# บทที่5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

### 5.1.1 ผลการเปรียบเทียบการลดความชื้นระหว่างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งแบบถาด และเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน

การอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุนและเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาดจะใช้เวลาในการอบแห้งเร็วกว่าการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยพบว่าคุณภาพของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ที่อบโดยใช้เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาดมีคุณภาพใกล้เคียงกัน และมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.)

### 5.1.2 ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านกายภาพหลังการอบของโรสแมรี่ โดยการใช้เครื่องอบแห้ง 3 ชนิด

5.1.2.1 ค่า $a_w$ การอบแห้งของทั้ง 3 วิธีจะได้ค่า $a_w$ ที่ต่ำซึ่งจะอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 0.7 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง

5.1.2.2 ค่าสี หลังจากการอบแห้งโดยการใช้เครื่องอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศจะให้สีสวยที่สุด กล่าวคือสีเขียวที่ได้จะมีสีใกล้เคียงกันผลิตผลสดหรือที่สีสดกว่า ส่วนการอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาดจะให้สีที่มีลักษณะใกล้เคียงกันกว่าเครื่องอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศโดยจะมีสีเขียวเข้มอมน้ำตาล แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าทั้ง 3 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

### 5.1.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านเคมีหลังการอบแห้งของโรสแมรี่ โดยใช้เครื่องอบแห้ง 3 ชนิด

ปริมาณเถ้าทั้งหมดและปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำได้ของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบดอกกุหลาบ ที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 3 กรรมวิธีนั้น มีปริมาณอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอุสาหกรรม (มอก.) กำหนดไว้

ปริมาณแทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบว่า ใบโรสแมรี่และดอกลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาดมีปริมาณแทนนิน (เปอร์เซ็นต์)มากกว่าการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**5.14 ศึกษาจลนศาสตร์ของการอบแห้ง** (drying kinetics) **โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์**

จากผลการทดลอง เมื่อทำการวิเคราะห์หารูปแบบสมการที่เหมาะสมกับค่าความชื้นสมดุลของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด โดยวิธีการถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear regression) พบว่าแบบจำลอง Page Model ของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบนั้นให้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดลองมากที่สุด เนื่องจากมีค่า coefficient of determination ($R^2$) สูงที่สุด และมีค่า Standard Error of Estimate (*SEE*), Residual Summation Square (RSSR) และRoot Means Error (*RMSE*) ต่ำกว่าอีก 2 แบบจำลอง ดังนั้นสมการ Page Model จึงสามารถทำนายผลการทดลองได้ดีคลอบคลุมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการอบแห้งสับปะรดแช่อิ่ม และทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการอบแห้งชั้นบางโดยใช้แบบจำลองของ Lewis, Henderson and Pabis, logarithmic, Page และ Wang and Singh ในการทำนายโดยพิจารณาจากค่า coefficient of determination ($R^2$), reduced chi-square ($\chi^2$) และ root means square error (RMSE) พบว่าแบบจำลองของ Page จะให้ผลที่ได้ดีที่สุดสำหรับอุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส และแบบจำลอง logarithmic จะให้ผลที่ได้ดีที่สุดสำหรับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (Mani *et al*., 2550)

วรเมธและคณะ (2547) รายงานว่าค่างที่ของการอบแห้งเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นเมื่ออุหภูมิเพิ่มขึ้น และแบบจำลองที่พัฒนามาจากสมการ Page ให้ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ($R^2$) อยู่ในช่วง 0.9819-0.9989 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากสมการของ Newton และให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาจลนศาสตร์ และผลของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการอบแห้งชากุหลาบด้วยเทคนิคสเปาเต็ดเบดแบบไม่ติด และแบบติดดราฟทิวพบว่า แบบจำลอง Page ที่มีปรับปรุง สามารถอธิบายจลนศาสตร์การอบแห้งได้ดีที่สุด (สุภาวดี และคณะ, 2550)

**5.1.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์หลังการอบแห้งของโรสแมรี่ โดยใช้เครื่องอบแห้งทั้ง 3 ชนิด**

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของการอบแห้งของเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์,เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด และเครื่องอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**5.1.5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้งของโรสแมรี่ โดยใช้เครื่องอบแห้งทั้ง 3 ชนิด**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ดีที่สุด รองลงมาคือเครื่องอบแห้งไมโครเวฟแบบสุญญากาศ และเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด ตามลำดับ

## 5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 วัตถุดิบที่นำมาทดลองควรจะนำมาจากแหล่งเพาะปลูกแห่งเดียวกันทั้งนี้เพื่อช่วยควบคุมความแปรปรวนที่จะเกิดขึ้นกับวัตถุดิบ

5.2.2 เมื่อพิจารณาคุณภาพหลังการอบทางด้านจุลินทรีย์ จะพบว่าหลังการอบแห้งยังตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ซึ่งอาจปนเปื้อนขึ้นในระหว่างการอบ ประกอบกับในระหว่างการอบการลดความชื้นเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้มีโอกาสที่เชื้อราจะเจริญเติบโตได้ พืชที่ผ่านกระบวนการอบแห้งนั้นสามารถดูดความชื้นกลับและเปลี่ยนสีได้เมื่อปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นควรเก็บผลิตภัณฑ์ในถุงที่ทึบแสงและผนึกให้มิดชิดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

5.2.3 เมื่อคุณภาพหลังการอบแห้งใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์ และกลีบกุหลาบที่ได้จากการอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีคุณภาพใกล้เคียงกับเครื่องอบแห้งแบบถาด ดังนั้นการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต

5.2.4 ควรมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน เนื่องจากไม่สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในการอบได้ให้คงที่ทุก

5.2.5 สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด พบว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนมีพฤติกรรมการอบแห้งอยู่ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง และสมการของ Page สามารถใช้อธิบายพฤติกรมการอบแห้งของใบโรสแมรี่ ดอกลาเวนเดอร์และกลีบดอกกุหลาบได้ดี

5.2.6 ผลผลิตสดที่จะนำมาอบเป็นพืชผลตามฤดูกาลแต่ผลิตผลดังกล่าวจะไม่ได้ตรงตามเวลาที่ต้องการ อาจเนื่องมาจากปัญหาเรื่องของสภาพอากาศ จึงทำให้การอบแห้งมีความล่าช้าไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ จึงควรมีการทำแผนการทดลองสำรอง

5.2.7 เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จะต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ซึ่งเราไม่สามารถกำหนดได้ โดยเฉพาะในช่วง มกราคม-กุมภาพันธ์ 2550 สภาพอากาศผิดปกติ หนาวกว่าทุกปีและมีเมฆหมอกมาก รวมทั้งมีควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ปกคลุมอยู่มากจึงทำให้การอบด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้ผลที่ไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved