บทที่ 4
ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และกัวร์กัม

1. ผลการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

ตรวจสอบผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำ ต่อคุณภาพทางกายภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial Design in CRD ที่ 3x3 เพื่อศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยละ 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ตามลำดับ และปริมาณน้ำ 3 ระดับ คือ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว พบว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลือง ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม ค่าความแข็ง และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำไม่มีอิทธิพลร่วมต่อค่าความเป็นสีแดงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) แสดงผลสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังกล่าวได้ดังตารางที่ 4-1 (รายละเอียดดังภาพผนวก ฉ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพทางกายของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

คุณภาพทางกายภาพ	SPI	Water	SPI*Water
ค่า L* ของบะหมี่จากแป้งข้าว	*	ns	*
ค่า a* ของบะหมี่จากแป้งข้าว	*	*	ns
ค่า b* ของบะหมี่จากแป้งข้าว	*	*	*
น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม	*	*	*
ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม	*	*	*
ค่าความแข็งของบะหมี่	*	*	*
ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าของบะหมี่	*	*	*

* หมายถึง มีอิทธิพลร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีอิทธิพลร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 15 และ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม พบว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 15 และ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ดังตารางที่ 4-1

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-2) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีผลให้ค่าความสว่างมีค่าลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ มีผลให้ค่าความสว่างมีค่าลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ค่าความเป็นสีแดงไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\geq0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความสว่าง อยู่ในช่วง 72.25 ถึง 74.76 ค่าความเป็นสีแดง อยู่ในช่วง 2.39 ถึง 3.75 และค่าความเป็นสีเหลือง อยู่ในช่วง 24.48 ถึง 29.00 ทั้งนี้การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ที่ระดับน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีผลให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความสว่างสูงสุด และค่าความเป็นสีเหลืองต่ำสุด (74.76 และ 24.48 ตามลำดับ)

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าสีแตกต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 73.31 3.29 และ 23.45 ตามลำดับ สอดคล้องกับจากภาพที่ 4-1 แสดงภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำที่ปริมาณต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าลักษณะปรากฏของเส้นบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว และบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อสังเกตจะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

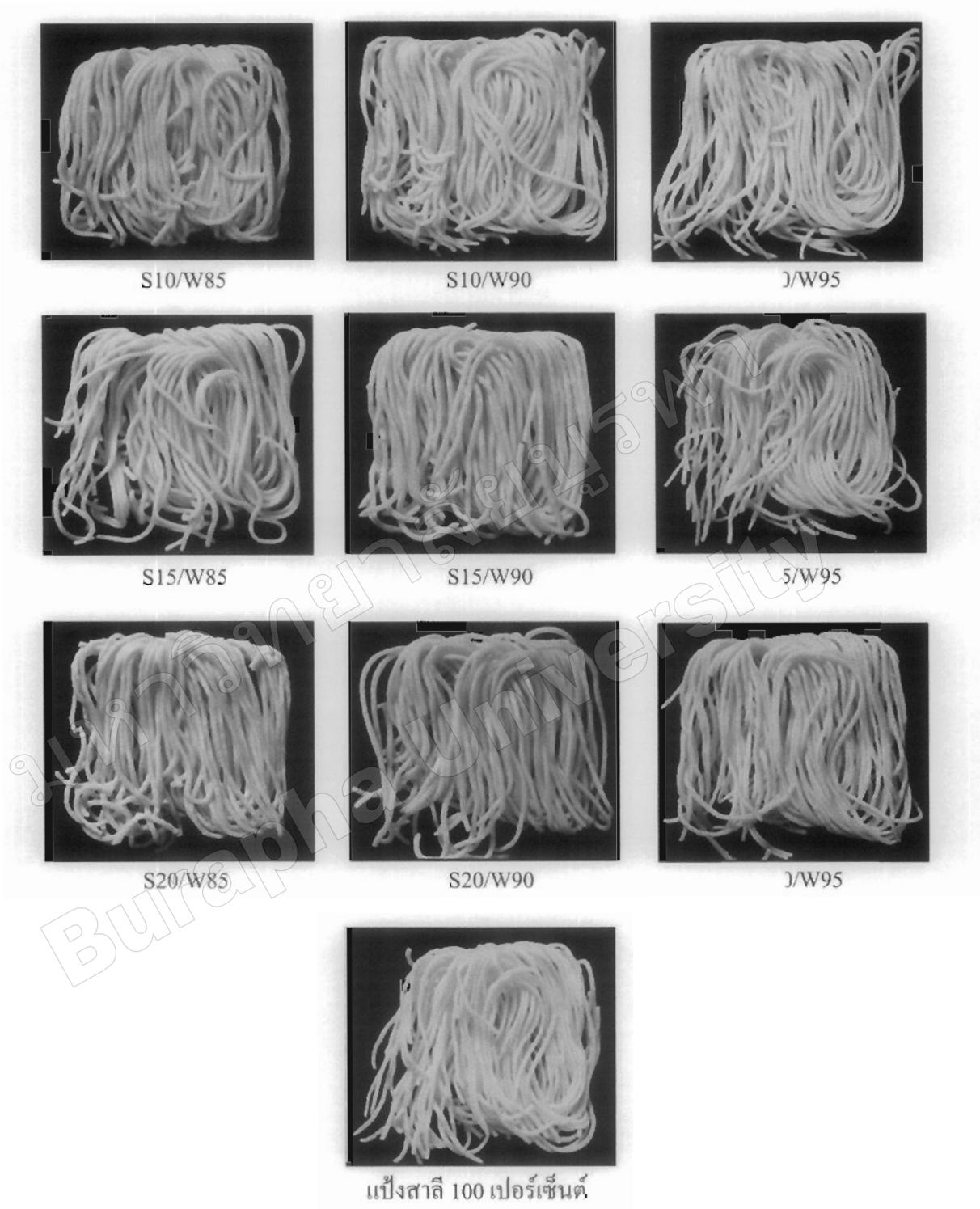
ตารางที่ 4-2 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง และน้ำต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ค่าสี		
		L*	a^{*ns}	b*
10	85	74.56 ± 0.49^{ab}	2.39 ± 0.08	25.5 ± 0.29^{e}
10	90	74.76 ± 1.15^{a}	2.55 ± 0.17	24.66 ± 0.05^{f}
10	95	74.53 ± 0.37^{ab}	2.43 ± 0.15	24.48 ± 0.14^{f}
15	85	73.49 ± 0.51^{cd}	3.13 ± 0.29	27.55 ± 0.18^{c}
15	90	72.73 ± 0.41^{de}	3.29 ± 0.16	27.59 ± 0.24^{c}
15	95	73.58 ± 0.33^{bcd}	3.27 ± 0.11	26.85 ± 0.58^{d}
20	85	73.85 ± 0.15^{abc}	3.36 ± 0.79	28.32 ± 0.13^{b}
20	90	72.74 ± 0.67^{de}	3.75 ± 0.17	29.00 ± 0.37^{a}
20	95	72.25 ± 0.02^{e}	3.41 ± 0.12	28.39 ± 0.20^{b}
แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์		73.31 ± 0.51	3.29 ± 0.11	23.45 ± 0.69

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-1 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำที่ปริมาณต่าง ๆ และบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ S หมายถึง ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และ W หมายถึง ปริมาณน้ำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้ม

จากการตรวจสอบผลของคุณภาพของบะหมี่หลังการต้ม ได้แก่ เวลาที่เหมาะสมในการต้มให้สุก (Cooking Time) น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking Yield) และ ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม (Cooking Loss) ของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว พบว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 15 และ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มและน้ำหนักที่ได้หลังการต้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4-1

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-3) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว มีผลให้น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ทำให้น้ำหนักที่ได้หลังการต้มเพิ่มขึ้น และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก อยู่ในช่วง 6-8 นาที น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม อยู่ในช่วง 242.82 เปอร์เซ็นต์ ถึง 274.94 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม อยู่ใช่วง 15.17 เปอร์เซ็นต์ ถึง 18.65 เปอร์เซ็นต์ โดยที่การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่ได้มีน้ำหนักที่ได้หลังการต้มสูงสุด (274.94 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่การเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 95 กรัม ต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่ได้มีปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำสุด (15.17 เปอร์เซ็นต์)

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก เท่ากับ 8 นาที น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม เท่ากับ 244.60 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม เท่ากับ 8.34 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-3 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (นาที)	น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม (เปอร์เซ็นต์)
10	85	6.5	242.82±1.42^{g}	16.23±0.46^{d}
10	90	6	249.31±0.59^{f}	16.29±0.35^{d}
10	95	6	261.19±0.97^{c}	15.17±0.14^{e}
15	85	7.5	255.17±0.71^{e}	17.98±0.07^{b}
15	90	7	257.10±0.84^{d}	15.81±0.19^{d}
15	95	7	261.97±0.77^{c}	15.23±0.28^{e}
20	85	8	260.76±0.28^{c}	18.65±0.04^{a}
20	90	8	265.72±0.55^{b}	17.38±0.18^{c}
20	95	8	274.94±0.21^{a}	16.29±0.35^{d}
แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์		8	244.60±0.92	8.34±0.21

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Burapha University

1.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-1) พบว่า ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และปริมาณน้ำมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความแข็ง และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และปริมาณน้ำต่าง ๆ ไม่สามารถวัดค่าความต้านทานต่อการถึงขาดได้ เนื่องจากเมื่อนำเส้นบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมาคืนรูปตามเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (ตารางที่ 4-3) เส้นบะหมี่มีลักษณะขาดเป็นเส้นเล็ก ๆ และมีความยาวไม่พอสำหรับใช้ในการวัดค่าต้านทานต่อการดึงขาดได้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-4) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ทำให้มีค่าความแข็งลดลง และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความแข็ง อยู่ในช่วง 1771.74 กรัม ถึง 2366 กรัม และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า อยู่ในช่วง 14.32 กรัม-วินาที ถึง 22.56 กรัม-วินาที ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ที่ระดับน้ำปริมาณ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีค่าความแข็งต่ำอยู่ในช่วง 1750.50 ถึง 1771.74 กรัม

อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีความแตกต่างกันโดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแข็ง เท่ากับ 1274.97 กรัม และมีค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า เท่ากับ 15.67 กรัม-วินาที

ตารางที่ 4-4 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเจหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการยึดเกาะผิวหน้า (กรัม-วินาที)	ค่าความต้านต่อการดึงขาด (กรัม)
10	85	1772.47±2.97^{e}	18.67±0.38^{b}	-
10	90	1761.90±2.46^{f}	22.57±0.35^{a}	-
10	95	1750.07±2.71^{g}	22.40±1.00^{a}	-
15	85	2146.52±3.41^{b}	14.53±0.21^{e}	-
15	90	1874.17±5.51^{c}	16.70±0.40^{c}	-
15	95	1857.83±3.06^{d}	16.93±0.15^{c}	-
20	85	2369.03±3.21^{a}	14.70±0.40^{e}	-
20	90	2365.53±4.51^{a}	16.70±0.20^{c}	-
20	95	2363.70±4.58^{a}	17.00±0.20^{c}	-
แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์		1274.97±3.02^{h}	15.67±0.21^{d}	13.68±0.16

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.4 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบด้วยวิธีทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 15 และ 20 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 85 90 และ 95 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (ตารางที่ 4-5) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสแตกต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวได้รับคะแนนความชอบด้านสี อยู่ในช่วง 4.76 ถึง 6.24 คะแนน ด้านกลิ่น อยู่ในช่วง 4.64 ถึง 6.12 คะแนน ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วง 4.04 ถึง 5.80 คะแนน และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วง 4.04 ถึง 6.04 คะแนน ขณะที่ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ด้านกลิ่น ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.12 6.64 7.08 และ 7.16 คะแนน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม และน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (5.60 คะแนน) และความชอบโดยรวม (6.04 คะแนน) มีคะแนนรองจากบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

พิจารณาคัดเลือกปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และปริมาณน้ำที่เหมาะสมจากสูตรที่มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ ค่าความแข็งต่ำ ค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัม และน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด และมีคะแนนรองจากบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย เท่ากับ 6 นาที ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม เท่ากับ 16.29 เปอร์เซ็นต์ และคุณภาพเนื้อสัมผัสด้านค่าความแข็งต่ำ 1761.90 และ1750.07 กรัม

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัม และน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ไปศึกษาในการทดลองตอนที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4-5 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			
		สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
10	85	6.24±0.52^{b}	6.12±0.67^{b}	5.20±0.58^{cd}	5.52±0.51^{cd}
10	90	6.12±0.78^{bc}	5.86±0.90^{cd}	5.60±0.82^{bc}	6.04±0.54^{b}
10	95	6.44±0.77^{b}	5.96±0.68^{bc}	5.08±0.91^{d}	5.48±0.82^{cd}
15	85	5.80±0.58^{cd}	5.64±0.49^{cd}	5.20±0.58^{cd}	4.04±0.79^{e}
15	90	5.20±0.56^{d}	5.92±0.57^{bc}	5.80±0.96^{b}	5.68±0.48^{c}
15	95	5.12±0.33^{e}	5.52±0.51^{d}	4.96±0.98^{d}	5.20±0.58^{d}
20	85	4.76±0.52^{f}	4.72±0.68^{e}	4.04±0.68^{e}	4.36±0.64^{e}
20	90	4.40±0.58^{h}	5.00±0.82^{e}	4.16±0.37^{e}	4.12±0.33^{e}
20	95	4.76±0.60^{f}	4.64±0.49^{e}	4.24±0.44^{e}	4.20±0.41^{e}
แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์		7.12±0.44^{a}	6.64±0.49^{a}	7.08±0.86^{a}	7.16±0.55^{a}

$^{a,b,c.}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ผลการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส

การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสโดยเตรียมบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัม และน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (จากผลการทดลองข้อที่ 1) โดยแปรปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 5 ระดับ คือ 0 1 2 3 และ 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม แล้วนำบะหมี่ทอดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โครงสร้างทางจุลภาค คุณภาพของบะหมี่หลังการต้ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (ตารางที่ 4-6) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสมากขึ้น ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 25.48 ถึง 26.84 ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 2.47 ถึง 3.31ขณะที่ค่าความสว่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\geq0.05$) อยู่ในช่วง 74.14 ถึง 74.98

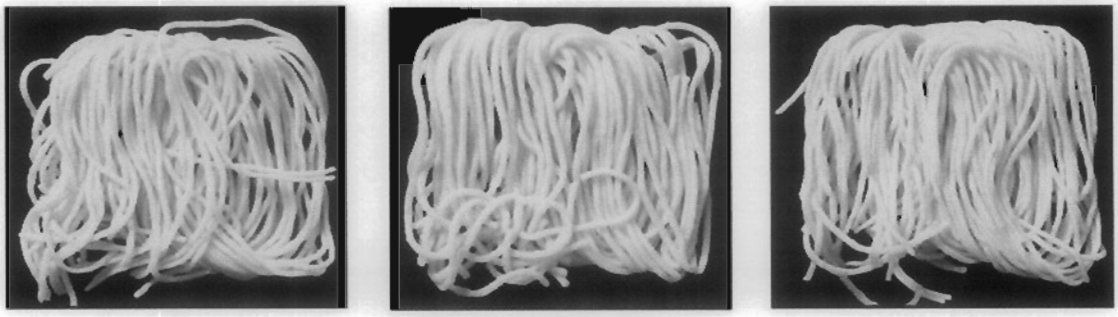
ตารางที่ 4-6 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสต่อค่าสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100กรัม)	ค่าสี		
	L*[ns]	a*	b*
0	74.43±0.48	2.47±0.04[c]	25.48±0.10[b]
1	74.96±0.40	2.79±0.10[b]	25.59±0.04[c]
2	74.14±0.34	2.74±0.07[b]	25.58±0.18[c]
3	74.98±0.26	2.77±0.12[b]	25.90±0.10[b]
4	74.66±0.08	3.31±0.10[a]	26.84±0.18[a]

[a,b,c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p<0.05$)

[ns] หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



(ก) (ข) ค)

(ง) (จ)

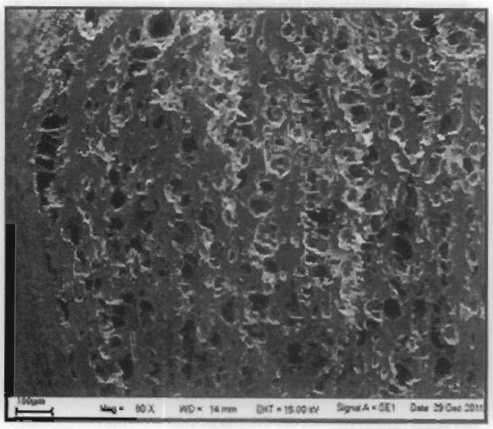
ภาพที่ 4-2 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสที่ระดับ (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม และ (จ) 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม

จากภาพที่ 4-2 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทราส์กลูตามิเนสที่ระดับต่าง ๆ โดยสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีสีเหลืองนวล และมีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน

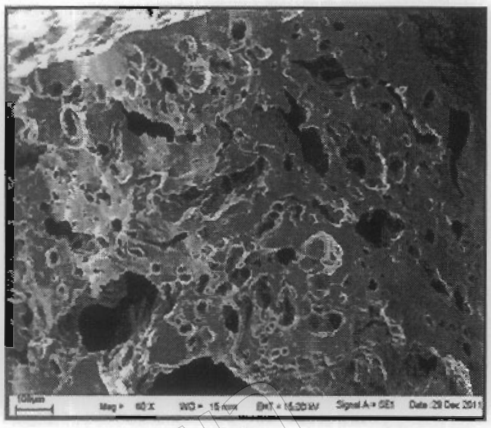
2.2 ผลการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค

จากภาพตัดขวาง (Cross Section) ของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ ทรานส์กลูตามิเนสที่ระดับต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ภาพที่ 4-3) จากภาพพบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีโครงสร้างทางจุลภาคแตกต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าที่บริเวณช่องอากาศที่อยู่ภายในของเส้นบะหมี่ของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะการเชื่อมโยงเป็นเส้นใย ส่วนผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส พบว่า เมื่อปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสเพิ่มขึ้น ทำให้บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีโครงสร้างแน่น และทึบขึ้น

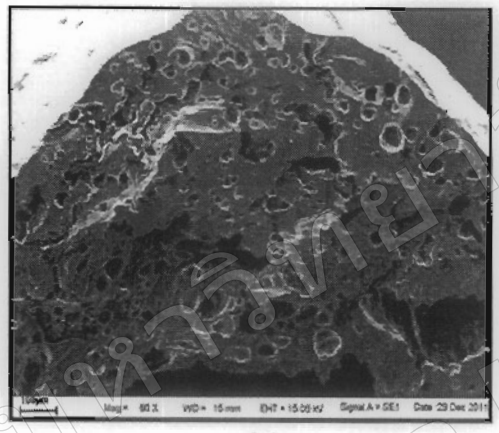
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



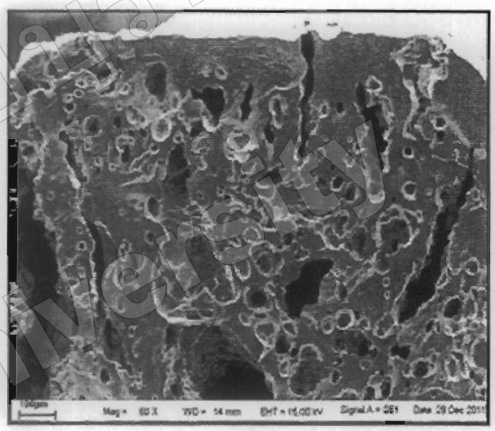
(ก)



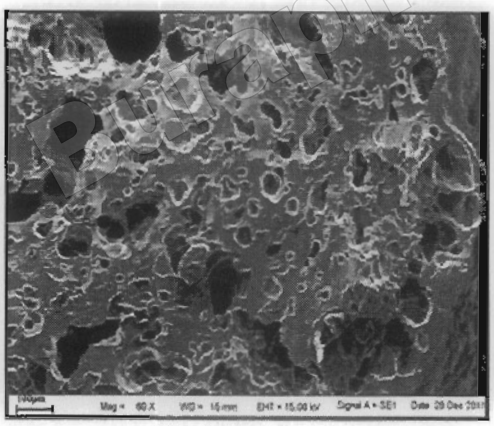
(ง)



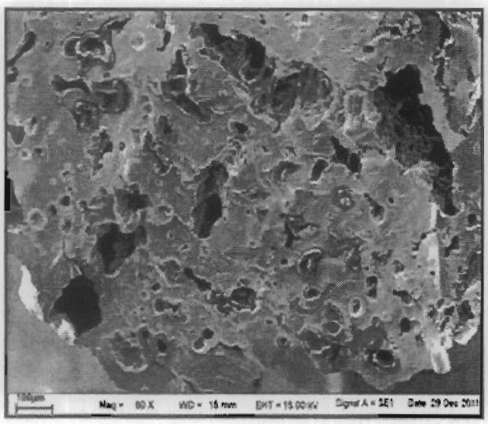
(ข)



(จ)



(ค)



(ฉ)

ภาพที่ 4-3 ภาพตัดขวาง (Cross Section) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี และบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวเติม (ข) เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 0 กรัม (ค) 1 กรัม (ง) 2 กรัม (จ) 3 กรัม และ (ฉ) 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้ม

จากผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (ตารางที่ 4-7) พบว่า การเพิ่มปริมาณเอนไซม์ ทรานส์กลูตามิเนส มีผลให้น้ำหนักที่ได้หลังการต้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 247.17 เปอร์เซ็นต์ ถึง 227.40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) อยู่ในช่วง 15.36 เปอร์เซ็นต์ ถึง 16.41 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เมื่อปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสเพิ่มขึ้น มีผลให้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกไม่แตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่ได้มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก เท่ากับ 6 นาที

ตารางที่ 4-7 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	คุณภาพหลังการต้ม		
	เวลาที่เหมาะสมในการต้ม (นาที)	น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม (เปอร์เซ็นต์)^{ns}
0	6	247.17±1.11^{a}	16.41±1.54
1	6	244.77±1.15^{b}	16.27±0.31
2	6	241.59±1.00^{c}	15.91±0.60
3	6	236.73±1.51^{d}	15.42±0.82
4	6	227.40±1.17^{e}	15.36±0.13

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (ตารางที่ 4-8) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสมีค่าความแข็ง และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อเพิ่มปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสในผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว มีผลทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 1751.06 ถึง 2359.29 กรัม ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 21.60 ถึง 13.67 กรัม-วินาที อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ไม่สามารถวัดค่าความต้านทานต่อการถึงขาดได้ เนื่องจากเมื่อนำเส้นบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมาคืนรูปตามเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (ตารางที่ 4-7) เส้นบะหมี่มีลักษณะขาด จึงไม่สามารถวัดค่าการต้านทานต่อการดึงขาดได้

ตารางที่ 4-8 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (กรัม-วินาที)
0	1751.08±3.24^{e}	21.81±0.19^{a}
1	1766.76±6.11^{d}	17.97±0.35^{b}
2	1857.49±9.12^{c}	17.05±0.11^{c}
3	2143.73±9.58^{b}	16.92±0.21^{c}
4	2359.29±3.04^{a}	13.78±0.41^{d}

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.5 ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินประสาทสัมผัสด้านความชอบด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-9) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส มีผลให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสีอยู่ในช่วง 6.03 ถึง 6.70 คะแนน คะแนนด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 5.40 ถึง 5.73 คะแนน และคะแนนด้านลักษณะเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 5.17 ถึง 6.10 คะแนน สำหรับคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสปริมาณ 2 กรัม ถึง 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม อยู่ในช่วง 6.23 ถึง 6.63 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

เมื่อพิจารณาคัดเลือกปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสที่เหมาะสมจาก มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ ค่าความแข็งต่ำ ค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดสุด เท่ากับ 6.63 คะแนน มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย เท่ากับ 6 นาที ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม เท่ากับ 15.91 เปอร์เซ็นต์ และคุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง เท่ากับ 1857.49 กรัม

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตา - มิเนสปริมาณ 2 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ไปศึกษาในการทดลองข้อที่ 3 ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-9 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เติมปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสระดับต่าง ๆ

ปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	ลักษณะเนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบโดยรวม
0	6.30±1.47	5.40±1.65	5.53±1.88	5.43±0.68^{b}
1	6.20±1.50	5.40±1.96	5.17±1.78	5.47±0.73^{b}
2	6.70±1.38	5.73±1.64	6.10±1.81	6.63±0.85^{a}
3	6.23±1.31	5.73±1.82	5.60±1.99	6.27±0.97^{a}
4	6.03±1.47	5.70±1.99	5.73±1.44	6.23±0.94^{a}

$^{a,b,c..}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ผลการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยกัวร์กัม

ตรวจสอบผลของปริมาณกัวร์กัมต่อคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว เตรียมบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม น้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสปริมาณ 2 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (ที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 2) และแปรปริมาณกัวร์กัม 5 ระดับ คือ 0 1 2 3 และ 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม แล้วนำบะหมี่ทอดที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี โครงสร้างทางจุลภาค คุณภาพของบะหมี่หลังการต้ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

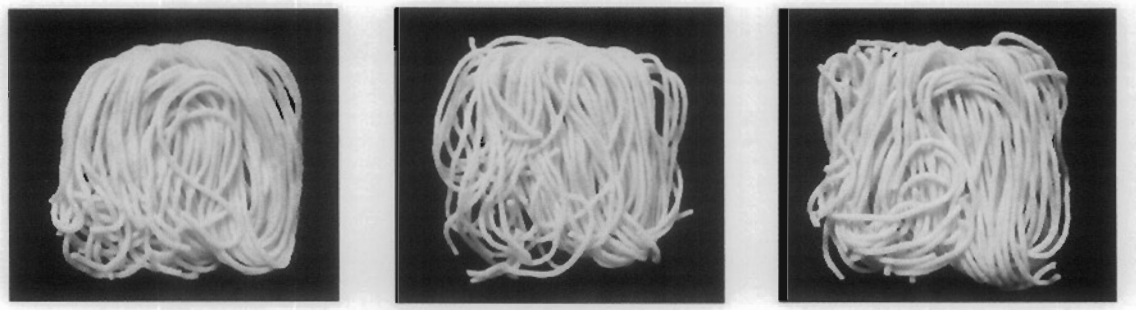
จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัม (ตารางที่ 4-10) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมในปริมาณที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ค่าความเป็นสีเหลืองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ทั้งนี้เมื่อเพิ่มปริมาณกัวร์กัมมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว มีค่าความสว่างมากขึ้น อยู่ในช่วง 74.98 ถึง 77.75 แต่มีค่าความเป็นสีแดงลดลง อยู่ในช่วง 2.18 ถึง 2.70 และค่าความเป็นสีเหลือง อยู่ในช่วง 25.49 ถึง 25.03

ตารางที่ 4- 10 ผลของปริมาณกัวร์กัมต่อค่าสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณกัวร์กัม (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ค่าสี		
	L*	a*	b*^{ns}
0	74.98±0.18^{c}	2.70±0.07^{a}	25.49±0.07
1	76.13±0.51^{b}	2.63±0.18^{ab}	25.74±0.18
2	76.62±0.51^{b}	2.42±0.16^{b}	25.72±0.38
3	76.78±0.16^{b}	2.66±0.13^{ab}	25.86±0.23
4	77.75±0.29^{a}	2.18±0.03^{a}	25.03±1.00

$^{a,b,c,...}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{ns} หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ)

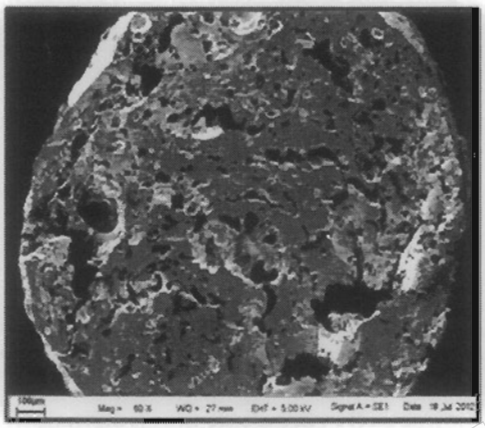
ภาพที่ 4-4 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม และ(จ) 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม

จากภาพที่ 4-5 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัม มีลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน และมีสีเหลืองนวลใกล้เคียงกัน

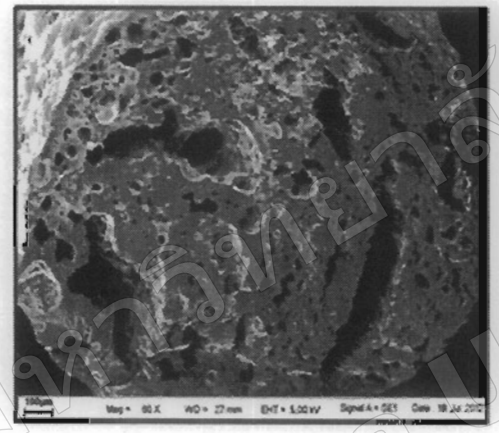
3.2 ผลการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค

การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัม โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงดังภาพที่ 4-5 พบว่า เมื่อปริมาณกัวร์กัมมากขึ้น เส้นบะหมี่มีโครงสร้างแน่นขึ้น และมีช่องอากาศลดลง

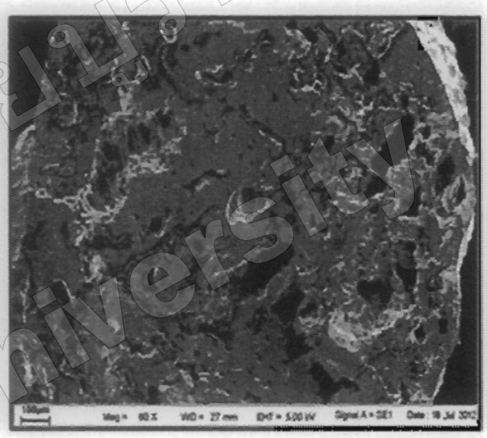
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



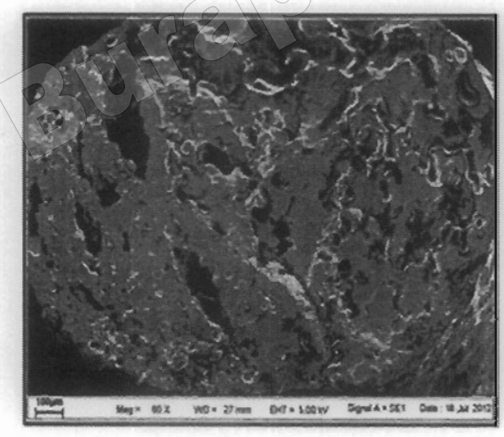
(ก)



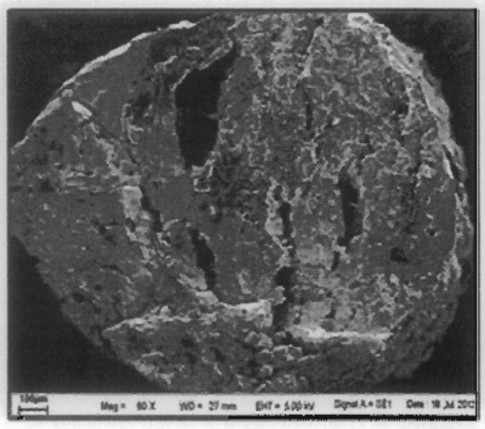
(ข)



(ง)



(ค)



(จ)

ภาพที่ 4-5 ภาพตัดขวาง (Cross Section) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม และ (จ) 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้ม

จากผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-11) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมก๋วร์กัมในปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อเติมก๋วร์กัมในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกลดลง จาก 6 นาที เป็น 4 นาที น้ำหนักที่ได้หลังการต้มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 242.42 เปอร์เซ็นต์ ถึง 288.84 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มลดลง อยู่ในช่วง 15.69 เปอร์เซ็นต์ ถึง 8.47 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามการเติมก๋วร์กัมในปริมาณ 3 กรัม และ 4 กรัม ต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม มีผลทำให้มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกต่ำที่สุด เท่ากับ 4 นาที และมีปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้มต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เท่ากับ 9.20 เปอร์เซ็นต์ และ 8.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-11 ผลของปริมาณก๋วร์กัมต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณก๋วร์กัม (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	เวลาที่เหมาะสมที่ต้มบะหมี่ให้สุก (นาที)	น้ำหนักที่ได้หลังต้ม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม (เปอร์เซ็นต์)
0	6	242.42 ± 0.23^{c}	15.69 ± 0.18^{a}
1	5.5	256.44 ± 0.81^{d}	12.98 ± 0.88^{b}
2	5	267.77 ± 0.97^{d}	11.61 ± 0.43^{c}
3	4	282.82 ± 0.23^{b}	9.20 ± 0.28^{d}
4	4	288.84 ± 0.49^{a}	8.47 ± 0.07^{d}

$^{a,b,c,\ldots}$หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.4 ผลตรวจสอบคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการตรวจสอบคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัม (ตารางที่ 4-12) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมในปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลต่อคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง การยึดเกาะที่ผิว และความต้านทานต่อการดึงขาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อเติมกัวร์กัมในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแข็งเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 1862.60 กรัม ถึง 3722.88 กรัม ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 17.65 ถึง 27.62 กรัม-วินาที และค่าความต้านทานต่อการดึงขาดเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 11.65 กรัม ถึง 12.79 กรัม โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ 3 กรัม และ 4 กรัมต่อน้ำหนัก 100 กรัม มีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเท่า 12.29 กรัม และ 12.79 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ 0 กรัม และ 1 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ไม่สามารถวัดค่าความต้านทานต่อการถึงขาดได้ เนื่องจากเส้นบะหมี่จากแป้งข้าวที่ได้หลังจากการต้มเส้นขาด จึงทำให้มีความยาวไม่พอสำหรับการวัดค่าความต้านต่อการดึงขาด

ตารางที่ 4-12 ผลของปริมาณกัวร์กัมต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

ปริมาณกัวร์กัม (กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม)	ลักษณะเนื้อสัมผัส		
	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (กรัม-วินาที)	ค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (กรัม)
0	1862.60 ± 6.81^{e}	17.65 ± 0.57^{c}	-
1	3216.14 ± 12.53^{d}	18.75 ± 0.35^{c}	-
2	3349.86 ± 9.50^{c}	25.84 ± 0.98^{b}	11.65 ± 0.13^{b}
3	3412.75 ± 4.20^{b}	27.36 ± 0.54^{a}	12.29 ± 0.19^{a}
4	3722.62 ± 6.93^{a}	27.62 ± 0.56^{a}	12.79 ± 0.25^{a}

$^{a,b,c,\ldots}$หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการนำผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ (ตารางที่ 4-13) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) แต่มีคะแนนการประเมินความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ 3 กรัม และ 4 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ได้คะแนนการประเมินคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เท่ากับ 6.97 คะแนน และ 7.03 คะแนน ตามลำดับ และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เท่ากับ 6.90 คะแนน และ 6.97 คะแนน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาคัดเลือกปริมาณกัวร์กัมที่เหมาะสมจาก มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ ค่าความแข็งต่ำ ค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ 3กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านคาามชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 6.63 คะแนน ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย เท่ากับ 4 นาที ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ เท่ากับ 9.20 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเนื้อสัมผัสด้านค่าความแข็ง เท่ากับ 3412.75 กรัม และด้านความต้านทานต่อการดึงขาดสูง เท่ากับ 12.29 กรัม และ

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม ไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในการทดลองตอนที่ 3ต่อไป

ตารางที่ 4-13 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เติมปริมาณกัวร์กัมระดับต่าง ๆ

ปริมาณกัวร์กัม (กรัมต่อน้ำแป้ง 100 กรัม)	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			
	สี[ns]	กลิ่น[ns]	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.07±1.05	5.93±1.05	5.73±1.44[b]	5.80±1.06[b]
1	6.17±1.21	6.07±0.69	5.70±1.34[b]	5.97±1.10[b]
2	6.10±1.52	6.10±0.61	6.20±1.49[b]	6.03±0.76[b]
3	6.17±1.15	6.03±1.22	6.97±1.22[a]	6.90±1.06[a]
4	6.13±0.97	6.10±0.76	7.03±0.76[a]	6.97±0.72[a]

[a,b,c.] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตอนที่ 2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดด้วยการนึ่งโด

จากการทดลองในตอนที่ 1 เป็นการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยการใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด การใช้เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงสายโปรตีน และเกิดพันธะโควาเลนซ์ที่แข็งแรง และเติมกัวร์กัมเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส สำหรับการทดลองตอนที่ 2 เป็นการปรับปรุงคุณภาพของแป้งข้าว โดยศึกษาการทำให้แป้งข้าวเกิดเจลาติไนซ์บางส่วน โดยการนึ่งโดด้วยเวลาที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยการนึ่งโด โดยตรวจสอบผลของเวลานึ่งโดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ทำโดยเตรียมบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดปริมาณ 10 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และน้ำปริมาณ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (ตามผลที่ได้จากตอนที่ 1 ข้อที่ 1) โดยแปรเวลานึ่งโดจากแป้งข้าว 5 ระดับ คือ 3 5 7 9 และ 11 นาที จากนั้นนำโดที่ได้มาผลิตบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ อัตราการเกิดเจลาติไนซ์ ค่าสี คุณภาพของบะหมี่หลังการต้ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.1 ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดเจลาติไนซ์

ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดเจลาติไนซ์ของโดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งโดที่เวลาต่าง ๆ (ตารางที่ 4-14) พบว่า ก้อนโดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลา 3 5 7 9 และ 11 นาที มีอัตราการเกิดเจลาติไนซ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้เวลาที่ใช้ในการนึ่งโดมากขึ้น ทำให้อัตราการเกิดเจลาติไนซ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราการเกิดเจลาติไนซ์มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 23.94 เปอร์เซ็นต์ เป็น 73.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการนึ่งโดจาก 3 นาที เป็น 11 นาที

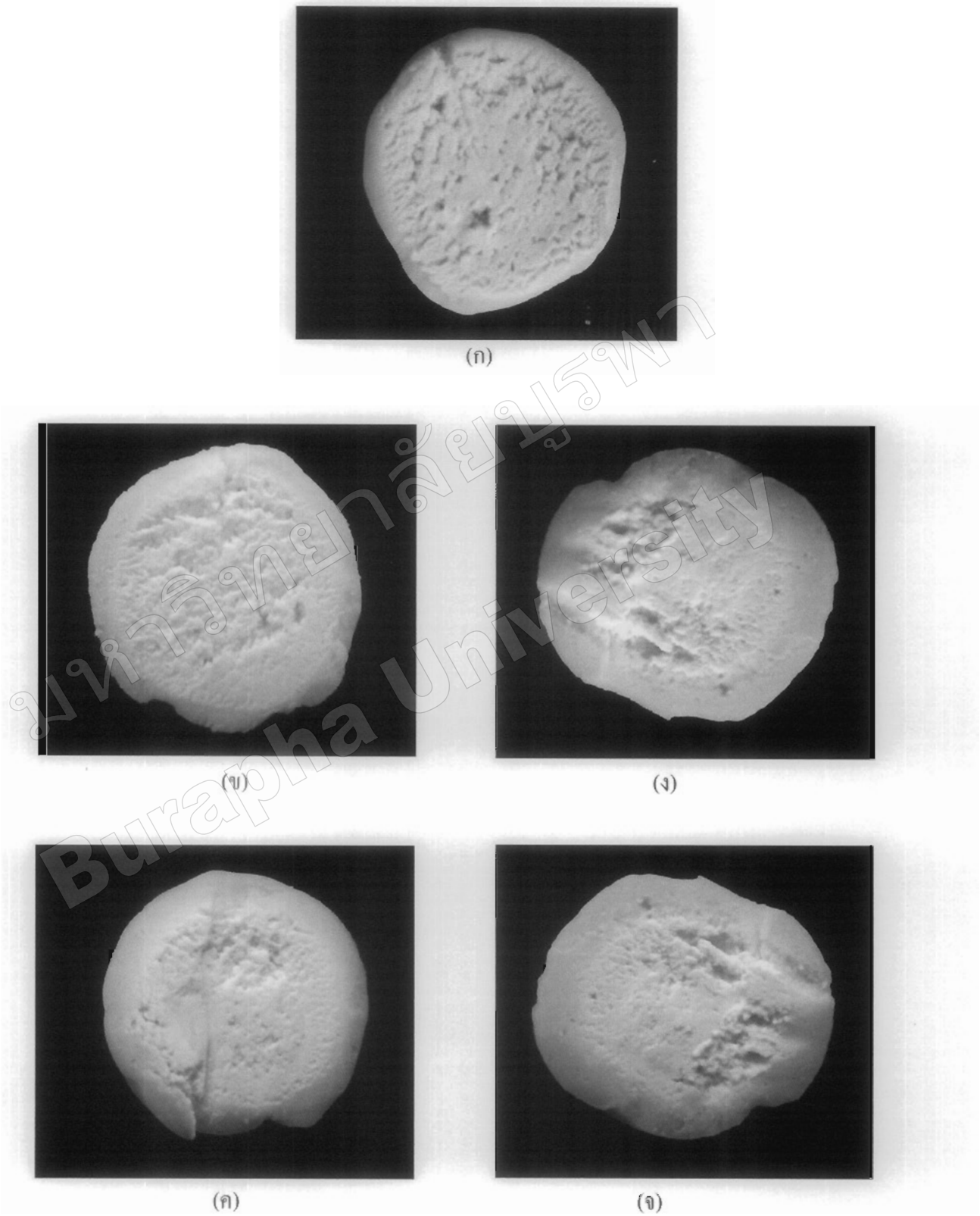
ตารางที่ 4-14 ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดเจลาติไซน์โดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลาต่าง ๆ

เวลานึ่งโดจากแป้งข้าว (นาที)	อัตราการเกิดเจลาติไนซ์ (เปอร์เซ็นต์)
3	23.94 ± 0.70^{e}
5	51.51 ± 0.69^{d}
7	56.36 ± 1.58^{c}
9	60.31 ± 1.31^{b}
11	73.03 ± 0.70^{a}

^{a,b,c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากภาพที่ 4-6 ลักษณะของก้อนโดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลา 3 5 7 9 และ 11 นาที จะเห็นว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาการนึ่งก้อนโดจากแป้งข้าว และเมื่อผ่าครึ่งจะเห็นบริเวณตรงขอบมีส่วนใสที่หนาขึ้น ทั้งนี้เกิดจากการที่โดแป้งข้าวเกิดเจลาติไนซ์บางส่วนจากบริเวณที่ผิวเข้าสู่บริเวณใจกลางของก้อนโด ซึ่งภาพดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดเจลาติไนซ์โดจากแป้งข้าว (ตารางที่ 4-14)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-6 ก้อนโดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลา (ก) 3 นาที (ข) 5 นาที (ค) 7 นาที (ง) 9 นาที และ (จ) 11 นาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสี

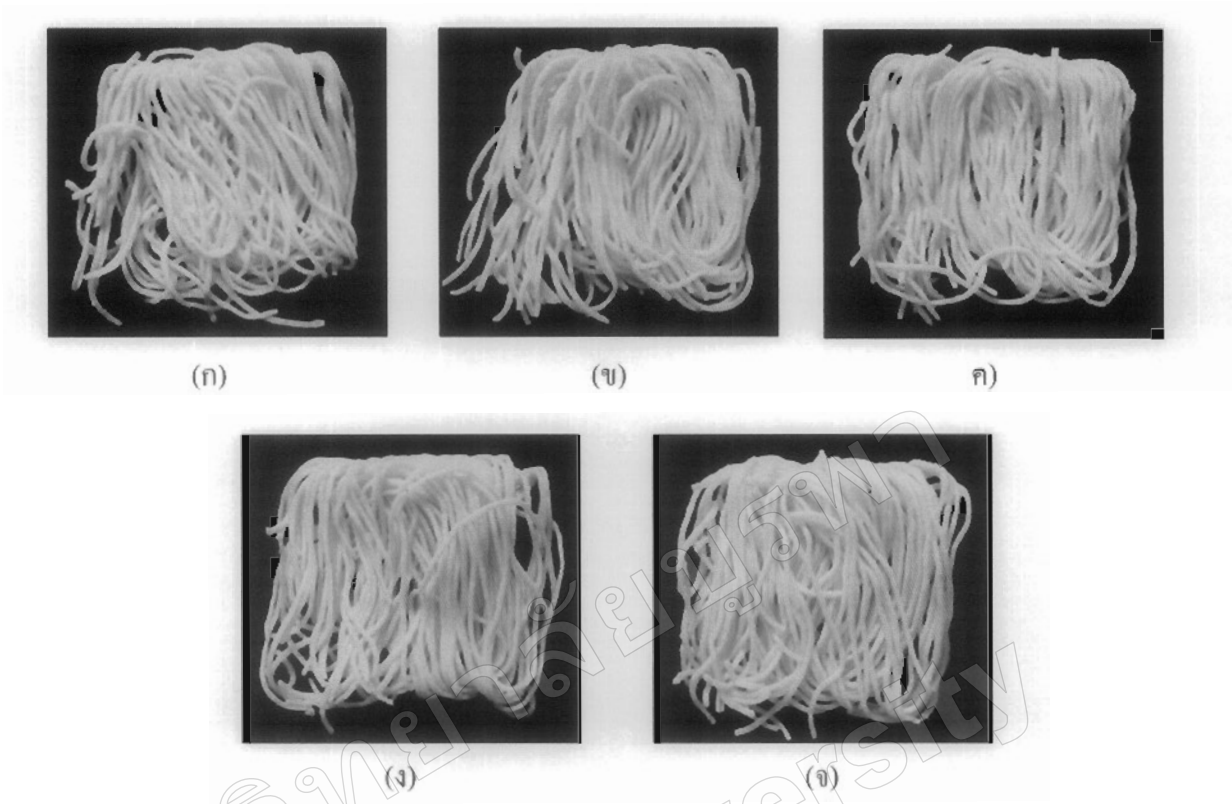
จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโด (ตารางที่ 4-15) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดด้วยเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อใช้เวลาในการนึ่งโดมากขึ้นผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความสว่างมากขึ้น อยู่ในช่วง 74.36 ถึง 77.75 ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 3 5 และ 7 นาที มีค่าความเป็นสีแดง อยู่ในช่วง 2.62 ถึง 2.66 ซึ่งมีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที และ 11 นาที มีค่าเท่ากับ 2.18 และ 2.27 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 3 นาที และ 5 นาที มีค่าความเป็นสีเหลืองสูงสุด เท่ากับ 24.37 และ 24.66 ตามลำดับ รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 7 นาที และ 9 นาที มีค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 24.12 และ24.23 ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 11 นาที มีค่าความเป็นสีเหลืองต่ำที่สุด เท่ากับ 23.91

ตารางที่ 4-15 ผลของเวลานึ่งโดแป้งข้าวต่อคุณภาพด้านสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

เวลานึ่งโดแป้งข้าว (นาที)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
3	74.36±0.04^{d}	2.62±0.04^{a}	24.37±0.18^{ab}
5	74.98±0.18^{c}	2.56±0.18^{a}	24.66±0.21^{a}
7	76.84±0.25^{a}	2.66±0.10^{a}	24.12±0.14^{bc}
9	77.75±0.29^{a}	2.18±0.13^{b}	24.23±0.19^{bc}
11	77.58±0.30^{a}	2.27±0.03^{b}	23.91±0.28^{c}

$^{a,b,c...}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-7 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวจากการเตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา (ก) 3 นาที และ (ข) 5 นาที(ค) 7 นาที (ง) 9 นาที (จ) 11 นาที

จากภาพที่ 4-6 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโด มีลักษณะปรากฏคล้ายกัน

2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของหลังการต้ม

จากผลการตรวจสอบคุณภาพหลังการต้มของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว (ตาราง ที่ 4-16) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดด้วยเวลาที่แตกต่างกัน มีผลให้คุณภาพหลังการต้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเวลาในการนึ่งโดมากขึ้น ทำให้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกลดลงจาก 7 นาที เป็น 5 นาที น้ำหนักที่ได้หลังการต้มลดลง อยู่ในช่วง 257.06 เปอร์เซ็นต์ ถึง 247.45 เปอร์เซ็นต์ โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 3 นาที มีน้ำหนักที่ได้หลังการต้มสูงสุด เท่ากับ 257.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 5 นาที และ 7 นาที มีน้ำหนักที่ได้หลังการต้มเท่ากับ 248.67 เปอร์เซ็นต์ และ 248.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที และ 11 นาที มีน้ำหนักที่ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หลังการต้มต่ำสุด เท่ากับ 246.83 เปอร์เซ็นต์ และ 247.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มลดลง อยู่ในช่วง 16.62 เปอร์เซ็นต์ ถึง 11.84 เปอร์เซ็นต์ โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 3 นาที และ 5 นาที มีปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มสูงสุด เท่ากับ 16.62 เปอร์เซ็นต์ และ 16.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 7 นาที มีปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม เท่ากับ 14.76 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที และ 11 นาที มีปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำสุด เท่ากับ 12.29 เปอร์เซ็นต์ และ 11.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-16 ผลของเวลานึ่งโดจากแป้งข้าวต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

เวลานึ่งโดจากแป้งข้าว (นาที)	คุณภาพหลังการต้ม		
	เวลาที่เหมาะสมในการต้มให้สุก (นาที)	น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม (เปอร์เซ็นต์)
3	7	257.06±0.10^{a}	16.62±0.18^{a}
5	6	248.67±0.48^{b}	16.31±0.21^{a}
7	5	248.62±0.55^{b}	14.76±0.09^{b}
9	5	246.83±1.22^{c}	12.29±0.10^{c}
11	5	247.45±0.67^{c}	11.84±0.34^{c}

$^{a,b,c,..}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลาต่าง ๆ (ตารางที่ 4-17) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลาต่าง ๆ มีคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 1467.52 กรัม ถึง 2558.75 กรัม ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 11.05 ถึง 27.29 กรัม-วินาที และค่าความต้านต่อการดึงขาดเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที และ 11 นาที เท่ากับ 12.03 กรัม และ 13.57 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโดที่ผ่านการนึ่งที่เวลา 3 5 และ 7 นาที ไม่สามารถวัดค่าได้ เนื่องจากหลังจากการคืนรูป เส้นบะหมี่ขาดเป็นเส้นเล็ก ๆ ทำให้มีความยาวไม่พอสำหรับการวัด

ตารางที่ 4-17 ผลของเวลานึ่งโดต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว

เวลานึ่งโดจากแป้งข้าว (นาที)	ลักษณะเนื้อสัมผัส		
	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (กรัม-วินาที)	ค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (กรัม)
3	1467.52±5.69^{d}	11.05±0.77^{d}	-
5	1768.91±0.28^{c}	22.35±0.29^{c}	-
7	2029.76±5.02^{b}	22.75±0.50^{c}	-
9	2550.04±7.97^{a}	26.08±0.58^{b}	12.03±0.45^{b}
11	2558.75±3.91^{a}	27.29±0.90^{a}	13.57±0.53^{a}

$^{a,b,c,..}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.5 ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

จากการนำผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลาแตกต่างกันไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ (ตารางที่ 4-18) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลาแตกต่างกัน มีคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวมีคะแนนด้านลักษณะเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 4.90 ถึง 7.03 คะแนน และมีคะแนนด้านความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 4.93 ถึง 7.10 คะแนน ยกเว้นคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p\geq0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที และ 11 นาที ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

เมื่อพิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากเวลาในการนึ่งโดที่เหมาะสมจาก มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ ค่าความแข็งต่ำ และมีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง จากผลการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.07 คะแนน มีเวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุกน้อย เท่ากับ 5 นาที ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มต่ำ เท่ากับ 12.29 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง เท่ากับ 2550.04 กรัม และด้านความต้านทานต่อการดึงขาดสูง เท่ากับ 12.03 กรัม

ดังนั้นจึงพิจารณาเลือก ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา 9 นาที ไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในการทดลองตอนที่ 3 ต่อไป

ตารางที่ 4-18 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากการนึ่งโดที่เวลาต่าง ๆ

เวลานึ่งโดจากแป้งข้าว (นาที)	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			
	สี[ns]	กลิ่น[ns]	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
3	6.10±0.61	6.07±0.98	4.90±1.21[c]	4.93±0.94[c]
5	6.27±1.05	6.13±0.57	6.03±0.72[b]	6.10±0.96[b]
7	6.20±1.37	6.17±0.59	6.07±0.98[b]	6.43±1.23[b]
9	6.23±1.04	6.23±1.10	7.00±1.23[a]	7.07±0.91[a]
11	6.07±0.91	6.10±0.76	7.03±0.76[a]	7.10±0.61[a]

[a,b,c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

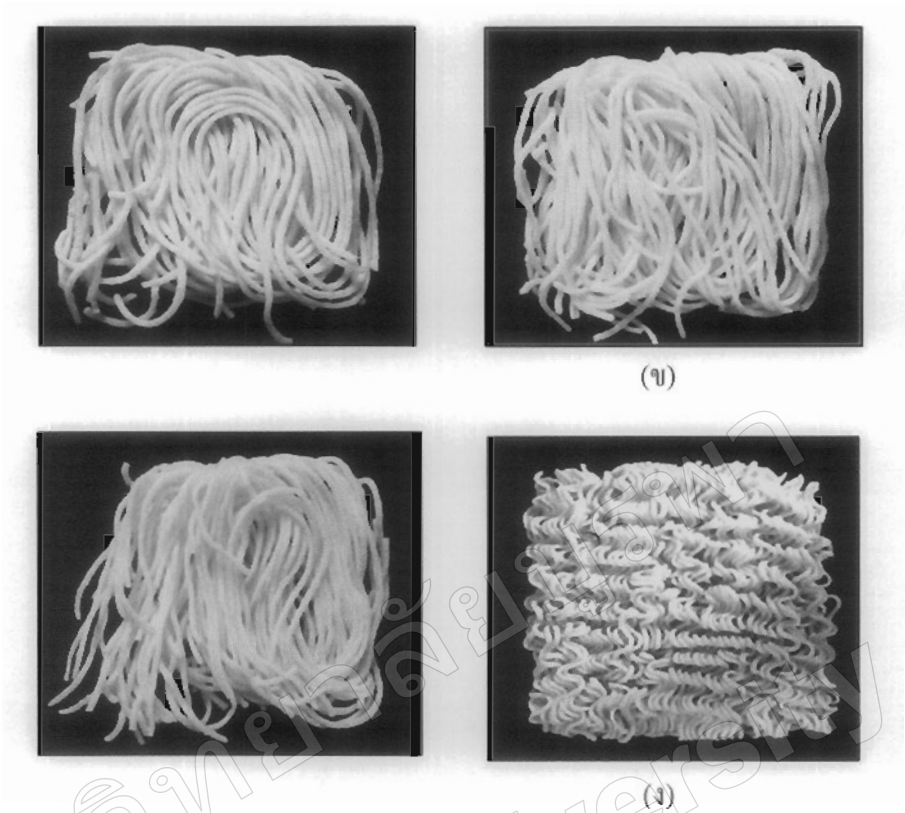
[ns] หมายถึง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี และบะหมี่ทอดทางการค้า

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัม เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 กรัม และกัวร์กัม 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (จากผลการทดลองในตอนที่ 1) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และนึ่งโดที่เวลา 9 นาที (จากผลการทดลองในตอนที่ 2) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า (ตารางที่ 4-19) พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวจากผลการทดลองตอนที่ 1 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารทั้งหมด เท่ากับ 8.27 11.47 15.25 1.47 63.56 และ 1.98 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวจากผลการทดลองตอนที่ 2 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารทั้งหมด เท่ากับ 7.48 11.82 16.11 1.52 63.06 และ 1.87 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวทั้งสองมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า

จากภาพที่ 4-8 ลักษณะของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัม เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 กรัม และกัวร์กัม 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (จากผลการทดลองในตอนที่ 1) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และนึ่งโดที่เวลา 9 นาที (จากจากผลการทดลองในตอนที่ 2) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า จะเห็นว่าลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวทั้งสองตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะคล้ายกัน ส่วนผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้ามีลักษณะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น ทั้งนี้เกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4-8 ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอด (ก) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัม เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 กรัม และกัวร์กัม 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (ข) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และนึ่งโดที่เวลา 9 นาที (ค) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และ(ง) ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-19 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า

องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/100 กรัม)	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนัก)	8.27±0.02[d]	7.48±0.08[b]	5.66±0.06[c]	3.56±0.04[d]
โปรตีน[1] (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนักแห้ง)	11.47±0.03[b]	11.82±0.01[a]	10.63±0.01[c]	9.06±0.05[d]
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนักแห้ง)	15.25±0.17[b]	16.11±0.39[a]	15.02±0.10[b]	15.85±0.39[a]
เถ้า (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนักแห้ง)	1.47±0.01[d]	1.52±0.01[c]	1.72±0.03[a]	1.56±0.04[b]
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนักแห้ง)	63.56±0.20[c]	63.06±0.35[c]	66.97±0.13[b]	69.97±0.5[a]
ใยอาหารทั้งหมด[ns] (เปอร์เซ็นต์/น้ำหนักแห้ง)	1.98±0.02	1.87±0.07	1.93±0.05	1.95±0.02

ตัวอย่างที่ที่ 1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัม เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 กรัม และกัวร์กัม 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม

ตัวอย่างที่ 2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม และนึ่งโดที่เวลา 9 นาที

ตัวอย่างที่ 3 หมายถึง ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 4 หมายถึง ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า

[1] หมายถึง ปริมาณโปรตีน = ปริมาณไนโตรเจน x 6.25

[a,b,c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

Burapha University มหาวิทยาลัยบูรพา