บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 ความเป็นไปได้ในการผลิตละมุดแผ่น

4.1.1 ความเป็นไปได้ในการใช้แป้งในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส

จากการสังเกตผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่นที่ผลิตโดยสูตรพื้นฐาน และไม่มีการเติมแป้ง พบว่า เนื้อสัมผัสของละมุดแผ่นที่ได้จะมีลักษณะเนื้อหยาบ ไม่เรียบเนียน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวเจ้าในปริมาณร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า การเติมแป้งทั้งสองชนิดทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียนมากขึ้นใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาราคาของแป้งทั้งสองชนิด พบว่า แป้งข้าวเจ้า (กิโลกรัมละ 19 บาท) มีราคาถูกกว่าแป้งถั่วเขียว (กิโลกรัมละ 35 บาท) ดังนั้นจึงเลือกใช้แป้งข้าวเจ้า เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

4.1.2 ความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุรองรับในการอบแห้ง

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด นำมากวนผสมกัน แล้วเทลงในพิมพ์ที่มีวัสดุรองรับแตกต่างกัน 3 ชนิด คือ แผ่นพลาสติกใส (PP) ตะแกรงมุ้งลวด และผ้าใยสังเคราะห์ แล้วนำไปอบแห้ง จากการสังเกต พบว่า การใช้แผ่นพลาสติกใส (PP) เป็นวัสดุรองรับ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น (ตาราง 4.1 และภาพ ก.2) ส่วนการใช้ตะแกรงมุ้งลวดเป็นวัสดุรองรับ ไม่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น เพราะเมื่อดึงเอาผลิตภัณฑ์ออก ส่วนใหญ่ขาด และการใช้ผ้าใยสังเคราะห์เป็นวัสดุรองรับ ไม่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น เพราะเมื่อดึงเอาผลิตภัณฑ์ออก มีบางส่วนขาด และต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดเวลานาน จึงไม่มีความสะดวกในการใช้ ดังนั้นจึงเลือกใช้แผ่นพลาสติกใส (PP) เป็นวัสดุรองรับในการศึกษาต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

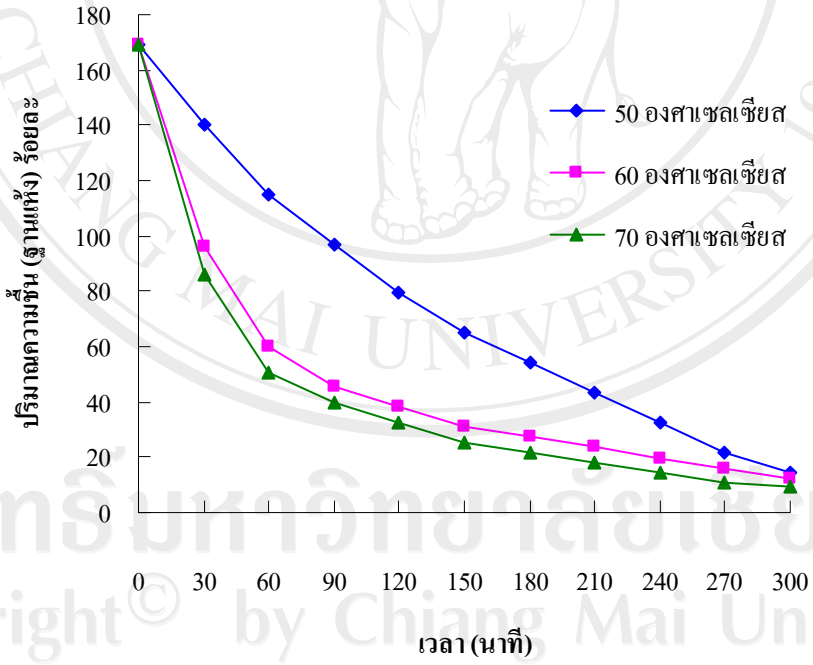
ตาราง 4.1 ลักษณะที่สังเกตได้จากการใช้วัสดุรองรับชนิดต่างๆ

วัสดุรองรับ	ลักษณะที่สังเกตได้ หลังจากอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง
แผ่นพลาสติกใส (PP)	ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น แต่ต้องพลิกด้านกลับล่างขึ้นมา แล้วอบต่อ ก่อนสิ้นสุดการอบแห้ง
ตะแกรงมุ้งลวด	ไม่ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น เพราะเมื่อดึงเอาผลิตภัณฑ์ออก ละมุดส่วนใหญ่ขาดเพราะติดแน่นกับซี่ของตะแกรงมุ้งลวด
ผ้าใยสังเคราะห์	ไม่ได้ผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่น เพราะเมื่อดึงเอาผลิตภัณฑ์ออก มีบางส่วนขาด และถ้าต้องการใช้ต่อไป ต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดนาน

4.2 ผลของสภาวะการอบแห้งต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

4.2.1 อัตราการอบแห้งของละมุดแผ่นที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด นำมากวนผสมกัน แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) นำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนระดับปฏิบัติการที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที วิเคราะห์หาปริมาณปริมาณความชื้นขณะอบแห้ง พบว่า ส่วนผสมของละมุดเริ่มต้นมีปริมาณความชื้นเริ่มต้น (ฐานแห้ง) ร้อยละ 168.82 เมื่อนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณความชื้นจะลดลงอย่างช้าๆ หลังการอบแห้ง 300 นาที มีปริมาณความชื้นสุดท้าย (ฐานแห้ง) ร้อยละ14.70 (ภาพ 4.1) ส่วนละมุดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า ในระหว่างการอบแห้งช่วง 60 นาทีแรก ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วคล้ายๆ กัน หลังจากนั้นปริมาณความชื้นค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ จนมีปริมาณความชื้นสุดท้าย (ฐานแห้ง) ร้อยละ 12.60 และ 9.32 ตามลำดับ หลังการอบแห้ง 300 นาที แสดงว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นช่วยให้ปริมาณความชื้นลดลงได้เร็วมากขึ้น



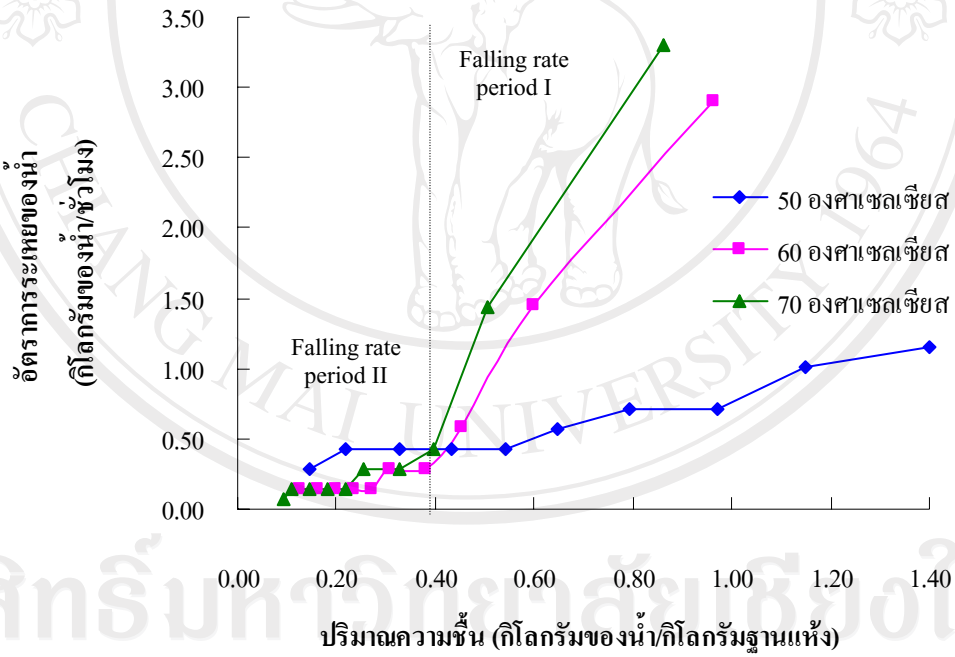
ภาพ 4.1 ปริมาณความชื้นของละมุดแผ่นขณะอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำข้อมูลปริมาณความชื้นขณะอบแห้ง มาสร้างกราฟอัตราการอบแห้งของละมุดแผ่น พบว่า ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีอัตราการระเหยของน้ำเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส (ภาพ 4.2) แสดงว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้น้ำระเหยได้เร็วมากขึ้น จึงมีอัตราการอบแห้งเร็วมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Gujal and Khanna (2002) และ Azeredo *et al.* (2005) และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการอบแห้งของละมุดแผ่น พบว่า การอบแห้งละมุดแผ่นจะไม่พบช่วงอัตราคงที่ (constant rate period) แต่จะพบช่วงอัตราลดลง (falling rate period) เท่านั้น เนื่องจากโดยทั่วไปการระเหยของน้ำมี 2 แบบ คือ ในระหว่างการอบแห้งช่วงแรก เป็นแบบท่อเล็กเพราะน้ำยังมีปริมาณมาก อากาศร้อนทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอภายใน และภายนอก เกิดเป็นแรงดึงดูดน้ำภายในอาหารมาสู่ภายนอก เมื่อปริมาณน้ำลดลง หรือน้ำในช่องว่างหมด จะเป็นแบบการแพร่จากเซลล์ไปยังรูพรุนแล้วระเหยออกไป ลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้การอบแห้งสามารถแบ่งระยะเวลาการอบแห้งได้ 2 ช่วงสำคัญ คือ ช่วงแรกในขณะที่มีปริมาณความชื้นสูงอยู่ การถ่ายเทความร้อน และมวลระหว่างอาหารกับอากาศร้อนจะเกิดรอบๆ ผิวหน้าเท่านั้น การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในเท่ากับอัตราน้ำที่ระเหยออกไปจากผิวหน้า ความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทไปยังที่ผิวอาหาร ซึ่งความร้อนส่วนใหญ่ใช้ในการระเหยน้ำ ในขณะเดียวกันไอน้ำจะเคลื่อนที่จากที่ผิวหน้าสู่อากาศ ถ้าที่ผิวหน้าอาหารมีน้ำจำนวนมาก หรือปริมาณน้ำอิสระสูง อุณหภูมิ และไอน้ำที่ผิวจะคงที่ ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อน และอัตราการอบแห้งคงที่ (constant rate period) ซึ่งการระเหยช่วงนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และเมื่อที่ผิวหน้ามีปริมาณความชื้นลดลงแล้ว อุณหภูมิ และไอน้ำที่ผิวลดลง ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อน และอัตราการอบแห้งลดลง น้ำจากภายในอาหารจะเคลื่อนที่มายังผิวหน้าอาหารในรูปไอน้ำ หรือโมเลกุลของน้ำที่เกาะอยู่ภายในผนังของช่องว่างอาหาร การเคลื่อนที่ของน้ำในช่วงนี้เกิดขึ้นโดยเป็นแบบการแพร่มากกว่าแบบท่อเล็ก ซึ่งการแพร่จะเกิดช้าลดลงตามปริมาณความชื้น ซึ่งการถ่ายเทความร้อน และมวลไม่ได้เกิดเฉพาะที่ผิวหน้าเท่านั้น แต่จะเกิดภายในของอาหารด้วย การเคลื่อนที่ของน้ำมายังผิวช้ากว่าการระเหยของน้ำไปยังอากาศ ทำให้อัตราอบแห้งลดลง (falling rate period) การลดลงนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในอาหาร ลักษณะ และชนิดของอาหาร ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามกลไกการถ่ายเทมวลสารจากใจกลางไปสู่ที่ผิวหน้า จากการอบแห้งละมุดแผ่น แสดงว่า ส่วนผสมเริ่มต้นของละมุดที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้น (ฐานแห้ง) ร้อยละ 168.82 หรือปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ 62.82 นั้นมีน้ำที่ผิวหน้าไม่มากพอ หรือมีปริมาณน้ำอิสระไม่สูงพอที่ทำให้น้ำระเหยจากผิวหน้าต่อเนื่องอย่างสม่ำเสมอเท่ากับอัตราที่น้ำที่เคลื่อนจากด้านในอาหารออกมาสู่ผิวหน้า แต่น้ำส่วนใหญ่เคลื่อนที่มายังที่ผิวในรูปไอน้ำ และโมเลกุลของน้ำโดยกระบวนการแพร่ ซึ่งเกิดช้าตามปริมาณความชื้นของส่วนผสมละมุด ซึ่งการเคลื่อนที่ของน้ำมายังผิวหน้าช้ากว่าการระเหยของน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปยังอากาศ ดังนั้นการอบแห้งละมุดจึงเห็นช่วงอัตราลดลง (falling rate period) เท่านั้น นอกจากนี้ยัง พบว่า ทุกอุณหภูมิของการอบแห้งสามารถแบ่งช่วงอัตราลดลง (falling rate period) ได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการลดลงช่วงแรก (falling rate period I) และช่วงที่สอง (falling rate period II) โดยที่ละมุดแผ่นที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสนั้น มีช่วงอัตราลดลงช่วงแรก (falling rate period I) อย่างรวดเร็ว และหลังจากนั้นมีช่วงอัตราลดลงช่วงที่สอง (falling rate period II) อย่างช้าๆ ขณะที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะมีช่วงอัตราลดลงทั้งช่วงแรก และช่วงที่สอง (falling rate period I และII) อย่างช้าๆ เพราะอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างอากาศภายนอก และภายในอาหารมีค่าสูง ส่งผลให้น้ำจากภายในเคลื่อนที่สู่อากาศได้รวดเร็ว และมีการถ่ายเทความร้อน และถ่ายเทมวลสูงขึ้นกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของรัตนา และคณะ (2548) และลัดดาวัลย์ (2550)



ภาพ 4.2 อัตราการอบแห้งของละมุดแผ่นที่อุณหภูมิการอบแห้งแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 ระยะเวลาที่เหมาะสมของแต่ละอุณหภูมิในการอบแห้ง

4.1.2.1 การอบแห้งละมุดแผ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด นำมากวนผสมกัน แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) แล้วนำละมุดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ตรวจผลหลังการอบ เมื่อสามารถพลิกกลับด้านได้ พบว่า ต้องใช้เวลาการอบแห้งตั้งแต่ 4 ชั่วโมง 45 นาที จึงจะสามารถพลิกกลับด้านได้ โดยไม่ฉีกขาด และเสียรูปทรง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 นาที อีกเป็นจำนวน 4 ครั้ง จนครบ 6 ชั่วโมง การอบแห้งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง (ตาราง 4.2) นั่นคือ ละมุดแผ่นมีสีคล้ำมากขึ้น สำหรับค่าสี a * (สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่สี b* (สีเหลือง) มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับความเหนียวของละมุดแผ่นซึ่งได้จากการวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า เมื่ออบนานมากขึ้น ละมุดแผ่นจะมีความเหนียวมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่น พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 11.25-12.40 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นของผลไม้แผ่นร้อยละ 12-15 (FAO, 1997) และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.487-0.508 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่เหมาะสมของผลไม้แผ่นที่ต่ำกว่า 0.60 (USA Patent, 1989) เห็นได้ว่าค่าในช่วงนี้เป็นช่วงที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ทำให้ละมุดแผ่นมีความคงตัวทางด้านจุลินทรีย์ (วราวุฒิ, 2538) การวิจัยนี้แตกต่างกับการวิจัยของพรศักดิ์ (2545) ได้อบแห้งทุเรียนแผ่นที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ นาน 17 ชั่วโมง ได้ทุเรียนแผ่นมีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่างร้อยละ 13.78 และ14.48 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.63- 0.62 แสดงว่าละมุดแผ่นมีอัตราการอบแห้งที่เร็วกว่า เนื่องจากโครงสร้างของเนื้อละมุดมีลักษณะเป็นเม็ดๆ จึงมีรูพรุนมาก ทำให้น้ำระเหยได้ง่าย นอกจากนี้ขนาด และปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการอบแห้ง ชนิด และรูปแบบของตู้อบแห้ง ความเร็วลมภายในตู้อบแห้ง ประสิทธิภาพของตู้อบแห้ง ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้การอบแห้งมีอัตราการอบแห้งแตกต่างกัน

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสทุกด้านของละมุดแผ่นหลังการอบแห้งแล้ว มีค่าไม่แตกต่างอย่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.2) โดยที่การยอมรับด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.70-7.22) การไม่ติดฟันเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.67-6.88) ความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.30-6.89) และความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.50-7.22) ขณะที่การทดสอบด้านประสาทสัมผัสในการวิจัยของพรศักดิ์ (2545) โดยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9-point) พบว่า ทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากพันธุ์ชะนีมีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ย 6.43 อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย เห็นได้ว่าละมุดแผ่น และทุเรียนแผ่น มีการยอมรับในช่วงใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส [1/]				
	5 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง 15นาที	5 ชั่วโมง 30นาที	5 ชั่วโมง 45นาที	6 ชั่วโมง
ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที	พลิกกลับด้านได้โดยไม่ขาดและเสียรูปทรง	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย
ด้านกายภาพ					
สี L*	$49.40^{a}\pm0.57$	$48.05^{b}\pm0.30$	$47.98^{b}\pm0.29$	$47.96^{b}\pm0.54$	$44.32^{c}\pm1.13$
สี a*	$15.23^{c}\pm0.39$	$15.74^{bc}\pm0.28$	$16.12^{b}\pm0.15$	$16.10^{b}\pm0.49$	$17.20^{a}\pm0.57$
สี b*	$26.06^{c}\pm0.38$	$25.63^{c}\pm1.21$	$29.65^{a}\pm0.58$	$26.77^{bc}\pm0.43$	$27.52^{b}\pm0.66$
แรงดึงขาด (นิวตัน)	$1.19^{d}\pm0.17$	$1.33^{d}\pm0.12$	$1.57^{c}\pm0.12$	$1.86^{b}\pm0.12$	$2.44^{a}\pm0.21$
ด้านเคมี					
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	$12.40^{a}\pm0.06$	$12.21^{a}\pm0.06$	$11.82^{b}\pm0.04$	$11.65^{b}\pm0.08$	$11.25^{c}\pm0.05$
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	$0.508^{a}\pm0.001$	$0.502^{ab}\pm0.005$	$0.502^{ab}\pm0.003$	$0.496^{b}\pm0.003$	$0.487^{c}\pm0.006$
ด้านประสาทสัมผัส					
สี [ns]	7.22±0.83	7.00±0.70	6.89±0.78	6.78±0.97	6.70±0.83
การไม่ติดฟัน [ns]	6.88±1.05	6.80±1.27	6.56±1.24	6.67±1.22	6.67±1.00
ความเหนียว [ns]	6.89±0.78	6.83±0.93	6.56±1.01	6.33±0.70	6.30±1.07
ความแข็ง [ns]	7.22±0.97	7.11±0.93	6.50±0.88	6.55±1.01	6.50±1.01

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆ ของละมุดแผ่น พบว่า คะแนนด้านสีลดลง เมื่อค่าสี L* (ความสว่าง) ลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีสีอ่อนมากกว่าที่มีสีเข้ม ขณะที่เมื่อแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นนั้น ละมุดแผ่นจะมีปริมาณความชื้นลดลง โดยที่คะแนนด้านความเหนียว และความแข็งลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีความเหนียว และแข็งน้อยมากกว่าที่มีความเหนียว และแข็งมาก และด้านการไม่ติดฟันมีแนวโน้มคะแนนลดลงสัมพันธ์กับด้านความเหนียว และแข็งที่มีคะแนนลดลงด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาในเรื่องการใช้เวลาการอบแห้งที่น้อยที่สุด และความสะดวกในการปฏิบัติงานขณะอบแห้งแล้ว ดังนั้นการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสนี้ จึงพิจารณาเลือกใช้เวลาในการอบแห้ง 5 ชั่วโมง โดยมีการพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม

4.1.2.2 การอบแห้งละมุดแผ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด นำมากวนผสมกัน แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) แล้วนำละมุดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ต้องใช้เวลาการอบแห้งตั้งแต่ 3 ชั่วโมง 45 นาที จึงจะสามารถพลิกกลับด้านได้ โดยไม่ฉีกขาด และเสียรูปทรง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 นาที อีกเป็นจำนวน 4 ครั้ง จนครบ 5 ชั่วโมง การอบแห้งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง (ตาราง 4.3) นั่นคือ ละมุดแผ่นจะมีสีคล้ำมากขึ้น สำหรับค่าสี a * (สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มลดลง สำหรับความเหนียวของละมุดแผ่นซึ่งวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า เมื่ออบนานมากขึ้น ละมุดแผ่นจะมีความเหนียวมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่น พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 11.14-12.45 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.480-0.502 ซึ่งอยู่ในช่วงปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่เหมาะสมของผลไม้แผ่น การวิจัยนี้แตกต่างจากการวิจัยของผุสดี (2547) ได้อบแห้งผลไม้แผ่นผสมที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ นาน 24 ชั่วโมง ได้ผลไม้แผ่นผสมมีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 10.62-12.38 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.38-0.45 เพ็ชรดา (2547) ได้อบแห้งกล้วยหอมแผ่นที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ นาน 15 ชั่วโมง ได้กล้วยแผ่นมีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ 11.26 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.55 และศิริลักษณ์ (2547) ได้อบแห้งสับปะรดแผ่นที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ นาน 30 ชั่วโมง ได้สับปะรดแผ่นมีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ 5.5 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.457 จะเห็นได้ว่าละมุดแผ่นนั้นมีอัตราการอบแห้งที่เร็วกว่าเนื่องจากปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ โครงสร้างของเนื้อละมุดที่ทำให้น้ำระเหยได้ง่าย รวมทั้งขนาด และปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการอบแห้ง ชนิด และรูปแบบของตู้อบแห้ง ความเร็วลมภายในตู้อบแห้ง และประสิทธิภาพของตู้อบแห้ง ทำให้อัตราการอบแห้งแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส [1/]				
	4 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง 15นาที	4 ชั่วโมง 30นาที	4 ชั่วโมง 45นาที	5 ชั่วโมง
ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที	พลิกกลับด้านได้โดยไม่ขาดและเสียรูปทรง	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย
ด้านกายภาพ					
สี L *	$50.64^{a}\pm1.60$	$50.21^{a}\pm0.10$	$49.78^{a}\pm1.06$	$47.07^{b}\pm1.41$	$43.8^{c}\pm0.60$
สี a *	$14.41^{c}\pm0.56$	$14.66^{c}\pm0.19$	$15.36^{bc}\pm0.27$	$16.25^{ab}\pm0.91$	$17.31^{a}\pm0.43$
สี b *	$28.75^{a}\pm0.53$	$27.29^{ab}\pm0.22$	$30.65^{a}\pm1.11$	$28.25^{a}\pm0.75$	$24.36^{b}\pm0.75$
แรงดึงขาด (นิวตัน)	$1.11^{d}\pm0.16$	$1.42^{c}\pm0.13$	$1.59^{c}\pm0.13$	$2.01^{b}\pm0.13$	$2.65^{a}\pm0.19$
ด้านเคมี					
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	$12.45^{a}\pm0.32$	$12.04^{b}\pm0.27$	$11.81^{bc}\pm0.84$	$11.36^{cd}\pm0.49$	$11.14^{d}\pm0.91$
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	$0.502^{a}\pm0.002$	$0.497^{b}\pm0.005$	$0.492^{b}\pm0.002$	$0.483^{c}\pm0.003$	$0.480^{c}\pm0.002$
ด้านประสาทสัมผัส					
สี [ns]	7.33±1.63	7.67±0.82	7.30±1.03	7.33±0.52	6.67±1.75
การไม่ติดฟัน [ns]	7.33±1.17	7.17±0.41	7.33±1.03	6.87±1.72	7.00±0.89
ความเหนียว [ns]	6.68±1.25	7.00±1.05	7.33±1.37	6.35±1.76	6.33±1.76
ความแข็ง [ns]	7.33±1.21	7.17±1.47	6.50±0.84	6.67±1.86	6.50±1.67

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นหลังการอบแห้ง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.3) โดยที่การยอมรับด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.67-7.67) การไม่ติดฟันเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.87-7.33) ความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.33-7.33) และความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.50-7.33) ขณะที่การทดสอบด้านประสาทสัมผัสในการวิจัยของเพ็ชรดา (2547) โดยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9-point) พบว่า กล้วยหอมแผ่นมีคะแนนความชอบรวมโดยเฉลี่ย 7.08 อยู่ในช่วงชอบปานกลาง และผุสดี (2547) พบว่า ผลไม้แผ่นผสมมีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย เห็นได้ว่าละมุดแผ่น กล้วยหอมแผ่น และผลไม้แผ่นผสม มีการยอมรับในช่วงใกล้เคียงกัน

โดยที่ความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆ ของละมุดแผ่น พบว่า ด้านสีมีคะแนนลดลง เมื่อค่าสี L* (ความสว่าง) ลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีสีอ่อนมากกว่าที่มีสีเข้ม ขณะที่เมื่อแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นนั้น ละมุดแผ่นจะมีปริมาณความชื้นลดลง โดยที่ด้านความเหนียว และความแข็งมีคะแนนลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีความเหนียว และแข็งน้อยมากกว่าที่มีความเหนียว และแข็งมาก และด้านการไม่ติดฟันมีแนวโน้มคะแนนลดลงสัมพันธ์กับด้านความเหนียว และแข็งที่มีคะแนนลดลงด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาในเรื่องการใช้เวลาการอบแห้งที่น้อยที่สุด และความสะดวกในการปฏิบัติงานขณะอบแห้งแล้ว ดังนั้นจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนี้ จึงพิจารณาเลือกใช้เวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง โดยมีการพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม

4.1.2.3 การอบแห้งละมุดแผ่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมดนำมากวนผสมกัน แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) แล้วนำละมุดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่า ต้องใช้เวลาการอบแห้งตั้งแต่ 2 ชั่วโมง 15 นาที จึงจะสามารถพลิกกลับด้านได้ โดยไม่ฉีกขาด และเสียรูปทรง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 นาที อีกเป็นจำนวน 4 ครั้ง จนครบ 3 ชั่วโมง 30 นาที การอบแห้งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลง (ตาราง 4.4) นั่นคือ สีของละมุดแผ่นก็จะคล้ำมากขึ้น สำหรับค่าสี a * (สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มลดลง สำหรับความเหนียวของละมุดแผ่นซึ่งวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า เมื่ออบนานมากขึ้น ละมุดแผ่นจะมีความเหนียวมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่น พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 10.78-12.58 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในระหว่าง 0.435-0.501 ซึ่งอยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่เหมาะสมของผลไม้แผ่น การวิจัยนี้แตกต่างกับการวิจัยของอนุวัตร (2548) ได้อบแห้งผักคะน้าแผ่นปรุงรสที่อุณหภูมิเดียวกันนี้ นาน 7 ชั่วโมง ได้ผักคะน้าแผ่นปรุงรสมีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ 5.46 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.26 จะเห็นได้ว่าละมุดแผ่นนั้นมีอัตราการอบแห้งที่เร็วกว่า เนื่องจากปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ โครงสร้างของเนื้อละมุดที่ทำให้น้ำระเหยได้ง่าย รวมทั้งขนาด และปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการอบแห้ง ชนิด และรูปแบบของตู้อบแห้ง ความเร็วลมภายในตู้อบแห้ง และประสิทธิภาพของตู้อบแห้ง ทำให้อัตราการอบแห้งแตกต่างกัน

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นหลังการอบแห้ง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.4) โดยที่การยอมรับด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.30-7.00) การไม่ติดฟันเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.44-7.22) ความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย (5.78-6.67) และความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.22-7.00) ขณะที่การทดสอบด้านประสาทสัมผัสในการวิจัยของอนุวัตร (2548) โดยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9-point) พบว่า ผักคะน้าแผ่นปรุงรส มีคะแนนการยอมรับโดยเฉลี่ย 7.01 อยู่ในช่วงชอบปานกลาง เห็นได้ว่าละมุดแผ่น และผักคะน้าแผ่นปรุงรส มีการยอมรับในช่วงใกล้เคียงกัน

โดยที่ความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆ ของละมุดแผ่น พบว่า ด้านสีมีคะแนนลดลง เมื่อค่าสี L* (ความสว่าง) ลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีสีอ่อนมากกว่าที่มีสีเข้ม ขณะที่เมื่อแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นนั้น ละมุดแผ่นจะมีปริมาณความชื้นลดลง โดยที่ด้านความเหนียว และความแข็งมีคะแนนลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีความเหนียว และแข็งน้อยมากกว่าที่มีความเหนียว และแข็งมาก และด้านการไม่ติดฟันแนวโน้มมีคะแนนลดลงสัมพันธ์กับด้านความเหนียว และแข็งที่มีคะแนนลดลงด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาในเรื่องการใช้เวลาการอบแห้งที่น้อยที่สุด และความสะดวกในการปฏิบัติงานขณะอบแห้งแล้ว ดังนั้นจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนี้ จึงพิจารณาเลือกใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยมีการพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส [1/]				
	2 ชั่วโมง 30นาที	2 ชั่วโมง 45นาที	3 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง 15นาที	3 ชั่วโมง 30นาที
ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที	พลิกกลับด้านได้โดยไม่ขาดและเสียรูปทรง	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย	พลิกกลับด้านได้ง่าย
ด้านกายภาพ					
สี L*	49.56^{a} ±0.29	48.10^{b} ±0.54	46.79^{c}±0.40	44.30^{d}±0.90	43.51^{d}±0.29
สี a*	16.31^{d}±0.13	16.77^{c}±0.29	17.85^{b}±0.20	18.45^{a}±0.22	18.73^{a}±0.05
สี b*	28.74^{a} ±0.30	27.68^{ab}±0.29	26.74^{b}±0.61	25.50^{c}±1.04	23.81^{d}±0.51
แรงดึงขาด (นิวตัน)	1.08^{e}±0.19	1.43^{d}±0.18	1.74^{c}±0.17	2.07^{b}±0.12	3.03^{a}±0.16
ด้านเคมี					
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	12.58^{a}±0.15	12.12^{b}±0.05	11.72^{c}±0.10	11.48^{d}±0.05	10.78^{e}±0.15
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	0.501^{a}±0.002	0.490^{b}±0.004	0.475^{c}±0.004	0.464^{d}±0.004	0.435^{e}±0.002
ด้านประสาทสัมผัส					
สี [ns]	7.00±0.71	6.67±0.50	6.40±0.53	6.33±0.50	6.30±0.60
การไม่ติดฟัน [ns]	7.22±0.67	7.00±0.71	6.56±0.88	6.66±0.50	6.44±0.53
ความเหนียว [ns]	6.67±1.12	6.22±0.83	6.00±1.00	5.78±0.97	5.78±1.09
ความแข็ง [ns]	7.00±0.93	7.00±1.00	6.78±0.97	6.44±0.88	6.22±0.83

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2.4 เปรียบเทียบคุณภาพของละมุดแผ่นที่ผ่านการอบแห้งในสภาวะที่เหมาะสม

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด นำมากวนผสมกัน แล้วเทลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) แล้วนำละมุดแผ่นไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 4 และ2 ชั่วโมง 30 นาที ตามลำดับ โดยมีการพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกัน พบว่า คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.5) เมื่อพิจารณาระยะเวลาการอบแห้งที่สั้น เพื่อลดระยะเวลาในการผลิต ดังนั้นจึงเลือกการอบแห้งละมุดแผ่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยมีการพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที เพื่อใช้ศึกษาต่อไป

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นที่ผ่านการอบแห้งในสภาวะที่เหมาะสม

ลักษณะคุณภาพ	สภาวะในการอบแห้ง		
	50 องศาเซลเซียส 5ชั่วโมง	60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง	70 องศาเซลเซียส 2ชั่วโมง30นาที
ด้านกายภาพ			
สี L * [ns]	49.16±0.68	49.27±0.30	49.53±0.33
สี a * [ns]	14.67±0.29	15.56±0.82	15.98±0.45
สี b * [ns]	28.70±0.50	26.78±1.27	27.96±0.94
แรงดึงขาด (นิวตัน) [ns]	1.12±0.12	1.18±0.19	1.09±0.23
ด้านเคมี			
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ [ns]	12.41±0.10	12.42±0.16	12.59±0.10
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ [ns]	0.504±0.001	0.505±0.003	0.507±0.003
ด้านประสาทสัมผัส			
สี [ns]	7.20±0.67	7.12±0.78	7.10±0.61
การไม่ติดฟัน [ns]	7.00±0.70	7.00±0.75	7.15±0.66
ความเหนียว [ns]	6.57±0.53	7.00±0.50	6.89±0.78
ความแข็ง [ns]	6.78±0.68	6.70±0.44	6.55±0.73
การยอมรับโดยรวม [ns]	7.20±0.67	7.14±0.78	7.20±0.83

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลของปริมาณน้ำตาลต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด แต่เติมปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ไม่เติมน้ำตาล เติมน้ำตาลร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ นำมากวนผสมกัน แล้วเทส่วนผสมลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบแห้ง 15 นาที พบว่า พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 4.6) สำหรับค่าสี a * (สีแดง) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสี b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันการวิจัยของอนุวัตร (2549) และ Gujal and Khanna (2002) สำหรับความเหนียวของละมุดแผ่นซึ่งวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า เมื่อเติมปริมาณน้ำตาลมากขึ้น จะทำให้ละมุดแผ่นจะมีความเหนียวลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของศิริลักษณ์ (2547) และ Gujal and Khanna (2002) แต่การไม่เติมน้ำตาลเลยทำให้มีความเหนียวมากที่สุด เมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่น พบว่า เมื่ออบแห้งในระยะเวลาที่เท่ากันนั้น ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะการที่มีปริมาณน้ำตาลละลายเพิ่มขึ้น ทำให้มีจุดเดือดเพิ่มขึ้น จึงมีอัตราการอบแห้งช้าลง และการที่ละมุดแผ่นมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะเพิ่มขึ้น มีสารละลายได้ (soluble solid) มากขึ้น จึงกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ ทำให้น้ำระเหยได้ช้าลง นอกจากนี้ยังทำให้ละมุดไม่แห้งพอที่โครงสร้างจะเหนียวติดกัน จึงทำให้ขาดได้ง่ายมากขึ้นด้วย และน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นยังสามารถจับน้ำ (bound water) ได้มากขึ้น ทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เมื่อสิ้นสุดการอบแห้งเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่นที่ได้ พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 7.96-15.29 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.417-0.527 และน้ำตาลรีดิวซ์ อยู่ระหว่าง ร้อยละ 9.20-15.12

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ทุกคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นที่เติมปริมาณน้ำตาลแตกต่างกันหลังการอบแห้งแล้ว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.6) โดยที่การยอมรับด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย (3.53-6.89) การไม่ติดฟันเฉลี่ยอยู่ในช่วงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงช่วงชอบปานกลาง (5.00-7.00) ความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบปานกลางถึงช่วงชอบเล็กน้อย (3.44-6.80) ความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบปานกลางถึงช่วงชอบเล็กน้อย (3.78-6.90) ความหวานเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบปานกลางถึงช่วงชอบปานกลาง (3.56-7.22) และการยอมรับโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบปานกลางถึงช่วงชอบปานกลาง (3.00-7.44)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นที่มีการเติมปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละของส่วนผสมทั้งหมด) [1/]			
	ไม่เติมน้ำตาล	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
ด้านกายภาพ				
สี L*	$48.59^{d}\pm1.46$	$51.86^{c}\pm1.52$	$57.33^{b}\pm0.81$	$60.95^{a}\pm0.60$
สี a*	$15.60^{a}\pm2.68$	$11.94^{b}\pm0.55$	$10.14^{bc}\pm0.58$	$8.14^{c}\pm0.33$
สี b*	$29.74^{c}\pm3.56$	$34.74^{b}\pm0.85$	$37.61^{ab}\pm0.95$	$38.80^{a}\pm1.21$
แรงดึงขาด (นิวตัน)	$4.83^{a}\pm1.10$	$1.00^{b}\pm0.13$	$0.72^{b}\pm0.22$	$0.05^{b}\pm0.01$
ด้านเคมี				
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	$7.96^{d}\pm0.23$	$12.62^{c}\pm0.21$	$14.09^{b}\pm0.34$	$15.29^{a}\pm0.20$
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	$0.417^{d}\pm0.003$	$0.507^{c}\pm0.004$	$0.516^{b}\pm0.003$	$0.527^{a}\pm0.002$
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	$15.12^{a}\pm0.20$	$13.09^{b}\pm0.18$	$11.06^{c}\pm0.22$	$9.20^{d}\pm0.14$
ด้านประสาทสัมผัส				
สี	$3.53^{b}\pm1.01$	$6.89^{a}\pm0.74$	$6.56^{ab}\pm0.88$	$5.68^{b}\pm0.86$
การไม่ติดฟัน	$5.00^{b}\pm1.32$	$7.00^{a}\pm1.00$	$6.44^{a}\pm1.01$	$6.22^{a}\pm1.20$
ความเหนียว	$3.44^{c}\pm1.01$	$6.80^{a}\pm1.05$	$6.00^{ab}\pm1.02$	$5.10^{b}\pm1.05$
ความแข็ง	$3.78^{c}\pm1.09$	$6.90^{a}\pm1.27$	$5.89^{ab}\pm1.26$	$5.11^{b}\pm1.05$
ความหวาน	$3.56^{c}\pm1.01$	$7.22^{a}\pm1.39$	$6.11^{a}\pm1.16$	$4.55^{b}\pm1.13$
การยอมรับโดยรวม	$3.00^{c}\pm1.12$	$7.44^{a}\pm1.13$	$6.00^{b}\pm1.11$	$3.78^{c}\pm1.09$

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆ ของละมุดแผ่น พบว่า ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น ทำให้ละมุดแผ่นมีความสว่างมากขึ้น แต่มีคะแนนการยอมรับลดลง ขณะที่แรงดึงขาดลดลง ทำให้ด้านการไม่ติดฟัน ความเหนียว และความแข็งมีคะแนนลดลงด้วย แสดงว่าละมุดแผ่นที่ขาดได้ง่าย หรือมีความเหนียวน้อยนั้น มีการยอมรับในด้านการไม่ติดฟัน ความเหนียว และแข็งลดลง นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น ทำให้ด้านความหวานมีคะแนนลดลงด้วย โดยที่การไม่เติมน้ำตาลนั้นมีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสต่ำที่สุด แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีการเติมน้ำตาลมากกว่าไม่มีการเติมน้ำตาล จึงควรมีการเติมน้ำตาลในสูตรการผลิตละมุดแผ่น เมื่อพิจารณาคะแนนด้านประสาทสัมผัส พบว่า การเติมน้ำตาลร้อยละ 5 ของส่วนผสมทั้งหมด มีคะแนนสูงสุด ละมุดแผ่นมีคุณภาพทั้งด้านกายภาพ และเคมี ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกเติมน้ำตาลร้อยละ 5 ของส่วนผสมทั้งหมด เพื่อใช้ศึกษาต่อไป ซึ่งปริมาณการเติมน้ำตาลนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ เช่น ทุเรียนแผ่นจากพันธุ์ชะนี และหมอนทองมีการเติมน้ำตาลร้อยละ 17 และ 16 (พรศักดิ์, 2545) กล้วยหอมแผ่นมีการเติมน้ำตาลร้อยละ 7.84 (เพ็ชรดา, 2547) ผักคะน้าแผ่นปรุงรสมีการเติมน้ำตาลร้อยละ 6 (อนุวัตร, 2548) บ๊วยแผ่นมีการเติมน้ำตาลร้อยละ 16 (อนุวัตร, 2549) และกล้วยน้ำว้าแผ่น (โกสิต, 2545) และสับปะรดปัตตาเวียแผ่นไม่ต้องมีการเติมน้ำตาล (ศิริลักษณ์, 2547)

4.4 ผลของชนิด และปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

จากการใช้สูตรพื้นฐานที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด แต่เติมน้ำตาลที่เหมาะสมร้อยละ 5 แต่เติมชนิด และปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน คือ ไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส มอลโทเด็กซ์ทริน ร้อยละ 2 4 และ 6 แป้งสาลีร้อยละ 3 6 และ 9 และแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 5 10 และ15 นำมากวนผสมกัน แล้วเทส่วนผสมลงบนแผ่นพลาสติกใส (PP) นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบแห้ง 15 นาที พบว่า เมื่อเติมปริมาณของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสแต่ละชนิดมากขึ้น จะทำให้ค่าสี L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 4.7) สำหรับค่าสี a * (สีแดง) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสี b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และความเหนียวของละมุดแผ่นซึ่งวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า เมื่อเติมปริมาณสารปรับปรุงแต่ละชนิดสูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้ความเหนียวเพิ่มขึ้น แสดงว่าช่วยเพิ่มความหนืด (thickening) มากขึ้น จึงมีความเหนียวเพิ่มขึ้น ในขณะที่การไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสมีความหยาบกระด้าง และมีความเหนียวมากที่สุด และเมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีของละมุดแผ่นที่ได้ พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) อยู่ระหว่าง ร้อยละ 11.76-14.53 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.487-0.527

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ด้านความเหนียว ความแข็ง และการยอมรับโดยรวมของละมุดแผ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.7) โดยที่การยอมรับด้านความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (4.00-7.29) ความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย (4.00-6.67) และการยอมรับโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงช่วงชอบปานกลาง (5.50-7.60)

โดยความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆ ของละมุดแผ่น พบว่า แรงดึงขาดเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส ทำให้ละมุดแผ่นขาดได้ยากขึ้น หรือมีความเหนียวเพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน และแป้งข้าวเจ้าเป็นสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสนั้น ทำให้ด้านความเหนียว และความแข็งมีคะแนนลดลง แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นน้อยลง แต่เมื่อใช้แป้งสาลีเป็นสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสมีคะแนนด้านความเหนียว และความแข็งเพิ่มขึ้น แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นมากขึ้น ซึ่งการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน และแป้งข้าวเจ้า ทำให้ได้ละมุดแผ่นมีความเหนียวมากกว่าแป้งสาลี โดยที่การใช้มอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณสูง ทำให้มีปริมาณความชื้นสูงขึ้นด้วย เพราะมอลโทเด็กซ์ทรินมีส่วนที่เป็นโครงสร้างน้ำตาลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอยู่ปริมาณมาก จึงอบแห้งได้ช้าลง ทำให้ความเหนียว และความแข็งมีคะแนนลดลง แต่การใช้แป้งทั้ง 2 ชนิดในปริมาณสูงขึ้น ทำให้มีปริมาณความชื้นลดลง นอกจากนี้การเติมปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสทุกชนิดเพิ่มขึ้น ทำให้การยอมรับโดยรวมมีคะแนนลดลง โดยที่การไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสนั้นมีการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มชอบละมุดแผ่นที่มีการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสมากกว่าการไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส จึงควรมีการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในสูตรการผลิตละมุดแผ่น เมื่อพิจารณาด้านประสาทสัมผัส พบว่า การเติมปริมาณแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด มีคะแนนสูงสุด ละมุดแผ่นมีคุณภาพทั้งด้านกายภาพ และเคมี ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกเติมปริมาณแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด เพื่อใช้ศึกษาต่อไป ซึ่งปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสนั้น แตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ เช่น กล้วยน้ำว้าแผ่นมีการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินร้อยละ 7.5 (โกสิต, 2545) ทุเรียนแผ่นมีการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินร้อยละ 5 (พรศักดิ์, 2545) กล้วยหอมแผ่นมีการเติมแป้งสาลีร้อยละ 2.18 (เพ็ชรดา, 2547) สับปะรดแผ่นไม่ต้องมีการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส (ศิริลักษณ์, 2547) ผักคะน้าแผ่นปรุงรสมีการเติมแป้งสาลีร้อยละ 1 (อนุวัตร, 2548) และบ๊วยแผ่นมีการเติมกัวร์กัมหรือเพคตินร้อยละ 1 (อนุวัตร, 2549)

เมื่อพิจารณาจากคะแนนด้านประสาทสัมผัสของการเติมปริมาณน้ำตาล และปริมาณสารปรังปรุงเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน พบว่า การไม่เติมน้ำตาลในสูตร ทำให้มีคะแนนการยอมรับในด้านประสาทสัมผัสน้อยกว่าการไม่เติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส แสดงว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับลักษณะการเป็นแผ่นที่ดีของละมุดแผ่นมากกว่าความหวานของละมุดแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นที่มีการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ชนิด และปริมาณของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส (ร้อยละของส่วนผสมทั้งหมด) [1/]									
	ไม่เติมสาร	มอลโทรเด็กซ์ทริน			แป้งสาลี			แป้งข้าวเจ้า		
	ปรับปรุง	ร้อยละ 2	ร้อยละ 4	ร้อยละ 6	ร้อยละ 3	ร้อยละ 6	ร้อยละ 9	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
ด้านกายภาพ										
สี L*	47.93^{c}±1.76	45.47^{d}±0.85	48.89^{c}±1.65	50.83^{b}±0.46	48.30^{c}±1.11	48.94^{c}±0.33	49.30^{bc}±0.69	49.85^{bc}±0.90	51.04^{b}±0.70	54.41^{a}±0.29
สี a*	9.66^{ab}±0.51	10.39^{a}±0.24	8.85^{cd}±0.50	8.15^{de}±0.06	9.45^{bc}±0.78	9.31^{bc}±0.57	9.17^{bc}±0.29	9.23^{bc}±0.10	8.67^{cd}±0.48	7.85^{e}±0.05
สี b*	21.33^{cd}±0.63	20.79^{d}±0.49	21.40^{cd}±0.64	22.56^{ab}±0.11	21.56^{d}±0.28	21.17^{d}±0.11	21.08^{d}±0.17	22.10^{bc}±0.89	22.55^{ab}±0.05	23.01^{a}±0.22
แรงดึงขาด (นิวตัน)	1.93^{a}±0.15	0.82^{ef}±0.13	1.64^{b}±0.21	1.79^{ab}±0.20	0.46^{g}±0.10	1.05^{d}±0.17	1.39^{c}±0.14	0.81^{f}±0.11	1.02^{de}±0.11	1.90^{a}±0.15
ด้านเคมี										
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	11.96^{f}±0.16	13.56^{e}±0.20	14.30^{b}±0.17	14.53^{a}±0.10	13.46^{c}±0.10	12.73^{d}±0.14	12.23^{e}±0.10	12.65^{d}±0.15	12.49^{d}±0.14	11.76^{f}±0.13
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	0.487^{f}±0.004	0.516^{b}±0.004	0.523^{a}±0.003	0.527^{a}±0.003	0.527^{a}±0.003	0.516^{b}±0.002	0.494^{e}±0.005	0.507^{c}±0.002	0.501^{d}±0.004	0.487^{f}±0.002
ด้านประสาทสัมผัส										
สี ns	6.26±2.07	6.34±2.14	7.35±2.79	4.83±1.67	6.02±2.10	6.99±0.98	6.62±0.98	6.44±1.51	6.73±1.72	6.20±3.29
การไม่ติดฟัน ns	5.99±3.16	5.63±2.34	5.39±1.63	4.05±2.71	6.19±2.64	5.46±2.25	4.97±2.83	6.37±2.40	5.20±2.59	6.62±1.8
ความเหนียว	5.50^{abc}±1.83	5.83^{abc}±2.40	4.33^{c}±1.03	4.00^{c}±1.67	4.83^{abc}±1.94	5.00^{bc}±0.89	5.50^{abc}±1.05	7.00^{ab}±0.89	7.29^{a}±1.55	5.83^{abc}±1.94
ความแข็ง	5.50^{abc}±3.07	5.50^{abc}±1.87	4.00^{c}±1.41	4.50^{bc}±1.64	5.33^{abc}±1.63	6.17^{ab}±1.75	5.00^{abc}±1.90	6.63^{a}±1.33	6.67^{a}±1.03	5.83^{abc}±1.33
กลิ่นละมุด ns	6.03±1.90	6.52±1.05	6.36±1.03	6.16±1.47	5.99.±1.10	5.68±1.63	6.30±1.75	6.35±1.75	6.45±1.22	5.70±1.51
ความหวาน ns	5.50±2.17	5.67±2.25	5.83±1.17	6.00±1.67	6.50±1.05	4.83±2.14	6.83±0.75	7.33±0.82	6.50±1.37	6.50±1.52
การยอมรับโดยรวม	5.62^{c}±1.75	6.65^{abc}±1.51	5.50^{c}±1.05	5.65^{c}±1.37	6.85^{abc}±1.17	6.18^{abc}±0.75	6.01^{bc}±1.10	7.33^{ab}±0.82	7.60^{a}±1.87	6.67^{abc}±1.21

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 ผลของสายพันธุ์ต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

จากผลละมุดสุก 2 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะด้ายกายภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยละมุดสายพันธุ์มะกอกจะมีน้ำหนักเบากว่า มีขนาดผลเล็กกว่า (ภาพ ก.1) และมีส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า (ตาราง 4.8)

ตาราง 4.8 คุณภาพทางกายภาพของผลละมุดสุก 2 สายพันธุ์

ลักษณะคุณภาพ	สายพันธุ์	
	มะกอก	ไข่ห่าน
ลักษณะผล		
สีผิว	น้ำตาลเหลือง	น้ำตาลส้ม
รูปร่าง	กลมรี	กลมยาว
ลักษณะด้านกายภาพ [1/]		
น้ำหนักผล (กรัม)	$56.40^{b}\pm3.75$	$80.93^{a}\pm3.31$
ขนาดผล		
ความกว้าง (เซนติเมตร)	$4.18^{b}\pm0.14$	$4.82^{a}\pm0.15$
ความยาว (เซนติเมตร)	$5.75^{b}\pm0.39$	$8.77^{a}\pm0.30$
ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ (ร้อยละ)	$72.63^{b}\pm0.12$	$79.10^{a}\pm0.22$

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี t-test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากคุณภาพทางกายภาพของเนื้อละมุดปั่นจาก 2 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์มะกอก มีค่าสี L* มากกว่า (ตาราง 4.9) นั่นคือ มีความสว่างมากกว่าสายพันธุ์ไข่ห่าน มีค่าสี a* (สีแดง) มีค่าน้อยกว่า และมีค่าสี b* (สีเหลือง) มากกว่า และเมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีของเนื้อละมุดปั่นจาก 2 สายพันธุ์ พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ ระหว่าง 84.35-86.17 (ตาราง 4.9) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ระหว่าง ร้อยละ 11.14-13.78 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปของ malic acid) ระหว่าง 0.10-0.12 และค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.81-4.84 โดยที่สายพันธุ์มะกอกมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่า แต่มีปริมาณกรดทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix) ระหว่าง 20.17-20.67 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 4.9 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของเนื้อละมุดปั่นจาก 2 สายพันธุ์

ลักษณะคุณภาพ	สายพันธุ์ 1/	
	มะกอก	ไข่ห่าน
ด้านกายภาพ		
สี L*	$26.06^{a}\pm0.22$	$22.33^{b}\pm0.61$
สี a*	$5.62^{b}\pm0.32$	$7.87^{a}\pm0.36$
สี b*	$7.65^{a}\pm0.47$	$5.21^{b}\pm0.65$
ด้านเคมี		
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ	$84.35^{b}\pm0.60$	$86.17^{a}\pm0.53$
ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix) ns	20.17 ± 0.30	20.67 ± 0.30
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	$11.14^{b}\pm0.50$	$13.78^{a}\pm0.39$
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละในรูปของ malic acid)	$0.12^{a}\pm0.01$	$0.10^{b}\pm0.01$
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	$4.84^{a}\pm0.02$	$4.81^{b}\pm0.01$

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี t-test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการผลิตละมุดแผ่นจากละมุดทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่า ค่าสี L* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.10) แต่สายพันธุ์มะกอกมีค่าสี a* (สีแดง) น้อยกว่า และค่าสี b* (สีเหลือง) มากกว่า สำหรับความเหนียวของแผ่นซึ่งวัดค่าแรงดึงขาด พบว่า ละมุดแผ่นที่ได้จาก 2 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อพิจารณาลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีละมุดแผ่นที่ได้ พบว่า มีปริมาณความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ ระหว่าง 12.53-12.78 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.502-0.508 ซึ่งละมุดแผ่นที่ได้จากทั้ง 2 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นที่ผลิตได้จากละมุด 2 สายพันธุ์

ลักษณะคุณภาพ	สายพันธุ์ [1/]	
	มะกอก	ไข่ห่าน
ด้านกายภาพ		
สี L* [ns]	48.84±0.29	46.65±0.87
สี a*	15.20±0.23[b]	15.94±0.54[a]
สี b*	28.78±1.30[a]	27.75±1.81[b]
แรงดึงขาด (นิวตัน) [ns]	1.02±0.23	1.95±0.25
ด้านเคมี		
ความชื้น (ฐานเปียก) ร้อยละ [ns]	12.53±0.12	12.78±0.10
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ [ns]	0.502±0.001	0.508±0.003
ด้านประสาทสัมผัส		
สี [ns]	6.73±1.67	7.27±1.23
การไม่ติดฟัน [ns]	6.28±1.95	6.60±1.72
ความเหนียว [ns]	6.20±1.74	6.27±1.35
ความแข็ง [ns]	6.60±1.67	6.37±1.90
กลิ่นละมุด [ns]	6.87±1.12	6.10±1.55
ความหวาน [ns]	7.40±1.06	6.73±1.49
การยอมรับโดยรวม [ns]	7.60±1.18	7.10±1.33

หมายเหตุ: 1/ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี t-test ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่า ทุกคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของละมุดแผ่นทั้งสองสายพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.10) โดยที่การยอมรับด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.73-7.27) การไม่ติดฟันเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.28-6.60) ความเหนียวเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.20-6.27) ความแข็งเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.37-6.60) กลิ่นละมุดเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย (6.10-6.87) ความหวานเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.73-7.40) และการยอมรับโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (7.10-7.60) ดังนั้นละมุดทั้ง 2 สายพันธุ์มีความเหมาะสมในการผลิตเป็นละมุดแผ่น (ภาพ ก.3) สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้ดีเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาผลของสภาวะการอบแห้ง ส่วนผสม และสายพันธุ์ต่อคุณภาพของละมุดแผ่น โดยมีสูตรการผลิตที่เหมาะสม คือ เนื้อละมุดบด (สายพันธุ์มะกอกหรือไข่ห่าน) ร้อยละ 80 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10 น้ำตาลร้อยละ 5 และกลูโคสไซรัปร้อยละ 5 ของส่วนผสมทั้งหมด กวนผสมกันด้วยความร้อนปานกลาง นาน 3 นาที เทใส่พิมพ์ที่วางอยู่บนแผ่นพลาสติกใส (PP) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยพลิกกลับด้านก่อนสิ้นสุดการอบ 15 นาที พบว่า ต้นทุนการผลิต (ภาคผนวก ฉ) ประกอบด้วย ละมุด 8.00 บาทต่อกิโลกรัม แป้งข้าวเจ้า 1.90 บาทต่อกิโลกรัม น้ำตาล 0.95 บาทต่อกิโลกรัม และกลูโคสไซรัป 1.75 บาทต่อกิโลกรัม และรวมค่าแรงงาน ค่าภาชนะบรรจุ และค่าไฟฟ้าอีก 3.78 บาทต่อกิโลกรัม รวมต้นทุนทั้งหมด 16.38 บาทต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved