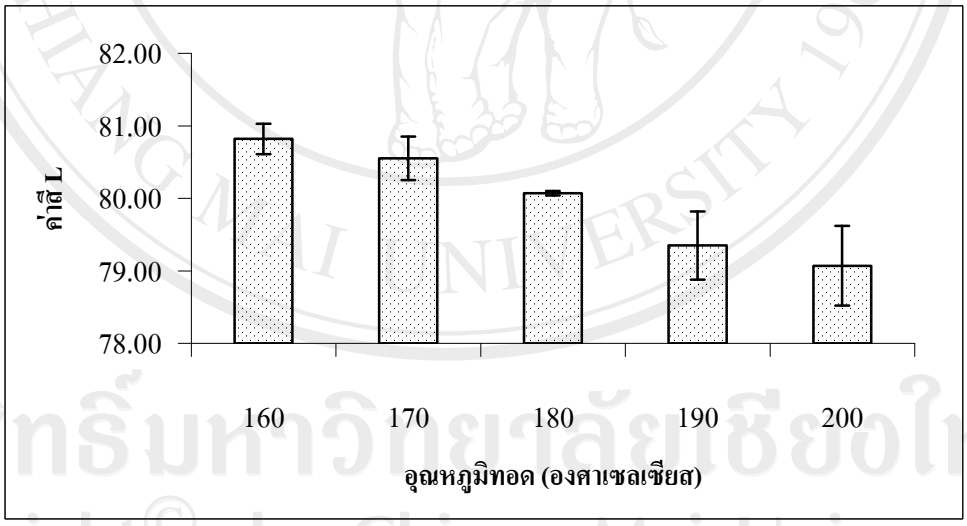
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองได้นำข้าวเกรียบกุ้งกึ่งสำเร็จรูปขนาด 1.5x2x0.15 เซนติเมตร โดยประมาณ ที่มีความชื้นเริ่มต้น 9.11 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไขมันเริ่มต้น 0.11 เปอร์เซ็นต์ มาทำการทอดในน้ำมันปาล์มที่มีค่าสีเริ่มต้น คือ ค่าสี L (ความสว่าง) 85.19 $\pm$ 0.66 ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) -6.62 $\pm$ 0.28 และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) 29.79 $\pm$ 0.10 เพื่อหาความสัมพันธ์ต่างๆ ดังนี้

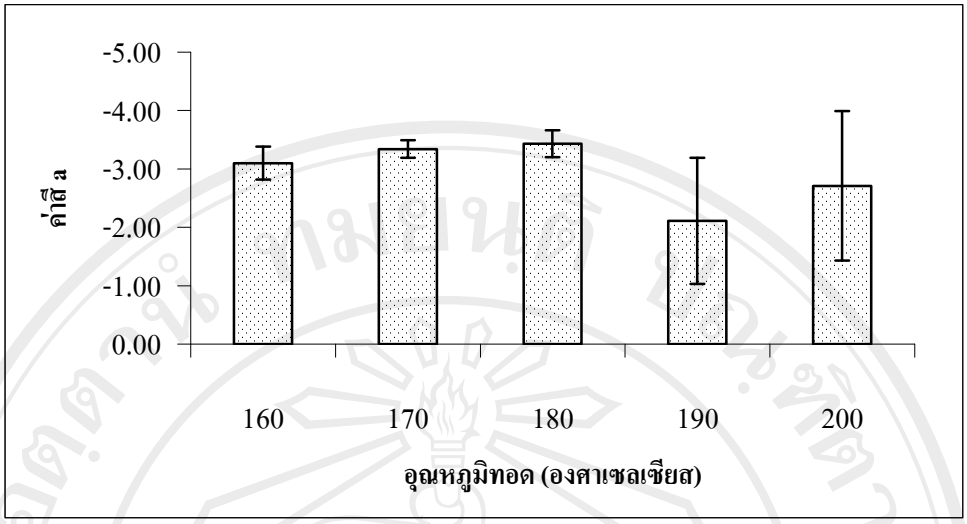
4.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิทอดและสีของน้ำมันปาล์ม

จากการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิทอด 160, 170, 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส ได้ผลดังรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

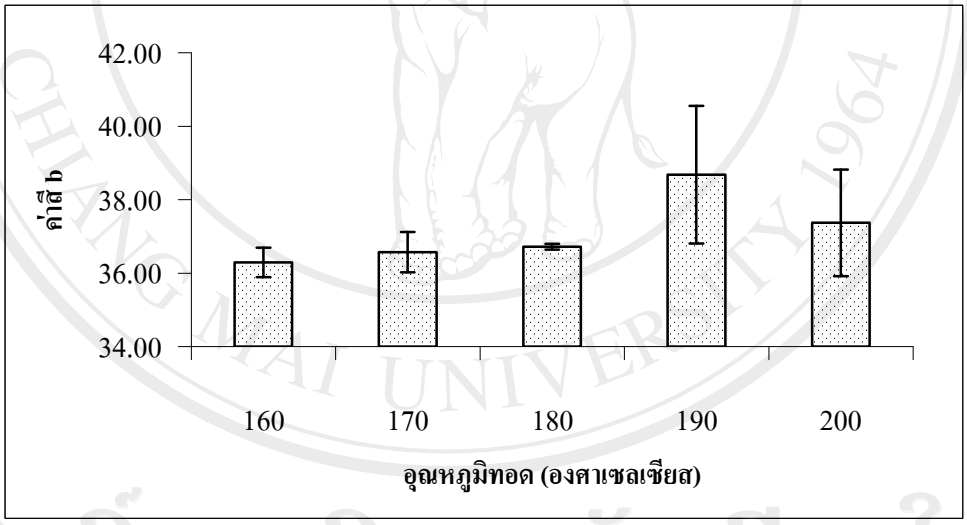


รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี L ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี a ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี b ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 พบว่าค่าสี L (ความสว่าง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แนวโน้มของค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้น

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าสี L (ความสว่าง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดที่160 กับ 200 องศาเซลเซียสจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดในแต่ละอุณหภูมิทอดจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (ความสว่าง), ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดจากน้ำมันเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูง ทำให้น้ำมันเกิดออกซิเดชัน และเกิดสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น สารคาร์บอนิล กรดไฮดรอกซี กรดคีโต และกรดอีพอกซี ทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติและมีสีคล้ำ (นิธิยา, 2544) การเกิดออกซิเดชันของวิตามินที่ละลายได้ในไขมันทั้งวิตามินเอ แคโรทีนอยด์ และวิตามินอี จะทำให้วิตามินถูกทำลายไปและทำให้สีและกลิ่นของน้ำมันเปลี่ยนไปได้เช่นกัน (วิไล, 2545) นอกจากนี้การที่น้ำมันมันมีสีเข้มขึ้นเป็นเพราะองค์ประกอบของสีในผลิตภัณฑ์จะแพร่จากผลิตภัณฑ์มาสู่น้ำมันระหว่างการทอด (Yoon *et al.*, 1987)

จากการที่ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) ของน้ำมันปาล์มหลังการทอดที่ช่วงอุณหภูมิ 160 ถึง 200 องศาเซลเซียสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น กล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จะไม่ส่งผลต่อค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ดังนั้นค่าสีที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันปาล์ม คือ ค่าสี L (ความสว่าง) เพราะเป็นการบอกถึงความคล้ำของน้ำมันปาล์มที่ใช้ในการทอดได้

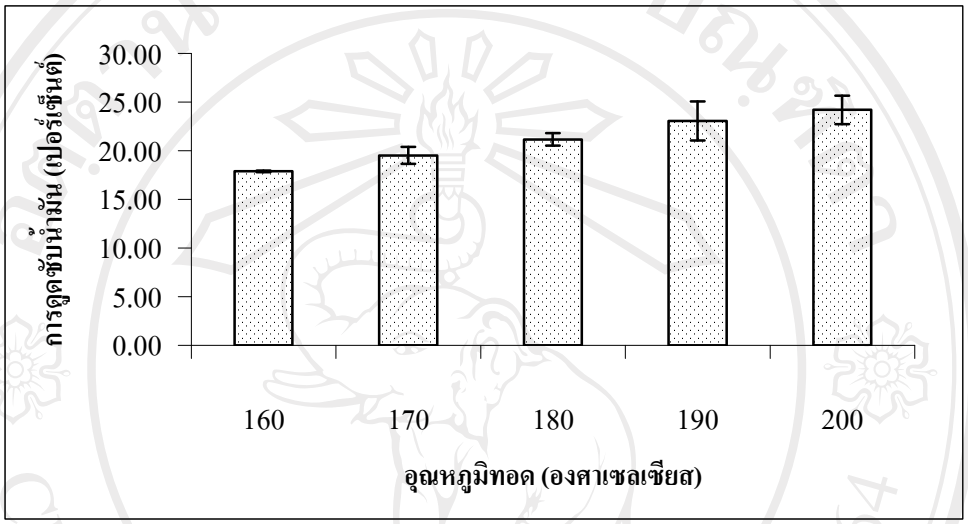
4.2 ผลของอุณหภูมิทอดต่อการดูดซับน้ำมัน เนื้อสัมผัส และสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด

4.2.1 ผลของอุณหภูมิทอดต่อการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอด

จากการวิเคราะห์การดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 160, 170, 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส พบว่าการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้น และจากการทดสอบทางสถิติจะพบว่าการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่อุณหภูมิทอด 180 ถึง 200 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิการทอดที่ 160 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการทอดนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากข้าวเกรียบกุ้งเกิดการพองตัวเมื่อทำการทอดที่อุณหภูมิสูง ถ้าอุณหภูมิในการทอดยังไม่สูงพอข้าวเกรียบกุ้งจะยังไม่สามารถพองตัวได้เต็มที่ ซึ่งส่งผลให้ข้าวเกรียบกุ้งมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำมันค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับการทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิสูงเมื่ออุณหภูมิการทอดสูงขึ้นทำให้ข้าวเกรียบกุ้งพองตัวเพิ่มขึ้น มีรูพรุนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถซึมผ่านเข้าไปในข้าวเกรียบกุ้งได้มากขึ้น และข้าวเกรียบกุ้งมีผิวสัมผัสกับน้ำมันได้เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการดูดซับน้ำมันมากขึ้น ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Math *et al.* (2004) ที่พบว่าที่อุณหภูมิทอดสูงขึ้น *papad* ซึ่งทำจากแป้งจะมีการขยายตัวของเส้นผ่านศูนย์กลาง และการดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น



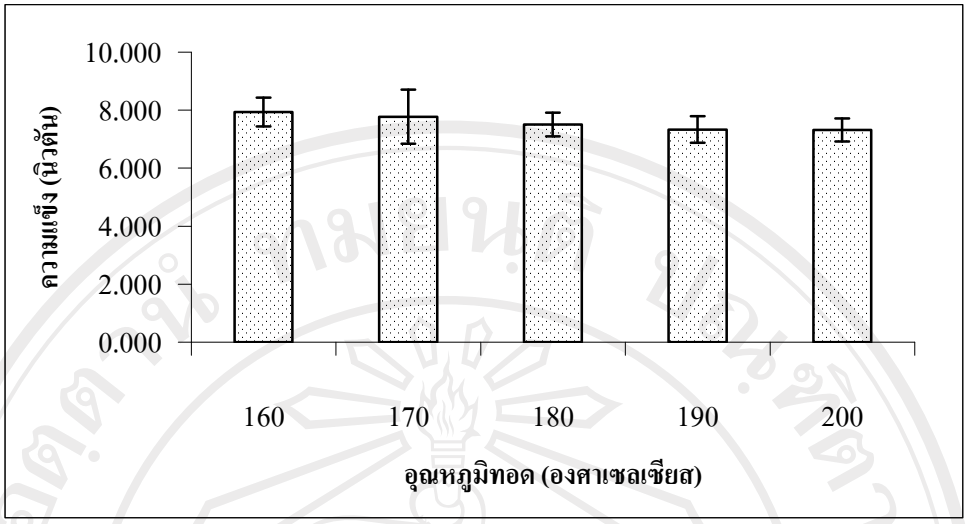
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอด

อีกปัจจัยหนึ่งที่เสริมการซึมผ่านของน้ำมันปาล์มเข้าไปในข้าวเกรียบกุ้งคือ ความหนืดของน้ำมันปาล์มที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำมันปาล์มสูงขึ้น อันเนื่องมาจากที่อุณหภูมิสูงน้ำมันปาล์มจะมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำมันปาล์ม ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำมันปาล์มลดลง ส่งผลให้น้ำมันปาล์มมีสภาพการไหลที่ดีขึ้น หรือมีความหนืดลดลง (พิรัญชนา และ อรสา, 2544) ซึ่งน้ำมันปาล์มที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีความหนืดน้อยและเคลื่อนตัวเข้าไปแทนที่น้ำ หรือ เข้าไปแทรกในช่องว่างของรูพรุนที่กว้างขึ้นอันเนื่องมาจากการพองตัวในข้าวเกรียบกุ้งได้มากกว่า และเร็วกว่าน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิต่ำที่มีความหนืดมากกว่า ส่งผลให้ข้าวเกรียบกุ้งมีการดูดซับน้ำมันที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 ผลของอุณหภูมิทอดต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบกุ้งทอด

เมื่อนำข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 160, 170, 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ความแข็งได้ผลดังรูปที่ 4.5



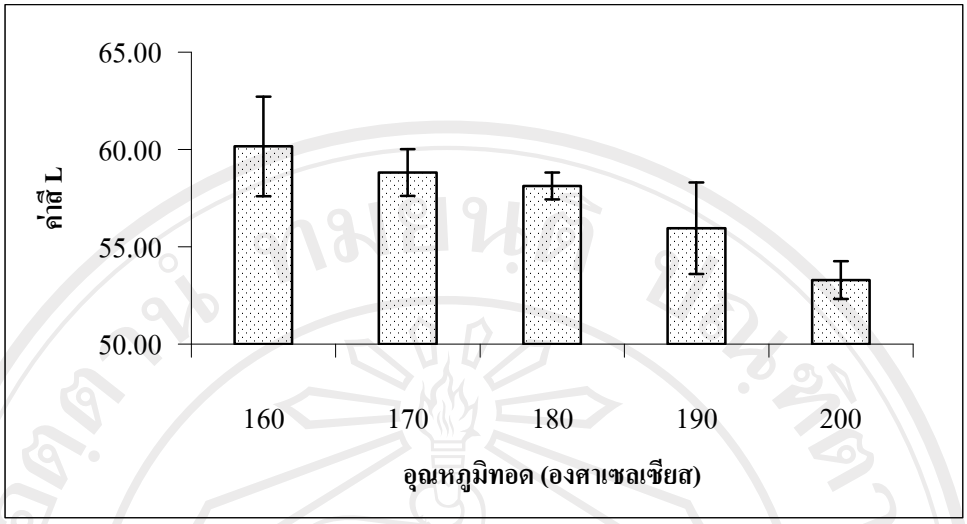
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งทอด

จากรูปที่ 4.5 พบว่าความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่อุณหภูมิต่างๆ มีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่ออุณหภูมิการทอดสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากข้าวเกรียบกุ้งมีการพองตัวมากขึ้นจึงทำให้มีลักษณะกรอบและแตกหักง่าย เมื่อทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิสูงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันไปยังข้าวเกรียบกุ้งมากขึ้น ทำให้ข้าวเกรียบกุ้งทอดมีการพองตัวและมีความพรุนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การจับตัวกันระหว่างเนื้อของข้าวเกรียบกุ้งทอดลดลง ในกรณีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่ไม่ได้มีการพองตัวเหมือนข้าวเกรียบกุ้งทอดแต่มีแนวโน้มของความแข็งที่ลดลง (กรอบมากขึ้น) เมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kita *et al*. (2007) ที่พบว่าอุณหภูมิทอดไม่มีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของ potato crisp จากการทอดด้วยน้ำมันปาล์ม แต่มีแนวโน้มของความแข็งที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเช่นกัน และงานวิจัยของ Math *et al.* (2004) ที่พบว่า ที่อุณหภูมิทอดสูงขึ้น *papad* จะมีความหนาแน่นลดลงส่งผลให้มีความกรอบมากขึ้น

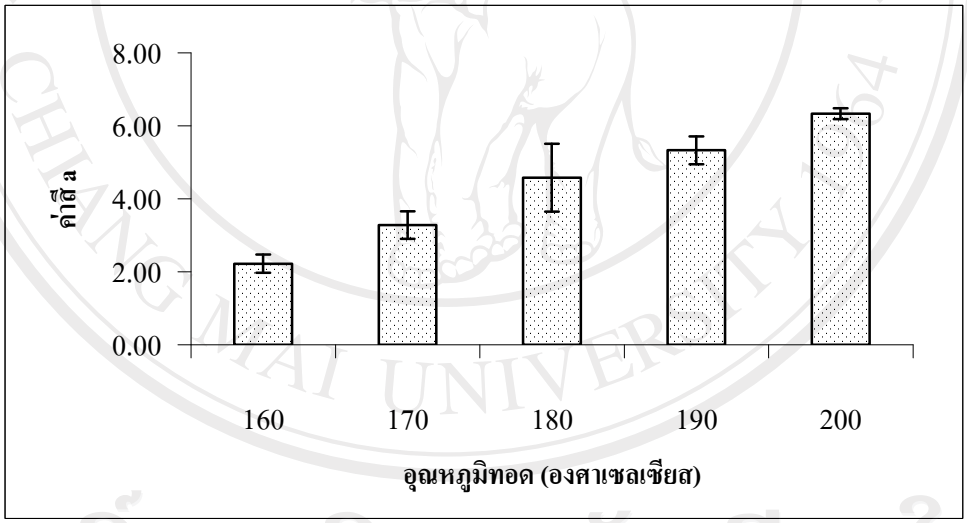
4.2.3 ผลของอุณหภูมิทอดต่อสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด

จากการวิเคราะห์ค่าสีของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 160, 170, 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส ได้ผลดังรูปที่ 4.6, 4.7 และ 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

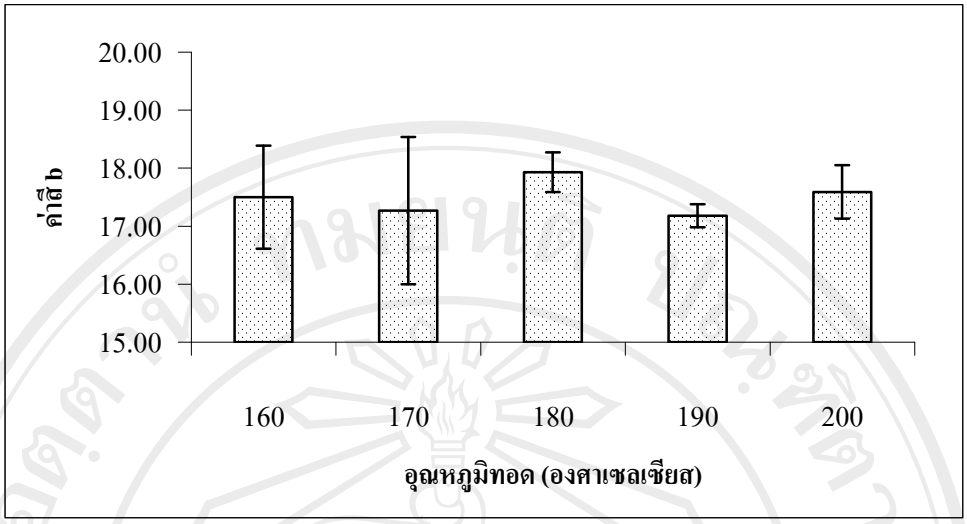


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี L ของข้าวเกรียบกุ้งทอด



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี a ของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิทอดและค่าสี b ของข้าวเกรียบกุ้งทอด

จากรูปที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 พบว่าค่าสี L (ความสว่าง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดมีแนวโน้มลดลงเมื่อทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะที่ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตามลำดับ

จากการทดสอบทางสถิติพบว่า ค่าสี L (ความสว่าง) และ ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ 160 กับ 200 องศาเซลเซียสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ในแต่ละอุณหภูมิทอดต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสข้าวเกรียบกุ้งทอดจะมีสีเข้มกว่าข้าวเกรียบกุ้งทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด อันเป็นผลมาจากองค์ประกอบของข้าวเกรียบกุ้งได้รับความร้อน โดยที่เมื่ออุณหภูมิการทอดเพิ่มขึ้นอัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มของสีในข้าวเกรียบกุ้งจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน (นิธิยา, 2549)

การที่ข้าวเกรียบกุ้งทอดมีค่าสี L (ความสว่าง) ลดลงและค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) เพิ่มขึ้น เนื่องจากในการทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น น้ำมันปาล์มที่มีอุณหภูมิสูงนี้จะไปทำให้ข้าวเกรียบกุ้งเกิดการสุกและเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดอย่างรวดเร็วกว่า การทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิต่ำในระยะเวลาการทอดที่เท่ากัน ส่งผลให้ลักษณะของข้าวเกรียบกุ้งหลังการทอดที่อุณหภูมิสูงมีสีที่เข้มกว่าข้าวเกรียบกุ้งหลังการทอดที่อุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Krokida *et al.* (2001) ที่พบว่าที่ระยะเวลาทอดที่เท่ากัน การทอดที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ potato strips มีค่าสี L (ความสว่าง) ลดลงและค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) เพิ่มขึ้นส่วนค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง)

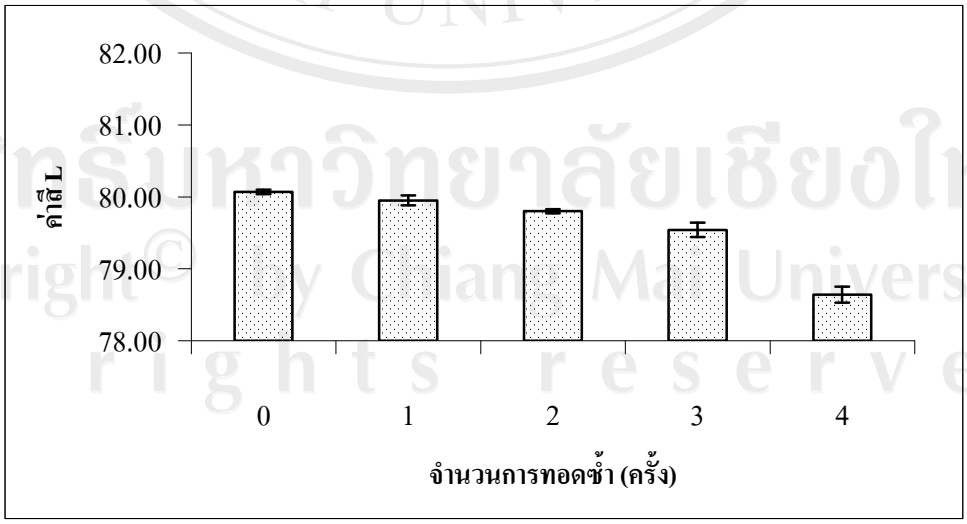
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ Pedreschi et al. (2005) ยังพบว่าเมื่ออุณหภูมิทอดสูงขึ้นจะทำให้ potato slices ที่ได้มีสีเข้มขึ้น และ Baik and Mittal (2003) ก็พบว่าการทอด tofu ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ ค่าสี L (ความสว่าง) ลดลงและค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) เพิ่มขึ้นส่วนค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นในการวิเคราะห์สมบัติด้านสีที่สำคัญของข้าวเกรียบกุ้งทอดจึงควรใช้ค่าสี L (ความสว่าง) และค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพด้านสีของข้าวเกรียบกุ้ง

จากผลการทดลองในตอนที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าอุณหภูมิของน้ำมันปาล์มมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของทั้งข้าวเกรียบกุ้งทอดและน้ำมันปาล์ม แต่ปัจจัยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบกุ้งทอดและน้ำมันปาล์มที่พบได้บ่อยอีกประการคือ การใช้น้ำมันทอดซ้ำ ซึ่งจะส่งผลให้ข้าวเกรียบกุ้งทอด และน้ำมันปาล์มมีลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นในการทดลองตอนที่ 4.3 และ 4.4 จึงได้ศึกษาผลของการทอดซ้ำต่อคุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบกุ้งทอดและน้ำมันปาล์ม โดยใช้อุณหภูมิการทอดเท่ากับ 180 องศาเซลเซียส เพื่อลดผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มจากการใช้อุณหภูมิที่สูงในการทอด และไม่ทำให้ข้าวเกรียบกุ้งทอดมีลักษณะที่ไม่น่ารับประทาน

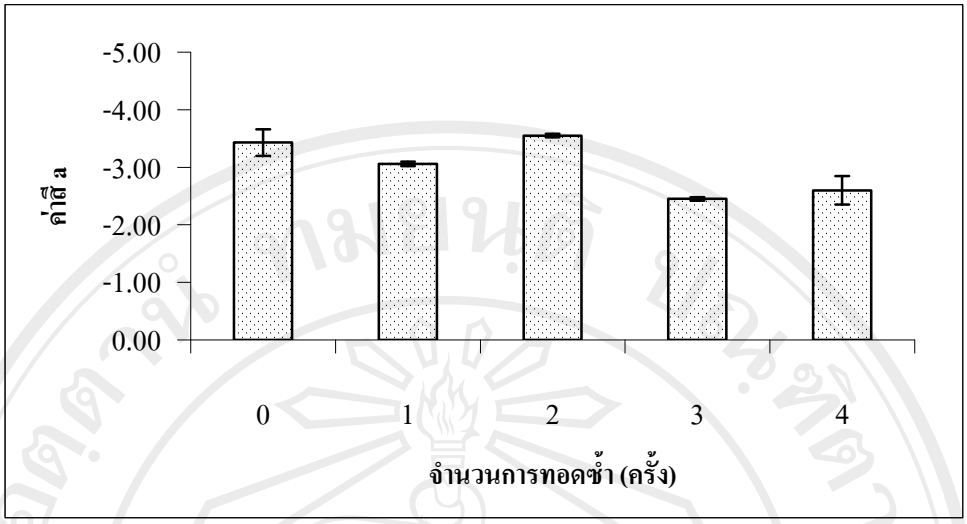
4.3 ผลของการทอดซ้ำต่อสีของน้ำมันปาล์ม

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดข้าวเกรียบกุ้งทอดที่อุณหภูมิทอด 180 องศาเซลเซียสครั้งแรก และหลังการทอดซ้ำ 1, 2, 3 และ 4 ครั้งได้ผลดังรูปที่ 4.9, 4.10 และ 4.11

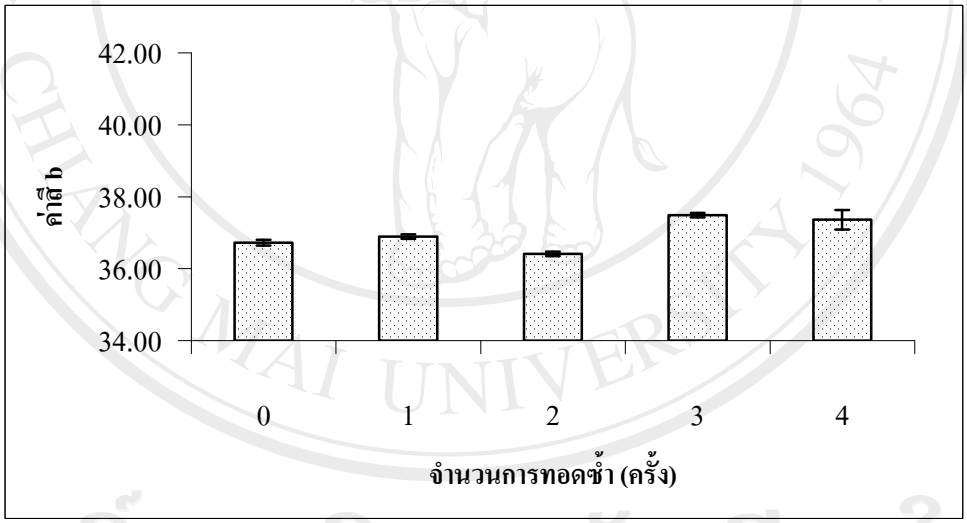


รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี L ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี a ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี b ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.9, 4.10 และ 4.11 พบว่าค่าสี L (ความสว่าง), a (สีเขียว-สีแดง) และ b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ครั้งแรกกับหลังการทอดซ้ำทั้ง 4 ครั้ง จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ การที่ค่าสี L (ความสว่าง), a (สีเขียว-สีแดง) และ b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของน้ำมันปาล์มมีความแตกต่างกันหลังจากผ่านการทอดข้าวเกรียบกุ้งในแต่ละครั้ง เป็นเพราะน้ำมันปาล์มหลังผ่านการทอดซ้ำหลายๆ

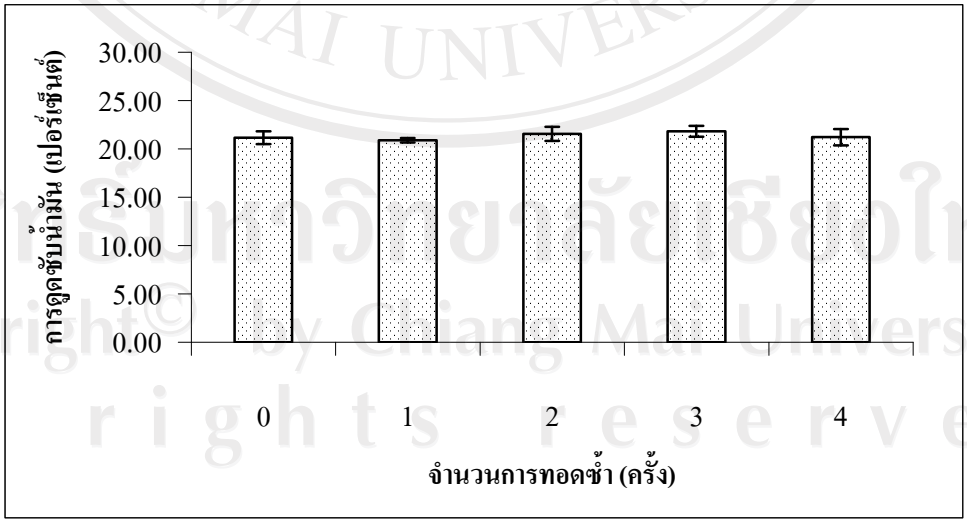
ครั้งจะมีสีเข้มออกสีน้ำตาลคล้ำ เนื่องจากองค์ประกอบของสีในผลิตภัณฑ์จะแพร่จากผลิตภัณฑ์สู่น้ำมันระหว่างการทอด (Yoon *et al.*, 1987) การสลายตัวของสีในผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาระหว่างองค์ประกอบในอาหารกับน้ำมัน (Takekoka *et al*., 1997) การดูดซับสีจากผลิตภัณฑ์ทอด (Che Man *et al*., 1996) ปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชันที่อุณหภูมิสูง (Nasirullah, 2001) และการเกิดปฏิกิริยาคาราเมไลเซชันของผลิตภัณฑ์ ที่ทำให้องค์ประกอบที่ละลายได้กระจายตัวในน้ำมัน (Baixauli *et al*., 2002) ซึ่งจะส่งผลทำให้น้ำมันปาล์มมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือมีสีที่เข้มขึ้นนั่นเอง

การใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายๆครั้งเปรียบได้กับการเพิ่มระยะเวลาในการทอด ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการทอดส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันเช่นกัน ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Manral *et al*. (2008) ที่พบว่าการทอดปลาโดยใช้ระยะเวลานานขึ้นจะทำให้น้ำมันที่ใช้ทอดมีสีคล้ำขึ้น

4.4 ผลของการทอดซ้ำต่อการดูดซับน้ำมัน เนื้อสัมผัส และสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด

4.4.1 ผลของการทอดซ้ำต่อการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ผลการวิเคราะห์การดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ในการทอดครั้งแรก และใช้น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.12



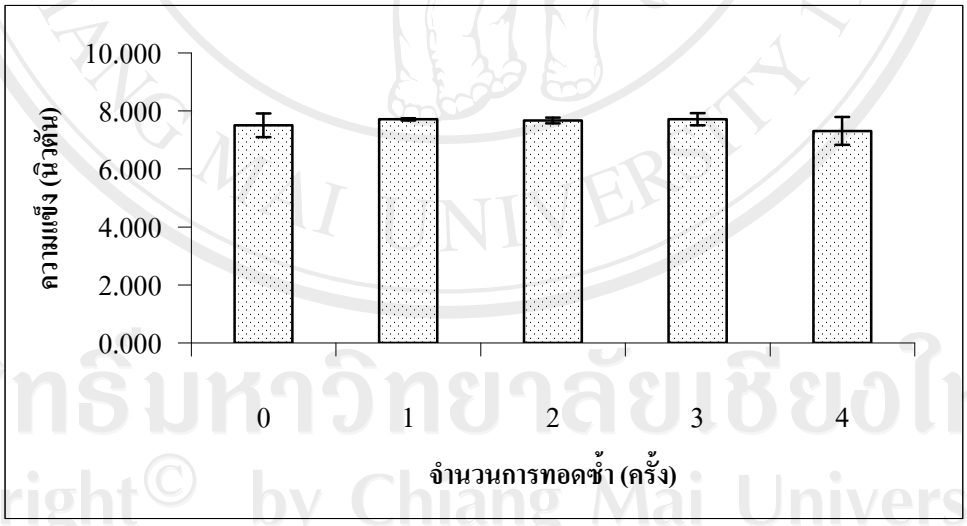
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.12 พบว่าการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งที่ทอดโดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ และน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันยังไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตอนที่ 4.2.1 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการใช้น้ำมันทอดซ้ำจำนวน 4 ครั้งไม่ส่งผลให้ความหนืดของน้ำมันปาล์มเปลี่ยนแปลง จึงทำให้การเคลื่อนตัวของน้ำมันปาล์มเข้าไปแทนที่น้ำ หรือ เข้าไปแทรกในช่องว่างของรูพรุนที่กว้างขึ้นอันเนื่องมาจากการพองตัวในข้าวเกรียบกุ้งมีอัตราที่เท่ากัน ส่งผลให้ค่าการดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งที่ทอดในน้ำมันทอดซ้ำแต่ละครั้งไม่แตกต่างกัน

4.4.2 ผลของการทอดซ้ำต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ผลการวิเคราะห์ความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ในการทอดครั้งแรก และใช้น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งทอด

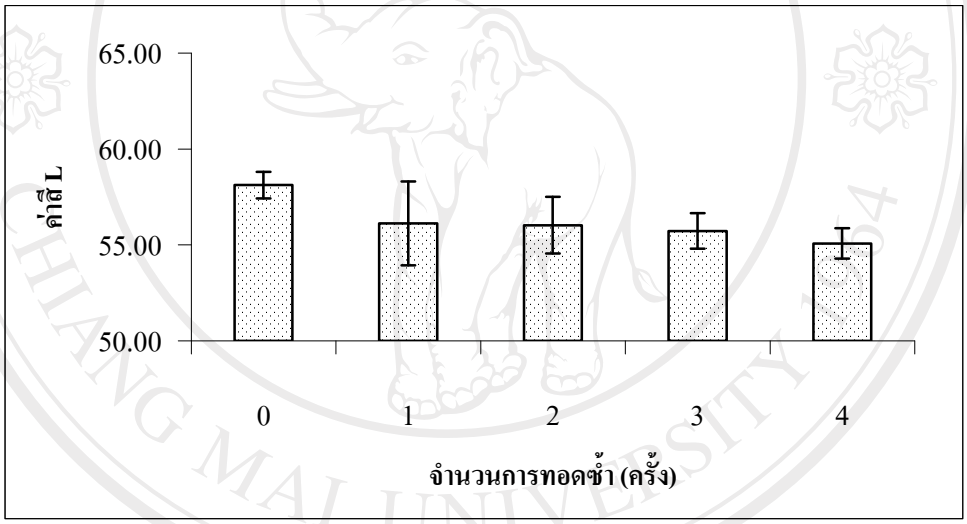
พบว่าความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งที่ทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสโดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ และ น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากการทอดข้าวเกรียบกุ้งที่อุณหภูมิเดียวกันมีการถ่ายเทความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อนไปยังข้าวเกรียบกุ้งที่เท่ากัน ทำให้ข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทอดในแต่ละครั้งจะมีการพองตัวและมีช่องว่างในรูพรุนเท่ากัน ส่งผลให้การจับตัวกันระหว่างเนื้อของข้าวเกรียบกุ้งทอดเท่ากัน นอกจากนี้การทอดซ้ำเพียง 4 ครั้งอาจยังไม่มีผลมากต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงความร้อนของน้ำมันที่ใช้ทอด จึงไม่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันที่ใช้ทอดไปยังอาหาร

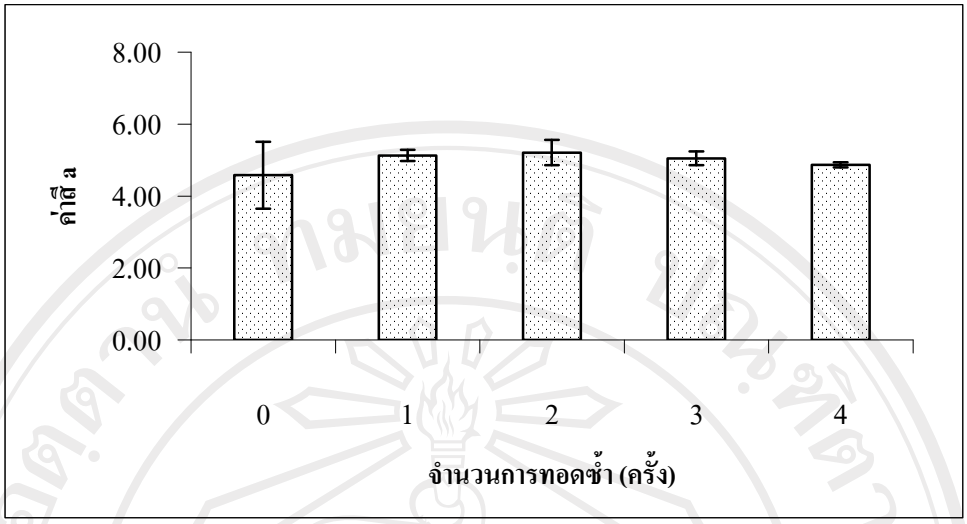
4.4.3 ผลของการทอดซ้ำต่อสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของข้าวเกรียบกุ้งทอดที่ทำการทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ในการทอดครั้งแรก และใช้น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.14, 4.15 และ 4.16

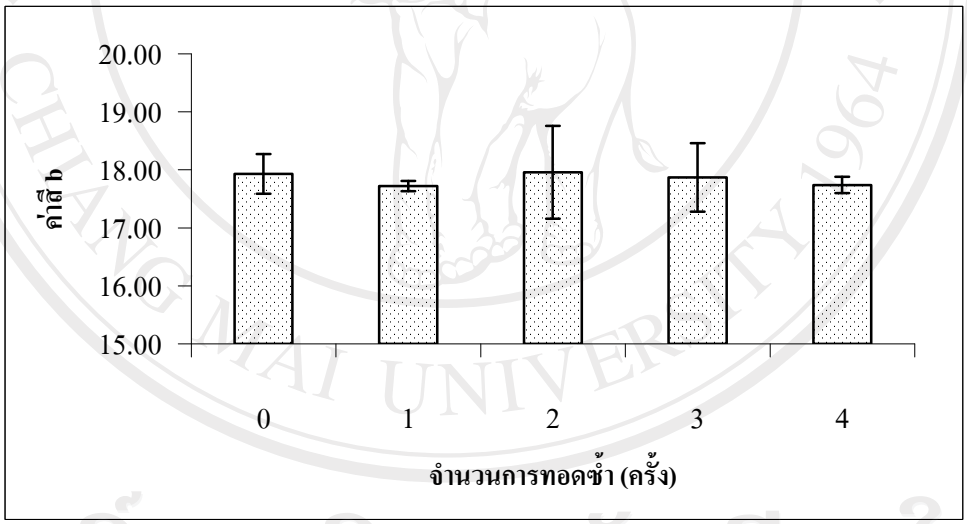


รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี L ของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี a ของข้าวเกรียบกุ้งทอด



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการทอดซ้ำและค่าสี b ของข้าวเกรียบกุ้งทอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.14, 4.15 และ 4.16 พบว่าค่าสี L (ความสว่าง) ของข้าวเกรียบกุ้งที่ทอดโดยใช้น้ำมันปาล์มใหม่ และ น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดในครั้งแรกทอดซ้ำอีก 1, 2, 3 และ 4 ครั้ง จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การใช้น้ำมันทอดซ้ำทำให้ค่าสี a (สีเขียว-สีแดง) และค่าสี b (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การที่ค่าสี L (ความสว่าง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายครั้ง เป็นเพราะ

น้ำมันที่ใช้ทอดมีแนวโน้มของสีที่คล้ำขึ้นเมื่อผ่านการทอดในแต่ละครั้งซึ่งส่งผลให้ค่าสี L (ความสว่าง) ของข้าวเกรียบกุ้งทอดเปลี่ยนแปลงตาม หรือข้าวเกรียบกุ้งทอดมีสีที่คล้ำขึ้นจากการดูดซับน้ำมันที่มีสีคล้ำเข้าไปในชิ้นข้าวเกรียบกุ้งทอดนั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved