ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาวิธีการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้สารส้มที่เหมาะสมในการล้างเมล็ดทุเรียน

จากการนำเมล็ดทุเรียนมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกสีน้ำตาลและแยก hypocotyl ออกแล้วหั่นเมล็ดทุเรียนเป็นชิ้นเล็ก ๆ หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำมาศึกษาปริมาณการใช้สารส้มที่เหมาะสมในการล้างเมล็ดทุเรียน โดยการใช้สารส้มในปริมาณ 1 2 3 4 และ 5% ตามลำดับเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง เปรียบเทียบความลื่นของเมล็ดทุเรียนภายหลังจากการล้างทั้ง 5 ชุด โดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 3 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความลื่นของเมล็ดทุเรียน ที่ล้างด้วยสารส้มในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณสารส้ม (%)	คะแนนเฉลี่ย[ns]
1	3.2
2	2.5
3	3.4
4	3.5
5	3.2

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

จากผลในตารางที่ 3 พบว่า การแช่เมล็ดทุเรียนในสารละลายสารส้มอิ่มตัวมีผลทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านความลื่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ความลื่นอาจมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของแป้งจากเมล็ด คือ ความลื่นของเมล็ดทุเรียนที่น้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีกว่าความลื่นของเมล็ดทุเรียนที่มาก ซึ่งสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน จากนั้นจึงทำการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน โดยมีวิธีการผลิตแป้งซึ่งเป็นวิธีการที่ได้มาจากการทำการทดลองเบื้องต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

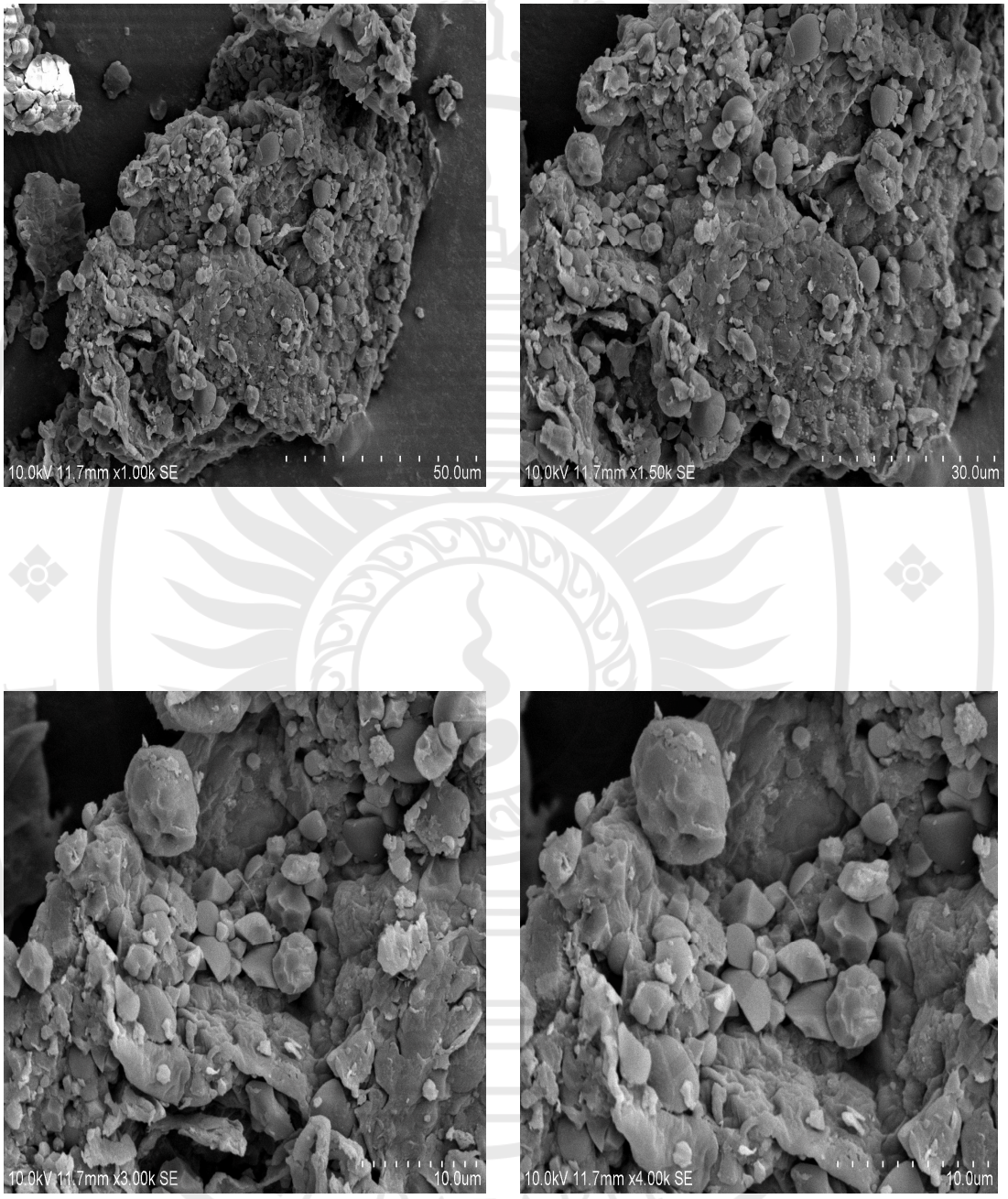
2. ผลการศึกษาสมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

จากการนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ผลิตได้ มาศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพในด้านต่าง ๆ ได้ผลดังต่อไปนี้

2.1 ผลการศึกษาลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งจากเมล็ดทุเรียน

จากผลการศึกษาลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งจากเมล็ดทุเรียนโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด (Scanning electron microscopy SEM) (รูปที่ 6) จากภาพขยายของเม็ดแป้ง พบว่า เม็ดแป้งของเมล็ดทุเรียนที่ได้มีลักษณะรูปร่างแบบผสมมีทั้งเป็นแบบเหลี่ยมและทรงกลม โดยทั้งหมดมีผิวหน้าที่เรียบ มีการจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่ม จากรายงานของ Oates and Powell (1996) ซึ่งศึกษาประโยชน์ทางชีววิทยาของคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดพืชเมืองร้อน พบว่าลักษณะของเม็ดแป้งของเมล็ดทุเรียน เงาะ และลองกองมีลักษณะคล้ายกัน คือ มีลักษณะรูปร่างผสมในแบบทรงกลมและเหลี่ยม มีผิวเรียบ ซึ่งขนาดของเม็ดแป้งมีการกระจายตัวมากกว่าอยู่ในช่วงแคบๆ โดยค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดแป้งประมาณ 5 μm ความแตกต่างของขนาดและโครงสร้างของเม็ดแป้งขึ้นกับแหล่งทางพฤกศาสตร์ และสภาพแวดล้อมในระหว่างปลูก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการสกัดด้วยโดยเฉพาะเม็ดแป้งของทุเรียน ขนุน และลองกอง ที่ไวต่อการแตกหักในขั้นตอนการสกัดมาก (Oates and Powell, 1996) Rengsutthi and Charoenrein (2011) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งเมล็ดขนุน (*Artocarpus heterophyllus*) และการนำไปใช้ประโยชน์ในซอสพริก พบว่า เม็ดแป้งมีลักษณะทรงกลมถึงทรงระฆัง มีผิวหน้าเรียบ มีขนาดเฉลี่ย 10.0 μm มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงและแรงเฉือนได้ดี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



รูปที่ 6 ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งจากเมล็ดทุเรียน ด้วยSEM ที่กำลังขยายต่างๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งจากเมล็ดทุเรียนโดยวิธี AOAC (1990) ผลแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณสารส้ม (%)				
	1	2	3	4	5
ความชื้น	8.93^{a}	7.73^{b}	8.17^{b}	6.87^{c}	7.17^{c}
โปรตีน	6.45^{d}	6.67^{c}	6.50^{cd}	7.28^{a}	6.85^{b}
เส้นใย	0.75^{b}	0.95^{ab}	1.02^{ab}	2.17^{a}	1.34^{ab}
ไขมัน	1.34^{b}	0.96^{b}	1.15^{b}	1.16^{b}	2.33^{a}
เถ้า^{ns}	1.2	1.4	1.2	1.6	1.53
คาร์โบไฮเดรต^{ns}	81.13	82.29	81.96	80.91	80.77

หมายเหตุ : ^{abcd}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ns แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

จากตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณความชื้นของแป้งเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05) เช่นเดียวกับแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4 และ 5% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05) ส่วนปริมาณความชื้นของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) กับทุกทรีตเมนต์ โดยมีปริมาณความชื้นมากที่สุด เท่ากับ 8.93 และแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4 % มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด เท่ากับ 6.87% โดยทุกทรีตเมนต์มีค่าเฉลี่ยความชื้นไม่เกิน 15% ของความชื้นจากแป้งสาลี (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) และมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 10–20% ของความชื้นของแป้งทั่วไป ถ้าแป้งมีความชื้นสูงการดูดซับน้ำของเม็ดแป้งก็จะมาก จึงจัดได้ว่าแป้งจากเมล็ดทุเรียนนี้มีคุณภาพที่ดี และเป็นผลดีในด้านการเก็บรักษาโดยสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ และสามารถเก็บรักษาแป้งจากเมล็ดทุเรียนไว้ได้นาน

ปริมาณโปรตีน พบว่า ปริมาณโปรตีนของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1 2 และ 3% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) กับปริมาณโปรตีนของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4 และ 5% โดยปริมาณโปรตีนของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4% มีมากที่สุด เท่ากับ 7.28% โดยน้ำหนัก และปริมาณโปรตีนของ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1% มีน้อยที่สุด เท่ากับ 6.45% โดยน้ำหนัก ปริมาณโปรตีนของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ได้มีค่าต่ำกว่าโปรตีนจากแป้งสาลีที่ 11.5% (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) อย่างไรก็ตามแป้งจากเมล็ดทุเรียนมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 1.1% (สิรินาถ, 2542) โปรตีนที่อยู่ในแป้งจะมีส่วนทำให้เกิดกลิ่นรสและการเกิดฟองในแป้ง (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ดังนั้น จึงสามารถนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ เพื่อเพิ่มคุณค่าโปรตีนให้แก่ผลิตภัณฑ์

ปริมาณเส้นใย พบว่า ปริมาณเส้นใยของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1%มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)กับแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05) กับปริมาณเส้นใยของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 2 3 และ 5% โดยปริมาณเส้นใยของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4% มีมากที่สุด เท่ากับ 2.17% โดยน้ำหนัก และที่ปริมาณ 1% มีน้อยที่สุด เท่ากับ 0.75% โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณเส้นใยของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 2 3 และ 5% เท่ากับ 0.95 1.02 และ 1.34% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยของแป้งจากเมล็ดทุเรียนอยู่ในช่วง 0.75 – 2.17% ขณะที่ปริมาณเส้นใยที่ได้มีค่ามากกว่าที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของแป้งสาลี (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524) คือ ไม่เกิน 2.00% โดยน้ำหนัก จึงสามารถนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆได้เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยให้กับผลิตภัณฑ์

ปริมาณไขมัน พบว่า ปริมาณไขมันของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1 2 3 และ 4% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P ≤ 0.05) กับปริมาณไขมันของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 5% โดยปริมาณไขมันของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 5% มีมากที่สุด เท่ากับ 2.33% โดยน้ำหนัก ขณะที่แป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้มที่ 2% มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด เท่ากับ 0.95% โดยน้ำหนัก ซึ่งแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1 3 และ 4% มีปริมาณไขมัน เท่ากับ 1.33 1.15 และ 1.16% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยปริมาณไขมันของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ได้มีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานของปริมาณไขมันจากแป้งสาลีที่ 1% (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) โดยปริมาณของไขมันอาจมีผลต่อความหนืดของแป้งที่ได้ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) แป้งมีไขมันมากจึงทำให้แป้งเกิดความหนืดมาก เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Oates and Powell (1995) ที่พบว่า เจลของแป้งจากเมล็ดทุเรียนจะแข็งตัวที่อุณหภูมิปกติ และแป้งที่มีปริมาณไขมันสูงขณะที่ทำการเก็บรักษาจะทำให้เกิดกลิ่นหืนได้เร็วกว่าแป้งที่มีปริมาณไขมันต่ำ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

ปริมาณเถ้า พบว่า ปริมาณเถ้าของแป้งจากเมล็ดทุเรียนในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P ≥ 0.05) โดยเถ้าของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4% มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.6% รองลงมาได้แก่ แป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 5 2 1 และ 3% มีปริมาณเถ้า เท่ากับ 1.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 1.2 และ 1.2% ตามลำดับ โดยปริมาณเถ้าของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ได้มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของเถ้าจากแป้งสาลีที่ 6.4% (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) ปริมาณเถ้าที่ได้มีค่ามากกว่าปริมาณเถ้าของแป้งที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด คือ ไม่เกิน 0.5% โดยน้ำหนัก โดยปริมาณเถ้าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงแร่ธาตุที่อยู่ในแป้ง ซึ่งก่อนนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ได้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ควรปรับปรุงเพื่อลดปริมาณเถ้าให้เป็นไปตามกำหนดของสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เนื่องจากอาจมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งจากเมล็ดทุเรียนในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 2% มีมากที่สุด เท่ากับ 82.29% โดยน้ำหนัก ขณะที่แป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้มที่ 5% มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยสุด เท่ากับ 80.77% ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1 3 และ 4% มีปริมาณเท่ากับ 81.13 81.96 และ 80.91% โดยน้ำหนักตามลำดับ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตแป้งสาลี คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ดังนั้น จึงมีส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ได้

3. ผลการศึกษาค่าสีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

ผลการศึกษาค่าสีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน ได้ผลการทดลองดังนี้ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าสีของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

ปริมาณสารส้ม	ค่าสี		
(%)	L*	a*	b*
1	75.33^{a}	5.26^{c}	12.97^{b}
2	75.33^{a}	5.13^{c}	13.11^{b}
3	76.11^{a}	4.66^{b}	12.82^{b}
4	69.68^{b}	5.90^{a}	14.05^{a}
5	71.93^{b}	5.37^{c}	14.33^{a}

หมายเหตุ : ^{abc}ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่า L* แสดงค่าความสว่าง (+) ค่าความมืด (-)

ค่า a* แสดงค่าสีแดง (+) สีเขียว (-)

ค่า b* แสดงค่าสีเหลือง (+) สีน้ำเงิน (-)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลในตารางที่ 5 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของแป้งมีค่า เข้าใกล้ 100 แสดงว่า แป้งจากเมล็ดทุเรียนนั้นมีสีค่อนข้างขาว โดยแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 1 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับค่าความสว่าง (L*) ของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่แช่สารส้ม 4 และ5% โดยค่าความสว่าง (L*) ของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ปริมาณสารส้ม 3% มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 76.11 และค่าความสว่าง (L*) ของแป้งจากเมล็ดทุเรียนที่ปริมาณสารส้ม 4% มีค่าความสว่างน้อยที่สุด เท่ากับ 69.68 โดยแป้งสาลีมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 93.68 ซึ่งมีค่ามากกว่าแป้งจากเมล็ดทุเรียน เนื่องจากแป้งจากเมล็ดทุเรียนไม่ได้ผ่านการฟอกสีด้วยสารเคมีเช่นเดียวกับแป้งสาลี จึงทำให้แป้งจากเมล็ดทุเรียนมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีที่ผ่านการฟอกสีด้วยสารเคมี เมื่อนำแป้งจากเม็ดทุเรียนนี้ไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร อาจจะมีผลให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสีคล้ำกว่าการใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียว (สิรินาถ, 2542)

4. ผลการตรวจสอบคุณภาพการเกิดเจล

แป้งจากเมล็ดทุเรียนมีความคงตัวดีมาก ในขณะที่ทดสอบตัวอย่างไม่พบการเคลื่อนที่หรือการไหลของเจล ลักษณะตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเม็ดแป้งนั้นมีส่วนประกอบของอะไมโลส (Amylose) สูง และหรือมีการพองตัวของเม็ดแป้งต่ำ ดังนั้นจึงให้ลักษณะของเจลที่ช่วงความหนืดสุดท้ายสูง มีคุณสมบัติของความเป็นแป้งเปียกสูง Charles (2004) ได้กล่าวว่า ความหนืดสุดท้ายของแป้งนั้นมักเกี่ยวข้องกับ ปริมาณอะไมโลส ซึ่งมีการกลับมาเชื่อมต่อกันหรือรวมกลุ่มกันในระหว่างการทำให้เย็นภายหลังการเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) และการฟอร์มตัวของร่างแหของเจล นอกจากนี้อาจขึ้นอยู่กับแรงเฉือนในกระบวนการที่ทำให้เม็ดแป้งเปราะแตกหักง่าย เกิดการรั่วไหลของอะไมโลสและกลับมารวมตัวกันอีกครั้ง (Rengsutthi and Charoenrein, 2011)

จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า เมล็ดทุเรียนสามารถนำมาผลิตเป็นแป้ง และใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์อาหารได้ เพราะมีองค์ประกอบทางเคมีสูง โดยเฉพาะโปรตีน ไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรต โดย Amiza et al. (2004) ได้กล่าวไว้ว่า เมล็ดทุเรียนมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีปริมาณเส้นใยที่สูง ซึ่งสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิด เช่น เค้ก คุกกี้ ซุป และเทมเป้ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ จำนวน 4 Treatment ซึ่งทำการวิเคราะห์ค่าสี ปริมาตร ขนาด และความเลื่อมมัน ดังต่อไปนี้

1.1.ผลการศึกษาค่าสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

จากการศึกษาค่าสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ โดยเครื่อง Color meter (Konice Minolta รุ่น CR – 400 series) ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	L*	a*	b*
10	70.6367^{b}	0.5667^{b}	2.1233^{bc}
20	71.4767^{b}	0.3233^{a}	10.9933^{a}
30	67.8433^{a}	1.1333^{c}	11.1867^{ab}
40	67.6503^{a}	1.6167^{d}	11.2833^{abc}

หมายเหตุ : ^{abcd}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ค่า L* แสดงค่าความสว่าง (+) ค่าความมืด (-)
ค่า a* แสดงค่าสีแดง (+) สีเขียว (-)
ค่า b* แสดงค่าสีเหลือง (+) สีน้ำเงิน (-)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด เท่ากับ 71.47 รองลงมาคือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 และ 30:70 มีค่าความสว่าง เท่ากับ 70.63 และ 67.84 ตามลำดับ และขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าความสว่าง น้อยที่สุด เท่ากับ 67.65 โดยค่าสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีในปริมาณที่ต่างกัน มีผลทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) แสดงว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี โดยจะเห็นว่า ปริมาณของแป้งเมล็ดทุเรียนที่เพิ่มมากขึ้นค่าความสว่างของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์จะลดต่ำลง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.2. ผลการศึกษาปริมาตรของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

จากการศึกษาปริมาตรของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาตรของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	ปริมาตร(cm^3)
10	100.00^{a}
20	113.33^{ab}
30	113.33^{ab}
40	136.66^{b}

หมายเหตุ : ^{ab}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาตรของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีปริมาตรมากที่สุด เท่ากับ 136.66 cm^3 รองลงมาคือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 30:70 มีปริมาตรเท่ากัน คือ 113.33 cm^3 ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีปริมาตรน้อยสุด เท่ากับ 100.00 cm^3 ขณะที่ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 20:80 และ 30:70 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 30:70 และ 40:60 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) เช่นกัน แต่ปริมาตรของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 และ 40:60 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.3. ผลการศึกษาขนาดของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

จากการศึกษาขนาดของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ (ตารางที่ 8) พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากสุด เท่ากับ 6.27 cm.รองลงมาคือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 40:60 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 6.20 และ 6.13 cm. ตามลำดับ ขณะที่ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด เท่ากับ 6.06 cm.โดยขนาดของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ในทุก treatments ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 8 ขนาดของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (cm.)^{ns}
10	6.0667
20	6.2000
30	6.2667
40	6.1333

หมายเหตุ : ^{ns} แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

1.4. ผลการศึกษาความเลื่อมมันของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

จากการวิเคราะห์ความเลื่อมมันของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี ในทุก treatments มีความเลื่อมมันที่ไม่สามารถวัดค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ แต่จากการทดสอบโดยการสัมผัส พบว่า ในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น จะทำให้ขนมปังมีความเลื่อมมันที่ลดลง

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางทางเคมี

2.1. ผลการศึกษา ค่า Aw ของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์โดยใช้เครื่องวัดค่า Aw

จากตารางที่ 9 พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 และ 40:60 มีค่า Aw มากที่สุด เท่ากับ 0.87 รองลงมาคือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 และ 20:80 มีค่า Aw เท่ากันคือ 0.87 โดยค่า Aw ของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 และ 20:80 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05) แต่มีความแตกต่างกับขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 และ 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 และ 40:60 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≥0.05)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 9 ค่า Aw ของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	Aw
10	0.8583[a]
20	0.8567[a]
30	0.8693[b]
40	0.8717[b]

หมายเหตุ : [ab]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

2.2. ผลการศึกษาปริมาณความชื้นและเถ้าของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

จากการศึกษาปริมาณความชื้นและเถ้าของขนนปังแฮมเบอร์เกอร์ วิเคราะห์โดยวิธี AOAC (1990) ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณความชื้นและเถ้าของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน (%)			
(%)	10	20	30	40
ความชื้น[ns]	29.9892	29.6851	28.5902	29.6050
เถ้า[ns]	3.1050	4.5965	1.6536	1.8370

หมายเหตุ : [ns] แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและเถ้าของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีทุก treatments ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \geq 0.05$)โดยขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีปริมาณความชื้นมากที่สุด เท่ากับ 29.99% รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 40:60 มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 29.68 และ 29.60% ตามลำดับ ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด เท่ากับ 28.59% ส่วนปริมาณเถ้าขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 มีปริมาณเถ้ามากที่สุด เท่ากับ 4.59% รองลงมา คือ ขนมปัง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 และ 40:60 มีปริมาณเถ้า เท่ากับ 3.10 และ 1.83% ตามลำดับ และขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 30:70 มีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด เท่ากับ 1.65%

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนที่เหมาะสมในการทำขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ทั้ง 4 treatment ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale โดยทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ผลแสดงในตารางที่ 11 และ รูปที่ 7

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	คะแนนความชอบเฉลี่ย				
	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
10	7.08^{c}	6.70^{c}	6.58^{c}	6.78^{b}	6.75^{c}
20	6.53^{b}	6.47$^{b\,c}$	6.45^{bc}	6.67^{b}	6.61^{bc}
30	6.53^{b}	6.19^{b}	6.28^{b}	6.45^{b}	6.33^{b}
40	6.25^{a}	5.17^{a}	5.58^{a}	5.80^{a}	5.25^{a}

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

รูปที่ 7 ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3.1 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 7.08 รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20 : 80 และ 30:70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 6.53 ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 6.25 โดยการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.2 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อกลิ่นรสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 6.70 รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 30:70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.47 และ 6.19 ตามลำดับ ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.17 โดยการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อกลิ่นรสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีมีผลต่อการยอมรับด้านกลิ่นรสของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีที่มากขึ้น ความชอบของผู้บริโภคด้านกลิ่นรสจะลดลง

3.3 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อสัมผัสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 6.58 รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 30:70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 และ 6.28 ตามลำดับ ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.58 โดยการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อสัมผัสของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีมีผลต่อการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีที่มากขึ้นความชอบของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสจะลดลง

3.4 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะปรากฏของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 6.78 รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 30:70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.67 และ 6.45 ตามลำดับ ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.80โดยการยอมรับของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะปรากฏของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีมีผลต่อการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีที่มากขึ้นความชอบของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏจะลดลง

3.5 ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อความชอบโดยรวมของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.75 รองลงมา คือ ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 20:80 และ 30:70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.61 และ 6.33 ตามลำดับ ส่วนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 40:60 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.25โดยการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อความชอบโดยรวมของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีปริมาณต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีมีผลต่อการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลีที่มากขึ้น ความชอบของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมจะลดลง

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่มีอัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 ผู้บริโภคให้ความยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดทั้งทางด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวม จึงได้นำขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่อัตราส่วนดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ตารางที่ 12) พบว่าปริมาณโปรตีนของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐานมีค่ามากกว่าปริมาณโปรตีนขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่มีอัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.15 และ0.13% ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ปริมาณโปรตีนของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน 10:90 เปรียบเทียบกับขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐาน

ชนิดของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์	ปริมาณโปรตีน(%)
ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐาน	0.15
ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่มีอัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนต่อแป้งสาลี 10:90	0.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ 10 20 30 และ 40% ในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของขนมปังด้านขนาดและปริมาตร ขนมปังที่ได้มีคุณภาพดีเช่นเดียวกันกับขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐาน ส่วนในเรื่องของปริมาณโปรตีน พบว่า ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์สูตรมาตรฐานมีปริมาณโปรตีนมากกว่าขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน เนื่องจากในแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนอยู่สูงในช่วง 7 – 11% ซึ่งมีมากกว่าโปรตีนของแป้งเมล็ดทุเรียน โดยแป้งเมล็ดทุเรียนมีปริมาณโปรตีน 7.28% (สิรินาถ, 2542) จากการทดลองการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์นี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ammar et al. (2009) ซึ่งได้มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเผือกในการทำขนมปัง พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเผือกในระดับ 10% ขึ้นไปไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของขนมปังและผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้คล้ายกับสูตรมาตรฐาน ขณะที่ Pongjanta et al. (2006) ได้ศึกษาการใช้แป้งฟักทองในผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยแป้งสาลีจะถูกแทนที่ด้วยแป้งฟักทอง 5 ระดับ คือ 10 20 30 40 และ 50% ในขนมปังแซนวิช ขนมปังหวาน บัตเตอร์เค้ก ชิฟฟอนเค้ก และคุ้กกี้ ผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ พบว่า การใช้แป้งฟักทองแทนที่แป้งสาลีในขนมปังแซนวิช ขนมปังหวาน และคุกกี้ ได้รับการยอมรับที่ระดับ 10% ส่วนในบัตเตอร์เค้ก และชิฟฟอนเค้ก ได้รับการยอมรับที่ระดับ 20% โดยการใช้แป้งฟักทอง แทนที่แป้งสาลีในระดับที่สูงขึ้น จะมีอิทธิพลต่อการยอมรับเรื่องสี ปริมาตร และการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว มีความสอดคล้องกับการทดลองการแทนที่แป้งสาลีในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ โดยพบว่า การใช้แป้งทุเรียนแทนที่แป้งสาลีในระดับที่สูงขึ้น จะมีอิทธิพลต่อการยอมรับทั้งทางด้านประสาทสัมผัส และสีของขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ โดยขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 10% ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด โดยไม่มีความแตกต่างกับการยอมรับที่ 20% ดังนั้น การทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนในขนมปังเบอร์เกอร์ดังกล่าวอาจทดแทนถึง 20%

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน จำนวน 6 treatments ผลดังแสดงในตารางที่ 13 และรูปที่ 8

ตารางที่ 13 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน

แป้งเมล็ดทุเรียน (%)	**ค่าสี**		
	L*	**a***	**b***
0	66.65^{ns}	3.19^{b}	17.52^{a}
10	64.82^{ns}	2.65^{a}	18.02^{a}
20	63.31^{ns}	4.75^{c}	18.74^{a}
30	61.54^{ns}	5.67^{d}	19.09^{a}
40	59.56^{ns}	6.59^{e}	20.34^{ab}
50	51.67^{ns}	6.51^{e}	24.14^{b}

หมายเหตุ : ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

: ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

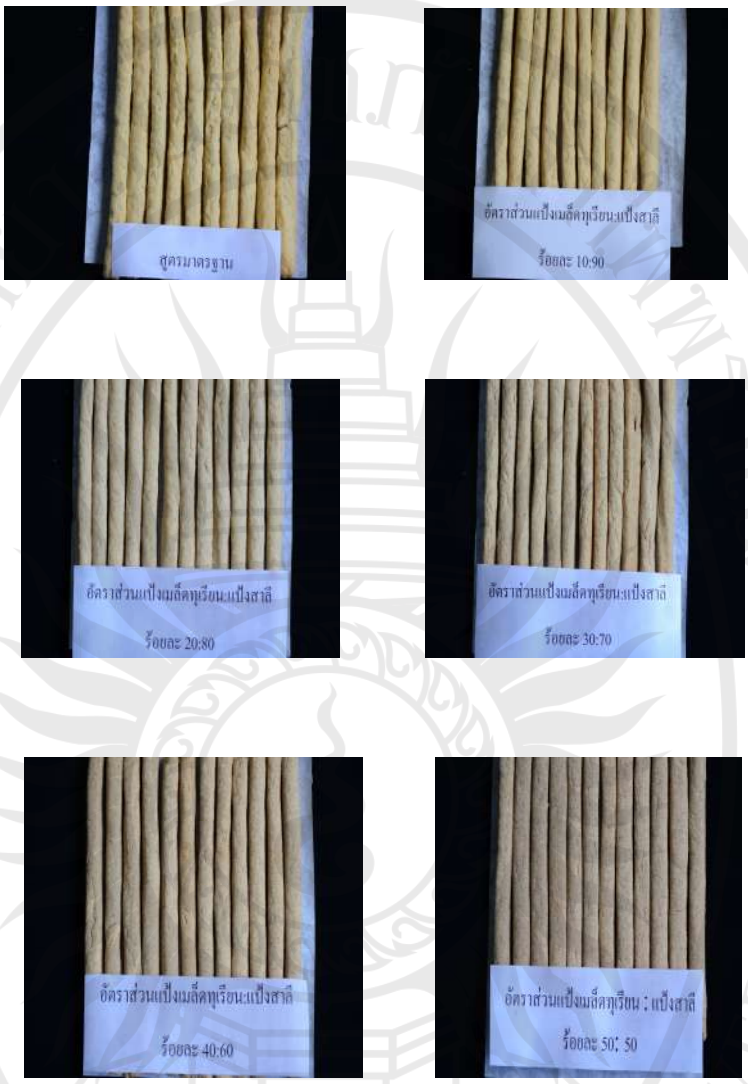
ค่า L* แสดงค่า ความสว่าง (+) ความมืด (-)

ค่า a* แสดงค่า สีแดง (+) สีเขียว (-)

ค่า b* แสดงค่า สีเหลือง (+) สีน้ำเงิน (-)

จากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า ทุก treatments ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P>0.05$) โดยขนมปังขาไก่ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน 0% มีค่าความสว่างมากที่สุด ค่าความสว่างของขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งสาลีจะลดลงตามสัดส่วนของปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50% มีค่าความสว่างน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับค่า a* และ ค่า b* ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีปริมาณการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้น สาเหตุของการเพิ่มความเข้มของสีดังกล่าวอาจเนื่องมาจากในเมล็ดทุเรียนมีเปลือกสีน้ำตาลและอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในกระบวนการผลิตแป้งเมล็ดทุเรียนและขณะเก็บรักษา ดังนั้นจึงทำให้แป้งเมล็ดทุเรียนมีสีคล้ำ (สิรินาถ, 2542)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



รูปที่ 8 ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน จำนวน 6 treatments และวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน และปริมาณเยื่อใยผลดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังขาไก่ที่ได้จากการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณที่แตกต่าง

แป้งเมล็ดทุเรียน (%)	องค์ประกอบทางเคมี (%)			
	เถ้า	ความชื้น	ไขมัน	เยื่อใย
0	2.54^{a}	5.31^{bc}	21.94^{a}	8.06^{b}
10	2.74^{c}	5.77^{bc}	23.56^{ab}	8.79^{b}
20	2.66^{b}	6.20^{c}	22.03^{a}	4.92^{a}
30	2.88^{d}	4.09^{a}	23.16^{ab}	10.74^{b}
40	2.94^{e}	5.46^{bc}	23.92^{b}	10.53^{b}
50	2.92^{de}	4.89^{ab}	24.44^{b}	10.79^{b}

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า พบว่า ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 40% มีปริมาณเถ้ามากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50, 30, 10, 20 และ 0% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนสูตรควบคุมมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด

2.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นพบว่า ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 20% มีปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 10 , 40, 0, 50 และ 30% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 30% มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด

2.3 ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50% มีปริมาณไขมันมากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 40, 10, 30, 20 และ 0% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 0% มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด

2.4 ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า พบว่า ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50% มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดทุเรียน 30, 40, 10, 0 และ 20% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดทุเรียน 20% มีปริมาณเยื่อใยน้อยที่สุด

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่จากแป้งเมล็ดทุเรียนดังกล่าว พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณไขมัน และปริมาณเยื่อใย ของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน มีความแตกต่างจากงานวิจัยของ(สิรินาถ, 2542) ที่ได้ศึกษาการใช้แป้งเมล็ดทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ พบว่า ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน มีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.40-4.93 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.30–1.51 ปริมาณไขมันร้อยละ 23.10-23.20 ปริมาณเยื่อใยร้อยละ 0.41-0.55 ซึ่งความแตกต่างกันโดยองค์ประกอบทางเคมีของขนมปังดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องจากแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งแป้งที่นำมาผลิตคุ้กกี้เป็นแป้งอเนกประสงค์ โดยแป้งชนิดนี้มีปริมาณโปรตีนปานกลางประมาณ 10–12 % เหมาะสำหรับการทำ คุกกี้ เพสตรี้ ปาท่องโก๋ บะหมี่ เป็นต้น ซึ่งแป้งอเนกประสงค์เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับแป้งสาลีชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม มีลักษณะของแป้งขนมปังกับแป้งเค้กรวมกัน สิ่งที่ทำให้แป้งขึ้นฟู ได้แก่ ยีสต์ และผงฟู ส่วนแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่คือ แป้งสาลี ซึ่งแป้งชนิดนี้มีปริมาณโปรตีนสูงประมาณ 12-14 % เหมาะสำหรับการทำขนมปังผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ แป้งสาลีชนิดนี้โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็ง ลักษณะของแป้งจะหยาบ มีสีครีมไม่ขาว สิ่งที่ทำให้แป้งขึ้นฟู ได้แก่ ยีสต์ และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกับผลิตภัณฑ์

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน จำนวน 6 treatments ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 15

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังขาไก่ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านคุณทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	5.90^{ab}	4.75^{a}	5.60^{b}	5.75^{bc}	5.95^{bc}
10	6.15^{b}	6.00^{b}	5.60^{b}	6.35^{c}	6.15^{c}
20	5.85^{ab}	5.20^{a}	5.05^{ab}	5.35^{ab}	5.75^{bc}
30	5.70^{ab}	5.10^{a}	5.80^{b}	5.95^{bc}	5.75^{bc}
40	4.85^{a}	5.30^{a}	4.60^{a}	4.75^{a}	5.10^{ab}
50	5.05^{a}	4.95^{a}	4.15^{a}	4.45^{a}	4.80^{a}

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.1 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพด้านสีของขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 10% มากที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับการทดแทนที่ระดับ 0, 20 และ 30% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการทดแทนแป้งทุเรียนที่ระดับ 40 และ 50% ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.15 คะแนน รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดทุเรียน 0, 20, 30, 50 และ 40 % ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดทุเรียนที่ 40% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

3.2 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพด้านสีของขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 10% มากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ40, 20, 30, 50 และ0 % ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 0 % (สูตรควบคุม) ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

3.3 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพด้านรสชาติของขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 0 และ 10 % มากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 30, 20, 40 และ 50% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3.4 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 10% มากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 0, 30, 20, 40 และ 50% ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 50% าผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

3.5 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของขนมปังขาไก่ผสมแป้งเมล็ดทุเรียน 10% มากที่สุด รองลงมาคือ ขนมปังขาไก่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดทุเรียนร้อยละ 0, 20, 30, 40 และ 50 ตามลำดับ โดยขนมปังขาไก่ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 40% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

จากการศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าที่อัตราส่วนของแป้งสาลีต่อเมล็ดทุเรียนเท่ากับ 90:10 ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยที่อัตราส่วน 70:30 ทดสอบให้การยอมรับทางด้านรสชาติมากที่สุด

ดังนั้น จากการศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพและคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ในการนำแป้งเมล็ดทุเรียนมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ สามารถทดแทนแป้งสาลีได้ในปริมาณร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักของแป้งสาลี) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยผู้ทดสอบให้รับการยอมรับมากที่สุด นอกจากนี้ ในการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 20 และ 30% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนในขนมปังขาไก่จึงสามารถทดแทนได้สูงสุดถึง 30% อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ที่ทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่อัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น อาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเพิ่มขึ้น มีกลิ่นเนยลดน้อยลง ผลิตภัณฑ์ไม่เกาะตัวกันทำให้แตกหักง่าย ซึ่งจะมีผลต่อการยอมรับในขั้นสุดท้ายได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์คุกกี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่าสี

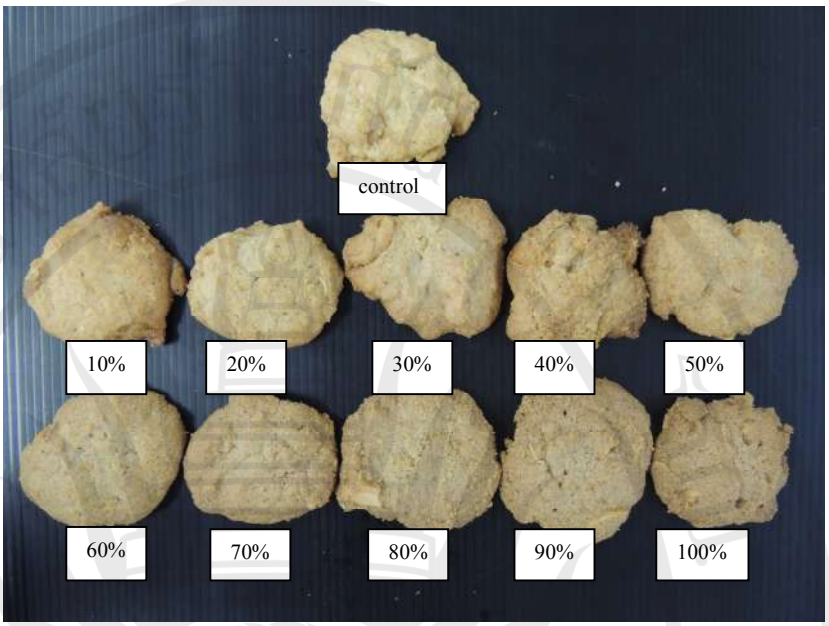
ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่าสีของคุกกี้ จำนวน 10 Treatments ดังแสดงผลในตารางที่ 16 และรูปที่ 9 จากการวิเคราะห์ค่าสีของคุกกี้ พบว่า คุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน 0-40 % มีค่าความสว่าง (L*) ไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิติ โดยคุกกี้ที่ไม่มีการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนมีค่าความสว่างมากที่สุด เท่ากับ 61.57 โดยคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 100% ค่าความสว่าง น้อยที่สุด เท่ากับ 46.08 โดยค่าสีของคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่างของคุกกี้ลดลง แป้งเมล็ดทุเรียนจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของคุกกี้

ตารางที่ 16 ค่าสีของคุกกี้ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	L*	a*	b*
0	61.57^{a}	3.98^{fg}	28.77^{a}
10	59.10^{abc}	3.88^{g}	23.50^{bc}
20	60.39^{ab}	4.82^{f}	24.21^{bc}
30	58.88^{abc}	6.45^{de}	25.08^{b}
40	57.73^{abc}	5.92^{e}	23.54^{bc}
50	56.26^{bcd}	7.04^{cd}	25.10^{b}
60	52.53^{de}	7.65^{bc}	22.86^{bc}
70	52.56^{de}	6.69^{de}	23.24^{bc}
80	54.91^{cd}	6.64^{de}	23.39^{bc}
90	47.88^{ef}	8.63^{a}	22.03^{c}
100	46.08^{f}	8.43^{ab}	19.44^{d}

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)
ค่า L* แสดงค่าความสว่าง (+) ค่าความมืด (-)
ค่า a* แสดงค่าสีแดง (+) สีเขียว (-)
ค่า b* แสดงค่าสีเหลือง (+) สีน้ำเงิน (-)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



รูปที่ 9 คุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

2. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของคุกกี้ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน

2.1. ผลการศึกษา ค่า Aw ของคุกกี้โดยใช้เครื่องวัดค่า Aw ได้ผลดังตารางที่ 17

จากการวิเคราะห์ค่า a_w พบว่า คุกกี้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.16 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามจากการข้อมูลดังกล่าวจะพบว่า ปริมาณค่า a_w ของคุกกี้ที่ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียน 0% มีค่า a_w สูงกว่าคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งสาลีทุกอัตราส่วน ซึ่งจะเป็นผลดีในแง่ของการเก็บรักษา โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า a_w มากกว่า 0.60 ขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 17 ค่า Aw ของคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	ค่า a_w ^{ns}
0	0.16
10	0.10
20	0.11
30	0.09
40	0.09
50	0.10
60	0.15
70	0.09
80	0.10
90	0.10
100	0.10

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียน ได้ผลดังตารางที่ 18

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า คุกกี้มีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 1.06-2.39% โปรตีน 4.25-6.65% ไขมัน 24.28-26.49% เถ้า 1.52-1.80% เยื่อใย 2.73-3.91% และคาร์โบไฮเดรต 60.42-63.63% จะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นของคุกกี้ทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนมีค่าน้อยกว่า 20% จึงสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ และค่อนข้างปลอดภัยจากจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ที่พบในอาหารชนิดนี้ส่วนใหญ่คือเชื้อรา ดังนั้นจึงควรเก็บคุกกี้ไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันความชื้นได้ สิรินาถ (2554) ได้รายงานผลการวิจัยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ที่ใช้ถั่วลิสงทดแทนไขมัน พบว่า คุกกี้มีปริมาณโปรตีน 4.85-6.24% ไขมัน 26.91-29.62% เยื่อใย 0.59-0.93% และคาร์โบไฮเดรต 59.32-61.02% จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ถั่วลิสงดังกล่าว มีค่าที่ใกล้เคียงกับคุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน ยกเว้นปริมาณเยื่อใย ซึ่งคุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียนมีค่าที่มากกว่าคุกกี้ถั่วลิสงทดแทนไขมัน

ลิขสิทธิ์ของ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

แป้งเมล็ดทุเรียน (%)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	เยื่อใย (%)	คาร์โบไฮเดรต[ns] (%)
0	2.04[ab]	4.25[a]	25.95[abc]	1.62[bcd]	2.74[c]	63.37
10	1.06[b]	6.39[a]	26.29a[ab]	1.57[cd]	3.02[bc]	61.45
20	1.98a[ab]	6.65[a]	26.49[a]	1.70[abc]	2.74[c]	60.42
30	1.83a[ab]	5.99[a]	24.67a[abc]	1.52[d]	2.75[c]	63.13
40	1.61[ab]	5.87[a]	26.03[abc]	1.80[a]	2.73[c]	61.93
50	2.01[ab]	5.35[a]	24.36[abc]	1.55[cd]	2.79[c]	63.92
60	2.39[a]	5.53[a]	24.12[c]	1.74[ab]	2.98[bc]	63.22
70	1.28[ab]	5.30[a]	24.54[abc]	1.73[ab]	3.41[ab]	63.38
80	2.09[ab]	4.54[a]	24.93[abc]	1.80[a]	3.66[a]	62.96
90	2.26[ab]	4.93[a]	24.95[abc]	1.79[a]	3.75[a]	62.30
100	2.01a[ab]	4.36[a]	24.28[bc]	1.78[ab]	3.91[a]	63.63

หมายเหตุ : [abcd] ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$)

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3. ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งเมล็ดทุเรียนที่เหมาะสมในการทำคุกกี้ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ทั้ง 10 treatments ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale โดยทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ผลแสดงในตารางที่ 19

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 30 40 50 60 70 90 และ 100 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 20 และ 80 % โดยที่ระดับ 0 % ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.96

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 30 50 60 70 และ 90 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

($p < 0.05$) กับการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 20 40 80 และ 100 % โดยที่ระดับ 0 % ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.03

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 20 และ 60 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 30 40 50 70 80 90 และ 100 % โดยที่ระดับ 0 % ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.83

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ0 10 20 และ 30% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 40 50 60 70 80 90 และ 100% โดยที่ระดับ 0 % ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.19

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่า การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 20 30 และ 60 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 40 50 70 80 90 และ 100 % โดยที่ระดับ 0 และ 10 % ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันคือ 6.61

ผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งเมล็ดทุเรียน พบว่าการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 0 10 และ 20 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ การทดแทนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนที่ระดับ 30 40 50 60 70 80 90 และ 100 % โดยที่ระดับ 0% ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.41

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในปริมาณต่างๆ

ปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียน (%)	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านคุณทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.96^{a}	7.03^{a}	6.83^{a}	7.19^{a}	6.61^{a}	7.41^{a}
10	6.54^{ab}	6.61^{ab}	6.64^{ab}	6.70^{ab}	6.61^{a}	6.87^{ab}
20	6.77^{a}	6.90^{a}	6.48^{abc}	6.77^{ab}	6.41^{ab}	6.70^{abc}
30	5.90^{bcd}	5.90^{bc}	5.67^{cd}	6.51^{abc}	6.25^{abc}	6.51^{bcd}
40	5.45^{de}	4.93^{de}	4.80^{e}	5.48^{de}	5.45^{cd}	5.54^{ef}
50	5.96^{bcd}	5.87^{bc}	5.48^{de}	5.77^{cde}	5.70^{bcd}	6.03^{cde}
60	5.93^{bcd}	5.93^{bc}	6.12^{abcd}	6.03^{bcd}	5.87^{abcd}	6.19^{bcde}
70	5.70^{cd}	5.54^{cd}	5.87^{bcd}	5.80^{cde}	5.64^{bcd}	6.00^{cde}
80	6.32^{abc}	6.32^{ab}	5.83^{bcd}	5.96^{bcde}	5.70^{bcd}	6.19^{bcde}
90	5.29^{de}	5.22^{cde}	5.48^{de}	5.51^{de}	5.41^{cd}	5.74^{def}
100	4.87^{e}	4.70^{e}	4.67^{e}	5.06^{e}	5.09^{d}	5.03^{f}

หมายเหตุ ^{abcdef} ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ผู้ทดสอบให้การยอมรับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนมากที่สุดที่ 10% โดยไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสูตรควบคุม และสูตรการทดแทนที่ระดับ 20-30% ดังนั้นการใช้แป้งเมล็ดทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้จึงสามารถทดแทนได้ถึง 30% โดยการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนดังกล่าวสามารถทดแทนแป้งสาลีได้มากกว่าในขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ซึ่งทดแทนได้เพียง 10% เช่นเดียวกับ Pongjanta et al. (2006) ซึ่งใช้แป้งฟักทองในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่าสามารถใช้แป้งฟักทองทดแทนแป้งสาลีได้รับการยอมรับที่ระดับ 10% โดยการใช้แป้งฟักทองในระดับที่สูงขึ้นมีผลต่อการยอมรับเรื่องสี ปริมาตร และการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Legesse and Emire (2012) พบว่า การใช้แป้งจากเนื้อในเมล็ดของมะม่วงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บิสกิต ในระดับ 10 20 และ30% พบว่า แป้งจากเนื้อในเมล็ดของมะม่วงสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ถึง 30% โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แสดงให้เห็นว่า ในผลิตภัณฑ์คุกกี้จากผลการวิจัยนี้ การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนสามารถทำได้ดีกว่า โดยมีผลต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสน้อยกว่าขนมปัง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี