**บทที่ 4**

**ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย**

**4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาของการอบแห้งชา**

การอบแห้งชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น ด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยมีการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักระหว่างกระบวนการอบแห้งทุก 10 นาที จนผลิตภัณฑ์สุดท้ายความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 8 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2558) ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาของการอบแห้งชา

จากกราฟที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่าความชื้นเริ่มต้นของตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น มีค่าเท่ากับร้อยละ 70.67, 63.66 และ 56.40 ตามลำดับ เมื่อทำการอบแห้งในช่วงแรก (0–40 นาที) ความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว สังเกตได้จากความชันของกราฟจะมีความชันมากในช่วง 40 นาทีแรกของการอบ ความชื้นสามารถระเหยน้ำออกได้อย่างต่อเนื่องในช่วงแรก เนื่องจากภายในชาสมุนไพรมีความชื้นสูง ทำให้การถ่ายเทมวลของน้ำจากชาสมุนไพรออกจากไปยังผิวหน้าเกิดขึ้นได้ง่าย และรวดเร็ว หลังจากนั้นอัตราการอบแห้งจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากความชื้นจากผิวหน้าของอาหารระเหยไปหมดทำให้ความชื้นภายในเคลื่อนตัวออกมาไม่ทัน (วิไล รังสาดทอง, 2546) หลังจากผ่านการอบแห้งเป็นระยะเวลา 60 นาที พบว่าชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด คือ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 โดยมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.22, 4.66 และ 5.84 ตามลำดับ ดังนั้นจึงใช้เวลาในการอบแห้งชาทั้ง 3 ชนิดเป็นระยะเวลา 60 นาที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเกรียงศักดิ นักผูก และชวนชื่น เดี่ยววิไล (2555) ที่ได้ทำการศึกษาการการอบแห้งชาเขียวด้วยลมร้อน ผลการอบแห้งชาเขียวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการอบประมาณ 60–80 นาที และการศึกษาของเกรียงไกร ศิวัชเดชสกุล และคณะ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาการอบแห้งหญ้าหวานโดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 60 นาที่เพื่อให้ได้ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8

**4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ**

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น โดยวัดค่าสีในระบบระบบ L\*, a\*, b\* ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L\* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า 100 แสดงถึงสีขาว จนไปถึง 0 แสดงถึงสีดำ แกน a\* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว (-a\*) ไปจนถึงแดง (+a\*) สวนแกน b\* จะบรรยายถึงแกนสีจากสีเงิน (-b\*) ไปเหลือง (+b\*) ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสีของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะด้านกายภาพของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชนิดของชา | คุณภาพทางด้านกายภาพ | Δ*E*ns |
| สี |
| L\* | a\* | b\* |
| ตะไคร้ | ใบสด | 45.87±0.51b | -7.35±0.13e | 24.12±0.35a | - |
| ชา | 55.70±1.28a | -1.25±0.20b | 24.63±0.50a | 11.60±0.90 |
| หนานเฉาเหว่ย | ใบสด | 27.37±0.60d | -4.73±0.34d | 10.23±0.46d | - |
| ชา | 17.70±0.96e | -0.16±0.02a | 3.13±1.03e | 12.85±2.03 |
| ศรีชมชื่น | ใบสด | 36.31±0.48c | -8.69±0.59f | 20.25±1.86b | - |
| ชา | 28.34±1.23d | -3.83±0.04c | 16.50±0.73c | 10.17±1.90 |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบลักษณะด้านกายภาพของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น เมื่อเทียบค่าสีกับใบสดพบว่าจะมีค่าความสว่าง (L\*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยชาตะไคร้จะมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่ชาหนานเฉาเหว่ยและศรีชมชื่นจะมีค่าความสว่างลดลงหลังผ่านกระบวนการอบ (p<0.05) เนื่องจากการลดลงของค่าความสว่างของชาหนานเฉาเหว่ยและศรีชมชื่นเมื่อเทียบกับใบสดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่าสีที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำแห้ง คือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) ซึ่งในระหว่างการอบแห้งอาจเกิดจากปฏิกิริยาฟีโอไฟติไนเซชั่น (Pheophytinization) คือ แมกนีเซียมไอออนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอมทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน(Pheophytin) และเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวมะกอกปนน้ำตาล (Olive-brown) ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปพืชผักที่มีสีเขียวโดยใช้ความร้อน (นิธิยา รัตนปนนท์, 2545) จึงทำให้ชาหนานเฉาเหว่ยและศรีชมชื่นมีค่าความสว่างลดลง ในขณะที่ชาตะไคร้จะมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเนื่องจากในหัวตะไคร้ไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเหมือนกับชาหนานเฉาเหว่ยและชาศรีชมชื่น

ค่า a\* ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบใบสด (p<0.05) แสดงให้เห็นว่าค่าสีเขียวของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดจะลดลง เนื่องจากหลังผ่านกระบวนการอบแห้งจะทำให้สีของคลอโรฟิลล์สลายตัวด้วยความร้อน เช่นเดียวกับค่า b\* ซึ่งจะลดลงในชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง แสดงให้เห็นว่าชาที่ผ่านการอบแห้งจะมีค่าสีเหลืองลดลง ส่วนค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Δ*E*) ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมีค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีอยู่ในช่วง 10.17-11.60 ซึ่งไม่แตกต่างกันในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด

**4.3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด**

 การศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น โดยการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในชาสมุนไพร

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชนิดของชา | DPPH (% inhibition) | TPC (mg GAE/g) |
| ตะไคร้ | ใบสด | 50.13±2.02e | 12.95±1.55d |
| ชา | 55.94±3.70cd | 21.05±7.71c |
| หนานเฉาเหว่ย | ใบสด | 59.41±0.74bc | 35.60±3.09b |
| ชา | 70.13±0.43a | 51.87±**1.27a** |
| ศรีชมชื่น | ใบสด | 55.03±2.90d | 34.13±2.10b |
| ชา | 61.91±1.79b | 39.39±2.02b |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

จากตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หนานเฉาเหว่ย และศรีชมชื่น เมื่อเทียบกับใบสด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดหลังผ่านกระบวนการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียสจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging เพิ่มสูงขึ้น (p<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นหลังผ่านกระบวนการอบแห้ง เมื่อสภาวะในการอบแห้งสูงขึ้นปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากผลของความร้อนที่สูง (80 องศาเซลเซียส) ทำให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อเยื่อพืชเกิดการแตกตัวได้มากขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ส่งผลดีในด้านการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากการดื่มชาจะได้รับสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค (Rangkadilok *et al*., 2005)

**4.4 การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส**

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด โดยใช้การทดสอบแบบ 9- point Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30คน มีคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร

|  |
| --- |
| ลักษณะทางประสาทสัมผัส |
| ชนิดของชา | ลักษณะที่ปรากฏ | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความชอบโดยรวม |
| ตะไคร้ | 6.40±1.27ns | 5. 96±1.42 ns | 6.53±1.67a | 5.93±1.57a | 6.50±1.33a |
| หนานเฉาเหว่ย | 6.43±1.19 ns | 6.20±1.51 ns | 6.23±1.77ab | 3.13±1.83b | 4.46±2.04b |
| ศรีชมชื่น | 6.13±1.30 ns | 6.56±1.30 ns | 5.43±1.71b | 5.53±2.11a | 5.90±1.53a |

**หมายเหตุ** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

 ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากตารางที่ 4.3 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะที่ปรากฏและสี ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกัน ส่วนการยอมรับด้านกลิ่น พบว่า ชาตะไคร้มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด รองลงมา คือ ชาหนานเฉาเหว่ยและชาศรีชมชื่น ตามลำดับ การยอมรับด้านรสชาติพบว่า ชาตะไคร้และชาศรีชมชื่นให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน ส่วนชาหนานเฉาเหว่ยได้คะแนนการยอมรับน้อยสุด (p<0.05) เนื่องจากหนานเฉาเหว่ยมีรสชาติค่อนข้างขมจึงทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความชอบในด้านรสชาติต่ำสุด ส่วนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมพบว่า ชาตะไคร้และชาศรีชมชื่นให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน ส่วนชาหนานเฉาเหว่ยได้คะแนนการยอมรับน้อยสุด (p<0.05)