคือกลุ่ม แก้ปวดหลังปวดเอว เช่น เถาตะมอย (*Pothos scandens* L.) เต้ทะพานเน (*Bridelia glauca* Blume) ฉิชาโบโพ (*Maclura cochinchinensis* Corner) เป็นต้น

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้พันธุ์พืชของชาวม้งบ้านขุนกลางและขุนวาง

การสำรวจการใช้พืชในหมู่บ้านชาวม้งจากทั้งสองหมู่บ้าน นับจำนวนแล้ว พบว่าได้จำนวนพืชน้อยกว่าในหมู่บ้านชาวกะเหรี่ยง ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการใช้สมุนไพรของชาวม้ง ยังคงเป็นความลับต่อสาธารณะชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลนอกเผ่า รายชื่อของสมุนไพรที่ได้แสดงในตารางเป็นเพียงยาธรรมดาเท่านั้นซึ่งส่วนมากเป็นยาบำรุงสำหรับสตรี (มักจะใช้ดื่มกินกับไก่)

พืชที่ชาวม้งใช้อีกส่วนหนึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่นำเข้า และได้รับการส่งเสริมให้ปลูกโดยโครงการหลวงทั้งเป็นพืชผัก ผลไม้ และธัญพืช ดังนั้นการใช้พืชผักอย่างชาวกะเหรี่ยงจึงพบเห็นได้ยากอีกประการหนึ่งหมู่บ้านชาวม้งทั้งสองแห่งมีเส้นทางคมนาคมสะดวก จึงมีการนำพืชผักจากตลาดในเมืองเข้ามาขายในหมู่บ้าน

อย่างไรก็ตามการได้รายชื่อสมุนไพรจากทั้งสองเผ่าจะได้นำไปวิเคราะห์ และนำไปขยายผลในโครงการวิจัยต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Banker, C.A. and Bakhuizen van den Brink, R.C. (1963). *Flora of Java* vol.1. Leyden : Noordhoff.

_____. (1965). *Flora of Java* vol. 2. Leyden : Noordhoff.

_____. (1968). *Flora of Java* vol. 3. Leyden : Noordhoff.

Hooker, J.D. (1879). *Flora of British India* vol.2. Kent : L. Reeve & Co., Ltd.

_____. (1883). *Flora of British India* vol.3. Kent : L. Reeve & Co., Ltd.

_____. (1884). *Flora of British India* vol.4. Kent : L. Reeve & Co., Ltd.

Keng, H. (1969). *Orders and Families of Malayan Seed Plants*. Kuala Lumpur : University of Malaya Press.

Larsen, K. and Smitinand, T. (1991). *Flora of Thailand* vol.5 part 3. Bangkok : Chutima Press.

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อยที่ 2

การพัฒนาพืชสมุนไพรเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อย การพัฒนาพืชสมุนไพรเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป

คณะผู้วิจัย

นายพิทยา สรวมศิริ

หัวหน้าโครงการ

นางสาวรัตติยา นวลห่อ

ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวกรรณิกา ศรีลัษ

ผู้ร่วมวิจัย

นายอนุชา ศรีมา

ผู้ร่วมวิจัย

นายบันเทิง ชาวสวน

ผู้ร่วมวิจัย

กรกฎาคม 2546

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันพืชสมุนไพรที่ปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงมีมากกว่า 20 ชนิด แบ่งตามการนำมาใช้ประโยชน์ได้เป็น 2 ประเภท คือ พืชสมุนไพรเครื่องเทศและพืชสมุนไพรน้ำมันหอมระเหย พืชสมุนไพรเครื่องเทศ ได้แก่ ออริกาโน คาโมมาย ทายม์ เลมอนบาล์ม เจียวกู่หลาน และมินต์ต่างๆ เป็นต้น และพืชสมุนไพรน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ โรสแมรี่ ลาเวนเดอร์ เจอราเนียม patchouli (พิมเสนต้น) และตะไคร้หอม เป็นต้น พืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น โรสแมรี่ ลาเวนเดอร์ คาโมมาย มินต์ต่างๆ ฯลฯ นอกจากจะนำมาบริโภคเป็นพืชเครื่องเทศแล้วยังสามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้อีกด้วย ปัจจุบันพืชสมุนไพรเหล่านี้เกษตรกรให้ความสนใจเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น เพราะเป็นพืชที่ต้องการการดูแลรักษาน้อย มีต้นทุนการผลิตด้านสารเคมีน้อยกว่าพืชกลุ่มอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถเก็บเกี่ยวและให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ในปี 2545 (ต.ค. 44-ก.ย. 45) มีปริมาณผลผลิตสดที่ส่งผ่านตลาดมูลนิธิโครงการหลวงทั้งหมด 27,240.28 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 1,130,095.75 บาท นอกจากนี้ยังมีการผลิตเพื่อส่งเข้าโรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยและอบแห้ง คิดเป็นมูลค่า 112,505.80 บาท และผลผลิตบางส่วนได้ส่งเข้าโรงงานแปรรูปคิดเป็นมูลค่า 377,203.50 บาท คิดเป็นมูลค่ารวมทั้งสิ้น 1,619,805.05 บาท ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาส่วนต่างๆ ที่เหลือของพืชสมุนไพรเหล่านี้จะทำการรื้อแปลงแล้วเผาทำลาย และในบางช่วงที่ปริมาณผลผลิตมีความต้องการของตลาดหรือผลผลิตไม่ได้มาตรฐานผลผลิตสด กล่าวคือ เหี่ยว เหลือง แก่เกินไป เกิดความเสียหายในระหว่างขนส่ง มีโรคและแมลงเข้าทำลายจนผลผลิตเกิดความเสียหาย ยังสามารถส่งโรงงานเพื่อกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้อีกด้วย การผลิตพืชสมุนไพรเพื่อบริโภคสดควบคู่กับการผลิตเพื่อส่งกลั่นน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ การพัฒนากระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในเชิงอุตสาหกรรมให้ได้ปริมาณและคุณภาพดีจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

เนื่องจากในปัจจุบันนี้มนุษย์หันมาสนใจดูแลสุขภาพกายและสุขภาพใจมากยิ่งขึ้น และมีกระแสวิถีชีวิตในการกลับสู่ธรรมชาติมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรทั้งในประเทศและต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย พืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม เพื่อนำน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสนองตอบความต้องการของตลาดที่เพิ่มมากขึ้น การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิฯ จึงมีโอกาสด้านศักยภาพเชิงเศรษฐกิจสูงมากขึ้นตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่าพืชสมุนไพรเหล่านี้มีแนวโน้มจะเป็นพืชอุตสาหกรรมใหม่ต่อไปในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อคัดเลือกพันธุ์พืชสมุนไพรเมืองหนาว สำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกเป็นวัตถุดิบเพื่ออุตสาหกรรมผลิตแห้ง และน้ำมันหอมระเหย
- 2) เพื่อพัฒนากระบวนการอบแห้งและขบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพรเมืองหนาวที่ไม่ซับซ้อนสามารถใช้งานได้ในระดับแปลงเกษตรกร

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีผลิตภัณฑ์อบแห้งคุณภาพดีของพืชสมุนไพรเมืองหนาว 10 ชนิด
- 2) มีผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเชิงการค้าจากพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพ

4. ชนิดพืชและพื้นที่ศึกษา

- 1) พืชศึกษา ได้แก่ Rosemary, Lavender, Geranium, Oregano, Japanese Mint, USA mint, Chamomile, Thyme, Lemon balm, Patchouli (พิมเสนต้น) เจียวกู่หลาน, ไพล และตะไคร้หอม
- 2) พื้นที่ศึกษา
 - ศูนย์พัฒนาพืชผักหนองหอย
 - สถานีวิจัยเกษตรหลวงปางดะ
 - ศูนย์วิจัยพืชเครื่องเทศและพืชสมุนไพร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 2

การทำแห้งพืชสมุนไพรเมืองหนาว (Herbs)

จากการศึกษาในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2543-2544) ได้ทำการพัฒนาวิธีการอบแห้งพืชสมุนไพรเมืองหนาว ทำให้ได้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ Herbs I และ Herbs II ซึ่งมีประสิทธิภาพสามารถรองรับพืชสมุนไพรได้ครั้งละประมาณ 50-70 กิโลกรัม และใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเพียง 1-2 วันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในขณะนั้น และได้พืชสมุนไพรอบแห้งที่มีคุณภาพดี กล่าวคือ มีสีเขียวและมีกลิ่นฉุนเฉพาะ ทั้งนี้เนื่องจากพืชไม่ได้สัมผัสกับแสงแดดโดยตรง นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Herbs II) โดยทำการศึกษาล้างเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหย, Oleoresin และปริมาณองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดอีกด้วย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสาร 1,8 cineole ที่มีในโรสแมรี่ และ Thymol ในทายม์ เปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยตู้อบ (Oven) ที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

จากการศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหย และ Oleoresin^{1/} ในโรสแมรี่และทายม์พบว่า ในการทำแห้งโรสแมรี่ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ Herbs II และตู้อบ (Oven) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 1.77 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณ Oleoresin คิดเป็น 24.17 และ 21.33 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณสาร 1,8 cineole ในโรสแมรี่สดพบว่าไม่มีความแตกต่างจากการทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ Herbs II เท่ากับ 488.167 และ 386.667 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหย, ปริมาณ Oleoresin และปริมาณสาร Thymol ในทายม์พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำมันหอมระเหย, Oleoresin และปริมาณสารสำคัญในโรสแมรี่ และทายม์

กรรมวิธี	โรสแมรี่			ทายม์		
	น้ำมันหอมระเหย	Oleoresin	1,8 cineole	น้ำมันหอมระเหย	Oleoresin	Thymol
สด	2.86 a	58.83 a	488.167 a	2.49 a	61.17 a	374.00 a
Herbs II	1.77 b	24.17 b	386.667 ab	1.78 b	27.00 b	292.33 b
Oven	1.50 b	21.33 b	269.00 b	1.57 b	23.50 b	257.50 b

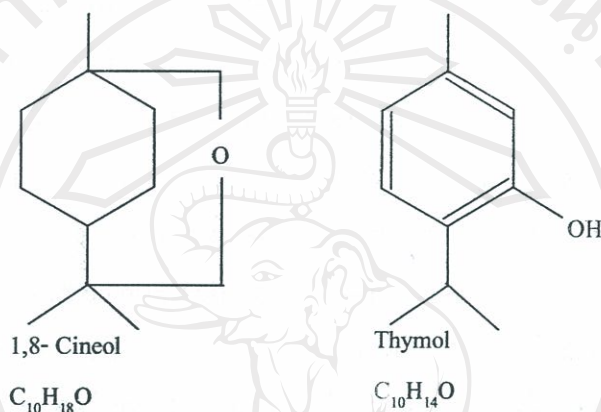
ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีอักษรภาษาอังกฤษเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Oleoresin^{1/} = การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากเนื้อเยื่อพืช โดยใช้สารละลายอินทรีย์

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

Masada (1976) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและแมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) พบ α -pinene, camphene, 1,8-cineole, camphor, terpinene, terpineol, linalool และ bornyl acetate

นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากทามม์ ได้แก่ Thymol, carvacrol, α -pinene, p-cymene, camphene, anisyl alcohol, linalool, borneol, geraniol และ γ -terpinene



เอกสารอ้างอิง

Masada, Y., 1976. "Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass spectrometry", John Wiley & Sons, New York. 334p

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3

การพัฒนากระบวนการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

4.1 การทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย (ขนาดบรรจุประมาณ 100 กิโลกรัม)

หลักการของการกลั่นคือน้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนจะทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอปนมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำ (บังอร, 2545) จากนั้นถูกทำให้เย็นในเครื่องควบแน่น ได้เป็นของเหลวที่มีน้ำและน้ำมันหอมระเหยปนอยู่ โดยปกติน้ำมันหอมระเหยจะลอยอยู่เหนือน้ำ จากนั้นจึงแยกน้ำออกจากน้ำมัน (สุรัตน์วดี, 2546)

มูลนิธิโครงการหลวงได้รับมอบเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากบริษัทอุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 ซึ่งมีรายละเอียดโครงสร้างและองค์ประกอบของเครื่องดังแสดงในภาพที่ 3.1 และภาพของจริงในภาพที่ 3.2 หลังจากนั้นคณะวิจัยได้พยายามพัฒนาแนวทางในการใช้ประโยชน์ ปรากฏผลดังนี้

การเตรียมเครื่องกลั่นก่อนใช้งาน

เตรียมพืช โดยบรรจุพืชลงในตะแกรงที่มีรูโดยรอบ นำตะแกรงที่บรรจุพืชแล้วลงไปในห้องกลั่น โดยพืชจะอยู่เหนือระดับน้ำในห้องกลั่น (บังอร, 2545) เปิดน้ำเข้าถังต้มให้ได้ระดับ โดยเปิดก๊อกด้านนอกเช็ดระดับน้ำ หากน้ำในถังต้มมากเกินไปจะมีน้ำไหลออกมาตรงรูเปิด เปิดทิ้งไว้จนได้ระดับตามต้องการ น้ำในถังต้มที่ไหลออกมาจะหยุดไหลเอง เมื่อเริ่มทำงานเปิดก๊อกน้ำหมายเลข 1 และ 4 และปิดก๊อกน้ำหมายเลข 2, 3 และ 5 (ภาพที่ 3.2) ซึ่งมีน้ำอยู่ในถังต้มประมาณ 150 ลิตร ต้มน้ำให้เดือดไอน้ำจะลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชและพาน้ำมันหอมระเหยออกมาด้วย

ขั้นตอนการกลั่น

ติดเตา เปิดถังน้ำมันเชื้อเพลิงและปรับหัวฉีดน้ำมันให้สัมพันธ์กับอากาศโดยใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงและใช้ปั๊มพัคลมช่วยเพื่อให้น้ำมันกระจายเป็นละอองฝอย ปรับอากาศให้พอดีกับน้ำมันเชื้อเพลิง หลังจากติดเตาแล้วประมาณ 30 – 45 นาที น้ำจะร้อน โดยสังเกตได้จากจะเห็นไอร้อนออกมาแล้วจึงนำพืชที่บรรจุในตะแกรงลงไป (ในระหว่างที่รอน้ำร้อนจะบรรจุพืชลงในตะแกรงให้เต็มโดยขึ้นย่ำให้แน่น) หลังจากเอาพืชลงในถังต้มเรียบร้อยแล้วปิดฝาและล็อกให้แน่น จากนั้นประมาณ 45 - 60 นาทีจึงเปิดปั๊มน้ำ (หรือดูจากความร้อนของหม้อกลั่น หากร้อนถึงฝาจึงเปิดปั๊มน้ำ) น้ำจะไหลล่อเย็นเป็นระบบน้ำวนเข้า - ออกจากถังหล่อเย็น โดยจะต้องเปิดน้ำวนเข้าให้สัมพันธ์กับน้ำวนออกไม่

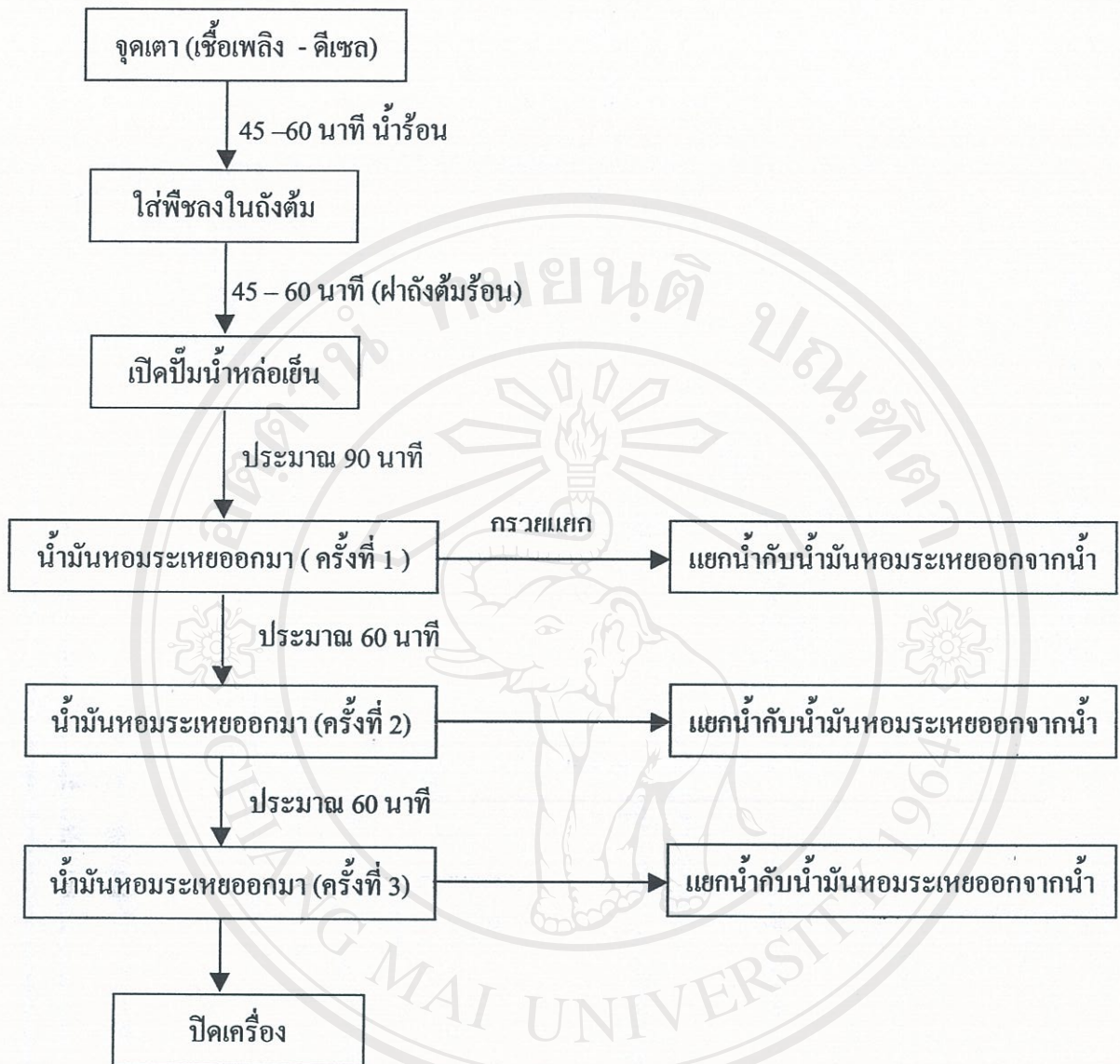
เช่นนั้นน้ำจะไหลล้นออกมาจากถังน้ำหล่อเย็น หลังจากเริ่มกลั่น (ประมาณ 2 ชั่วโมงหลังจากจุดเตา) ให้ลดไฟลงมาเล็กน้อย (ปรับลดหัวฉีดน้ำมัน) เพื่อไม่ให้ น้ำเดือดจนเกินไป เพราะอาจจะทำให้มีการสูญเสีย น้ำมันหอมระเหยระหว่างกระบวนการกลั่นได้ หลังจากนั้นอีกประมาณ 60 - 90 นาที น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่กลั่น ได้แล้วรวมตัวกันสะสมในถังเก็บน้ำมันเมื่อได้เต็มถังเก็บน้ำมันแล้วน้ำมันที่ลอยอยู่ด้านบนจะไหลออกมาจากท่อเปิดน้ำมันซึ่งอยู่ด้านบนและน้ำมันที่ออกมาจะมีน้ำปนออกมาด้วยเล็กน้อย หลังจากนั้นใช้กรวยแยกรองรับน้ำมันที่ไหลออกมา ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาทีเพื่อให้น้ำกับน้ำมันแยกชั้นกันอย่างชัดเจน (น้ำมันจะลอยอยู่ผิวหน้า) แล้วเปิดเอาน้ำที่อยู่ด้านล่างออก แล้วเก็บน้ำมันที่ได้ในขวดเพื่อรอการนำไปใช้ต่อไป หลังจากนั้นน้ำมันครั้งแรกออกมาแล้วประมาณ 60 นาที ถึงเก็บน้ำมันจะเต็มและน้ำมันจะไหลล้นออกมาอีกครั้ง ในการกลั่นแต่ละครั้งจะปล่อยให้ น้ำมันไหลออกมาประมาณ 3 ครั้ง (ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ออกมาครั้งสุดท้าย) เมื่อน้ำมันออกมาครั้งสุดท้ายจึงปิดเครื่อง ในบางครั้งการปิดเครื่อง (หยุดการทำงาน) จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำมันที่ออกมาครั้งสุดท้าย หากยังมีปริมาณมากก็จะทำการกลั่นต่อไป โดยเฉลี่ยแล้วตั้งแต่เปิดเครื่องจนถึงปิดเครื่องจะใช้เวลาประมาณ 4.5 - 6 ชั่วโมงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่มีในพืชนั้นๆ

ในช่วง 30 นาทีแรกหลังจากเริ่มกลั่นพบว่า สามารถกลั่นได้ 8 ลิตร และในช่วง 60 นาทีต่อมาสามารถกลั่นได้ 10 ลิตรใน 35 นาที การกลั่นจะคงที่อยู่ที่ประมาณ 12 ลิตร/40 นาที (ความจุของถังเก็บน้ำมันประมาณ 12 ลิตร) และในการกลั่นพืชแต่ละครั้งจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 8 - 10 ลิตร ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่น (ปรับปรุงเครื่องกลั่นแล้ว)

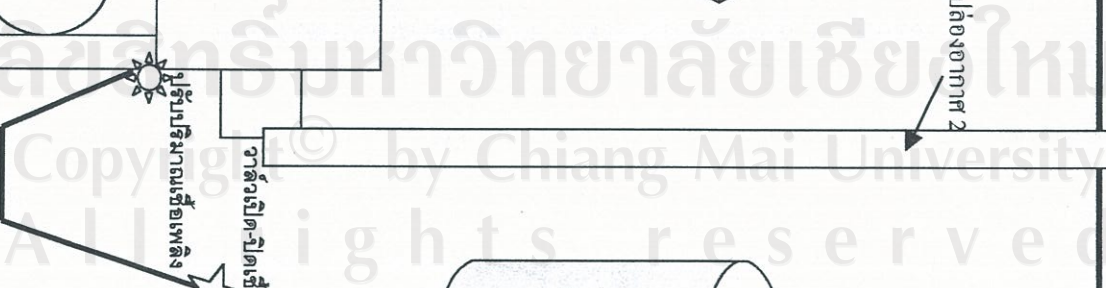
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย



ภาพที่ 3.2 แบบจำลองวงจรกลิ่นน้ำมันหอมระเหยขนาดใหญ่ (ปรับปรุงแล้ว)

จากตารางที่ 3.1 เมื่อนำเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากเครื่องกลั่นเล็กและเครื่องใหญ่มาเปรียบเทียบกัน จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยของพืชตัวอย่างที่กลั่นด้วยเครื่องกลั่นใหญ่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเขยน้อยกว่าพืชที่กลั่นด้วยเครื่องกลั่นเล็ก แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นใหญ่ยังไม่ดีเท่าที่ควรจึงควรมีการปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในพืชให้ออกมามากที่สุด

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยเครื่องใหญ่และเครื่องเล็ก

พืช	แหล่งปลูก	%น้ำมันหอมระเหย		หมายเหตุ
		เครื่องใหญ่	เครื่องเล็ก 5 กก.	
ตะไคร้หอม	ขุนแปะ (4/9/44)	0.059	0.56	
	ห้วยต้ม 1 (12/9/45)	0.062	0.464	
	ห้วยต้ม 2 (6/9/45)	0.097	0.638	
	ห้วยต้ม 3 (14/9/45)	0.062	0.464	
	ในแปลงคณะเกษตร (25/9/44)	0.12	0.16	
โรสแมรี่	หนองหอย 1 (26/6/45)	0.388	0.357	
	หนองหอย 2 (25/9/45)	0.244	1.05	
	หนองหอย 3 (3/10/45)	0.33	0.5	
	หนองหอย 4 (5/10/45)	0.37	0.45	
	หนองหอย 5 (16/10/45)	0.17	0.367	
ยูคาลิปตัส	ขุนแปะ (2/5/45)	0.027	(1.5) ^{1/}	
	ขุนแปะ (7/11/45)	0.75	(3.4)	
	ขุนแปะ (8/11/45)	0.485	(2)	
เจอราเนียม	หนองหอย (1/8/44)	0.023	0.032	
	แม่หลอด (2/8/45)	0.041	0.049	

^{1/} กลั่นด้วยชุดเครื่องแก้วขนาดบรรจุ 1 ลิตร (Cleavage apparatus)

จากตารางที่ 3.1 พบว่าเครื่องกลั่นใหญ่ยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงเครื่องกลั่นให้ดีขึ้น โดยทำการเปลี่ยนกันหม้อกลั่นใหม่ ซึ่งจากเดิมเป็นกันที่นูนขึ้นตรงกลางมาเป็นแบบแอ่งกะทะ ในตารางที่ 3.2 แสดงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมซึ่งจะพบว่า ในช่วงเริ่มแรกใช้เวลาในการกลั่นอยู่ในช่วง 8 – 10 ชั่วโมง แต่เมื่อทำการปรับปรุงเครื่องกลั่นแล้วระยะเวลาที่ใช้กลั่นลดลงเหลือเพียง 5 – 6 ชั่วโมง ทั้งนี้ในการที่ระยะเวลาในการกลั่นลดลงก็

มีผลทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ลดลงตามไปด้วย จาก 16 – 20 ลิตร เป็น 10 – 12 ลิตร และมูลค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้งจาก 240 – 300 บาท เหลือเพียง 150 – 180 บาท (ตารางที่ 3.2) ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 3.3 เครื่องกลั่นใหญ่ขนาด 100 กก.



ภาพที่ 3.4 เครื่องกลั่นเล็กขนาด 5 กก.

ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยของเครื่องกลั่นใหญ่ก่อนและหลังปรับปรุง

พืช	ระยะเวลาในการกลั่น (ชม.)		ปริมาณเชื้อเพลิง (ลิตร)		มูลค่าเชื้อเพลิง (บาท) ^{1/}	
	ก่อนปรับ	หลังปรับ	ก่อนปรับ	หลังปรับ	ก่อนปรับ	หลังปรับ
ตะไคร้หอม	9	5	18	10	270	150
	10	5	20	12	300	180
	8	6	16	10	240	150

^{1/}ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงลิตรละ 15 บาท

นอกจากลักษณะของก้นหม้อกลั่นแล้วอุณหภูมิในถังน้ำหล่อเย็น (Condenser) ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นอีกด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงถังน้ำหล่อเย็น (Condenser) ควบคู่ไปกับการเปลี่ยนก้นหม้อกลั่น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็เป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่งดังแสดงในตารางที่ 3.3 ในการปรับปรุงระบบน้ำหล่อเย็นนี้ทำโดยเปลี่ยนท่อปลายเปิดน้ำที่ไหลออกมาจากถังน้ำเย็นให้เป็นตะอองฝอยโดยใช้หัวฝักบัว ในระยะแรกได้นำพัดลมมาช่วยในการเป่าตะอองน้ำที่ออกมาซึ่งการใช้และไม่ใช้ไม่พบว่ามีผลต่ออุณหภูมิของน้ำมากนัก ดังนั้นจึงได้เลิกใช้พัดลมเพราะเป็นการเพิ่มต้นทุน

เมื่อน้ำที่ไหลออกมาจากฝักบัวเป็นละอองฝอยตกกระทบกับสังกะสีที่รองรับอยู่ด้านล่าง ละอองน้ำที่สัมผัสกับอากาศและสังกะสีนั้นอุณหภูมิจะลดลงเล็กน้อยก่อนที่จะไหลลงมารวมกันในถังรองรับน้ำ เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นต่อไป น้ำที่ออกมาเป็นละอองฝอยจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำที่ออกมาจากท่อโดยตรง

นอกจากนี้ยังพบว่าในการจุดเชื้อเพลิงจะมีเขม่าสีดำออกมาด้วย แสดงให้เห็นว่ามีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น การแก้ปัญหาดังกล่าวต้องใช้ปริมาณอากาศมากกว่าเดิมให้สัมพันธ์กับอากาศเพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ([www.efe.or.th/techno_combustion.](http://www.efe.or.th/techno_combustion))

ตารางที่ 3.3 อุณหภูมิของระบบน้ำหล่อเย็น (condenser) และถังพักน้ำของเครื่องกลั่นใหญ่

ช่วงเวลา (นาท)	อุณหภูมิ condenser (°C)		อุณหภูมิถังพักน้ำ (°C)	
	ก่อนปรับ	หลังปรับ	ก่อนปรับ	หลังปรับ
0-30	25	25	25	25
31-60	28	28	29	29
61-120	30	29	35	29
121-140	39	30	44	29
141-165	42	30	45	30
166-185	48	31	50	33
186-210	52	32	55	33
211-240	54	35	58	33
241-265	55	39	60	39
266-295	55	39	63	39
296-315	60	42	65	39
316-335	65	44	70	41

เอกสารอ้างอิง

บังอร เกียรติชนาคร. 2545. น้ำมันหอมระเหย. การประชุมวิชาการเรื่อง การประยุกต์สารจากธรรมชาติ

ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง 14-15 มีนาคม 2545. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เชียงใหม่. เชียงใหม่. 183 หน้า

สุรัตน์วดี จิระจินดา. 2546. น้ำมันหอมระเหย. เกษตรกรรมชาติ. 10/2546 หน้า 9.

[www.efe.or.th/techno_combustion.](http://www.efe.or.th/techno_combustion)

บทที่ 4

การผลิตวัตถุดิบลาเวนเดอร์ (Lavender) เพื่อกลั่นน้ำมันหอมระเหย

3.1 ผลของ GA₃ และอุณหภูมิต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์

เมล็ดลาเวนเดอร์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักจะมีปัญหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดต่ำ และงอกช้า ไม่สม่ำเสมอ ทำให้ยากแก่การจัดการในการปลูกเชิงการค้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแนวทางจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วย

วัตถุดิบประสงค์

เพื่อศึกษาผลของ GA₃ และอุณหภูมิที่มีต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์

ตรวจสอบเอกสาร

ชื่อสามัญ :

Old English Lavender, French Lavender, Lavender

ชื่อวิทยาศาสตร์ :

Lavendula sp.

ชื่อวงศ์ :

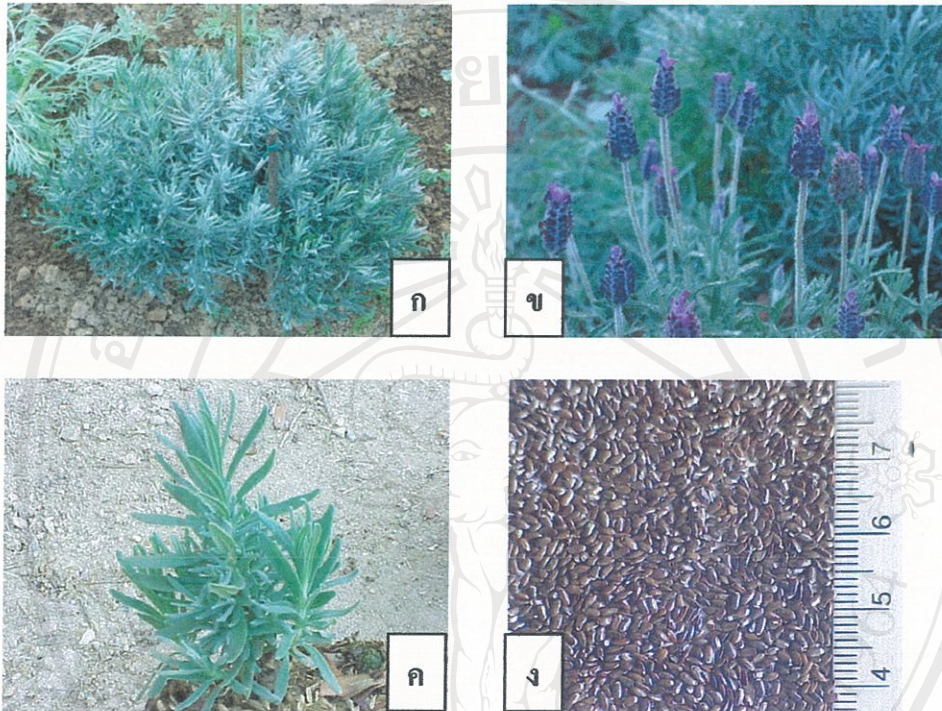
Labiatae

ลาเวนเดอร์เป็นไม้พุ่มพืชรขึ้นต้นขนาดเล็ก ใบพอมยาวสีเขียวเหลืองเทา มีกลิ่นหอมทั้งต้น ใบและดอก (พรรณิภา, 2544) โดยปกติช่อดอกมีสีน้ำเงินเข้มหรือสีม่วงอ่อน (Lesley, 1994) น้ำมันลาเวนเดอร์ที่เป็นการค้าได้มาจากลาเวนเดอร์ 2 สายพันธุ์ คือ *Lavendula viz. L. angustifolia* syn *L. officinalis* ซึ่งโดยปกติเรียกลาเวนเดอร์จริง (True Lavender) และ *L. latifolia* หรือ Spike Lavender. การผสมของ 2 ชนิดนี้เรียกว่า Lavendin หรือ *L. hybrida* ชนิดอื่นๆ ได้แก่ *L. viridis*, *L. stoechas* (Kumar, 1997)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

- | | |
|------|---|
| ต้น | เป็นพุ่มขนาดเล็ก ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็ง มีกลิ่นหอม สูงประมาณ 1.5 – 4 ฟุต แตกกอเป็นพุ่ม (ภาพที่ 1 ก) |
| ใบ | ใบสีเขียวเข้มหรือเขียวเทา มีขนละเอียดที่ใบ ลักษณะใบแคบ เรียวยาว ประมาณ 2 นิ้ว ใบยอดสีเทา (ภาพที่ 1 ค) |
| กิ่ง | แตกกิ่งได้ดีเป็นพุ่ม อาจมีการแตกกอขนาดถึง 3 ฟุต |

- ดอก ออกดอกเป็นช่อแบบ spike ขนาดช่อดอกยาว 12 – 15 นิ้ว ดอกสีม่วงเข้ม ดอกตั้งขึ้นเป็นจั่นๆ ออกดอกช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม (ภาพที่ 1 ข)
- เมล็ด เมล็ดสีน้ำตาล ทรงกลมเล็กๆ ถูกหุ้มด้วยกลีบเลี้ยง (ภาพที่ 1 ง)



ภาพที่ 3.1 ลักษณะทรงพุ่มลาเวนเดอร์ (ก) ดอก (ข) ใบ (ค) เมล็ด (ง)

การขยายพันธุ์ : เมล็ด ปักชำ

ส่วนที่ใช้ประโยชน์ : ดอกและใบ

การใช้ประโยชน์

ลาเวนเดอร์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ได้แก่ การนำน้ำมันของลาเวนเดอร์มาใช้รักษาบาดแผล แผลเปื่อยและรักษาอาการเจ็บระบม ดอกแห้งสามารถนำมาใช้ไล่แมลง ใช้ทำเป็นถุงหอม ใช้เป็นส่วนผสมทำสบู่หอม น้ำยาดับกลิ่น นำมาผสมน้ำอาบและในทางการแพทย์นำมาใช้แก้อาการวิงเวียนศีรษะ (Edinger, 1975) ใช้ผสมกับสมุนไพรชนิดอื่นโดยมีฤทธิ์เป็น antiseptic ใส่ในยาช่วยชะลอโรคอัมพาต รักษาโรคปวดหัว ระบบทางเดินอาหารและอาการนอนไม่หลับ นอกจากนี้ยังมีการทำเป็นชาดื่มเพื่อรักษาโรคหัวใจ (Gardner, 1935)

น้ำมันลาเวนเดอร์คุณภาพดีที่สุด ได้มาจากการกลั่นด้วยไอน้ำของช่อดอกของลาเวนเดอร์พันธุ์ที่เรียกว่า True Lavender ได้มาจากลาเวนเดอร์ของอังกฤษ *Lavendula angustifolia* L. “Vera” และถูกผสมพันธุ์พิเศษที่ผลิตขึ้นมา ซึ่งมีกลิ่นหอมของลาเวนเดอร์ที่เป็นที่รู้จักดีกันอยู่แล้ว น้ำมันลาเวนเดอร์นี้จะมีกลิ่นหอมแรงกว่าดอกลาเวนเดอร์สด แต่ระเหยไปได้อย่างรวดเร็วพร้อมด้วยสรรพคุณนานาประการ เช่น ช่วยกล่อมประสาท บรรเทาอาการเครียด ฆ่าเชื้อโรค (พรรณิกา, 2544)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์

linalool and linalyl acetate, α -pinene, β -pinene, myrcene, camphene, terpinene, ocimene, limonene, cineol, terpineneol-4 and isogeraniol (Masada, 1976)



ก.



ข.



ค.



ง.

ภาพที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีส่วนผสมของลาเวนเดอร์ โลชั่น (ก) แชมพู (ข) สบู่ (ค)
น้ำมันหอมระเหย Aromatherapy (ง)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เมล็ดลาเวนเดอร์ (*Lavendula angustifolia*)
2. GA₃
3. Plate
4. กระดาษกรอง
5. ดินสำหรับปลูก (ดิน : ทราย : ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1 : 1 : 1)
6. ตะกร้าสำหรับเพาะเมล็ด
7. ถูขนาด 5 x 7 นิ้ว
8. ถาดหลุม (104 หลุม)

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA₃ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์

แช่เมล็ดลาเวนเดอร์ (*Lavendula angustifolia*) ในสารละลาย GA₃ ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm เป็นเวลา 1 คืน นำเมล็ดลาเวนเดอร์ที่เตรียมไว้มาเพาะใน plate ซึ่งมีกระดาษกรองรองอยู่และใส่น้ำลงไป plate ละ 5 มิลลิลิตร นำเมล็ดวางเรียง plate ละ 50 เมล็ด แล้วนำกระดาษกรองอีกแผ่นวางทับบนเมล็ด หลังจากนั้นเอาน้ำใส่ลงไปอีก plate ละ 2 มิลลิลิตร เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและดูเย็น (4 องศาเซลเซียส) เติมน้ำทุกๆ 2 วัน ครั้งละ 2 มิลลิลิตร บันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์ความงอก ลักษณะเมล็ดที่งอกและลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้น ทำการศึกษาเพิ่มเติมอีกครั้งโดยลดความเข้มข้นของ GA₃ เป็น 0, 25, 50 และ 100 ppm

การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นกล้าลาเวนเดอร์ก่อนนำไปปลูกในแปลง

จากการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA₃ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์ในการทดลองที่ 1 แล้วจึงนำมาขยายผลต่อโดยการนำมาใช้เป็นเทคนิคในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์ในเชิงการค้าต่อไป โดยทำการแช่เมล็ดลาเวนเดอร์ในสารละลาย GA₃ ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 1 คืนก่อนนำมาเพาะในตะกร้าเพาะเมล็ด ซึ่งมีส่วนผสมของ ดิน : ทราย : ขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 เมื่อเมล็ดลาเวนเดอร์งอกและมีใบจริง 2-3 ใบจึงย้ายลงถาดหลุม (104 หลุม) หลังจากนั้นอีกประมาณ 1 เดือนนำต้นกล้าย้ายลงถาดขนาด 5 x 7 นิ้ว เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงก่อนนำไปปลูกในแปลงต่อไป

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ GA_3 ที่มีต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์

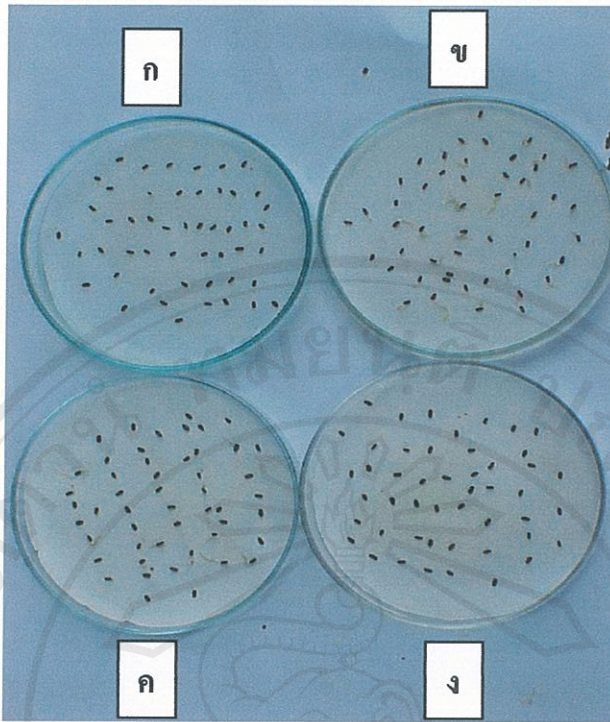
จากการศึกษาผลของ GA_3 ในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์โดยนำเมล็ดลาเวนเดอร์มาแช่ในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm ก่อนปล่อยให้งอกในสภาพอุณหภูมิต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและแช่ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm สามารถทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์งอกได้มากที่สุดคือ 65.3 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (เก็บในตู้เย็น) การแช่ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ก็มีผลทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์งอกมากที่สุด คิดเป็น 76.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.1) จากการทดลองนี้ยังไม่อาจสรุปได้ว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์คือ 100 ppm

ตารางที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดลาเวนเดอร์ที่เพาะในอุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์ความงอก	
	อุณหภูมิห้อง	4 องศา
GA_3 0 ppm	6 c	0 c
GA_3 100 ppm	65.3 a	76.7 c
GA_3 150 ppm	50 ab	48 b
GA_3 200 ppm	38 b	32.7b

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เนื่องจากการเพิ่มอย่างต่อเนื่องของเปอร์เซ็นต์ความงอก เมื่อลดความเข้มข้นของ GA_3 ลง แสดงว่าความเข้มข้นของ GA_3 ต่ำกว่า 100 ppm อาจเหมาะสมยิ่งขึ้นอีกก็ได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาต่อ โดยลดความเข้มข้นของ GA_3 ลงมาเหลือ 0, 25, 50 และ 100 ppm ผลการทดลองพบว่า การเก็บเมล็ดลาเวนเดอร์ไว้ในอุณหภูมิห้องร่วมกับการใช้ GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm สามารถทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์งอกได้มากที่สุดคิดเป็น 69.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำเมล็ดลาเวนเดอร์ที่เพาะไว้ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเหลือเพียง 28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.2) แสดงว่า ความเข้มข้นของ GA_3 ที่เหมาะสมคือ 100 ppm และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเมล็ด คือ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) โดยที่ความชื้นในอากาศและในวัสดุเพาะต้องสูงสม่ำเสมอ และไม่ต้องการแสงในการงอก



ภาพที่ 3.3 ลักษณะการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์ที่แช่ GA_3 ความเข้มข้น 0 (ก) 100 (ข) 150 (ค) และ 200 ppm (ง) ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง

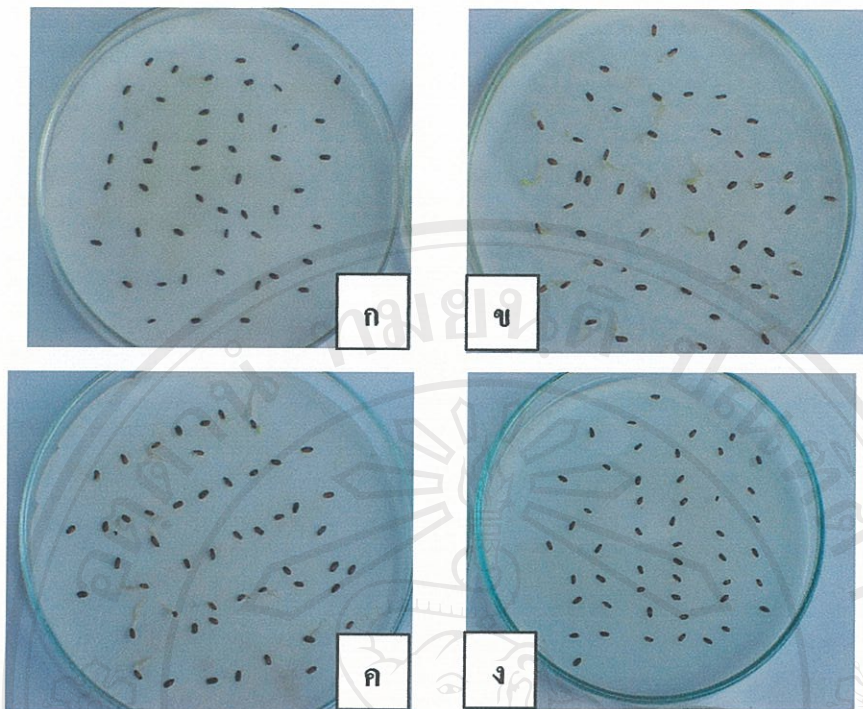
ตารางที่ 3.2 เปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดลาเวนเดอร์ที่เพาะในอุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์ความงอก	
	อุณหภูมิห้อง	4 องศาเซลเซียส
GA_3 0 ppm	8 c	0 c
GA_3 25 ppm	30 b	10b
GA_3 50 ppm	38 b	12 b
GA_3 100 ppm	69.33 a	28 a

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สรุป

การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์สามารถทำได้โดยนำเมล็ดแช่ใน GA_3 100 ppm ก่อนนำไปเพาะในสภาพชื้นและอุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 3.4 ลักษณะการงอกของเมล็ดลาเวนเดอร์ที่แช่ GA_3 ความเข้มข้น 0 (ก) 100 (ข) 150 (ค) และ 200 ppm (ง) ที่เก็บไว้ในตู้หมุ่หมัก

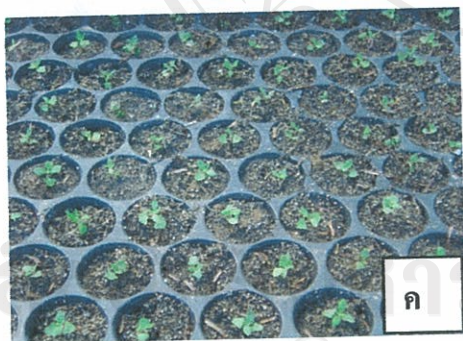
การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นกล้าลาเวนเดอร์ก่อนนำไปปลูกในแปลง

จากการทดลองที่ 2 พบว่า การใช้ GA_3 สามารถทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์งอกเป็นจำนวนมาก (เนื่องจากเมล็ดลาเวนเดอร์มีขนาดเล็กมากจึงไม่สามารถนับก่อนที่จะหว่านลงในตะกร้าก่อนเพาะได้) แต่จากการสังเกตเปรียบเทียบกับตะกร้าที่ไม่ได้แช่ GA_3 พบว่าการใช้ GA_3 ทำให้เมล็ดลาเวนเดอร์งอกเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาย้ายกล้าลงในถุงดำพบว่าต้นกล้าลาเวนเดอร์มีการเจริญเติบโตได้ดีมาก กล่าวคือ ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นจาก 2.17 เป็น 3.04 5.71 7.78 และ 8.91 เซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 15, 30, 45 และ 60 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) เปอร์เซ็นต์การรอดตายหลังจากย้ายปลูกลงถุงดำเกินกว่า 30 วัน เนื่องจากปัญหาโรคโคนเน่าของต้นกล้า ซึ่งปัญหาน่าจะมาจากวัสดุเพาะที่มีการระบายน้ำไม่ดี ซึ่งควรปรับปรุงต่อไป ปกติการย้ายกล้าลงถุงดำก่อนปลูกจริงในแปลงไม่น่าจะใช้เวลานานเกิน 60 วัน

ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้าลาเวนเดอร์ก่อนนำไปปลูกในแปลง

จำนวนวันหลังย้ายลงถุงดำ	เปอร์เซ็นต์การรอดตาย	ความสูง
0	100 a	2.17 c
15	100a	3.04 c
30	91.10 a	5.71 b
45	75.25 b	7.78 a
60	20.50 c	8.91 a

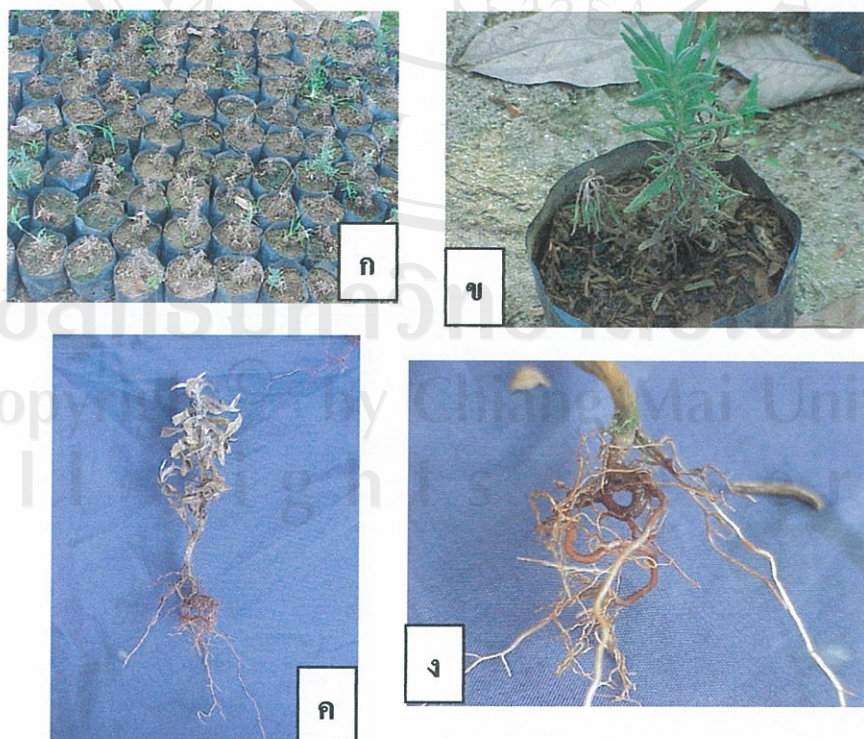
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 3.5 เมล็ดลาเวนเดอร์หลังหว่าน 1 เดือน (ก) กล้าลาเวนเดอร์ก่อนย้ายลงถาดหลุม (ข) ต้นกล้าลาเวนเดอร์เมื่อย้ายลงถาดหลุม (ค) ต้นกล้าลาเวนเดอร์อายุ 1 เดือน (ง)



ภาพที่ 3.6 ลักษณะต้นกล้าลาเวนเดอร์อายุ 1 เดือนหลังจากย้ายลงภาคหลุม (ก) ต้นกล้าลาเวนเดอร์
หลังย้ายลงถุงดำ (ข และ ค) ต้นกล้าลาเวนเดอร์อายุ 30 วันหลังจากย้ายลงถุงดำ (ง)



ภาพที่ 3.7 ลักษณะต้นกล้าลาเวนเดอร์ที่ตายหลังจากย้ายลงถุง 60 วัน (ก) ต้นกล้าที่เริ่ม
แสดงอาการ (ข) ลักษณะรากของลาเวนเดอร์ที่ถูกทำลาย (ค และ ง)

เอกสารอ้างอิง

พรรณิกา ชุมศรี. 2544. สวนนานาพฤกษสมุนไพร. โครงการวิจัยปลูกและรวบรวมพันธุ์พืชสมุนไพร
เกสซ์-มหิดล. 240 หน้า

Edinger, P. 1975. How to grow herbs. Lane magazine & book company, california. 66p.

Gardener, Jo Ann. 1935. Herbs in bloom : a guide to growing herbs as ornamental plants.
Timper Press, Inc., U.S.A. 394 p.

Kumar, N. 1997. Introduction to Spiced, Plantation Crops, Medicinal and Aromatic plants. 22.14-
22.18 p.

Lesley Bremness. 1994. Herbs. Dorling kindersley Limited, London 112 – 113 p.

Masada, Y., 1976. “Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass spectrometry”,
John Wiley & Sons, New York 334 p.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 5

การผลิตน้ำมันหอมระเหยจากเจอราเนียม

ปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากพืชพรรณธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการตระหนักถึงพิษภัย และมลภาวะอันอาจเกิดขึ้นหรือได้รับจากสิ่งที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น เจอราเนียมเป็นพืชสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปของผลิตภัณฑ์ ธรรมชาติ ทำให้ความต้องการต้นเจอราเนียมสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องขยายพันธุ์เจอราเนียมให้ได้ในปริมาณ มากๆ โดยมากแล้วเจอราเนียมต้นสดๆ สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ เช่น น้ำมัน หอมระเหย ใช้สำหรับการแต่งกลิ่นยา เครื่องสำอาง ขนม ของว่างต่างๆ เป็นต้น

การตรวจเอกสาร

เจอราเนียม (<i>Pelargonium graveolens</i> (L.) Hervitt.)	
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Pelargonium graveolens</i>
ชื่อสามัญ	Rose Geranium, Chinese Geranium
ชื่อวงศ์	Geraniaceae
ถิ่นกำเนิด	ประเทศทางแถบแอฟริกาใต้

Rose Geranium เป็นพันธุ์ที่ให้กลิ่นหอม ซึ่งใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำมันหอมระเหย เจอราเนียม (Simon, et al., 1984) เจอราเนียมมีถิ่นกำเนิดที่ทวีปแอฟริกาใต้ พบว่าในปี 1609 มีการนำเจอราเนียมชนิด นี้เข้าสู่ประเทศอังกฤษ ต่อมา 25 ปี นักพฤกษศาสตร์ชื่อ John Tradescant ได้ทำการปลูกเลี้ยงเจอราเนียม ในอังกฤษ จนกระทั่งในปี 1700 ความนิยมในผลิตภัณฑ์น้ำหอมเพิ่มมากขึ้น เจอราเนียมก็เป็นพืชอีกชนิด หนึ่งที่น่าสนใจเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหอม จึงส่งผลให้การเพาะปลูกเจอราเนียมเพื่อการค้าเพิ่มมา กขึ้นตามไปด้วย ซึ่งโดยมากแล้วการปลูกเจอราเนียมนิยมทำในโรงเรือนกระจก ต่อมาในปี 1914 ประสบ ปัญหาเรื่องน้ำมันอันเนื่องมาจากภาวะสงคราม จึงทำให้การเพาะปลูกเจอราเนียมในโรงเรือนกระจกนั้น ลดลง ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการส่งเสริมการเพาะปลูกโดยมูลนิธิโครงการหลวง เพื่อการใช้ ประโยชน์ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

Rose Geranium นี้จัดอยู่ในประเภท Scented – leaved geranium ซึ่งเป็นประเภทที่ใบมีกลิ่นหอม ปลูกไว้โดยไม่ต้องดอก เพราะดอกจะมีขนาดเล็ก แต่ใบจะมีกลิ่นหอมคล้ายพืชชนิดอื่น เช่น สับปะรด มะพร้าว กุหลาบ มะนาว แอปเปิ้ล สระแหน่ พริกไทย ส้ม เป็นต้น เป็นพืชที่สามารถปลูกใน

แปลง และปลูกในกระถางได้ เนื่องจากเจอราเนียมในกลุ่มนี้ สามารถให้กลิ่นหอมได้หลากหลายกลิ่น จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการปรุงอาหาร ใช้เป็นส่วนผสมกับน้ำเพื่อใช้ล้างมือในร้านอาหาร เป็นส่วนผสมของบุหงา และใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย (วรกร, 2543)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

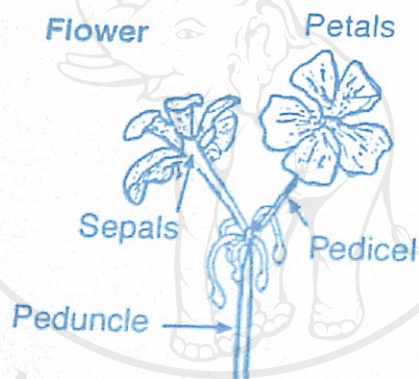
- ราก** เป็นระบบรากฝอย (Fibrous root system)(Masterler, 1971)
- ลำต้น** เป็นพืชล้มลุกไม่มีเนื้อไม้ จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สามารถแตกกิ่งก้านสาขาได้ดี โดยมากแล้วมักปกคลุมด้วยขนอ่อนๆ สีขาวทั่วทั้งลำต้น มีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 1 ฟุต ทรงพุ่มโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ถึง 3 ฟุต ดังภาพที่ 1
- ใบ** แผ่นใบมีสีเขียว มีขนอ่อนปกคลุม มีการเรียงตัวแบบสลับ (Alternate) เป็นใบเดี่ยวแบบ Palmate ขอบใบหยักเว้าลึก มีก้านใบยาว (Petiole) และพบหูใบ (Stipule) อีกด้วย ที่ใบเป็นแหล่งสะสมน้ำมันหอมระเหยจึงทำให้ใบของเจอราเนียมมีกลิ่นหอม (ภาพที่ 2)
- ดอก** เป็นดอกสมบูรณ์เพศ สีของดอกมีสีบานเย็นจนถึงสีม่วง ช่อดอกเป็นแบบ Umbel – liked ช่อดอกประกอบด้วย 5 ถึง 10 ดอกย่อย (Masterler, 1971) แต่ละดอกย่อยนั้นประกอบด้วย 5 กลีบดอก ซึ่ง 2 กลีบบนนั้นมักจะใหญ่กว่า 3 กลีบล่าง กลีบดอกมีลักษณะคล้ายอุ้งเท้าสัตว์(The Royal Horticultural Society, 1992) เกสรตัวผู้มี 7 ถึง 10 อัน และไม่เป็นหมัน มีลักษณะการผสมพันธุ์แบบผสมตัวเอง ผลเป็นแบบ Capsule มี 1 เมล็ด (Clifford, 1970)



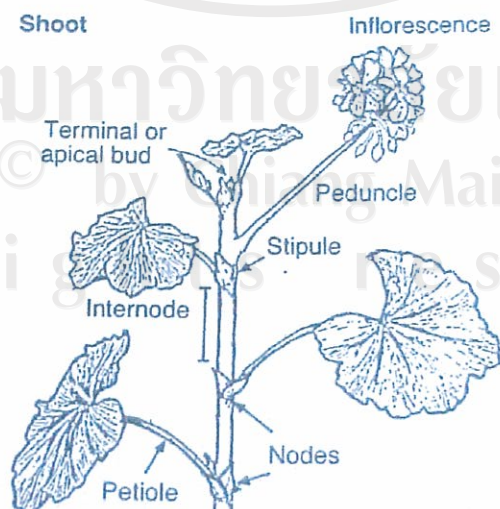
ภาพที่ 5.1 ลักษณะทรงพุ่มต้นเจอราเนียม



ภาพที่ 5.2 ลักษณะใบและช่อดอกของเจอราเนียม



ภาพที่ 5.3 ลักษณะช่อดอกเจอราเนียม (Weiss, 1997)



ภาพที่ 5.4 ลักษณะปลายยอดและลำต้นของเจอราเนียม (Weiss, 1997)

การแบ่งเจอร์ราเนียมออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้

Zonal geranium

มีชื่อเรียกตามลักษณะแถบสีที่เกิดขึ้นที่ใบ ปกติต้นจะสูงประมาณ 2 ฟุต ใบมีขนาด 3 – 5 นิ้ว ดอกมีสีแดง ชมพู และขาว เหมาะที่จะปลูกเป็นไม้ประดับแปลง หรือปลูกในภาชนะใหญ่ๆ ต้องการแสงมาก และอากาศอบอุ่น เพื่อการออกดอก

Ivy-leaved geranium

เป็นเจอร์ราเนียมประเภทเลื้อยใช้ปกคลุมดิน หรือปลูกในกระถางแขวน ก้านใบสามารถยืดยาวออกได้จนพันขอบกระถาง บางครั้งอาจยาวได้ถึง 3 – 4 ฟุต มีดอกสีขาว แดง แดงเข้ม และชมพู เจริญได้ดีในพื้นที่ที่มีแสงมาก หรือมีร่มเงาบ้างบางส่วน ต้องการสภาพดินดี มีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดี ต้องการอากาศเย็น 23 – 26 องศาเซลเซียส ในฤดูฝนมักมีการระบาดของโรค Oedema อย่างรุนแรง ทำให้ใบร่วง

Scented-leave geranium

เป็นเจอร์ราเนียมชนิดใบมีกลิ่นหอม ปลูกไว้ไม่ต้องการดอก สามารถใช้ประโยชน์จากใบในแง่ของการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติต่างๆ เช่น น้ำมันหอมระเหย กลิ่นสังเคราะห์เพื่อการปรับปรุงกลิ่นอาหารและของว่าง และเจอร์ราเนียมในการทดลองนี้ก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย

The show geranium

ดอกมีขนาด 2 – 4 นิ้ว มีสีสรรสวยงาม ใบมีขนาด 3 – 4 นิ้ว ต้นสูง 1.2 ฟุต สามารถเจริญเติบโตได้ดีในการปลูกแบบกระถาง และในแปลงถ้ามีการป้องกันแสงแดดในช่วงบ่าย ต้องการดินที่มีการระบายน้ำดี และมีการผสมปุ๋ยหมักในอัตรา ¼ ของวัสดุปลูก ต้องการอากาศค่อนข้างเย็นในตอนกลางวัน และต้องการน้ำมากในช่วงการเจริญเติบโต เพื่อการสร้างดอก (วรกร, 2543)

All rights reserved

โรคของเจอราเนียม

Botrytis Blight

เกิดจากเชื้อ *Botrytis cinerea* มักระบาดมากในสภาพอากาศที่เย็นและชื้น มักเกิดเส้นใยปกคลุมสีเทาบนน้ำตา การป้องกันกำจัดทำได้โดย เก็บชิ้นส่วนพืชที่เป็นโรคไปทิ้งทำลาย เพิ่มแสงบริเวณที่เกิดการระบาดของโรค พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา

Bacterial Leaf Spot

เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *Pelargonii* ทำให้เกิดอาการใบจุด ใบร่วง และเกิดการเน่าที่กิ่งเป็นสีดำ มักระบาดในที่ที่มีอากาศอบอุ่น และชื้น มีการปลูกเจอราเนียมอย่างหนาแน่นเกินไป หรือมีการปลูกเจอราเนียมร่วมกับต้นที่เป็นโรค การป้องกันกำจัดทำได้โดยการเก็บชิ้นส่วนพืชที่เป็นโรคออก แล้วทำลาย เลี่ยงการรดน้ำเมื่อเกิดการระบาดของโรคเนื่องจากเชื้อชนิดนี้สามารถติดต่อไปยังต้นอื่นโดยทางน้ำได้ พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ

Black Leg และ Black Stem Rot

เกิดจากเชื้อตามลำดับ มักระบาดในการขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำ เริ่มจากรากหรือส่วนฐานของกิ่งปักชำจะเริ่มเน่าขึ้นมายังส่วนยอดของกิ่งปักชำ ทำให้กิ่งปักชำมีสีดำ ใบร่วงหมด การป้องกันกำจัดสามารถทำได้โดยใช้ดินแม่พันธุ์ที่แข็งแรง ไม่มีโรค มีการฆ่าเชื้อวัสดุปลูก ทำความสะอาดอุปกรณ์ปักชำก่อนปักชำ ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา

ไวรัส (Virus)

สามารถถ่ายทอดมาจากการตัดกิ่งที่เป็นโรคไวรัสมาชำ กิ่งชำที่ได้จะเป็นโรคไวรัส อาการที่พบได้แก่ ใบค่าง ใบจุดกระ เกิดวงแหวน ใบม้วนงอ เกิดรอยย่น วิธีป้องกันกำจัดทำได้โดย การทำความสะอาดอุปกรณ์ปักชำ เผาทำลายต้นที่เป็นโรค

ราสนิม (Rust)

เกิดจากเชื้อ *Puccinia pelargonii* ทำให้เกิดฝุ่นสีสนิมปกคลุมใบ ก้านใบ และกิ่งก้าน ทำให้ใบกลายเป็นสีเหลือง แล้วร่วง การป้องกันกำจัด ทำได้โดยพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

(www.ces.ncsu.edu)

การขยายพันธุ์เจอร์ราเนียม

การขยายพันธุ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Propagation) คือ การเพาะเมล็ด และแบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Propagation) ซึ่งสามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธี ได้แก่ การปักชำ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วิธีการนี้มีข้อดีอยู่หลายประการ คือสามารถทำให้คงลักษณะของพันธุ์เดิมไว้ได้

การเพาะเมล็ด

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 34.8 องศาเซลเซียส ถึง 39.8 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเพาะเมล็ดอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 สัปดาห์ นับตั้งแต่เพาะเมล็ดถึงเมล็ดเริ่มงอก การเพาะเมล็ดให้กระทำภายใน 10 สัปดาห์ก่อนที่จะมีอุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง การย้ายกล้าจะทำเมื่อใบจริงปรากฏ โดยย้ายลงในกระถางขนาด 2 นิ้ว และย้ายเปลี่ยนเป็น 4 นิ้ว เมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น (กนิษฐา, 2543)

การเพาะเมล็ดยังพบข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ เมล็ดมีราคาแพง ความหลากหลายแปรปรวนของพันธุ์

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ปัจจุบันเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวาง ทั้งทางด้านการปรับปรุงพันธุ์และการขยายพันธุ์เนื่องจากสามารถขยายพันธุ์พืชได้ในระยะเวลาสั้น ในปริมาณมากอีกทั้งต้นที่ได้ยังปลอดโรคด้วย

Hildebrandt (1971) ทำการทดลองกับเจอร์ราเนียมโดยใช้อับละอองเรณูตัวผู้ในระยะ third-floral-bud เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS คัดแปลงที่ผสม kinetin 2.5 ppm และ NAA 0.5 ppm พบว่าภายใน 1 เดือนเกิด Embryoids จำนวนมากแล้วจึงเลี้ยงในอาหารสูตร White's agar medium ภายใน 2 เดือนมีการพัฒนาเป็นยอด

การเด็ดยอด (Pinching) (อัถถ, 2544)

การเด็ดยอด คือ การเด็ดส่วนปลายของยอดที่เจริญทั้ง การเด็ดยอดจะทำให้ต้นไม่มีลักษณะเป็นทรงพุ่ม การแตกกิ่งคู่สวยงาม จำนวนดอกเพิ่มขึ้นด้วย คุณภาพดอกที่ได้มีความใกล้เคียงกัน (สมเพียร, 2528) เนื่องจากทำให้ apical dominance ถูกทำลายจึงทำให้ฮอร์โมนในพืช คือ ออกซิน (Auxin) ลดลง มีผลทำให้ตาข้างมีปริมาณออกซินที่เหมาะสม จึงมีการเจริญเติบโตได้ (Denisen, 1970) นอกจากนี้

ออกซินยังมีอิทธิพลในการควบคุมการเจริญเติบโตของตาข้าง แต่ก็บางกิ่งไม่ค่อยมีตาข้างเกิดขึ้นก็ เพราะตาขอดสร้างออกซินขึ้นมาเรื่อย ๆ ทำให้ออกซินมีปริมาณสูงกว่าที่ตาข้างเติบโตได้ แต่เมื่อตัดยอด ต้นไม้ซึ่งมีตาขอดทิ้งไปจะทำให้ความเข้มข้นของออกซินลดลง ครั้นลดลงเหลือในปริมาณที่เหมาะสมก็จะ ทำให้ตาข้างเติบโตได้ดี ดังนั้น การตัดยอดไม้ทั้งจึงเป็นการทำให้ พืชนั้น ๆ เติบโตเป็นพุ่มสวยงาม (เชาว์, 2539)

การเด็ดยอดมี 3 วิธีคือ (สมเพียร, 2528)

1. Tip pinch หรือ rollout เป็นการเด็ดปลายยอดออกตั้งแต่ใบยังไม่คลี่
2. Soft pinch เด็ดยอดที่เพิ่งแตกยาว ½ - 1 นิ้ว นิยมทำเพราะสะดวกและง่าย
3. Hard pinch เด็ดยอดยาวมากกว่า 2 นิ้ว ทำให้ออกซินแตกช้า นิยมทำเมื่อมีความต้องการนำไปปักชำเพื่อขยายพันธุ์

การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวจะขึ้นอยู่กับเวลาและฤดูกาล เวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวมากที่สุด คือ ในตอนเช้าที่มีแสงแดดและหลังจากน้ำค้างหายไปแล้ว เพราะในตอนเช้าพืชจะมีการสะสมน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด ถ้าจะเก็บเกี่ยวใบ ระยะที่เหมาะสมที่สุด ควรจะเป็นระยะก่อนการออกดอก (www.superherbs.net) การเก็บเกี่ยวควรจะทำกรเก็บด้วยมือ และควรเก็บเกี่ยวในตอนเช้าที่มีอากาศแห้ง (Simon, *et al.*, 1984)

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Kumar, *et al.*, 1997)

จะเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อใบล่างของต้นเริ่มเหลือง เมื่อใบมีการคลี่บานเต็มที่ เมื่อกลิ่นของใบเริ่มเปลี่ยนไป ก่อนที่ดอกจะเริ่มบาน

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

การนำต้นเจอรานิยมที่ตัดมาแล้วมาวางกองสุ่มไว้ ประมาณ 12 - 24 ชั่วโมง และจะต้องเป็นที่ที่ระบายอากาศได้ดี จะทำให้ต้นเจอรานิยมมีการแยกไกลโคไซด์ ให้มีผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มมากขึ้น ขบวนการกลั่นควรใช้เวลาประมาณ 4 - 6 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องกลั่น (Kumar *et al.*, 1997)

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองสถานีวิจัยพืชผักหนองหอย มุณิธิโครงการหลวง อ.แม่วิม จ.เชียงใหม่ และ
ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของการตัดยอดที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นเงาะราเนียม

การเตรียมต้นเงาะราเนียมทำการพรุนดิน กำจัดวัชพืช แล้วขึ้นแปลงปลูกโดยให้มีความกว้าง 0.80 เมตร ยาว 9.20 เมตร นำสายระบบน้ำหยดวางไว้บนแปลง แล้วคลุมด้วยพลาสติกคลุมแปลงที่สามารถสะท้อนแสงได้ เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น และป้องกันวัชพืช ทำระยะปลูก โดยเจาะรูตรงพลาสติกคลุมแปลง ให้มีระยะห่างกัน 40 x 40 เซนติเมตร ระยะห่างจากหัวแปลง ทำแปลง ถึงต้นแรก 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกรองก้นหลุม ก่อนปลูกควรมีการรดน้ำพอหมาด ๆ ไม่ควรให้แฉะจนเกินไป นำต้นเงาะราเนียมที่ได้จากการปักชำ มาปลูกในหลุมที่เตรียมไว้ หลังจากปลูกแล้วประมาณ 3 สัปดาห์ หรือสังเกตว่าต้นเริ่มปรับตัวได้แล้ว ให้ใส่ปุ๋ย 46-0-0 เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตทางด้านกิ่ง ใบของต้นเงาะราเนียม โดยใส่ 2 ครั้งต่อเดือน ซึ่งจะใส่พร้อมกับน้ำในระบบน้ำหยดหลังจากปลูก 1 เดือน ทำการตัดยอดต้นเงาะราเนียม โดยการลั่นเป็นจำนวน 10 ต้นเมื่อต้นมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่ง ใบเต็มที่แล้ว ประมาณ 2 เดือนหลังปลูก ควรให้ปุ๋ย 15-15-15 เพื่อให้ต้นพืชเข้าสู่ระยะการออกดอก การเก็บเกี่ยวของต้นเงาะราเนียมจะทำการเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมีการออกดอกได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาผลผลิตพืชสดก่อนการกลั่นต่อปริมาณน้ำหอมระเหยเงาะราเนียม

นำเงาะราเนียมทั้งหมดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำมาผสมกัน แล้วลุ่มเอามา 150 กรัม ใส่ในขวดกลั่น เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ทำการกลั่น 4 ชั่วโมง โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่ไอน้ำเริ่มกลั่นตัว ระหว่างการกลั่น ควรควบคุมระดับความร้อนให้พอเหมาะ เพื่อไม่ให้ น้ำเดือดพุ่งออกจากขวดกลั่น

กรรมวิธีที่ 1 กลั่นทันทีหลังเก็บเกี่ยว

กรรมวิธีที่ 2 กลั่นภายหลังเก็บเกี่ยวนาน 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 กลั่นภายหลังเก็บเกี่ยวนาน 24 ชั่วโมง

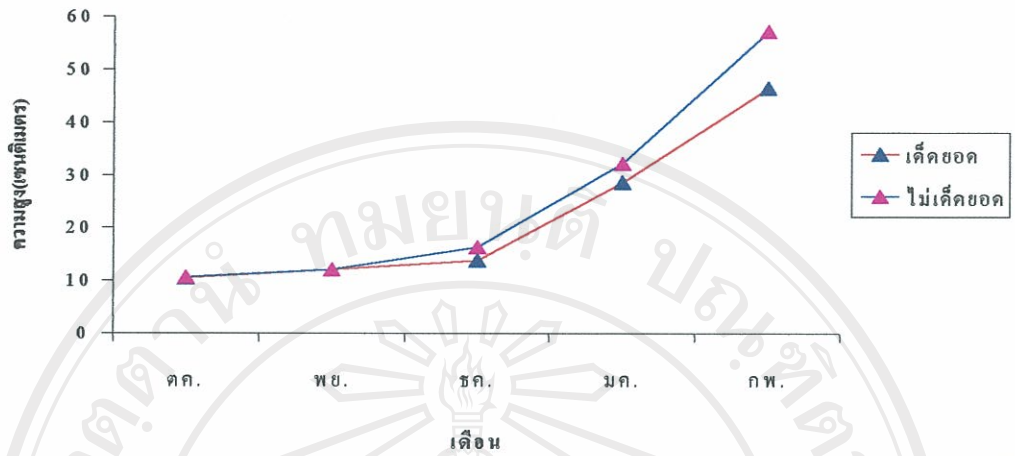
ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของการตัดยอดที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นเจอรานิยม

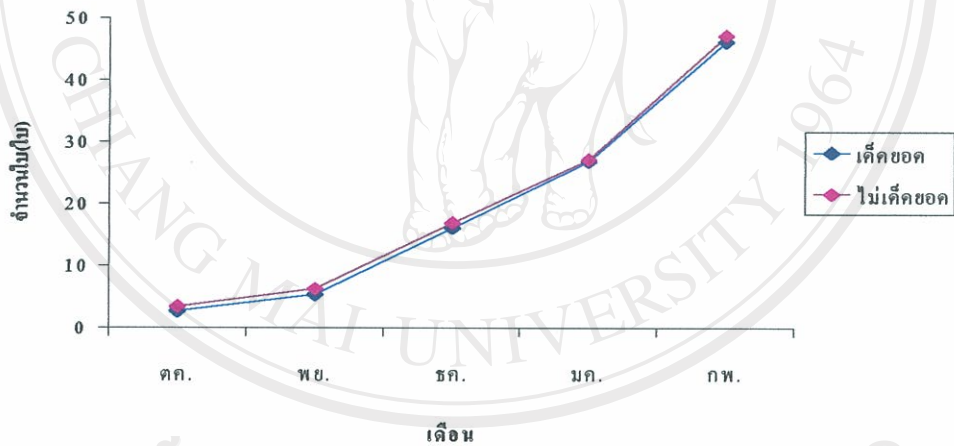
1. การเจริญเติบโตของต้นเจอรานิยม

การเจริญเติบโตของต้นเจอรานิยมที่ศึกษาคือ ความสูง จำนวนใบและจำนวนยอด ซึ่งจะทำการวัดทุกเดือน ๆ ละ 2 ครั้ง ความสูงของต้นกล้าเมื่อเริ่มปลูกซึ่งทำการวัดจากพื้นดินจนถึงส่วนที่รวบแล้วสูงที่สุดเท่ากับ 10 เซนติเมตร และจะสูงชันมากในระยะ 2 เดือนแรก เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 ความสูงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนในเดือนที่ 4 ก่อนทำการเกี่ยว วัดความสูงของต้นที่ทำการตัดยอดและไม่เด็ดยอดเท่ากับ 46.375 และ 57.103 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นอีก ในเดือนที่ 4 นี้จะเห็นได้ชัดเจนว่า ต้นที่ไม่เด็ดยอดจะมีความสูงมากกว่าต้นที่ทำการเด็ดยอด กล่าวคือ การเด็ดยอด มีผลต่อความสูงของต้นเจอรานิยม (ภาพที่ 5.5) จำนวนใบของต้นกล้าเมื่อเริ่มปลูกซึ่งนับจากใบที่คลี่เต็มที่แล้ว เท่ากับ 2 ใบ และจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอหรือค่อนข้างคงที่ และจำนวนใบของต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดจะมีจำนวนใบใกล้เคียงกัน เท่ากับ 46.167 และ 47.190 ใบ ตามลำดับ กล่าวคือ การเด็ดยอด ไม่มีผลต่อจำนวนใบของต้นเจอรานิยม (ภาพที่ 5.6)

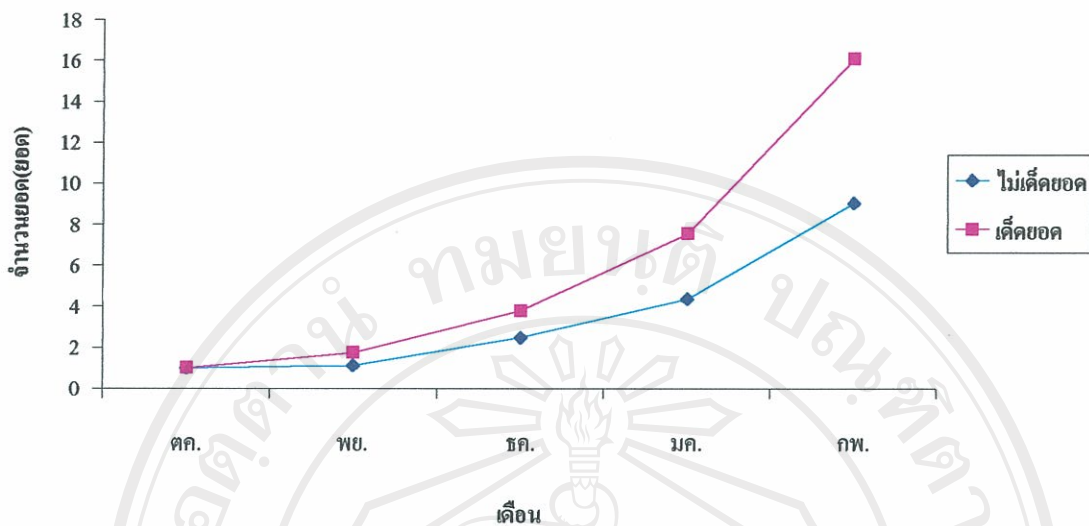
จากภาพที่ 5.7 จะเห็นว่า จำนวนยอดของต้นกล้าเมื่อเริ่มปลูกซึ่งนับจากยอดที่สมบูรณ์แล้วเท่ากับ 1 ยอด เมื่อทำการเด็ดยอดหลังจากปลูก 1 เดือนแล้ว จำนวนยอดจะเริ่มแตกต่างกันโดยในเดือนที่ 4 ก่อนทำการเกี่ยวเกี่ยวจะเห็นได้ชัดเจนว่า ต้นที่ทำการเด็ดยอดจะมีจำนวนยอดมากกว่าต้นที่ไม่เด็ดยอด ซึ่งจะมีจำนวนยอดเท่ากับ 16.083 และ 9.034 ยอด ตามลำดับ กล่าวคือ การเด็ดยอดมีผลต่อจำนวนยอดของต้นเจอรานิยม



ภาพที่ 5.5 เปรียบเทียบความสูงของดินเจอร์ราเนียมจากการเค็ดขอดและไม่เค็ดขอด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545



ภาพที่ 5.6 เปรียบเทียบจำนวนใบของดินเจอร์ราเนียมจากการเค็ดขอดและไม่เค็ดขอด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545



ภาพที่ 5.7 เปรียบเทียบจำนวนยอดของต้นเงาะเนื้อมะเขือจากการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

จากการสังเกตลักษณะของต้นเงาะเนื้อมะเขือที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดพบว่า ต้นที่ทำการเด็ดยอดจะมีความสูง ขนาดของลำต้น และขนาดของใบน้อยกว่าต้นที่ไม่ทำการเด็ดยอด จากการทดลอง เมื่อตัดต้นเงาะเนื้อมะเขือที่มีอายุ 4 เดือนนับตั้งแต่เริ่มปลูก จากต้นที่เด็ดยอดและไม่เด็ดยอด โดยตัดให้เหลือเฉพาะกิ่งที่สมบูรณ์ที่สุดเพียงกิ่งเดียว เพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างอาหารและพลังงานของต้นเงาะเนื้อมะเขือสำหรับแตกกอใหม่หลังการเก็บเกี่ยว เมื่อนับยอดทั้งหมดของแต่ละต้นที่ตัดมาจะได้จำนวนยอดต่อต้นเท่ากับ 18.20 และ 16.70 ยอดตามลำดับ เมื่อตัดต้นเงาะเนื้อมะเขือมาแล้วนับจำนวนใบทั้งหมดของแต่ละต้นจะได้ จำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 83.50 และ 109.20 ใบ ตามลำดับ และเมื่อนำใบมาหาพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบแบบสายพาน ได้ค่าพื้นที่ใบเท่ากับ 3,047.31 และ 3,302.08 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 จำนวนยอดต่อต้น จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบต่อต้น ที่ได้จากการตัดจากต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอด

กรรมวิธี	จำนวนยอดต่อต้น	จำนวนใบต่อต้น	พื้นที่ใบต่อต้น (ตร. ซม.)
เด็ดยอด	18.20	83.50	3,047.31
ไม่เด็ดยอด	16.70	109.20	3,302.08
LSD _{0.05}	NS	NS	NS

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลผลิตของเจอร์ราเนียม

ผลผลิตด้านน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักใบ น้ำหนักก้าน และน้ำหนักรวมระหว่างเจอร์ราเนียมที่ตัดมาจากต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอด เมื่ออายุประมาณ 4 เดือน จะพบว่าเมื่อนำเฉพาะใบของแต่ละต้นมาชั่งน้ำหนัก จะมีน้ำหนักใบต่อต้น เท่ากับ 134.40 และ 148.80 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักก้านต่อต้น เท่ากับ 206.60 และ 233.20 กรัม ตามลำดับ และ น้ำหนักรวมต่อต้น เท่ากับ 341.00 และ 382.00 กรัม ตามลำดับ และ ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5.2)

ตารางที่ 5.2 น้ำหนักใบ น้ำหนักก้าน น้ำหนักรวม ที่ได้จากการตัดจากต้นเจอร์ราเนียมอายุ 4 เดือน ที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอด

กรรมวิธี	น้ำหนักใบต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักก้านต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักรวมต่อต้น (กรัม)
เด็ดยอด	134.40	206.60	341.00
ไม่เด็ดยอด	148.80	233.20	382.00
LSD _{0.05}	NS	NS	NS

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

ในส่วนของปริมาณน้ำมันหอมระเหย โดยเปรียบเทียบระหว่างต้นเจอร์ราเนียมที่ตัดจากต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดเมื่อต้นเจอร์ราเนียมมีอายุประมาณ 4 เดือน พบว่า เมื่อนำเฉพาะใบของแต่ละต้นมาทำการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปกลั่นโดยใช้ชุดเครื่องแก้ว หรือวิธีการต้มกลั่น (Water distillation) ได้น้ำมันหอมระเหยลอยอยู่บนผิวน้ำ หรือมีลักษณะของสารที่เบากว่าน้ำและมีสีเขียวใส (ภาพที่ 5.8) มีค่าเท่ากับ 0.110 และ 0.116 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.3 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นโดยวิธีการต้มกลั่น (Water distillation)

กรรมวิธี	น้ำมันจากชุดเครื่องแก้ว (%)
เด็ดยอด	0.110
ไม่เด็ดยอด	0.116
LSD _{0.05}	NS

NS = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 5.8 น้ำมันหอมระเหยเจอราเนียม

การทดลองที่ 2 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาชิ้นส่วนพืชก่อนการกลั่นต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยเจอราเนียม

เมื่อนำใบของต้นเจอราเนียมที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำมาทำการผึ่งจะทำให้ใบเหี่ยวเนื่องจากว่ามีการสูญเสียน้ำเกิดขึ้น การผึ่งใบเจอราเนียมเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จะทำให้น้ำหนักสูญเสียไปเฉลี่ยคิดเป็น 9.17 และ 21.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.4 และ ตารางที่ 5.5)

ตารางที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบเจอราเนียมหลังจากการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ซ้ำที่	น้ำหนัก (กรัม)			
	ก่อนผึ่ง	หลังผึ่ง	สูญเสีย	% น้ำหนักสูญเสีย
1	200	180	20	10
2	200	185	15	7.5
3	200	180	20	10
เฉลี่ย	200	181.67	18.33	9.17

ตารางที่ 5.5 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของใบเจอรานิยมหลังจากการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ซ้ำที่	น้ำหนัก (กรัม)			
	ก่อนผึ่ง	หลังผึ่ง	สูญเสีย	% น้ำหนักสูญเสีย
1	200	150	50	25
2	200	160	40	20
3	200	160	40	20
เฉลี่ย	200	156.67	43.33	21.67

เมื่อนำใบของต้นเจอรานิยมที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ มากลั่นโดยวิธีการต้มกลั่น (Water distillation) กลั่นนานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยเริ่มนับตั้งแต่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ น้ำมันหอมระเหยที่ได้ในตอนแรกจะมีสีเขียวค่อนข้างขุ่น เมื่อทิ้งไว้นานๆ น้ำมันหอมระเหยจะมีสีเขียวใส จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการนำใบเจอรานิยมมาผึ่งลมในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำมากลั่น จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด คือ 0.365 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างจากวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อนำต้นเจอรานิยมมากลั่นทันทีและนำต้นเจอรานิยมมาผึ่งลมทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำมากลั่น จะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหย ใกล้เคียงกัน คือ 0.178 และ 0.172 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.6)

ตารางที่ 5.6 ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเจอรานิยม เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ก่อนการกลั่น

วิธีการกลั่น	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%)
กลั่นทันที	0.178b ^{1/}
ทิ้งไว้ 12 ชม.ก่อนกลั่น	0.365a
ทิ้งไว้ 24 ชม.ก่อนกลั่น	0.172b

^{1/}ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบผลของการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดต่อการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบและผลผลิตของต้นเงาะราเนียม จะพบว่า ทางด้านการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ ได้แก่ จำนวนยอด และจำนวนใบ ค่าที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีฝนตกทุกวัน ทำให้มีน้ำท่วมขังแปลง เป็นผลให้ต้นเกิดการชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากต้นเงาะราเนียมไม่สามารถทนกับสภาพน้ำท่วมขังได้ (Kumar, et al., 1997) แต่จำนวนยอดของต้นที่ทำการเด็ดยอด จะมีจำนวนมากกว่าต้นที่ไม่เด็ดยอด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การเด็ดยอดเป็นการทำลายฮอร์โมนออกซินที่สร้างขึ้นที่ยอด ออกซินมีคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ มีการตอบสนองของอวัยวะ หรือ พืชทั้งต้น เช่น การที่ตายอดข่มไม่ให้ตาข้างเจริญเติบโต (Apical Dominance) เป็นต้น (คณีย, 2539) เมื่อทำการเด็ดยอดก็จะเป็นการทำลายการที่ตายอดข่มตาข้าง ทำให้ยอดที่เกิดจากตาข้างได้เจริญออกมาได้มากกว่าต้นที่ไม่เด็ดยอด

ผลของการเด็ดยอดต่อปริมาณผลผลิตในด้านน้ำหนักและพื้นที่ใบ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าต้นที่ไม่เด็ดยอดจะมีน้ำหนักใบ น้ำหนักก้าน น้ำหนักรวม และพื้นที่ใบมากกว่าต้นที่เด็ดยอด ทั้งนี้เนื่องจากว่า ต้นที่ไม่เด็ดยอดนั้น มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า คือ ต้นจะสูง ลำต้นอวบใหญ่ และใบก็จะมีขนาดใหญ่กว่าต้นที่ทำการเด็ดยอด

ในส่วนของปริมาณน้ำมันหอมระเหยนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอด พบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ใบและก้าน) เท่ากับ 0.110 และ 0.116 เปอร์เซ็นต์ต่อ น้ำหนักสดตามลำดับ และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ในการทดลองทั้งจากต้นที่ทำการเด็ดยอดและไม่เด็ดยอดจะใกล้เคียงกับการทดลองของคณะทำงานวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร (2543) โดยได้นำต้นเงาะราเนียมทั้งใบและก้านมากลั่นโดยวิธีต้มกลั่น (Water distillation) มีปริมาณเท่ากับ 0.106 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักสด ซึ่งส่วนของใบเป็นส่วนที่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าส่วนของก้าน

เมื่อทำการตัดเงาะราเนียมมาจากต้นมาแล้วผึ่งลมไว้ประมาณ 12 และ 24 ชั่วโมง จะมีการสูญเสีย น้ำเท่ากับ 9.17 และ 21.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะมีผลทำให้ใบหรือส่วนอื่นๆ ของเงาะราเนียมเหี่ยวเฉาได้ การเหี่ยวเฉาของพืชอาจเกิดมาจากสาเหตุหลายอย่าง เช่น การคายน้ำ ดังที่สายชล (2531) กล่าวว่า ดอกไม้ขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิมมักจะไม่ค่อยแสดงอาการเหี่ยวให้เห็น เพราะขณะที่ดอกไม้ยังอยู่บนต้นเดิมนั้นได้รับน้ำจากในดิน โดยการดูดของรากแล้วส่งผ่านลำต้นเพื่อทดแทนส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการคายน้ำ แต่หลังจากที่ดอกไม้ถูกตัดจากต้นเดิมแล้ว ดอกไม้จะถูกตัดจากแหล่งน้ำในดินและทำให้

เกิดการเหี่ยวถ้ำดอกไม้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงและ/หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การเหี่ยวของดอกไม้จะเกิดขึ้นเร็วและรุนแรง การเหี่ยวของดอกไม้เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของน้ำภายในดอกไม้ การดูดน้ำ การสูญเสียน้ำและความสามารถของดอกไม้ในการเก็บรักษาน้ำ สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในเรื่องการเหี่ยวของดอกไม้ ดอกไม้แสดงอาการเหี่ยวเนื่องจากดอกไม้สูญเสียน้ำหรือคายน้ำมากกว่าการดูดน้ำ จึงเกิดความไม่สมดุลของน้ำภายในดอกไม้ ดอกไม้ที่แสดงอาการเหี่ยวจะทำให้ดอกไม้มีคุณภาพ ลดลงและมีอายุการใช้งานสั้น โดยทั่วไป ดอกไม้ที่สูญเสียน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์หรือมากกว่านี้ จะสูญเสียคุณภาพและใช้งานไม่ได้และสาเหตุอีกอย่างหนึ่งคือ พืชเมื่อตัดมาจากต้นแล้วยังมีการหายใจอยู่ ในขบวนการหายใจนี้จะต้องใช้กลูโคสเป็นสารตั้งต้น ซึ่งกลูโคสก็ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและในกระบวนการนี้ก็จะใช้น้ำเป็นสารตั้งต้น จึงต้องมีการดึงน้ำจากเซลล์พืชมาใช้ในกระบวนการนี้ (คณัย, 2539)

ผลของการเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวเจอราเนียม ก่อนนำมาถนอมน้ำมันหอมระเหยจะพบว่า เมื่อนำใบเจอราเนียมมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผึ่งลมไว้ในที่ที่มีอากาศ ถ่ายเทได้สะดวก เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะทำการกลั่น จะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่า กรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการนำใบเจอราเนียมสดมากองสุมไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เป็นเวลา 12 – 24 ชั่วโมง จะทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้นเล็กน้อย และมีการแยกไกลโคไซด์เพื่อเพิ่มผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยให้ได้ปริมาณมากขึ้น (Kumar *et al.*, 1997) การหมักพืชก่อนนำมาถนอมน้ำมันทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดกระบวนการเปลี่ยนสารจาก 1° metabolite เป็น 2° metabolite ทำได้โดยใช้ 1° metabolite ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเป็นสารตั้งต้นในการเปลี่ยนเป็น 2° metabolite ซึ่งสารนี้จะเป็นพวกสารให้กลิ่น รสชาติ และน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตร (2543) ได้แนะนำการเก็บเกี่ยวตะไคร้หอมโดยตัดใบเหนือพื้นดินประมาณ 25 – 30 เซนติเมตร ตากใบที่ตัดมาไว้ 1 – 2 วัน จะทำให้มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงและมีคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบในโพลี มินต์ ที่ต้องทำการผึ่งก่อนนำมาถนอมน้ำมันหอมระเหยอีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

วิธีการเด็ดยอดไม่มีผลต่อ จำนวนยอด จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักใบ น้ำหนักก้าน น้ำหนักรวม รวมทั้งปริมาณน้ำมันหอมระเหยของต้นเจอราเนียม และเมื่อนำต้นเจอราเนียมที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำผึ่งลมในที่ที่มีอากาศระบายได้สะดวก เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะทำการกลั่น จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. 2543. คู่มือพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ ชุดที่ 3. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 29 น.
- กนิษฐา พาเรือง. 2543. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของโซนัลเจอร์ราเนียมในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 42 น.
- คณะทำงานวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร. 2543. รายงานผลการวิจัยปี 2543 : การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง. โครงการย่อยที่ 4 การผลิตพืชสมุนไพรและพืชเครื่องเทศเมืองหนาวบนพื้นที่สูง. 69 น.
- เชาว์ ชินรักษ์. 2539. ชีววิทยา 3. ศิลปাবรรณการ, กรุงเทพฯ. 29 น.
- คณัฏ บุญเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 216 น.
- วรกร สมภิรมย์. 2543. อิทธิพลของ BA และ IBA ต่อการเจริญเติบโตของเจอร์ราเนียมในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 42 น.
- สมเพียร เกษมทรัพย์. 2528. การปลูกไม้ดอก. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 455 น.
- อัคร์ อัจฉริยมนตรี. 2544. ผลของการเด็ดยอดต่อการเจริญของหน่uanวดแมว. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 30 น.
- Denisen, E.L. 1970. Principles of Horticulture. อ้างโดย อัคร์ อัจฉริยมนตรี. 2544. ผลของการเด็ดยอดต่อการเจริญของหน่uanวดแมว. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 30 น.
- Hildebrandt, A.C. 1971. Geranium plant differentiation from anther callus. American J
- Kumar, N. 1997. Introduction to Spice, Plantation Crops, Medicinal and Aromatic plants. 22.14-22.18 p.
- Weiss, E.A. 1997. Essential Oil Crops. The University Press, Cambridge. 600 p.
- The Royal Horticultural Society. 1992. Dictionary of Gardening. The Macmillan Press Limited, London. 790 p.
- Masterler, J.W. 1971. Geraniums A Manual on the Culture, Diseases, Insects, Economics, Taxonomy and Breeding of Geraniums. Pennsylvania Flower Growers, Pennsylvania. 350 p.

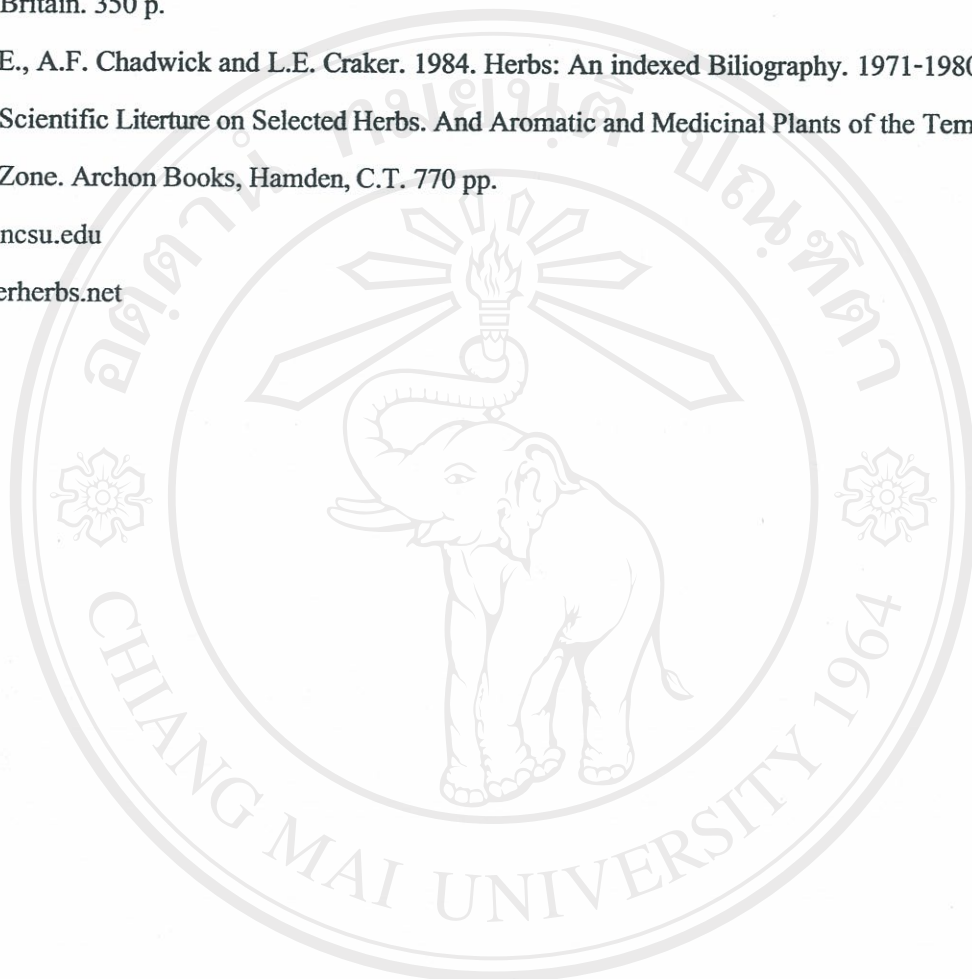
Hildebrandt, A.C. 1971. Geranium plant differentiation from anther callus. American Journal of Botany 58(8):475. Horticultural Abstract. 61(1):1671.

Clifford, D. 1970. Pelargoniums : including the popular Geranium. Blandford Press Limited, Great Britain. 350 p.

Simon. J.E., A.F. Chadwick and L.E. Craker. 1984. Herbs: An indexed Bibliography. 1971-1980" The Scientific Literature on Selected Herbs. And Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone. Archon Books, Hamden, C.T. 770 pp.

www.ces.ncsu.edu

www.superherbs.net



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 6

การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่ปลูกในแหล่งต่างๆ

ตะไคร้หอมเป็นพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ในส่วนของใบและต้น ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมเพื่อแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น สบู่ แชมพู น้ำหอม อาหาร เครื่องดื่ม และใช้ในการเกษตร ทำสารไล่แมลง หรือนำส่วนของใบและเหง้าไปใช้โดยตรงในรูปของสมุนไพร (www.thai.net/oardk/techno/takrihom.htm)

ตะไคร้หอมเป็นพืชที่พบโดยทั่วไปแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีถิ่นกำเนิดในศรีลังกา อินโดนีเซีย อินเดีย (สมพร, 2525) ประเทศไทยมีความต้องการน้ำมันหอมระเหยประมาณปีละ 15 ตัน เพื่อผลิตยาแก้นิ่ว ส่วนผสมในผงซักฟอก สบู่ แชมพู และสเปรย์ ซึ่งผลผลิตในประเทศไทยไม่เพียงพอ จึงมีการนำเข้าจากประเทศอังกฤษ และฝรั่งเศส (www.doa.go.th)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ปลูกในแหล่งต่างๆ และฤดูกาลที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว

ตรวจสอบเอกสาร

★ ตะไคร้หอม (Citronella Grass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon nardus* (Linn) Rendle อยู่ในวงศ์ Gramineae เป็นพืชล้มลุกจำพวกหญ้า อายุหลายปีมีก้านเป็นกอใหญ่ มีลำต้นใต้ดิน (เหง้า) ลำต้นตั้งตรง ออกเป็นกอ ใบเดี่ยว เรียวยาวประมาณ 1 เมตร ขอบใบเรียบคม กว้าง 5-20 มิลลิเมตร มีกลิ่นหอม ตรงรอยต่อระหว่างกาบใบมีกาบ มีแผ่นรูปไข่ปลายตัดยื่นออกมายาวประมาณ 2 มิลลิเมตร มีขน กาบหุ้มติดทน กาบล่างสุดเกยซ้อนกัน เมื่อแห้งจะม้วนขึ้น ออกดอกเป็นช่อขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร มีใบประดับลักษณะคล้ายดาบยาว โน้มอ่อนลง มีสีน้ำตาลแดงคล้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตรรองรับอยู่ ช่อดอกแยกเป็นหลายแขนงแต่ละแขนงมีช่อย่อย 4-5 ช่อ แกนกลางช่อดอกและก้านดอกมีขนสั้นกว่าครึ่งหนึ่งของช่อย่อย รูปกรวยช่อดอกย่อยออกเป็นคู่ แต่ละคู่ประกอบด้วยช่อย่อย ช่อหนึ่งมีก้านและอีกช่อหนึ่งไม่มีก้าน ช่อย่อยที่ไม่มีก้านยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ใบประดับช่อย่อยใบนอกห่อหุ้ม มีเส้นเห็นได้ชัด ด้านนอกแบนเล็กน้อย ขอบแผ่ออกเป็นปีกแคบๆ และขอบด้านบนสาก ใบประดับทั้งสองใบมีความยาวไล่เลี่ยกัน รูปไข่กลับ หรือรูปรี ปลาย

แหลมมีเส้นตามยาว 1 – 3 เส้น ขอบมีขน กลีบหุ้มดอกมี 2 กลีบ กลีบนอกรูปขอบขนาน เนื้อบาง ขอบมีขน ไม่มีเส้นสาย กลีบหุ้มดอกกลีบในรูปยาว แคบ มีขนแข็งๆ และปลายแหลม

ต้องการน้ำสม่ำเสมอแต่สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ ต้องการแสงแดดจัด การเก็บเกี่ยว ตัดใบที่อยู่เหนือพื้นดินประมาณ 25-30 เซนติเมตร การเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งห่างกันประมาณ 3 เดือน

ในลำต้นและใบตะไคร้หอมจะมีน้ำมันหอมระเหย เรียกว่า Citronella oil ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ Citronellol 65%, Citronellal (12-49%), Geraniol 14-24% (www.indiaagronet.com/indiaagronet/medicinal_plants/citronella.htm) มีการนำน้ำมันตะไคร้หอมมาใช้ประโยชน์ในการแต่งกลิ่นน้ำหอม ใช้ไล่ยุงและแมลง (สมพร, 2525)



ภาพที่ 6.1 ลักษณะการแตกกอตะไคร้หอม



ภาพที่ 6.2 ตะไคร้หอมหลังเก็บเกี่ยว 20 วัน

อุปกรณ์และวิธีการ

นำตะไคร้หอมที่ปลูกในพื้นที่ต่างๆ กัน ได้แก่ โครงการหลวงขุนแปะ (1,100 MSL) แม่หลอด (750 MSL) และโนนเปล่งทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (330 MSL) มาสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation) ด้วยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดบรรจุ 100 กิโลกรัมและ 5 กิโลกรัม

ผลการทดลอง

1. การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ปลูกในแหล่งต่างๆ

จากการศึกษาพบว่า ตะไคร้หอมที่มาจากแม่หลอดและแปลงทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีปริมาณเท่ากับ 0.432 และ 0.598 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1)

ตารางที่ 6.1 เปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่ปลูกบนโครงการหลวงขุนแปะ แม่หลอด และแปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์

แหล่งที่มา	ปริมาณน้ำมัน
ขุนแปะ (1,100 MSL)	0.148 b ¹
แม่หลอด (750 MSL)	0.432 a
แปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ (330 MSL)	0.598 a

¹ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6.3 น้ำมันหอมตะไคร้หอม (ก) ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันตะไคร้หอม - สมุนไพรไล่ยุง (ข)

Copyright © by Chiang Mai University

2. การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมในฤดูกาลต่างๆ

จากการศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่กลั่นในฤดูกาลต่างๆ พบว่า ฤดูกาลในการกลั่นไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อกลั่นด้วยเครื่องกลั่นใหญ่แต่ในฤดูหนาวพบว่าปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมมีแนวโน้มสูงกว่าน้ำมันตะไคร้หอมที่กลั่นในฤดูร้อนและฝน แต่เมื่อนำตะไคร้หอมที่มาจากแหล่งเดียวกันมากลั่นด้วยเครื่องกลั่นเล็กผลปรากฏว่า ตะไคร้หอมที่กลั่นในฤดูหนาวจะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด คิดเป็น 0.717 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกับตะไคร้หอมที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6.2) จากภาพที่ 6.4 จะเห็นได้ว่า น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นด้วยเครื่องเล็ก (ข) มีสีเหลืองใสกว่าน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นด้วยเครื่องกลั่นใหญ่ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพเครื่องกลั่นเล็กดีกว่าเครื่องกลั่นใหญ่ ซึ่งจะได้มีการพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 6.2 เปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่กลั่นในฤดูร้อน หนาวและฝนด้วยเครื่องกลั่นใหญ่และเล็ก

ฤดูกาล	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	
	เครื่องใหญ่	เครื่องเล็ก
ร้อน (เม.ย. - พ.ค.)	0.103 ns ^{/1}	0.222 b
ฝน (ก.ค. - ส.ค.)	0.118 ns	0.425 b
หนาว (ธ.ค. - ม.ค.)	0.194 ns	0.717 a

/1 ค่าเฉลี่ยในแถวที่มีตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6.4 น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม (Citronella oil)

ก. เครื่องใหญ่ ข. เครื่องเล็ก

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำตะไคร้หอมที่ปลูกในพื้นที่ต่างๆ ในมูลนิธิโครงการหลวงมากลั่นน้ำมันหอมระเหย ด้วยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดบรรจุประมาณ 100 กิโลกรัม ซึ่งได้รับการบริจาคจากคุณสภาพร เกียรติธนากร บริษัทอุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2544 ผลจากการนำเครื่องกลั่นมาใช้พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากแม่หลอดซึ่งมีความสูง 750 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และแปลงทดลองในคณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีความสูง 330 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากพันธุ์ตะไคร้หอมที่นำมากลั่น ในปัจจุบันพันธุ์ตะไคร้หอมที่นำมาปลูกเพื่อผลิตน้ำมันหอมระเหย มี 2 ชนิดคือ พันธุ์ลังกา (*Cymbopogon nardus* Rendle) อีกชนิดหนึ่งคือพันธุ์ขาว (*Cymbopogon winterianus* Gewitt) พันธุ์ตะไคร้หอมที่มีปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ขาว โดยดูจากช่อดอกยาวโน้มลง ซึ่งต่างกับพันธุ์ลังกาที่มีช่อดอกสั้นและตั้งตรง (www.doa.or.th) หากจะมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อผลิตน้ำมันหอมระเหยเชิงการค้าควรมีการส่งเสริมให้ปลูกพันธุ์ขาว เพราะมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมาก นอกจากพันธุ์ที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยแล้ว สภาพภูมิอากาศ ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว ก็มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยด้วยเหมือนกัน

วัตถุดิบที่นำมากลั่นนี้ปลูกในสภาพกลางแจ้ง แสงแดดจัด ซึ่ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544) ได้กล่าวไว้ว่า ตะไคร้หอมเป็นพืชที่ชอบแสงแดดจัดมาก ซึ่งจะช่วยให้ตะไคร้หอมเจริญเติบโตเร็วแล้วยังมีผลต่อปริมาณน้ำมันอีกด้วย

การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ พบว่า ฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย จากการทดลองกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมในฤดูหนาวให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยมากที่สุดถึง 0.717% ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรในปี 2541-2542 พบว่า การใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร เริ่มตัดใบครั้งแรกเมื่ออายุ 3 เดือน หลังจากนั้นตัดใบทุกเดือน จะให้ผลผลิตใบและน้ำมันหอมระเหยรวมสูงสุด และยังพบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยในใบจะแปรปรวนตามสภาพภูมิอากาศ คือเมื่ออากาศร้อนขึ้นปริมาณน้ำมันจะสูง 1-1.5% โดยน้ำหนักสด เมื่อฝนตกชุกปริมาณน้ำมันจะลดลงต่ำสุด 0.4-0.6% โดยน้ำหนักสด และเมื่ออากาศหนาวเย็นปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะอยู่ระหว่าง 0.7-0.9% โดยน้ำหนักใบสด ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะในช่วงที่ทำการทดลองตะไคร้หอมที่นำมากลั่นได้มาจากต้นที่ปลูกมานานหลายปีแล้วและใบล่างเริ่มแห้ง ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย เนื่องจากตะไคร้หอมเป็นพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ในส่วนใบ เมื่อใบแห้งจึงทำให้มีการสูญเสียน้ำมันหอมระเหยตามไปด้วย และ (Kumar, 1997) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมจะแปรผันตามฤดู ความอุดมสมบูรณ์ของดิน วิธีการกลั่น เป็นต้น โดยปกติน้ำมันหอมระเหยจะสูงใน 2-3 ปีแรกของการปลูก หลังจากนั้นจะลดลง

สรุปผลการทดลอง

ตะไคร้หอมที่มาจากแม่หลอดและในแปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่มีความแตกต่างกัน และในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่นขนาดใหญ่พบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย หากจะมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อผลิตน้ำมันหอมระเหยเชิงการค้าควรมีการส่งเสริมให้ปลูกพันธุ์ขาว

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. 2543. คู่มือพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ ชุดที่ 3. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 29 น.
สมพร ภูติยานันต์. คู่มือสมุนไพรใกล้ตัว. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2525. หน้า 40

Kumar, N. 1997. Introduction to spice, Plantation Crops, Medicinal and Aromatic plant. 22.07 p
www.doa.go.th/botany/mahapengiri.html
www.thai.net/oardk/techno/takrihom.htm
www.indiaagronet.com/indiaagronet/medicinal_plants/citronella.htm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 7

การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากผลตะไคร้ต้นที่ตากแห้งด้วยกรรมวิธีต่างๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษากรรมวิธีในการเพิ่มปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากผลตะไคร้ต้นด้วยวิธีการต่างๆ

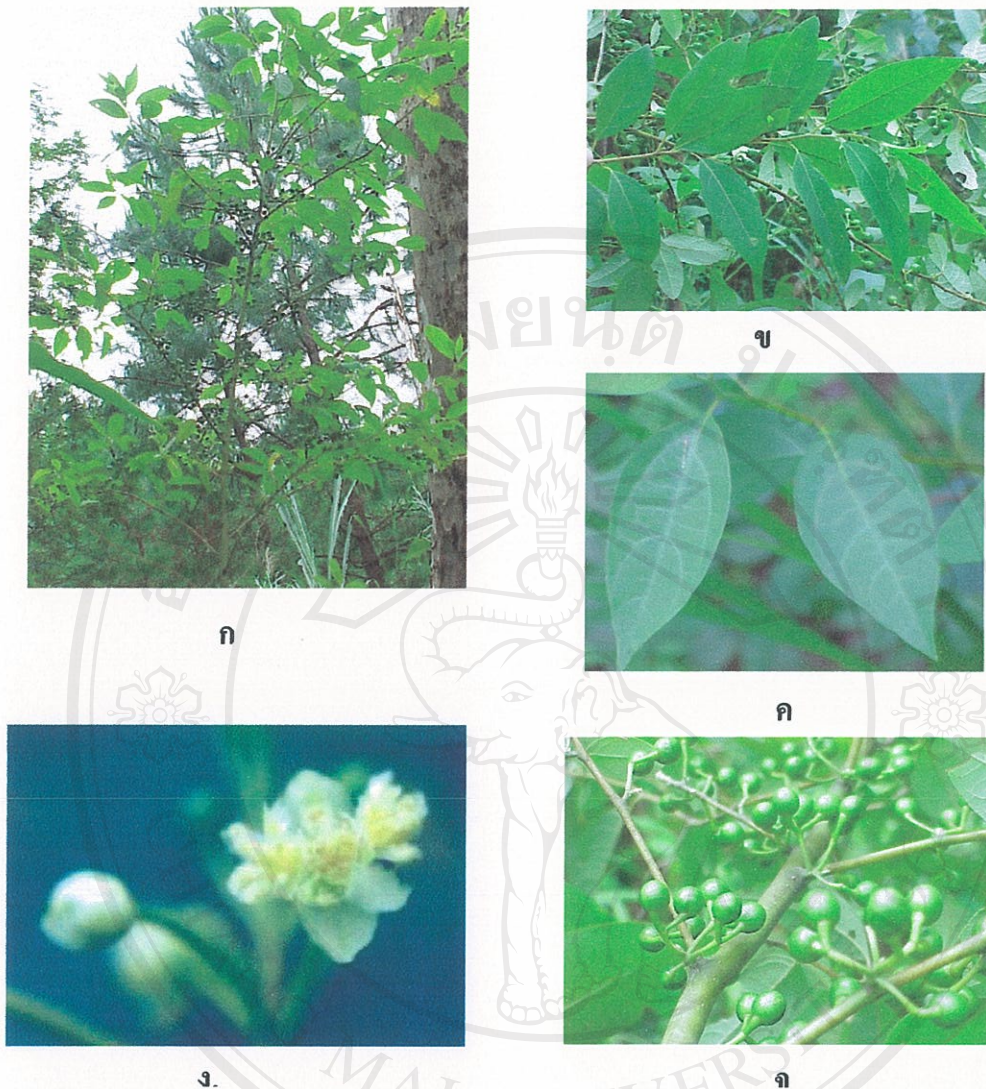
ตรวจสอบเอกสาร

ตะไคร้ต้นมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Litsea cubeba* Pers. จัดอยู่ในวงศ์ Lauraceae ชื่อท้องถิ่น เรียก จะไค้ต้น (เชียงใหม่) ตะไคร้ (กาญจนบุรี) ตะไคร้ต้น (เลย) (เต็ม, 2523) สะไคร้ (ถัน) เกลือ (ลัวะ) ถือชื่อ (มุเซอแดง) (เขาวนิต, 2539)

ตะไคร้ต้นเป็นพืชสมุนไพรที่มีการเจริญเติบโตบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของไทย ในต่างประเทศได้มีการรายงานการทดลองนำผลจากตะไคร้ต้นมากลิ่นเอสารหอมระเหยด้วย โดยเมื่อนำผลสดมากลิ่นด้วยไอน้ำหรือตัวทำละลายอื่นๆ จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีสีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัว น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ส่วนใหญ่ นำมาใช้ในการผลิต citral เพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามิน เอ, ionone และ methyl ionone นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารให้กลิ่นที่เค็มลงใน lemon oil และ ผลิตภัณฑ์น้ำหอมต่างๆ (Bauser and Garbe, 1985) พบในประเทศไทยบริเวณป่าดิบเขาที่อยู่ในระดับความสูง 950-1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล (เบญจวรรณ, 2542)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูง 3-5 เมตร ลำต้นเกลี้ยง ไม่มีขนปกคลุม ใบเดี่ยว รูป oblong-elliptic เรียงสลับ ท้องใบมีสีเขียวทึบ แผ่นใบมีจุด ดอกออกเป็นช่อสั้นๆรวมกันเป็นกระจุกบริเวณซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ดอกย่อยเป็นแบบ dioecious มี perianth 6 กลีบ สีขาวนวลหรือสีครีม เรียงเป็น 2 วง วงละ 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้จำนวนมาก เกสรตัวเมียมีรังไข่แบบ superior มี 1 ovule ผลแบบ drupe รูป glubose และมีกลิ่นหอมแรง (ภาพที่ 7.1) สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ด (ทิพย์สุตา, 2541)

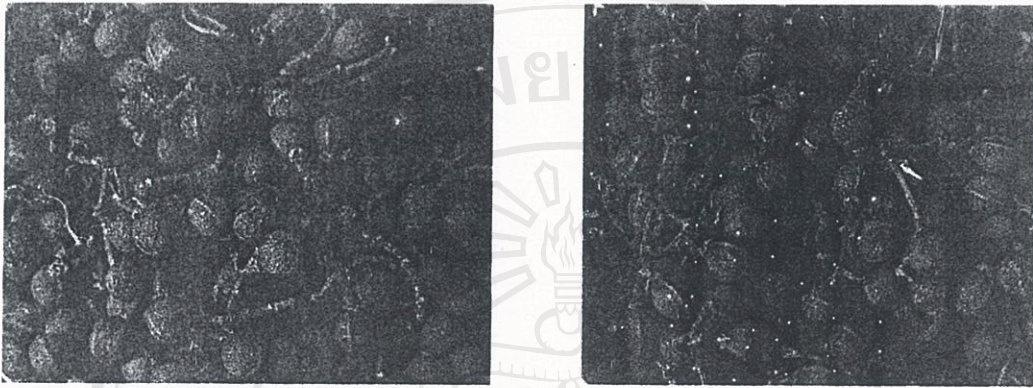
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 7.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ตะไคร้ต้น ต้น (ก) ช่อใบ (ข) ใบ (ค) ดอก (ง) ผล (จ)

ทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากผลตะไคร้ต้นด้วยการกลั่นไอน้ำ โดยเก็บผลตะไคร้ต้นที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ใช้ผลตะไคร้ต้นจำนวน 2 กิโลกรัม กลั่นเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง ให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย 3.04% และได้ศึกษาองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) พบ citral ปริมาณมากที่สุดถึง 49.6% limonone 25.3% จากวิธีการเช่นเดียวกันนี้ Nath and Hazarika (1996) ได้ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากใบ ก้าน และผลของตะไคร้ต้นในประเทศอินเดีย พบ limonone 78.3%, citronellol 27.0% และ citronellal 76.5% กรมป่าไม้ (2531) รายงานว่า การกลั่นด้วยไอน้ำจากผลตะไคร้ต้นจำนวน 2 กิโลกรัม เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมงจะได้เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันหอมระเหย 3.10% และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี พบ citral 55%, limonone 22% และ methylheptenone 6.8% นอกจากนั้น

เบญจวรรณ (2542) ได้ทดลองสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลตะไคร้ต้นและทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี และแมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) พบองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ α -pinene, limonone และ geranial



ภาพที่ 7.2 ผลตะไคร้ต้นที่ตากกลางแจ้ง (ก) อบที่ 35 องศาเซลเซียส (ข)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตะไคร้ต้นเป็นพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในป่าบนพื้นที่สูงและติดผลในช่วงเดือนกันยายนของทุกปี น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นมีความต้องการของตลาดเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ติดผลบางครั้งมีปริมาณมากไม่สามารถกลั่นสดได้ในทันที ดังนั้นจึงมีการศึกษากรรมวิธีในการเก็บรักษาผลตะไคร้ต้นก่อนนำมากลั่น เพื่อให้ยังคงมีน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด โดยนำผลตะไคร้ต้นจากคอกอย่างขาง อ. ฟาง จ. เชียงใหม่ มาทำการอบแห้งด้วยกรรมวิธีต่างๆ แล้วจึงนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยชุดเครื่องแก้ว (Cleavage apparatus) ขนาดบรรจุ 1 ลิตร โดยกลั่นด้วยวิธีการต้มกลั่น (water distillation) เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง

ผลการทดลอง

จากตารางที่ 7.1 พบว่า ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นที่กลั่นสดให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าทุกกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 11.207 มิลลิลิตร และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยที่น้ำหนัก (สด) เริ่มต้น 300 กรัมเท่ากันจะพบว่า การกลั่นสดจะให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยมากที่สุดเท่ากับ 3.736

กน
633.88
ก278 C.3

เลขหมู่.....

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 7.1 การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นที่ทำแห้งด้วยกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำมัน (ml.) ^{2/}	%น้ำมันที่น้ำหนักเริ่มต้น ^{3/}
สด	11.207 a ^{1/}	3.736 a
กลางแจ้ง	8.536 b	2.846 b
อบที่ 65 °c	6.149 c	2.050 c
อบที่ 35 °c	5.837 c	1.946 c

^{1/}ค่าเฉลี่ยในแถวที่มีอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{2/}ปริมาณน้ำมันเมื่อคำนวณบนฐานจาก 300 น้ำหนักสด 300 กรัมเท่ากัน

^{3/}เปอร์เซ็นต์น้ำมันเมื่อคำนวณบนฐานจาก 300 น้ำหนักสด 300 กรัมเท่ากัน



ภาพที่ 7.3 น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นตากกลางแจ้ง (ก) กลั่นสด (ข)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด ควรกลั่นขณะพืชสด แต่ถ้าไม่สามารถกลั่นสดได้ ควรตากผลตะไคร้ต้นไว้กลางแจ้ง เมื่อแห้งแล้วจึงนำมากลั่น นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นสดจะให้น้ำมันหอมระเหยที่มีสีเหลืองเข้มกว่าน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นขณะแห้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารบางตัวที่มีอยู่ในน้ำมันหอมระเหยอาจมีการสูญเสียระหว่างกระบวนการทำแห้ง

เอกสารอ้างอิง

- เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หก. ฟินน์พับ
ลิขชิง, กรุงเทพฯ. 376 น.
- ทิพย์สุดา ตั้งตระกูล. 2541. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวมอญ ชาวละโว้ และชาวล้านนาในบางพื้นที่ของ
จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่. 242 น.
- เบญจวรรณ ชื้อสัดย์. 2542. น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ปลูกในภาคเหนือของไทย. วิทยา-
นิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
49 น.
- เขาวนิต พลพิมพ์. 2539. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาเผ่าต่างๆ ในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแก
น้อยและหนองเงี้ยว. จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 258 น.
- สำนักวิชาการป่าไม้. 2531. คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น, กรมป่าไม้.
21 น.
- Bayer, K. and D. Garbe. 1985. Common Fragrance and Flavor Materials. VCH
- Nath, S.C. and A. K Hazarika. 1996. Essential oils of *Litsea cubeba* Pers. an additional
Verlagsgesellschaft, Weinheim. 213 P.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 1 รายชื่อพืชสมุนไพรเมืองหนาวที่ปลูกได้ดีในพื้นที่ส่งเสริมของมูลนิธิฯ

ลำดับที่	ชนิดพืช	ลำดับที่	ชนิดพืช
1	สวิตเบซิล	11	ทารากอน
2	ออริกานो	12	ซัมเมอร์ซาเวอร์
3	ซอเรล	13	ไชว้
4	อิตาเลียนพาสเลย์	14	ตั้งกุย
5	เลมอนทायม์	15	เบย์
6	ทायม์	16	โรสแมรี่
7	เสจ	17	มินต์
8	เซอร์วิล	18	เจียวกู่หลาน
9	เลมอนบาล์ม	19	จิงจูฉ่าย
10	มาจอแรม	20	ลาเวนเดอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 2 แหล่งผลิตและปริมาณผลผลิตพืชสมุนไพรในปี พ.ศ. 2545

ลำดับที่	แหล่งผลิต	ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (ม.)	จำนวนชนิด Herbs	จำนวนผลผลิตสด (กก)
1.	หนองหอย	1,200	20	5,925.18
2.	ปางคะ	800	16	3790
3.	ห้วยลึก	600	5	4,342.2
4.	อินทนนท์	1,280	11	258.5
5.	ห้วยน้ำริน	995	11	1,302.8
6.	ขุนแปะ	1,035	8	964.35
7.	แม่หลอด	680	3	84
8.	ทุ่งเริง	650	8	3,100.95
9.	วัดจันทร์	980	1	34
10.	แม่สะป๊อก	500	6	3,087.3
11.	แม่ทาเหนือ	520	1	29.5
12.	อ่างขาง	1,460	1	0.5
13.	ห้วยโป่ง	780	13	3,153

หมายเหตุ : - พื้นที่ส่งเสริมรวมทั้งสิ้น 114.65 ไร่

- เกษตรกรเข้าร่วมโครงการ จำนวน 134 ครัวเรือน

- รายได้ 1,640,573.70 บาท/ไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 4 แผนพัฒนาและส่งเสริมการผลิตสมุนไพร เพื่อตลาดผลผลิตสดและปริมาณผลิต
ได้จริง จำแนกตามรายชื่อพืช (พ.ศ. 2541-2545)

ชนิดพืช	ผลผลิตสดรวม/ปี (กก)		ผลผลิตสดรวม/ปี (กก)		ผลผลิตสดรวม/ปี (กก)		ผลผลิตสดรวม/ปี (กก)	
	2542 ^{1/}		2543 ^{1/}		2544 ^{1/}		2545 ^{1/}	
	แผน	จริง	แผน	จริง	แผน	จริง	แผน	จริง
สวืทเบซิล	4,128.00	4,244.00	2,760.00	6,262.00	3,355.00	3,868.95	5,288.00	5,526.40
ออริกานโอ	1,783.00	1,349.00	1,172.00	2,108.00	1,244.25	2,546.45	1,253.50	1,966.57
ซอโรล	1,248.00	2,343.00	1,579.00	4,516.00	1,885.50	1,973.85	719.75	1,331
อิตาเลียนพาสเลย์	1,464.00	1,364.00	3,000.00	2,528.00	2,488.75	3,182.60	5,034.50	5,821.30
เลมอนทायม์	1,160.00	1,403.00	2,115.00	2,527.00	847.75	1,238.55	399.00	697.85
ทायม์	432.00	111.00	1356.00	226.00	250.50	327.20	568.50	666.40
เสจ	1,012.00	237.00	618.00	334.00	439.50	655.15	552.00	752.45
เชอร์วิล	-	24.00	740.00	171.00	233.00	176.31	739.00	1,331
เลมอนบาล์ม	716.00	437.00	2,944.00	4,367.00	841.87	838.95	321.25	372.20
มาจอแรม	456.00	327.00	820.00	341.00	864.00	753.15	580.50	439.30
ทารากอน	-	83.00	560.00	119.00	453.00	501.10	616.00	759.60
ซัมเมอร์ชาเวอร์รี่	-	159.00	896.00	533.00	133.00	97.20	245.50	224.90
ไชว์	120.00	379.00	1,552.00	1,093.00	718.50	1,248.20	631.00	787.55
คิงกูย	-	23.00	220.00	837.00	-	1,345.50	812.00	1,464
เบย์	1,440.00	1,867.00	1,760.00	2,158.00	1,080.00	1,655.00	0	340.30
โรสแมรี่	2,304.00	1,742.00	2,480.00	612.00	1,886.00	1,304.15	1,742.75	2,552.20
มินต์	900.00	1,467.00	2,666.00	2,380.00	2,444.00	1,978.20	299.50	1,092.20
คาโมมาย (แห้ง)	146.00	34.00	5,565.00	1,300.00	394.00	-	0	-
ลาเวนเดอร์	-	25.00	-	6.00	78.00	169.15	304.00	459.20
จิงจูฉ่าย	-	-	-	215.00	640.00	930.50	840.00	784.50
คิล	-	-	292.00	-	100.00	-	0	-
ชาหอม	-	-	80.00	83.00	30.00	-	0	-
เจียวู้หลาน	-	-	376.00	2,695.00	380.00	47.50	0	-
ผลผลิตรวม (กก)	19,805.00	15,751.00	31,791.00	33,253.00	19,706.62	23,182.66	22,144.75	27,026.62
	1,440 ใบ	1,867 ใบ	1,760 ใบ	2,158 ใบ	1,080 ใบ	1,655 ใบ	0 ใบ	340 ใบ

^{1/}ข้อมูลผลผลิตเฉพาะส่งขายตลาดสดในกรุงเทพฯ และเชียงใหม่

^{2/}ข้อมูลปี 2543, 2544 และ 2545 รวมผลผลิตส่งเข้าโรงงานแปรรูปด้วย

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณการส่งมอบผลผลิตพืชสมุนไพรเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูปปี 2544/2545

ชนิดพืช	ปริมาณผลผลิตส่งมอบ (กก)		จำนวนเงิน (บาท)		ราคาเฉลี่ย (บาท)	
	44	45	44	45	44	45
ดอกคาโมมา	360	1,225.90	25,200	85,562.00	70	69.79
เลมอนทายม์	430	458.00	30,100	28,072.50	70	61.29
เลมอนบาล์ม	460	220.00	33,200	10,590.00	70	48.13
เปปเปอร์มินต์	330	201.00	19,800	11,601.00	60	57.71
ยูเอสเอมินต์	145	897.00	8,700	51,467.00	60	57.37
สเปียร์มินต์	-	30.00	-	1,440.00	-	48
เจียวูหลาน	1,430	2,281.50	100,100	166,992.25	70	73.19
ชาหอม	110	10.00	6,600	540.00	60	54
โรสแมรี่	126	115.00	10,080	9,100.00	80	79.13
ออริกาโน	250	243.50	6,250	5,563.75	25	22.84
ทายม์	12	102.00	480	3,943.00	40	38.65
มาจอแรม	30	114.00	1,200	2,332.00	40	20.45
รวม	3,683	5,897.90	241,710	377,203.50	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงผลการส่งสมุนไพรสดเพื่อกลั่นน้ำมันหอมระเหย ปี 2545

ชนิดพืช	ปริมาณผลผลิต (กก)	จำนวนเงิน (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กก)
สวิตเบซิล	1,455.50	2,911.00	2
ตะไคร้หอม	2,096.40	4,192.80	2
โรสแมรี่	405.80	12,174.00	30
โรสแมรี่	95.50	477.50	5
ยูคาลิปตัส	10.00	200.00	2
เจอรานิยม	310.70	621.40	2
การบูร	82.00	164.00	2
รวม	4,546	20,740.70	-

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการส่งสมุนไพรเพื่ออบแห้ง ปี 2545

ชนิดพืช	ปริมาณผลผลิต (กก)	จำนวนเงิน (บาท)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กก)
มินต์	169	10,176.00	60
โรสแมรี่	331	29,790.00	90
มาจอแรม	188	7,540.00	40
เลมอนบาล์ม	176	5,280.00	30
ทายม์	28	1,425.00	50
เลมอนทายม์	42	2,145.00	50
คาโมมาย	210	14,700.00	70
เจียวู้หลาน	219	15,332.10	70
เสจ	90	3,612.00	40
ลาเวนเดอร์	35	1,765.00	50
รวม	1,491	91,765.10	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อยที่ 3

การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดของพืช

สมุนไพรบางชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ ขอขอบคุณ
เจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ที่ให้คำแนะนำและฝึกปฏิบัติในการทดสอบความเป็นพิษของพืช
สมุนไพร ตลอดจนสถานที่สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณนายอินคำ ทา้อยที่ช่วย
เหลือในด้านการเลี้ยงหนู และช่วยงานในห้องปฏิบัติการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดกับหนู
รวมทั้งขอบคุณและขอภัยต่อหนูทดลองที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร. นุชนารถ จงเลขา)
หัวหน้าโครงการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

นำสารสกัดด้วยอะซิโตนจากส่วนเหนือดินของพืชสาบหมา (crofton weed; *Eupatorium adenophorum*) และสารสกัดด้วยเอทานอลจากทุกส่วนของต้นเทียนบ้าน (rose balsam, *Impatiens balsamina*) มาทดสอบเบื้องต้นถึงขนาดของสารที่ทำให้หนูทดลองตาย (พันธุ์ Sprague-Dawley) โดยการฉีด (injection) ที่ขนาด 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู สารสกัดเทียนบ้านไม่แสดงความแตกต่างเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ส่วนสารสกัดสาบหมาพบว่าหนูตาย ในเวลา 3 ชั่วโมง ต่อมาได้ศึกษาความเป็นพิษจนทำให้หนูตายของสาบหมาที่ขนาดต่างๆ พบว่าที่ขนาดทำให้หนูตายทั้งเพศผู้และเพศเมียคือ 5,000, 2,500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู ส่วนที่ขนาด 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู ทั้งสารสกัดจากสาบหมาและเทียนบ้าน ไม่มีผลต่อหนูทดลอง

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก (acute oral toxicity test) ของสารสกัดจากสาบหมา และเทียนบ้านกับหนูเพศผู้ (5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู) ไม่พบการตายหรืออาการพิษกับหนูทดลองในระยะเวลา 7 วัน (ป้อนสารสกัดครั้งเดียว) น้ำหนักหนูและน้ำหนักอวัยวะภายในของหนูไม่แตกต่างจากชุดควบคุมมากนัก ยกเว้นน้ำหนักของปอดสูงกว่าและม้ามต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%) สำหรับความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังกับหนูหลังจากให้สารสกัดสาบหมาขนาด 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ของน้ำหนักหนู) ทุกวันเป็นเวลา 28 วัน พบว่าน้ำหนักของหนูลดลงกว่าชุดควบคุมแต่น้ำหนักอวัยวะภายในสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%) ส่วนการทดสอบสารสกัดเทียนบ้านไม่พบความแตกต่างในการเจริญเติบโต (น้ำหนักของหนู) และอวัยวะภายในของหนู เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Acetone extract of aerial parts of Saap Maa (crofton weed, *Eupatorium adenophorum*) and ethanol extract of all parts of Tian Ban (rose balsam, *Impatiens balsamina*) were tested on their toxicity, using Hippocratic Screening Method with rats (Sprague-Dawley). Results from using 5,000 mg/kg dosage (of rat weight) showed that no death was found on the rats injected with Tian Ban extract. Similar test on Saap Maa extract showed that the rats died in 3 hours after injection. The following test on dosages of Saap Maa extract showed that at 5,000, 2,500 and 1,000 mg/kg (rat wt.) the injected rats (male and female) were killed. At lower rates 500 and 250 mg/kg (rat wt.) of both extracts from Saap Maa and Tian Ban showed no effect on the rats.

Acute toxicity test of the two extracts of Saap Maa and Tian Ban (single dose at 5,000 mg/kg of rat's body weight) showed that no death nor toxic sign on the tested male rats in 7 days (one feeding). Their body weights were normal, internal organs' weights were not much different except that of lung which was heavier than the control treatment and spleen weight was statistically lower than the control treatment ($P < 0.01$). Subchronic test showed that the rats after feeding with the Saap Maa extract at 1,000 mg/kg (of rat's body weight) everyday for 28 days had lower body weight than the control treatment but their internal organs' weight were higher ($P < 0.01$). There was no effect from Tian Ban extract on growth (body weight) and internal organs of the tested rats when compared to the control treatment.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	5
ผลการทดลอง	9
สรุปและวิจารณ์ผล	14
เอกสารอ้างอิง	16
ภาคผนวก	17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	รายละเอียดของที่มาของพืชสมุนไพรส่วนที่ใช้สกัดและตัวทำละลาย	5
2	อาการพิษเบื้องต้นของสารสกัดสาบหมากับหนูเพศผู้และเพศเมีย	9
3	น้ำหนักเฉลี่ยของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและ เทียบน้ำหนัก 5,000 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักหนู	10
4	น้ำหนักเฉลี่ยอวัยวะของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและ เทียบน้ำหนัก 5,000 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักหนู	11
5	น้ำหนักเฉลี่ยของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและ เทียบน้ำหนัก 1,000 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักหนู	12
6	น้ำหนักเฉลี่ยอวัยวะของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและ เทียบน้ำหนัก 1,000 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักหนู	13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารพิษจากพืชสาบหมา	3
2 ลักษณะพืชสมุนไพร ก) สาบหมา ข) เทียนบ้าน	4
3 ลักษณะอวัยวะภายในของหนู	7
4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของหนูเพศผู้ ซึ่งถูกป้อนด้วยสารสกัดสาบหมา และเทียนบ้านที่ขนาด 1,000 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมของน้ำหนักหนู	12
5 ลักษณะเนื้อเยื่อที่ปกติของหนูเพศผู้หลังจากป้อนด้วยสารสกัดสาบหมา และเทียนบ้านเป็นเวลา 28 วัน	13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทนำ

จากความรู้และประสบการณ์ในการวิจัยประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมโรคของพืชผักและการควบคุมโรคของไม้ตัดดอกบางชนิด พบความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดจากพืชที่เกษตรกรสามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น เทียนบ้าน รวมทั้งสมุนไพรที่เป็นวัชพืช เช่น สาบหมา จากงานวิจัยของนุชนารถและคณะ (2542) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมโรคของพืชผัก โรคไม้ตัดดอกบางชนิดในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด ได้แก่ สารสกัดด้วยน้ำจากเทียนบ้านให้ผลดีในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria brassicicola* สาเหตุโรคใบจุดของกะหล่ำปลีได้ 100% ในขณะที่สารสกัดด้วยเมธานอลจากสาบหมา ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ให้ผลยับยั้งการเจริญสูงสุด 84.7% สารสกัดข้าวพุดและทองพันชั่ง มี ประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Cercospora. apii* สาเหตุโรคใบจุดของเซเลอรี่ และ *Alternaria solani* สาเหตุโรคใบไหม้ของมะเขือเทศได้ 100% สำหรับการทดสอบโรคเน่าราสีเทา (*Botrytis cinerea*) ในกุหลาบพันธุ์ไดอาน่า และปรีนเซสในห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง พบว่าสารสกัดด้วยน้ำจากข้าวพุด เทียนบ้าน และข้าวพุดผสมเทียนบ้านที่ความเข้มข้น 42% พบว่า ไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้และยังทำให้กิ่งสืบลอกไหม้ ในขณะที่สารสกัดด้วยเมธานอลจากเทียนบ้าน และสาบหมา ให้ผลดีในการควบคุมโรคเน่าราสีเทาของกุหลาบ เมื่อเทียบกับสารเคมี Dithane M-45 นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดสาบหมาด้วยอะซิโตนสามารถยับยั้งเชื้อรา *Phomopsis obscurans* สาเหตุโรคใบไหม้ของสตรอเบอรี่ได้ 100% และเมื่อนำไปผสมกับสารกำจัดรา Dithane M-45 หรือ Benlate ในอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำสามารถลดการเกิดโรคได้ดี เมื่อเทียบกับ Dithane M-45 หรือ Benlate ในอัตราแนะนำ (นุชนารถ และคณะ, 2544)

อย่างไรก็ตามการนำสารที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งสารจากพืชสมุนไพรมาใช้ป้องกันผลผลิต สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค สิ่งมีชีวิตอื่นๆ และต้องไม่เป็นพิษภัยต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารทุกชนิดที่เป็นพิษต่อแมลงศัตรูได้ก็อาจเป็นพิษต่อมนุษย์ได้ ถ้าใช้ในปริมาณสูงพอ บางชนิดเมื่อนำมาใช้ในขนาดต่ำก็อาจเกิดการพิษได้ ถ้าได้รับสารนั้นติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการสะสมของสารนั้นในร่างกาย (พัคตร์พริ้ง, 2539) การวิจัยครั้งนี้เนื่องจากพิจารณาเห็นว่าน่าจะทำการศึกษาทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชสมุนไพรและวัชพืชรากกล่าว ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงผลที่ไม่พึงประสงค์ของสารสกัดในสัตว์ทดลองก่อนนำไปใช้ในการควบคุมศัตรูพืช งานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปใช้กับงานวิจัยอื่นๆ ได้ และจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้บริโภค

ตรวจเอกสาร

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพืชสมุนไพร

1. สาบหมา (Saap maa, crofton weed) เป็นวัชพืชชนิดหนึ่งใน Family Asteraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Eupatorium adenophorum* Spreng. มีถิ่นกำเนิดในแถบเม็กซิโก และได้แพร่กระจายไปทั่วโลกในประเทศฟิลิปปินส์ ฮาวาย จีน ไทย ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อินเดีย เนปาล และแคลิฟอร์เนีย เป็นต้น สำหรับประเทศไทยพบมากทางแถบตะวันตกของภาคเหนือได้แก่ จังหวัดเชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ และลำปาง โดยพบตามลาดไหล่เขาซึ่งเป็นไร่ร้างหรือมีการเผาหลังทำไร่เลื่อนลอย ที่ระดับความสูง 1,000 – 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล (ภาพที่ 2 ก)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ศิริพร, 2530)

ลำต้น : เป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่มีอายุหลายฤดู ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งมีขนละเอียดปกคลุมลำต้น กิ่งมีสีม่วงเข้ม สูงประมาณ 2 เมตร ลำต้นมีกลิ่นเหม็นเมื่อขยี้ดม

ใบ : ใบรูปไข่ หรือไข่แกมขอบขนาน ขอบเป็นจักฟันเลื่อยติดตรงข้ามกัน

ดอก : ดอกออกเป็นช่อ ประกอบด้วยดอกย่อยอยู่รวมกันเป็นกระจุกจำนวนมาก ปลายช่อเรียบเสมอกัน เกิดที่ปลายกิ่ง สีขาวหรือสีชมพู ออกดอกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม

ผล : ผลยาว ขนาดเล็ก มีขนประดับเป็นแผ่นเล็กๆ ตรงปลายด้านบน

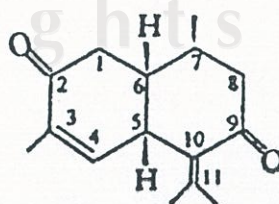
ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด และนอกจากต้นเดิมจนถึงอายุ 6 ปี การเพิ่มปริมาณมีมากที่สุดในช่วงอายุ 1-6 ปี สาบหมาต้นหนึ่งๆ สามารถผลิตเมล็ดได้มากถึง 7,200-10,000 เมล็ดต่อต้น เมล็ดสามารถปลิวตามลม ตกลงสู่ดินและงอกได้แม้ในที่ลาดชันถึง 20 องศา

การระบาดเข้ามาในประเทศไทย สันนิษฐานว่าเมล็ดของสาบหมาอาจติดมากับสัมภาระ หรือสัตว์พาหนะของชนกลุ่มน้อย ที่เดินทางจากประเทศจีนผ่านตามชายแดนประเทศอินเดีย และเมียนมาร์มายังประเทศไทย หรือเกิดจากเมล็ดที่ปลิวมาตามลม เนื่องจากในช่วงที่เมล็ดสาบหมาแก่จัดเป็นช่วงที่ลมพายุพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ คือพัดจากรัฐฉาน มายังแถบตะวันตกของภาคเหนือของประเทศไทย

ในสภาพธรรมชาติพบวัชพืชสาบหมาขึ้นเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ มีพืชอื่นปะปนเพียงเล็กน้อย หรือไม่พบเลย

ความเป็นพิษ : ในปี ค.ศ 1920 มีรายงานว่าพืชสาบหมาเป็นสาเหตุโรคเรื้อรังเกี่ยวกับการหายใจของม้าในฮาวาย ต่อมาประเทศออสเตรเลียพบกลุ่มของอาการโรคเดียวกันนี้ใน New South Wales และ Southern Queensland และเรียกโรคนี้ว่า “ Numinbah Horse Sickness หรือ Tallebudrya

Horse Disease” (Jones, 1954) โดยพบว่าพืชสาบหมาในระยะที่มีดอกมีความเป็นพิษต่อม้ามากกว่าในระยะที่ไม่มีดอก ส่วน O’Sullivan (1979) ได้ทำการเลี้ยงม้าด้วยพืชสาบหมาเป็นประจำทุกวัน ซึ่งรวบรวมพืชในเดือนมีนาคมถึงตุลาคม พบว่ามีม้าหนึ่งตัวเกิดอาการไอหลังจากได้รับพืชนี้ในช่วงที่มีดอกที่ระยะเวลา 1 เดือน แต่เมื่อนำพืชมาผสมกับอาหารแล้วป้อนให้กระต่าย แกะ และหนู ไม่พบอาการหรือเนื้อเยื่อที่ผิดปกติที่ระยะเวลา 52 วัน ส่วนการศึกษาของ Verma *et al.* (1980) ได้ทดลองเลี้ยงลูกวัวด้วยพืชสาบหมาในระยะเริ่มแรกลูกวัวไม่ยอมรับ แต่หลังจาก 5-6 วันสามารถบริโภคได้ถึง 5 กิโลกรัมของน้ำหนักพืชสด จากนั้นที่ระยะเวลา 14 วัน เกิดอาการไม่ยอมรับอาหาร เกิดการสำรอกอาหาร ทำให้มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต และยังมีผลต่อความไวของแสง ต่อมาที่ Queensland ประเทศออสเตรเลีย Sani *et al.* (1992) ได้นำใบสาบหมาซึ่งทำให้เย็นจัดและแห้ง (freeze dry) ไปป้อนให้หนูกิน พบว่าสาบหมาทำให้เกิดเนื้อเยื่อที่ผิดปกติในตับแต่ไม่เกิดในปอด แต่มีรายงานของ Oelrichs *et al.* (1995) พืชชนิดนี้เป็นสาเหตุสำคัญของโรคเรื้อรังเกี่ยวกับปอดในม้าในออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และหิมาลายา โดยแสดงอาการแผลที่ปอดกับหนูทดลอง เมื่อทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เกิดแผลที่ตับค่อนข้างมากกว่าปอด จึงทำการสกัดสารพิษจากพืชสาบหมาจากใบที่ทำให้แห้งเย็นจัดและแห้ง ซึ่งได้รวบรวมจาก Queensland และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -30°C ปริมาณ 100 กรัมให้สารพิษบริสุทธิ์ (pure toxin) 737 มิลลิกรัม ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างทางเคมีคือ 9-oxo-10,11 dehydroagerophorone (ภาพที่ 1) จากนั้นนำสารดังกล่าวมาทดสอบกับหนูที่ขนาด 350 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าทำให้เกิดพิษต่อดับของหนูในเวลา 2 วัน ต่อมาสีตับเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (jaundice) ที่ระยะเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นห้าปี Katoch *et al.* (2000) ได้ศึกษาสาบหมาโดยเก็บรวบรวมใบในช่วงที่มีดอก แล้วทำให้เย็นจัดและแห้ง แล้วใช้เลี้ยงหนูเพศผู้อัตราส่วน 25% (w/w) ติดต่อกันเป็นเวลา 2 วัน พบว่าเกิดพิษต่อดับ ทำให้เกิดแผล (necrosis) และตับเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (jaundice) ในเวลา 24-30 ชั่วโมง ต่อมาที่ 48 ชั่วโมง มีระดับ bilirubin ในเลือดสูงขึ้น เกิด Cholestasis ในหนู และสารพิษสามารถทนที่ความร้อน 60°C (Kaushal, 1996) นอกจากนี้พืชสาบหมาที่พบบริเวณใกล้ที่อยู่อาศัยของมนุษย์ มีรายงานว่าบางคนเกิดอาการแพ้ในช่วงที่มีดอกคือเดือนมีนาคมถึงเมษายนในเขตเมือง Himachal Pradesh ของประเทศอินเดีย



9-Oxo-10,11-dehydroagerophorone

ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารพิษจากพืชสาบหมา (Oelrichs *et al.*, 1995)

2. เทียนบ้าน (Rose balsam) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก มีชื่ออื่นๆ เรียกว่า เทียนดอก เทียนสวน เทียนไทย อยู่ใน Family Balsaminaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Impatiens balsamina* Linn. เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในประเทศอินเดีย (ภาพที่ 2 ข)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (วุฒิ, 2540)

ลำต้น : ลำต้นมีสีเขียวอ่อนโปร่งแสง

ใบ : ใบเดี่ยวรูปหอกกลับขอบจัก สีเขียวเข้มกว่าต้น

ดอก : ดอกเดี่ยวมีหลายสี เช่น สีชมพู ขาว แดง นิยมใช้ดอกสีขาวทำยา

ผล : ผลกลมหรือรูปกระสวย เปลือกชุ่มน้ำเมื่อแก่จะแตกออก เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม

สรรพคุณ :

ลำต้น รสเผื่อน มีสรรพคุณช่วยขับลม ทำให้เส้นเอ็นคลายตัว ทำให้เลือดเดินสะดวก แก้ปวด แก้เหน็บชา แก้แผลเน่าเปื่อย บวม เป็นพิษ แก้ปวดข้อ ทำให้อาเจียน ขับปัสสาวะ

ใบ รสเผื่อนมีสรรพคุณช่วย ระบายลม ฟอกเลือด แก้บวม แก้ปวดตามข้อ แก้เจ็บปวดเนื่องจากการกระทบกระแทก แก้ฝีประคำร้อย แก้แผลมีหนองเรื้อรัง แก้บิดมูกเลือด

ดอก รสเผื่อนและเย็น มีสรรพคุณช่วยระบายลม ฟอกเลือด ลดบวม แก้ปวดข้อ ปวดเอว ปวดก่อนมีระดู เป็นยาเย็นบำรุงร่างกาย ทาแผลน้ำร้อนลวก แผลพุพอง

เมล็ด รสขม มีสรรพคุณช่วย กระจายเลือด ขับเสมหะขึ้นๆ ขับระดู ละลายกระดูก แก้ก้างติดคอ แก้พิษงู แก้แผลติดเชื้ออักเสบเรื้อรัง แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก แก้บวม แก้ตับแข็ง

ราก รสเผื่อนเมา มีสรรพคุณช่วยฟอกโลหิต ลดบวม แก้ปวดกระดูก แก้ไข้บวม แก้ตกขาว แก้ตักเลือด

ความเป็นพิษ : เท่าที่ทราบยังไม่มีรายงานว่าเป็นพิษ



ภาพที่ 2 ลักษณะพืชสมุนไพร ก) สาบหมา (crofton weed; *Eupatorium adenophorum*)

ข) เทียนบ้าน (rose balsam; *Impatiens balsamina*)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

หนูในการทดลองครั้งนี้คือหนูขาว พันธุ์ Sprague-Dawley อายุประมาณ 5-6 สัปดาห์ น้ำหนัก 150-200 กรัม สั่งซื้อจากสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล แล้วนำมาเลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลอง อาคารเฉลิมพระเกียรติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นห้องที่ตั้งระบบควบคุมอุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และให้แสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์เพื่อให้หนูทดลองได้ปรับสภาพร่างกายก่อนทำการทดลอง

การเตรียมพืชสมุนไพร

เก็บรวบรวมพืชสมุนไพร 2 ชนิดคือสาบหมาและเทียนบ้าน คัดเลือกพืชโดยดูจากผลงานวิจัยที่ผ่านมา (นุชนารถ และคณะ, 2544) ว่ามีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืช และเป็นพืชที่พบอยู่ทั่วไป ขยายพันธุ์ง่าย โดยรวบรวมจากที่ขึ้นเองธรรมชาติ และจากการปลูก นำมาตากแดดให้แห้งหรืออบที่อุณหภูมิ 60°C แล้วสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent) 3 ครั้ง โดยใช้พืชแห้ง 1 กิโลกรัม แช่วในตัวทำละลาย 24 ชั่วโมง แล้วระเหยตัวทำละลายออกด้วย Rotary evaporator ได้สารสกัดหยาบ (crude extracts) จากนั้นทำให้เย็นจัดและแห้ง (freeze dry) ได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นผง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4°C โดยแบ่งตามชนิดและส่วนของพืชที่ใช้ สกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ดังนี้

พืชสมุนไพร	ส่วนของพืช	ระยะของพืช	ตัวทำละลาย	แหล่ง
สาบหมา : crofton weed (<i>Eupatorium adenophorum</i>)	เหนือดิน	ก่อนออกดอก	อะซิโตน	ศูนย์ฯหนองหอย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่
เทียนบ้าน : rose balsam (<i>Impatiens balsamina</i>)	ทั้งต้น	กำลังออกดอก	เอทานอล	เรือนเพาะชำ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองครั้งนี้แบ่งเป็น 3 การทดลอง คือ

- 1) การทดสอบความเป็นพิษเบื้องต้นของสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านกับหนูขาว โดยใช้ขนาดที่ทำให้หนูตายจำนวน 1 ขนาด (one lethal dose)
- 2) ศึกษาขนาดของสารสกัดสาบหมาที่มีผลต่ออาการพิษที่จะเกิดขึ้นจำนวน 5 ขนาด
- 3) ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรังทางปากของสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้าน ซึ่งก่อนการทดลองทุกครั้ง ได้เตรียมหนูทดลองโดยการงดน้ำและอาหาร 1 คืนจากนั้นจึงให้น้ำและอาหารหลังจากให้สารสกัดกับหนูแล้วเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ปริมาณอาหารที่ให้หนู (rat meal) คือ 40 กรัมต่อหนู 1 ตัวต่อวัน

การทดลองที่ 1 การทดสอบเบื้องต้นถึงขนาดของสารสกัดที่เป็นพิษทำให้หนูตาย

ใช้วิธีมาตรฐานที่ชื่อว่า Hippocratic Screening Test (Malone and Robichaud, 1962) โดยการนำสารสกัดจากสาบหมาและเทียนบ้านที่เตรียมไว้มาละลายใน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของ Carboxy Methyl Cellulose (CMC) ให้ได้ขนาด 5,000 มิลลิกรัม (มก.) ต่อกิโลกรัม (กก.) ของน้ำหนักหนู (ดูการคำนวณในภาคผนวก) แล้วนำมาทดสอบกับหนูเพศผู้โดยการฉีด (injection) เข้าที่บริเวณเขี้ยวช่องท้องในตำแหน่งบนซ้ายของท้องหนูและมี 0.5% CMC เป็นชุดควบคุม (Control) แบ่งการทดสอบเป็น 2 ตอน คือ

- 1.1 ทดสอบกับหนูเพศผู้ ที่ขนาดของสารสกัดจากสาบหมาและเทียนบ้าน 5,000 มก./กก. จำนวน 2 ตัวต่อชนิดของสารสกัด
- 1.2 ทดสอบกับหนูเพศผู้และเพศเมียที่ขนาดของสารสกัดสาบหมา จำนวน 5 ขนาด คือ 5,000, 2,500, 1,000, 500 และ 250 มก./กก. (ดูวิธีคำนวณในภาคผนวก) จำนวน 6 กรรมวิธีๆ ละ 2 ตัว (หนูเพศผู้ 1 ตัวและเพศเมีย 1 ตัว) ซึ่งกรรมวิธีในการทดลองมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	ชุดควบคุม (0.5% CMC)
กรรมวิธีที่ 2	สารสกัดที่ขนาด 5,000 มก./กก.
กรรมวิธีที่ 3	สารสกัดที่ขนาด 2,500 มก./กก.
กรรมวิธีที่ 4	สารสกัดที่ขนาด 1,000 มก./กก.
กรรมวิธีที่ 5	สารสกัดที่ขนาด 500 มก./กก.
กรรมวิธีที่ 6	สารสกัดที่ขนาด 250 มก./กก.

สถานที่ทำวิจัย ห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันวิจัย
จุฬารักษ์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การบันทึกข้อมูล

สังเกตและประเมินพฤติกรรมของหนู หรืออาการพิษที่เกิดขึ้นตามวิธีมาตรฐานโดยใช้แบบบันทึกชื่อ Standard Working Sheet for Hippocratic Screening (ดังภาคผนวก) อาทิเช่น การเคลื่อนไหว การเดิน การปิ่นเกาะ การรับรู้ความรู้สึกเจ็บ และสังเกตพฤติกรรมของหนูทุกวัน พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักหนู เมื่อครบ 7 วัน ทำการผ่าซากและชั่งน้ำหนักอวัยวะภายในของหนูได้แก่ ปอด หัวใจ ตับ ม้าม ต่อมหมวกไต ไต และอวัยวะสืบพันธุ์ (ภาพที่ 3) แล้วนำค่าที่ได้แสดงผลในรูปกราฟเส้น และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SX version 3.5



ภาพที่ 3 ลักษณะอวัยวะภายในของหนู a) ตับ b) หัวใจ c) ปอด d) ม้าม e) ต่อมหมวกไต f) ไต และ g) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

การทดลองที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก (Acute oral toxicity test)

เตรียมสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้าน ที่ขนาด 5,000 มก./กก.ของน้ำหนักรูหนู และทดสอบกับหนูขาวเพศผู้ จำนวน 30 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 180 ± 2 กรัม โดยใช้เจ็มน้ำอาหาร เบอร์ 16 ซึ่งใช้ห่อต่อถึงกระเพาะ ทำให้ตัวยาไม่สัมผัสกับช่องปาก หรือหลอดอาหาร วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 กรรมวิธีฯ ละ 10 ซ้ำ ทุกกรรมวิธีป้อนสารเพียงครั้งเดียว และกรรมวิธีในการทดลองมีดังนี้

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| กรรมวิธีที่ 1 | ชุดควบคุม (0.5%CMC) |
| กรรมวิธีที่ 2 | สารสกัดสาบหมาขนาด 5,000 มก./กก. |
| กรรมวิธีที่ 3 | สารสกัดเทียนบ้านขนาด 5,000 มก./กก. |

การบันทึกข้อมูล

บันทึกพฤติกรรมของหนูหรืออาการพิษที่อาจเกิดขึ้นหลังจากป้อนสารเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 การทดสอบความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังทางปาก (Subchronic oral toxicity test)

ทดสอบสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านที่ขนาด 1,000 มก./กก.ของน้ำหนักรู กับหนูขาวเพศผู้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 180 ± 2 กรัม โดยใช้เจ็มป้อนอาหาร ซึ่งมีท่อต่อถึงกระเพาะ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 หนู ทุกกรรมวิธีป้อนสารทุกวันเป็นเวลา 28 วัน ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (0.5%CMC)
- กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดสาบหมาขนาด 1,000 มก./กก.
- กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดเทียนบ้านขนาด 1,000 มก./กก.

การบันทึกข้อมูล

สังเกตและบันทึกพฤติกรรมหนูหลังจากป้อนสารตามวิธีมาตรฐาน (ดังภาคผนวก) จากนั้นสังเกตทุก 7 วัน และชั่งน้ำหนักหนูทุกวัน เมื่อครบ 28 วัน ทำการผ่าซากและชั่งน้ำหนักอวัยวะภายในของหนู แล้วนำค่าที่ได้แสดงผลในรูปแบบตารางหรือกราฟเส้น และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดสอบเบื้องต้นถึงขนาดของสารสกัดที่เป็นพิษทำให้หนูตาย

1.1 ทดสอบกับหนูเพศผู้ ที่ขนาดของสารสกัดจากสาบหมาและเทียนบ้าน 5,000 มก./ กก.

จากการทดสอบเบื้องต้นของสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านกับหนูเพศผู้ พันธุ์ Sprague-Dawley โดยการฉีดสารสกัดที่ขนาด 5,000 มก./กก.ของน้ำหนักรูหนู และวัดผลอาการพิษที่ทำให้หนูทดลองตายหลังจากได้รับสารดังกล่าว ผลปรากฏว่าสารสกัดสาบหมาทำให้หนูตายในเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดเทียนบ้าน ไม่พบอาการพิษที่ผิดปกติ

1.2 ทดสอบกับหนูเพศผู้และเพศเมียที่ขนาดของสารสกัดสาบหมา จำนวน 5 ขนาด

การทดสอบอาการพิษของสารสกัดสาบหมาที่ขนาดต่างๆ กับหนูเพศผู้และเพศเมีย พบว่าขนาดที่ทำให้หนูตาย คือ 5,000, 2,500 และ 1,000 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักรูหนู หลังจากให้สารสกัดสาบหมาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง และในช่วง 10-15 ชั่วโมงตามลำดับ โดยพบว่าหนูอาการเริ่มแรกเคลื่อนไหวช้าลง การปัสสาวะและการพลิกตัวไม่ปกติ การรับรู้ความรู้สึกเจ็บน้อยลง ต่อมาหนูเริ่มไม่เคลื่อนไหว เปลือกตาเริ่มปิดครึ่งหนึ่ง มีน้ำตาไหล และตายในที่สุด ในขณะที่สารสกัดสาบหมาขนาด 500 และ 250 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักรูหนู ไม่พบอาการพิษที่ผิดปกติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 1) เมื่อผ่าซากหนูไม่พบเนื้อเยื่อที่ผิดปกติของอวัยวะภายในของหนู

ตารางที่ 1 อาการพิษเบื้องต้นของสารสกัดสาบหมากับหนูเพศผู้และเพศเมียจำนวน 5 ขนาด

ชนิดของสาร	ขนาด (มก./กก.)	เพศ (sex)	Dead/ Treat	อาการ (symptom)
ชุดควบคุม	0	M	0/1	ปกติ
		F	0/1	ปกติ
สาบหมา	5,000	M	1/1	ตาย (3 ชั่วโมง)
		F	1/1	ตาย (3 ชั่วโมง)
	2,500	M	1/1	ตาย (4 ชั่วโมง)
		F	1/1	ตาย (4 ชั่วโมง)
	1,000	M	1/1	ตาย (10-15 ชั่วโมง)
		F	1/1	ตาย (10-15 ชั่วโมง)
	500	M	0/1	ปกติ
		F	0/1	ปกติ
	250	M	0/1	ปกติ
		F	0/1	ปกติ

การทดลองที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปาก (acute oral toxicity test)

จากการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากกับหนูเพศผู้ โดยการป้อนสารสกัดหยาบจากสาบหมาและเทียนบ้านที่ขนาด 5,000 มก./กก.ของน้ำหนักรูหนู จำนวน 10 ตัวต่อกรรมวิธี (ให้สารสกัดครั้งเดียว) ผลปรากฏว่าไม่พบอาการพิษหลังจากให้สารสกัดในช่วงระยะเวลา 7 วัน และน้ำหนักตัวของหนูไม่แตกต่างทางสถิติในระหว่างกลุ่มที่ป้อนสารสกัดและชุดควบคุม (ตารางที่ 2) เมื่อทำการผ่าซากหนูพบว่าอวัยวะภายในของหนูส่วนใหญ่ปกติ มีเพียงม้ามที่มีน้ำหนักลดลงทั้งที่ป้อนด้วยสารสกัดสาบหมาและป้อนด้วยสารสกัดเทียนบ้าน และน้ำหนักปอดสูงขึ้นที่ป้อนด้วยสารสกัดสาบหมา โดยมีผลแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านขนาด 5,000 มก./กก.ของน้ำหนักรูหนู ที่ระยะเวลา 7 วันหลังป้อนสารสกัด

ระยะเวลาหลัง ให้สารสกัด (วัน)	น้ำหนักเฉลี่ยของหนู (กรัม) ¹					
	ชุดควบคุม (0 มก./กก.)		สาบหมา (5,000 มก./กก.)		เทียนบ้าน (5,000 มก./กก.)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	199	9.9	203	9.8	201	10.4
2	205	9.0	201	9.7	207	9.4
3	205	9.3	194	9.9	201	9.8
4	209	10.3	194	11.0	202	9.9
5	215	9.6	200	10.4	213	8.9
6	222	7.8	209	9.7	224	10.2
7	216	10.1	209	11.1	219	10.2

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบอวัยวะภายในของหนูหลังจากป้อนสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านกับหนู ขนาด 5,000 มก./กก. ของน้ำหนักหนู ที่ระยะเวลา 7 วัน

อวัยวะภายใน	น้ำหนักเฉลี่ยของอวัยวะต่อน้ำหนักหนู 100 กรัม ¹					
	ชุดควบคุม (0 มก./กก.)		สาบหมา (5,000 มก./กก.)		เทียนบ้าน (5,000 มก./กก.)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ปอด	0.49	0.02	0.54 ^a	0.08	0.46	0.03
หัวใจ	0.48	0.02	0.48	0.06	0.48	0.04
ตับ	6.08	0.74	6.01	0.72	6.40	0.39
ม้าม	0.32	0.02	0.28 ^a	0.03	0.28 ^a	0.02
ต่อมหมวกไต(x1000)	21.78	2.17	19.91	1.84	19.82	3.40
ไต	1.17	0.12	1.04	0.24	1.03	0.03
อวัยวะสืบพันธุ์	1.37	0.21	1.31	0.24	1.34	0.05

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

^a มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

การทดลองที่ 3 การทดสอบความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังทางปาก (Subchronic oral toxicity test)

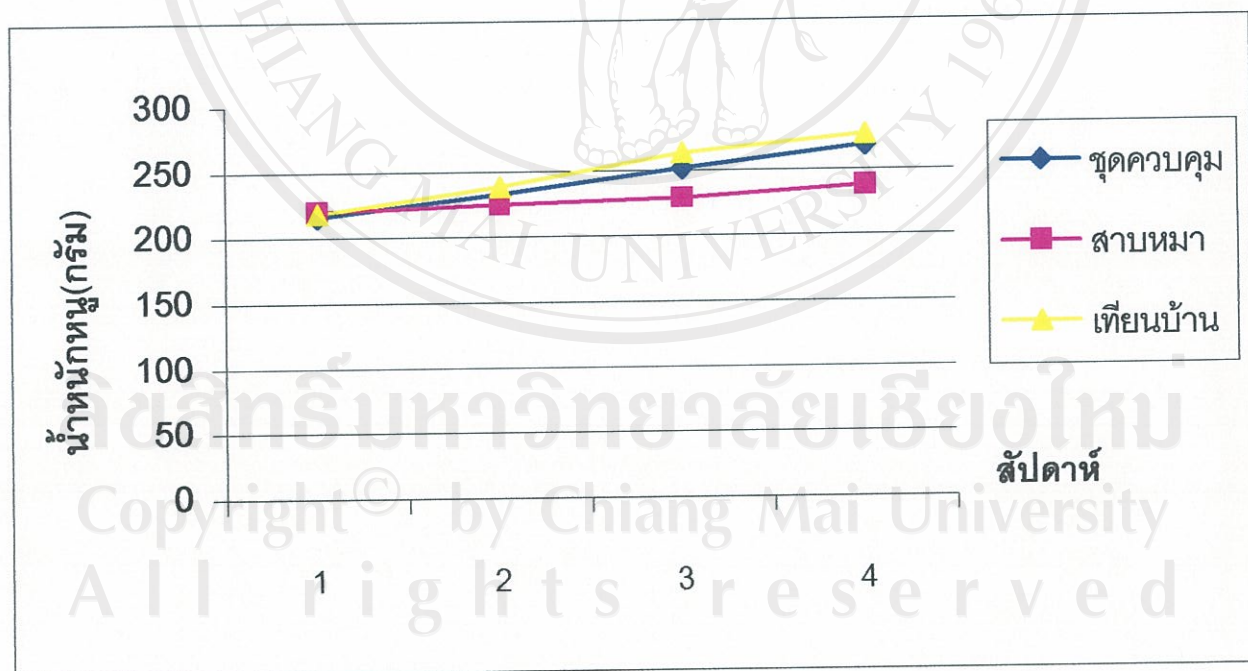
จากการทดสอบความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังทางปากกับหนูเพศผู้ โดยป้อนสารสกัดหยาบจากสาบหมาและ เทียนบ้านที่ขนาด 1,000 มก./กก. ของน้ำหนักหนู จำนวน 10 ตัวต่อกรรมวิธี (ชนิดของสารสกัด) ผลปรากฏว่าไม่พบอาการพิษภายหลังการให้สารสกัดเป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีเพียงน้ำหนักตัวของหนูที่ให้สารสกัดสาบหมาลดลงเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4) ส่วนกลุ่มที่ให้สารสกัดเทียนบ้านให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม เมื่อทำการผ่าซากหนูผลปรากฏว่าทุกกลุ่มที่ให้สารสกัดไม่พบอวัยวะภายในของหนูที่ผิดปกติ (ภาพที่ 5) แต่น้ำหนักอวัยวะของหนูที่ป้อนด้วยสารสกัดสาบหมาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งมีน้ำหนักอวัยวะของปอด ตับ ม้าม ไต และอวัยวะสืบพันธุ์เท่ากับ 0.52, 7.99, 0.47 และ 1.35 กรัมต่อน้ำหนักหนู 100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ส่วนน้ำหนักอวัยวะของหนูที่ป้อนด้วยสารสกัดเทียนบ้านให้ผลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านขนาด 1,000 มก./กก. ของน้ำหนักหนูเป็นเวลา 4 สัปดาห์หลังป้อนสารสกัด

ระยะเวลาหลัง ให้สารสกัด (สัปดาห์)	น้ำหนักเฉลี่ยของหนู (กรัม) ¹					
	ชุดควบคุม (0 มก./กก.)		สาบหมา (1,000 มก./กก.)		เทียนบ้าน (1,000 มก./กก.)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	216	10.12	220	15.81	219	9.14
2	233	4.86	225	16.83	239	10.0
3	251	11.0	228	16.17	264	13.34
4	269	6.69	238	12.96	277	14.94

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)



ภาพที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของหนูเพศผู้หลังจากให้สารสกัดหยาบจากสาบหมาและเทียนบ้าน ที่ขนาด 1,000 มก./กก. ของน้ำหนักหนู เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังป้อนสารสกัด

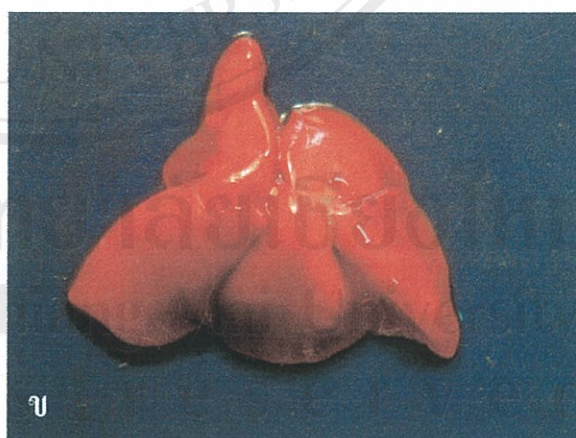
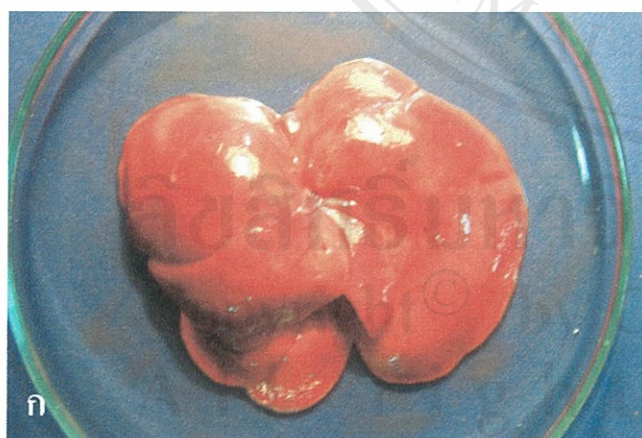
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบอวัยวะภายในของหนูหลังจากป้อนสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านกับหนู ขนาด 1,000 มก./กก. ของน้ำหนักหนู เป็นเวลา 4 สัปดาห์

อวัยวะภายใน 4 สัปดาห์	น้ำหนักเฉลี่ยของอวัยวะต่อน้ำหนักของหนู 100 กรัม ¹					
	ชุดควบคุม (0 มก./กก.)		สาบหมา (1,000 มก./กก.)		เทียนบ้าน (1,000 มก./กก.)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ปอด	0.39	0.03	0.52 ^a	0.05	0.42	0.04
หัวใจ	0.39	0.02	0.42	0.02	0.41	0.04
ตับ	4.94	0.47	7.99 ^a	0.40	4.56	0.28
ม้าม	0.26	0.01	0.47 ^a	0.04	0.27	0.02
ต่อมหมวกไต(x1000)	17.36	1.53	21.27	4.68	19.51	3.66
ไต	0.95	0.06	1.19 ^a	0.09	0.90	0.09
อวัยวะสืบพันธุ์	1.11	0.18	1.35 ^a	0.12	1.21	0.11

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

^a มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

SD= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)



ภาพที่ 5 ลักษณะอวัยวะของตับ (ก) และ ปอด (ข) ของหนูที่ปกติหลังจากให้สารสกัดหยาบจาก สาบหมาทุกวัน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

สรุปผลและวิจารณ์

สารสกัดด้วยอะซิโตนจากส่วนเหนือดินของพืชสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) ซึ่งเก็บรวบรวมจากศูนย์ฯ หนองหอย ในระยะก่อนออกดอก และสารสกัดด้วยเอทานอลจากทุกส่วนของต้นเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina*) ซึ่งเก็บรวบรวมในระยะมีดอก จากเรือนเพาะชำ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นำมาทดสอบความเป็นพิษเบื้องต้นกับหนูเพศผู้ พันธุ์ Sprague-Dawley ที่ขนาด 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนูด้วยการฉีด (injection) เข้าบริเวณเขื่อนช่องท้องในตำแหน่งบนซ้ายของท้องหนู พบว่าสารสกัดสาบหมามีผลทำให้หนูตายภายใน 3 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดเทียนบ้านไม่พบอาการผิดปกติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม จึงนำสารสกัดจากสาบหมาศึกษาต่อไป โดยทดสอบปริมาณของสารสกัดเป็น 5 ขนาด พบว่าขนาดที่ทำให้หนูตายคือ 5,000, 2,500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู โดยพบว่าหนูเริ่มเคลื่อนไหวช้าลง การป้อนและการพลิกตัวไม่ปกติ การรับความรู้สึกเจ็บน้อยลง ต่อมาหนูไม่เคลื่อนไหว เปลือกตาเริ่มปิดครึ่งหนึ่ง มีน้ำตาไหล และตายในที่สุด ส่วนที่ขนาด 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู ไม่พบอาการผิดปกติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม จากผลการทดลองสังเกตได้ว่าการให้สารสกัดโดยการฉีดทำให้หนูได้รับสารหรือสัมผัสสารโดยตรงและมีผลทำให้หนูเกิดการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้านกับหนูเพศผู้ ที่ขนาด 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู (ให้สารสกัดครั้งเดียว) โดยการให้เข็มป้อนอาหาร ผลปรากฏว่าหนูไม่แสดงอาการพิษ ภายในช่วงระยะเวลา 7 วัน น้ำหนักตัวของหนูไม่แตกต่างจากชุดควบคุม เมื่อตรวจอวัยวะภายในของหนูไม่พบเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ แต่น้ำหนักม้ามลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการป้อนสารสกัดทางปากไม่มีผลทำให้เกิดพิษกับหนู ดังที่พบในวิธีที่ใช้การฉีด อาจเป็นเพราะการป้อนสารทางปากหนูได้รับพิษจากสารสกัดช้ากว่าการฉีด อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะสารสกัดที่เข้าทางปากถูกขับพิษออกโดยขบวนการย่อยอาหาร หรือการขับถ่าย แต่การฉีดนั้นพิษของสารเข้าไปในกระแสเลือด อย่างไรก็ตามก็มีความเป็นไปได้ที่ความเป็นพิษของพืชอาจขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์ หรือแหล่งถิ่นอาศัย และการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลต่อชนิดและปริมาณของสาร แม้ว่าพืชชนิดเดียวกันหากนำไปปลูกในสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน ก็อาจสร้างสารประกอบต่างกัน ทำให้องค์ประกอบสำคัญในพืชเปลี่ยนไป (Kual and Vats, 1998) Farhat et al. (2001) ได้รายงานว่าความเป็นพิษของสารสกัดจากเสก (*Salvia libanotica*) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะของพืช โดยพบว่าช่วงเดือนมกราคม (winter) มีความเป็นพิษมากที่สุด (LD₅₀: 839 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู) ส่วนเดือนเมษายน (Spring) มีความเป็นพิษต่ำสุด (LD₅₀: 1200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู)

จากการศึกษาความเป็นพิษกึ่งเรื้อรังทางปาก (subchronic oral toxicity test) ของสารสกัดสาบหมาและเทียนบ้าน ที่ขนาด 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู โดยการป้อนสารสกัดทุกวัน ผลปรากฏว่าสารสกัดทั้ง 2 ชนิดไม่ทำให้เกิดอาการพิษหรือทำให้น้ำหนักตัวของหนูตายภายในเวลา 4 สัปดาห์ แต่พบว่าสารสกัดสาบหมามีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหนู ทำให้น้ำหนักตัวของหนูลดลง เนื่องจากหนูกินอาหารน้อยลง หรือเบื่ออาหาร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Verma *et al.* (1980) ได้รายงานว่า ลูกวัวที่เลี้ยงด้วยสาบหมา ในระยะแรกๆ ลูกวัวไม่แสดงอาการผิดปกติแต่หลังจากนั้น 5-6 วัน เมื่อลูกวัวบริโภคพืชดังกล่าวปริมาณ 5 กิโลกรัม (พืชสด) หลังจากนั้น 14 วัน ลูกวัวเกิดอาการไม่รับอาหาร สำนอกอาหาร จึงทำให้ลูกวัวไม่เจริญเติบโต สำหรับการทดสอบผลของสารสกัดจากเทียนบ้าน พบว่าน้ำหนักตัวของหนูไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ส่วนน้ำหนักอวัยวะของหนูที่ถูกป้อนด้วยสารสกัดจากสาบหมา พบว่าไม่มีเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ แต่น้ำหนักของตับ ปอด ม้ามและไตและอวัยวะสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ทั้งนี้อาจเป็นผลจากน้ำได้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อและ/หรือเกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์ขึ้นทำให้น้ำหนักอวัยวะเพิ่มขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและน้ำหนักอวัยวะของหนูด้วย จากผลการทดลองดูเหมือนว่าสารสกัดทั้งสองจะไม่ใช่พิษที่ขนาด 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเป็นพิษของพืชสาบหมาส่วนใหญ่พบในระยะที่มีดอก ดังรายงานของ O'Sullivan *et al.* (1995) ได้กล่าวไว้ว่าพืชสาบหมาในระยะมีดอกมีความเป็นพิษต่อมามากกว่าระยะที่ไม่มีดอก สำหรับเทียนบ้านจากการตรวจเอกสาร ไม่พบรายงานเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารสกัดเทียนบ้านจึงอาจจะเชื่อได้ว่าสารสกัดจากพืชนี้ไม่เป็นอันตราย ส่วนสารสกัดจากสาบหมาในขนาด 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหากจะใช้ควรจะต้องทดสอบความเป็นพิษเรื้อรัง (chronic oral toxicity test) ที่ระยะเวลา 90 วันหรือมากกว่านั้น โดยมีการศึกษาเก็บตัวอย่างเลือดและนำไปตรวจทางโลหิตวิทยา พยาธิวิทยา หรือทางชีวเคมี รวมทั้งสกัดสารบริสุทธิ์ (purified toxin) และทดสอบฤทธิ์ด้านเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช (bioactive constituents) ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

- ศิริพร ชั่งสนธิพร. 2539. สาบหมา (*Eupatorium adenophorum* Spreng.). จดหมายข่าว สวทท. เอกสาร
 ทางกรมของสมาคมวิชาการวัชพืชแห่งประเทศไทย. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการ.
 13 (2) : 6.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. ร่วมอนุรักษ์มรดกไทย สารานุกรมสมุนไพร. กรุงเทพฯ. 618 หน้า.
- Farhat, G.N., N.I. Affara., and H.U. Goli-Muhtasib. 2001. Seasonal changes in the composition of the
 essential oil extract of East Mediteranean sage (*Salvia libanotica*) and its toxicity in mice.
 Toxicon 39: 1601-1605.
- Jone, NLC.1994. Numinbah horse sickness. Institute of Inspectors of stock of N.S.W. Year Book. 80-84
- Katoch, R. O. P. Sharma., K. R. Dawra., and P. K. Nitin. 2000. Hepatotoxicity of *Eupatorium
 adenophorum* to rats. Toxicon 38: 309-314.
- Kaushal, V.1996. Studies on biochemical action of *Eupatorium adenophorum* toxins in animal
 system. MSC Thesis, HPKV, Palampur. India.
- Kual, V.K. and S. Vats. 1998. Essential oil composition of *Bothiochloa pertusa* and phyletic
 relationship in aromatic grasses. Biochemical Systematic Ecology 26: 347-356.
- Malone, M.H. and R. C. Robichaud. 1962. A Hippocratic Screen for Pure or Crude Drug Materials.
 Lloydia 25 :320-332.
- Oelrichs, P.B., C.A. Calanasan., J.K. Macleod., A.A. Seawright and J.C. Ng.1995 Isolation of a
 Compound from *Eupatorium adenophorum* (Spreng.) causing hepatotoxicity in mice. Nat
 Toxins 3(5): 350-4.
- O' Sullivan, BM.1979. Crofton weed (*Eupatorium adenophorum*) toxicity in horse. Aust Vet J 55:
 19-21.
- Sani, Y., PAW Harper., R.L. Cook., A.A. Seawright and J.C. Ng. 1992. The toxicity of *Eupatorium
 adenophorum* for the liver of the mouse. In: James LF, Keeler RF Bailey EM Jr, Cheek PR.
 Hegarty MP, eds. Poisonous Plants. Proceedings of the Third
 International Symposium 23-29 July 1989. Ames, Iowa. Iowa State University Press,
 626-629.
- Verma, A., BPS. Yadava and KT. Sampath 1987. Possible use of *Eupatorium adenophorum*
 Spreng. in animal feeding. Ind J Anim Nutr 4: 189-192.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

1. กำหนดขนาดที่ใช้ทดสอบ (Malone and Robichaud, 1962) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขนาดดังนี้

1.1 ขนาดที่ทำให้หนูตาย (lethal dose) จำนวน 1 ขนาดหรือขนาดสูง (large dose) ที่ใช้คือ

5,000 mg

1.2 ขนาดที่ไม่มีผลต่อหนู (ineffect dose) จำนวน 1 ขนาด

คำนวณได้จากปริมาณสารที่ใช้ $5,000 / 100 \text{ ml} = 50 \text{ mg/ml}$

ดังนั้นถ้า 1 ml ปริมาณสารที่ใช้ 50 mg

เมื่อหนูน้ำหนัก 200 g ปริมาณสารที่ใช้ 50 mg

ถ้าหนูน้ำหนัก 1,000 g ปริมาณสารที่ใช้ $50 \times 1,000 / 200 = 250 \text{ mg/kg}$

ดังนั้นขนาดต่ำ (small dose) ที่ใช้คือ 250 mg/kg

1.3 ขนาดที่มีผลต่อหนู (effect dose) จำนวนอย่างน้อย 3 ขนาด

หรือเขียนขนาดในรูปอนุกรม คือ (250), (.....), (.....), (.....), (5,000) mg/kg

จากนั้นหาขนาดระหว่าง 250 และ 5,000 mg/kg

สามารถคำนวณได้จากสูตร $F = \text{increment factor} = \sqrt[r]{I} = \sqrt[4]{250}$

$I = \text{Interval} = \text{ขนาดสูง (large dose)} - \text{ขนาดต่ำ (small dose)} = 5,000 - 250 = 20$

$r = (\text{จำนวนขนาดในอนุกรมของ log}) - 1 = N - 1$ คือ $5 - 1 = 4$

$\log 20 = 1.301$; $1.301/4 = 0.3253$; $\text{antilog } 0.3253 = 2.1147 = F$

$250 \times 2.1147 = 528.675$

$528.675 \times 2.1147 = 1,117.989$

$1,117.989 \times 2.1147 = 2,364.2113$

$2,364.2113 \times 2.1147 = 4,999.5976$

ดังนั้น ขนาดที่ใช้ 5 ขนาดคือ 250, 500, 1,000 2,500 และ 5,000 mg/kg

2. เตรียมสารสกัดทดสอบกับหนู

สารสกัดที่ขนาด 5,000 mg/kg

ชั่งสารสกัด 12.5 g ละลายใน 0.5% CMC ปริมาณ 10 ml

ดังนั้น 1 ml ใช้สารสกัด 1,250 mg

สารสกัดที่ขนาด 1,000 mg/kg

ชั่งสารสกัด 12.5 g ละลายใน 0.5% CMC ปริมาณ 50 ml

ดังนั้น 1 ml ใช้สารสกัด 250 mg/kg

ตัวอย่าง หนูน้ำหนัก 1,000 g ใช้สาร 5,000 mg

ถ้าหนูน้ำหนัก 210 g ใช้สาร $5,000 \times 210 / 1,000 = 1050$ mg

ซึ่ง 1 ml ใช้สาร 1,250 mg

ถ้า 1,050 ml ใช้สาร $1,250 \times 1,050 / 1 = 0.84$ ml

ดังนั้นจะให้สารกับหนูตัวนี้ ปริมาณ 0.84 ml



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อยที่ 4

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรใน
พื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและพื้นที่สูง (ตอนที่ 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3015-3015 งบประมาณปี 2543-2545

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง และพื้นที่สูง
(ตอนที่ 3)

**Development of Health care Products from Medicinal Plants cultivated in the Royal
Project Area and Highland (Part 3)**

รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา ภูตะคาม

Associate Professor Dr. Krisana Pootakham

รองศาสตราจารย์ ดร.ยานี พงษ์ไพบูลย์

Associate Professor Dr. Yanee Pongpaibul

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรกำลังอยู่ในความนิยมของผู้บริโภค น้ำมันหอมระเหยก็เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยอีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมทั้งในธุรกิจการนวดและสปา น้ำมันหอมระเหย เช่น Rosemary, Lavender, Geranium และ Ylang Ylang ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย ทำให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้โดยช่วยให้ผ่อนคลาย สดชื่น กระปรี้กระเปร่า มีชีวิตชีวา สามารถใช้บำบัดอาการไม่สบายทั้งทางร่างกายและจิตใจ ได้นำน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการหลวง เช่น Lavender Rosemary และ Geranium มาทดลองตั้งตำรับน้ำมันหอมระเหย โดยการผสมน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วนต่างๆ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ เช่น Ylang Ylang, Orange, Cinnamon และ Chamomile fragrance เลือกไว้ 5 สูตร นำไปทดสอบความพึงพอใจในเรื่องกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยผสมในอาสนมัคร คัดเลือกได้สูตรที่เป็นที่นิยมมากที่สุด 1 สูตร ผสมน้ำมันพาหะโดยใช้น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน, Jojoba, Sweet almond, Avocado, Grapeseed, Apricot, Olive, Evening primrose และ Vitamin E ในสัดส่วนต่างๆ แล้วคัดเลือกมา 1 สูตร ผสมกับน้ำมันหอมระเหยผสมที่คัดเลือกไว้ นำน้ำมันหอมระเหยมาทดสอบความคงสภาพและความพึงพอใจของอาสนมัคร จากผลงานวิจัยได้น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย Lavender, Orange และ Chamomile fragrance และผสมในน้ำมันพาหะผสมในอัตราส่วน 2%

Abstract

Nowadays, health care products from medicinal plants are very popular among consumers. Herbal massage oil, one product from essential oils, is also well known in massage and spa. Essential oils, ingredients in herbal massage oils, such as rosemary, lavender, geranium and ylang ylang, help the consumers to gain good health by relaxing, energizing and refreshing and also diminish physical and mental ailment. Essential oils, distilled from aromatic plants cultivated in the Royal Project area such as lavender, rosemary and geranium, were formulated by mixing various ratio of these oils together with other essential oils such as ylang ylang, orange, cinnamon and chamomile fragrance. Five formulars of mixed essential oils were selected to perform the preference test by volunteers for odour of herbal massage oils. One formular of mixed essential oils was selected and then blended with mixed carrier oils (sunflower, jojoba, sweet almond, avocado, grapeseed, appricot, olive, evening primrose and vitamin E). Stability and preference tests of selected herbal massage oil were performed. Herbal massage oil composed of lavender, orange and chamomile fragrance mixed in the selected carrier oil at the ratio of 2:98 was selected by volunteers.

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
กรรมวิธีทดลอง	9
ผลการวิจัย	12
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	16
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทนำ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (health care products) เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น ในขณะที่ความนิยมผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรของผู้บริโภคก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีองค์ประกอบที่ได้มาจากสารสกัดพืชสมุนไพรวางจำหน่ายมากมายทั้งในรูป ยา อาหาร เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์สுகนธบำบัด (aromatherapy products)

ในปี ค.ศ. 1998 ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มาจากธรรมชาติมีส่วนแบ่งในตลาดของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในสหรัฐอเมริกาถึง 12% หรือ 2.85 billion และคาดว่าจะมีตลาดเพิ่มขึ้นประมาณ 9-10 % ในอีก 3 ปี สำหรับประเทศไทยตลาดผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรก็เติบโตอย่างรวดเร็วทั้งที่นำเข้าและผลิตเองในประเทศ ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีพืชสมุนไพรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ก็ตาม แต่ยังคงขาดการวิจัยและพัฒนาอย่างจริงจังเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่น่าใช้ คงสภาพและใช้ประโยชน์ได้สมความมุ่งหมาย

ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่ใช้ในช่องปาก เช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ลูกอม และสเปรย์ดับกลิ่นปาก ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดับกลิ่นไม่พึงประสงค์ของร่างกาย เช่น ลูกกลิ้ง สเปรย์ดับกลิ่นตัว ผงสเปรย์ดับกลิ่นเท้า และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในสுகนธบำบัด เช่น น้ำมันหอมระเหยต่างก็พัฒนามาจากน้ำหอมระเหยและสารสกัดจากพืชสมุนไพรแทบทั้งสิ้น ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากสารสังเคราะห์เลียนแบบธรรมชาติมีแนวโน้มลดความนิยมของผู้บริโภค

พื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง และพื้นที่สูงในภาคเหนือมีสภาพเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชสมุนไพร และพืชหอมจำนวนมาก ซึ่งทางมูลนิธิฯ ก็ได้ทดลองเพาะปลูกพืชเหล่านี้อยู่แล้ว ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรและพืชหอมเหล่านี้ให้มากยิ่งขึ้น จึงเห็นสมควรนำพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยมาแปรรูปเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไป นอกเหนือจากการผลิตเพื่อใช้ในสภาพของพืชสดและแห้ง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย : เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากพืชสมุนไพรและพืชหอมที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและพื้นที่สูง ซึ่งจะทำได้โดยใช้ประโยชน์ของพืชดังกล่าวได้มากขึ้นจากการบริโภคในสภาพพืชสดและแห้ง โดยมีขอบเขตการวิจัยตั้งแต่การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชหอมที่เพาะปลูกโดยมูลนิธิฯ และนำน้ำมันหอมระเหยมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่าง ๆ โดยในโครงการวิจัยปีที่ 1 ได้ผลิตน้ำยาบ้วนปากชนิดเข้มข้นจากน้ำมันหอมระเหย ส่วนในปีที่ 2 ได้พัฒนาตำรายาระงับกลิ่นปากชนิดหยด (mouth drops) และชนิดพ่น (mouth spray) และในปีที่ 3 ได้พัฒนาน้ำมันหอมระเหยเพื่อผ่อนคลายความเครียดและกล้ามเนื้อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ : เป็นการเพิ่มมูลค่าการใช้พืชสมุนไพรและพืชหอมที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิฯ และพื้นที่สูง ได้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีลักษณะน่าใช้ ความคงสภาพดีและเป็นที่ยอมรับ

ของผู้บริโภค อีกทั้งจะช่วยลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเหล่านี้ รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยที่ใช้อีกด้วย

การนวดเป็นรูปแบบหนึ่งของการรักษาพยาบาลซึ่งใช้ในการแพทย์แผนโบราณและแผนปัจจุบัน จากการวิจัยพบว่าการนวดที่ถูกต้องช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกเหนือจากการกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ จากคำกล่าวของ Hippocrates บิดาแห่งการแพทย์ที่ว่า “The way to health is to have an aromatic bath and scented massage everyday” และ “Rubbing can bind a joint which is too loose and loosen a joint that is too rigid” ดังนั้นจะเห็นว่าการนวดด้วยน้ำมันหอมมีมานานแล้ว เพียงแต่เลื่อมความนิยมไปบางช่วงเวลา แต่ในปัจจุบันการนวดด้วยน้ำมันหอมกลับมามีความนิยมของผู้ที่รักการส่งเสริมสุขภาพของตนเอง

การนวดด้วยน้ำมันหอมจะทำให้ร่างกายได้รับผลดีเพิ่มขึ้นจากการนวดปกติ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยโดยเฉพาะที่ได้มาจากธรรมชาติแต่ละชนิดจะมีผลดีต่อทั้งร่างกายและจิตใจแตกต่างกันออกไป เช่น น้ำมันลาเวนเดอร์ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อและจิตใจ ทำให้สงบ นอนหลับสบาย บรรเทาอาการเครียดทางจิตใจทำให้รู้สึกสดชื่น น้ำมันหอมระเหยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในน้ำมันหอมจะซึมผ่านผิวหนังของร่างกายอย่างรวดเร็วหลังจากการนวดและเข้าสู่กระแสโลหิตซึ่งจะไหลเวียนไปทั่วร่างกาย ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจึงออกฤทธิ์ต่อร่างกายทุกส่วนได้ ในขณะเดียวกันน้ำมันหอมระเหยสามารถเข้าสู่ร่างกายได้อีกทางโดยการสูดดมหรือได้กลิ่นขณะนวดจากโพรเจกต์น้ำมันหอมระเหยก็จะไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของสมองและผ่านไปทั่วถึงส่วนเล็ก ๆ ในปอด ซึ่งในที่สูดน้ำมันหอมระเหยก็จะซึมเข้าสู่กระแสเลือดและไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้

น้ำมันหอมชนิดที่มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือส่วนที่เป็นน้ำมันพื้น (base oil) หรือน้ำมันพาหะ (carrier oil) ซึ่งมีอยู่ในสัดส่วนที่มากประมาณร้อยละ 90 และส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยซึ่งอาจจะเป็นน้ำมันชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้ ขึ้นกับความพึงพอใจของผู้ใช้การนวด น้ำมันหอมจะได้ผลดีต่อร่างกายและจิตใจก็ต่อเมื่อผู้ใช้มีความรู้ถึงพึงพอใจต่อกลิ่นที่ใช้ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปแต่ละบุคคล น้ำมันหอมระเหยที่เป็นที่นิยมใช้น้ำมันหอมชนิดตัวได้แก่ ลาเวนเดอร์, โรสแมรี่, คาโมมาย, กระดังงา, พิมเสน และส้ม

น้ำมันหอมระเหย (essential oils) หรือน้ำมันระเหยง่าย (volatile oils หรือ ethereal oils) คือสารประกอบทางเคมีที่เกิดอยู่ในเนื้อเยื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชสามารถระเหยที่อุณหภูมิห้อง และส่วนใหญ่มีกลิ่นหอม น้ำมันหอมระเหยเกือบทุกชนิดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อมนุษย์ เช่น ด้านหรือฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์ ลดอาการอักเสบของเนื้อเยื่อ ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ กระตุ้นสมองส่วนกลาง ช่วยให้หายใจสะดวกขึ้น น้ำมันหอมระเหยบางชนิดมีผลกับจิตใจและอารมณ์ด้วย เช่น ลดอาการกังวล ทำให้จิตใจผ่อนคลาย และสดชื่น

น้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในพืชจะมีปริมาณน้อย เช่น 0.1% เป็นต้นไป แต่ก็มีบ้างที่มีอยู่ในปริมาณสูง การสกัดน้ำมันหอมระเหยอาจทำได้หลายวิธี ทั้งที่ใช้ความร้อนและไม่ใช้ความร้อน วิธีที่นิยมใช้คือ การกลั่นด้วยน้ำ (hydro/water distillation) การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) และการบีบ (cold expression) การจะใช้วิธีไหนขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีว่าสามารถทนกับความร้อนได้หรือไม่

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยได้แก่สารประกอบ phenylpropanoids และ terpenoids ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ alcohol, ester, aldehyde, ketone, ether, oxide, acid ในน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดจะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีมากมาย อาจเป็นจำนวนร้อยชนิดหรือมากกว่า ดังนั้นกลิ่นหอมหรือคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจึงแปรผันไปตามชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมี

น้ำมันโรสแมรี่ (Rosemary oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำจากใบและยอดดอกของพืช *Rosmarinus officinalis* วงศ์ Lamiaceae

ลักษณะปรากฏของน้ำมันโรสแมรี่คือเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวให้ความรู้สึกสดชื่น กลิ่นคล้ายสมุนไพรและการบูร

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ α -pinene, β -pinene, camphene, camphor, borneol, 1,8-cineole, β -caryophyllene, linalool, terpineol

น้ำมันโรสแมรี่ มีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจหลายอย่าง เช่น ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ผ่อนคลายกล้ามเนื้อและอาการเหนื่อยล้า ลดอาการคั่งของน้ำเมือกในระบบทางเดินหายใจ ละลายเสมหะ ช่วยให้การรับรู้และความจำดีขึ้น



รูปที่ 1 โรสแมรี่

น้ำมันลาเวนเดอร์ (Lavender oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำของใบและยอดดอกของพืช *Lavendula angustifolia* วงศ์ Lamiaceae ได้น้ำมันที่เรียก True Lavender oil ถ้าได้จากพืช *L. latifolia* เรียกว่า Spike Lavender oil

ลักษณะปรากฏของน้ำมันลาเวนเดอร์คือเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว หอมหวานเจือกลิ่นสมุนไพร True Lavender oil จะมีกลิ่นหอมแรงกว่า Spike Lavender oil

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ linalyl acetate, linalool, lavendulyl, acetate, terpenol, cineol, ocimene, β -caryophyllene, ocimene, limonene

น้ำมันลาเวนเดอร์มีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือ ช่วยคลายเครียด ให้นอนหลับสบาย บรรเทาอาการปวดศีรษะ กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ทำให้รู้สึกสดชื่นและสงบ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้บาดแผลหายเร็ว ลดอาการอักเสบของผิวหนัง



รูปที่ 2 ลาเวนเดอร์

น้ำมันพิมเสน (Patchouli oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำจากใบและยอดหรือลำต้นของพืช *Pogostemon patchouli* วงศ์ Lamiaceae

ลักษณะปรากฏของน้ำมันพิมเสนคือเป็นของเหลวใส สีเหลือง ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีลักษณะหนืดข้น เมื่อเก็บเอาไว้มีกลิ่นเฉพาะตัว กลิ่นค่อนข้างฉุน

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ patchoulol, cinnamic aldehyde, eugenol, cadinene

น้ำมันพิมเสนมีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือ ช่วยคลายเครียด ลดอาการอยากอาหาร ลดอาการอักเสบและเหนื่อยล้า ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เซลล์อ่อนเยาว์

100

น้ำมันกระดังงา (Ylang Ylang oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำของส่วนดอกกระดังงาของพืช *Cananga odorata* var *genuina* วงศ์ Annonaceae

ลักษณะปรากฏของน้ำมันกระดังงาคือเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ให้ความรู้สึกหวานนุ่มนวล

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ methyl benzoate, methyl salicylate, benzyl acetate, eugenol, geraniol, linalool, pinene

น้ำมันกระดังงามีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือคลายเครียด กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ทำให้สงบ

น้ำมันส้ม (Orange oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำ หรือการบีบคั้นส่วนเปลือกของผลส้มของพืช *Citrus sinensis* วงศ์ Rutaceae ได้น้ำมันเรียกว่า Sweet orange oil ถ้าได้จากพืช *C. aurantium* ได้น้ำมันเรียกว่า Bitter Orange oil

ลักษณะปรากฏของน้ำมันส้มคือเป็นของเหลวใส มีสีเหลือง-ส้ม มีกลิ่นเฉพาะตัวที่ให้ความรู้สึกสดชื่น หอมหวาน

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ limonene, myreene, camphene, pinene, ocimene, cymene, citral

น้ำมันส้มมีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือต้านเชื้อจุลินทรีย์ ลดการอักเสบ ขับลม ทำให้สงบ น้ำมันส้มส่วนใหญ่จะใช้แต่งกลิ่นอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

น้ำมันทามม์ (Thyme oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำของใบและยอดของพืช *Thyme vulgaris* วงศ์ Lamiaceae

ลักษณะปรากฏของน้ำมันทามม์คือเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน ซึ่งเรียกว่า white thyme oil ถ้ามีสีแดงหรือน้ำตาลออกส้มเรียกว่า Red thyme oil ซึ่งได้จากการกลั่นครั้งแรก (crude distillate) เมื่อนำมากลั่นซ้ำอีกจึงจะได้ white thyme oil น้ำมันทามม์มีกลิ่นเฉพาะตัวค่อนข้างฉุน

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ thymol, carvacrol, cymene, terpinene, camphene, borneol linalol

น้ำมันทามม์มีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือบรรเทาอาการข้ออักเสบ ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แก้ไอ และขับลม



รูปที่ 3 ทามม์

น้ำมันเกรฟฟรุต (Grapefruit oil)

ได้จากการบีบคั้นเปลือกสดของผลพืช *Citrus xparadisi* วงศ์ Rutaceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันเกรฟฟรุตคือเป็นของเหลวใส สีเหลืองหรือสีเหลืองออกเขียว มีกลิ่นคล้ายส้ม ให้ความรู้สึกสดชื่น

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ limonene, cadinene, paradisiol, neral, geraniol, citxonellal, sinensal

น้ำมันเกรฟฟรุตมีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือ กระตุ้นระบบทางเดินอาหารและระบบน้ำเหลือง มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ฆ่าแบคทีเรียและฟาดสมาน (astringent)

น้ำมันมะนาวฝรั่ง (Lime oil)

ได้จากการบีบคั้นเปลือกผลของพืช *Citrus aurantifolia* swingle วงศ์ Rutaceae

ลักษณะปรากฏของน้ำมันมะนาวฝรั่งคือเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองเขียว มีกลิ่นหอมหวานคล้ายเปลือกมะนาว ให้ความรู้สึกสดชื่น

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ limonene, pinenes, camphene, sabinene, citral, cymene, cineol, linalol

น้ำมันหอมมะนาวฝรั่งมีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจดังนี้คือ กระตุ้นให้อยากอาหาร ด้านเชื้อจุลชีพ ฟาดสมาน

เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์จากธรรมชาติเป็นสารสกัดพืชที่เข้มข้นมากจากพืชหอม ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์นวดร่างกายอาจทำให้เกิดอาการระคายเคือง และกลิ่นฉุนมากไป ดังนั้นในน้ำมันหอมระเหยจึงต้องเจือจางด้วยน้ำมันที่ไม่ระเหย (fixed oils) จากพืช ซึ่งช่วยให้ความปลอดภัยและยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เป็นผลดีต่อร่างกายอีกด้วย เช่น ทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น ชะลอรอยเหี่ยวย่นและการแตกแห้งของผิวหนัง

น้ำมันพาหะ (carrier oil) ที่นิยมใช้เป็นน้ำมันพื้น (base oil) ในน้ำมันหอมระเหย (body massage oil) ได้แก่

1. Apricot Kernel oil ได้จากการบีบส่วนเนื้อในเมล็ด (kernel) ของพีช *Prunus armeniaca* วงศ์ Rosaceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันคือเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นน้ำมันเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ polyunsaturated fatty acids แร่ธาตุ วิตามิน และโปรตีน มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง ถูกดูดซึมทางผิวหนังได้ง่าย ใช้ป้องกันการอักเสบของผิวหนังเนื่องจากความแห้ง (dryness)
2. Avocado oil ได้จากการบีบคั้นเนื้อของผลโอคาโดของพีช *Persea americana* และ *P. gratissima* วงศ์ Lauraceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันคือ เป็นของเหลวใส สีเขียวอ่อน ถ้าทำให้บริสุทธิ์จะมีสีเหลือง ไม่มีกลิ่น องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วิตามิน A, D, E, lecithin, โปรตีน, โปแตสเซียม, mono-unsaturated fatty acids มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนัง ทำให้ผิวหนังอ่อนนุ่ม ถูกดูดซึมทางผิวหนังได้ง่าย เหมาะสำหรับ degenerated, dehydrated skin
3. Grapeseed oil ได้จากการบีบคั้นเมล็ดองุ่น ของพีช *Vitis vinifera* วงศ์ Vitaceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันคือเป็นของเหลวใส สีเขียวอ่อน ถ้าทำให้บริสุทธิ์ขึ้นจะมีสีเหลือง มีกลิ่นเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ polyunsaturated fatty acids ใช้กับผิวหนังโดยเฉพาะในน้ำมันนวด จะอยู่บนผิวหนังได้นานกว่าน้ำมันอื่น ๆ
4. Jojoba oil ได้จากการบีบคั้นเมล็ดของพีช *Simmondsia chinensis* วงศ์ Buxaceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันคือเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ โปรตีน แร่ธาตุ myristic acid มีวิตามินอีสูง มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้นและทำให้ผิวหนังชุ่ม ด้านการอักเสบของผิวหนัง ดูดซึมทางผิวหนังได้ดีมาก
5. Macadamia nut oil ได้จากการบีบคั้นเนื้อในเมล็ดของพีช *Macadamia ternifolia* วงศ์ Proteaceae ลักษณะปรากฏคือเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วิตามินเอ กรดไขมันที่จำเป็น palmifoleic acid มีคุณสมบัติให้ความชุ่มชื้น ทำให้ผิวหนังอ่อนนุ่ม ดูดซึมทางผิวหนังได้
6. น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (Sunflower oil) สกัดได้จากเมล็ดของทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) วงศ์ Asteraceae ลักษณะปรากฏคือเป็นของเหลวใส สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก กรดลิโนเลนิก น้ำมันเมล็ดทานตะวันช่วยให้ผิวหนังอ่อนนุ่มเก็บความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง ช่วยเปิดรูขุมขน เป็นน้ำมันพาหะที่ดีสำหรับน้ำมันนวดตัว
7. น้ำมันมะกอก (Olive oil) สกัดได้จากเนื้อของผลมะกอก (*Olea europaea* L.) วงศ์ Oleaceae ลักษณะปรากฏคือเป็นของเหลวสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่นเฉพาะตัวหอมแรง น้ำมันมะกอกที่มีคุณภาพดีที่สุดเรียก Virgin olive oil ซึ่งได้จากการบีบผลมะกอกครั้งแรก กากที่เหลือสามารถนำไปสกัด

ด้วยตัวทำละลายได้น้ำมันมะกอกคุณภาพรองลงมา มักใช้ทำสบู่ องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ กรดโอเลอิก กรดปาล์มติก วิตามินอี สเตอรอล น้ำมันมะกอก ที่ใช้เตรียมผลิตภัณฑ์น้ำมันนวดตัวใช้ชนิด virgin olive oil มีคุณสมบัติช่วยให้ผิวหนังอ่อนนุ่ม ทำให้เกิดการไหลเวียนดีในขณะที่ทำผิวหนัง เหมาะสำหรับผิวหนังที่แห้งแตก

8. น้ำมันสวีทอัลมอนด์ (Sweet Almond oil) บีบได้จากเนื้อในเมล็ด (Kernels) ของพืช *Prunus amygdalus* Batsch var. *dulcis* (DC.) Koehne วงศ์ Rosaceae ลักษณะปรากฏคือเป็นของเหลวใส ไม่มีสี หรือมีสีเหลืองอ่อน องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ กลีเซอไรด์ของกรดโอเลอิก กรดนิโนลิก กรดปาล์มมิก และกรดไมริสติก น้ำมันสวีทอัลมอนด์มีคุณสมบัติทำให้ผิวลื่น ชุ่มชื้น ดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ดี เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีผิวแห้ง มักใช้เป็นน้ำมันพาหะหรือน้ำมันพื้น (base oil) ในน้ำมันนวดตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรรมวิธีทดลอง

สถานที่ทดลอง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาทำการทดลอง 2543-2545 (รายงานฉบับนี้เป็นการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2544 – กันยายน 2545)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

2.1 วัสดุ

- พืชหอมที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ Lavender และ Rosemary
- Patchouli oil
- Ylang Ylang oil
- Chamomile fragrance
- Orange oil
- Geranium oil
- Cinnamon oil
- Peppermint oil
- Lime oil
- Thyme oil
- Grapefruit oil
- Apricot oil
- Avocado oil
- Jojoba oil
- Grapeseed oil
- Sunflower oil
- Sweet almond oil
- Olive oil
- Evening primrose oil (EPO)

2.2 อุปกรณ์เคมี

- magnetic stirrer
- magnetic bar

- เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาด 5 ลิตร
- heating mantle ขนาด 5 ลิตร
- เครื่องแก้วต่าง ๆ

วิธีการทดลอง

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่คัดเลือกแล้ว

นำพืชหอมสดมากลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (hydrodistillation) โดยใช้ cleverger apparatus หลังจากแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำแล้ว วัดปริมาณน้ำมันหอมระเหย

การผสมน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีกลิ่น สี และความแรงของกลิ่นแตกต่างกัน นำน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกแล้วมาผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้กลิ่นหอมนุ่มนวล สำหรับใช้ในการเตรียมน้ำมันหอมระเหยต่อไป น้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้แก่น้ำมัน

Lavender

Rosemary

Orange

Geranium

Ylang ylang

Cinnamon

Chamomile

Peppermint

Patchouli

Lime

Thyme

Grapefruit

คัดค้าน้ำมันหอมระเหยผสมจำนวน 5 สูตรให้อาสาสมัครทดลองดมกลิ่น ให้อาสาสมัครจำนวน 15 คน เพศชาย 4 คน และเพศหญิง 11 คน อายุของอาสาสมัครอยู่ระหว่าง 26-55 ปี หลังจากดมกลิ่นน้ำมันหอมระเหยผสมทั้งหมดแล้ว ให้อาสาสมัครเลือกกลิ่นที่ชอบเพียง 3 กลิ่น โดยเรียงลำดับสูตรที่ชอบมากที่สุดถึงน้อยที่สุด

การผสมน้ำมันพาหะ (carrier oil)

น้ำมันที่ได้จากพืชแต่ละชนิดมีสีและความหนืดต่างกัน นอกจากนี้น้ำมันบางชนิดยังมีกลิ่นเฉพาะตัวและบางชนิดมีกลิ่นเล็กน้อยหรือไม่มีกลิ่น น้ำมันที่เลือกใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันพาหะได้แก่น้ำมัน

sunflower

jojoba

sweet almond

avocado

grapeseed

apricot

olive

EPO(Evening primrose)

การเตรียมน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหยผสมมาผสมกับน้ำมันพาหะ โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณ 1-3 %

การศึกษาความคงสภาพ

บรรจุน้ำมันหอมระเหยในขวดพลาสติกใส และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C อุณหภูมิห้อง และ 45°C เป็นเวลา 2 เดือน สังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยที่เปลี่ยนไป หลังจากเก็บที่อุณหภูมิที่ระบุไว้ น้ำมันหอมระเหยอีกส่วนบรรจุขวดพลาสติกสีน้ำตาลเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 เดือน

ทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้

การทดสอบความพึงพอใจใช้อาสาสมัครเฉพาะเพศหญิงอายุ 40-55 ปี จำนวน 8 คน โดยให้อาสาสมัครนำตัวด้วยน้ำมันหอมระเหยสูตรที่คัดเลือกแล้ว

ผลการทดลอง

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง

1. Rosemary ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คิดเป็นร้อยละ 0.74
ลักษณะเป็นของเหลว ใส มีกลิ่นเฉพาะตัว
2. Spike lavender ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คิดเป็นร้อยละ 0.33
ลักษณะเป็นของเหลว ใส, มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว

น้ำมันหอมระเหยผสม

น้ำมันหอมระเหยผสมที่ได้มีสีเหลือง-น้ำตาล ความเข้มข้นของสีขึ้นกับปริมาณและชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ ส่วนประกอบและปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในสูตรผสมดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 คณะผู้วิจัยคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยจำนวน 5 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3 เพื่อให้อาสาสมัครคัดเลือกสูตรที่ชอบเพียง 3 สูตร สูตรที่อาสาสมัครชอบมาก 3 สูตร ได้แก่สูตรที่ 4, 7 และ 1 เรียงตามลำดับชอบมากถึงน้อย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 1 - 9

ส่วนประกอบ	สูตรที่								
	ปริมาณ % w/w								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lavender	80.00	20.00	40.00	22.22		40.00	40.00	50.00	15.50
Rosemary	20.00	40.00	0.00	0.00	30.00	40.00			0.00
Orange		0.00	20.00	33.33	20.00	20.00			39.50
Geranium		20.00	0.00		10.00		40.00		
Ylang ylang		20.00	20.00				20.00		2.00
Cinnamon			20.00						
Chamomile fragrance				44.44	40.00			50.00	43.00

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 11 - 18

สูตรที่ ส่วนประกอบ	ปริมาณ % w/w								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Lavender			12.10		20.00		28.30	50.00	38.46
Rosemary	30.00	40.00	27.98	34.00		30.52		30.00	
Orange	20.00		21.83			17.32			38.46
Geranium	10.00	20.00							
Ylang ylang				15.90	16.00	6.49	11.32		
Chamomile		40.00	16.27	30.02	30.00	30.52	30.19		
fragrance									
Peppermint	40.00								23.08
Patchouli						15.15			
Lime				20.08	20.00		30.19		
Thyme			9.72					20.00	
Grapefruit			12.10		14.00				

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยผสมที่ใช้ทดสอบความพึงพอใจ

สูตรที่ ส่วนประกอบ	ปริมาณ % w/w				
	1	4	7	12	18
Lavender	80.00	22.22	40.00	12.10	38.46
Rosemary	20.00	0.00		27.98	
Orange		33.33		21.83	38.46
Geranium			40.00		
Ylang ylang			20.00		
Chamomile fragrance		44.44		16.27	
Peppermint					23.08
Thyme				9.72	
Grapefruit				12.10	
Total				100	100

น้ำมันพาหะ

ในการผสมน้ำมันพาหะ การเลือกใช้น้ำมันต่าง ๆ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ความหนืดของน้ำมัน สีและกลิ่นเฉพาะของน้ำมันและราคาของน้ำมัน ส่วนประกอบและปริมาณของน้ำมันต่าง ๆ ในน้ำมันพาหะ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 จากสูตรน้ำมันพาหะทั้งหมดคัดเลือกใช้สูตรที่ 15 เพื่อนำไปผสมน้ำมันหอมระเหยสูตรที่ 4

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของน้ำมันพาหะตำรับที่ 1 - 8

ส่วนประกอบ \ ตำรับที่	ปริมาณ % w/w							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sunflower	48.0	20.0	30.0	16.13	12.74	10.79	13.63	23.76
Jojoba	11.0	22.0	20.0	16.13	47.34	47.20	34.08	21.12
Sweet almond	15.0	15.0	20.0	16.13	11.72	10.79	13.63	21.12
Avocado	10.0	15.0	10.0	16.13	5.86	5.39	6.82	10.56
Grape seed	10.0	16.0	10.0	16.13	11.72	15.78	20.11	10.56
Appricot	6.0	12.0	7.0	16.13	6.08	6.74	8.52	5.28
Olive			1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
EPO			2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0
DL-a -tocopherol				0.2	0.5	0.3	0.2	0.5

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของน้ำมันพาล์มที่ 9 - 16

ส่วนประกอบ	ปริมาณ % w/w							
	9	10	11	12	13	14	15*	16
Sunflower	23.8	13.6	10.0	11.6	20.1	30.0	8.63	5.92
Jojoba	21.1	45.2	22.0	26.1	10.7	9.0	37.74	37.89
Sweet almond	21.1	11.3	15.0	12.8	13.4	13.5	10.24	10.66
Avocado	10.6	5.7	13.0	13.0	12.1	7.5	10.78	11.25
Grape seed	10.6	11.3	15.0	13.0	13.4	15.0	12.94	14.21
Appricot	5.3	5.7	15.0	13.0	13.4	7.5	10.78	10.66
Olive	2.1	2.8	10.0	7.2	13.4	15.0	5.39	5.92
EPO	5.0	4.0		3.0	3.0	2.0	3.0	3.00
DL- α -tocopherol	0.5	0.5		0.2	0.5	0.5	0.5	0.50

ในการเตรียมน้ำมันหอมระเหยสดด้วยวิธีสกัดด้วยน้ำร้อน โดยเติมน้ำมันหอมระเหยผสมลงในน้ำมันพาล์มในความเข้มข้น 1-3% ทั้งนี้ขึ้นกับความพอใจของผู้ใช้และความแรงของกลิ่นของน้ำมันหอมระเหย

การศึกษาความคงสภาพ

น้ำมันหอมระเหยที่เก็บที่ 4°C และอุณหภูมิห้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยหลังจากตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าวเป็นเวลา 2 เดือน ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่เก็บไว้ที่ 45°C เป็นเวลา 2 เดือน กลิ่นและความแรงของกลิ่นหอมลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงเกิดการ oxidize ของส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยทั้งส่วนที่เป็นน้ำมันพาล์มและน้ำมันหอมระเหย แต่การ oxidize ในน้ำมันพาล์มเกิดได้น้อยกว่าเนื่องจากในตำรับมี dl- α -tocopherol เป็น antioxidant ทำให้สีของน้ำมันหอมระเหยที่เปลี่ยนแปลงไปไม่สามารถสังเกตเห็นได้

น้ำมันหอมระเหยที่เก็บไว้ในขวดพลาสติกสีชาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าความใสและสีของน้ำมันไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนกลิ่นหอมลดลงเล็กน้อย

การศึกษาความพึงพอใจ

การศึกษาความพึงพอใจในอาสาสมัครหญิงจำนวน 8 คน อายุ 40-55 ปี โดยใช้ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 4, 2% ผสมกับน้ำมันพาหะดำรับที่ 15 อาสาสมัคร จำนวน 6 คน พอใจในน้ำมันหอมระเหยตัวและมีอาสาสมัคร 2 คนที่ระบุว่าน้ำมันหอมระเหยตัวมีความมันมากเกินไป



รูปที่ 4 น้ำมันหอมระเหย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

น้ำมันหอมระเหยที่เลือกใช้จะเน้นน้ำมันหอมระเหยที่สามารถสกัดได้จากพืชที่ปลูกในพื้นที่โครงการหลวงหรือพื้นที่สูงในภาคเหนือ โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยอื่น ๆ ช่วยปรุงแต่งกลิ่น ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยผสมที่เตรียมทั้งหมดจะมีน้ำมันหอมระเหยที่สามารถสกัดจากพืชในพื้นที่โครงการหลวงอย่างน้อยหนึ่งชนิด น้ำมันหอมระเหยดังกล่าวได้แก่ rosemary, lavender, geranium และ thyme

กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยผสมจำนวน 5 สูตร เมื่อนำไปให้อาสาสมัครทดลองดมกลิ่นที่อาสาสมัครชอบมาก 3 กลิ่น เรียงตามลำดับความชอบมากถึงน้อยดังนี้คือ สูตรที่ 4, 7 และ 1 การทดสอบความพอใจในอาสาสมัครจำนวน 15 คน เป็นการทดสอบความพอใจในเบื้องต้น ทั้งนี้การชอบหรือไม่ชอบกลิ่นหอมใดๆ ยังขึ้นกับอารมณ์ขณะที่ดมกลิ่นด้วย การทดสอบทำในห้องปฏิบัติการซึ่งขณะทดสอบอาจมีกลิ่นอื่นๆ ปะปนด้วย ในการทดสอบครั้งนี้ให้อาสาสมัครเพียง 15 คน ซึ่งนับว่าเป็นจำนวนที่น้อยมากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ควรจะมีการทดสอบในอาสาสมัครจำนวนมากกว่านี้

น้ำมันพาล์ม ใช้ น้ำมันพืชซึ่งมีคุณสมบัติในการเสริมสร้าง cell membrane และทำให้ชั้น lipid barrier ของผิวหนังแข็งแรงขึ้น ทำให้ป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ดีขึ้น อาจจะใช้น้ำมันเพียงหนึ่งชนิดหรือหลายชนิดรวมกัน ในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำมันพืชผสมหลายชนิด เนื่องจากน้ำมันแต่ละชนิดมีส่วนประกอบที่มีประโยชน์ต่อผิวแตกต่างกัน การดูดซึมผ่านผิวหนังได้มากน้อยต่างกัน เช่น น้ำมัน jojoba ประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน E, myristic acid และ สารที่คล้ายกับ collagen ที่มีในผิวหนัง น้ำมัน avocado ประกอบด้วยวิตามิน A, D, E, potassium, โปรตีน, lecithin, fatty acid, chlorophyll, linoleic acid เป็นต้น นอกจากนี้ราคาของน้ำมันก็แตกต่างกันด้วย น้ำมันบางชนิดมีกลิ่นเฉพาะตัว เช่น น้ำมัน olive และ sunflower ควรใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย แม้ว่าน้ำมันทั้งสองชนิดนี้มีราคาถูกกว่าน้ำมันชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้ น้ำมัน olive เป็นน้ำมันที่เหม็นหืนได้ง่าย น้ำมัน avocado เหมาะสำหรับคนผิวแห้ง ดังนั้นในกรณีเตรียมน้ำมันหอมขนาดตัวสำหรับคนผิวแห้งควรเพิ่มปริมาณน้ำมัน avocado ในตำรับให้มากขึ้น

ในการเตรียมน้ำมันหอมขนาดตัว นอกจากจะใช้น้ำมันที่ได้จากพืชดังกล่าวผสมกันแล้ว ยังมี EPO ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีส่วนประกอบของ gamma-linoleic acid มาก จึงมักจะมีการเติม EPO ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้กับผิวหนัง รวมทั้งน้ำมันหอมขนาดตัว ส่วน dl- α - tocopherol เป็น antioxidant ใช้ป้องกันการเหม็นหืนของน้ำมันหอมขนาดตัว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ควรบรรจุในภาชนะแก้วที่กันแสงเช่นขวดแก้วสีชาสีน้ำเงิน และเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 30°C เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันเปลี่ยนสีเนื่องจากถูกแสงและความร้อน แต่ในการศึกษาความคงสภาพครั้งนี้ บรรจุน้ำมันหอมขนาดตัวในขวดพลาสติกใส เพื่อให้สังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำมันได้ชัดเจนในระหว่างการทดสอบความคงสภาพ ในขณะที่เดียวกันบรรจุน้ำมันหอมขนาดตัวในขวดพลาสติกสีน้ำตาลที่คาดว่าจะใช้เป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อทดลองตลาดต่อไป

พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่บรรจุในขวดสีน้ำตาลและเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน สีของน้ำมันยังคงเดิม ส่วนกลิ่นหอมลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากขวดพลาสติกที่ใช้สามารถดูดซับกลิ่นหอมได้ ในการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำมันหอมระเหย พบว่าอาสาสมัคร 6 คนในจำนวนทั้งหมด 8 คน พึงพอใจในน้ำมันหอมระเหย อาสาสมัคร 2 คน ระบุว่าน้ำมันหอมระเหยมีความมันมาก น้ำมันหอมระเหยโดยทั่วไปจะมีความมันเพื่อสะดวกในการนวด หากต้องการลดความมันของน้ำมันนวดตัวสามารถเลือกใช้เฉพาะน้ำมันที่ซึมเข้าผิวหนังได้ดีเช่น jojoba oil และ macadamia nut oil หรือทดแทนน้ำมันพาหะบางส่วนด้วย cyclomethicone หรือ silicone oil อื่นๆ silicone oil เป็นน้ำมันที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาต่างๆ และไม่ดูดซึมผ่านผิวหนัง ในการทดสอบความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ อาสาสมัครที่ร่วมทดสอบเลือกผู้ที่มีอายุค่อนข้างสูง เนื่องจากคาดว่าคนอายุในช่วง 40-55 ปี จะเป็นกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้น้ำมันหอมระเหย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

1. น้ำมันหอมระเหยผสม (สูตรที่ 4, 7 และ 1) ซึ่งอาสาสมัครพึงพอใจ มีส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย Lavender, Geranium และ Rosemary ซึ่งได้จากพืชหอมที่สามารถเพาะปลูกได้ดีในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง
2. ได้ดำรับน้ำมันหอมขนาดตัวที่มีส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงจำนวน 1 ดำรับ
3. มีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกพืชหอม Lavender, Rosemary และ Geranium เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันหอมระเหยดังกล่าว และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมขนาดตัว
4. น้ำมันหอมขนาดตัวได้ทดลองวางตลาดจำหน่ายในงานนิทรรศการโครงการหลวงที่กรุงเทพมหานคร และงานคอกาแฟที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งก็ได้รับการตอบรับดีพอสมควรผู้บริโภคยังไม่ค่อยคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ นอกจากผู้เคยใช้บริการนวดด้วยน้ำมันหอมและสปา (spa)
5. ในปัจจุบันการดูแลสุขภาพตนเองโดยวิธีการทาง “สுகนธบำบัด” (Aromatherapy) หรือการใช้ของหอมโดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหยจากธรรมชาติในการบำบัดอาการเจ็บป่วยหรือทำให้สุขภาพดีขึ้นกำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ดังนั้นการให้ความรู้แก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับประโยชน์ของน้ำมันหอมขนาดตัวก็จะช่วยให้ตลาดของผลิตภัณฑ์นี้เป็นไปได้มากขึ้น
6. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการวิจัยนี้ ยังไม่สามารถประเมินได้ ถ้าหากตลาดผลิตภัณฑ์นี้เป็นไปได้ดี ก็จะสามารถส่งเสริมการปลูกพืชหอมเหล่านี้เพิ่มขึ้น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบ (น้ำมันหอมระเหย) ในการผลิตน้ำมันหอมขนาดตัว

เอกสารอ้างอิง

1. Worwood, V.A. (1990) The Complete Book of Essential Oils and Aromatherapy, New World Library, CA. P.38.
2. Lavabre, M.F. (1990) Aromatherapy Workbook. Healing Art Press, USA, 164 pp.
3. Keville, K. and Green, M. (1995) Aromatherapy. A Complete Guide to the Healing Art. The crossing Press, CA. 156 pp.
4. Lawless, J. (1998) The Illustrated Encyclopedia of Essential oils. The Complete Guide to the Use of Oils in Aromatherapy and Herbalism. Element Books, MA. 256 pp.
5. Balsam, M.S. and Sagarin, M.M. (1974) Cosmetics, Science and Technology 2nd edn., V.1. Wiley Interscience, pp. 533-56
6. Dennin, R.J. (1999) International Market Update, V.P. Global Business Development DS.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

แบบประเมินน้ำมันหอมระเหย

ชื่อ

อายุ

เพศ



ความรู้ลักษณะใช้			
กลิ่น	แรง	พอดี	อ่อน
ความมัน	มาก	พอใช้	น้อย
ความรู้สึกโดยรวม	สิ้น นวดง่าย	ไม่สิ้น นวดยาก	
ความรู้สึกลังการใช้			
กลิ่น	ชอบ	ไม่ชอบ	
ความมัน	ใช้ได้	ต้องแก้ไข	
ความนุ่มของผิว	ใช้ได้	ต้องแก้ไข	

ข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545

โครงการย่อยที่ 5

การตั้งสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ
จากน้ำมันหอมระเหย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยรหัส 3015-3245

เรื่อง

การตั้งสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อจากน้ำมันหอมระเหย
Formulation of Analgesic Preparations from Essential Oils

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

หัวหน้าโครงการ รศ. ดร. ญานี พงษ์ไพบูลย์

ผู้ร่วมโครงการ รศ. ดร. กฤษณา ภูตะคาม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
ภาษาไทย	ก
ภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทนำ	1
กรรมวิธีทดลอง	7
ผลการทดลอง	11
วิจารณ์ สรุปผลและข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อเนื่องจากน้ำมันหอมระเหย เริ่มโดยคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดต่อไปนี้ บรรเทาอาการปวด คลายกล้ามเนื้อ เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตบริเวณที่ทาและมึนกล้ามเนื้อ น้ำมันหอมระเหยที่เลือกใช้ได้แก่ น้ำมันโรสแมรี่ น้ำมันพริกไทยดำ น้ำมันกานพลู น้ำมันอบเชย น้ำมันลาเวนเดอร์ น้ำมันพิมเสน น้ำมันเปปเปอร์มินต์ น้ำมันสน น้ำมันไพล และน้ำมันอบเชยจีน นำน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวมาผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นน่าใช้และบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อได้ดี ผู้วิจัยคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยผสมที่ได้จำนวน 5 สูตร ให้อาสาสมัครจำนวน 10 คน เลือกสูตรที่ชอบเพียงหนึ่งสูตร นำน้ำมันหอมระเหยสูตรที่อาสาสมัครเลือกมากที่สุดไปเตรียมเจลบรรเทาปวด โดยใช้ Carbopol 980, และ Ultrez 10 เป็นสารก่อเจล ในปริมาณ 1.39% ได้เจลที่มีลักษณะน่าใช้จึงคัดเลือกเพื่อศึกษาความคงสภาพของเจล โดยเก็บเจลที่บรรจุในหลอดโลหะไว้ที่ 4°C อุณหภูมิห้อง และ 45°C เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าเจลที่เตรียมด้วย Carbopol ultrez 10 คงสภาพดีกว่าเจลที่เตรียมด้วย Carbopol 980 ความหนืดของเจลเก็บที่ 4 °C และอุณหภูมิห้อง ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเจลที่เก็บที่ 45 °C เจลมีสีเข้มขึ้นเล็กน้อย และมีความหนืดลดลง เลือกเจลที่เตรียมด้วย Carbopol ultrez 10 ไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคในอาสาสมัครจำนวน 15 คน โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกันที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

Abstract

In the development of analgesic gel from essential oils started with selection of essential oil which process one or more of the following properties: analgesic, muscle relaxant and rubefacient properties and also taking into consideration of good aroma. Essential oil selected were rosemary oil, blackpepper oil, clove oil, cinnamon oil, lavender oil, patchouli oil, peppermint oil, pine oil, plai oil and cassia oil. All the above oils were mixed in various concentrations to obtain mixed essential oil with good counter irritant, analgesic and aroma. Five selected formulations of the mixed essential oils were offered to 10 volunteers to choose the most preferable one. The most selected mixed essential oil was used in the preparation of analgesic gel. The gel was prepared with Carbopol 980, and ultrez 10 as gelling agents. Gel prepared with both Carbopol 980 and ultrez 10 1.39% had good consistency and good appearance, therefore, both formulations were selected for stability studies. The gel was packed in collapsible tubes and kept at 4 °C, room temperature and 45 °C for 2 months. It was found that gel prepared with Carbopol ultrez 10 kept at 4 °C and room temperatures were stable and its viscosity did not change significantly. The color of gel kept at 45 °C was slightly darker than the original color of the gel and the viscosity was decreased. Gel prepared with Carbopol ultrez 10 was selected for preference study to compare with similar marketed analgesic gel, which imported.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้เงินสนับสนุนการวิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้อุปกรณ์และสถานที่ทำการวิจัย และขอขอบคุณอาสาสมัครและบุคลากรสายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรมทุกท่านที่มีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทนำ

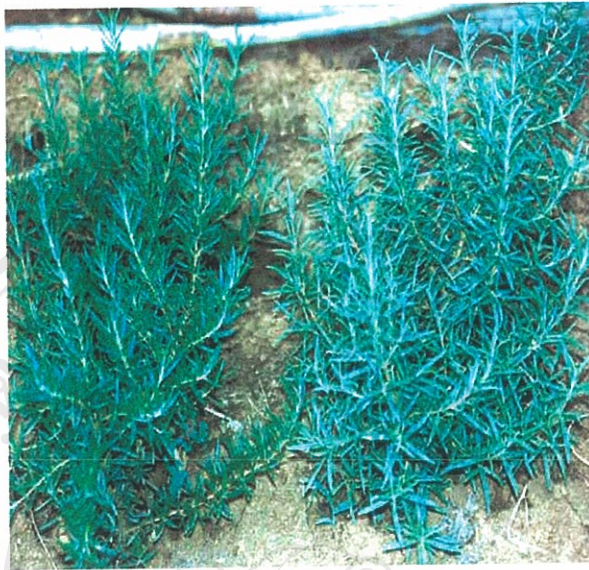
พืชสมุนไพรและพืชเครื่องเทศนอกจากใช้ในการประกอบอาหารแล้วยังมีการนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอางและยา ปัจจุบันกระแสความนิยมใช้ยาที่มาจากพืชสมุนไพรมีมากขึ้น น้ำมันหอมระเหยจากพืชเครื่องเทศหลายชนิดที่มีฤทธิ์ลดอาการปวดกล้ามเนื้อ คลายกล้ามเนื้อ ทำให้เลือดไหลเวียนได้ดีขึ้น และทำให้เกิดการซาเฉพาะที่ ซึ่งสามารถนำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อในรูปแบบต่างๆ เช่น เจล บาล์ม สเปรย์ได้ ประกอบกับพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง และพื้นที่สูงในภาคเหนือมีสภาพเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชหอมและพืชเครื่องเทศเมืองหนาว ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์ของพืชหอมและพืชเครื่องเทศเหล่านี้ให้มากยิ่งขึ้น จึงเห็นสมควรนำพืชดังกล่าวที่มีน้ำมันหอมระเหยมาแปรรูปเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อ ในการวิจัยครั้งนี้เลือกเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเจล ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ทาผิวหนังได้ง่าย ไม่เป็นมันและล้างออกง่าย พืชที่มีการปลูกในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวงซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยที่สามารถนำมาเตรียมผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อได้แก่

น้ำมันโรสแมรี่ (Rosemary oil)

น้ำมันโรสแมรี่ได้จากยอดดอกสดหรือใบของ *Rosmarinus officinalis* วงศ์ Lamiaceae โดยการสกัดด้วยน้ำหรือไอน้ำ ซึ่งได้น้ำมันหอมประมาณ 0.5 % ส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำมันโรสแมรี่ได้แก่ α -pinene, β -pinene, camphene, borneol, 1,8-cineole borneol และ camphor

น้ำมันโรสแมรี่มีคุณสมบัติช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อาการปวดข้อ สามารถใช้ไล่แมลง และช่วยเสริมกลิ่นของน้ำมันหอมชนิดอื่น ทางด้านจิตใจและอารมณ์น้ำมันนี้ได้รับการเปรียบเทียบกับเป็นสมุนไพรที่สร้างความประทับใจ ช่วยความจำ และสร้างสมาธิ ช่วยปรุงแต่งอารมณ์ เมื่อใช้ร่วมกับน้ำมันเจอรานิยมจะช่วยบรรเทาอาการจิตใจห่อเหี่ยว

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1 ต้นโรสแมรี่ที่ปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง

น้ำมันลาเวนเดอร์ (Lavender oil)

ได้จากพืชในวงศ์ *Lavandula* มีอยู่ประมาณ 30 ชนิด พบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติทั่วไปในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งจัดว่าเป็นพืชที่มีความหลากหลายของพันธุกรรมมากที่สุด ลักษณะเป็นไม้พุ่มมีกลิ่นหอม ออกดอกสีน้ำเงินหรือสีม่วงตามปลายยอดเป็นช่อ น้ำมันลาเวนเดอร์ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำของใบและยอดดอกของพืช *Lavandula angustifolia* วงศ์ *Lamiaceae* ได้น้ำมันที่เรียก True Lavender Oil ถ้าได้จากพืช *L. latifolia* เรียกว่า Spike Lavender Oil ลักษณะปรากฏของน้ำมันลาเวนเดอร์ คือ เป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว หอมหวานเจือกลิ่นสมุนไพร True Lavender Oil จะมีกลิ่นหอมแรงกว่า Spike Lavender Oil

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ linalyl acetate , linalool , lavendulyl acetate , terpineol , cineol , ocimene , β -caryophyllene , ocimne , limonene

น้ำมันลาเวนเดอร์มีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจ ดังนี้คือช่วยคลายเครียด ทำให้อ่อนหลับสบาย บรรเทาอาการปวดศีรษะ กระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ทำให้จิตใจรู้สึกสดชื่นและสงบ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้บาดแผลหายเร็ว ลดอาการอักเสบของผิวหนัง ใช้ทาลดอาการปวดกล้ามเนื้อ แก้พิษแมลงกัดต่อย และใช้ไล่แมลง ดอกขงน้ำมันรับประทานเป็นยาแก้เจ็บคอ น้ำมันลาเวนเดอร์ได้รับการรับรองให้ใช้ในอาหารได้ โดยองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 2 ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง

น้ำมันหอมระเหยอื่นๆ ที่สามารถนำมาเตรียมผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อได้แก่

น้ำมันพริกไทยดำ (Black pepper oil)

พริกไทยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn. วงศ์ Piperaceae พริกไทยเป็นไม้เถาและมีรากงอกตามข้อต่อของเถา เถาเลื้อยพันค้ำโดยมีรากตามข้อเป็นเครื่องยึด พริกไทยเป็นพืชพื้นเมืองของอินเดียตะวันตกเฉียงใต้ แต่ปัจจุบันมีปลูกในประเทศที่มีอากาศร้อนทั่วไป พริกไทยดำเป็นผลที่โตเต็มที่แต่ยังไม่สุก เมื่อเก็บจากต้นแล้วนำมาทำให้แห้ง น้ำมันพริกไทยดำเป็นน้ำมันระเหยที่ได้จากการนำพริกไทยดำมาลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งให้น้ำมันระเหย 2-4 % ส่วนประกอบอัลคาลอยด์หลักคือ piperine 5-9 %, piperidine , piperettine และ piperamine อัลคาลอยด์ที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุนและรสเผ็ดได้แก่ piperine และ piperamine ในทางยานิยมใช้พริกไทยดำมากกว่าพริกไทยอ่อน พริกไทยดำใช้ขับเหงื่อ ขับลม ขับปัสสาวะ กระตุ้นปฏิกิริยาที่ลิ้น ซึ่งยังผลให้กระเพาะอาหารหลั่งน้ำย่อยเพิ่มขึ้น piperine ในพริกไทยมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง แก้ปวด ลดไข้ และด้านการอักเสบ

น้ำมันกานพลู (Clove oil)

กานพลูเป็นพืชวงศ์ Myrtaceae ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของหมู่เกาะ Molucca แต่ได้มีผู้นำไปปลูกในท้องถิ่นอื่นอีกหลายแห่ง กานพลูเป็นเครื่องเทศเก่าแก่ที่รู้จักกันมานานของชาวตะวันออกก่อนที่จะเป็นที่รู้จักของชาวยุโรป กานพลูเป็นต้นไม้ยืนต้น น้ำมันกานพลูได้จากการนำดอกกานพลูแห้งมาลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำ ซึ่งเมื่อกลั่นได้ใหม่ๆ จะไม่มีสีหรือมีสีน้ำตาล กลิ่นหอมและรสเผ็ด เมื่อทิ้งไว้สีจะเข้มขึ้น น้ำมัน

กานพลูประกอบด้วย eugenol eugenol acetate humelene และ caryophyllene นอกจากนี้ยังมี methyl n-amyl ketone ซึ่งเป็นสารที่ทำให้น้ำมันมีกลิ่นซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกานพลู

น้ำมันกานพลูนอกจากใช้แต่งกลิ่นอาหาร ขนม และเครื่องคั้นที่มีแอลกอฮอล์แล้ว ในทางยา มีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ ใช้ระงับอาการปวดฟัน มีฤทธิ์ขับลม กระตุ้นการไหลเวียนโลหิตของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ใช้แต่งกลิ่นยาสีฟัน และน้ำยารักษาฟัน

น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (Peppermint oil)

น้ำมันจากพืช *Mentha piperita* วงศ์ Lamiaceae ปลูกทั่วไปในอเมริกา ยุโรป และ ออสเตรเลีย น้ำมันเปปเปอร์มินต์ได้จากการกลั่นใบและดอกตูมด้วยน้ำหรือไอน้ำ องค์ประกอบสำคัญในน้ำมันได้แก่ α -pinene, β -pinene, limonene, menthol และ menthone สรรพคุณทางยา ใช้ภายนอกมีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรีย ด้านเชื้อรา ลดการปวดและอักเสบของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต บรรเทาปวดกล้ามเนื้อ แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ ช่วยย่อยอาหาร แก้อาการคลื่นไส้ อาเจียน ขับเสมหะ แก้อาการทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่าเปปเปอร์มินต์ยังมีผลต่อระบบประสาททำให้มีสมาธิและจดจำได้ดี

น้ำมันพิมเสน (Patchouli oil)

ได้จากต้น *Pogostemon patchouli* เป็นพืชล้มลุกวงศ์ Labiatae น้ำมันพิมเสนได้จากการสกัดใบแห้งของต้นพิมเสนด้วยไอน้ำ น้ำมันพิมเสน เป็นของเหลวใส สีเหลือง ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีลักษณะหนืดข้นเมื่อเก็บเอาไว้ มีกลิ่นเฉพาะตัวคล้ายต้นไม้และดิน กลิ่นค่อนข้างฉุน องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ patchoulol, cinnamic aldehyde, eugenol, cadinene น้ำมันนี้ใช้ภายนอกเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อและลดการอักเสบ ใช้ผสมในเครื่องสำอางเพื่อให้ผิวหนังชุ่มชื้น และลดรอยเหี่ยวย่นของผิวหนัง

น้ำมันสน (Pine oil)

ได้จากการสกัดใบสนและกิ่งเล็กๆ ของพืช *Pinus sylvestis* วงศ์ Pinaceae ด้วยไอน้ำ น้ำมันที่ได้ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวคล้ายป่าไม้ ให้ความรู้สึกสดชื่น

องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันคือ α -pinene, 3-carene, dipentene, β -pinene, D-limonene, α -terpinene borneol และ 1,8-cineol

น้ำมันสน มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อเมื่อใช้เป็นยาทาผิวหนังและยารับประทาน จะใช้รับประทานในกรณีติดเชื้อของระบบหายใจ ทางเดินอาหาร น้ำมัน pine เมื่อใช้ทาภายนอกจะกระตุ้นการไหล

เวียนของโลหิต ใช้รักษาอาการปวดข้อ ปวดกล้ามเนื้อ นอกจากนี้เมื่อใช้โดยการสูดดมมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อในทางเดินหายใจ ลดอาการเครียด และอาการกระวนกระวาย

น้ำมันไพล (Plai oil)

ได้จากพืชล้มลุกวงศ์ Zingiberaceae มีเหง้าใต้ดิน ขึ้นเป็นกอสูงประมาณ 80-150 ซม. เหง้ามีเปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นเฉพาะ สารสกัดจากเหง้าทามีฤทธิ์แก้ฟกช้ำ เคล็ดบวม เหง้าสดหรือแห้งรับประทานเพื่อขับลมในลำไส้ แก้จุกเสียด แก้ปวดท้อง เป็นต้น

น้ำมันอบเชยเทศ (Cinnamon Oil)

ได้จากการกลั่นด้วยน้ำหรือไอน้ำของเปลือกต้นหรือใบและกิ่งเล็กของพืช *Cinnamomum zelanicum* Nees วงศ์ Lauraceae ลักษณะปรากฏของน้ำมันอบเชย คือ เป็นของเหลวใส สีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัว ให้ความรู้สึกร้อนแบบเครื่องเทศ น้ำมันอบเชยที่ได้จากเปลือกต้น อาจเรียกว่า น้ำมันเปลือกอบเชย ในขณะที่น้ำมันที่ได้จากใบเรียกน้ำมันใบอบเชย ซึ่งมีลักษณะปรากฏและกลิ่นแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ cinnamaldehyde , eugenol , benzaldehyde , cuminaldehyde , pinene , cineol , phellandrene , linalool , cymene

น้ำมันอบเชยมีฤทธิ์ต่อร่างกายและจิตใจ ดังนี้คือ กระตุ้นการไหลเวียนโลหิตของกล้ามเนื้อและข้อต่อ มาเชื่อจุลชีพ คลายการหดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ ขับลม น้ำมันอบเชยอาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังเนื่องมาจาก cinnamaldehyde

น้ำมันอบเชยจีน (Cassia oil)

ได้จากเปลือกต้น *Cinnamomum aromaticum* ซึ่งเป็นต้นไม้ขนาดกลาง เป็นไม้พื้นเมืองของจีนและเวียดนาม เปลือกต้นอบเชยมีน้ำมันหอมระเหย 1-2% ส่วนประกอบสำคัญในน้ำมันหอมระเหยได้แก่ cinnamaldehyde, cinnamic acid, phenolic compounds และ flavonoid derivatives จีนใช้เป็นยามาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเชื่อว่าเปลือกไม้ทำให้ร่างกายอบอุ่น รับประทานแก้อาการปวดท้อง อาหารไม่ย่อย ขับลม เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อจากพืชสมุนไพรและพืชเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหยที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและพื้นที่สูง เพื่อเป็นการสนับสนุนการใช้ประโยชน์ของพืชเหล่านี้ นอกเหนือจากการบริโภคในสภาพพืชสดและแห้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ผลิตภัณฑ์บรรเทาปวดกล้ามเนื้อในรูปแบบเจลที่มีลักษณะน่าใช้ มีความคงตัวดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าการใช้พืชที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงและเป็นการลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกันจากต่างประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

กรรมวิธีทดลอง

สถานที่ทดลอง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาทำการทดลอง ตุลาคม 2544 - กันยายน 2545

วัสดุและอุปกรณ์

พืชหอมและพืชเครื่องเทศที่ปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ rosemary และ lavender

น้ำมันพริกไทยดำ (Black pepper oil)

น้ำมันกานพลู (Clove oil)

น้ำมันสน (Pine oil)

น้ำมันเปปเปอร์มินต์ (Peppermint oil)

น้ำมันพิมเสน (Patchouli oil)

น้ำมันไพล (Plai oil)

น้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus oil)

น้ำมันอบเชยเทศ (Cinnamon oil)

น้ำมันอบเชยจีน (Cassia oil)

Menthol

Carbopol 980, Ultrez 10 (BF Goodrich, USA)

Propylene glycol

Glycerine

Sorbitol

EDTA

Triethanolamine (TEA, BASF Co., Germany)

Tetrahydroxypropyl ethylenediamine (TE, BASF Co., Germany)

PEG-40-hydrogenated castor oil (PEG-RH-40, BASF Co., Germany)

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาด 5 ลิตร

Heating mantle ขนาด 5 ลิตร

Propeller mixer (Heidolph, Germany)

Viscometer (Brookfield Viscometer RVIII)

ผู้ควบคุมอุณหภูมิ (Mettler, Germany)

การสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง นำพืชสดส่วนใบและยอดดอกมากลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (hydrodistillation) และเก็บน้ำมันหอมระเหยโดย cleverger apparatus

หลังจากแยกน้ำออกจากน้ำมันหอมระเหยแล้ว วัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยและคำนวณร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่ได้โดยปริมาตรต่อน้ำหนักพืชสด

การเตรียมน้ำมันหอมระเหยผสม

คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยซึ่งมีสรรพคุณบรรเทาอาการปวดหรือลดการอักเสบของกล้ามเนื้อและข้อผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ ให้น้ำมันผสมที่มีกลิ่นหอมมาใช้ ให้ความร้อนเมื่อทาถู นวด เพื่อบรรเทาอาการปวดและอักเสบของกล้ามเนื้อและข้อ น้ำมันหอมระเหยและสารสกัดที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่

น้ำมันหอมระเหย	ปริมาณที่ใช้ (%)
Black pepper	1 - 10
Pine	2 - 10
Peppermint	7 - 25
Rosemary	20 - 41
Lavender	10 - 50
Cinnamon	1 - 10
Patchouli	0.5 - 1.5
Eucalyptus	0 - 10
Plai	0.5 - 2.0
Clove	1 - 2
Cassia	1 - 10

คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยผสมที่ได้เพื่อทดสอบความพึงพอใจในกลุ่มของอาสาสมัครจำนวน 10 คน นำน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ถูกเลือกมากที่สุดไปเตรียมเจลบรรเทาปวด

การเตรียมเจลบรรเทาปวด

ส่วนประกอบและปริมาณสารที่ใช้ในการเตรียมเจล มีดังนี้

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (% w/w)
Mixed essential oil	8 - 20
Menthol	0 - 5.0
Ethanol	15 - 50
PEG-RH-40	8 - 25
Carbopol 980	1 - 2.5
Carbopol Ultrez 10	1 - 2.5
Propylene glycol	1 - 5
Butylene glycol	1 - 5
EDTA	0.01 - 0.05
Sorbitol	1 - 1.5
TE	0.5 - 3
TEA	0.1 - 0.3
Water	20 - 55

วิธีเตรียม

1. ผสมน้ำมันหอมระเหยผสมกับ ethanol และ menthol คนให้ menthol ละลาย
2. กระจายผง Carbopol 980 หรือ Ultrez 10 ในน้ำให้พองตัว เติม propylene glycol butylene glycol EDTA sorbitol และ PEG-RH-40
3. เติมสารในข้อ 1 ลงผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ propeller mixer
4. เติม TE และ TEA

เจลที่ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปวัดความหนืด

การทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร

เลือกเจลดำรับที่ 13 ซึ่งเตรียมด้วย Carbopol Ultrez10 สำหรับทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร จำนวน 15 คน เพศชาย 6 คน เพศหญิง 9 คน อายุระหว่าง 21-60 ปี ให้อาสาสมัครดมกลิ่นเจลและทาเจล ปริมาณประมาณ 1 กรัมบริเวณแขนด้านในช่วงข้อมือถึงข้อศอก สังเกตความรู้สึกและอาการต่างๆ ภายใน เวลา 30 นาที ในกรณีที่อาสาสมัครที่ร่วมทดสอบมีอาการปวดกล้ามเนื้อ ให้ทาเจลบริเวณที่ปวดแทนบริเวณ แขน เมื่อครบกำหนดเวลา 30 นาที ให้อาสาสมัครตอบแบบสอบถาม

การศึกษาความคงสภาพ

บรรจุเจลในหลอดโลหะ (collapsible tube) และเก็บที่อุณหภูมิ 4°C , อุณหภูมิห้อง, และที่ 45°C วัดความหนืดของเจลหลังจากที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าวเป็นเวลา 1 และ 2 เดือน โดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer DV III .ใช้ spindle # 28 หมุนด้วยความเร็ว 20 rpm เป็นเวลา 1 นาที ที่อุณหภูมิ 32°C เปรียบ เทียบความหนืดและลักษณะของเจลที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาดังกล่าวกับเจลเริ่มต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ผลการทดลอง

การกลั่นน้ำมันหอมระเหย

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่เพาะปลูกในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง

Rosemary ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คิดเป็นร้อยละ 0.74 (ปริมาตร / น้ำหนัก) น้ำมันมีลักษณะเป็นของเหลวใส มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว

Lavender ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คิดเป็นร้อยละ 0.33 (ปริมาตร / น้ำหนัก) น้ำมันมีลักษณะเป็นของเหลวใส มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัว

น้ำมันหอมระเหยที่มีสรรพคุณบรรเทาอาการปวด ลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ ทำให้ร้อนแดงบริเวณที่ทา โดยมีสรรพคุณอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งอย่าง จะคัดเลือกเพื่อใช้ในการเตรียมเจลบรรเทาอาการปวด น้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้แก่ rosemary, pine, peppermint, cinnamon, lavender, patchouli, plai, cassia, black pepper, clove, และ eucalyptus น้ำมันหอมระเหยดังกล่าวมีกลิ่นเฉพาะตัวต่างกัน ซึ่งแต่ละกลิ่นเป็นกลิ่นที่ชื่นชอบมากน้อยต่างกันในแต่ละคน ในการทดลองจึงได้ผสมน้ำมันหอมระเหยในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 25 สูตร และคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยสูตรผสมที่มีกลิ่นน่าจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 12 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 น้ำมันหอมระเหยทุกสูตรผสมที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำมันใสสีน้ำตาลเหลือง ความเข้มข้นขึ้นกับชนิดและปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ผสม จากสูตรน้ำมันหอมระเหยผสมดังกล่าว ผู้วิจัยได้คัดเลือกจำนวน 5 สูตรดังตารางที่ 3 เพื่อให้อาสาสมัครจำนวน 10 คนดมกลิ่นและเลือกน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ชอบที่สุดเพียงสูตรเดียว ผลการคัดเลือกโดยอาสาสมัครจำนวน 10 คนอายุ 21 - 58 ปี เป็นเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 8 คน แสดงในตารางที่ 3 น้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่เป็นที่พอใจของอาสาสมัครมากที่สุดได้แก่สูตรที่ 11 ซึ่งได้นำไปเตรียมผลิตภัณฑ์เจลบรรเทาปวดต่อไป

ส่วนประกอบของเจลบรรเทาปวดที่เตรียมจากน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 11 จำนวน 17 คำรับแสดงในตารางที่ 4, 5 และ 6 จากการทดลองพบว่า เจลที่เตรียมโดยใช้ Carbopol 980 และ Ultrez 10 ได้เจลที่มีเนื้อเนียน มีความหนืดพอเหมาะ ทากระจายตัวได้ดีบนผิวหนัง เจลที่เตรียมได้ทั้งหมดเป็นเจลที่มีทั้งลักษณะข้นขาวและใส ทั้งนี้ความใสของเจลขึ้นกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยผสมตัวช่วยละลาย ซึ่งได้แก่ PEG-RH-40 และปริมาณ ethanol ในคำรับ ความหนืดของเจลนอกจากจะแปรตามปริมาณสารก่อเจลที่ใช้ในคำรับ ยังแปรตามปริมาณสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่นำมาปรับ pH ของเจล ได้แก่ TE, KOH และ TEA และ

ปริมาณ alcohol ในตำรับ เจลที่เตรียมด้วย carbopol Ultrez 10 เมื่อทาผิวแล้วจะรู้สึกเหนอะน้อยกว่าเจลที่เตรียมจาก carbopol 980

เจลที่คัดเลือกเพื่อศึกษาความคงสภาพ 2 ตำรับ ได้แก่ ตำรับที่ 12 และ ตำรับที่ 13 ซึ่งเตรียมโดยใช้ Carbopol 980 และ Ultrez 10 เป็นสารก่อเจลตามลำดับ เจลทั้งสองตำรับมีค่า pH เท่ากับ 6.29 และ 6.09 ตามลำดับ เจลตำรับที่ 12 ซึ่งเตรียมด้วย Carbopol 980 มีความหนืดน้อยกว่าเจลตำรับที่ 13 ซึ่งเตรียมด้วย Carbopol ultrez 10 ความคงสภาพของเจลทั้งสองตำรับอยู่ในเกณฑ์ดีเมื่อเก็บเจลไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน ส่วนเจลที่เก็บที่ 45°C เป็นเวลา 1-2 เดือนความหนืดลดลงมาก และเจลมีสีเข้มขึ้นแต่ไม่มีการแยกชั้นของน้ำมันหอมระเหย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 1-6

สูตรที่ น้ำมันหอมระเหย	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%)					
	1	2	3	4	5	6
Rosemary	20.00	20.00	15.00	34.86	34.89	35.21
Pine	20.00	10.00	15.00	8.07	8.15	2.51
Peppermint	20.00	20.00	15.00	20.02	24.85	7.32
Cinnamon	-	-	-	8.92	5.01	1.22
Lavender	20.00	10.00	10.00	14.94	14.91	49.30
Patchouli	-	10.00	5.00	0.60	0.50	0.94
Plai	-	5.00	5.00	0.60	0.70	-
Blackpepper	20.00	10.00	15.00	1.99	1.99	0.28
Clove	-	10.00	5.00	-	-	1.00
Cassia	-	-	-	10.00	9.00	1.22
Eucalyptus	-	5.00	15.00	-	-	1.00

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบน้ำมันหอมระเหยผสมสูตรที่ 7-12

สูตรที่ น้ำมันหอมระเหย	ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (%)					
	7	8	9	10	11	12
Rosemary	40.37	20.00	40.90	30.72	34.83	34.00
Pine	3.28	10.00	5.97	6.44	6.00	8.00
Peppermint	8.18	20.00	11.94	21.82	21.89	21.40
Cinnamon	2.50	10.00	6.00	5.50	5.00	6.80
Lavender	40.37	10.00	25.87	25.76	14.92	15.00
Patchouli	1.07	-	1.09	1.09	3.07	0.50
Plai	-	0.50	1.00	1.09	3.00	0.50
Blackpepper	0.59	10.00	1.10	1.09	2.19	2.00
Clove	-	-	-	-	3.10	1.00
Cassia	2.99	10.00	6.13	6.49	6.00	5.80
Eucalyptus	0.65	9.50	-	-	-	5.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตารางที่ 3 คำร้บนำ้มนหอมระเหยที่ใช้ทดสอบความพึงพอใจของอาสาสมัคร

สูตรที่ นำ้มนหอมระเหย	ปริมาณนำ้มนหอมระเหย (%)				
	2	5	7	11	12
Rosemary	20.00	34.89	40.37	34.83	34.00
Pine	10.00	8.15	3.28	6.00	8.00
Peppermint	20.00	24.85	8.18	21.89	21.40
Cinnamon	-	5.01	2.50	5.00	6.80
Lavender	10.00	14.91	40.37	14.92	15.00
Patchouli	10.00	0.50	1.07	3.07	0.50
Plai	5.00	0.70	-	3.00	0.50
Blackpepper	10.00	1.99	0.59	2.19	2.00
Clove	10.00	-	-	3.10	1.00
Cassia	-	9.00	2.99	6.00	5.80
Eucalptus	5.00	-	0.65	-	5.00
จำนวนที่เลือก	2	-	1	5	2

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบเจลบรรเทาปวดตำรับที่ 1 – 6

ส่วนประกอบ ตำรับที่	ปริมาณ % w/w					
	1	2	3	4	5	6
Essential oils mixed	14.59	13.51	14.66	14.42	19.10	16.80
Menthol	-	-	-	-	0.27	0.28
Ethanol	28.60	44.14	28.74	28.27	26.74	27.44
Carbopol 980	1.50	-	-	-	-	-
Carbopol Ultrez10	-	1.13	1.39	1.37	1.30	1.33
PEG-RH-40	20.43	9.00	20.53	20.19	19.10	19.60
Propylene glycol	2.33	1.82	1.32	1.24	1.09	1.15
Butylene glycol	-	-	2.35	2.31	2.18	2.24
EDTA 1%	2.92	4.50	2.93	2.88	2.73	2.80
Sorbitol	2.63	3.60	-	1.44	1.36	1.40
TE	0.58	0.91	0.59	0.58	0.55	0.56
TEA	0.20	-	-	-	-	-
KOH 10%	-	-	1.03	1.27	0.95	1.12
Water	26.23	21.39	26.47	26.03	24.62	25.27
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
pH		6.65	6.68	6.31	6.78	6.73
Appearance	clear gel	white gel	clear gel	clear gel	clear gel	clear gel

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบเจลบรเทาปวดคำรับที่ 7 - 12

ส่วนประกอบ \ คำรับที่	ปริมาณ % w/w					
	7	8	9	10	11	12
Essential oils mixed	14.90	14.87	13.29	12.88	15.55	14.59
Menthol	0.81	1.62	1.81	2.49	2.87	3.00
Ethanol	29.19	29.13	26.04	16.69	19.14	27.60
Carbopol 934	-	1.42	-	-	-	1.39
Carbopol Ultrez10	1.42	-	1.81	2.06	2.39	-
PEG-RH-40	20.84	20.79	18.59	21.22	7.18	20.43
Propylene glycol	0.58	-	0.52	0.65	0.72	2.49
Vit E acetate	0.10	0.10	0.18	0.62	0.72	-
EDTA 1%	2.98	2.97	2.66	3.11	3.59	2.00
Sorbitol	1.50	1.50	-	-	-	1.46
TE	0.59	0.59	0.52	-	-	0.5
TEA	0.20	0.20	0.22	1.05	2.39	0.21
Water	26.89	26.82	34.36	39.23	45.46	26.33
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
pH	6.28	6.14				6.29
Appearance	clear gel	clear gel	clear gel	clear gel	white gel	clear gel

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบเจลบรรเทาปวดตำรับที่ 13 - 17

ส่วนประกอบ ตำรับที่	ปริมาณ % w/w				
	13	14	15	16	17
Essential oils mixed	14.59	18.72	8.35	8.00	9.28
Menthol	3.00	3.28	4.18	4.00	4.42
Ethanol	27.60	37.45	19.98	19.14	21.61
Carbopol 98	-	-	2.59	-	-
Carbopol Ultrez10	1.39	0.94	-	2.69	2.43
PEG-RH-40	20.43	12.48	7.49	7.18	7.94
Propylene glycol	2.49	2.48	1.25	1.20	-
Vit E acetate	-	-	0.75	0.72	0.80
EDTA 1%	2.00	3.85	3.74	3.58	3.52
Sorbitol	1.46	2.50	-	-	1.35
TE	0.5	1.24	-	2.38	0.00
TEA	0.21	-	2.48	-	2.43
Water	26.33	17.06	49.18	51.11	46.22
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
pH	6.09	6.72	5.84	5.69	5.91
Appearance	clear gel	clear gel	white gel	white gel	white gel

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบและลักษณะเจลบรรเทาปวดกล้ามเนื้อที่ศึกษาความคงสภาพ

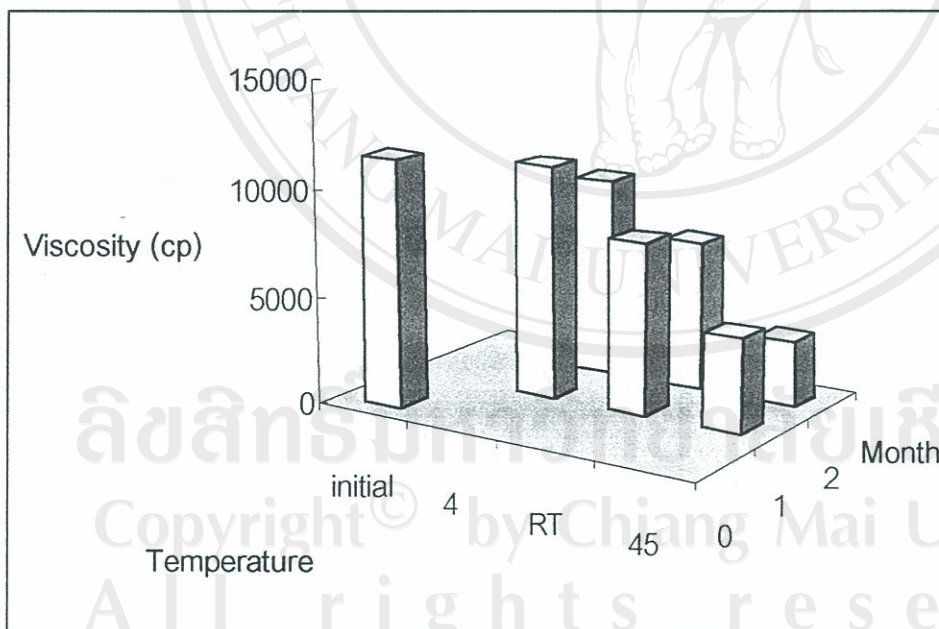
ส่วนประกอบ ตำรับที่	ปริมาณ % w/w	
	12	13
Essential oils mixed	14.59	14.59
Menthol	3.00	3.00
Ethanol	27.60	27.60
Carbopol 980	1.39	-
Carbopol Ultrez10	-	1.39
PEG-RH-40	20.43	20.43
Propylene glycol	2.49	2.49
Vit E acetate	-	-
EDTA 1%	2.00	2.00
Sorbitol	1.46	1.46
TE	0.5	0.5
TEA	0.21	0.21
Water	26.33	26.33
Total	100.00	100.00
pH	6.29	6.09
Appearance	clear gel	clear gel

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตารางที่ 8 ความหนืดของเจลเตรียมด้วย Carbopol 980 ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ	ระยะเวลา	1	2	3	เฉลี่ย	sd
4°C	0	11,900	11,200	11,400	11,500.00	360.56
	1	11,250	10,450	10,950	10,883.33	404.15
RT	1	8,050	7,950	7,950	7,983.33	57.74
45°C	1	4,900	4,200	4,050	4,383.33	453.69
4°C	2	9,310	8,789	10,010	9,369.67	612.68
RT	2	7,300	6,700	7,010	7,003.33	300.06
45°C	2	3,200	2,800	3,004	3,001.33	200.01

RT - อุณหภูมิห้อง

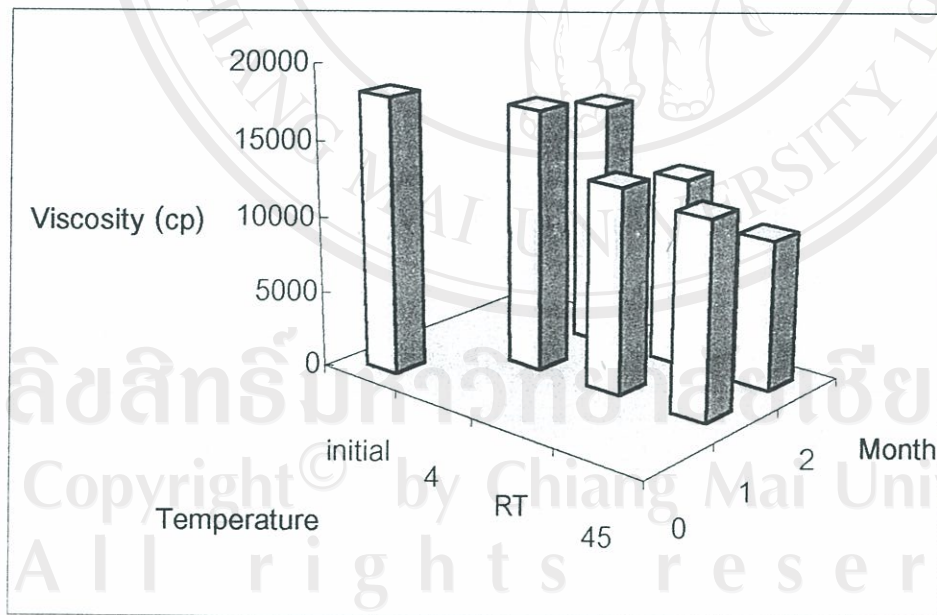


RT - อุณหภูมิห้อง

รูปที่ 3 แสดงความหนืดของเจลเตรียมด้วย Carbopol 980 เก็บที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลาสองเดือน

ตารางที่ 9 ความหนืดของเจลเตรียมด้วย Caebopol ultrez 10 ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ	ระยะเวลา	1	2	3	เฉลี่ย	sd
	0	18150	18150	18100	18133.33	28.87
4°C	1	17650	16850	17000	17166.67	425.25
RT	1	13500	13550	13250	13433.33	160.73
45°C	1	13800	12400	12250	12816.67	854.89
4°C	2	16832	16150	15621	16201.00	607.11
RT	2	12550	12200	12805	12518.33	303.74
45°C	2	9650	9907	9910	9822.33	149.25



RT อุณหภูมิห้อง

รูปที่ 4 แสดงความหนืดของเจลเตรียมด้วย Cabopol ultrez 10 เก็บที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลาสองเดือน

การทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร

จากการนำเจลตำรับที่ 13 ที่เตรียมในการศึกษาครั้งนี้ไปทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัครโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกันที่มีจำหน่าย ได้ผลการทดสอบพบดังนี้

กลิ่นของผลิตภัณฑ์ อาสาสมัครจำนวน 11 คนชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่นำมาเตรียมเจลบรรเทาปวด ที่เหลืออีก 4 คนตอบว่าเป็นกลิ่นที่ยอมรับได้

ความรู้สึกล้างทาเจล อาสาสมัคร 2 คนรายงานว่าไม่รู้สึกร้อน 4 คนร้อนน้อย 8 คนร้อนปานกลาง และ 1 คนร้อนมาก

อาการระคายเคืองหลังทาเจล อาสาสมัครทั้ง 15 รายงานว่าไม่เกิดอาการระคายเคืองหลังใช้เจลบรรเทาปวด

ประสิทธิภาพในการบรรเทาปวด มีอาสาสมัครเพียง 4 คนที่ทดลองทาเจลบริเวณที่ปวด อาสาสมัคร 3 คนรายงานว่าเจลทำให้อาการปวดบรรเทาลง ส่วนอีก 1 คนรายงานว่าเจลไม่ช่วยในการบรรเทาปวด

การเลือกผลิตภัณฑ์ อาสาสมัครจำนวน 11 คนเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับเจลตำรับที่ 13 ส่วนอีก 4 คนเลือกเจลตำรับที่ 13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

วิจารณ์ สรุปผลและเสนอแนะ

น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดถึงแม้จะมีคุณสมบัติคล้ายและบรรเทาปวดกล้ามเนื้อเหมือนกัน แต่น้ำมันแต่ละชนิดมีกลิ่นเฉพาะตัวและทำให้รู้สึกร้อนเมื่อทาต่างกัน เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยหลายชนิดมาผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน จะได้น้ำมันผสมที่มีกลิ่นหอมเป็นที่ยอมรับมากกว่าน้ำมันหอมระเหยเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้จะทำให้รู้สึกร้อนมากขึ้นเมื่อทาผิวหนัง น้ำมันหอมระเหยผสมที่มีกลิ่นเป็นที่ยอมรับของอาสาสมัครประกอบด้วยน้ำมัน rosemary, pine, peppermint, cinnamon, lavender, patchouli, plai, blackpepper, clove, และ cassia นำน้ำมันหอมระเหยผสมดังกล่าวมาเตรียมเจลบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ โดยได้ทดลองใช้สารก่อเจลหลายชนิด พบว่า carbopol เป็นสารก่อเจลที่เหมาะสมในการเตรียมเจลบรรเทาปวดจากน้ำมันหอมระเหย carbopol เป็นสารก่อเจลที่มีหลายเกรด ในการทดลองครั้งนี้เลือกใช้ carbopol 980 และ ultrez 10 เป็นสารก่อเจล ได้เจลที่มีลักษณะทั้งใสและขุ่นขาวคล้ายครีม การที่เจลจะมีลักษณะใสหรือขุ่นขาวขึ้นกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยและตัวทำละลาย (solubilizer) เป็นสำคัญ เจลตำรับที่ 2, 11, 15, 16 และ 17 มีลักษณะขุ่นขาว แม้เจลจะขุ่นขาวแต่มีลักษณะเนื้อเนียนสม่ำเสมอ ส่วนเจลตำรับที่เหลือมีลักษณะใส ความหนืดของเจลขึ้นกับปริมาณสารก่อเจลในตำรับปริมาณค่าที่นำมาปรับ pH ของเจล และปริมาณ alcohol ในตำรับ สารที่นำมาปรับ pH ของเจล เพื่อให้ได้เจลใสควรเลือกค่าที่เมื่อเกิดเกลียวกับ carbopol แล้วสามารถละลายได้ใน hydroalcoholic medium ทั้งนี้การเลือกชนิดของค่าขึ้นกับปริมาณ alcohol ที่มีอยู่ในตำรับ pH ของเจลทั้งหมดเป็นกรดเล็กน้อยมีค่าระหว่าง 5.69 – 6.72

เจลตำรับที่ 12 และ 13 ซึ่งเตรียมด้วย carbopol 980 และ ultrez 10 ตามลำดับ มีลักษณะเนื้อเนียนสม่ำเสมอ มีความหนืดพอเหมาะ มีค่า pH เท่ากับ 6.29 และ 6.09 ตามลำดับ คัดเลือกเจลทั้งสองตำรับเพื่อนำไปศึกษาความคงสภาพโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 2 เดือน เจลทั้งสองตำรับมีความคงสภาพดีเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน ส่วนเจลที่เก็บที่ 45°C ความหนืดลดลงมาก และเจลมีสีเข้มขึ้นแต่ไม่มีการแยกชั้นของน้ำมันหอมระเหย

เมื่อนำเจลตำรับที่ 13 ไปทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัครจำนวน 15 คน อาสาสมัครส่วนมากชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้เตรียมเจลตำรับที่ 13 เป็นที่น่าสังเกตว่าอาสาสมัครที่มีอายุน้อยกว่า 28 ปี จะไม่ชอบกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่นำมาเตรียมเจล แต่เป็นกลิ่นที่ยอมรับได้ เจลตำรับนี้เมื่อทาแล้วอาสาสมัครส่วนมากรายงานว่ารู้สึกร้อนปานกลาง โดยทั่วไปผู้ที่ใช้ยาทาบรรเทาปวดกล้ามเนื้อมักจะชื่นชอบผลิตภัณฑ์ที่ทำให้รู้สึกร้อนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับยาทาบรรเทาปวดกล้ามเนื้อ ในลักษณะเดียวกัน ซึ่งเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ พบว่าอาสาสมัครเลือกที่จะใช้ผลิตภัณฑ์นำเข้าจากต่างประเทศมากกว่า เนื่องจากทาแล้วทำให้รู้สึกร้อนมากกว่า อาสาสมัครที่ร่วมทดสอบ 4 คน ใช้ยาทาบริเวณที่ปวดแทนการทาบริเวณ

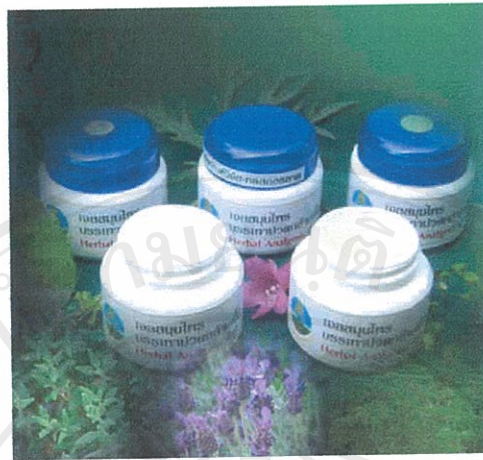
แขน พบว่าอาสาสมัครสามคน รายงานว่าเจลตำรับที่ 13 บรรเทาปวดได้ ในขณะที่อีกคนรายงานว่าไม่บรรเทาปวด อย่างไรก็ตามเจลตำรับที่ 13 ไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองผิวหนังในอาสาสมัครเลย

ในการทดสอบความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของอาสาสมัครครั้งนี้ เนื่องจากภาชนะบรรจุเจลผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบและผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายไม่เหมือนกัน อาสาสมัครจึงทราบว่าผลิตภัณฑ์ใดเป็นผลิตภัณฑ์ทดสอบ ทั้งนี้การทดสอบเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ควรจะบรรจุภาชนะเหมือนกันทุกอย่างเพื่อให้อาสาสมัครตั้งใจพิจารณาเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ต้องการทดสอบของผลิตภัณฑ์และไม่มีความเห็นเอนเอียงไปยังผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง

ในการพัฒนาเจลบรรเทาปวดต่อไป เพื่อให้ได้เจลที่ทำแล้วทำให้รู้สึกร้อนได้เร็วและร้อนมากขึ้น สามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนและชนิดของน้ำมันหอมระเหย เพิ่มปริมาณน้ำมันหอมระเหย ผสมในเจล หรือเติม menthol หรือสารสกัดจากพริกในสูตรตำรับด้วย นอกจากนี้ในการทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัครควรใช้จำนวนอาสาสมัครมากขึ้น โดยมีอาสาสมัครที่มีอาการปวดเรื้อรังรวมอยู่ด้วย และต้องใช้บรรจุภัณฑ์เหมือนกันทุกตัวอย่างที่ทดสอบ

จากผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิฯ เช่น โรสแมรี ลาเวนเดอร์ และเปปเปอร์มินต์ สามารถนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของเจลบรรเทาปวดคล้ำเนื้อได้ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้สูงที่จะนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชเครื่องเทศที่เพาะปลูกในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวงมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเจลบรรเทาปวดต่อไป เจลบรรเทาปวดที่เตรียมได้ มีลักษณะใส เนื้อเนียน เมื่อทากระจายตัวบนผิวหนังได้ดี และสามารถบรรเทาอาการปวดได้ระดับหนึ่ง

เจลบรรเทาปวดจากน้ำมันหอมระเหย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังแสดงในรูปที่ 5 ได้ทดลองวางตลาดจำหน่ายในงานนิทรรศการมูลนิธิโครงการหลวงครั้งที่ 33 ที่กรุงเทพฯ และงานคอกำครั้งที่ 14 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลปรากฏว่าได้รับการตอบรับดีพอสมควร ผู้ใช้ยาบรรเทาปวดส่วนมากยังชอบνωรร่วมกับการทายา จึงนิยมใช้ยาในรูปแบบยาขี้ผึ้งหรือบาล์มซึ่งใช้นวดได้ดีกว่ายาในรูปแบบเจล แต่ยาในรูปแบบยาขี้ผึ้งและบาล์มมีลักษณะเป็นมันเหนอะหนะล้างออกยากกว่าเจล



รูปที่ 3 เจลบรรเทาปวดที่ผลิตเพื่อทดลองตลาด

การผลิตเจลบรรเทาปวดยังมีปัญหาเรื่องภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกปากกว้าง
 ดังในรูป แม้จะมองดูสวยงาม แต่เมื่อเก็บไว้นานน้ำมันหอมระเหยในเจลจะถูกดูดซับโดยภาชนะบ้าง และ
 น้ำมันหอมระเหยบางส่วนระเหยออกจากภาชนะได้ง่าย เจลชนิดนี้ควรบรรจุในหลอดโลหะพับม้วนได้
 (Collapsible tube) เพื่อไม่ให้น้ำมันหอมระเหยในเจลถูกดูดซับโดยภาชนะบรรจุ และยังลดการระเหยออก
 จากภาชนะบรรจุด้วย แต่การบรรจุเจลในหลอดโลหะดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการบรรจุและ
 เครื่องมือปิดผนึกหลอดด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

1. Julia Lawless : The Illustrated Encyclopedia of Essential oils. Element Books Press Ltd., 1998.
2. Kathi Keville and Mindy Green : Aromatherapy: A complete Guide to the Healing Art. Crossing Press, 1995.
3. George Charlabous, Editor : Spices, Herbs and Edible Fungi, Elsevier Science, 1994.
4. Norma R. Farnsworth and Nuntavan Buuyapraphatsara, Editors : Thai Medicinal Plants : Recommended for Primary Health Care System, Prachachon Press Co., Ltd., 1992.
5. Valerie Ann Worwood : The Complete Book of Essential Oils & Aromatherapy. New World Library, 1991.
6. People's Desk Reference for Essential Oils, Essential Science Publishing 1999.
7. นิจศิริ เรืองรังษี, เครื่องเทศ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ 2534.
8. James E.F. Reynolds, Editor: MARTINDALE The Extra Pharmacopoeia 32nd., The Pharmaceutical Press, 1999
9. Anler Wade and Paul J. Weller, Edotors: Handbook of Pharmaceutical Excipients 2nd., The American Pharmaceutical Association and The Pharmaceutical Press London, 1994

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาคผนวก

แบบทดสอบความพึงพอใจเจลบรรเทาปวดกล้ามเนื้อ

ชื่อ – นามสกุล อายุ ปี เพศ

บริเวณที่ทาเจล

ความรู้สึกหลังจากใช้เจล (A)

กลิ่น ชอบ ไม่ชอบ ยอมรับได้

ความรู้สึก ไม่ร้อน ร้อนน้อย ร้อนปานกลาง ร้อนมาก

บรรเทาปวด ได้ดี ได้น้อย

ความระคายเคือง แสบ คัน ผื่นหนังแดง ไม่ระคายเคือง

ขณะที่ทดสอบเจลท่านมีอาการปวดกล้ามเนื้อหรือไม่ ปวด ไม่ปวด

ท่านเคยใช้ยาทาบรรเทาปวดกล้ามเนื้อรูปแบบเจลหรือไม่ เคยใช้ ไม่เคยใช้

ในกรณีปวดกล้ามเนื้อปกติท่านใช้ยาแบบใด ครีม บาล์ม สเปรย์

ระหว่างผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดที่ทดสอบท่านจะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ใด (A) (B)

หมายเหตุ การทดสอบนี้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกันที่มีจำหน่ายหนึ่งชนิด (B)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานผลการวิจัยปี 2545



โครงการย่อยที่ 7

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

Development of Herbal Sheet

รศ. ดร. ไพโรจน์ วิริยาริ

นางสาวพนัธิตรา พรหมรักษา

นางสาวสุภาพร พุทธโสภณัฐ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง โดยได้รับการสนับสนุนต่อเนื่อง 2 ปี คือ ปีงบประมาณ 2544-2545 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในการให้ความสนับสนุนการวิจัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคล เจ้าหน้าที่ ในองค์กรของหน่วยราชการต่างๆ ที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนโครงการวิจัยมาโดยตลอดดังนี้

- มูลนิธิโครงการหลวง อาหารสุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหลายที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งทำให้โครงการวิจัยสามารถสำเร็จได้ด้วยดี แนวความคิดที่มีประโยชน์ทั้งปวงคณะผู้วิจัยขอน้อมรับและจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคต องค์ความรู้ที่เกิดจากโครงการวิจัยนี้ขอให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติโดยรวมต่อไป

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพซึ่งได้พัฒนาขึ้นโดยใช้พืชสมุนไพรที่ได้รับการส่งเสริมการปลูกจากมูลนิธิโครงการหลวงทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ยูเอสเอมินต์ ออริกาโน ทายม์

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ได้แก่ สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเผ็ด รสเค็ม กลิ่นรสสมุนไพร และความเหนียว การหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักและอัตราส่วนของระบบสมุนไพรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design พบว่า ส่วนผสมหลัก ประกอบด้วย แแกนสับปะรด ร้อยละ 51.4 แครอท ร้อยละ 29.5 แป้งข้าวเหนียว ร้อยละ 10.5 และ CMC ร้อยละ 8.6 และระบบสมุนไพร ประกอบด้วย ยูเอสเอมินต์ ร้อยละ 30 ออริกาโน ร้อยละ 20 ทายม์ ร้อยละ 50 นอกจากนี้การกลั่นกรอง ปัจจัยโดยใช้แผนการทดลองแบบ Plackett-Burman Design พบว่า ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ พริกไทยและระบบสมุนไพร ซึ่งหาระดับที่เหมาะสมโดยอาศัยแผนการทดลองแบบ Central composite design พบว่า ส่วนผสมอื่นๆ ที่เหมาะสมในสูตร ได้แก่ เกลือ ร้อยละ 1.00 น้ำตาล ร้อยละ 3.00 พริกป่น ร้อยละ 0.50 พริกไทย ร้อยละ 0.65 และระบบสมุนไพร ร้อยละ 0.31

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผลิตโดยสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมเมื่อนำมาศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาและคาดคะเนอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สภาวะการเก็บต่างๆ พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ 10 20 และ 37 องศาเซลเซียส สำหรับผลการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิ 10 20 และ 37 องศาเซลเซียสได้นานมากกว่า 3 เดือน

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Herbal sheet is a new product developed as a new choice for ready to eat in term of health food. The product was added with some herbs supported by Royal Project Foundation : U.S.A Mint, Oregano and Thyme.

The experiment was started from establishing the ideal ratio profile of the product in order to find out the important attributes of the product for getting the developed direction. It was found that the important characteristics were color, homogeneity, spiciness, saltiness, flavor of herbs and stickiness.

Optimization of the base system and herbal system by use of mixture design were studied. It was found that the base system was composed of 51.4% pineapple core, 29.5% carrot, 10.5% sticky rice flour and 8.6% CMC. Additionally, for the herbal system, the composition was 30% U.S.A Mint, 20% Oregano and 50% Thyme.

Plackett-Burman design was used to screen the large number of variables affecting the product quality. The results showed that the major influencing variables were ground white pepper and the mixture of herbal system. These variables were then optimized by use of central composite design in order to obtain good quality and acceptability of the product. The results showed that the best proportion of ingredients in the formulation was 1.00% salt, 3.00% sugar, 0.5% chilli powder, 0.65% ground white pepper and 0.31 % mixture of herbal system.

The herbal sheet was produced by suitable formula and processing. The product was subjected to investigate the effect of temperature on quality changes of product during storage time. Shelf-life of the herbal sheet in various storage conditions were also investigated. It was found that the suitable storage temperature was 20 °C, 30 °C and 37 °C. From the prediction of shelf-life, it could be found that the product which was kept at 20 °C, 30 °C and 37 °C had shelf-life more than 3 months.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3	จุดมุ่งหมายในการวิจัย	20
บทที่ 4	การวางแผนการทดลอง	21
บทที่ 5	ผลการทดลองและอภิปรายผล	31

บทที่ 6	สรุปผลการทดลอง	111
---------	----------------	-----

เอกสารอ้างอิง	113
---------------	-----

ภาคผนวก	115
---------	-----

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของแครอทน้ำหนัก 100 กรัม	6
2.2	ระดับค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และความสำคัญ	16
4.1	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	22
4.2	สิ่งทดลองที่ในการศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลัก	23
4.3	สิ่งทดลองในการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของระบบสมุนไพร	25
4.4	แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design	27
4.5	ระดับของปัจจัยที่ต้องการการกลั่นกรองในสูตรการผลิตสมุนไพรแผ่น	28
5.1	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	33
5.2	สิ่งทดลองที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design	36
5.3	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	37
5.4	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	38
5.5	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	39
5.6	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2	44
5.7	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2	44
5.8	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2	45
5.9	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ	49
5.10	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ	50
5.11	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ	51

ตาราง	หน้า
5.12 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	55
5.13 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	56
5.14 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	57
5.15 ปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรที่ใช้ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ)	62
5.16 สิ่งทดลองในการหาระดับที่เหมาะสมของพริกไทยและระบบสมุนไพรจากการวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design	63
5.17 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร	64
5.18 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร	65
5.19 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร	66
5.20 สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส (Coded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	69
5.21 สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	71
5.22 ปริมาณที่เหมาะสมของพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตรการผลิต	73
5.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าสี L (ความสว่าง) และค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	89
5.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	92
5.25 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่ เป็นประโยชน์ (Aw) และคะแนนความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	95

ตาราง	หน้า
5.26 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน และความเผ็ดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	98
5.27 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านรสเค็มและกลิ่นสมุนไพรของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	101
5.28 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวและการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	104
5.29 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน	107
5.30 ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตสมุนไพรแผ่น	110

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
5.1 แสดงลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคมักกำหนดให้เป็นลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์	32
5.2 เค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	34
5.3 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design	41
5.4 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ของแต่ละสิ่งทดลองในการทดลองตอนที่ 2	46
5.5 เค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ	53
5.6 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและสมุนไพร	68
5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	74
5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	75
5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและค่า α ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	76
5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและค่า β ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	77
5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	78
5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและการยอมรับด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	79
5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและการยอมรับด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	80
5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรต่อการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น	81
5.15 ขบวนการผลิตสมุนไพรแผ่นที่เหมาะสม	83

ภาพ	หน้า
5.16 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้หลังการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต	85
5.17 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	90
5.18 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	90
5.19 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	93
5.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	93
5.21 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	96
5.22 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	96
5.23 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	99
5.24 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	99
5.25 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	102
5.26 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านกลิ่นสมุนไพรของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	102
5.27 การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	105
5.28 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	105
5.29 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์	108

บทที่ 1

คำนำ

ในอดีตที่ผ่านมาการดำเนินชีวิตของคนทั่วไปไม่เร่งรีบเท่าปัจจุบัน แม่บ้านสามารถเลือกซื้อวัตถุดิบที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อร่างกายมาประกอบอาหารได้เอง ต่อมาเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสภาวะทางเศรษฐกิจที่เร่งรัด การประกอบอาหารเพื่อการบริโภคดังกล่าวจึงทำได้น้อยลง ในปัจจุบันวัฒนธรรมการบริโภคของคนในซีกโลกตะวันออกเปลี่ยนไป กล่าวคือ ต้องการความรวดเร็วเพื่อสอดคล้องกับวิถีชีวิต ทั้งนี้รวมถึงคนไทยด้วย

อาหารพร้อมบริโภค (ready-to-eat) ของชาวตะวันตก มีลักษณะพิเศษ คือ มีการปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเครื่องปรุงให้เป็นส่วนประกอบเดียวกัน มีการเสนอขายด้วยขนาดและหีบห่อที่สะดวกต่อการบริโภค เช่น แสมเบอร์เกอร์ แซนวิช พาย พิซซ่า เฟรนช์ฟรายด์ และขนมขบเคี้ยวต่างๆ เป็นต้น ซึ่งอาหารเหล่านี้เป็นอาหารที่บริโภคแล้วยังได้สารอาหารไม่ครบถ้วน และมีราคาสูง การบริโภคอาหารดังกล่าวควรเพิ่มการบริโภคน้ำมันสดพร้อมรับประทานผลไม้ เพื่อให้ได้สารอาหาร วิตามิน และเกลือแร่ โดยเฉพาะการเพิ่มกากอาหารเพื่อช่วยในระบบขับถ่ายซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายและบำรุงสุขภาพด้วย

การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ โดยมีแหล่งวัตถุดิบต้นทุนต่ำหรือใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอื่นๆ เช่น สับปะรด แครอท ฯลฯ จึงมีความสำคัญและเป็นที่น่าสนใจยิ่ง โดยเฉพาะหากมีการเสริมสมุนไพรมีคุณสมบัติทางยาเข้าไป ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประโยชน์ต่อร่างกายมากยิ่งขึ้น

มูลนิธิโครงการหลวงได้ดำเนินงานวิจัยเกษตรที่สูงอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น ดำเนินการค้นคว้าวิจัยและรวบรวมพันธุ์ไม้ผลเมืองหนาว งานวิจัยพืชผักเมืองหนาว งานวิจัยพืชไร่ โดยเฉพาะงานวิจัยพืชสมุนไพรต่างประเทศ ซึ่งได้ส่งเสริมให้แก่เกษตรกรเพื่อนำไปปลูกกันทั่วไป ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่สำคัญได้แก่ มินต์ สวีทเบซิล ซอร์เรล โรสแมรี่ ออริกาโน ทายม์ นอกจากนี้ยังมีพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่ยังอยู่ในระหว่างการทดลองตลาดอีกประมาณ 15 ชนิด เช่น เซอร์วิล เลมอนบาล์ม เสงลาวนเดอร์ คาโมมาย เนสเตอร์เดียม เป็นต้น

สำหรับผลผลิตของพืชสมุนไพรที่ทำการส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกนั้นมูลนิธิโครงการหลวงยังได้จัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการตลาดขึ้น เพื่อช่วยจัดจำหน่ายผลิตผลของเกษตรกรชาวเขาในราคาที่เหมาะสม นอกจากนั้นยังได้ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาผลผลิตของเกษตรกรเพื่อเพิ่มคุณค่าผลผลิตให้สูงขึ้น อาทิเช่น ชาหอม และชาสมุนไพรชนิดต่าง ๆ เป็นต้น (มูลนิธิโครงการหลวง, 2542)

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบหลักที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพรแต่ละชนิดที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

อาหารสุขภาพ (Health foods) เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพ ประกอบด้วยสารที่มีประโยชน์ ส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ ปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี (ศิริวรรณ, 2541)

ยูเอสเอมินต์ (U.S.A Mint)

มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Mentha piperita* มีกลิ่นสดชื่นกว่าสเปียร์มินต์ ต้นสูงประมาณ 2 - 3 ฟุต ใบสีเขียว มีกลิ่นรสถื่นและเผ็ดร้อนกว่าสเปียร์มินต์ แต่เดิมมีการปลูกในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน

ในด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.1 - 2.0 % (Joseph, 1968) ประกอบด้วย α - pinene, β - pinene, camphene, cineole, menthofuran, 3 - octanol, limonene, linalool, menthone, isomenthone, menthol และ pulegone

สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ น้ำมันหอมระเหยนิยมใช้เป็นสารให้กลิ่นในทางเภสัชและใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดช่องปาก เช่น นำไปใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน ยาบ้วนปาก และลูกกวาด หมากฝรั่งตลอดจนครีมทาภายนอก และใช้ประกอบอาหาร ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร กระตุ้นกระเพาะอาหาร ลดอาการปวดศีรษะ ปวดตามข้อ นิยมใช้แต่งกลิ่นขนมหวาน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลิเคอร์ ซอส และลูกกวาด (Prakash, 1990)

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออริกาโน (Oregano)

มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Origanum vulgare* เป็นสายพันธุ์ใกล้เคียงกับ *majoram* เป็นต้นไม้ที่มีความสูงประมาณ 28 เซนติเมตร หรือ 8 นิ้ว และมีใบสีเขียวเข้มยาวประมาณ 20 มิลลิเมตร มีดอกสีขาวขนาดเล็ก มีต้นกำเนิดมาจากแถบเมดิเตอร์เรเนียน

มีองค์ประกอบเป็นน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.5 % ซึ่งประกอบด้วย thymal, origanene และ carvacrol ทางกายภาพสามารถยับยั้งการปวดศีรษะ อาการระคายเคืองต่าง ๆ และสามารถใช้ในการบำบัดในลำไส้ นอกจากนี้ยังใช้เป็นน้ำมันทาเพื่อบรรเทาอาการอื่นเนื่องจากแมลงกัดอาการปวดฟัน และเกลืออื่น อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการบำบัดรักษาด้วยกลิ่น (aromatherapy)

การนำไปใช้นิยมนำไปสดของออริกาโนเคี้ยวในสลัด ชุป ซอส และอาหารที่ประกอบด้วยเนื้อสัตว์ปีก สำหรับใบออริกาโนแห้งเป็นส่วนผสมได้อย่างดีกับอาหารที่ประกอบด้วยมะเขือเทศ ถั่ว มะเขือม่วง ข้าว และอาหารบางชนิด เช่น พืชข้าว ข้าวคลุกเนื้อ (Keville, 1991)

ทามม์ (Thyme)

มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Thymus citroodows* เป็นไม้พุ่มลำต้นตั้งตรง ดอกและใบมีขนาดเล็ก เติบโตในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ต่อมาได้มีการขยายการเพาะปลูกไปสู่แถบ ฝรั่งเศส สเปน อเมริกา

ในด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่าประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยประมาณ 2.5 % ประกอบด้วย thymol (เป็นสารหลัก) α - pinene, terpinene, camphene, carvacrol, geraniol, terpen - 4 ol, borneol และ 1 - linalool (Prakash, 1990)

สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ จะใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องเทศสำหรับใช้กับสลัดโดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์เนื้อ เครื่องปรุงรส ผัก ชุป น้ำเกรวี่ ไขมัน และน้ำมัน รวมทั้งเครื่องดื่มที่มีและไม่มีแอลกอฮอล์ ลูกกวาด เจลลาติน และพุดดิ้ง เป็นส่วนผสมในการให้กลิ่นรสในชา (Keville, 1991) เป็นส่วนผสมของน้ำยาบ้วนปาก ยาแก้ไอ ช่วยในการย่อยอาหาร (Prakash, 1990)

น้ำมันทนายมีใช้เป็นสารให้กลิ่น ยาขับลมในกระเพาะ และน้ำมันทาแก้ปวดเมื่อย นอกจากนี้ยังใช้เป็นยารักษาอาการไอ (รวมทั้งโรคไอกรน) และสามารถลดอาการเหงื่ออกบวมด้วย อีกทั้งยังเป็นส่วนผสมในการผลิตยาสีฟัน สบู่ ผงซักฟอก ครีม โลชั่น และน้ำหอมต่าง ๆ

แครอท (Carrot)

ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Daucus carota*, Linn. แครอทเป็นพืชล้มลุก ปลูกง่ายและสามารถปลูกได้ทั่วไปในแถบที่มีอากาศค่อนข้างเย็น ใบมีลักษณะเป็นฝอยจึงเรียกว่าผักชีหัว หัวแครอทมีลักษณะเรียวยาว สีส้มทั้งผิวและเนื้อ ใช้บริโภคเป็นผักสด และนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลายชนิด ใช้เป็นเครื่องประกอบในอาหาร เช่น สลัดผัก ยำผักผัก หรือเป็นเครื่องเนรมเครื่องเคียง หรือนำมาปั่นเป็นเครื่องดื่มน้ำผัก ในแครอทมีสารเริ่มต้นของวิตามินเอสูง คือเบตาแคโรทีน (β -carotene) ซึ่งมีสีส้ม เมื่อบริโภคเข้าไปแล้ว ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ เบต้าแคโรทีนนอกจากเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) ให้แก่ร่างกาย สีส้มที่ได้จากหัวแครอทก็สามารถใช้เป็นสีแต่งอาหาร ในแครอทยังประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประโยชน์ทางยา กล่าวคือมีฤทธิ์ขับพยาธิไส้เดือน ช่วยขับปัสสาวะเนื่องจากมีเกลือโปแตสเซียมในปริมาณสูง ช่วยย่อยอาหาร ทำให้ระบบย่อยอาหารเป็นปกติ

คุณค่าทางโภชนาการของแครอทโดยเทียบจากน้ำหนักแครอทส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม แสดงดังตาราง 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของแครอทน้ำหนัก 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ
พลังงาน (kcal)	37.00
โปรตีน (g)	1.60
ไขมัน (g)	0.40
คาร์โบไฮเดรต (g)	6.80
แคลเซียม (mg)	2.00
ฟอสฟอรัส (mg)	68.00
เหล็ก (mg)	1.20
ไทอามีน (mg)	0.04
ไรโบฟลาวิน (mg)	0.05
ไนอะซิน (mg)	0.80
วิตามินซี (mg)	41.00
เบต้า-แคโรทีน (RE)	1,166.00

ที่มา : มหัศจรรย์ผัก 108 (2542)

RE ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล

Starch

Starch ไม่ว่าจะอยู่ในรูปที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ หรือในรูปที่มีการ modified แล้ว จัดเป็นวัตถุดิบในอาหารชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ และยังพบว่ามีคุณสมบัติหลายประการที่มีประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ช่วยให้อาหารข้น ช่วยให้อาหารคงตัว ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร นอกจากนั้นยังมีส่วนช่วยให้กรรมวิธีการผลิตอาหารทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นอีกทั้งราคาค่อนข้างถูกด้วย

Starch ส่วนใหญ่มักได้จากส่วนเมล็ดของพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และข้าวสาลี บางชนิดอาจได้จากส่วนหัวหรือรากของพืช เช่น มันสำปะหลังและมันฝรั่ง เป็นต้น (สิวพร, 2529)

การ Gelatinization ของ Starch

ปกติ Starch จะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่อนำ Starch มาใส่ในน้ำเย็นจะสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ ทำให้ Starch granule พองตัวขึ้นเล็กน้อย และเมื่อนำน้ำแป้ง (Slurry) มาทำให้แห้ง จะได้ Starch กลับคืนมาอย่างเดิม แต่ถ้าหากนำแป้งนั้นมาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เลย critical temperature (ตั้งแต่ 56°C ขึ้นไป ขึ้นกับชนิดของ Starch) จะทำให้ความแข็งแรงของ Hydrogen bond ที่จับกันระหว่างโมเลกุลลดลง Starch granule จะดูดน้ำไว้ได้มากขึ้น ทำให้เม็ดแป้งพองตัวมากขึ้น

ถ้ายังเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต่อไปอีก การพองตัวของ Starch granule จะเพิ่มมากยิ่งขึ้น และมี Soluble starch ซึมไหลออกมามากขึ้น จนในที่สุด Starch granule จะแตกมีการจับกันแน่นขึ้นจนแยกไม่ออก เกิดเป็น Gel ขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า *Gelatinization* และอุณหภูมิที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว เรียกว่า *Gelatinization temperature* เมื่อนำน้ำแป้งที่เกิดจากการ Gelatinization แล้วนี้มาทำให้เย็น จะพบว่าส่วนมากความใสจะลดลงและความหนืดจะเพิ่มขึ้น

การพองตัวของ Starch granule จะสังเกตได้จากการเพิ่มของความหนืดของน้ำแป้ง หรืออาจทราบได้จากการเกิด Gel ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการจับกันของน้ำใน Starch granule โมเลกุลของ Amylose และ Amylopectin จะจับกันอย่างหลวม ๆ ด้วย Hydrogen bond ของ Hydroxyl group โดย Hydrogen ของ Hydroxyl group ของโมเลกุลหนึ่ง จะจับกับด้วยประจุลบของออกซิเจนของ Hydroxyl group ของอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งการจับกันแบบนี้จะทำให้เกิด weak link ระหว่างโมเลกุล

การที่มีการจับกันอย่างหลวม ๆ นี้ เมื่ออุณหภูมิของน้ำแป้งเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของ Hydrogen bond ของทั้ง Starch-starch bond and water-water binds และขนาดของอนุภาคจะลดลง โมเลกุลของน้ำจะแทรกเข้าไปในระหว่างโมเลกุลของ Starch ทำให้ Starch granule พองตัวขึ้น เนื่องจากเดิมจะเป็นเพียง 2 โมเลกุลของ Starch และมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่ระหว่างกลาง (ณรงค์ และอัญชนีย์, 2528; ศิวาพร, 2529)

การใช้เนื่องจากคุณสมบัติในการช่วยให้เกิด Paste ของ Starch

การใช้ Starch หรือ Modified starch เป็นวัตถุเจือปนอาหารนั้น ส่วนใหญ่จะใช้เป็นตัวช่วยให้ข้น หรือช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อของอาหาร ซึ่งการจะเลือกใช้ Starch ชนิดใด จะพิจารณาจากลักษณะเนื้อหรือ Rheological properties ที่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์และรสชาติที่ต้องการด้วย

สำหรับ Starch ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น Corn starch, Sorghum starch หรือ Wheat starch นั้น วัตถุประสงค์ใหญ่ๆ มักจะใช้เป็นสารที่ช่วยทำให้ข้น หรือช่วยในการเกิด Gel และกรรมวิธีการผลิต แต่การใช้ก็ค่อนข้างจะจำกัด ทั้งนี้เนื่องจาก Gel ที่เกิดขึ้น จะเกิด Syneresis หลังจากนั้นทิ้งไว้ระยะหนึ่ง ส่วน Waxy corn และ Tapioca starch นั้น อาจใช้เป็นสารที่ช่วยทำให้ข้นและช่วยให้ส่วนประกอบของอาหารมีการแขวนลอยอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ Starch จากมันสำปะหลังหรือมันฝรั่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ข้นมากกว่าและใส (ศิวาพร, 2529)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethylcellulose, CMC)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่ได้จากการดัดแปรเซลลูโลสด้วยการให้เซลลูโลสเข้าทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดคลอโรอะซิติก เกิดเป็นพันธะเอสเทอร์ขึ้น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีค่า DS 0.7-1.0 จะนำมาใช้ในอาหารในลักษณะเป็นสารที่เพิ่มความหนืดให้กับอาหาร โดยที่เมื่อนำมาละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องจะมีความหนืดแต่เมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นความหนืดจะลดลง สารละลายของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถเสถียรอยู่ได้ที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5-10 แต่จะเสถียรที่สุดที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7-9 ซึ่งสามารถอยู่ในรูปเกลือของโลหะที่มีประจุ +1 (Monovalent cation) แต่ถ้าอยู่ในรูปเกลือของโลหะที่มีประจุ +2 (Divalent cation) จะทำให้ความสามารถในการละลายลดลงได้เป็นสารละลายขุ่น และถ้าอยู่ในรูปเกลือของโลหะที่มีประจุ +3 (Trivalent cation) จะทำให้เกิดเป็นเจล หรือตกตะกอนได้

นอกจากนี้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะช่วยให้สารอาหารที่เป็นโปรตีนโดยทั่วไป (common food proteins) เช่น เจลาติน เคซีน และโปรตีนจากถั่วเหลือง (Soy protein) สามารถละลายน้ำได้มากขึ้น เนื่องจากการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโปรตีนกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC-Protein complex) ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการที่ความหนืดของโปรตีนจะเพิ่มขึ้น

สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอาหารได้หลายชนิด เนื่องจากสามารถควบคุมการไหลได้ดี ไม่มีความเป็นพิษ และไม่สามารถย่อยสลายได้ในร่างกาย ทำให้สามารถนำมาใช้เป็นตัวยึดเกาะและสารเพิ่มความข้นหนืดในอาหารจำพวกพาย (Pie fillings) พุดดิ้ง (Pudding) คัสตาร์ด (Custards) และชีสสเปรด (Cheese spread) จากการที่สารคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถอุ้มน้ำ และยังสามารถต้านทานการเกิดผลึกน้ำแข็งได้ดี ทำให้สามารถนำมาใช้ในไอศกรีม และของหวานที่ผ่านการแช่แข็ง (Frozen desserts)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถนำมาใช้เป็นสารต้านทานการเกิดผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน อาหารเชื่อม และน้ำตาลไซรัป

เมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบสามารถช่วยรักษาปริมาตรและอายุการเก็บรักษาได้ดีมากขึ้น การบอกลีปอเมทิลเซลลูโลสสามารถทำหน้าที่เป็นสารคงตัวในสภาพอิมัลชัน เช่น ในน้ำสลัด และเมื่อเติมลงในเครื่องคั้บที่อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยเก็บรักษาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในเครื่องคั้บได้นานขึ้น (วุฒิชัย, 2536)

น้ำตาล

น้ำตาลมีกลุ่ม OH ที่เป็นอิสระอยู่มาก ซึ่งสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดีกว่าแป้ง และโปรตีน น้ำตาลจึงสามารถดึงน้ำไปรวมได้ดีกว่าแป้ง ทำให้แป้งไม่สามารถใช้น้ำได้ การพองตัวของเม็ดแป้งจึงช้าลง แป้งเปียกที่มีน้ำตาลอยู่มากเกินไป เม็ดแป้งจะไม่สุกและไม่แตกตัว ด้วยเหตุนี้การต้มอาหารจำพวกแป้งจึงไม่ควรใส่น้ำตาลลงไปพร้อมกัน แต่ควรใส่หลังจากที่แป้งสุกแล้ว หรือใส่เพียงเล็กน้อยก่อน แล้วจึงใส่ส่วนที่เหลือเมื่อแป้งสุกแล้ว การใส่น้ำตาลลงในแป้งจะเกิดผล ดังนี้

1. การสุกของแป้งช้าลง
2. อุณหภูมิแป้งสุกสูงขึ้น
3. แป้งเปียกมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นความหนืดรวมของแป้งกับน้ำตาล ถ้าเป็นความหนืดของแป้งเปียกอย่างเดียวจะมีค่าต่ำลง
4. ความหนืดของเจลจะลดลง ถ้าแป้งเปียกมีน้ำตาลเกิน 10% จะไม่เกิดเจลเลย แต่ถ้าต้องการให้เกิดเจลขึ้นอีก จะต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น
5. เม็ดแป้งแตกตัวน้อยลง
6. การแยกตัวขอบน้ำจะมีมากขึ้น
7. แป้งเปียกจะมีลักษณะใสมากขึ้น

หน้าที่ของน้ำตาล

1. เป็นสารให้ความหวาน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว การนำไปทำเป็นอาหาร หรือใส่ลงในอาหารจึงเป็นที่นิยมกันมาก และใช้กันอย่างกว้างขวาง การใช้น้ำตาลเพื่อเป็นสารให้ความหวานนั้นมีปัจจัยหลายประการที่ต้องคำนึงถึง เช่น ความเข้มข้น ความเป็นกรด อุณหภูมิ เกลือ และส่วนประกอบอื่นๆ
2. เป็นสารกันบูด ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีคุณสมบัติที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ถ้าความเข้มข้นสูงมากพอ ผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่เก็บได้นานได้อาศัยคุณสมบัติดังกล่าวนี้ เช่น แยม เยลลี่ ผลไม้แช่อิ่ม เป็นต้น

3. ให้เนื้อแก่ออาหาร (Body or texture) ลักษณะเนื้อเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับอาหารบางครั้งเรียกว่า “Mouth feel” น้ำตาลให้ลักษณะดังกล่าวแก่ออาหาร เช่น เครื่องดื่มที่ใส่น้ำตาล เจลาติน และของหวานที่ใส่เพคติน ลักษณะเนื้อส่วนหนึ่งของอาหารมาจากน้ำตาล
4. ให้กลิ่นรสแก่ออาหาร การใช้น้ำตาลเพียงเล็กน้อยจะมีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนไป เช่น ใส่น้ำตาลลงในมายองเนส ซุป ซอสมะเขือเทศ และเนื้อสัตว์ น้ำตาลจะทำให้อาหารมีรสดีขึ้น
5. ให้สี เมื่อน้ำตาลมาทำให้ร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 175°C จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และสีน้ำตาลในที่สุด เมื่อนำไปละลายน้ำจะให้สีคาราเมล
6. ทำให้เกิดเจลหรือป้องกันการเกิดเจล น้ำตาลเป็นสารประกอบสำคัญที่ทำให้เพคตินเกิดเจล แต่ในทางตรงข้ามจะป้องกันมิให้แป้งเกิดเจล (ณรงค์ และอัญชนีย์, 2528)

เกลือ

สมบัติของเกลือ

1. เกลือมีจุดหลอมเหลวสูง
2. สามารถตกผลึกได้
3. เกลือที่เกิดจากปฏิกิริยาทำให้เป็นกลาง เมื่อละลายน้ำ สารละลายที่ได้จะมีสมบัติเป็นกลาง คือมี pH เป็น 7
4. ความสามารถในการละลายของเกลือในตัวทำละลายจะแตกต่างกัน เกลือที่ละลายได้ดีในน้ำจะเป็นเกลือของโซเดียมและโพแทสเซียม แต่เกลือของแคลเซียมไม่ละลายในน้ำหรือละลายได้เพียงเล็กน้อย (นิริยา, 2539)

ผงชูรส (Monosodium-L-glutamate, MSG)

ผงชูรส (MSG) เป็นเกลือโซเดียมของกลูตาเมต ซึ่งประกอบด้วย กลูตาเมต น้ำ และโซเดียม จัดเป็นสารประเภทวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร ใช้ในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเพื่อปรับปรุงรสชาติ โดยจะช่วยลดความขม ลดกลิ่นคาว และช่วยเสริมรสที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้เด่นชัดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหาร (สุภัทร์, 2545) อย่างไรก็ตามสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของโปรตีนสูงนั้น ผงชูรสช่วยเพิ่มกลิ่นรสน้อยมาก แต่จะช่วยปรับปรุงกลิ่นรสได้ดีสำหรับ ผลิตภัณฑ์ที่ถูกจำกัดปริมาณโปรตีนในส่วนผสม (Pearson & Gillett, 1999) ผงชูรสถูกใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรสในอาหารด้วยความนิยมมานาน แม้ว่าจะมีข้อโต้แย้งถึงอันตรายในการบริโภคว่าก่อให้เกิดการแพ้ในลักษณะต่าง ๆ อย่างไรก็ตามมีข้อแนะนำในการบริโภคไม่ให้เกินวันละ 120 มก. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.

ผงชูรสที่ใช้ควรมีเกลือโซเดียมบริสุทธิ์ของกรดกลูตามิกถึง 99 % และได้จากโปรตีนจากพืช เช่น จากถั่วเหลือง ข้าวสาลี ข้าวโพด และ sugar beet ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วยกรดหรือด่าง แล้วแยกกรดกลูตามิกออกเพื่อไปทำให้บริสุทธิ์ (ลักษณะ, 2533)

เส้นใยอาหาร (Fiber)

เส้นใยอาหาร เป็นสารประกอบประเภท Carbohydrate ที่ไม่สามารถย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ เนื่องจากเอนไซม์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิก (Glycoside) ในโมเลกุลของสารประกอบเหล่านี้ได้

เส้นใยอาหารแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามคุณสมบัติการละลายน้ำดังนี้

1. เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (Water soluble fibre)

พบในถั่วบางชนิด ผลไม้ และธัญพืช เช่น ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ เส้นใยอาหารชนิดนี้ ถึงแม้จะละลายน้ำได้โดยอยู่ในรูปเจล แต่จะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว ได้แก่

- 1) กัม เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุลน้ำตาลบางหมู่ที่มีกลุ่มกรดยูโรนิก ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอนสำหรับกัมและกัมบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ
- 2) เพคติน เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุลของน้ำตาล บางหมู่มีกลุ่มเมทิล และกลุ่มกรดยูโรนิก เพคตินบางชนิดไม่ละลายน้ำ ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิลในกรดถูกแทนที่ด้วยกลุ่มเมทิล สารประกอบเพคตินนั้นก็จะละลายได้ในสารละลายด่าง เพคตินพบมากในผนังเซลล์พืช ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดต่อกัน
- 3) มิวซิเลจ ถูกห่อหุ้มใน endosperm ของเมล็ดพืช เพื่อที่หน้าที่ป้องกันการเกิด dehydration มากเกินไป

2. เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Water insoluble fibre)

มีขนาดและโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่และซับซ้อนมากกว่า พบในผักผลไม้ที่มีเส้นใยเหนียว เช่น แคนตาลูป กระเทียม จะทำหน้าที่ดึงน้ำไว้ทำให้กากใยเหล่านี้มีน้ำหนักมากขึ้นและช่วยในการขับถ่าย เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

- 1) เซลลูโลส เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเป็นจำนวน 1000 โมเลกุล คล้ายกับแป้ง แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว
- 2) เฮมิเซลลูโลส เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเป็นจำนวน 100 โมเลกุลที่มีคุณสมบัติในการละลายเหมือนกันคือ ละลายได้ในสารละลายต่าง
- 3) ลิกนิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืช ซึ่งถูกทำลายในกระบวนการขัดสี

เส้นใยอาหารมีผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกายหลายด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของมนุษย์ได้ ได้แก่ เพคติน psyllium กับชนิดต่าง ๆ เช่น guar gum หรือ bean gum การบริโภคเส้นใยอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เช่น รำข้าวโอ๊ต หรือบาร์เลย์ ถั่ว และผัก ซึ่งมีผลลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้สูงถึง 25 % แต่เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำไม่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้

2. ลดระดับน้ำตาลในเลือด

การบริโภคเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำจะลดระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดหลังการบริโภคอาหาร

3. ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น

อาหารที่มีเส้นใยอาหารมีผลทำให้ลำไส้ใหญ่ลด transit time เพิ่มน้ำหนักอุจจาระและระบายบ่อยขึ้น ช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่ และทำให้การเตรียมสารสำหรับถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นไปโดยปกติ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น รำข้าวสาลี ช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระอย่างมาก อันเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ เป็นโรคท้องผูกและริดสีดวงทวาร ผักและผลไม้ ถั่ว และมิวชิเลจเพิ่มปริมาณอุจจาระปานกลาง ขณะที่ถั่วและเพคตินเพิ่มน้อยที่สุด

4. ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้และการเกิดถุงตันที่ลำไส้ใหญ่

การบริโภคเส้นใยอาหารน้อย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบย่อยอาหาร ลดการรวมตัวของกรดน้ำดี เพิ่มเวลาของอาหารที่ตกค้างในลำไส้ใหญ่ ลดน้ำหนักและปริมาณอุจจาระ ตลอดจนลดความถี่ของการขับถ่ายอุจจาระ จุลินทรีย์จะถูกกระตุ้นโดยอาหารที่มีเส้นใยอาหารต่ำ ทำให้เกิดการรวมตัวของสารก่อมะเร็ง จุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยป้องกัน หรือทำลายสารก่อมะเร็งได้ ถ้ามีเส้นใยอาหารอยู่มากพอในอาหาร

5. ช่วยป้องกันโรคอ้วน

เนื่องจากเส้นใยอาหารทำให้เกิด bulky ในกระเพาะอาหารจะมีที่ว่างในกระเพาะอาหารน้อยลงที่จะบริโภคอาหารตามปกติ เพราะเส้นใยอาหารจะเข้าไปพองในกระเพาะอาหารจึงรับประทานอาหารได้น้อยลง เป็นเหตุให้น้ำหนักตัวลดลง

6. ลดการนำไปใช้ประโยชน์ของสารอาหาร

เส้นใยอาหารสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากตับอ่อนที่ใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน (วัณเพ็ญ, 2541)

กระบวนการทำแห้งอาหาร

การทำแห้ง (Drying) หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่น้ำที่อยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของน้ำแข็งในการอบแห้งแบบระเหิด (Freeze drying) วัตถุประสงค์ของการอบแห้งคือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (water activity, A_w) ซึ่งมีผลไปยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการไม่สูงพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการอบแห้งมีข้อเสียเปรียบบางประการ กล่าวคือ ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณภาพทางโภชนาการของอาหาร วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบเครื่องอบแห้ง คือ การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำอาหารแต่ละชนิดให้แห้งโดยมีการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณภาพทางโภชนาการของอาหารน้อยที่สุด (วิไล, 2543) ซึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนมากจะไม่ใช้วัสดุที่สามารถทำให้แห้งจนความชื้นมีค่าเป็นศูนย์ได้ แต่จะมีความชื้นจำนวนหนึ่งแฝงอยู่ (Hygroscopic materials) เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์

ต่าง ๆ ซึ่งต่างจากวัสดุอื่น ๆ เช่น ทราช หรือ น้ำ ซึ่งสามารถทำให้แห้งจนมีค่าความชื้นเป็นศูนย์ได้ (Non-Hygroscopic materials) (วิไล, 2543 ; กุลยา, 2540 ; Fellows, 1993)

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (Water activity, A_w)

ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ หรือ วอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, A_w) หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นน้ำที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลทางเคมีของอาหาร (Bound water) และยังเป็นอิสระ (Free water) อยู่ในอาหาร ถ้ามีมากจะทำให้อาหารเก็บไว้ได้ไม่นาน หรือเรียกว่า อายุการเก็บรักษาสั้น

อาหารที่มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำจะทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง ลดปฏิกิริยาของเอนไซม์จึงลดการเกิดสีน้ำตาลและลดการเหม็นหืน ดังนั้นอาหารที่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำจึงมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าอาหารที่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์สูง อาหารที่สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดคืออาหารที่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.2-0.4 นอกจากนี้แล้วค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ยังมีความสำคัญกับด้านต่าง ๆ ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ระดับค่าน้ำที่เป็ประโยชน์และความสำคัญ

Aw	ความสำคัญ
1.00	
0.95	<i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> และยีสต์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.90	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทั่ว ๆ ไป <i>Salmonella</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Lactobacillus</i> และยีสต์บางชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.85	ยีสต์หลายชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้
0.80	ขีดต่ำสุดสำหรับปฏิกิริยาของเอนไซม์ และการเจริญเติบโตของเชื้อราส่วนใหญ่ <i>Staphylococcus aureus</i> ไม่สามารถเจริญได้
0.75	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของ Halophilic bacteria
0.70	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของ Xerophilic fungi ส่วนใหญ่
0.65	อัตราเร็วสูงสำหรับปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction)
0.60	ขีดต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของ Osmophilic bacteria และ Xerophilic yeast และ fungi
0.55	ขีดต่ำสุดสำหรับการดำรงชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์
0.40	อัตราเร็วต่ำสุดของปฏิกิริยาออกซิเดชัน
0.25	ความต้านทานสูงสุดของแบคทีเรียสร้างสปอร์

ที่มา : Fellows (1993)

กลไกการทำแห้ง

ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนจากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่านอาหารทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิไม่สูงนัก และกระแสลมธรรมชาติไม่สูงพอ ทำให้การตากแห้งต้องใช้เวลาาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากผิวอาหาร การถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดได้เร็วอาหารจึงแห้งได้เร็วขึ้น การถ่ายเทความร้อนและมวลสารระหว่างการอบแห้งทำให้หลายวิธี

การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหาร และสถานะที่ใช้ในการอบแห้งดังนี้คือ

1. การหดตัว เนื่องจากการเสียน้ำในเซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนกว่าจะยุบลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมี การเกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้น 100% มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

4. การเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมินจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

การเก็บอาหารแห้ง

อาหารแห้งที่เก็บที่ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ทั้งนี้จะต้องรักษาค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่น ๆ อีก ทำให้ต้องเก็บอาหารแห้งที่ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่านี้มาก และหลีกเลี่ยงสถานะที่ส่งเสริมการเสื่อมเสียของอาหารแห้ง

การเสื่อมเสียของอาหารแห้งเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การออกซิไดส์เอง (Autooxidation) เนื่องจากอากาศมักเกิดกับไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็น หืนกับวิตามินเอ ซี ทำให้เสื่อมคุณค่าอาหาร หากเกิดกับคลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน ทำให้สีซีและเมื่อเกิดกับน้ำมันระเหย และสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่เสริมปฏิกิริยา คือ แสงและอุณหภูมิสูง
2. เนื่องจากเอนไซม์ที่อยู่ในอาหารแต่แรกหรือมาจากแหล่งอื่นภายหลังจึงต้องมีการทำลายเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์ก่อนการทำแห้ง
3. การเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ หลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท
4. การเกาะตัวเป็นก้อน เนื่องจากดูดความชื้นจากอากาศหลีกเลี่ยงโดยการเก็บในภาชนะปิดสนิทเมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้นจากอากาศ จึงต้องเก็บในภาชนะปิดสนิท แต่อาหารที่มีความชื้นสูงกว่าความชื้นสมดุล เช่น หอม กระเทียม จะต้องเก็บในภาชนะโปร่งระบายอากาศได้เพราะจะมีการระเหยนํ้าจากหอม กระเทียม ถ้าอยู่ในภาชนะปิดนํ้าที่ระเหยออกมาจะควบแน่นเป็นหยดน้ำเปียกที่ผิวทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย (สุนิษา, 2544)

ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูการผลิตหรือในแหล่งห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใช้ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด จากการทำแห้งองุ่น
6. ให้ความสะดวกในการใช้ เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป (สุนิษา, 2544)

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสาหร่ายแผ่น โดยใช้สับปะรดเป็นองค์ประกอบหลัก และใช้สมุนไพรคือ ยูเอสเอมินต์ ออริกานและ ทายม์ โดยจะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่เหมาะสม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ประกอบกับเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพในเชิงอุตสาหกรรมต่อไปในแง่ที่เป็นประโยชน์เสริมสุขภาพแก่ผู้บริโภค

บทที่ 3

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

ในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมขององค์ประกอบหลักที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพรแต่ละชนิดที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น
3. เพื่อกลั่นกรองปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์
4. เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์
5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 4

การวางแผนการทดลอง

ในโครงการนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์
ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผน

ก่อนทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผนจำเป็นต้องสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์เพื่อทราบแนวทางในการพัฒนาที่ถูกต้อง ว่าลักษณะใดของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและต้องการให้พัฒนาไปในทิศทางใด โดยอาศัยวิธี Ideal ratio profile test ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์เพื่อดูลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วนและเป็นวิธีการที่ให้ผู้บริโภคแสดงความเข้มหรือความมากน้อยของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้บริโภคจะเป็นผู้กำหนดลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ค่าคะแนนที่ผู้บริโภคแต่ละคนให้กับลักษณะแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์จะกำหนดให้เป็นตัวตั้งแล้วหารด้วยค่าคะแนนที่ถูกกำหนดว่าดีที่สุดที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal) ซึ่งจะได้อัตราส่วน (Ratio) ของแต่ละคน นำค่าสัดส่วนดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Ratio mean score) ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละลักษณะจะนำมาสร้างเป็นกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นรูปวงกลมไขว้เมฆ (Cyclic profile) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับเค้าโครงลักษณะที่ต้องการในอุดมคติซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.00 ถ้าค่าสัดส่วนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.00 หมายความว่าตัวอย่างมีลักษณะนั้นตามที่ผู้บริโภคต้องการจึงไม่ต้องทำการพัฒนาต่อไป แต่ถ้าค่าสัดส่วนเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 1.00 หมายความว่าต้องพัฒนาให้ลักษณะนั้นมีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงตามลำดับ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด และจะถือเอาเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตลอดการทดลอง

โดยทำการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผนตามสูตรพื้นฐานและกระบวนการดังนี้

ตาราง 4.1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละของส่วนผสมหลัก*)
เกลือ	1.25
น้ำตาล	5.00
พริกป่น	0.50
พริกไทย	2.50
ผงชูรส	1.00
ระบบสมุนไพร	0.50

หมายเหตุ *ส่วนผสมหลัก ประกอบด้วย แขนสับประรดร้อยละ 60 แครอทร้อยละ 20 แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 13 และ CMC ร้อยละ 7

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

1. นำสับประรด แครอท ปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมจนมีลักษณะละเอียด
2. เติมแป้งข้าวเหนียว CMC และน้ำลงไปในส่วนผสม ปั่นให้เข้ากัน
3. เติมส่วนผสมอื่น ๆ และสมุนไพรลงไปปั่นผสมให้เข้ากัน
4. ตักส่วนผสม ประมาณ 22 กรัมลงในแผ่นพลาสติก แล้วนำแผ่นพลาสติกอีกแผ่นหนึ่งปิดทับ
5. นำแผ่นพลาสติกดังกล่าวไปผ่านเครื่องรีด (pasta machine) เพื่อให้ส่วนผสมถูกรีดเป็นแผ่นที่มีความเรียบบางสม่ำเสมอ
6. นำไปอบที่อุณหภูมิ 50°C นาน 5-6 ชั่วโมง
7. นำผลิตภัณฑ์ออกจากแผ่นพลาสติก ปล่อยให้เย็น
8. ตัดผลิตภัณฑ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2.5×5.0 เซนติเมตร

ตอนที่ 1.2 การศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นตามการยอมรับและความพึงพอใจของผู้บริโภคมากที่สุด

ส่วนผสมหลัก ได้แก่ สับปะรด แครอท แป้งข้าวเหนียว และ CMC ซึ่งปริมาณของส่วนผสมเหล่านี้กำหนดจากการทดลองกลุ่มผลิตหลายๆ ครั้ง จนได้เป็นช่วงของส่วนผสมหลักแต่ละชนิดดังนี้

สับปะรด	ร้อยละ 50-70
แครอท	ร้อยละ 10-50
แป้งข้าวเหนียว	ร้อยละ 5-15
CMC	ร้อยละ 3-10

จากนั้นทำการหาอัตราส่วนต่างๆ สำหรับระบบของส่วนผสมหลัก โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ซึ่งมีหลักการว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนผสมใด ส่วนผสมที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย โดยผลรวมของส่วนผสมทั้งหมดต้องเท่ากับ 1.00 หรือ ร้อยละ 100 และใช้โปรแกรม XVERT ช่วยในการกำหนดสิ่งทดลอง จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 10 สิ่งทดลองดังนี้

ตาราง 4.2 สิ่งทดลองที่ในการศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลอง	กากสับปะรด (ร้อยละ)	แครอท (ร้อยละ)	แป้งข้าวเหนียว (ร้อยละ)	CMC (ร้อยละ)
1	50	42	5	3
2	70	22	5	3
3	50	32	15	3
4	70	12	15	3
5	50	35	5	10
6	70	15	5	10
7	50	25	15	10
8	70	10	15	5
9	70	10	10	10
10	65	10	15	10

โดยสิ่งทดลองทั้งหมดข้างต้นจะกำหนดให้มีปริมาณของเครื่องปรุงอื่น ๆ เท่ากันดังนี้

เกลือ	ร้อยละ 1.25	ของระบบส่วนผสมหลัก
น้ำตาล	ร้อยละ 5.00	ของระบบส่วนผสมหลัก
พริกป่น	ร้อยละ 0.50	ของระบบส่วนผสมหลัก
พริกไทย	ร้อยละ 2.50	ของระบบส่วนผสมหลัก
ผงชูรส	ร้อยละ 1.00	ของระบบส่วนผสมหลัก
ระบบสมุนไพร	ร้อยละ 0.50	ของระบบส่วนผสมหลัก
น้ำ	30	มิลลิลิตรต่อส่วนผสมหลักทั้งหมด 100 กรัม

ดังนี้

เมื่อได้ตัวอย่างจากสิ่งทดลองทั้งหมด 10 ตัวอย่าง จะดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (AOAC, 2000)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- ค่าสี L, a และ b (Minolta camera, Chroma Meter CR – 310, Japan.)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

- Ideal ratio profile test (ไพโรจน์, 2539)

ตอนที่ 2 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพรที่จะเติมลงไปในการผลิต

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพรที่จะเติมลงในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ยูเอสเอมินต์ ออริกาโน และทามม์ ซึ่งสมุนไพรแต่ละชนิดกำหนดเป็นช่วงปริมาณได้ดังนี้

ยูเอสเอมินต์	ร้อยละ 30-60
ออริกาโน	ร้อยละ 20-50
ทามม์	ร้อยละ 20-50

อาศัยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design และใช้โปรแกรม JMP ช่วยในการกำหนดสิ่งทดลองได้ดังนี้

ตาราง 4.3 สิ่งทดลองในการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของระบบสมุนไพร

สิ่งทดลอง	ยูเอสเอมินต์ (ร้อยละของระบบสมุนไพร)	ออริกานโน (ร้อยละของระบบสมุนไพร)	ทายม์ (ร้อยละของระบบสมุนไพร)
1	30	50	20
2	30	20	50
3	60	20	20
4	30	35	35
5	45	20	35
6	45	35	20

เมื่อได้ตัวอย่างจากสิ่งทดลองทั้งหมด 6 ตัวอย่าง จะดำเนินการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (AOAC, 2000)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- ค่าสี L, a และ b (Minolta camera, Chroma Meter CR – 310, Japan.)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

- Ideal ratio profile test (ไพโรจน์, 2539)

ตอนที่3 การกลั่นกรองปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบในสูตรการผลิตสมุนไพรแผ่นมีทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ ระบบสมุนไพร เกลือ น้ำตาล พริกป่น พริกไทย เนื่องจากส่วนผสมที่เป็นปัจจัยในการศึกษาดังกล่าวมีจำนวนมากจึงจำเป็นต้องกลั่นกรองเบื้องต้นเพื่อให้เหลือเฉพาะปัจจัยหลัก (Main effect) หรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์เท่านั้น โดยอาศัยการวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (ไพโรจน์ , 2539) ซึ่งเป็นการออกแบบการทดลองที่สามารถกลั่นกรองคัดเลือกเอาปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแต่ละปัจจัยจะกำหนดระดับสูง (High level; +) และระดับต่ำ (Low level; -) เมื่อต้องการกลั่นกรองปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ตามหลักการของ Plackett and Burman design จะต้องเลือกแผนการทดลองแบบ N=12 หน่วยการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งจะทำให้สามารถกลั่นกรองปัจจัยได้ 5 ปัจจัย คือ A-F ส่วนที่เหลืออีก 5 ตัวจะเป็น Dummy variables คือ G-K เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ของการทดลอง

ตาราง 4.4 แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design

สิ่ง ทดลอง	ปัจจัยที่ต้องการกลั่นกรอง										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
2	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+
3	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
4	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
5	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
6	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
7	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
8	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
9	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-
10	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
11	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : A-F คือ ปัจจัยที่ต้องการกลั่นกรอง G-K คือ Dummy variables

- คือ ระดับต่ำ

+ คือ ระดับสูง

ตาราง 4.5 ระดับของปัจจัยที่ต้องการกลั่นกรองในสูตรการผลิตสมุนไพรแผ่น

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา	ระดับของปัจจัย (ร้อยละของส่วนผสมหลัก*)	
	ต่ำ (-)	สูง (+)
A เกลือ	1.00	2.00
B น้ำตาล	3.00	6.00
C พริกป่น	0.50	0.75
D พริกไทย	1.00	3.00
E MSG	0.50	1.50
F ระบบสมุนไพร	0.45	0.90

หมายเหตุ *ส่วนผสมหลักประกอบด้วย สับปะรด ร้อยละ 51.4, แครอท ร้อยละ 29.5, แป้งข้าวเหนียว ร้อยละ 10.5 และ CMC ร้อยละ 8.6

เมื่อทำการผลิตสมุนไพรแผ่นด้วยสูตรการผลิตตามสิ่งทดลองที่ได้จากตารางที่ 4.3 แล้ว
ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองจะนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (AOAC, 2000)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- ค่าสี L, a และ b (Minolta camera, Chroma Meter CR – 310, Japan.)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

- Ideal ratio profile test (ไพโรจน์, 2539)

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตอนที่ 4 การหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

จากตอนที่ 3 จะทำให้ทราบถึงปัจจัยหลักหรือปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ซึ่งปัจจัยที่เหลือจะทำการกำหนดในระดับที่เหมาะสมโดยคำนึงในแง่วิชาการและเศรษฐศาสตร์ จากนั้นจึงนำปัจจัยที่สำคัญมาดำเนินการศึกษาในรายละเอียดถึงผลที่กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยต่อไป โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^k Factorial experiment in Central Composite Design เมื่อ k คือ จำนวนปัจจัยสำคัญที่ผ่านการกลั่นกรองจากการทดลองตอนที่ 3 คือ จำนวนระดับของปัจจัยที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ระดับต่ำ (-) และระดับสูง (+) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- คำนวณที่เป็นประโยชน์ (AOAC, 2000)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- ค่าสี L, a และ b (Minolta camera, Chroma Meter CR – 310, Japan.)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

- Ideal ratio profile test (ไพโรจน์, 2539)

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นต่อไป

ตอนที่ 5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ศึกษาผลของอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยผันแปรอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 20, 30 และ 37 องศาเซลเซียส วางแบบการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD)

ทำการวิเคราะห์คุณภาพที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์ คุณภาพที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (AOAC, 2000)
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- ค่าสี L, a และ b (Minolta camera, Chroma Meter CR – 310, Japan.)

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
- ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

- Ideal ratio profile test (ไพโรจน์, 2539)

บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล

ตอนที่ 1 การศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 1.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น หากลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ตามความคิดของผู้บริโภค เพื่อกำหนดเป็นแนวความคิดผลิตภัณฑ์นั้น สามารถนำหลักการของ Ideal ratio profile มาใช้ประโยชน์

เบื้องต้นจะให้ผู้บริโภคจำนวน 12 คน กำหนดลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ก่อน แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการคัดเลือกลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคจำนวน 12 คน ทำการกำหนดมีดังนี้

: ลักษณะปรากฏ

ผู้บริโภคบอกว่าเป็น สีของผลิตภัณฑ์ (เหลืองอ่อน-น้ำตาลเข้ม) 10 คน

ผู้บริโภคบอกว่าเป็น ความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์ (น้อย-มาก) 9 คน

: กลิ่น-รสชาติ

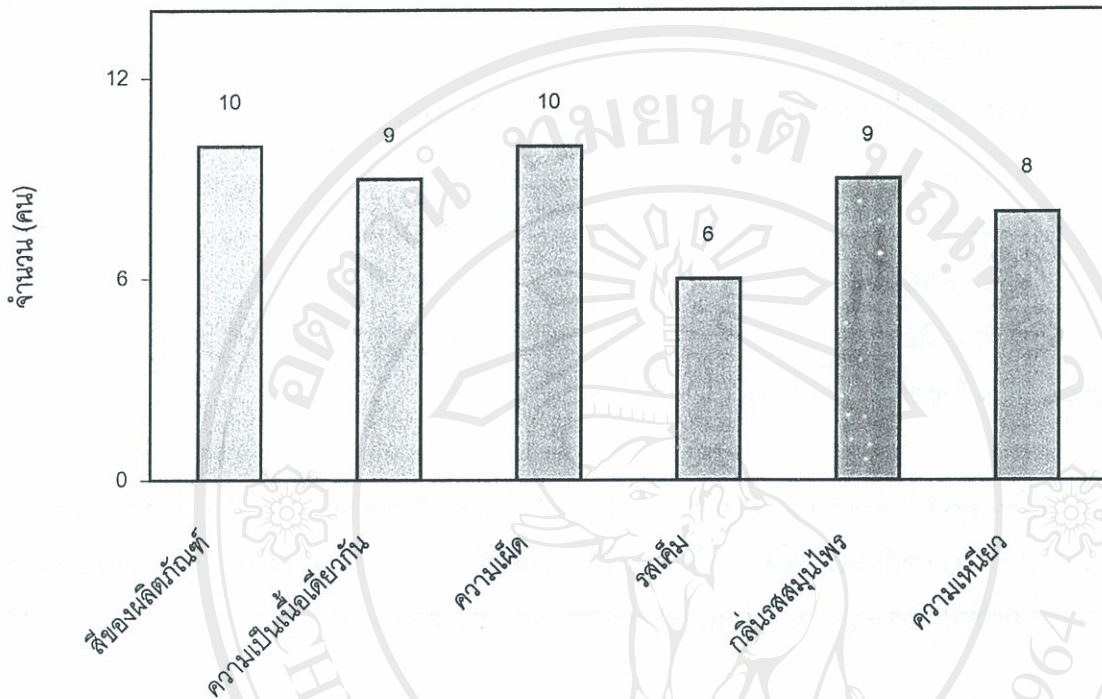
ผู้บริโภคบอกว่าเป็น ความเผ็ด (น้อย-มาก) 10 คน

ผู้บริโภคบอกว่าเป็น รสเค็ม (น้อย-มาก) 6 คน

ผู้บริโภคบอกว่าเป็น กลิ่นรสสมุนไพร (น้อย-มาก) 9 คน

: ลักษณะเนื้อสัมผัส

ผู้บริโภคบอกว่าเป็น ความเหนียว (น้อย-มาก) 8 คน



ภาพ 5.1 แสดงลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้บริโภครู้จักกำหนดให้เป็นลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลข้างต้นและภาพ 5.1 ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์คัดเลือกจากลักษณะที่มีผู้ทดสอบชิมลงความเห็นว่าป็นลักษณะสำคัญตั้งแต่ 6 คนขึ้นไป ซึ่งลักษณะดังกล่าวได้แก่ สีของผลิตภัณฑ์ ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเผ็ด รสเค็ม กลิ่นรสสมุนไพร ความเหนียว

นอกจากนี้ผู้ทดสอบชิมดังกล่าวได้ให้ค่าคะแนนและค่าอุดมคติแต่ละลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ซึ่งสามารถนำมาทำการคำนวณหาค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผน

ลักษณะที่สำคัญ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีของผลิตภัณฑ์	1.38±0.26
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.83±0.13
ความเผ็ด	1.88±0.50
รสเค็ม	0.98±0.30
กลิ่นรสสมุนไพร	0.92±0.24
ความเหนียว	1.17±0.25

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) แต่ละลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังตาราง 5.1 จะถูกนำมาสร้างกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ดังภาพ 5.2 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยเปรียบเทียบกับค่าอุดมคติซึ่งกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.00 ดังนี้

ถ้าค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเป็นลักษณะที่ดีเท่ากับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการในอุดมคติ

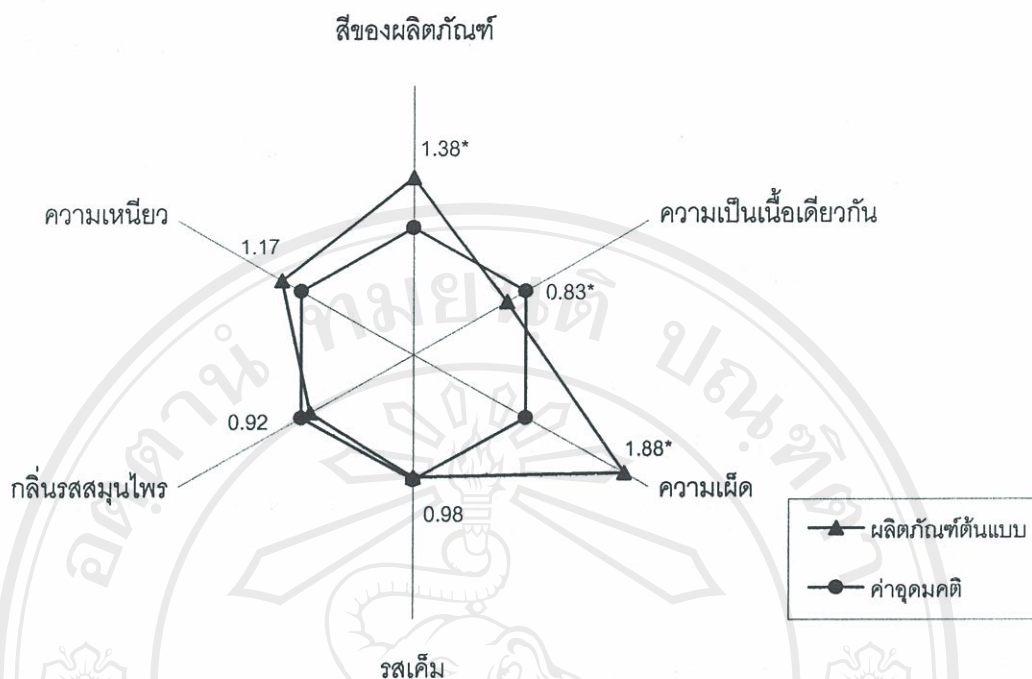
ถ้าค่าสัดส่วนเฉลี่ยมากกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นมีความจำเป็นต้องลดความเข้มข้นหรือความแรงของลักษณะนั้นลง

ถ้าค่าสัดส่วนเฉลี่ยน้อยกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นมีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นหรือความแรงของลักษณะนั้นขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพที่ 5.2 เค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

จากกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น พบว่า มีลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ลักษณะ ที่มีความแตกต่างจากค่าอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

สีของผลิตภัณฑ์มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 ± 0.26 ซึ่งมากกว่าค่าอุดมคติ ดังนั้นควรมีการปรับปรุงให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลที่ลดลง

ความเป็นเนื้อเดียวกันมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 ± 0.13 ซึ่งน้อยกว่าค่าอุดมคติ ดังนั้นควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นเนื้อเดียวกันเพิ่มขึ้น

ความเผ็ดมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.88 ± 0.50 ซึ่งมากกว่าค่าอุดมคติ ดังนั้นควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีความเผ็ดลดลง

ส่วนรสเค็ม (0.98 ± 0.30) กลิ่นรสสมุนไพร (0.92 ± 0.24) และความเหนียว (1.17 ± 0.25) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ลักษณะที่สำคัญทั้ง 3 ลักษณะนี้ก็ควรได้รับการพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยที่ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นควรมีรสเค็มและกลิ่นรสสมุนไพรเพิ่มขึ้น สำหรับความเหนียวของผลิตภัณฑ์ควรลดลง

การทดสอบค่าโครงผลิตภัณฑ์เบื้องต้นนี้ สามารถกำหนดค่าอุดมคติถาวร (Fixed ideal) ของแต่ละลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ได้ โดยนำค่าอุดมคติของลักษณะเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ย จุดอุดมคติถาวรที่ได้จะนำไปใช้ตลอดการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้

ตอนที่ 1.2 การศึกษาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นประกอบด้วย แก่นสับปะรด แครอท แป้งข้าวเหนียว และ CMC ซึ่งจำเป็นต้องหาอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design (ไพโรจน์, 2539) และอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป XVERT ในการผันแปรและเลือกสิ่งทดลองที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของระดับตัวแปรที่กำหนด

ผลของ Mixture design ที่ประกอบด้วย 4 ตัวแปร ที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป XVERT สามารถนำมาใช้เป็นสิ่งทดลองได้ดังตาราง 5.2

ตาราง 5.2 สิ่งทดลองที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง	สับปะรด (ร้อยละ)	แครอท (ร้อยละ)	แป้งข้าวเหนียว (ร้อยละ)	CMC (ร้อยละ)
1	50	42	5	3
2	70	22	5	3
3	50	32	15	3
4	70	12	15	3
5	50	35	5	10
6	70	15	5	10
7	50	25	15	10
8	70	10	15	5
9	70	10	10	10
10	65	10	15	10
ระดับต่ำ	50	10	5	3
ระดับสูง	70	50	15	10

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 5.3, 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

ตาราง 5.3 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง	ค่าที่เป็นประโยชน์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
1	0.263±0.025	12.98±0.05
2	0.251±0.023	12.40±0.04
3	0.269±0.025	10.95±0.06
4	0.261±0.025	11.52±0.08
5	0.256±0.024	13.44±0.13
6	0.237±0.021	13.00±0.06
7	0.304±0.033	13.13±0.14
8	0.314±0.032	11.72±0.06
9	0.267±0.025	13.19±0.05
10	0.291±0.025	12.68±0.01

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.4 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง	ค่าสี L	ค่าสี a	ค่าสี b
1	41.93±0.46	9.60±0.03	21.75±0.42
2	41.95±0.55	8.42±0.38	22.41±0.56
3	49.21±0.27	10.27±0.06	24.08±0.17
4	52.62±0.18	5.92±0.06	24.09±0.20
5	45.02±0.07	14.55±0.13	27.92±0.21
6	43.28±0.35	11.39±0.15	25.37±0.22
7	39.96±0.13	13.49±0.24	23.54±0.52
8	46.05±0.50	7.90±0.17	26.25±0.58
9	44.36±0.29	10.64±0.18	28.44±0.59
10	41.60±0.58	9.37±0.56	22.18±0.48

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง	สีของ ผลิตภัณฑ์	ความเป็นเนื้อ เดียวกัน	ความเผ็ด	รสเค็ม	กลิ่นรส สมุนไพร	ความเหนียว
1	1.10±0.02	0.84±0.15	1.00±0.42	1.00±0.23	0.94±0.31	0.89±0.01
2	1.08±0.14	0.85±0.16	1.00±0.12	0.96±0.14	0.97±0.02	0.82±0.20
3	1.10±0.05	0.85±0.20	1.11±0.15	0.96±0.18	0.95±0.25	0.90±0.04
4	0.84±0.03	0.87±0.04	1.02±0.13	0.96±0.17	0.92±0.26	0.84±0.41
5	1.28±0.09	0.99±0.01	1.02±0.17	1.10±0.24	0.92±0.04	1.21±0.04
6	1.15±0.04	0.97±0.16	1.08±0.17	1.08±0.29	0.90±0.10	1.12±0.24
7	1.27±0.08	0.98±0.07	0.10±0.07	1.10±0.03	0.93±0.04	1.17±0.27
8	0.91±0.10	0.93±0.19	1.07±0.09	1.02±0.14	1.00±0.41	1.01±0.19
9	1.21±0.08	0.99±0.16	0.98±0.10	1.11±0.42	0.92±0.32	1.18±0.27
10	1.10±0.04	0.96±0.30	1.05±0.15	1.07±0.27	0.93±0.07	1.19±0.28

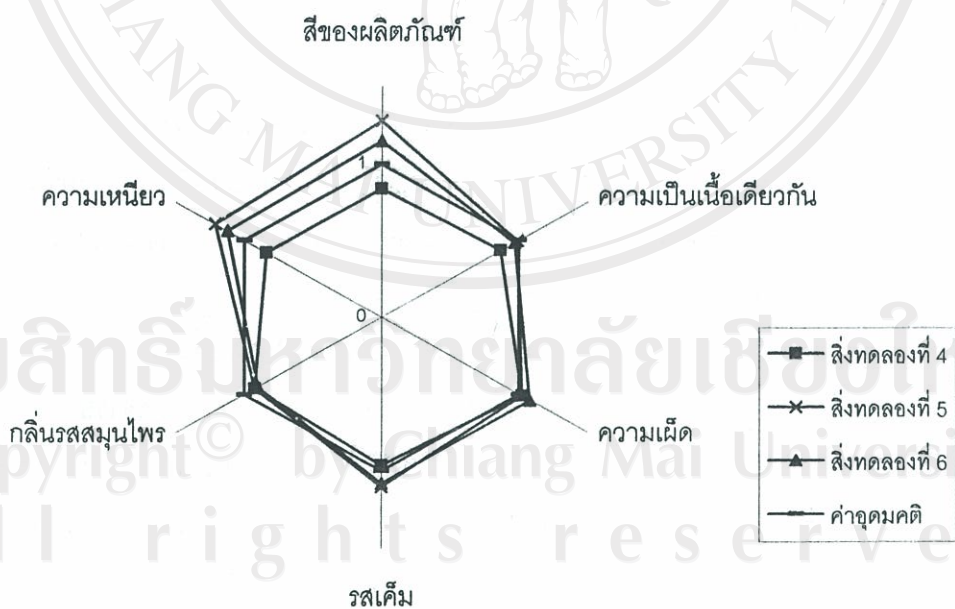
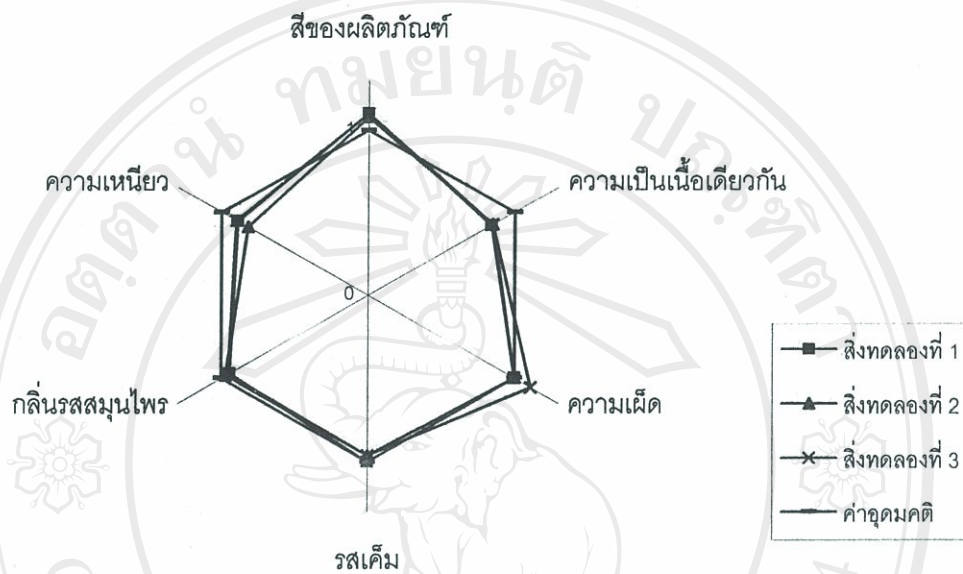
หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

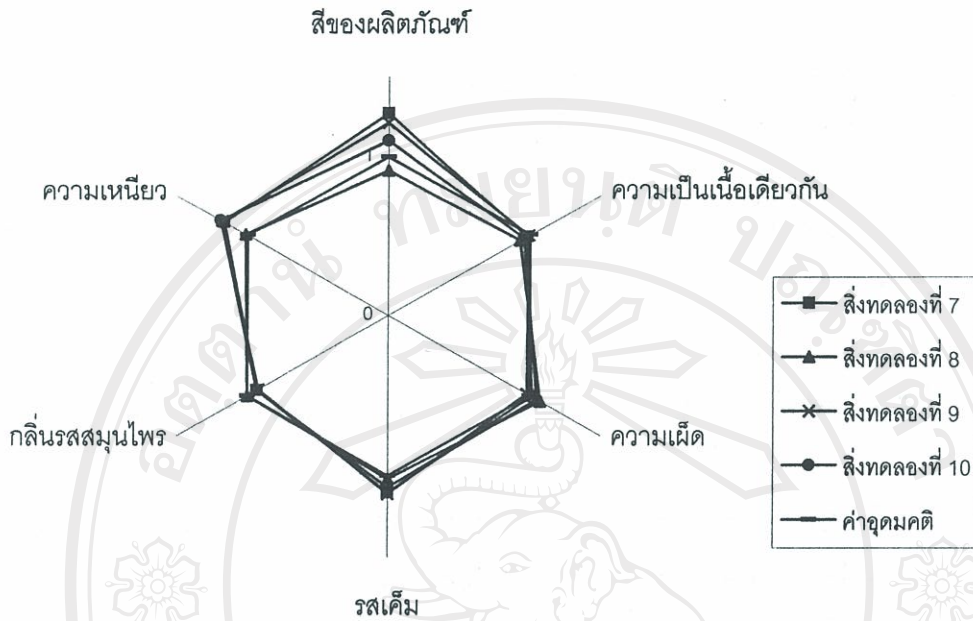
ตาราง 5.3 แสดงให้เห็นว่าการผันแปรปริมาณส่วนผสมหลักมีผลต่อค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้น โดยค่าดังกล่าวจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.237-0.314 และมีปริมาณความชื้นในช่วงร้อยละ 10.95-13.44 จากการพิจารณาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักพบว่า สิ่งทดลองที่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์สูงจะมีแป้งข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบสูง คือ ร้อยละ 15

ตาราง 5.4 เห็นได้ว่าค่าสี L, a และ b ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสิ่งทดลองทั้ง 10 สิ่งทดลองแตกต่างกัน โดยค่าสี L (ความสว่าง) จะมีค่าอยู่ในช่วง 39.96-52.62 จากการพิจารณาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักพบว่า สิ่งทดลองที่มีค่า L สูงจะมีแกนสับปะรดเป็นส่วนประกอบอยู่มากเนื่องจากแกนสับปะรดมีสีออกขาวเหลืองจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้น ส่วนค่าสี a นั้นมีค่าอยู่ในช่วง 5.92-14.55 และค่าสี b อยู่ในช่วง 21.75-28.44

ตาราง 5.5 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design ซึ่งนำมาสร้างเป็นกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ได้ดังภาพ 5.3 จะเห็นว่าแต่ละสิ่งทดลองมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านแตกต่างกัน สาเหตุเนื่องจากสิ่งทดลองต่าง ๆ มีการ

แผนภาพอัตราส่วนของส่วนผสมหลัก การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักดังกล่าวจึงอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติ





ภาพ 5.3 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Mixture design การวิเคราะห์ทางสถิติ

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักจะนำข้อมูลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear regression) ระหว่างอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่ใช้ในแต่ละสิ่งทดลองกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ โดยทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านกับส่วนผสมหลักครั้งละสองปัจจัย รวมทั้งอิทธิพลร่วม (interaction) ของสองปัจจัยดังกล่าวด้วย สมการที่ได้จะเป็นสมการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังภาคผนวก ง

จากนั้นนำสมการดังกล่าวมาทำ Partial derivatives และใช้เทคนิค Lag range (λ) แล้วจึงนำสมการที่ได้ไปวิเคราะห์หาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น ๆ โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น (POM) ซึ่งเป็นโปรแกรมเชิงเส้นที่จะช่วยให้ได้อัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยอัตราส่วนดังกล่าวจะอยู่ภายใต้ข้อจำกัด (Constraints) ที่กำหนดไว้ การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมแสดงดังตัวอย่าง ง.1 ในภาคผนวก ง

จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักคือ

สับปะรด	ร้อยละ 51.4
แครอท	ร้อยละ 29.5
แป้งข้าวเหนียว	ร้อยละ 10.5
CMC	ร้อยละ 8.6

ตอนที่ 2 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพรที่จะเติมลงไปในการผลิตภัณฑ์

เมื่อได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักจากการทดลองตอนที่ 1.2 แล้ว จะทำการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสมุนไพร ได้แก่ ยูเอสเอมินต์ ออริกาโน และทายม์ เพื่อเติมลงในระบบสมุนไพรของผลิตภัณฑ์

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของระบบสมุนไพรสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design และใช้โปรแกรม XVERT ช่วยในการกำหนดสิ่งทดลอง จะได้สิ่งทดลองจำนวน 6 สิ่งทดลองดังนี้

สิ่งทดลอง	ยูเอสเอมินต์ (ร้อยละของระบบ สมุนไพร)	ออริกาโน (ร้อยละของระบบ สมุนไพร)	ทายม์ (ร้อยละของระบบ สมุนไพร)
1	30	50	20
2	30	20	50
3	60	20	20
4	30	35	35
5	45	20	35
6	45	35	20
ระดับต่ำ	30	20	20
ระดับสูง	60	50	50

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นตามสิ่งทดลองข้างต้น แล้วทำการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ ได้ผลดังนี้

ตาราง 5.6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2

สิ่งทดลอง	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
1	0.262±0.031	12.44±0.13
2	0.244±0.006	12.99±0.06
3	0.251±0.034	13.13±0.14
4	0.264±0.026	11.82±0.06
5	0.285±0.030	13.69±0.05
6	0.257±0.035	12.48±0.01

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.7 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2

สิ่งทดลอง	L	a	b
1	41.89±0.47	9.58±0.02	21.77±0.41
2	41.97±0.59	9.42±0.38	22.72±0.37
3	49.19±0.26	10.03±0.04	25.08±0.17
4	50.55±0.07	6.86±0.11	24.10±0.19
5	45.06±0.09	13.59±0.09	27.55±0.41
6	42.32±0.28	10.89±0.43	25.19±0.02

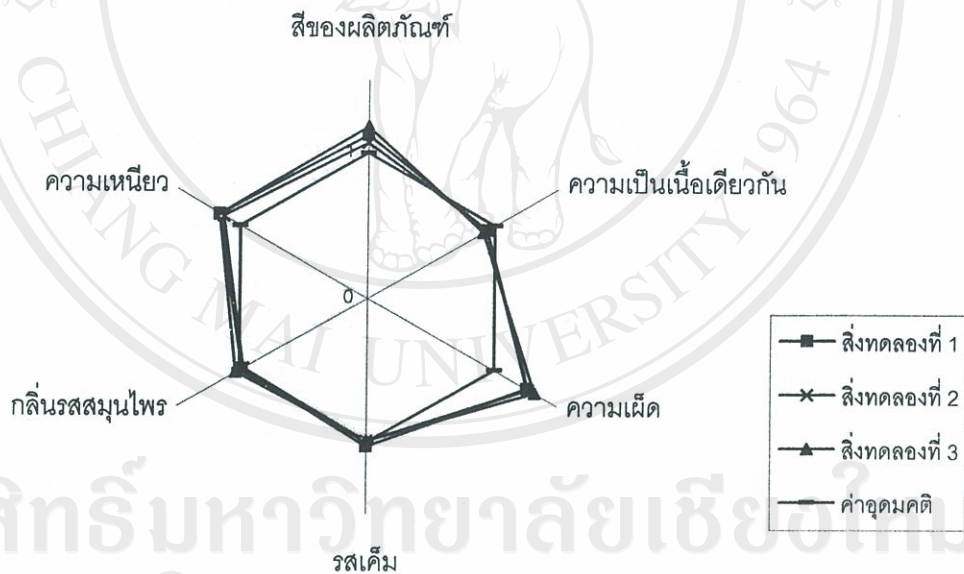
หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

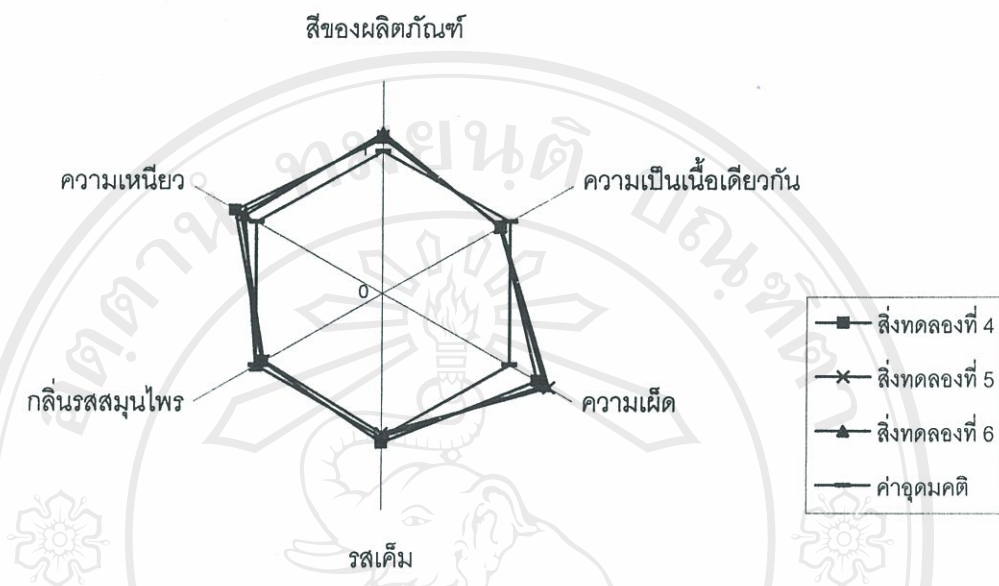
เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติหาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ได้จากสิ่งทดลองทั้ง 6 สิ่งทดลอง ค่าคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นมีดังนี้

ตาราง 5.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2

สิ่งทดลอง	สีของผลิตภัณฑ์	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความเผ็ด	รสเค็ม	กลิ่นรสสมุนไพร	ความเหนียว
1	1.12 ^{ab} ±0.17	0.94 ^{ns} ±0.08	1.26 ^{ns} ±0.40	1.03 ^{ns} ±0.20	0.98 ^{ab} ±0.08	1.16 ^{ns} ±0.25
2	1.07 ^a ±0.17	0.94 ^{ns} ±0.04	1.27 ^{ns} ±0.40	0.99 ^{ns} ±0.17	0.97 ^{ab} ±0.06	1.13 ^{ns} ±0.19
3	1.18 ^b ±0.20	0.91 ^{ns} ±0.08	1.32 ^{ns} ±0.31	0.99 ^{ns} ±0.17	1.03 ^a ±0.06	1.16 ^{ns} ±0.17
4	1.09 ^{ab} ±0.08	0.93 ^{ns} ±0.08	1.22 ^{ns} ±0.33	1.04 ^{ns} ±0.14	0.95 ^b ±0.07	1.17 ^{ns} ±0.16
5	1.11 ^{ab} ±0.10	0.93 ^{ns} ±0.06	1.31 ^{ns} ±0.39	0.97 ^{ns} ±0.20	0.94 ^{ab} ±0.13	1.12 ^{ns} ±0.20
6	1.13 ^{ab} ±0.15	0.92 ^{ns} ±0.08	1.28 ^{ns} ±0.32	1.00 ^{ns} ±0.21	1.00 ^{ab} ±0.09	1.09 ^{ns} ±0.23

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน





ภาพ 5.4 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ของแต่ละสิ่งทดลองในการทดลองตอนที่ 2

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่า ตัวอย่างจากสิ่งทดลองทั้ง 6 สิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในคุณลักษณะด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเผ็ด รสเค็ม ความเหนียว และการยอมรับโดยรวม เนื่องจากในการทดลองนี้ได้กำหนดให้ปริมาณส่วนผสมอื่น ๆ มีปริมาณเท่ากันหมดทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดเท่านั้นที่มีการผันแปร

ลักษณะด้านสีและกลิ่นรสสมุนไพร พบว่า ตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

ลักษณะด้านสี พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1, 4, 5 และ 6 แต่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 3 โดยที่สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเข้าใกล้ 1.00 มากที่สุด

ลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพร พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1, 2, 5 และ 6 แต่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00

จากข้อมูลดังกล่าวสิ่งทดลองที่มีความเหมาะสมสำหรับระบบสมุนไพร คือ สิ่งทดลองที่ 2 เนื่องจากสิ่งทดลองดังกล่าวมีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านสีเข้าใกล้ 1.00 มากที่สุด

ถึงแม้ว่าในด้านกลิ่นรสสมุนไพรนั้น สิ่งทดลองที่ 6 จะมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 แต่เมื่อพิจารณาค่าคะแนนด้านสีประกอบจะพบว่า สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าคะแนนเฉลี่ยห่างจาก 1.00 มากกว่าสิ่งทดลองที่ 2 นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ 2 ยังมีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสสมุนไพรไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 6 ด้วย

และเมื่อพิจารณาการยอมรับโดยรวมแล้วยังพบว่า สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเข้าใกล้ 1.00 มากที่สุด

ดังนั้นอัตราส่วนของระบบสมุนไพรที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น คือ

ยูเอสเอ็มอินต์	ร้อยละ 30	ของระบบสมุนไพร
ออริกาน	ร้อยละ 20	ของระบบสมุนไพร
ทามม์	ร้อยละ 50	ของระบบสมุนไพร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตอนที่ 3 การกลั่นกรองปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

เนื่องจากส่วนผสมที่เป็นปัจจัยในสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นนั้นมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องทำการกลั่นกรองเบื้องต้นเพื่อคัดเลือกเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ การทดลองนี้จึงวางแผนแบบ Plackett and Burman design ซึ่งจะได้จำนวนสิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองทั้งหมดจะถูกกำหนดให้มีอัตราส่วนของส่วนผสมหลักเท่ากัน คือ สับปะรด ร้อยละ 51.4 แครอท ร้อยละ 29.5 แป้งข้าวเหนียว ร้อยละ 10.5 และ CMC ร้อยละ 8.6 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผลิตได้ตามแผนการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสได้ผลแสดงดังตารางที่ 5.9 5.10 และ 5.11

ตาราง 5.9 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ

สิ่งทดลอง	ค่าที่เป็นประโยชน์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
1	0.401±0.002	17.50±0.12
2	0.342±0.004	14.88±0.18
3	0.512±0.013	18.31±0.20
4	0.341±0.007	14.86±0.37
5	0.378±0.008	15.85±0.17
6	0.382±0.020	16.45±0.29
7	0.374±0.004	14.48±0.31
8	0.492±0.005	19.67±0.24
9	0.331±0.110	15.37±0.37
10	0.394±0.030	15.53±0.28
11	0.314±0.001	15.04±0.19
12	0.320±0.008	14.77±0.10

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.10 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ

สิ่งทดลอง	L	a	b
1	42.40±0.21	10.12±0.25	22.83±0.25
2	48.34±0.31	12.09±0.12	27.46±0.34
3	45.19±0.05	12.21±0.17	25.57±0.40
4	47.64±0.15	13.23±0.24	28.08±0.20
5	46.63±0.13	9.07±0.36	22.29±0.31
6	44.74±0.14	12.85±0.05	27.30±0.16
7	46.74±0.48	10.11±0.09	24.42±0.15
8	44.48±0.24	11.03±0.27	25.12±0.25
9	51.24±0.34	12.25±0.38	28.35±0.16
10	50.13±0.04	10.48±0.19	27.96±0.37
11	46.52±0.18	9.27±0.20	25.18±0.16
12	56.60±0.29	12.71±0.18	30.48±0.18

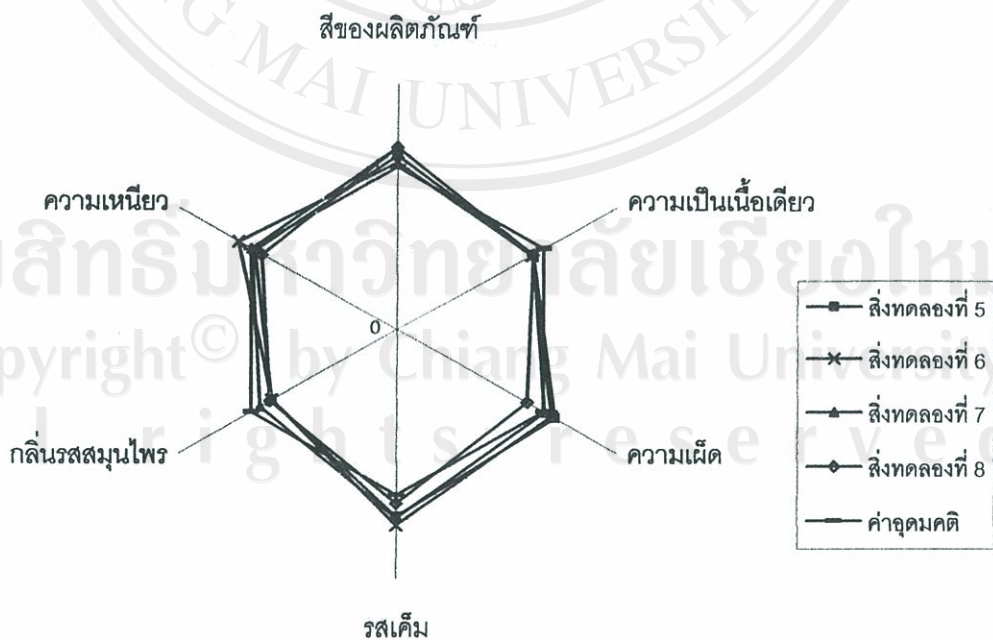
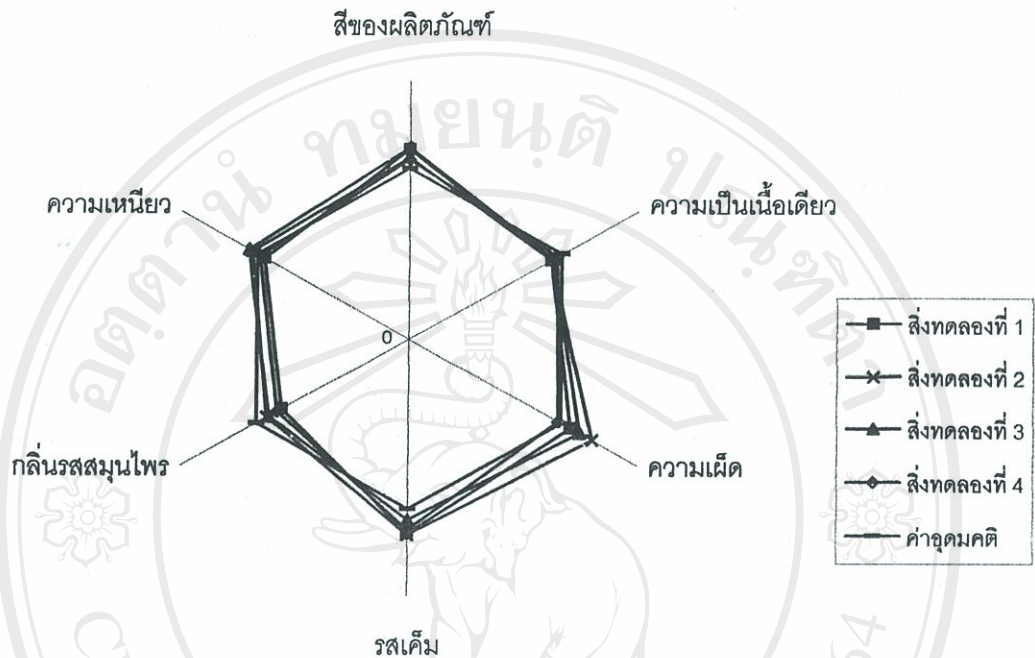
หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

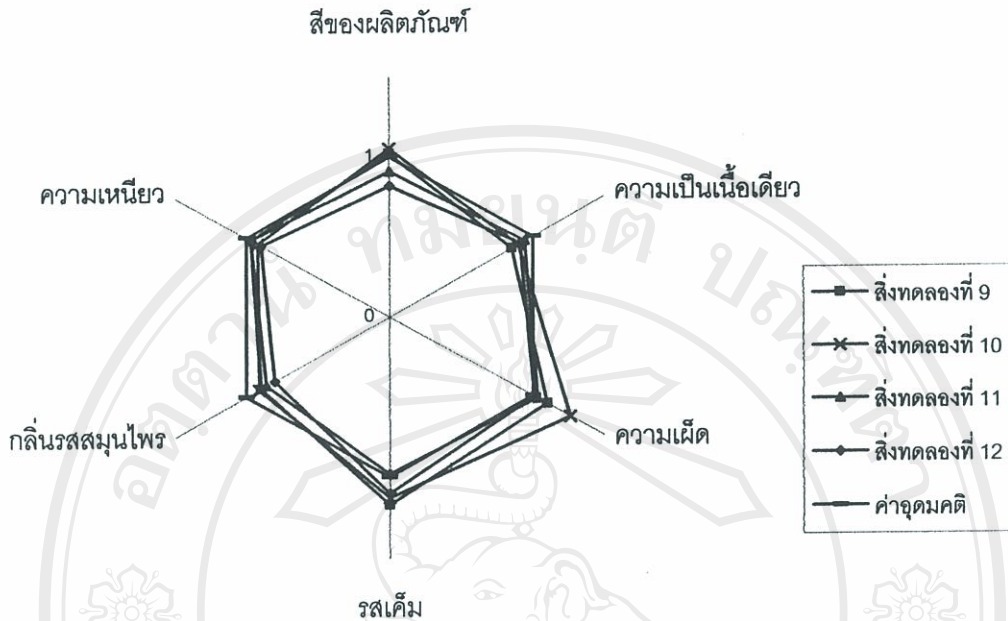
ตาราง 5.11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ

สิ่งทดสอบ	สีของ ผลิตภัณฑ์	ความเป็น เนื้อเดียว	ความเผ็ด	รสเค็ม	กลิ่นรส สมุนไพร	ความเหนียว
1	1.11±0.12	0.93±0.01	1.06±0.12	1.14±0.13	0.83±0.16	0.95±0.12
2	1.06±0.14	0.93±0.24	1.20±0.14	1.15±0.18	0.93±0.24	1.03±0.14
3	1.12±0.02	0.94±0.36	1.12±0.25	1.06±0.17	0.92±0.40	1.05±0.18
4	1.05±0.06	0.97±0.25	0.98±0.14	1.12±0.19	0.86±0.18	0.98±0.19
5	1.07±0.04	0.93±0.23	1.08±0.12	1.13±0.20	0.86±0.17	0.98±0.17
6	1.03±0.24	0.92±0.07	1.06±0.36	1.18±0.30	0.86±0.41	1.09±0.42
7	1.12±0.09	0.93±0.09	1.01±0.47	1.14±0.24	0.94±0.18	1.00±0.15
8	1.12±0.13	0.93±0.15	0.89±0.16	1.05±0.16	0.87±0.10	0.93±0.05
9	1.02±0.07	0.85±0.16	1.10±0.18	1.17±0.27	0.90±0.13	0.97±0.16
10	1.05±0.17	0.90±0.31	1.26±0.16	1.13±0.34	0.91±0.15	0.92±0.09
11	0.91±0.08	0.94±0.18	1.03±0.42	0.98±0.37	0.86±0.18	0.97±0.16
12	0.82±0.29	0.91±0.16	1.01±0.16	1.10±0.15	0.80±0.01	0.90±0.03

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงใน ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแต่ละสิ่งทดสอบสามารถนำมาสร้างกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์
ได้ดังภาพ 5.5





ภาพ 5.5 เค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยสำคัญ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยคุณภาพแต่ละด้านของแต่ละสิ่งทดลองสามารถนำมาคำนวณหาผลของปัจจัย (Effect) ที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ผลของปัจจัย} = \frac{\text{ผลตอบสนองเมื่อใช้ปัจจัยที่ระดับสูง} - \text{ผลตอบสนองเมื่อใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำ}}{\text{จำนวนสิ่งทดลองที่ใช้ปัจจัยระดับสูง} - \text{จำนวนสิ่งทดลองที่ใช้ปัจจัยระดับต่ำ}}$$

Dummy effect หรือผลของ Dummy variables สามารถนำมารวมกันเป็นค่าความแปรปรวน (Variance of effect) ได้ดังนี้

$$\text{ความแปรปรวน} = \frac{(\text{ผลรวมของ Dummy effect})^2}{\text{จำนวน Dummy variables}}$$

และสามารถคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) อันเนื่องมาจาก Dummy effect ได้ดังนี้

$$\text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน} = (\text{ความแปรปรวน})^{1/2}$$

ซึ่งสามารถนำมาหาผลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้โดยใช้ t-test

$$t\text{-value} = \frac{\text{ผลของปัจจัยแต่ละปัจจัย}}{\text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน}}$$

จากนั้นนำค่า t-value ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า t-table (ดังภาคผนวก ค) ที่มี df เท่ากับจำนวนของ Dummy variables ที่ใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และใช้ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ ร้อยละ 80 ($p \leq 0.20$) เพื่อลดปัญหาการมองข้ามปัจจัยที่น่าจะมีความสำคัญไป แสดงดังตาราง 5.12, 5.13 และ 5.14

ปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลาย ๆ ด้าน การคำนวณผลของปัจจัย (Effect) ซึ่งมีค่าบวกหรือลบ แสดงให้เห็นว่าการใช้ปัจจัยที่ระดับต่ำหรือสูงให้ผลอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบแนวโน้มเบื้องต้นว่าควรกำหนดให้มีการใช้ปัจจัยที่ระดับสูงขึ้นหรือต่ำลงจึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการมากที่สุด ข้อพึงระวังในการพิจารณา คือ แผนการทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของปัจจัยโดยคำนึงถึงอิทธิพลหลัก (Main effect) เท่านั้น ไม่สามารถอธิบายอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของปัจจัยได้ (ไพโรจน์, 2539)

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.12 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ปัจจัย	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์		ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	
	Effect	t-value	Effect	t-value
เกลือ	-0.018	-0.372	-0.428	-0.338
น้ำตาล	-0.005	-0.101	0.192	0.151
พริกป่น	0.035	0.709	0.645	0.509
พริกไทย	0.022	0.439	-0.095	-0.075
ผงชูรส	-0.008	-0.169	0.852	0.672
ระบบสมุนไพร	0.018	0.372	0.572	0.451

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงความมีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้

a คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (t-table=1.886)

b คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85 (t-table=2.282)

c คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 (t-table=2.920)

d คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (t-table=4.303)

ตาราง 5.13 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ปัจจัย	ค่าสี L		ค่าสี a		ค่าสี b	
	Effect	t-value	Effect	t-value	Effect	t-value
เกลือ	-1.815	-0.751	0.043	0.102	-0.533	-0.447
น้ำตาล	-1.902	-0.787	-0.520	-1.225	-1.740	-1.458
พริกป่น	-1.008	-0.417	0.200	0.471	0.617	0.517
พริกไทย	-0.428	-0.177	-0.150	-0.353	-0.310	-0.260
ผงชูรส	-2.535	-1.050	-0.033	-0.079	-0.427	-0.358
ระบบสมุนไพร	-2.808	-1.163	-2.543 ^d	-5.993 ^d	-3.240	-2.716

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงความมีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้

a คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (t-table=1.886)

b คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85 (t-table=2.282)

c คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 (t-table=2.920)

d คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (t-table=4.303)

ตาราง 5.14 ผล (Effect) และค่า t-value ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ปัจจัย	สีของผลิตภัณฑ์		ความเป็นเนื้อเดียวกัน		ความเผ็ด	
	Effect	t-value	Effect	t-value	Effect	t-value
เกลือ	0.043	0.698	0.013	0.738	0.080	1.538 ^a
น้ำตาล	0.013	0.215	0.007	0.369	-0.010	-0.192
พริกป่น	0.023	0.376	0.023	1.291	0.027	0.513
พริกไทย	0.080	1.288	-0.020	-1.107	0.117	2.243 ^c
ผงชูรส	0.003	0.054	-0.013	-0.738	-0.020	-0.385
ระบบสมุนไพร	0.047	0.752	0.007	0.369	-0.023	-0.449

ปัจจัย	รสเค็ม		กลิ่นรสสมุนไพร		ความเหนียว	
	Effect	t-value	Effect	t-value	Effect	t-value
เกลือ	0.058	3.469 ^d	-0.007	-0.287	0.022	0.536
น้ำตาล	-0.025	-1.487 ^a	-0.013	-0.574	0.005	0.124
พริกป่น	-0.062	-3.667 ^d	0.027	1.148	-0.002	-0.041
พริกไทย	0.038	2.280 ^c	0.053	2.295 ^c	0.012	0.289
ผงชูรส	-0.002	-0.099	-0.007	-0.287	0.018	0.454
ระบบสมุนไพร	-0.035	-2.081 ^c	0.000	0.000	-0.045	-1.113

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงความมีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้

a คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (t-table=1.886)

b คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85 (t-table=2.282)

c คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 (t-table=2.920)

d คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (t-table=4.303)

ผลของปัจจัยที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีมากน้อยต่างกัน ทำให้สามารถแบ่งปัจจัยที่ศึกษาได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยหลัก (Major factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก อีกประเภทหนึ่งคือ ปัจจัยรอง (Minor factors) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นกัน แต่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้อยกว่าปัจจัยหลัก โดยพิจารณาจากการที่ปัจจัยมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากน้อยเพียงไร

ตาราง 5.12 5.13 และ 5.14 แสดงผล (Effect) ของปัจจัยในสูตรการผลิตต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เกลือ จากผลการทดลองพบว่าเกลือมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น กล่าวคือ การใช้เกลือที่ระดับต่ำทำให้การยอมรับด้านความเผ็ดและด้านรสเค็มมีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.20$ และ $p \leq 0.05$ ตามลำดับ) และพบว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับรสเค็มเมื่อใช้เกลือที่ระดับสูง

ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงกำหนดให้ใช้เกลือที่ระดับต่ำ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตด้วย

น้ำตาล การใช้น้ำตาลที่ระดับสูงทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี กล่าวคือ เมื่อใช้ น้ำตาลที่ระดับสูงทำให้การยอมรับด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์มีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.20$) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้น้ำตาลที่ระดับสูงจะช่วยลดความเค็มเนื่องจากการใช้เกลือและทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์มีความกลมกล่อมขึ้นและน้ำตาลยังสามารถช่วยลดความชื้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

การใช้น้ำตาลที่ระดับสูงน่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีขึ้น ดังนั้นการทดลองต่อไปจึงกำหนดให้ใช้น้ำตาลที่ระดับสูง

พริกป่น จากการพิจารณาผลของการใช้พริกป่นที่มีต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น พบว่า การใช้พริกป่นที่ระดับต่ำทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับด้านรสเค็มมากกว่าการใช้ที่ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่า การใช้พริกป่นที่ระดับต่ำหรือสูงไม่มีผลต่อการยอมรับด้านรสเผ็ดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.20$)

เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคและเป็นการลดต้นทุนการผลิตในการทดลองต่อไปจึงกำหนดให้ใช้พริกป่นที่ระดับต่ำ

ผงชูรส เมื่อพิจารณาผลการทดลองพบว่า การใช้ผงชูรสที่ระดับต่ำหรือสูงนั้นไม่มีผลต่อลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะทำการตัดผงชูรสออกจากสูตรการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต

พริกไทย การใช้พริกไทยทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีหลายด้าน ได้แก่ การใช้พริกไทยที่ระดับต่ำมีผลทำให้การยอมรับด้านความเผ็ดและรสเค็มมีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.15$) นอกจากนี้การใช้พริกไทยที่ระดับต่ำยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับด้านกลิ่นรสสมุนไพรเพิ่มขึ้นด้วย

ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงทำการศึกษาในรายละเอียดของปริมาณพริกไทยที่ เหมาะสม โดยทำการผันแปรปริมาณพริกไทยที่ระดับต่ำต่อไป

ระบบสมุนไพร จากการพิจารณาผลของการใช้ระบบสมุนไพรที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น พบว่า การใช้ระบบสมุนไพรที่ระดับต่ำทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับด้านรสเต็ม มากกว่าการใช้ที่ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.10$) และพบว่าการใช้ระบบสมุนไพรที่ระดับต่ำหรือสูงไม่มีผลต่อการยอมรับด้านสีและกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.20$) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบสมุนไพรที่ระดับต่ำยังส่งผลให้ค่าสี a และ b มีค่าน้อยกว่าการใช้ระบบสมุนไพรที่ระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงทำการศึกษาในรายละเอียดของปริมาณของระบบสมุนไพรที่เหมาะสม โดยทำการผันแปรปริมาณของระบบสมุนไพรที่ระดับต่ำต่อไป

ดังนั้นปัจจัยหลักที่มีผลอย่างมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ได้แก่ พริกไทย และระบบสมุนไพร ซึ่งจะทำการศึกษาระดับที่เหมาะสมในการทดลองต่อไป โดยผันแปรระดับของปัจจัยที่ศึกษาดังนี้

- พริกไทย เดิมผันแปรที่ ร้อยละ 1.0-3.0 ผันแปรใหม่ที่ ร้อยละ 0.5-2.0
- ระบบสมุนไพร เดิมผันแปรที่ ร้อยละ 0.45-0.9 ผันแปรใหม่ที่ ร้อยละ 0.3-0.6

สำหรับปัจจัยรองได้กำหนดให้ใช้ที่ระดับดังนี้

- เกลือ ร้อยละ 1.00
- น้ำตาล ร้อยละ 3.00
- พริกป่น ร้อยละ 0.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตอนที่ 4 การหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

จากการทดลองตอนที่ 3 ทำให้ทราบถึงปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น คือ ปริมาณและระบบสมุนไพร ซึ่งจะต้องทำการศึกษาต่อไป

การทดลองนี้จะทำการศึกษาระดับที่เหมาะสมของปริมาณและระบบสมุนไพรในสูตรผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design ซึ่งแต่ละปัจจัยจะมี 5 ระดับ คือ ระดับต่ำสุด ($-\alpha$), ระดับต่ำ (-1), ระดับกึ่งกลาง (0), ระดับสูง ($+1$) และระดับสูงสุด ($+\alpha$)

ระดับกึ่งกลางคำนวณจากสูตร

$$\text{ระดับกึ่งกลาง} = (\text{ระดับต่ำสุด} + \text{ระดับสูงสุด})/2$$

และค่า α สามารถคำนวณได้จาก

$$\alpha = \pm 2^{(k-p)/4}$$

โดยที่ k คือ จำนวนปัจจัยที่ต้องการศึกษา

P คือ Fractionalization elements ในที่นี้เท่ากับ 0

ในการทดลองนี้มีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 2 ปัจจัย ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned}\alpha &= \pm 2^{(2-0)/4} \\ &= \pm 1.414\end{aligned}$$

ดังนั้น ระดับต่ำสุดคือ $-\alpha$ หรือ -1.414

ระดับสูงสุดคือ $+\alpha$ หรือ $+1.414$

ระดับต่ำ (-1) หาจากสูตร

$$\text{ระดับต่ำ } (-1) = \text{ระดับกึ่งกลาง} - \frac{\text{ผลต่างของระดับกึ่งกลางและระดับต่ำสุด}}{\alpha}$$

ระดับสูง ($+1$) หาจากสูตร

$$\text{ระดับสูง } (+1) = \text{ระดับกึ่งกลาง} + \frac{\text{ผลต่างของระดับกึ่งกลางและระดับสูงสุด}}{\alpha}$$

จากสูตรการคำนวณข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาระดับต่าง ๆ ของปัจจัยได้
ยกตัวอย่างเช่น

: การหาระดับของพริกไทยเมื่อมีช่วงศึกษาเป็นร้อยละ 0.5-2.0

- ระดับกึ่งกลางของพริกไทยเป็นร้อยละ $(0.5+2.0)/2 = 1.25$
- ระดับต่ำสุดของพริกไทยเท่ากับ ร้อยละ 0.50
- ระดับสูงสุดของพริกไทยเท่ากับ ร้อยละ 2.00
- ระดับต่ำของพริกไทยเป็นร้อยละ $1.25 - (1.25 - 0.5)/1.414 = 0.72$
- ระดับสูงของพริกไทยเป็นร้อยละ $1.25 + (2.0 - 1.25)/1.414 = 1.78$

และการหาระดับต่าง ๆ ของระบบสมุนไพรก็สามารถคำนวณได้เช่นเดียวกัน ซึ่งระดับของ
พริกไทยและระบบสมุนไพรเป็นดังนี้

ตาราง 5.15 ปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรที่ใช้ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ)

ปัจจัย/ระดับ	ต่ำสุด ($-\alpha$)	ต่ำ (-1)	กึ่งกลาง (0)	สูง ($+1$)	สูงสุด ($+\alpha$)
A : พริกไทย	0.50	0.72	1.25	1.78	2.00
B : ระบบสมุนไพร	0.30	0.34	0.45	0.56	0.60

จากระดับของปัจจัยศึกษาข้างต้นและการวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment
in central composite design จะได้สิ่งทดลองดังนี้

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.16 สิ่งทดลองในการหาระดับที่เหมาะสมของพริกไทยและระบบสมุนไพรจากการวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design

สิ่งทดลอง	รหัส	พริกไทย (ร้อยละ)	ระบบสมุนไพร (ร้อยละ)
1	(1)	0.72	0.34
2	(a)	1.78	0.34
3	(b)	0.72	0.56
4	(ab)	1.78	0.56
5	$(-\alpha a)$	0.50	0.45
6	$(+\alpha a)$	2.00	0.45
7	$(-\alpha b)$	1.25	0.30
8	$(+\alpha b)$	1.25	0.60
9	(0)	1.25	0.45
10	(0)	1.25	0.45
11	(0)	1.25	0.45

หมายเหตุ : a คือ ระดับของพริกไทย b คือ ระดับของระบบสมุนไพร
 + คือ ระดับสูง - คือ ระดับต่ำ
 (1) คือ ควมคุม (0) คือ ระดับกึ่งกลาง

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผลิตได้จากสิ่งทดลองทั้งหมดวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และประสิทธิภาพผู้สได้ผลแสดงดังตาราง 5.17, 5.18 และ 5.19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตาราง 5.17 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร

สิ่งทดลอง	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
1	0.302±0.076	17.22±0.17
2	0.307±0.085	17.40±0.07
3	0.316±0.074	17.98±0.12
4	0.294±0.087	17.13±0.35
5	0.334±0.077	17.48±0.16
6	0.355±0.067	18.93±0.07
7	0.293±0.086	16.73±0.14
8	0.242±0.009	16.80±0.35
9	0.336±0.086	18.48±0.10
10	0.330±0.081	18.20±0.18

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.18 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร

สิ่งทดลอง	L	a	b
1	49.13±0.12	13.93±0.22	29.83±0.38
2	46.99±0.73	14.28±0.08	28.06±1.10
3	45.22±0.08	12.22±0.08	24.87±0.42
4	47.05±0.25	11.24±0.05	25.34±0.19
5	48.11±1.30	12.01±0.79	26.58±1.75
6	44.86±0.10	12.59±0.28	25.36±0.46
7	53.33±0.11	12.96±0.02	28.60±0.05
8	46.55±0.26	10.61±0.17	22.49±0.31
9	47.77±0.02	12.33±0.07	24.43±0.05
10	46.06±0.28	12.60±0.26	29.83±0.38

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.19 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพร

สิ่ง ทดลอง	สีของ ผลิตภัณฑ์	ความเป็น เนื้อเดียว	ความเผ็ด	รสเค็ม	กลิ่นรส สมุนไพร	ความ เหนียว	การยอมรับ โดยรวม
1	1.11±0.10	0.93±0.10	0.71±0.28	0.89±0.30	0.81±0.17	1.00±0.10	0.70±0.17
2	1.30±0.21	0.88±0.18	0.92±0.07	0.86±0.31	1.02±0.08	1.11±0.27	0.69±0.15
3	1.36±0.28	0.88±0.18	0.75±0.32	0.82±0.41	0.81±0.17	1.14±0.19	0.68±0.24
4	1.50±0.29	0.93±0.10	0.89±0.26	1.00±0.18	0.88±0.20	1.06±0.16	0.65±0.16
5	1.31±0.33	0.99±0.02	0.95±0.08	0.86±0.31	0.82±0.15	1.12±0.21	0.78±0.08
6	1.36±0.28	0.93±0.10	1.25±0.12	1.06±0.11	0.98±0.08	1.16±0.18	0.70±0.06
7	1.11±0.10	0.96±0.04	1.19±0.19	1.06±0.11	0.84±0.30	0.93±0.30	0.66±0.17
8	1.39±0.17	0.99±0.02	1.20±0.35	1.06±0.11	0.98±0.08	1.04±0.03	0.68±0.03
9	1.30±0.21	0.96±0.04	1.08±0.27	1.00±0.18	0.90±0.22	1.02±0.15	0.66±0.16
10	1.18±0.11	0.88±0.18	1.08±0.49	0.89±0.30	0.93±0.08	1.01±0.21	0.65±0.13

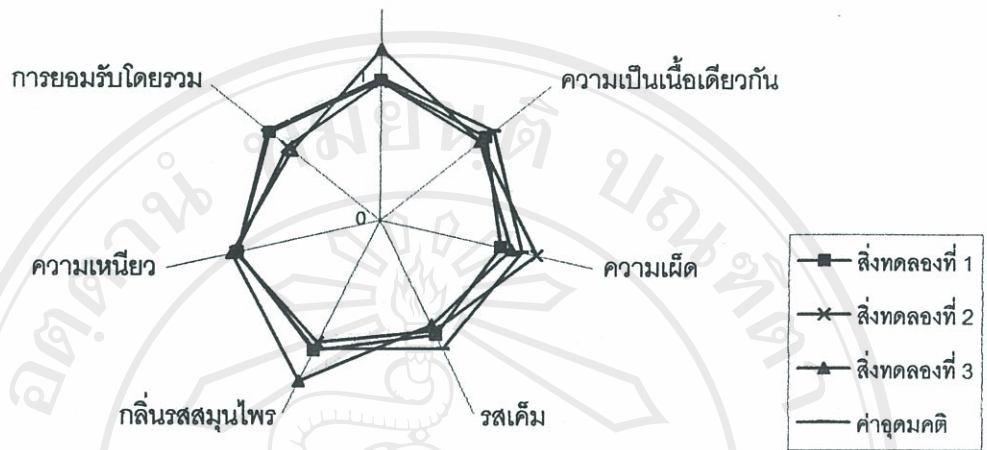
หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.17 แสดงคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.242-0.355 และมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 16.73-18.93

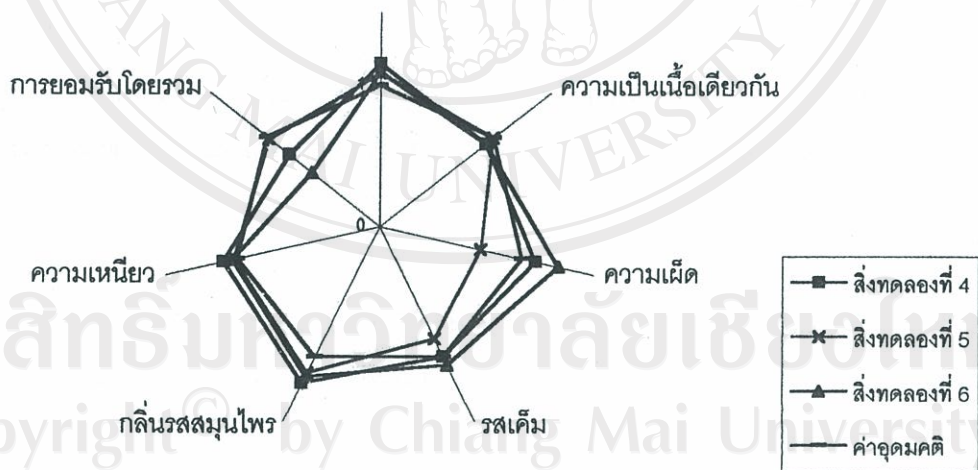
ตาราง 5.18 แสดงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสี L อยู่ในช่วง 44.86-53.33 ค่าสี a อยู่ในช่วง 10.61-14.28 และค่าสี b อยู่ในช่วง 22.49-29.83

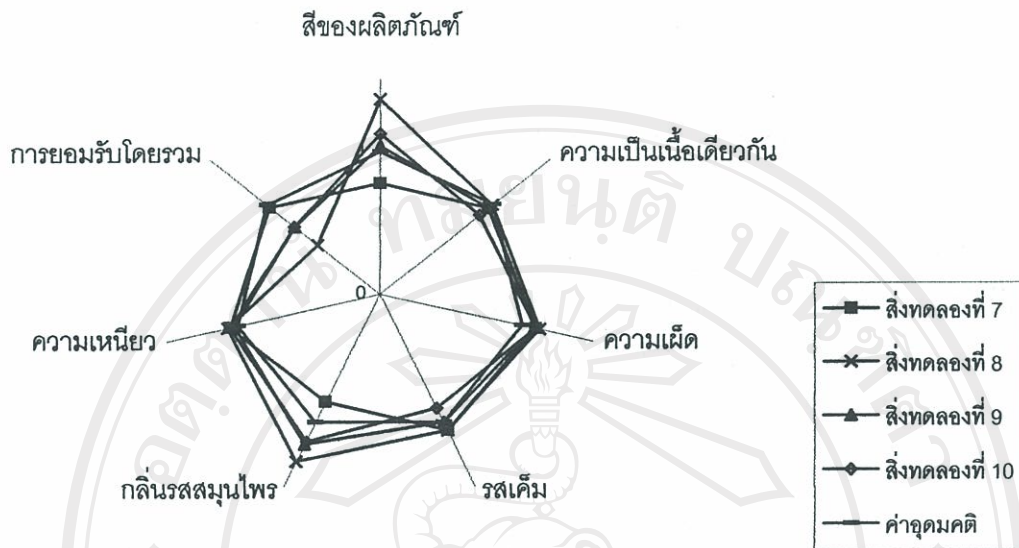
ตาราง 5.19 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตร พบว่า สีของผลิตภัณฑ์มีค่าอยู่ในช่วง 1.11-1.50 ความเป็นเนื้อเดียวกันมีค่าอยู่ในช่วง 0.88-0.99 ความเผ็ดมีค่าอยู่ในช่วง 0.71-1.25 รสเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 0.82-1.06 กลิ่นรสสมุนไพรมีค่าอยู่ในช่วง 0.81-1.02 ความเหนียวมีค่าอยู่ในช่วง 0.93-1.16 และการยอมรับโดยรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.65-0.78 ซึ่งคุณภาพทางประสาทสัมผัสสามารถนำมาสร้างกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

สีของผลิตภัณฑ์



สีของผลิตภัณฑ์





ภาพ 5.6 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเมื่อมีการผันแปรปริมาณพริกไทยและสมุนไพร

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติหาสมการถดถอย (Stepwise multiple regression) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตร) และตัวแปรตาม (คุณภาพด้านต่าง ๆ ของ ผลิตภัณฑ์) โดยเลือกตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาเข้ามาในโครงสร้างของสมการ การวิเคราะห์แบบ Stepwise regression จะทำการคัดเลือกเฉพาะตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น ซึ่งตัวแปรอิสระที่ไม่มีผลต่อตัวแปรตามจะถูกตัดออกไป สมการที่ได้จึงเป็นสมการที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามได้อย่างถูกต้อง

จากการวิเคราะห์หาสมการถดถอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0 พบว่าปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรมีความสัมพันธ์กับคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นดังนี้

ตาราง 5.20 สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส (Coded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรร่วมต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

สมการถดถอยยังไม่ถอดรหัส		R ²
คุณภาพทางเคมี		
ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	$= 0.34000 - 0.03640(H)^2$	0.7850
ปริมาณความชื้น	$= 18.25300 - 0.76400(H)^2$	0.6770
คุณภาพทางกายภาพ		
ค่าสี a	$= 12.47700 - 1.00900(H)$	0.7440
ค่าสี b	$= 26.53900 - 2.04000(H)$	0.6090
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
สีของผลิตภัณฑ์	$= 1.07700 + 0.15300(H)$	0.8740
ความเผ็ด	$= 1.08100 + 0.14800(P) - 0.06431(P)^2$	0.8950
กลิ่นรสสมุนไพรร่วม	$= 1.14600 + 0.14300(H) - 0.03965(H)^2$	0.9570
การยอมรับโดยรวม	$= 0.79800 - 0.10200(H) - 0.08468(P)$	0.6940

หมายเหตุ : P คือ ปริมาณพริกไทย (ร้อยละ)

H คือ ปริมาณระบบสมุนไพรร่วม (ร้อยละ)

สมการที่ได้ข้างต้นเป็นสมการที่มีการให้รหัสของตัวแปรอิสระที่ระดับต่างๆ (Coded equation) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามให้อยู่ในรูปของ สมการถดถอย ดังนั้นจะต้องทำการถอดรหัสของตัวแปรอิสระ (Decoding) ให้สมการอยู่ในรูปที่ถอดรหัส (Decoded equation) ซึ่งจะสามารถนำสมการไปใช้ในการคาดคะเนผลต่อไป สมการที่เลือกจะต้องเป็นสมการที่มี R² (Coefficient of multiple determination) สูง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

การถอดรหัสของสมการ (Decoding) ทำได้โดยนำเอาสมการที่ยังไม่ถอดรหัสของตัวแปรอิสระหรือปัจจัยที่ยังไม่ถอดรหัสมาแก้ไขในสมการ ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ปัจจัยที่ยังไม่ได้ถอดรหัส} = \frac{\text{ค่าจริง} - (\text{ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น} + \text{ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น})/2}{(\text{ค่าที่ระดับสูงของปัจจัยนั้น} - \text{ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น})/2}$$

จากนั้นนำเอาปัจจัยที่ยังไม่ได้ถอดรหัสที่ได้จากสูตรข้างต้นไปแทนในสมการที่ยังไม่ถอดรหัสเดิม สมการใหม่ที่ได้จะเป็นสมการที่ถอดรหัสแล้ว ซึ่งสามารถนำเอาสมการที่ได้นี้ไปคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ น้ำตาลและเกลือที่ระดับต่างๆ ได้ แต่การคาดคะเนจะต้องกระทำในขอบเขตของช่วงหรือระดับต่ำ-สูงที่ได้จากการทดลองจริงเท่านั้น สมการที่ถอดรหัสแล้วแสดงดังนี้

ตาราง 5.21 สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรรักษาคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

สมการถดถอยถอดรหัส		R ²
คุณภาพทางเคมี		
ค่าที่เป็นประโยชน์	$= 0.01240 + 1.45600 (H) - 1.61777 (H)^2$	0.7850
ปริมาณความชื้น	$= 11.37700 + 30.56000 (H) - 33.95555 (H)^2$	0.6770
คุณภาพทางกาย		
ค่าสี a	$= 15.504 - 6.72666 (H)$	0.7440
ค่าสี b	$= 32.659 - 13.6 (H)$	0.6090
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
สีของผลิตภัณฑ์	$= 0.61800 + 1.02 (H)$	0.8740
ความเผ็ด	$= 0.83433 + 0.19733 (P)$	0.8950
กลิ่นรสสมุนไพรรักษา	$= 0.36015 + 2.53933 (H) - 1.76222 (H)^2$	0.9570

หมายเหตุ : P คือ ปริมาณพริกไทย (ร้อยละ)

H คือ ปริมาณระบบสมุนไพรรักษา (ร้อยละ)

สมการที่วิเคราะห์ได้ข้างต้นมีค่า R^2 ค่อนข้างสูง แสดงว่าสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามได้ค่อนข้างดี

จากสมการคุณภาพทางเคมีแสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นขึ้นกับปริมาณของระบบสมุนไพรที่ใช้เพียงอย่างเดียว โดยปริมาณของระบบสมุนไพรและค่าน้ำที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์กันแบบสมการกำลังสอง (Quadratic equation) ในช่วงปริมาณของระบบสมุนไพรร้อยละ 0.3-0.6 ส่วนปริมาณของพริกไทยนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ไม่ว่าจะใช้พริกไทยปริมาณเท่าใดในช่วงร้อยละ 0.5-2.0 ก็ไม่ส่งผลให้ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณของระบบสมุนไพรร้อยละ 0.3 จะทำให้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำสุด แสดงดังภาพ 5.7

จากภาพ 5.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น เห็นได้ว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นขึ้นกับปริมาณของระบบสมุนไพรที่ใช้เพียงอย่างเดียว มีความสัมพันธ์แบบสมการกำลังสอง (Quadratic equation) โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์จะแปรตามปริมาณของระบบสมุนไพรแต่แปรผกผันกับกำลังสองของปริมาณระบบสมุนไพร พบว่า ปริมาณของระบบสมุนไพรร้อยละ 0.3 ทำให้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นมีปริมาณความชื้นต่ำสุด

จากสมการคุณภาพทางกายภาพ ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณ ของระบบสมุนไพร แบบสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยค่าสี a จะแปรผกผันกับปริมาณของระบบสมุนไพร ซึ่งการใช้ระบบสมุนไพรร้อยละ 0.3 จะทำให้ค่าสี a มีค่าสูงสุด ดังภาพ 5.9

ค่าสี b มีความสัมพันธ์กับปริมาณระบบสมุนไพร แบบสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยค่าสี b จะแปรผกผันกับปริมาณของระบบสมุนไพร ซึ่งการใช้ระบบสมุนไพร ร้อยละ 0.3 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี b สูงสุด ดังภาพ 5.10

จากสมการคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สีของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณของระบบสมุนไพร แบบสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์จะแปรตามปริมาณระบบของสมุนไพรที่ใช้ ซึ่งการใช้ระบบสมุนไพรร้อยละ 0.35 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์มากที่สุด ดังภาพ 5.11

การยอมรับด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณพริกไทยที่ใช้แบบสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยการยอมรับด้านความเผ็ดจะแปรตามปริมาณพริกไทยที่ใช้ ซึ่งการใช้พริกไทยร้อยละ 0.8 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับด้านความเผ็ดมากที่สุด ดังภาพ 5.12

การยอมรับด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณของระบบสมุนไพรที่ใช้แบบสมการกำลังสอง (Quadratic equation) โดยการยอมรับด้านกลิ่นรสสมุนไพรจะแปรตามปริมาณของระบบสมุนไพรที่ใช้แต่แปรผกผันกับกำลังสองของปริมาณระบบสมุนไพร ซึ่งการใช้ระบบสมุนไพรร้อยละ 0.35 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับด้านกลิ่นรสสมุนไพรมากที่สุด ดังภาพ 5.13

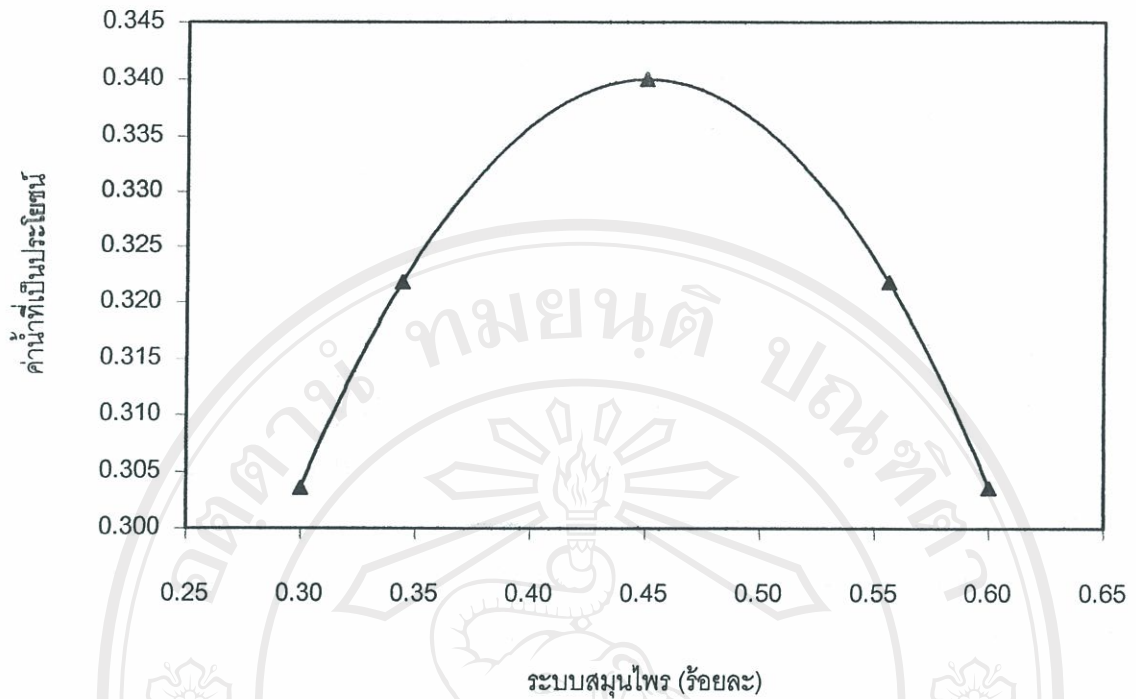
การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรแบบสมการเส้นตรง (Linear equation) โดยการยอมรับโดยรวมจะแปรผกผันกับปริมาณพริกไทยและระบบของสมุนไพรที่ใช้ ซึ่งการใช้พริกไทยร้อยละ 0.5 และระบบสมุนไพรร้อยละ 0.30 จะทำให้การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีค่ามากที่สุด ดังภาพ 5.14

ปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามต้องการจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ระดับที่เหมาะสมที่สุดดังนี้

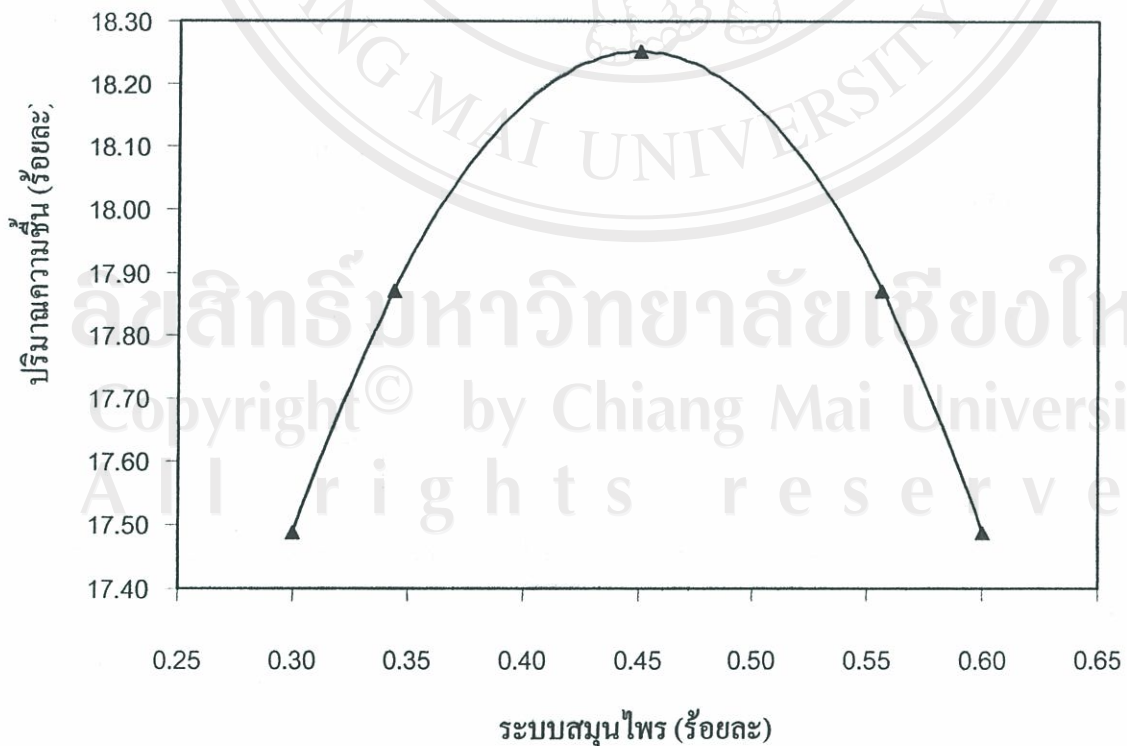
ตาราง 5.22 ปริมาณที่เหมาะสมของพริกไทยและระบบสมุนไพรในสูตรการผลิต

คุณภาพ	พริกไทย (ร้อยละ)	ระบบสมุนไพร (ร้อยละ)
ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	-	0.30
ปริมาณความชื้น	-	0.30
ค่าสี a	-	0.30
ค่าสี b	-	0.30
สีของผลิตภัณฑ์	-	0.35
ความเผ็ด	0.80	-
กลิ่นรสสมุนไพร	-	0.35
การยอมรับโดยรวม	0.50	0.30
ระดับที่เหมาะสม	0.65	0.31

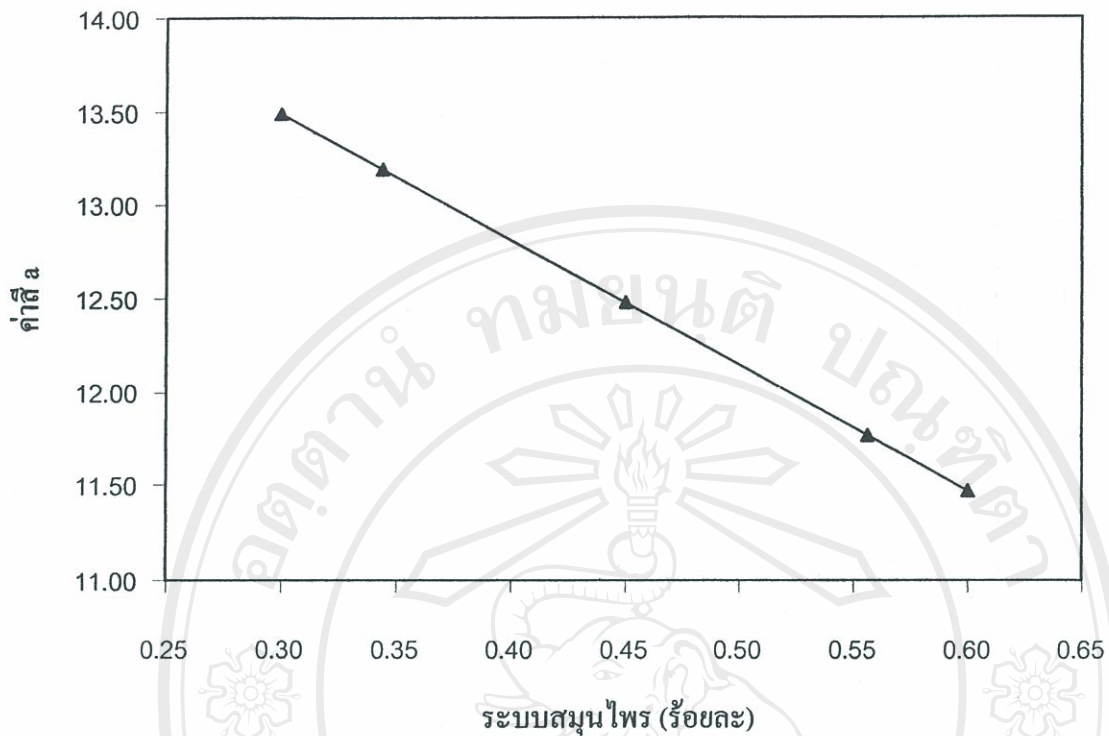
จากตาราง 5.22 แสดงว่าระดับที่เหมาะสม คือ พริกไทยร้อยละ 0.65 และระบบสมุนไพรร้อยละ 0.31



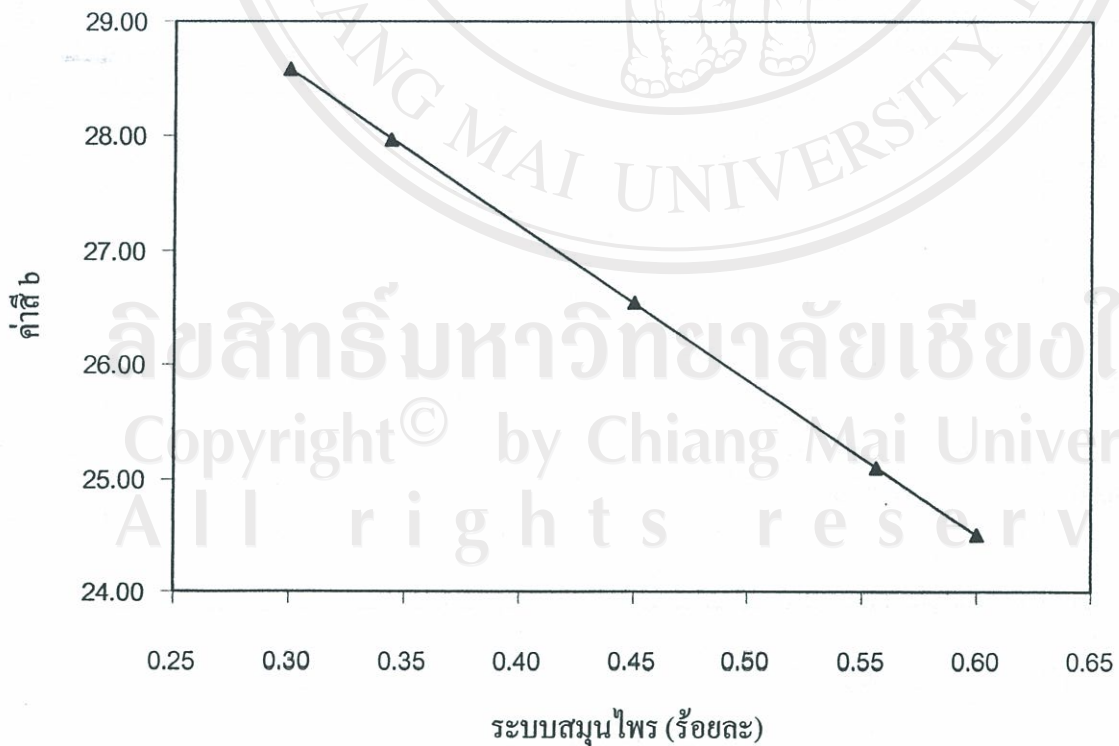
ภาพ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสุมนไพรและค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สุมนไพรแผ่น



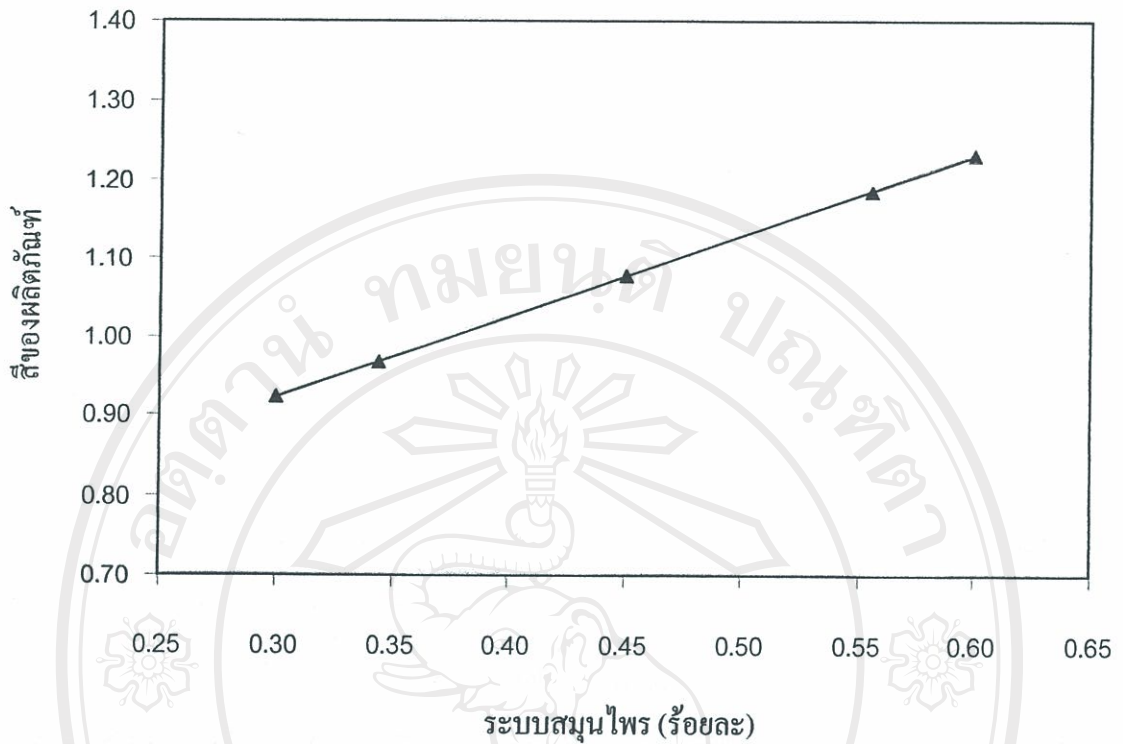
ภาพที่ 5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสุมนไพรและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุมนไพร



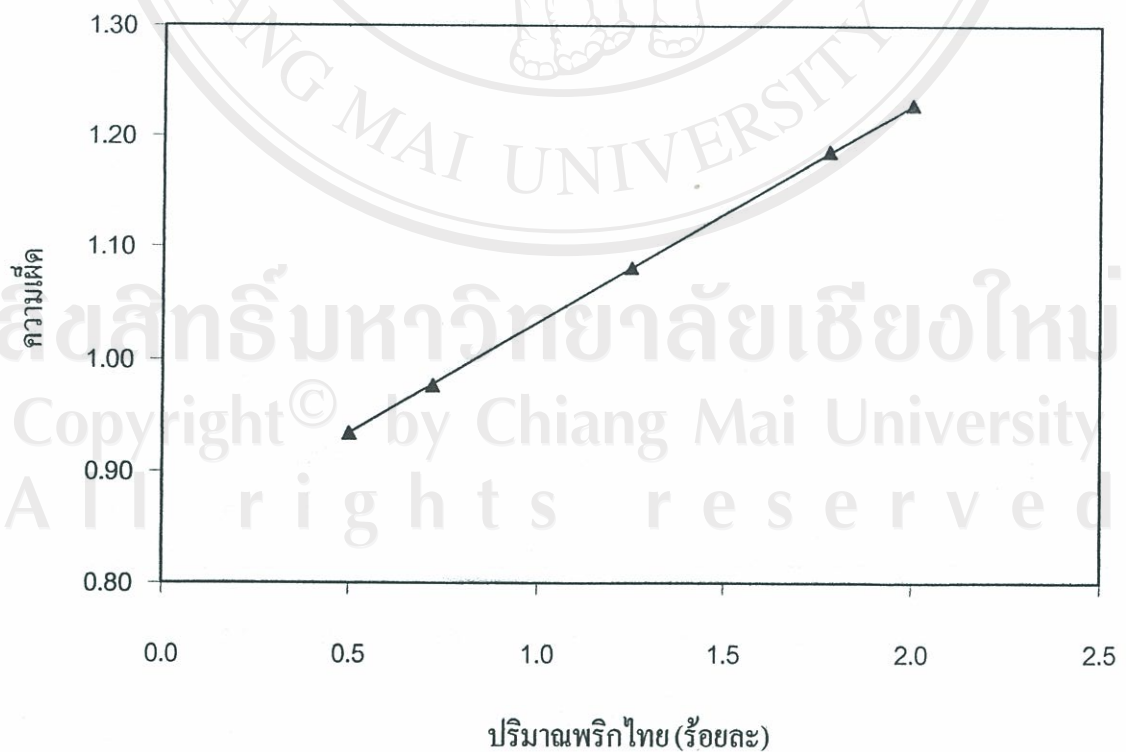
ภาพ 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและค่าสี a ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น



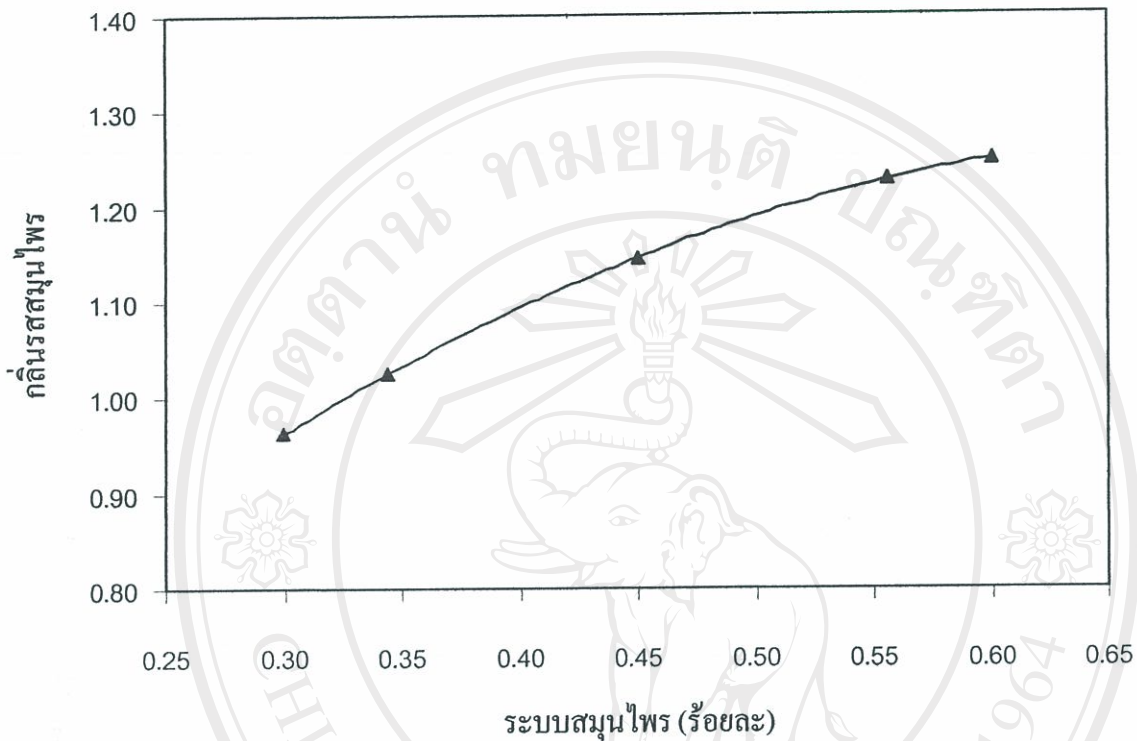
ภาพ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรและค่าสี b ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น



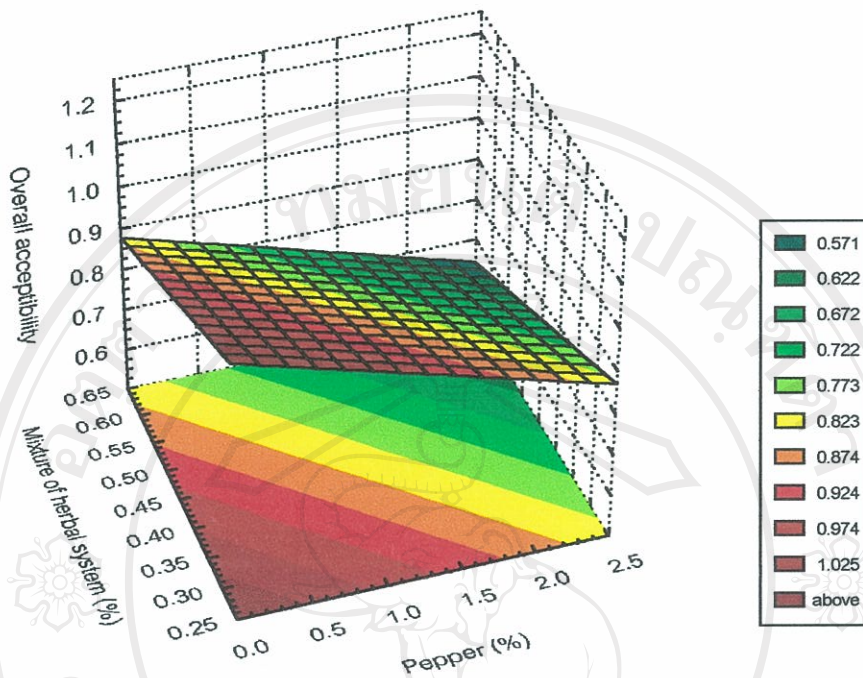
ภาพ 5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรร้อยละและการยอมรับด้านสิ่งของผลิตภัณฑ์สมุนไพรร้อยละ



ภาพ 5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยร้อยละและการยอมรับด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรร้อยละ



ภาพ 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของระบบสมุนไพรมและการยอมรับด้านกลืนรสสมุนไพรมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรมแผ่น



ภาพ 5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพริกไทยและระบบสมุนไพรต่อการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

การผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นจากสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์จากสูตรและกระบวนการผลิตที่ได้ทำการศึกษามาแล้ว พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส กายภาพ เคมีและทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผลิตจากสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมแสดงดังต่อไปนี้

สูตรผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่เหมาะสม

☆ ส่วนผสมหลัก

แกนตับปะรด	ร้อยละ 51.4
แครอท	ร้อยละ 29.5
แป้งข้าวเหนียว	ร้อยละ 10.5
CMC	ร้อยละ 8.6

☆ ส่วนผสมสมุนไพร

ร้อยละ 0.31 ของส่วนผสมหลัก ประกอบด้วย	
ยูเอสเอมินต์	ร้อยละ 30
อนิกานโน	ร้อยละ 20
ทายม์	ร้อยละ 50

☆ ส่วนประกอบอื่นๆ

เกลือ	ร้อยละ 1.0 ของส่วนผสมหลัก
น้ำตาล	ร้อยละ 3.0 ของส่วนผสมหลัก
พริกป่น	ร้อยละ 0.5 ของส่วนผสมหลัก
พริกไทย	ร้อยละ 0.65 ของส่วนผสมหลัก

กระบวนการผลิต แสดงได้ดังภาพ 5.15



ภาพ 5.15 : ขบวนการผลิตสมุนไพรแผ่นที่เหมาะสม

คุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้จากการผลิตจากสูตรและกระบวนการที่เหมาะสม

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

สีปรากฏ	1.02 ± 0.06
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.96 ± 0.08
รสเผ็ด	1.09 ± 0.12
รสเค็ม	1.00 ± 0.04
กลิ่นสมุนไพร	0.97 ± 0.06
ความเหนียว	1.09 ± 0.09
การยอมรับโดยรวม	$0.81 \pm 0.09^*$

คุณภาพด้านกายภาพ

ค่าสี L (ความสว่าง)	46.65 ± 0.45
ค่าสี a (สีแดง - เขียว)	9.10 ± 0.16
ค่าสี b (สีเหลือง - น้ำเงิน)	23.19 ± 0.47

คุณภาพด้านเคมี

ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw)	0.30 ± 0.05
ความชื้น (ร้อยละ)	14.50 ± 0.08
ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละ)	12.12 ± 0.40
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	15.85 ± 1.67
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.01 ± 0.01
ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)	0.02 ± 0.01

คุณภาพด้านจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	1.31×10^2 โคโลนี/กรัม
ยีสต์และรา	ไม่พบ
<i>Escherichia Coli</i> .	ไม่พบ

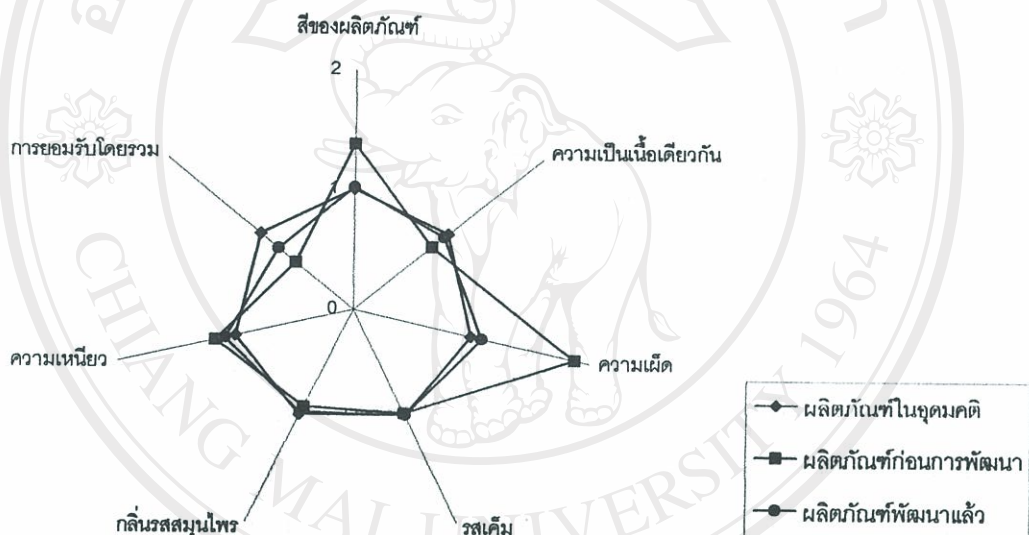
หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*แสดงค่าสัดส่วนเฉลี่ยมีความแตกต่างกับค่าสัดส่วนอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P \leq 0.05$)

ด้านลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา พบว่าผลิตภัณฑ์มีระดับโปรตีนร้อยละ 15.85 และมีไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.01 และมีปริมาณความชื้นต่ำเพียงร้อยละ 14.50 และมีค่าที่เป็นประโยชน์เพียง 0.30 ดังนั้นผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นน่าจะเก็บได้นานเช่นเดียวกับอาหารแห้งประเภทอื่น ๆ ส่วนด้านคุณภาพในด้านจุลินทรีย์ซึ่งชี้ไปถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.31×10^2 cfu/กรัม ไม่พบยีสต์และรา โคลิฟอร์ม

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ideal ratio profile technique ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นจากสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม นำมาแสดงได้ดังกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น แสดงดังภาพ 5.16



ภาพ 5.16 : กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้หลังการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต

จากกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผลิตจากสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม พบว่า ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย สีที่ปรากฏ ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเผ็ด รสเค็ม กลิ่นสมุนไพร ความเหนียวและการยอมรับโดยรวมมีค่าใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนอุดมคติมาก คือมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยของลักษณะด้านสีปรากฏ 1.02 ± 0.06 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 0.96 ± 0.08 รสเผ็ด 1.09 ± 0.12 รสเค็ม 1.00 ± 0.04 กลิ่นสมุนไพร 0.97 ± 0.06 ความเหนียว 1.09 ± 0.09 และการยอมรับโดยรวม 0.81 ± 0.09 จากการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าสัดส่วนอุดมคติของลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ สีที่ปรากฏ ความ

เป็นเนื้อเดียวกัน รสเผ็ด รสเค็ม กลิ่นสมุนไพร และความเหนียวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนด้านการยอมรับโดยรวมนั้นค่าสัดส่วนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าสัดส่วนอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ตอนที่ 5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ผลของการผลิตสมุนไพรแผ่น ตามสูตรและกระบวนการที่สรุปได้ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษา 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 20, 30 และ 37 องศาเซลเซียส บรรจุผลิตภัณฑ์ในจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่กำหนด แล้วสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเมื่อวันเริ่มต้น และช่วงที่มีอายุการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์ รวมเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ผลสรุปการศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์ นอกจากนี้แสงและอุณหภูมิยังเป็นปัจจัยสำคัญที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ต้องการ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี ปฏิกิริยาสีน้ำตาล เป็นต้น

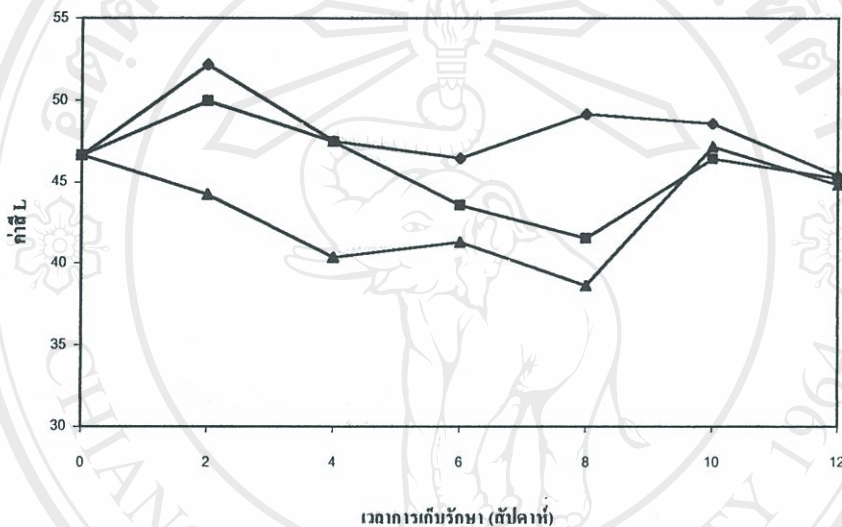
การศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษา พบว่า มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสดังนี้

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสถานะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.23 และภาพที่ 5.17 แสดงให้เห็นว่าค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงช่วงการเก็บรักษา เพราะทุก ๆ ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสี L (ความสว่าง) ไม่แตกต่างที่เวลาเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้แล้วอุณหภูมิในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ก็ไม่ส่งผลทำให้ค่าสี L (ความสว่าง) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.23 และภาพที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดเมื่อวันเริ่มต้นเป็น 9.1 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 2 สัปดาห์ แต่อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



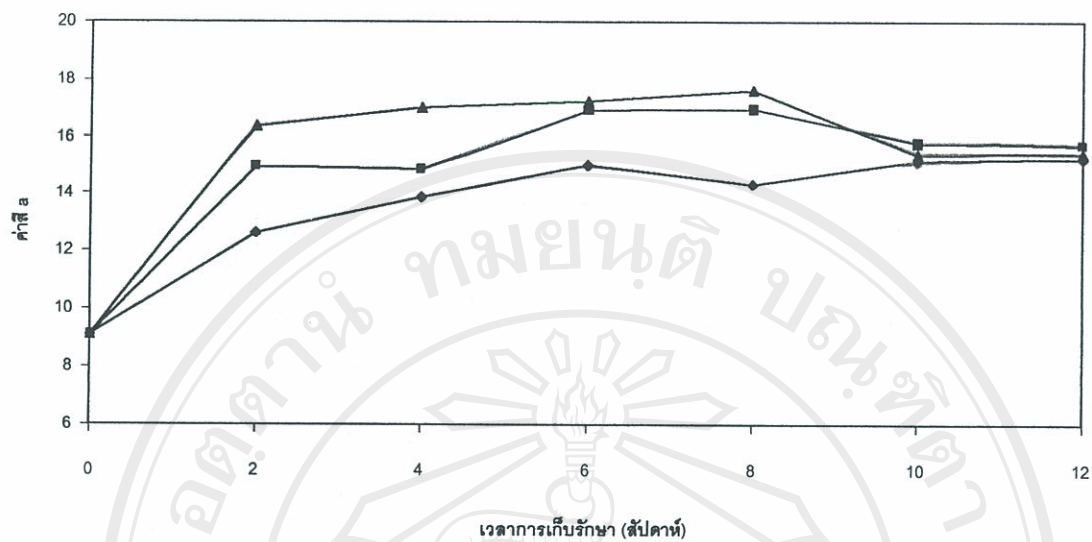
ภาพ 5.17 : การเปลี่ยนแปลงคุณภาพค่าสี L (ความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ตาราง 5.23 : การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าสี L (ความสว่าง) และค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ค่าสี L (ความสว่าง)								
สภาวะการเก็บ	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	เฉลี่ย**
20 °C	46.65 ± 0.01	52.18 ± 0.28	47.48 ± 1.04	46.46 ± 0.19	49.13 ± 1.05	48.57 ± 0.36	45.34 ± 0.22	47.97 ± 2.26 ^{a**}
30 °C	46.65 ± 0.01	49.98 ± 0.49	15.45 ± 0.21	43.58 ± 0.28	41.55 ± 0.56	46.43 ± 0.45	45.22 ± 0.11	45.84 ± 2.73 ^{ab}
37 °C	46.65 ± 0.01	44.25 ± 0.14	14.59 ± 0.22	41.29 ± 0.19	38.67 ± 0.37	47.15 ± 0.19	44.83 ± 0.18	43.32 ± 3.25 ^b
เฉลี่ย*	46.65 ± 0.01	48.80 ± 4.09	45.11 ± 4.08	43.78 ± 2.59	43.12 ± 5.4	47.38 ± 1.09	45.13 ± 0.27	
ค่าสี a (สีแดง-สีเขียว)								
สภาวะการเก็บ	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	เฉลี่ย**
20 °C	9.10 ± 0.01	12.60 ± 0.43	13.86 ± 0.39	14.99 ± 0.06	14.31 ± 0.06	15.12 ± 0.09	15.22 ± 0.11	13.60 ± 2.19
30 °C	9.10 ± 0.01	14.92 ± 0.29	14.84 ± 0.17	16.96 ± 0.11	17.00 ± 0.31	15.83 ± 0.16	15.65 ± 0.32	14.90 ± 2.70
37 °C	9.10 ± 0.01	16.39 ± 0.06	17.02 ± 0.20	17.26 ± 0.06	17.64 ± 0.04	15.40 ± 0.21	15.38 ± 0.29	15.46 ± 2.94
เฉลี่ย*	9.10 ± 0.01 ^{a*}	14.64 ± 1.91 ^b	15.24 ± 1.62 ^b	16.40 ± 1.23 ^b	16.32 ± 1.77 ^b	15.45 ± 0.36 ^b	15.43 ± 0.23 ^b	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05



ภาพ 5.18 : การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

ภาพ 5.17 และ 5.18 —◆— อุณหภูมิ 20 °C —■— อุณหภูมิ 30 °C —▲— อุณหภูมิ 37 °C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

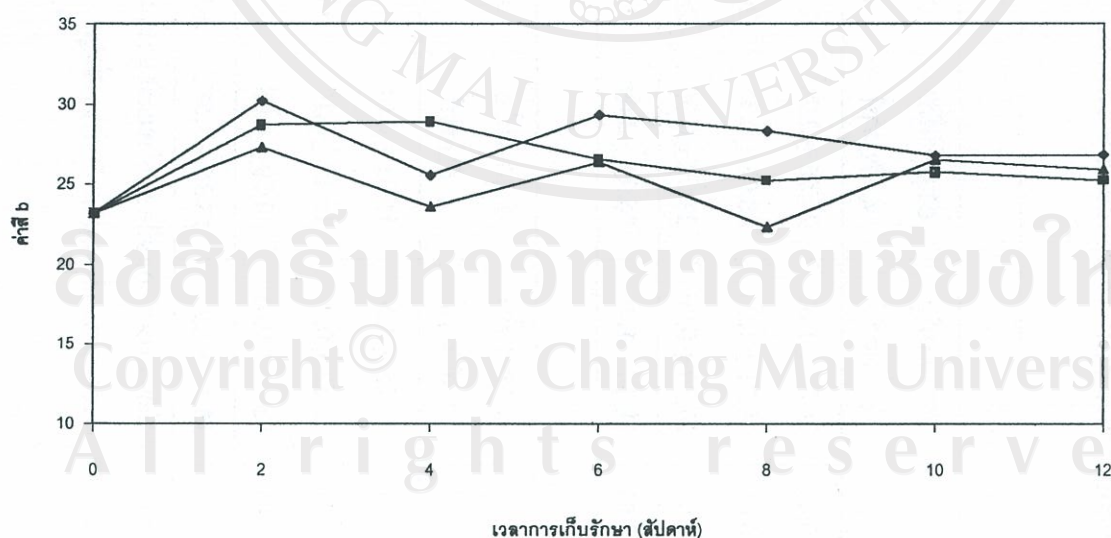
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.24 และภาพที่ 5.19 แสดงให้เห็นว่าค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงช่วงการเก็บรักษา เพราะทุก ๆ ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ไม่แตกต่างที่เวลาเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้แล้วอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ก็ไม่มีผลทำให้ค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.24 และภาพที่ 5.20 แสดงให้เห็นว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดเมื่อวันเริ่มต้นเป็นร้อยละ 14.50 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ โดยตั้งแต่ 6 สัปดาห์ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงสุดที่ระยะเวลาการเก็บ 12 สัปดาห์ แต่อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ปริมาณความชื้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



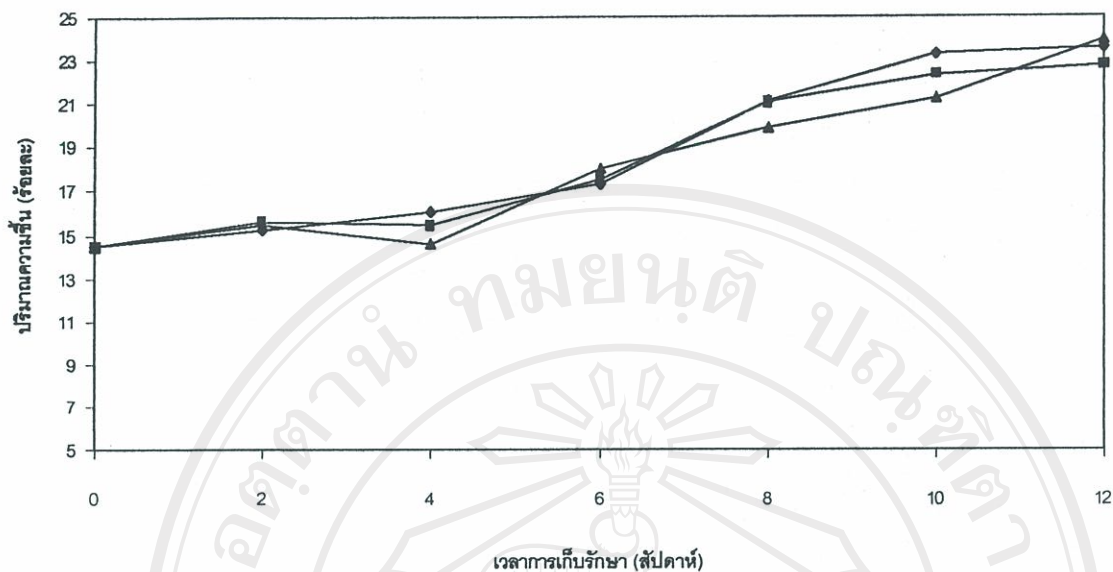
ภาพ 5.19 : การเปลี่ยนแปลงคุณภาพค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ตาราง 5.24 : การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) และปริมาณความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	ค่าสี b (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	23.19 ± 0.01	30.21 ± 1.85	26.56 ± 0.93	29.37 ± 0.37	28.36 ± 0.83	26.78 ± 0.30	26.85 ± 0.27	27.19 ± 2.39
30 °C	23.19 ± 0.01	28.71 ± 1.03	28.92 ± 0.35	26.60 ± 0.44	25.24 ± 0.75	25.74 ± 0.20	25.26 ± 0.12	26.24 ± 2.04
37 °C	23.19 ± 0.01	27.30 ± 0.26	23.60 ± 0.39	26.35 ± 0.17	22.31 ± 0.08	26.49 ± 0.20	25.87 ± 0.21	25.02 ± 1.94
เฉลี่ย*	23.19 ± 0.01	28.74 ± 1.46	26.03 ± 2.69	27.44 ± 1.68	25.30 ± 3.03	26.34 ± 0.54	25.99 ± 0.80	
สภาวะ การเก็บ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	14.50 ± 0.01	15.25 ± 0.06	16.03 ± 0.01	17.28 ± 0.06	21.11 ± 0.29	23.33 ± 0.30	23.53 ± 0.28	13.60 ± 2.19
30 °C	14.50 ± 0.01	15.62 ± 0.05	15.45 ± 0.10	17.49 ± 0.11	21.08 ± 0.04	22.28 ± 0.09	22.73 ± 0.11	14.90 ± 2.70
37 °C	14.50 ± 0.01	15.45 ± 0.01	14.59 ± 0.08	17.99 ± 0.06	19.88 ± 0.05	21.21 ± 0.10	23.94 ± 0.34	15.46 ± 2.94
เฉลี่ย*	14.5 ± 0.01**	15.44 ± 1.91 ^a	15.36 ± 1.62 ^a	17.59 ± 1.23 ^b	20.69 ± 0.70 ^c	22.26 ± 1.05 ^d	23.40 ± 0.62 ^e	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05



ภาพ 5.20 : การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ภาพ 5.19 และ 5.20 —◆— อุณหภูมิ 20 °C —■— อุณหภูมิ 30 °C —▲— อุณหภูมิ 37 °C

การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (A_w) ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสถานะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.25 และภาพที่ 5.21 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดเมื่อวันเริ่มต้นเป็น 0.30 และมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 2 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงสุดที่ระยะเวลาการเก็บ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 0.55 แต่อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ปริมาณความชื้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสถานะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.25 และภาพที่ 5.22 แสดงให้เห็นว่าความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์มีสีปรากฏแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นตั้งแต่ 2 สัปดาห์ โดยพบว่าที่การเก็บเริ่มต้นผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับด้านสีปรากฏมากที่สุด ด้านอุณหภูมิใน

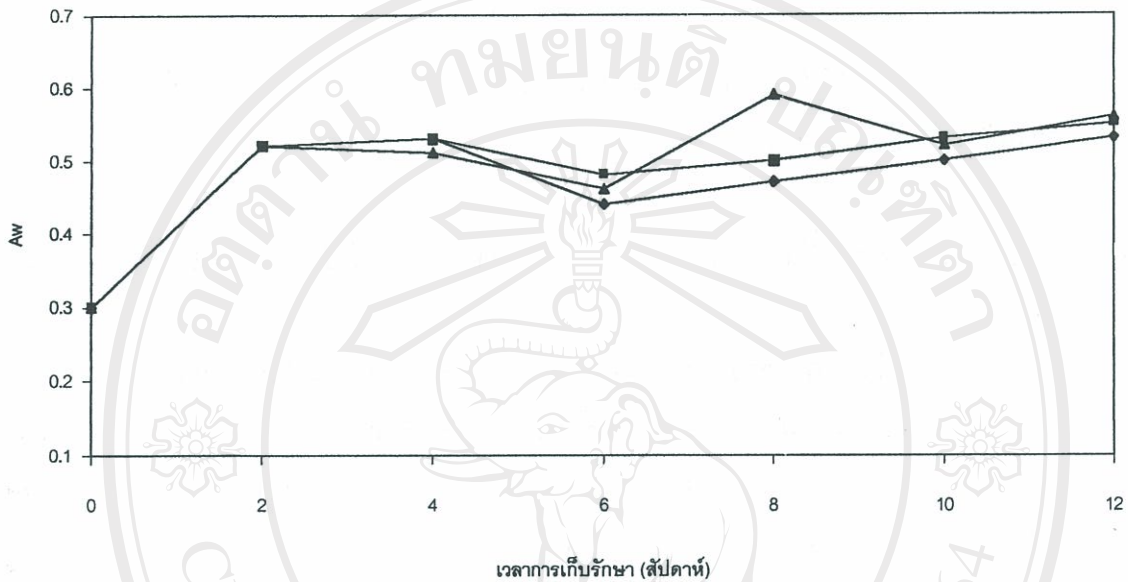
ตาราง 5.25 : การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่ขึ้นประโยชน์ (Aw) และคะแนนความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์สตูมไพร์แผ่น ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw)								เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์		
20 °C	0.30 ± 0.01	0.52 ± 0.06	0.53 ± 0.08	0.44 ± 0.20	0.47 ± 0.01	0.50 ± 0.01	0.53 ± 0.03	0.47 ± 0.08	
30 °C	0.30 ± 0.01	0.52 ± 0.05	0.53 ± 0.08	0.48 ± 0.03	0.50 ± 0.04	0.53 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.49 ± 0.09	
37 °C	0.30 ± 0.01	0.52 ± 0.01	0.51 ± 0.09	0.46 ± 0.03	0.59 ± 0.19	0.52 ± 0.01	0.56 ± 0.01	0.49 ± 0.09	
เฉลี่ย*	0.30 ± 0.01 ^a	0.52 ± 0.01 ^c	0.52 ± 0.01 ^c	0.46 ± 0.02 ^b	0.52 ± 0.06 ^c	0.52 ± 0.02 ^c	0.55 ± 0.02 ^c		
สภาวะ การเก็บ	สีปรากฏ								เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์		
20 °C	1.02 ± 0.01	1.00 ± 0.06	1.04 ± 0.04	1.19 ± 0.09	1.08 ± 0.14	1.10 ± 0.15	1.24 ± 0.09	1.10 ± 0.09	
30 °C	1.02 ± 0.01	1.18 ± 0.25	1.14 ± 0.26	1.12 ± 0.09	1.20 ± 0.19	1.15 ± 0.06	1.17 ± 0.08	1.14 ± 0.08	
37 °C	1.02 ± 0.01	1.09 ± 0.09	1.09 ± 0.09	1.26 ± 0.18	1.10 ± 0.09	1.14 ± 0.15	1.20 ± 0.14	1.13 ± 0.14	
เฉลี่ย*	1.02 ± 0.01 ^a	1.09 ± 0.17 ^b	1.09 ± 0.16 ^b	1.19 ± 0.13 ^{cd}	1.13 ± 0.15 ^{bc}	1.13 ± 0.12 ^{bc}	1.20 ± 0.11 ^d		

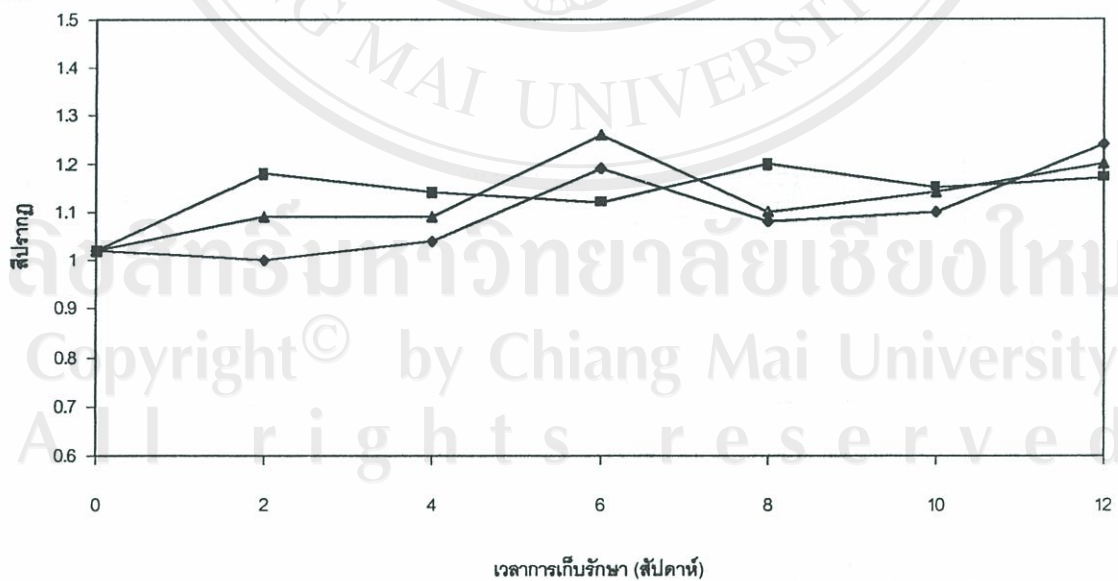
*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีผลทำให้ความชอบด้านสีปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพ 5.21 : การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (A_w) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์



ภาพ 5.22 : การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านสีปรากฏของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

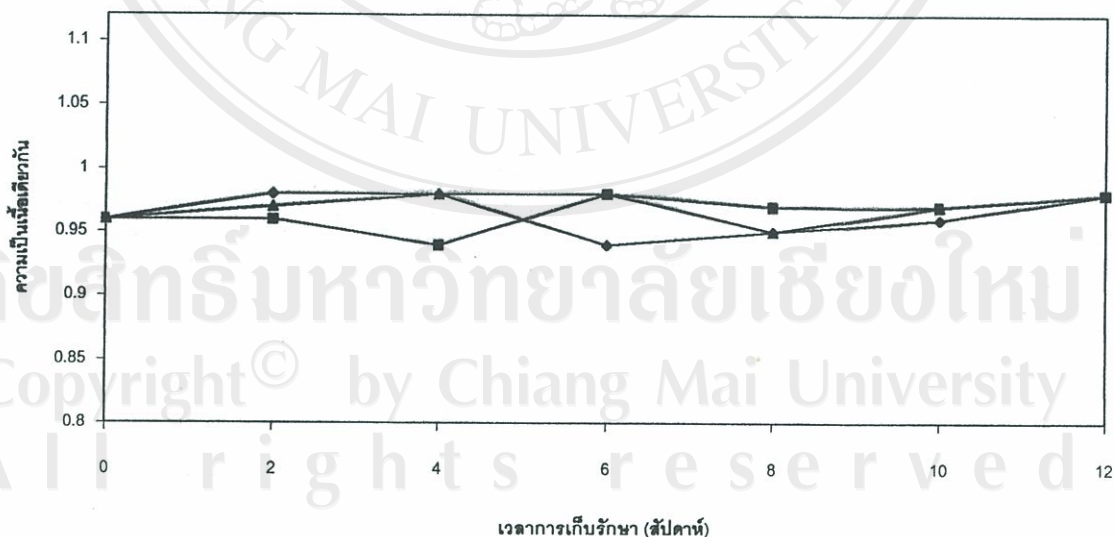
ภาพ 5.21 และ 5.22 —◆— อุณหภูมิ 20 °C —■— อุณหภูมิ 30 °C —▲— อุณหภูมิ 37 °C

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.26 และภาพที่ 5.23 แสดงให้เห็นว่าทั้งเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.26 และภาพ 5.24 แสดงให้เห็นว่าความชอบด้านความเผ็ดของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ความเผ็ดลดลงตั้งแต่การเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเผ็ดปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพ 5.23 : การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ตาราง 5.26: การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน และความแตกต่างของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	ความเป็นเนื้อเดียวกัน							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	0.96 ± 0.01	0.98 ± 0.06	0.98 ± 0.04	0.94 ± 0.02	0.95 ± 0.03	0.96 ± 0.01	0.98 ± 0.09	0.96 ± 0.04
30 °C	0.96 ± 0.01	0.96 ± 0.09	0.94 ± 0.09	0.98 ± 0.02	0.97 ± 0.03	0.97 ± 0.05	0.98 ± 0.04	0.97 ± 0.05
37 °C	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.08	0.98 ± 0.04	0.98 ± 0.02	0.95 ± 0.07	0.97 ± 0.01	0.98 ± 0.01	0.97 ± 0.05
เฉลี่ย*	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.07	0.96 ± 0.06	0.97 ± 0.05	0.96 ± 0.05	0.97 ± 0.03	0.98 ± 0.03	
สภาวะ การเก็บ	ความผิด							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	1.09 ± 0.01	0.95 ± 0.19	1.02 ± 0.04	0.95 ± 0.10	1.04 ± 0.05	0.99 ± 0.06	1.05 ± 0.04	1.01 ± 0.09
30 °C	1.09 ± 0.01	0.98 ± 0.27	1.00 ± 0.10	0.96 ± 0.16	1.06 ± 0.12	1.04 ± 0.07	0.99 ± 0.06	1.02 ± 0.14
37 °C	1.09 ± 0.01	0.96 ± 0.19	1.04 ± 0.06	1.03 ± 0.09	1.06 ± 0.06	1.01 ± 0.06	1.00 ± 0.04	1.03 ± 0.09
เฉลี่ย*	1.09 ± 0.01 ^c	0.96 ± 0.21 ^a	1.02 ± 0.07 ^{ab}	0.98 ± 0.13 ^a	1.05 ± 0.08 ^{bc}	1.01 ± 0.06 ^{ab}	1.01 ± 0.05 ^{ab}	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

ตาราง 5.26: การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน และความแตกต่างของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สถานะการเก็บ	ความเป็นเนื้อเดียวกัน							
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	เฉลี่ย**
20 °C	0.96 ± 0.01	0.98 ± 0.06	0.98 ± 0.04	0.94 ± 0.02	0.95 ± 0.03	0.96 ± 0.01	0.98 ± 0.09	0.96 ± 0.04
30 °C	0.96 ± 0.01	0.96 ± 0.09	0.94 ± 0.09	0.98 ± 0.02	0.97 ± 0.03	0.97 ± 0.05	0.98 ± 0.04	0.97 ± 0.05
37 °C	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.08	0.98 ± 0.04	0.98 ± 0.02	0.95 ± 0.07	0.97 ± 0.01	0.98 ± 0.01	0.97 ± 0.05
เฉลี่ย*	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.07	0.96 ± 0.06	0.97 ± 0.05	0.96 ± 0.05	0.97 ± 0.03	0.98 ± 0.03	
สถานะการเก็บ	ความผิด							
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	เฉลี่ย**
20 °C	1.09 ± 0.01	0.95 ± 0.19	1.02 ± 0.04	0.95 ± 0.10	1.04 ± 0.05	0.99 ± 0.06	1.05 ± 0.04	1.01 ± 0.09
30 °C	1.09 ± 0.01	0.98 ± 0.27	1.00 ± 0.10	0.96 ± 0.16	1.06 ± 0.12	1.04 ± 0.07	0.99 ± 0.06	1.02 ± 0.14
37 °C	1.09 ± 0.01	0.96 ± 0.19	1.04 ± 0.06	1.03 ± 0.09	1.06 ± 0.06	1.01 ± 0.06	1.00 ± 0.04	1.03 ± 0.09
เฉลี่ย*	1.09 ± 0.01 ^c	0.96 ± 0.21 ^a	1.02 ± 0.07 ^{ab}	0.98 ± 0.13 ^a	1.05 ± 0.08 ^{bc}	1.01 ± 0.06 ^{ab}	1.01 ± 0.05 ^{ab}	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

**ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ตาราง 5.27 : การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านรสเค็มและกลิ่นสมุนไพรของผลิตภัณฑ์สมุนไพรระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	รสเค็ม							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	1.00 ± 0.01	0.97 ± 0.14	1.02 ± 0.04	1.05 ± 0.10	1.01 ± 0.03	0.99 ± 0.02	1.00 ± 0.05	1.01 ± 0.07
30 °C	1.00 ± 0.01	1.02 ± 0.05	1.01 ± 0.05	1.02 ± 0.11	1.02 ± 0.05	0.98 ± 0.03	0.99 ± 0.05	1.01 ± 0.05
37 °C	1.00 ± 0.01	1.03 ± 0.04	1.01 ± 0.03	1.02 ± 0.04	1.02 ± 0.04	1.00 ± 0.02	0.98 ± 0.04	1.01 ± 0.05
เฉลี่ย*	1.00 ± 0.01	1.01 ± 0.09	1.01 ± 0.04	1.03 ± 0.09	1.02 ± 0.04	0.99 ± 0.3	0.99 ± 0.04	
สภาวะ การเก็บ	กลิ่นสมุนไพร							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	1.09 ± 0.01	0.92 ± 0.17	0.93 ± 0.09	0.82 ± 0.08	0.83 ± 0.14	0.79 ± 0.13	0.79 ± 0.15	0.86 ± 0.14
30 °C	1.09 ± 0.01	0.91 ± 0.17	0.94 ± 0.04	0.80 ± 0.05	0.81 ± 0.15	0.77 ± 0.14	0.75 ± 0.13	1.15 ± 0.14
37 °C	1.09 ± 0.01	0.93 ± 0.17	0.93 ± 0.08	0.78 ± 0.07	0.84 ± 0.16	0.80 ± 0.17	0.77 ± 0.15	1.13 ± 0.13
เฉลี่ย*	0.97 ± 0.01 ^{ab}	0.92 ± 0.16 ^a	0.93 ± 0.07 ^a	0.80 ± 0.07 ^{bc}	0.83 ± 0.14 ^b	0.79 ± 0.14 ^{bc}	0.77 ± 0.14 ^c	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ตาราง 5.27 : การเปลี่ยนแปลงความชอบค้ำรับรสเค็มและกลิ่นสมุนไพรของผลิตภัณฑ์สมุนไพรระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	รสเค็ม							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	1.00 ± 0.01	0.97 ± 0.14	1.02 ± 0.04	1.05 ± 0.10	1.01 ± 0.03	0.99 ± 0.02	1.00 ± 0.05	1.01 ± 0.07
30 °C	1.00 ± 0.01	1.02 ± 0.05	1.01 ± 0.05	1.02 ± 0.11	1.02 ± 0.05	0.98 ± 0.03	0.99 ± 0.05	1.01 ± 0.05
37 °C	1.00 ± 0.01	1.03 ± 0.04	1.01 ± 0.03	1.02 ± 0.04	1.02 ± 0.04	1.00 ± 0.02	0.98 ± 0.04	1.01 ± 0.05
เฉลี่ย*	1.00 ± 0.01	1.01 ± 0.09	1.01 ± 0.04	1.03 ± 0.09	1.02 ± 0.04	0.99 ± 0.3	0.99 ± 0.04	
สภาวะ การเก็บ	กลิ่นสมุนไพร							เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์	
20 °C	1.09 ± 0.01	0.92 ± 0.17	0.93 ± 0.09	0.82 ± 0.08	0.83 ± 0.14	0.79 ± 0.13	0.79 ± 0.15	0.86 ± 0.14
30 °C	1.09 ± 0.01	0.91 ± 0.17	0.94 ± 0.04	0.80 ± 0.05	0.81 ± 0.15	0.77 ± 0.14	0.75 ± 0.13	1.15 ± 0.14
37 °C	1.09 ± 0.01	0.93 ± 0.17	0.93 ± 0.08	0.78 ± 0.07	0.84 ± 0.16	0.80 ± 0.17	0.77 ± 0.15	1.13 ± 0.13
เฉลี่ย*	0.97 ± 0.01**	0.92 ± 0.16 ^a	0.93 ± 0.07 ^a	0.80 ± 0.07 ^{bc}	0.83 ± 0.14 ^b	0.79 ± 0.14 ^{bc}	0.77 ± 0.14 ^c	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

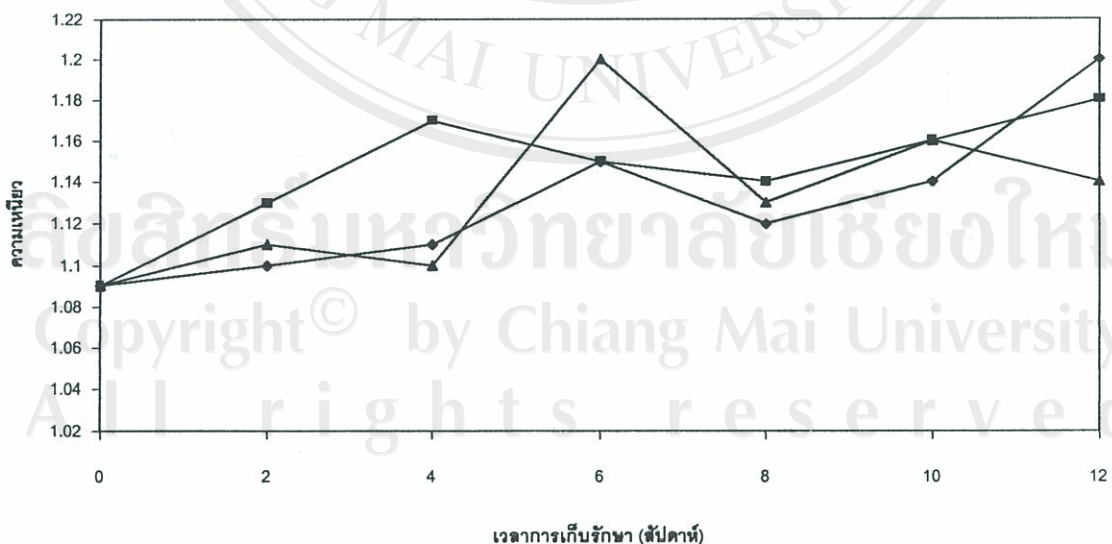
** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.28 และภาพ 5.27 แสดงให้เห็นว่าเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากที่สุดที่การเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเหนียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงกายยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.28 และภาพ 5.28 แสดงให้เห็นว่าการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับโดยรวมลดลงตั้งแต่การเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุดที่เริ่มต้นการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับ 0.81 ด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเผ็ดปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



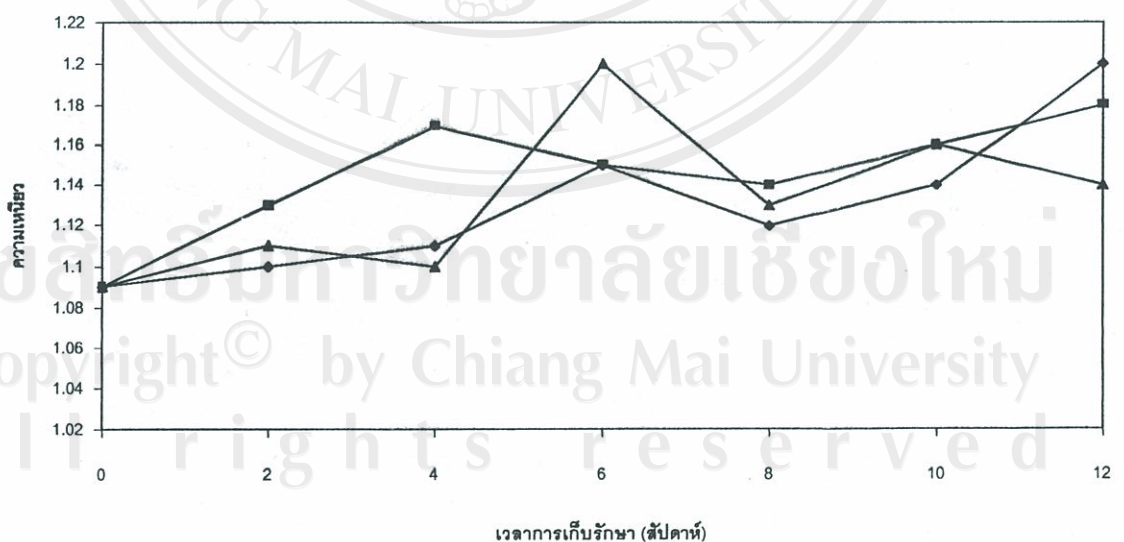
ภาพ 5.27 : การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่แตกต่างกัน

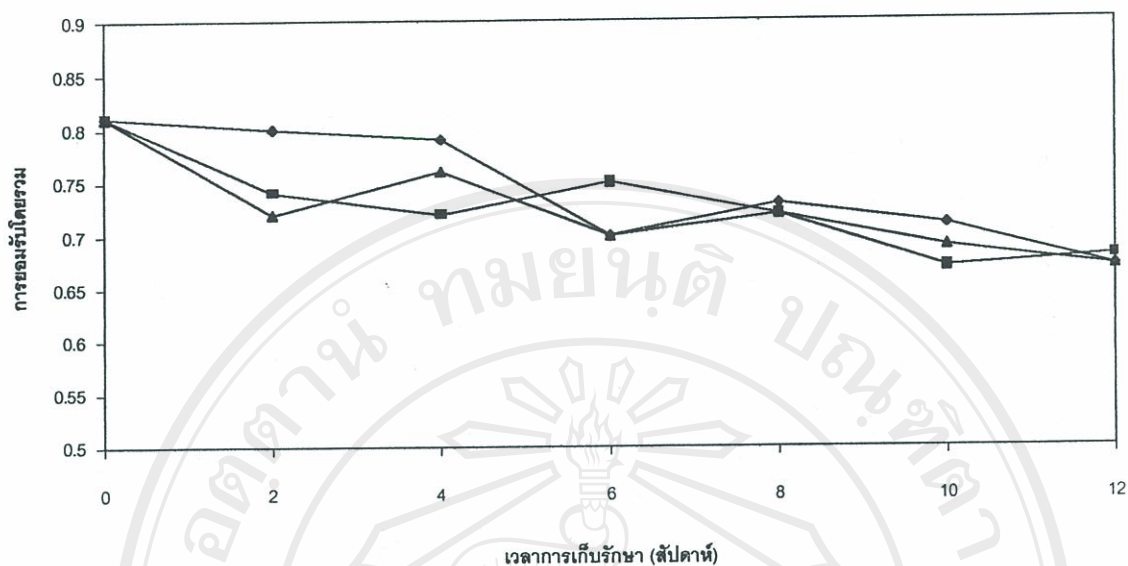
การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านรสชาติเริ่มของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.28 และภาพ 5.27 แสดงให้เห็นว่าเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวมากที่สุดที่การเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเหนียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสภาวะการเก็บที่ แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.28 และภาพ 5.28 แสดงให้เห็นว่าการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงโดยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับโดยรวมลดลงตั้งแต่การเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุดที่เริ่มต้นการเก็บรักษา คือมีค่าเท่ากับ 0.81 ด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้น ไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเผ็ดปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพ 5.27 : การเปลี่ยนแปลงความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์



ภาพ 5.28 : การเปลี่ยนแปลงการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ภาพ 5.27 และ 5.28 ◆— อุณหภูมิ 20 °C ■— อุณหภูมิ 30 °C ▲— อุณหภูมิ 37 °C

การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสถานะการเก็บที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 5.29 และภาพ 5.29 แสดงให้เห็นว่าเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุดที่การเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่มีผลทำให้ความชอบด้านความเหนียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในสถานะการเก็บที่แตกต่างกัน

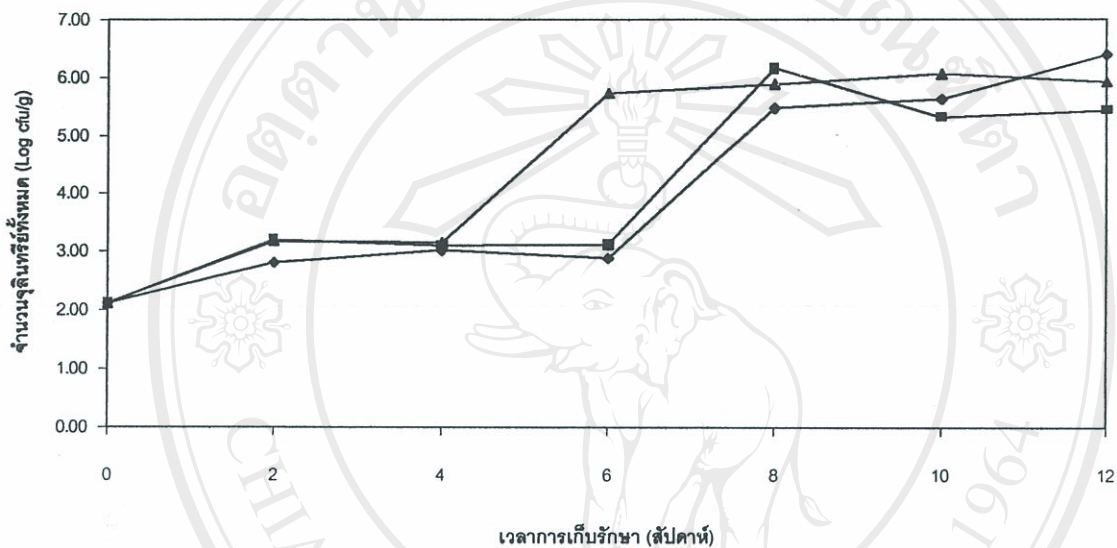
ตาราง 5.29 : การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สภาวะ การเก็บ	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Log cfu/g)								เฉลี่ย**
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์		
20 °C	2.12 ± 0.01	2.79 ± 0.04	3.02 ± 0.09	2.88 ± 0.07	5.47 ± 0.12	5.62 ± 0.06	6.39 ± 0.03	4.04 ± 1.72	
30 °C	2.12 ± 0.01	3.20 ± 0.02	3.10 ± 0.14	3.12 ± 0.05	6.16 ± 0.09	5.32 ± 0.09	5.44 ± 0.14	4.06 ± 1.54	
37 °C	2.12 ± 0.01	3.18 ± 0.04	3.16 ± 0.06	5.33 ± 0.10	5.88 ± 0.10	6.07 ± 0.08	5.91 ± 0.05	4.58 ± 1.68	
เฉลี่ย*	2.12 ± 0.01 ^{a*}	3.06 ± 0.23 ^{ab}	3.09 ± 0.07 ^{ab}	3.91 ± 1.58 ^b	5.84 ± 0.35 ^c	5.67 ± 0.38 ^c	5.91 ± 0.48 ^c		
สภาวะ การเก็บ	จำนวนเชื้อยีสต์และรา (Log cfu/g)								อายุการเก็บ 12 สัปดาห์
	เริ่มต้น	อายุการเก็บ 2 สัปดาห์	อายุการเก็บ 4 สัปดาห์	อายุการเก็บ 6 สัปดาห์	อายุการเก็บ 8 สัปดาห์	อายุการเก็บ 10 สัปดาห์	อายุการเก็บ 12 สัปดาห์		
20 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	
30 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	
37 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	

*ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

** ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่าค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P≤0.05

การเปลี่ยนแปลงการเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 5.29 และภาพ 5.30 แสดงให้เห็นว่าจำนวนเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 10 สัปดาห์ โดยที่เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ผลิตภัณฑ์ไม่พบเชื้อยีสต์และรา ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลงด้านปริมาณยีสต์และราตั้งแต่วันเริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษา ≤ 0.05) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับโดยรวมลดลงตั้งแต่การเก็บรักษา 2 สัปดาห์



ภาพ 5.29 : การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

◆ อุณหภูมิ 20 °C ■ อุณหภูมิ 30 °C ▲ อุณหภูมิ 37 °C

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นพบว่า ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงการเก็บรักษา ทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสดังนี้ ผลิตภัณฑ์มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (A_w) ปริมาณความชื้น ค่าสี a (สีแดง-สีเขียว) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้รับความชื้นจากภายนอกถุงบรรจุ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (A_w) ปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น ส่วนด้านสีเดงนั้นอาจเป็นเพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงสี หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารให้สีที่มีในส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตสมุนไพรแผ่น

ทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นมีการเปลี่ยนแปลงความชอบด้านต่าง ๆ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ได้รับความชอบด้านสีปรากฏ และความเหนียวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นั้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีเสถียรภาพขึ้นทั้งนี้เพราะเกิดการเปลี่ยนสีของ

ผลิตภัณฑ์ ด้านความเหนียวที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นเพราะช่วงการเก็บรักษามีอากาศหรือความชื้นเข้าไปในในถุงบรรจุทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความชื้นเพิ่มขึ้น ความเหนียวจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วในทางตรงข้ามกัน ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นมีการเปลี่ยนแปลงความชอบด้านกลิ่นสมุนไพร และการยอมรับโดยรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก กลิ่นสมุนไพรเกิดการสลายช่วงการเก็บรักษา ความชอบด้านกลิ่นสมุนไพรจึงลดลง และอาจเกิดจากกลิ่นแปลกปลอมได้อีกประการหนึ่ง จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลดลงในช่วงการเก็บรักษา

ด้านจุลชีววิทยาพบว่า อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่เวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 2 สัปดาห์นั้นมีปริมาณจุลินทรีย์แตกต่างจากวันเริ่มต้น และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนด้านเชื้อยีสต์และราพบว่า ผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นไม่พบเชื้อยีสต์และราในช่วงการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับคุณภาพด้านจุลินทรีย์ช่วงการเก็บรักษานานกว่า 3 เดือน

เมื่อพิจารณาด้านอุณหภูมิการเก็บรักษา พบว่าแต่ละอุณหภูมิของการเก็บรักษาไม่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าอุณหภูมิที่ใช้ทำการศึกษายู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากคือ 20, 30 และ 37 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองทางด้านเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส ทำให้สามารถสรุปอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยเลือกผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นในทุก ๆ ด้าน ได้ว่า ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บที่อุณหภูมิใด ๆ ก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกและลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาจึงควรที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 3 เดือน เมื่อพิจารณาที่การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากเชื้อยีสต์และราช่วงการเก็บรักษา

ต้นทุนในการผลิตสมุนไพรแผ่น

1. ค่าวัตถุดิบ ทำการประมาณค่าวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ตามสูตรที่ใช้จริงดังนี้

ตาราง 5.30 : ต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลายขอ ลดไขมันผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร

ส่วนประกอบ	ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 1 batch 1 กก. (หน่วยกรัม)	ราคาวัตถุดิบ / กก. (บาท)	ราคาวัตถุดิบ / 1 batch (บาท)
แครอท	295	30	8.85
แกนสับปะรด	514	15	7.71
แป้งข้าวเหนียว	86	10	0.86
CMC	105	900	94.50
ยูเอสเอ็มเอ็นต์	0.93	800	0.74
ออริกาน	0.62	800	0.50
ทายม์	1.55	800	1.24
เกลือ	10	10	0.10
น้ำตาล	30	14	0.42
พริกไทย	6.5	130	0.85
พริกป่น	5	10	0.05
ต้นทุนวัตถุดิบรวมต่อ 1 batch (บาท)			115.82
ต้นทุนวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์ 1 ถุง (1 batch ผลิตได้ 100ถุง) (บาท)			1.16

2. ค่าภาชนะบรรจุ ประมาณ 0.25 บาท/ถุง
3. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในกระบวนการ ค่าโซหุ้ย ค่าแรงงาน โดยทั้งหมดคิดเป็น ร้อยละ 30 ของค่าวัตถุดิบและค่าภาชนะบรรจุ ดังนั้นคิดเป็นเงิน 0.42 บาท/ถุง

4. ค่าต้นทุนการผลิตทั้งหมด

- ค่าวัตถุดิบ	1.16	บาท/ถุง
- ค่าภาชนะบรรจุ	0.25	บาท/ถุง
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	0.42	บาท/ถุง
รวม	1.83	บาท/ถุง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

1. ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นเพื่อสร้างเป็นเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเผ็ด รสเค็ม กลิ่นรสสมุนไพร และความเหนียว

2. จากการศึกษาหาอัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น พบว่าอัตราส่วนดังกล่าวมีดังนี้

สับปะรด	ร้อยละ 51.4
แครอท	ร้อยละ 29.5
แป้งข้าวเหนียว	ร้อยละ 10.5
CMC	ร้อยละ 8.6

3. เมื่อศึกษาถึงอัตราส่วนของระบบสมุนไพรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น พบว่าอัตราส่วนของระบบสมุนไพรที่เหมาะสม คือ

ยูเอสเอมินต์	ร้อยละ 30	ของระบบสมุนไพร
ออริกาน	ร้อยละ 20	ของระบบสมุนไพร
ทายม์	ร้อยละ 50	ของระบบสมุนไพร

4. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น ซึ่งกลั่นกรองเบื้องต้นโดยวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design ที่ประกอบด้วย 12 สิ่งทดลอง พบว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก ได้แก่ พริกไทยและระบบสมุนไพร ส่วนปัจจัยรองซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้อยกว่าปัจจัยหลัก ได้แก่ เกลือ น้ำตาล และพริกป่น ซึ่งมีปริมาณการใช้ที่เหมาะสมเท่ากับ ร้อยละ 1.0, 3.0 และ 0.5 ของส่วนประกอบหลัก ตามลำดับ

5. การหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยหลัก ได้แก่ พริกไทยและระบบสมุนไพร โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design จากการทดลองสามารถหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลักต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

คุณภาพเคมี

$$\begin{aligned}\text{ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์} &= 0.01240 + 1.45600 (H) - 1.61777 (H)^2 & R^2 &= 0.7850 \\ \text{ปริมาณความชื้น} &= 11.37700 + 30.56000 (H) - 33.95555 (H)^2 & R^2 &= 0.6770\end{aligned}$$

คุณภาพทางกายภาพ

$$\begin{aligned}\text{ค่าสี a} &= 15.504 - 6.72666 (H) & R^2 &= 0.7440 \\ \text{ค่าสี b} &= 32.659 - 13.6 (H) & R^2 &= 0.6090\end{aligned}$$

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

$$\begin{aligned}\text{สีของผลิตภัณฑ์} &= 0.61800 + 1.02 (H) & R^2 &= 0.8740 \\ \text{ความเผ็ด} &= 0.83433 + 0.19733 (P) & R^2 &= 0.8950 \\ \text{กลิ่นรสสมุนไพร} &= 0.36015 + 2.53933 (H) - 1.76222 (H)^2 & R^2 &= 0.9570\end{aligned}$$

หมายเหตุ: P คือ ปริมาณพริกไทย (ร้อยละ)

H คือ ปริมาณระบบสมุนไพร (ร้อยละ)

จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้สามารถสรุปการใช้พริกไทยและระบบสมุนไพรที่เหมาะสมได้ คือ พริกไทย ร้อยละ 1.60 และระบบสมุนไพร ร้อยละ 2.07

6. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นพบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเก็บรักษา แต่ช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ คือ ด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส และจากการผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิ 20 30 และ 37 องศาเซลเซียส นานกว่า 3 เดือน

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

โครงการอนุรักษ์ผักชีเขียว มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล .

2542. มหัทธกรย์ผัก 108. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โครงการจัดพิมพ์คบไฟ.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนพานนท์. 2539. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพโรจน์ วิริยาริ. 2539. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2542. พืชสมุนไพรเมืองหนาว. เอกสารเผยแพร่. สำนักงานมูลนิธิโครงการหลวง. เชียงใหม่.

เรณู ปิ่นทอง . 2537. คู่มืออุตสาหกรรมอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิญญู มีสมญา. 2541. โยอาหารอันทรงคุณค่า. อาหาร. 28(3).

วุฒิชัย นาครักษา. 2536. การบำบัดโรคในอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิริวรรณ สุทธิจิตติ. 2541. ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ. ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิวาพร ศิวเวช. 2529. วัตถุดิบในอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

สุภัทร ไชยกุล. 2545. กลูตามิกและโมโนโซเดียมกลูตามิก. โภชนาการ, 37(1) : 37-45.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. AOAC International. Maryland, USA.

Dziezak, J.D. 1989. Spices. **Food Technologys**. 43.(1).

Keville, K. 1991. **The Illustrated Herb Encyclopedia**. Michael Friedman Publishing Group , Inc. USA.

Prakash, V. 1990. **Leafy Spices**. CrC Press, Inc. USA.



ภาคผนวก ข
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ชื่อ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

โปรดกำหนดคุณลักษณะที่ท่านคิดว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยทำเครื่องหมาย X ในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง และทำเครื่องหมาย I ในตำแหน่งที่คิดว่าควรจะเป็นในอุดมคติของท่าน

ลักษณะปรากฏ

..... 1.....
.....
..... 1.....
.....
..... 1.....
.....

กลิ่น-รสชาติ

..... 1.....
.....
..... 1.....
.....
..... 1.....
.....

ลักษณะเนื้อสัมผัส

..... 1.....
.....
..... 1.....
.....
..... 1.....
.....

การยอมรับโดยรวม

..... 1.....
.....

แบบทดสอบคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น

ชื่อ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

โปรดกำหนดคุณลักษณะที่ท่านคิดว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยทำเครื่องหมาย X ในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง และทำเครื่องหมาย I ในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าควรจะเป็นในอุดมคติของท่าน

ลักษณะปรากฏ

สี 1.....I
เหลืองอ่อน น้ำตาลเข้ม

ความเป็นเนื้อเดียวกัน 1.....I
น้อย มาก

กลิ่น-รสชาติ

ความเผ็ด 1.....I
น้อย มาก

รสเค็ม

1.....I
น้อย มาก

กลิ่นรสสมุนไพร

1.....I
น้อย มาก

ลักษณะเนื้อสัมผัส

ความเหนียว 1.....I
น้อย มาก

การยอมรับโดยรวม

1.....I
น้อย มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง ข.1 The distribution of t

Degree of Freedom	Probability of larger value, sign ignored								
	0.500	0.400	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
1	1.000	1.376	3.078	6.314	12.706	25.452	63.657		
2	0.816	1.061	1.886	2.920	4.303	6.205	9.925	14.089	31.598
3	0.765	0.978	1.638	2.353	3.182	4.176	5.841	7.453	12.941
4	0.741	0.941	1.533	2.132	2.776	3.495	4.604	5.598	8.610
5	0.727	0.920	1.476	2.015	2.571	3.163	4.032	4.773	6.859
6	0.718	0.906	1.440	1.943	2.441	2.969	3.707	4.317	5.959
7	0.711	0.896	1.415	1.895	2.356	2.841	3.499	4.029	5.405
8	0.706	0.889	1.397	1.860	2.306	2.752	3.355	3.832	5.041
9	0.703	0.883	1.383	1.833	2.262	2.685	3.250	3.690	4.781
10	0.700	0.879	1.372	1.812	2.228	2.634	3.169	3.581	4.587
11	0.697	0.876	1.363	1.796	2.201	2.593	3.106	3.497	4.437
12	0.695	0.873	1.356	1.782	2.179	2.560	3.055	3.428	4.318
13	0.694	0.870	1.350	1.771	2.160	2.533	3.012	3.372	4.221
14	0.692	0.868	1.345	1.761	2.145	2.510	2.977	3.326	4.140
15	0.691	0.866	1.341	1.759	2.131	2.490	2.947	3.286	4.073
16	0.690	0.865	1.337	1.746	2.120	2.473	2.921	3.252	4.015
17	0.689	0.863	1.333	1.740	2.110	2.458	2.898	3.222	3.965
18	0.688	0.862	1.330	1.734	2.101	2.445	2.878	3.197	3.922
19	0.688	0.861	1.328	1.729	2.093	2.443	2.861	3.174	3.883
20	0.687	0.860	1.325	1.725	2.086	2.423	2.845	3.153	3.850
21	0.686	0.859	1.323	1.721	2.080	2.414	2.831	3.135	3.819
22	0.686	0.858	1.321	1.717	2.074	2.406	2.819	3.119	3.792
23	0.685	0.858	1.319	1.714	2.069	2.398	2.807	3.104	3.767
24	0.685	0.857	1.318	1.711	2.064	2.391	2.797	3.090	3.745
25	0.684	0.856	1.316	1.708	2.060	2.385	2.787	3.078	3.725
26	0.684	0.856	1.315	1.706	2.056	2.379	2.779	3.067	3.707
27	0.684	0.855	1.314	1.703	2.052	2.373	2.771	3.056	3.690
28	0.683	0.855	1.313	1.701	2.048	2.368	2.763	3.047	3.674
29	0.683	0.854	1.311	1.699	2.045	2.364	2.756	3.038	3.659
30	0.683	0.854	1.310	1.697	2.042	2.360	2.750	3.030	3.646
35	0.682	0.852	1.306	1.690	2.030	2.342	2.724	2.996	3.591
40	0.681	0.851	1.303	1.684	2.021	2.329	2.704	2.971	3.551
45	0.680	0.850	1.301	1.680	2.014	2.319	2.690	2.952	3.520
50	0.680	0.849	1.299	1.680	2.008	2.310	2.678	2.937	3.496
55	0.679	0.849	1.297	1.673	2.004	2.304	2.669	2.925	3.476



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง ง.1 สมการความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear regression) ระหว่างอัตราส่วนของส่วนประกอบในระบบเนื้อกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ

สมการความสัมพันธ์	R ²
สีของผลิตภัณฑ์ = $14.130A + 6.888B - 93.183AB$	0.9520
สีของผลิตภัณฑ์ = $18.823A + 1.453C - 26.666AC$	0.9850
สีของผลิตภัณฑ์ = $11.367A + 3.178D - 29.974AD$	0.9850
สีของผลิตภัณฑ์ = $13.660B + 1.932C - 24.136BC$	0.9920
สีของผลิตภัณฑ์ = $6.856C + 3.582D - 22.430BD$	0.9570
สีของผลิตภัณฑ์ = $1.469C + 4.412D - 6.417CD$	0.9860
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $11.519A + 6.364B - 78.465AB$	0.9740
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $11.177A + 1.286C - 15.064AC$	0.9960
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $11.390A + 2.641D - 32.660AD$	0.9710
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $7.241B + 1.508C - 11.870BC$	0.9920
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $7.429B + 2.980D - 25.751BD$	0.9670
ความเป็นเนื้อเดียวกัน = $1.561C + 4.219D - 7.694CD$	0.9950
ความเผ็ด = $12.409A + 8.473B - 103.310AB$	0.9690
ความเผ็ด = $12.137A + 1.670C - 19.662AC$	0.9900
ความเผ็ด = $12.408A + 3.496D - 43.506AD$	0.9620
ความเผ็ด = $9.101B + 1.643C - 147.408BC$	0.9960
ความเผ็ด = $7.763B + 3.153D - 23.736BD$	0.9720
ความเผ็ด = $1.594C + 3.796D - 6.183CD$	0.9970
รสเค็ม = $12.547A + 7.187B - 87.683AB$	0.9690
รสเค็ม = $13.578A + 1.470C - 19.374AC$	0.9960
รสเค็ม = $12.198A + 3.033D - 35.945AD$	0.9710
รสเค็ม = $8.780B + 1.668C - 14.401BC$	0.9930
รสเค็ม = $7.942B + 3.302D - 27.070BD$	0.9710
รสเค็ม = $1.662C + 4.579D - 8.038CD$	0.9960

สมการความสัมพันธ์	R ²
กลี้นรสสมุนไพร = 10.780A + 7625B – 89.975AB	0.9580
กลี้นรสสมุนไพร = 11.316A + 1.563C – 19.188AC	0.9940
กลี้นรสสมุนไพร = 11.058A + 3.233D – 40.079AD	0.9600
กลี้นรสสมุนไพร = 7.531B + 1.484C – 11.949BC	0.9940
กลี้นรสสมุนไพร = 7.185B + 2.969D – 23.619BD	0.9780
กลี้นรสสมุนไพร = 1.387C + 2.967D – 4.530CD	0.9980
ความเหนียว = 1.970C + 7.166D – 13.961CD	0.9830
ความเหนียว = 12.984A + 5.934B – 69.174AB	0.9790
ความเหนียว = 14.861A + 1.200C – 16.973AC	0.9940
ความเหนียว = 12.986A + 2.565D – 30.215AD	0.9850
ความเหนียว = 9.874B + 1.675C – 15.937BC	0.9760
ความเหนียว = 8.305B + 3.313D – 28.178BD	0.9530

ตัวอย่าง ง.1 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลัก

นำข้อมูลคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear regression) ระหว่างอัตราส่วนของส่วนประกอบในระบบเนื้อที่ใช้ในแต่ละสิ่งทดลองกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่างๆ โดยทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านกับส่วนประกอบในระบบเนื้อครั้งละสองปัจจัย รวมทั้งอิทธิพลร่วม (Interaction) ของสองปัจจัยดังกล่าวด้วย สมการที่ได้จะเป็นสมการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

: ยกตัวอย่างความเหนียว

$$\text{ความเหนียว} = 1.970C + 7.166D - 13.961CD \quad R^2 = 0.9830 \text{ -----(1)}$$

$$\text{ความเหนียว} = 12.984A + 5.934B - 69.174AB \quad R^2 = 0.9790 \text{ -----(2)}$$

$$\text{ความเหนียว} = 14.861A + 1.200C - 16.973AC \quad R^2 = 0.9940 \text{ -----(3)}$$

$$\text{ความเหนียว} = 12.986A + 2.565D - 30.215AD \quad R^2 = 0.9850 \text{ -----(4)}$$

$$\text{ความเหนียว} = 9.874B + 1.675C - 15.937BC \quad R^2 = 0.9760 \text{ -----(5)}$$

$$\text{ความเหนียว} = 8.305B + 3.313D - 28.178BD$$

$$R^2 = 0.9530 \text{ -----(6)}$$

เมื่อ A คือ CMC

B คือ แป้งข้าวเหนียว

C คือ แขนสับประรด

D คือ แครอท

สมการทั้ง 6 สมการจะนำมาทำ Partial derivatives โดยจะหาเทียบกับตัวแปรที่ปรากฏในสมการ ดังนั้นแต่ละสมการจะทำ Partial derivatives ได้ 2 ครั้ง ดังนี้

$$\text{สมการ (1) ความเหนียว} = 1.970C + 7.166D - 13.961CD$$

ทำ Partial derivatives ได้สมการ

$$\frac{\partial \text{ความเหนียว}}{\partial (D)} = 0 = 1.970 - 13.961D \text{ ----- (1.1)}$$

$$\frac{\partial \text{ความเหนียว}}{\partial (C)} = 0 = 7.166 - 13.961C \text{ ----- (1.2)}$$

สมการ (2), (3), (4), (5) และ (6) นำมาทำ Partial derivatives เช่นเดียวกันได้สมการดังนี้

$$0 = 5.934 - 69.174A \text{ ----- (2.1)}$$

$$0 = 12.984 - 69.174B \text{ ----- (2.2)}$$

$$0 = 1.200 - 16.973A \text{ ----- (3.1)}$$

$$0 = 14.861 - 16.973C \text{ ----- (3.2)}$$

$$0 = 2.565 - 30.215A \text{ ----- (4.1)}$$

$$0 = 12.986 - 30.215D \text{ ----- (4.2)}$$

$$0 = 1.675 - 15.937B \text{ ----- (5.1)}$$

$$0 = 9.874 - 15.937C \text{ ----- (5.2)}$$

$$0 = 3.313 - 28.178B \text{ ----- (6.1)}$$

$$0 = 8.305 - 28.178D \text{ ----- (6.2)}$$

จากนั้นนำสมการ (1.1) ถึง (6.2) มาลบด้วยค่า Lag range (λ) ดังนี้

$$13.961D - \lambda = 1.970 \quad \text{----- (1.1.1)}$$

$$13.961C - \lambda = 7.166 \quad \text{----- (1.2.1)}$$

$$69.174A - \lambda = 5.934 \quad \text{----- (2.1.1)}$$

$$69.174B - \lambda = 12.984 \quad \text{----- (2.2.1)}$$

$$16.973A - \lambda = 1.200 \quad \text{----- (3.1.1)}$$

$$16.973C - \lambda = 14.861 \quad \text{----- (3.2.1)}$$

$$30.215A - \lambda = 2.565 \quad \text{----- (4.1.1)}$$

$$30.215D - \lambda = 12.986 \quad \text{----- (4.2.1)}$$

$$15.937B - \lambda = 1.675 \quad \text{----- (5.1.1)}$$

$$15.937B - \lambda = 9.874 \quad \text{----- (5.2.1)}$$

$$28.178B - \lambda = 3.313 \quad \text{----- (6.1.1)}$$

$$28.178B - \lambda = 8.305 \quad \text{----- (6.2.1)}$$

นำสมการที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (POM) เพื่อหาอัตราส่วนของส่วนประกอบในระบบเนื้อที่เหมาะสมสำหรับลักษณะรสเปรี้ยว โดยอัตราส่วนดังกล่าวจะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดที่กำหนด (Constraints) คือ

$$0.03 \leq A \leq 0.10$$

$$0.05 \leq B \leq 0.15$$

$$0.50 \leq C \leq 0.70$$

$$0.10 \leq D \leq 0.50$$

$$A + B + C + D = 1.00$$

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้น (POM) พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับความเหนียวคือ แคนสับปะรดร้อยละ 51.4 แครอทร้อยละ 29.5 แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 10.5 และ CMC ร้อยละ 8.6



ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิธีวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw)

ใส่ตัวอย่างที่บดแล้วในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ แล้วนำไปใส่ในเครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Aw- box, Novasina : AWC 200, Switzerland) บันทึกค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ที่คงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC, 1998

1. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอูมิเนียม (moisture can) ที่สะอาดผ่านการอบเป็นเวลา 30 นาที และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้ว
2. ใส่ตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 5 กรัม ลงในกระป๋องอูมิเนียมแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
3. นำกระป๋องอูมิเนียมออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นไม่น้อยกว่า 20 นาที
4. บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ และคำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ, เทียบ น้ำหนักเปียก)} = \frac{(A - B) \times 100}{A}$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่หลังการอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2000)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายกรดบอริก ความเข้มข้นร้อยละ 2

ละลายกรดบอริก 2 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
- สารละลายกรดซัลฟูริกมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
- สารละลายเมธิลเรดอินดิเคเตอร์

ละลายเมธิลเรด 0.016 กรัม และบรอมโมครีซอลกรีน 0.083 กรัม ด้วยเอทานอล แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

- คะตะลิสต์ผสม (Catalyst mixture)

ซังโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ 96 กรัม คอปเปอร์ซัลเฟต 3.5 กรัม และซิลิเนียมไดออกไซด์ 0.5 กรัม ผสมให้เข้ากัน

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่บดละเอียดแล้วประมาณ 0.5-2.0 กรัม (ต้องทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ใน Kjeldahl digestion flask พร้อมด้วยกะตะลิสต์ผสม 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยด้วยความร้อนโดยใช้ชุดย่อยโปรตีน (Digestion unit) ทำการย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส

2. ตั้งทิ้งไว้จนเย็นและไม่มีไอระเหยของกรด จากนั้นนำ Kjeldahl digestion flask ไปต่อกับชุดกลั่นโปรตีน (Distillation apparatus) นำฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตรที่มีสารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร และเมธิลเรด 2-3 หยด เพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์มารับที่ปลาย Condenser โดยให้ปลาย Condenser อยู่ต่ำกว่าระดับของสารละลาย

3. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 125 มิลลิลิตร ลงใน Kjeldahl digestion flask จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 75 มิลลิลิตร จากนั้นจึงทำการกลั่นด้วยความร้อนจะได้ของเหลวที่ควบแน่นลงมาทาง Condenser อย่างน้อย 300 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นชะล้าง Condenser ลงมาในฟลาสก์ และนำสารละลายทั้งหมดไปไตเตรตกับสารละลายกรดซัลฟูริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติที่สารละลายเป็นสีส้มแดง

4. บันทึกปริมาตรสารละลายกรดซัลฟูริกมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรต นำไปคำนวณหาปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Crude protein)

5. ทำการวิเคราะห์ Blank โดยวิธีเดียวกับตัวอย่าง แต่ใช้เพียงกะตะลิสต์ผสมกับกรดซัลฟูริกเข้มข้นเท่านั้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(V_a - V_b) * C * 1.4007}{W}$$

โดยที่ V_a คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_b คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต Blank (มิลลิลิตร)

C คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (นอร์มัล)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน} * \text{Factor}$$

โดย Factor ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นในการทดลองนี้เท่ากับ 6.25

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. นำกระป๋องอลูมิเนียมของเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet extraction apparatus) ไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียม

2. ชั่งตัวอย่างแห้งผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ได้ผ่านการหาความชื้นมาเรียบร้อยแล้วประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในกระดวยกรองแล้วห่อลงใน Thimble

3. นำ Thimble ใส่ลงในกระป๋องอลูมิเนียมสำหรับสกัดไขมัน สวมหัวยึดที่เป็นโลหะกับส่วนบนของ Thimble แล้วนำไปติดกับตัวยึด Thimble ที่เป็นแม่เหล็กของเครื่องสกัดไขมัน แล้วสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือด $40-60$ องศาเซลเซียส ปริมาตร 150-200 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการสกัดประมาณ 2 ชั่วโมง

4. ถอด Thimble ที่มีห่อกระดวยกรองออกจากเครื่องสกัดไขมัน แล้วนำกระป๋องอลูมิเนียมที่มีไขมันที่สกัดได้อยู่ภายใน ไปอบที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่ นำกระป๋องอลูมิเนียมไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักของไขมันที่สกัดได้ แล้วคำนวณหาปริมาณไขมันดังนี้

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{A * 100}{B}$$

โดยที่ A คือ น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ (กรัม)

B คือ น้ำหนักตัวอย่างแห้งที่นำมาวิเคราะห์ไขมัน รวมน้ำหนักความชื้น (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000)

ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 2-3 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการเผาและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปเผาโดยใช้ตะเกียงเบนเซนจนไม่มีควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผา (muffle furnace) อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำไปทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเถ้าแล้วคำนวณหาปริมาณเถ้า ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (กรัม ต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณกากโดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง ตามวิธีของ AOAC (2000)

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.25
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25
- เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผ่านการสกัดไขมันออกและอบเรียบร้อยแล้ว ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (W1) ใส่ลงในพลาสติกขนาด 1 ลิตร เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กประมาณ 2-3 เม็ด ต้มบนเตาไฟฟ้าโดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา
2. ทิ้งให้เดือด 30 นาที (ควรปิดปากพลาสติกด้วยกระจกนาฬิกา พยายามรักษาปริมาตรสารละลาย ถ้าลดลงให้เติมน้ำร้อนให้ปริมาตรเท่าเดิมโดยทำเครื่องหมายไว้) ขณะต้มควรเขย่าพลาสติกเป็นครั้งคราว
3. เตรียมกรวยกรองชนิดพิเศษ (Buchner funnel) โดยใช้แรงสุญญากาศ กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 54 หรือ 531 ค่อย ๆ เทน้ำเดือดลงในกรวยกรอง ปล่อยให้เย็นให้กรวยกรองร้อน
4. นำสารละลายกรดที่ต้มเดือด 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เทใส่ในกรวยกรองและกรองกากทั้งหมดให้เสร็จภายใน 10 นาที ล้างกากด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าไม่มีกรดเหลืออยู่ในกาก เทกากที่ล้างแล้วนี้ กลับลงพลาสติกใบเดิม
5. ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ล้างกากออกจากกระดาษกรองใส่ลงพลาสติกให้หมด ต้มให้เดือดภายใน 1 นาที และปล่อยให้เดือด 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรองโดยใช้แรงสุญญากาศ ให้เสร็จภายใน 10 นาที (เหมือนข้อ 4.) ล้างด้วยน้ำร้อน จนแน่ใจว่าไม่มีด่างเหลืออยู่ เทกากที่ล้างแล้วนี้ กลับลงพลาสติกใบเดิม
6. นำกากไปล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์อีก 2 ครั้ง และนำกากที่เหลือทั้งหมดใส่ลงบนกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้า หรือ porcelain dish (ที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนัก) นำไประเหยให้แห้งบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
7. นำไปอบต่อที่ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W2)
8. เผาด้วยกระบี่พร้อมกากที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผา อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกาก (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W2 - W3)(100 - MC - F)}{W1}$$

โดยที่ W1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
W2 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและกากหลังจากอบแห้ง (กรัม)
W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและกากหลังจากการเผา (กรัม)
MC คือ ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง (กรัม)
F คือ ปริมาณไขมันของตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

การวัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta Camera Co.,Ltd. , 1991)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Camera : Model CR-310 ซึ่งวัดค่าสีในระบบ Hunter Lab โดยค่าสี L เป็นความสว่าง (Lightness) ค่าสี a เป็นค่าสีแดงและเขียว (Redness/Greeness) และค่าสี b เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a คือ ค่าสีแดง

เมื่อ a มีค่าบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b คือ ค่าสีเขียว

เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; L = 97.67, a = -0.18 และ b = 1.84) แล้วจึงทำการวัดสีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่น โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นที่ผ่านการบดละเอียดแล้วใส่ลงในภาชนะใส (Petri dish) แล้วรองด้วยกระดาษสีขาว ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนเดือด
2. นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ในหม้อนึ่งความดัน

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ โดยการลวกไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นจากบริเวณต่าง ๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม ใส่ในถุงตีบค

(Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 90 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีบดด้วยเครื่องตีบดอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 หรือ (10^{-1})

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง 1:100 (10^{-2})

1.3 ทำให้อาหารตัวอย่างมีความเจือจาง 1:1000 (10^{-3}) ด้วยวิธีตามข้อ 1.2

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากระดับความเข้มข้นที่เจือจางสุด

2.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง โดยใส่ลงในจานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1-2 นาที หลังจากใส่ตัวอย่างลงไปแล้ว

2.3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

2.4 ทำตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างอาหาร

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วที่อุณหภูมิ 37 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 1-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

การหาปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเชื้อจาก

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar
- สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนเดือด
2. นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ในหม้อนึ่งความดัน
3. ปรับอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 3.5 ด้วยสารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยมีอัตราส่วน อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ต่อ สารละลายกรดทาร์ทาริก 1.8 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากกิบที่ปราศจากเชื้อ โดยการลดไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นจากบริเวณต่าง ๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม ใส่ในถุงตีบค (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 90 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีบคด้วยเครื่องตีบคอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 หรือ (10^{-1})

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง 1:100 (10^{-2})

1.3 ทำให้อาหารตัวอย่างมีความเจือจาง 1:1000 (10^{-3}) ด้วยวิธีตามข้อ 1.2

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่าง ๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากระดับความเข้มข้นที่เจือจางสุด

2.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง โดยใส่ลงในจานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1-2 นาที หลังจากที่ได้ตัวอย่างลงไปแล้ว

2.3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัวจึงคว่ำจานเพาะเชื้อลง

2.4 ทำตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่างอาหาร

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้วที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ± 3 ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 1-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีจากทั้งสองจานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

การหาปริมาณโคลิฟอร์มและอี.โคไล (Coliform and *E. coli*) โดยวิธี MPN (Most probable number method) ตามวิธีของ AOAC (2000)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

- หลอดทดลอง (Test tube) พร้อมหลอดดักก๊าซ (Durham tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
- ตู้บ่มเชื้อ
- หม้อนึ่งความดัน

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้กรรไกรและปากคีบที่ปราศจากเชื้อ โดยการลดไฟและเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ ตัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพรแผ่นจากบริเวณต่าง ๆ มาผสมกัน ชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม ใส่ในถุงติบค (Stomacher bag) ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 90 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปติบคด้วยเครื่องติบคอาหาร (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง $1:10$ หรือ (10^{-1})

1.2 เขย่าให้อาหารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่เจือจาง $1:10$ (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex) จะได้อาหารที่เจือจาง $1:100$ (10^{-2})

2. การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าเป็นโคลิฟอร์ม (Presumptive coliforms)

2.1 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างที่ระดับเจือจางต่าง ๆ (1 , 10^{-1} และ 10^{-2}) ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 หลอด

ชุดที่ 1 ปิเปตตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง 5 หลอด

ชุดที่ 2 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง 5 หลอด

ชุดที่ 3 ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-2} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง 5 หลอด

2.2 บ่มหลอดเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง หากหลอดทดลองใดมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ แสดงว่าให้ผลเป็นบวก (Positive) ซึ่งคาดว่าจะมีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่างนั้น ถ้าไม่พบก๊าซในหลอดทดลองใดเลย แสดงว่าให้ผลลบ (Negative) และไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดโคลิฟอร์มเจริญอยู่ในตัวอย่าง

2.3 การรายงานจำนวนโคลิฟอร์มในตัวอย่างที่เกิดก๊าซขึ้น ให้เปิดตารางแมคคราคีแล้ว รายงานเป็นจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3. การยืนยันโคลิฟอร์ม

3.1 ใช้ห่วง (Loop) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าจะโคลิฟอร์ม ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

3.2 บ่มจานเพาะเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

3.3 ตรวจสอบโคโลนีที่เป็นลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์ม โดยโคโลนีของโคลิฟอร์มจะมีสีดำหรือมีสีดำตรงกลางล้อมรอบด้วยบริเวณที่โปร่งใสไม่มีสี โคลิฟอร์มบางโคโลนีมีลักษณะนุ่มเปื่อยซึม (Mucoid)

3.4 บันทึกจำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชุดที่มีเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มที่ได้รับการยืนยันแล้ว

4. การวิเคราะห์แบคทีเรียที่คาดว่าจะโคลิฟอร์มเป็น *E. coli*

4.1 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (Needle) เขี่ยเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าจะโคลิฟอร์ม ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อต้องปรับให้มีอุณหภูมิเท่ากับ 44.5 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้

4.2 เขี่ยเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นเชื้อมาตรฐานลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร อีก 2 หลอด เพื่อใช้เป็นหลอดควบคุม (Control)

4.3 บ่มหลอดเลี้ยงเชื้อลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4.4 หลอดทดลองที่มีก๊าซเกิดขึ้นหรือให้ผลบวก (Positive) แสดงว่ามีแบคทีเรียที่คาดว่าจะโคลิฟอร์มเป็น *E. coli* ให้ทำการวิเคราะห์เพื่อยืนยัน *E. coli*

5. การวิเคราะห์เพื่อยืนยัน *E. coli*

5.1 เชื้อเชื้อจากหลอดเลี้ยงเชื้อที่ให้ผลบวก (Positive) จากการทดสอบแบคทีเรียที่คาดว่าจะ เป็น *E. coli* ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin methylene blue agar ในจานเพาะเชื้อ

5.2 บ่มจานเพาะเชื้อในตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.3 เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *E. coli* ซึ่งมีสีน้ำเงินอมดำตรงกลางและมีสีเลื่อมมัน อมเขียวสะท้อนแสงโดยบางครั้งสีเลื่อมมันอาจไม่ปรากฏ เชื้อเชื้อครั้งละ 1 โคโลนีลงในน้ำทริปโตน (Tryptone water) แล้วบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.4 เชื้อเชื้อ *E. coli* มาตรฐานในหลอดน้ำทริปโตน (Tryptone water) เพื่อเป็นตัวอย่าง ควบคุม

5.5 ทดสอบสารอินโดล หลอดทดลองที่มีอินโดลเกิดขึ้น แสดงว่าเป็นเชื้อ *E. coli* จากนั้น บันทึกจำนวนหลอดทดลองที่ให้ผลบวก (Positive)

5.6 คำนวณและรายงานค่า MPN ของ Coliform และ *E. coli* ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สมุนไพร แผ่น 1 กรัม

5.7 การทดสอบยืนยันเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Coliform และ *E. coli* ควรทำการทดสอบเมทิลเรด (Methyl red) โวเกส-พรอสเกาเออร์ (Voges-Proskauer) และซิเตรต (Citrate test) โดยก่อนจะทดสอบ ปฏิบัติเหล่านี้ต้องแยกเชื้อ *E. coli* ให้บริสุทธิ์ก่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง จ.1 ตารางแมคคราคี

แสดงความน่าจะเป็นของปริมาณแบคทีเรียที่ได้จากการประเมินโดยวิธีหลอดเจือจาง (Dilution tube method) หรือค่าเอ็มพีเอ็น (Most probable number) ในอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร เทียบจากหลอดที่ให้ปฏิกิริยาบวก โดย 5 หลอดมีตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 10^{-1} จำนวน 10 มิลลิลิตร อีก 5 หลอด มีตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 10^{-2} และอีก 5 หลอดมีตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 10^{-3} จำนวน 1 มิลลิลิตร

จำนวนหลอดอาหารเจือจางเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่ เจือจางระดับต่างๆที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรีย	จำนวนหลอดอาหารเจือจางเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่ เจือจางระดับต่างๆที่เติมในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรีย
5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-2} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-3} จำนวน 1 มล.	ต่อกรัม ตัวอย่าง	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-2} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-3} จำนวน 1 มล.	ต่อกรัม ตัวอย่าง
0	0	0	0	3	0	1	11
0	0	1	2	3	0	2	13
0	0	2	4	3	1	0	11
0	1	0	2	3	1	1	14
0	1	1	4	3	1	2	17
0	1	2	6	3	3	3	20
0	2	0	4	3	2	0	14
0	2	1	6	3	2	1	17
0	3	0	6	3	2	2	20
1	0	0	6	3	3	0	17
1	0	1	4	3	3	1	21
1	0	2	6	3	4	2	21
1	0	3	8	3	4	1	24
1	1	0	4	3	5	0	25
1	1	1	6	4	0	0	13
1	1	2	6	4	0	1	17
1	2	0	6	4	0	2	21
1	2	1	8	4	0	3	25
1	2	2	10	4	1	0	17
1	3	0	8	4	0	1	21
1	3	1	10	4	1	2	26
1	4	0	11	4	2	0	22
2	0	0	5	4	2	1	26
2	0	1	7	4	2	2	32

ตาราง จ.1 ตารางแมคคราคี (ต่อ)

จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่ เจือจางระดับต่างๆที่เค็มในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรีย	จำนวนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อและจำนวนตัวอย่างที่ เจือจางระดับต่างๆที่เค็มในแต่ละหลอด			MPN ของแบคทีเรีย
5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-2} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-3} จำนวน 1 มล.	ต่อกรัม ตัวอย่าง	5 หลอดที่ 10^{-1} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-2} จำนวน 1 มล.	5 หลอดที่ 10^{-3} จำนวน 1 มล.	ต่อกรัม ตัวอย่าง
2	0	2	9	4	3	0	27
2	0	3	12	4	3	1	33
2	1	0	7	4	3	2	39
2	1	1	9	4	4	0	34
2	1	2	12	4	4	1	40
2	2	0	9	4	5	0	41
2	2	1	12	4	5	1	48
2	2	2	14	5	0	0	23
2	3	0	12	5	0	1	31
2	3	1	14	5	3	2	43
2	4	0	15	5	4	3	58
2	0	0	8	5	4	4	76
5	1	0	33	5	4	5	253
5	1	1	46	5	4	0	130
5	1	2	63	5	4	1	172
5	1	3	64	5	4	2	221
5	2	0	49	5	5	3	278
5	2	1	70	5	5	4	345
5	2	2	94	5	5	5	246
5	2	3	120	5	5	0	240
5	2	4	148	5	5	1	348
5	2	5	177	5	5	2	542
5	3	0	79	5	5	3	920
5	3	1	109	5	5	4	1600
5	3	2	141	5	5	5	>1600
5	3	3	175				
5	3	4	212				