

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

##### 5.1.1 การออกแบบและสร้างเครื่องคั่วและนวดม้วนใบชา

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องคั่วและนวดม้วนใบชาจีน ซึ่งการออกแบบได้คำนึงถึงการคั่วและนวดได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องคั่วต้นแบบประกอบด้วยถังทรงกระบอกติดตั้งครีบบนช่วยขนถ่ายและถ่ายเทความร้อนด้านใน สามารถคั่วใบชาได้อย่างต่อเนื่อง ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซด้วยวาล์วควบคุมความดัน ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้คั่วด้วยระบบโซลินอยด์วาล์วและเทอร์โมสแตต ใช้มอเตอร์ขนาด 373 วัตต์ เครื่องนวดม้วนใบชาต้นแบบที่ได้ทำการออกแบบ และสร้างขึ้นเป็นเครื่องนวดแบบแนวตั้ง ประกอบด้วยตัวถังด้านบนที่ยึดติดกับโครงสร้างเครื่อง และมีลูกนวดหมุนอยู่ภายใน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 1,492 วัตต์ สามารถนวดใบชาได้อย่างต่อเนื่อง

##### 5.1.2 ผลการประเมินสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

เครื่องคั่วใบชาสามารถคั่วใบชาได้อย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการคั่วที่ 25 – 66 กิโลกรัมใบชาสดต่อชั่วโมง ใช้เวลาเฉลี่ย 1.30 นาที สิ้นเปลืองก๊าซเฉลี่ย 0.064 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมสด สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.334 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย 12%

เครื่องนวดใบชาสามารถนวดได้อย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการนวดที่ 10 – 26 กิโลกรัมชาสดต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการนวดเฉลี่ย 7 นาที สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.788 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

##### 5.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชา

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การม้วนตัวของชาจะมีค่ามากที่สุดที่ความเร็วรอบคั่ว 7.2 9 10.8 และ 12.6 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบนวด 51 รอบต่อนาที ความชื้นเฉลี่ย 7% – 12% มาตรฐานเปียก ค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 0.497 – 0.734 ปริมาณเถ้าทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5% – 7% ซึ่งได้ตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ ปริมาณเถ้าที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 45% – 60% ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้

#### 5.1.4 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่อง

จากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบคั่ว 10 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบนวด 51 รอบต่อนาทีให้ประสิทธิภาพดีที่สุดของระบบรวมคือ สามารถคั่วได้ 45 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการคั่วเฉลี่ย 1.30 นาที สิ้นเปลืองก๊าซเฉลี่ย 0.058 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมไบชาสค สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.345 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และนวดได้ 18 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการนวดเฉลี่ย 7 นาที สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.792 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ได้ผลเปอร์เซ็นต์การมีวนตัวสูงสุดเฉลี่ย 81% ความชื้นเฉลี่ย 11% มาตรฐานเปียก ค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 0.713 ปริมาณเถ้าทั้งหมดเฉลี่ย 7% เถ้าที่ละลายน้ำได้ 54%

#### 5.1.5 การวิเคราะห์ต้นทุนและค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ เครื่องต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีต้นทุนผลิตต่อหน่วยเท่ากับ 15.74 บาทต่อกิโลกรัมสค โดยแบ่งเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่อง ค่าไบชาสค และค่าแรงเท่ากับ 0.33 0.09 0.97 13 0.07 และ 1.28 บาทตามลำดับ โดยมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ -44% ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกิดสภาวะขาดทุนในสภาวะที่ทดลองใช้งานจริง จากการวิเคราะห์ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงพบว่า ราคาขายไบชาแห้งและราคาไบชาสคมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงมาก แต่ถ้าราคาขายไบชาแห้งเพิ่มขึ้น 10% เพียงปัจจัยเดียว และถ้าราคาไบชาสคลดลง 10% เพียงปัจจัยเดียว จะทำให้มีอัตราผลตอบแทนการลงทุนเป็นบวกที่ +159% และ +36% ตามลำดับ ด้านค่าแรงงานนั้นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก มีความแปรผันน้อยกว่าราคาขายไบชาแห้งและราคาไบชาสค

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาถึงการออกแบบห้องเผาไหม้แบบอื่นที่แตกต่างกัน หรือแหล่งความร้อนแบบอื่น เพื่อที่จะได้เปรียบเทียบถึงการกระจายของอุณหภูมิของเครื่องคั่วใบชา และค่าใช้จ่ายด้านความสิ้นเปลืองของพลังงาน และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องคั่วใบชา

5.2.2 ควรศึกษาถึงอุณหภูมิที่ใช้ในการคั่วใบชาที่แตกต่างกันหลายระดับอุณหภูมิ คือช่วง  $200 - 350^{\circ}\text{C}$  เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการคั่วใบชา

5.2.3 ควรศึกษาผลการนวดม้วนใบชา เมื่อระยะห่างระหว่างตัวถังด้านนอกและลูกนวดมีระยะต่างๆ กัน และการออกแบบลูกนวดในลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อจะได้ลูกนวดที่เหมาะสมต่อการนวดม้วนใบชา

5.2.4 ควรจะศึกษาถึงการออกแบบการนวดในแนวนอนหรือแนวราบ และลักษณะลูกนวดต่าง ๆ กัน เพื่อที่จะได้เปรียบเทียบกับกรนวดแบบแนวตั้ง

5.2.5 ควรศึกษาถึงการนำเครื่องอบแห้งเป็นเครื่องลดความชื้นของใบชาหลังจากการนวด เพื่อให้ใบชาที่ได้เป็นเอกภาพ สามารถนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพได้

5.2.6 ควรศึกษาจนถึงขั้นตอนการอบกลิ่น และศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อกลิ่นของใบชา

5.2.7 ควรศึกษาถึงองค์ประกอบทางชีวเคมีของใบชา เช่น สารประกอบ Polyphenol ซึ่งเป็นสารที่มีมากในใบชา และน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เพื่อเป็นฐานข้อมูลงานวิจัยต่อไป