

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุพิมพ์

4.1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 ชนิด ได้แก่ แป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน สี และการเกิดโด ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	แป้งสาลีเอนกประสงค์	แป้งสาลีชนิดอ่อน
ความชื้น, %	13.05 \pm 0.08	13.01 \pm 0.09
เถ้า, %	0.52 \pm 0.01	0.36 \pm 0.02
โปรตีน, %	10.69 \pm 0.03	8.34 \pm 0.02
สี, KJ	-1.32 \pm 0.04	-4.94 \pm 0.06
เส้นใยหยาบ, %	0.17 \pm 0.03	0.15 \pm 0.01
Water absorption, %	60.4 \pm 0.3	60.7 \pm 0.5
Development time, min	1.5 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1
Stability, mm	11.3 \pm 0.5	2.5 \pm 0.3
Resistance, BU	470 \pm 20	400 \pm 15
Elasticity, mm	160 \pm 3	128 \pm 2

KJ = Kent-Jones unit เป็นหน่วยของการวัดสีที่เทียบกับสีขาวมาตรฐานของแมกนีเซียมออกไซด์ โดยให้แมกนีเซียมออกไซด์เป็นศูนย์ ค่าติดลบมากแสดงว่ามีสีชาวมืดและค่าเป็นบวกมาก แสดงว่ามีสีคล้ำมาก

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนพบว่า แป้งสาลีเอนกประสงค์มีปริมาณโปรตีนและเถ้าสูงกว่าแป้งสาลีชนิดอ่อน และมีค่าสัติคัลบ์น้อยกว่าซึ่งหมายความว่ามีความเหนียวต่ำกว่า และจากการศึกษาการเกิดโคของแป้งสาลีทั้ง 2 ชนิดพบว่าแป้งสาลีเอนกประสงค์มีค่า stability ซึ่งหมายความว่าโคที่เกิดขึ้นมีความคงตัวสูงกว่า และมีค่า resistance และ elasticity สูงกว่า แสดงว่าโคที่เกิดขึ้นนี้สามารถต้านการดึงและมีความยืดหยุ่นสูงกว่าแป้งสาลีชนิดอ่อน

4.1.2 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวเจ้า

เมื่อนำแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ซึ่งเป็นแป้งข้าวเจ้าที่มีจำหน่ายทั่วไปมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1.2 ซึ่งจะพบว่าแป้งข้าวเจ้าที่ใช้นี้มีปริมาณอะมิโลส 32.16 % ซึ่งจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงเพราะมีปริมาณอะมิโลสอยู่ในช่วง 27-33 %

ตารางที่ 4.1.2 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวเจ้า

	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น, %	11.39 \pm 0.38
เถ้า, %	0.26 \pm 0.01
โปรตีน, %	7.04 \pm 0.06
เส้นใยหยาบ, %	0.12 \pm 0.04
อะมิโลส, %	32.16 \pm 0.13

4.1.3 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งถั่วเขียว

สมบัติทางเคมีและกายภาพแป้งถั่วเขียวที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 4.1.3 ซึ่งจะพบว่าแป้งถั่วเขียวที่ใช้มีปริมาณโปรตีนเพียง 1.52% ซึ่งลดลงจากที่มีในถั่วเขียวทั้งเมล็ดซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 20% (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

ตารางที่ 4.1.3 สมบัติทางเคมีของแป้งถั่วเขียว

	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น, %	12.15 \pm 0.19
เถ้า, %	0.18 \pm 0.05
โปรตีน, %	1.52 \pm 0.08
เส้นใยหยาบ, %	0.35 \pm 0.04

4.1.4 สมบัติทางเคมีและกายภาพของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 ชนิด ได้แก่ microcrystalline cellulose และ resistant starch การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1.4 และรูปที่ 4.1 และ 4.2

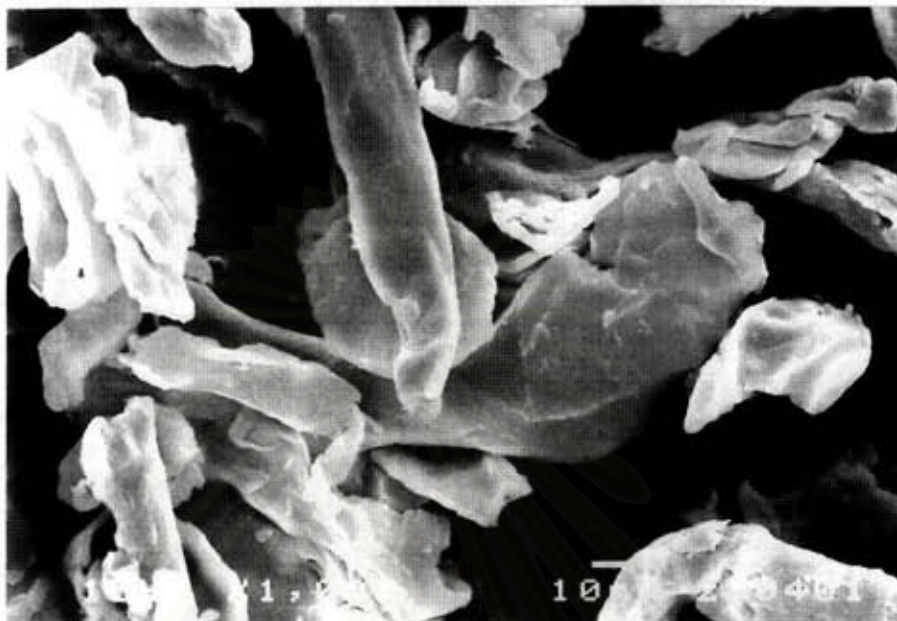
ตารางที่ 4.1.4 สมบัติทางเคมีและกายภาพของเส้นใยอาหาร

	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	Microcrystalline cellulose	Resistant starch
ความชื้น, %	8.20 \pm 0.04	8.69 \pm 0.04
เถ้า, %	0.45 \pm 0.02	0.48 \pm 0.01
โปรตีน, %	tr	tr
ซี, KJ	-2.69 \pm 0.04	2.40 \pm 0.05
เส้นใยอาหาร, %	93.78 \pm 0.11	29.25 \pm 0.09

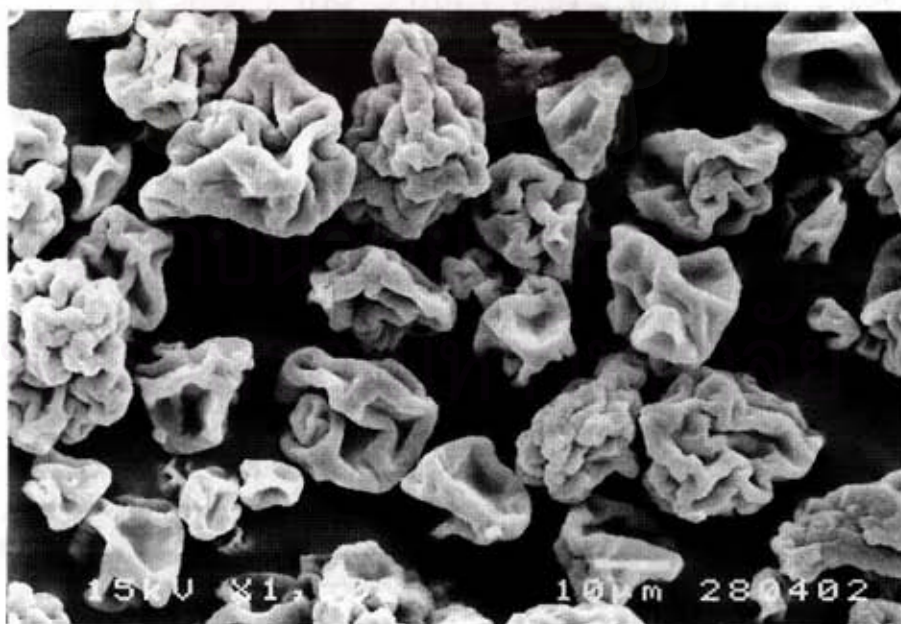
tr = trace

จากผลการทดลองพบว่า microcrystalline cellulose มีสีขาวกว่า resistant starch และ microcrystalline cellulose มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงกว่า resistant starch และภาพถ่าย

จาก scanning electron microscope ขนาดขยาย 1000 เท่า พบว่า microcrystalline cellulose มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า resistant starch



รูปที่ 4.1 ภาพถ่าย microcrystalline cellulose จาก scanning electron microscope ขนาดขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 4.2 ภาพถ่าย resistant starch จาก scanning electron microscope ขนาดขยาย 1000 เท่า

4.2. การทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วยเส้นใยอาหารในเส้นขนมปัง

4.2.1 การหาสัดส่วนระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

เมื่อผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนโดยแปรปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์เป็น 25, 50, 75 และ 100 % ตามลำดับ แล้วนำแป้งที่ได้มาทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน ี และค่าการเกิดโด ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.1 และ 4.2.2

ตารางที่ 4.2.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม

แป้งสาลี เอนกประสงค์,%	ความชื้น %	เถ้า %	โปรตีน %	ี KJ
25	13.02 ± 0.04	0.38 ^c ± 0.01	8.81 ^d ± 0.06	-3.79 ^e ± 0.04
50	13.01 ± 0.09	0.43 ^{bc} ± 0.01	9.43 ^c ± 0.04	-2.81 ^b ± 0.05
75	13.03 ± 0.12	0.47 ^{ab} ± 0.01	10.16 ^b ± 0.03	-1.90 ^a ± 0.05
100	13.05 ± 0.08	0.52 ^a ± 0.01	10.69 ^a ± 0.01	-1.32 ^d ± 0.04

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน และีของแป้งสาลีผสม

SOV	df	MS			
		ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ี
ชนิดของแป้งสาลีผสม	3	0.00	0.01*	2.74*	4.80*
Error	12	0.01	0.00	0.00	0.00

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และสี พบว่า เมื่อแป้งผสมมีปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์เพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนและเถ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และแป้งผสมมีสีคล้ำมากขึ้น

เมื่อนำแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนมาศึกษา การเกิดโด จะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2.3 และ 4.2.4

ตารางที่ 4.2.3 การเกิดโดของแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

แป้งสาลี เอนกประสงค์ %	Water Absorption %	Development time min	Stability min	Resistance BU	Elasticity mm
25	60.6 ± 0.2	1.4 ± 0.1	3.2 ^d ± 0.2	400 ^d ± 5	138 ^d ± 1
50	60.5 ± 0.1	1.4 ± 0.2	4.0 ^c ± 0.1	420 ^c ± 15	146 ^c ± 3
75	60.6 ± 0.1	1.5 ± 0.2	6.8 ^b ± 0.3	430 ^b ± 10	158 ^b ± 2
100	60.4 ± 0.2	1.5 ± 0.1	11.3 ^a ± 0.5	470 ^a ± 20	160 ^a ± 3

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า water absorption, development time, stability, resistance และ elasticity ของโดแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์ และแป้งสาลีชนิดอ่อน

SOV	df	MS				
		Water Absorption	Development time	Stability	Resistance	Elasticity
ชนิดของแป้ง สาลีผสม	3	0.12	0.01	9.95*	700.00*	280.78*
Error	12	0.01	0.00	0.01	8.33	27.56

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาการเกิดโตของแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนพบว่า แป้งผสมที่มีปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณต่างกันจะมีการดูดซึมน้ำและเวลาที่ใช้ในการเกิดโตไม่แตกต่างกัน แต่ค่าความคงตัวของโด ความคงทนต่อการยืด และความยืดของโดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์เพิ่มขึ้น

เมื่อนำแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนมาเตรียมเป็นเส้นขนมปังตามสูตรและวิธีการดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1 แล้วนำเส้นขนมปังที่ได้มาทดสอบสมบัติของเส้นได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส และประเมินผลทางประสาทสัมผัส

การวัดสีเส้นขนมปังได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2.5 และ 4.2.6 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์ในแป้งสาลีผสมมีผลต่อค่าสีของเส้นขนมปัง คือเส้นขนมปังที่มีแป้งสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณมากจะมีสีคล้ำมากกว่า

ตารางที่ 4.2.5 สีของเส้นขนมปังที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

แป้งสาลีเอนกประสงค์ %	L	a	b
25	79.91 ^a ± 0.27	-0.49 ± 0.07	+18.19 ^d ± 0.17
50	77.47 ^b ± 0.10	-0.35 ± 0.08	+19.29 ^c ± 0.11
75	76.21 ^c ± 0.15	-0.23 ± 0.18	+19.98 ^b ± 0.10
100	75.15 ^d ± 0.22	-0.31 ± 0.10	+20.34 ^a ± 0.21

a, b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นไหมที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

SOV	df	MS		
		L	a	b
ชนิดของแป้งสาลีผสม	3	14.75*	0.10	3.21*
Error	12	0.02	0.00	0.02

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อนมาเตรียมเป็นเส้นไหมแล้ววัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2.7 และ 4.2.8

ตารางที่ 4.2.7 เนื้อสัมผัสของเส้นไหมที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

แป้งสาลีเอนกประสงค์ %	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
25	17.16 ^d ± 0.80	62.86 ^d ± 7.44	12058 ^a ± 437
50	17.62 ^c ± 0.84	63.53 ^c ± 6.57	11190 ^b ± 370
75	19.47 ^b ± 1.09	65.92 ^b ± 6.49	10801 ^c ± 198
100	21.88 ^a ± 1.22	68.44 ^a ± 7.59	9797 ^d ± 605

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า tension, extension และ hardness ของเส้น
 ใยที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และ แป้งสาลีชนิดอ่อน

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ชนิดของแป้งสาลีผสม	3	5.56*	10.52*	2065520.25*
Error	12	1.39	42.38	180895.06

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เส้นใยที่ผลิตจากแป้งสาลีผสมที่มีแป้งสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณมากมีค่า
 ความทนแรงดึงและสามารถดึงได้ยาวกว่า และเส้นมีความกระด้าง (hardness) สูงกว่าเส้นที่มีแป้ง
 สาลีชนิดอ่อนผสมในปริมาณมาก

จากนั้นนำเส้นใยที่เตรียมได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส
 เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2.9 และ 4.2.10

ตารางที่ 4.2.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นใยที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้ง
 สาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

แป้งสาลีเอนกประสงค์ %	สี คะแนนเต็ม 10	กลิ่นรส คะแนนเต็ม 10	เนื้อสัมผัส คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
25	7.50 ^a ± 0.68	7.33 ± 0.71	7.23 ^b ± 0.63	7.28 ^b ± 0.58
50	7.38 ^a ± 0.70	7.36 ± 0.61	7.43 ^{ab} ± 0.50	7.43 ^a ± 0.75
75	7.07 ^b ± 0.76	7.23 ± 0.77	7.58 ^a ± 0.72	7.46 ^a ± 0.68
100	6.90 ^c ± 0.63	7.29 ± 0.58	7.46 ^{ab} ± 0.85	7.35 ^b ± 0.81

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวมของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนก ประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน

SOV	df	MS			
		สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
Panelist	11	0.194	0.028	0.194	0.049
ชนิดของแป้งสาลีผสม	3	0.028*	0.111	0.694*	0.132*
Error	33	0.194	0.028	0.069	0.028

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นบะหมี่มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าเส้นบะหมี่ที่มีแป้งสาลี เอนกประสงค์ผสมในปริมาณมากจะได้รับคะแนนด้านสีน้อยกว่า แต่มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่า แต่ตัวอย่างที่ได้รับคะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุดคือ ตัวอย่างที่มีแป้งสาลี เอนกประสงค์ผสมอยู่ 75 %

4.2.2 การหาปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการผลิตเส้นบะหมี่

การหาปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการผลิตเส้นบะหมี่ทำโดย แปรปริมาณเกลือเป็น 1.0, 1.5 และ 2.0 % และแปรปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตเป็น 0.5, 1.0 และ 1.5 % ตามลำดับ แล้วนำเส้นบะหมี่ที่ได้มาทดสอบสมบัติด้านสี เนื้อสัมผัส และประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผลการวัดสีเส้นบะหมี่ที่เตรียมขึ้นโดยใช้เกลือและโซเดียมคาร์บอเนตในปริมาณต่างๆ กันแสดงในตารางที่ 4.2.11 และ 4.2.12

ตารางที่ 4.2.11 สีของเส้นไหมที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

% NaCl	% Na ₂ CO ₃	L	a	b
1.0	0.5	73.89 ^a ± 0.88	-0.90 ^a ± 0.30	+18.50 ^c ± 1.11
	1.0	76.43 ^d ± 0.51	-0.55 ^b ± 0.22	+19.55 ^{ab} ± 1.16
	1.5	77.04 ^c ± 0.88	-0.62 ^b ± 0.37	+19.95 ^a ± 1.10
1.5	0.5	75.03 ^e ± 0.61	-0.85 ^a ± 0.32	+17.38 ^d ± 1.06
	1.0	77.46 ^b ± 1.16	-0.53 ^b ± 0.37	+19.62 ^{ab} ± 1.23
	1.5	77.48 ^b ± 0.57	-0.60 ^b ± 0.26	+19.21 ^b ± 0.73
2.0	0.5	75.71 ^e ± 0.29	-0.90 ^a ± 0.17	+17.51 ^d ± 1.08
	1.0	77.42 ^{bc} ± 0.76	-0.54 ^b ± 0.10	+19.97 ^a ± 1.29
	1.5	78.32 ^a ± 0.65	-0.46 ^b ± 0.17	+19.30 ^{ab} ± 1.35

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นไหมที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ NaCl (A)	2	3.312	0.018	0.829
ปริมาณ Na ₂ CO ₃ (B)	2	17.948*	0.361*	9.877*
A x B	4	0.545	0.028	0.469
Error	18	0.487	0.071	1.306

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเพิ่มปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตมีผลต่อการเกิดสี คือ เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตจะทำให้ค่า L และค่า b เพิ่มขึ้น

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่เตรียมจากเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตปริมาณต่างๆไปวัดเนื้อ
สัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2.13 และ 4.2.14

ตารางที่ 4.2.13 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

% NaCl	% Na ₂ CO ₃	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
1.0	0.5	16.75 ^f ± 0.61	49.89 ^c ± 10.36	11433 ^{abc} ± 562
	1.0	17.49 ^o ± 1.27	55.91 ^{bc} ± 6.15	11321 ^{bc} ± 281
	1.5	18.87 ^d ± 0.99	60.42 ^{ab} ± 10.59	11060 ^d ± 323
1.5	0.5	18.33 ^d ± 0.39	58.69 ^{abc} ± 8.09	11546 ^{ab} ± 412
	1.0	19.56 ^c ± 0.45	64.75 ^{ab} ± 4.29	11499 ^{abc} ± 500
	1.5	20.00 ^b ± 1.03	69.76 ^{ab} ± 7.39	11256 ^{cd} ± 420
2.0	0.5	18.45 ^d ± 0.76	67.34 ^{ab} ± 11.49	11619 ^a ± 219
	1.0	20.54 ^b ± 0.56	73.79 ^{ab} ± 7.79	11676 ^a ± 671
	1.5	21.05 ^a ± 1.08	76.36 ^a ± 4.22	11460 ^{abc} ± 509

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้น
บะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ NaCl (A)	2	8.786*	657.993*	221302.370*
ปริมาณ Na ₂ CO ₃ (B)	2	13.522*	238.003	200884.926*
A x B	4	0.063	1.421	9793.815
Error	18	0.972	93.335	177405.000

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การเพิ่มปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตมีผลต่อเนื้อสัมผัส โดยเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตทำให้เส้นมีความทนการดึงเพิ่มขึ้น และเกลือทำให้เส้นบะหมี่มีความสามารถในการยืดเพิ่มขึ้น ในขณะที่โซเดียมคาร์บอเนตมีผลต่อความกระด้างของเส้นโดยทำให้เส้นมีความกระด้างลดลง

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่เตรียมขึ้นโดยใช้เกลือและโซเดียมคาร์บอเนตในปริมาณต่างๆกัน มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2.15 และ 4.2.16

ตารางที่ 4.2.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

% NaCl	% Na ₂ CO ₃	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
		คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 9
1.0	0.5	6.00 ^b ± 0.95	6.83 ^a ± 1.45	7.28 ^a ± 0.89	6.78 ^b ± 1.30
	1.0	6.81 ^a ± 1.15	6.94 ^a ± 1.11	7.33 ^a ± 1.02	6.89 ^{ab} ± 0.93
	1.5	7.39 ^a ± 0.91	6.56 ^b ± 1.61	7.00 ^b ± 1.19	7.06 ^{ab} ± 0.99
1.5	0.5	5.83 ^b ± 0.94	6.83 ^a ± 1.15	7.22 ^a ± 0.96	6.89 ^{ab} ± 0.99
	1.0	7.00 ^a ± 1.06	6.83 ^a ± 1.16	7.41 ^a ± 1.02	7.23 ^a ± 0.93
	1.5	7.28 ^a ± 0.76	6.61 ^b ± 1.72	7.22 ^a ± 1.23	7.00 ^{ab} ± 1.11
2.0	0.5	6.06 ^b ± 0.87	6.76 ^a ± 1.42	7.27 ^a ± 1.21	6.83 ^b ± 1.14
	1.0	7.06 ^a ± 1.16	6.89 ^a ± 1.05	7.11 ^b ± 0.88	6.61 ^b ± 1.06
	1.5	7.33 ^a ± 0.87	6.50 ^b ± 1.20	7.04 ^b ± 1.08	7.00 ^{ab} ± 0.69

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นขนมปังที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต

SOV	df	MS			
		สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ปริมาณ NaCl	2	1.629	0.346	0.379	0.418
ปริมาณ Na ₂ CO ₃	2	7.475*	3.456*	0.133	0.367
A x B	4	1.121	0.362	0.238	0.473
Panelist	11	3.067	2.271	1.338	0.340
Error	88	0.769	0.714	0.429	0.536

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต ผลิตภัณฑ์จะได้รับคะแนนด้านสีเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใช้โซเดียมคาร์บอเนต 1.5 % ผลิตภัณฑ์มีคะแนนด้านกลิ่นรสน้อยกว่าเมื่อใช้น้อยกว่า 1.5 % เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวมเพื่อเลือกปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับใช้ผลิตเส้นขนมปัง ซึ่งพบว่าเส้นขนมปังที่มีส่วนผสมของเกลือ 1.5 % และโซเดียมคาร์บอเนต 1.0 % มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด

4.2.3 การทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วยเส้นใยอาหาร

การทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose และ xanthan gum โดยแปรปริมาณ microcrystalline cellulose เป็น 2.5, 5.0 และ 7.5 % และแปรปริมาณ xanthan gum เป็น 0.5, 1.0 % ตามลำดับ แล้วนำแป้งที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2.17 และ 4.2.18

ตารางที่ 4.2.17 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม microcrystalline cellulose

% cellulose	% gum	ความชื้น %	เถ้า %	โปรตีน %
0	0	13.03 ^a ± 0.09	0.47 ± 0.01	10.69 ^a ± 0.01
2.5	0.5	12.79 ^b ± 0.16	0.48 ± 0.01	9.99 ^a ± 0.08
	1.0	12.74 ^b ± 0.17	0.49 ± 0.02	9.90 ^a ± 0.12
5.0	0.5	12.69 ^c ± 0.25	0.47 ± 0.01	9.76 ^b ± 0.13
	1.0	12.63 ^c ± 0.19	0.50 ± 0.03	9.52 ^b ± 0.18
7.5	0.5	12.61 ^c ± 0.16	0.47 ± 0.01	9.44 ^c ± 0.22
	1.0	12.58 ^c ± 0.25	0.49 ± 0.03	9.32 ^c ± 0.11

a,b...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น เถ้า และโปรตีนของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		ความชื้น	เถ้า	โปรตีน
ปริมาณ cellulose (A)	2	0.043 [*]	0.010	0.478 [*]
ปริมาณ gum (B)	1	0.008	0.012	0.109
A x B	2	0.000	0.001	0.009
Error	12	0.004	0.000	0.002

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose พบว่าแป้งที่ได้มีปริมาณความชื้น และโปรตีนลดลง

เมื่อนำแป้งที่เติม microcrystalline cellulose นี้ไปศึกษาการเกิดโคจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2.19 และ 4.2.20 ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ

ตารางที่ 4.2.19 การเกิดโดของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	% gum	Water Absorption %	Development Time min	Resistance BU	Elasticity mm
0	0	60.6 ^a ± 0.1	1.5 ^f ± 0.2	430 ^d ± 10	160 ^a ± 3
2.5	0.5	62.5 ^f ± 0.2	13.5 ^a ± 0.2	495 ^c ± 5	135 ^b ± 2
	1.0	65.1 ^c ± 0.3	22.0 ^a ± 0.3	505 ^{bc} ± 10	132 ^b ± 1
5.0	0.5	63.3 ^a ± 0.2	15.0 ^d ± 0.4	500 ^{bc} ± 10	122 ^c ± 1
	1.0	65.7 ^b ± 0.1	21.0 ^b ± 0.5	525 ^{ab} ± 10	126 ^{bc} ± 1
7.5	0.5	64.3 ^d ± 0.2	17.4 ^c ± 0.2	515 ^b ± 5	118 ^d ± 2
	1.0	66.7 ^a ± 0.3	21.0 ^b ± 0.3	540 ^a ± 10	120 ^d ± 3

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวแสดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.20 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่า water absorption, development time, resistance และ elasticity ของโดที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS			
		Water absorption	Development time	Resistance	Elasticity
ปริมาณ cellulose (A)	2	2.823*	2.403*	908.333*	244.333*
ปริมาณ gum (B)	1	18.253*	109.203*	1008.333*	3.000
A x B	2	0.016	5.763	58.333	13.000
Error	12	0.028	0.153	125.000	3.833

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

microcrystalline cellulose และ xanthan gum จะทำให้โดมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการเกิดโดและความต้านการยืดตัวของโดเพิ่มขึ้น แต่ค่าการยืดของโดที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง

จากนั้นนำแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose นี้ไปผลิตเป็นเส้นบะหมี่ แล้วนำเส้นบะหมี่ที่ได้ไปทดสอบสมบัติของเส้น ได้แก่ การวัดสีและเนื้อสัมผัส รวมทั้งนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose เก็บไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดสี ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.21 และ 4.2.22

ตารางที่ 4.2.21 สีของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	% gum	L	a	b
0	0	77.26° ± 0.56	-0.63 ± 0.27	+19.62 ± 1.23
2.5	0.5	77.06° ± 0.43	-0.73 ± 0.20	+21.91 ± 1.59
	1.0	77.68 ^{bc} ± 0.40	-0.71 ± 0.18	+21.69 ± 1.77
5.0	0.5	77.18° ± 0.32	-0.66 ± 0.19	+21.94 ± 1.13
	1.0	77.29° ± 0.23	-0.53 ± 0.28	+21.36 ± 0.86
7.5	0.5	78.28 ^{ab} ± 0.40	-0.63 ± 0.25	+20.53 ± 1.24
	1.0	78.57 ^a ± 0.20	-0.61 ± 0.34	+19.54 ± 0.80

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้ง
สาลีด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ cellulose (A)	2	2.473*	0.129	3.147
ปริมาณ gum (B)	1	0.569	0.037	3.591
A x B	2	0.101	0.022	1.152
Error	12	0.116	0.017	2.047

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณ microcrystalline cellulose มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ คือ เส้นบะหมี่ที่ได้มีสีคล้ำน้อยกว่าเส้นบะหมี่ที่ไม่ได้เติม microcrystalline cellulose และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มของเส้นที่มีการทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose พบว่าเส้นบะหมี่ที่เติม microcrystalline cellulose มากกว่ามีสีคล้ำน้อยกว่า

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ไปวัดเนื้อสัมผัส จะได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.23 และ 4.2.24 ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่า การเพิ่มปริมาณ cellulose มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ คือทำให้เส้นบะหมี่มีค่าความต้านการดึงลดลง สามารถดึงให้เส้นขาดได้ง่ายขึ้น และความกระด้างของเส้นลดลงตามปริมาณ cellulose ที่เพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.23 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	% gum	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	0	18.56 ^{ab} ± 0.65	64.75 ^a ± 4.29	11499 ^a ± 500
2.5	0.5	18.49 ^{ab} ± 1.04	45.51 ^b ± 5.06	9051 ^b ± 406
	1.0	19.31 ^a ± 0.55	45.44 ^b ± 3.48	9121 ^b ± 224
5.0	0.5	16.42 ^b ± 1.32	39.10 ^c ± 2.27	8092 ^c ± 263
	1.0	17.11 ^{ab} ± 1.79	37.98 ^c ± 3.27	8379 ^c ± 392
7.5	0.5	15.41 ^b ± 0.71	30.30 ^d ± 2.10	7693 ^d ± 269
	1.0	15.80 ^b ± 1.18	28.88 ^d ± 2.80	7708 ^d ± 286

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ cellulose (A)	2	9.802*	380.660*	2931527.389*
ปริมาณ gum (B)	1	9.618*	3.396	20000.000
A x B	2	1.945	0.764	55598.167
Error	12	1.739	10.875	60909.333

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ไปประเมินผลทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.25 และ 4.2.26

ตารางที่ 4.2.25 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	% gum	สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
		คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 9
0	0	6.83 ± 1.06	7.64 ± 1.11	7.41 ± 1.42	7.23 ± 0.93
2.5	0.5	6.52 ± 0.92	7.77 ± 1.32	7.23 ± 1.24	7.48 ± 1.03
	1.0	6.38 ± 1.00	7.45 ± 1.19	7.48 ± 1.01	7.27 ± 1.26
5.0	0.5	6.42 ± 0.81	7.53 ± 1.30	7.36 ± 1.28	7.39 ± 1.30
	1.0	6.58 ± 0.64	7.61 ± 1.22	7.15 ± 1.18	7.52 ± 1.24
7.5	0.5	6.75 ± 0.59	7.50 ± 1.44	7.09 ± 1.08	7.36 ± 1.16
	1.0	6.62 ± 0.86	7.73 ± 0.49	7.31 ± 1.26	7.58 ± 1.28

ตารางที่ 4.2.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
ปริมาณ cellulose (A)	2	2.213	0.846	0.659	0.307
ปริมาณ gum (B)	1	1.416	0.361	0.419	0.283
A x B	2	0.059	0.044	0.019	0.027
Panelist	11	0.896	0.757	0.278	0.190
Error	55	0.563	0.684	0.394	0.454

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ microcrystalline cellulose เป็น 7.5 % เส้นบะหมี่ที่ได้ยังคงได้รับคะแนนด้านสี เนื้อสัมผัสทั้งด้านความนุ่มและความเหนียว ตลอดจนคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการเติมและไม่เติม microcrystalline cellulose

การทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch และ xanthan gum โดยแปรปริมาณของ resistant starch เป็น 5.0, 7.5 และ 10 % และแปรปริมาณ xanthan gum เป็น 0.5, 1.0 % ตามลำดับแล้วนำแป้งที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้ผลกระทดลองตามตารางที่ 4.2.27 และ 4.2.28

ตารางที่ 4.2.27 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม resistant starch

% resistant starch	% gum	ความชื้น %	เถ้า %	โปรตีน %
0	0	13.03 ^a ±0.08	0.47 ± 0.01	10.16 ^a ± 0.03
5	0.5	12.83 ^b ±0.05	0.49 ± 0.01	9.62 ^b ± 0.01
	1.0	12.77 ^b ±0.03	0.50 ± 0.01	9.66 ^b ± 0.04
10	0.5	12.63 ^c ±0.05	0.50 ± 0.02	9.20 ^c ± 0.02
	1.0	12.65 ^c ±0.04	0.48 ± 0.01	9.19 ^c ± 0.01
15	0.5	12.45 ^d ±0.03	0.48 ± 0.02	8.95 ^d ± 0.03
	1.0	12.40 ^d ±0.04	0.47 ± 0.01	8.91 ^d ± 0.02

a,b...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น เถ้า และโปรตีนของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		ความชื้น	เถ้า	โปรตีน
ปริมาณ resistant starch (A)	2	0.201*	0.010	1.856*
ปริมาณ gum (B)	1	0.010	0.011	0.039
A x B	2	0.002	0.001	0.016
Error	12	0.007	0.000	0.001

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch พบว่าแป้งที่ได้มีปริมาณความชื้น และโปรตีนลดลง

เมื่อนำแป้งที่เติม resistant starch นี้ไปศึกษาการเกิดโดจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2.29 และ 4.2.30 ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch และ xanthan gum จะทำให้โดมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการเกิดโดและความต้านการยืดตัวของโดเพิ่มขึ้น แต่ค่าการยืดของโดที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.2.29 การเกิดโดของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

%resistant starch	% gum	Water absorption %	Development Time min	Resistance BU	Elasticity mm
0	0	60.6 ^a ± 0.1	1.5 ^f ± 0.2	430 ^d ± 10	158 ^a ± 2
5	0.5	64.2 ^d ± 0.2	16.1 ^c ± 0.5	480 ^c ± 5	138 ^b ± 2
	1.0	67.2 ^b ± 0.1	19.5 ^a ± 0.6	490 ^c ± 5	134 ^b ± 7
10	0.5	66.6 ^c ± 0.2	13.9 ^d ± 0.2	500 ^b ± 10	125 ^c ± 6
	1.0	69.1 ^a ± 0.2	17.8 ^b ± 0.5	525 ^a ± 10	119 ^c ± 3
15	0.5	68.5 ^b ± 0.1	11.8 ^e ± 0.3	520 ^a ± 10	110 ^d ± 4
	1.0	70.7 ^a ± 0.2	15.9 ^c ± 0.4	510 ^{ab} ± 15	105 ^d ± 5

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.30 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่า water absorption, development time, resistance และ elasticity ของโดที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

SOV	df	MS			
		Water absorption	Development time	Resistance	Elasticity
ปริมาณ resistant starch (A)	2	15.263*	23.405*	1662.500*	1218.500*
ปริมาณ gum (B)	1	19.763*	64.980*	312.500	112.500
A x B	2	0.163	0.195	462.500	1.500
Error	12	0.060	0.192	95.833	23.167

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากนั้นนำแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch นี้ไปผลิตเป็นเส้นขนมี่ แล้วนำเส้นขนมี่ที่ได้ไปทดสอบสมบัติของเส้น ได้แก่ การวัดสีและเนื้อสัมผัส รวมทั้งนำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำเส้นขนมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch เก็บไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดสี ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.31 และ 4.2.32

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.31 สีของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

% resistant starch	% gum	L	a	b
0	0	76.66 ^c ± 0.29	-0.53 ± 0.16	+19.88 ± 0.78
5	0.5	76.82 ^c ± 0.29	-0.48 ± 0.12	+21.50 ± 0.51
	1.0	77.25 ^c ± 0.35	-0.58 ± 0.10	+21.39 ± 0.48
10	0.5	78.02 ^b ± 0.29	-0.57 ± 0.10	+21.41 ± 0.47
	1.0	77.98 ^b ± 0.29	-0.50 ± 0.07	+20.93 ± 0.33
15	0.5	78.91 ^a ± 0.13	-0.46 ± 0.07	+21.61 ± 0.20
	1.0	78.94 ^a ± 0.17	-0.45 ± 0.17	+20.97 ± 0.27

a, b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ resistant starch (A)	2	5.312*	0.010	0.114
ปริมาณ gum (B)	1	0.092	0.001	0.761
A x B	2	0.100	0.014	0.112
Error	12	0.071	0.012	0.154

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณ resistant starch มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ คือ เส้นบะหมี่ที่ได้มีสีคล้ำน้อยกว่าเส้นบะหมี่ที่ไม่ได้เติม resistant starch และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มของเส้นที่มีการทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch พบว่าเส้นบะหมี่ที่เติม resistant starch มากกว่ามีสีคล้ำน้อยกว่า

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ไปวัดเนื้อสัมผัส
จะได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.33 และ 4.2.34

ตารางที่ 4.2.33 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย resistant starch

% resistant starch	% gum	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	0	18.56 ^a ± 1.23	64.79 ^a ± 4.33	11499 ^a ± 500
5	0.5	17.49 ^b ± 0.70	59.68 ^a ± 3.09	8835 ^b ± 550
	1.0	17.76 ^b ± 1.05	55.82 ^a ± 7.03	8947 ^b ± 157
10	0.5	15.74 ^c ± 0.38	57.66 ^a ± 4.81	8650 ^b ± 337
	1.0	16.65 ^{bc} ± 1.16	55.55 ^a ± 4.62	8622 ^b ± 626
15	0.5	15.45 ^c ± 0.66	51.73 ^a ± 1.62	8504 ^b ± 507
	1.0	15.56 ^c ± 0.54	50.70 ^a ± 4.65	8480 ^b ± 248

a,b.. ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้น
บะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		tension	Extension	Hardness
ปริมาณ resistant starch (A)	2	7.027*	73.043	244781.056
ปริมาณ gum (B)	1	0.835	24.535	6883.556*
A x B	2	0.273	3.050	7032.722
Error	12	0.578	20.904	269799.500

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองจะเห็นว่า การเพิ่มปริมาณ resistant starch มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ คือทำให้เส้นบะหมี่มีค่าความต้านการดึงลดลง สามารถดึงให้เส้นขาดได้ง่ายขึ้น และความกระด้างของเส้นลดลงตามปริมาณ resistant starch ที่เพิ่มขึ้น

เมื่อนำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ไปประเมินผลทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.2.35 และ 4.2.36

ตารางที่ 4.2.35 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

%resistant starch	% gum	สี คะแนนเต็ม 10	ความนุ่ม คะแนนเต็ม 10	ความเหนียว คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
0	0	6.83 ± 1.06	7.64 ± 1.11	7.41 ± 1.42	7.23 ± 0.93
5	0.5	6.69 ± 0.86	7.39 ± 0.81	7.37 ± 1.27	7.62 ± 0.80
	1.0	6.42 ± 0.75	7.47 ± 0.99	7.21 ± 0.96	7.39 ± 1.03
10	0.5	6.74 ± 0.82	7.75 ± 1.08	7.15 ± 1.34	7.41 ± 1.21
	1.0	6.36 ± 0.94	7.68 ± 0.96	7.34 ± 1.02	7.56 ± 1.18
15	0.5	6.51 ± 0.72	7.84 ± 1.13	7.08 ± 1.23	7.62 ± 1.07
	1.0	6.89 ± 0.90	7.88 ± 0.84	7.26 ± 1.15	7.48 ± 0.98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้น
บะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
ปริมาณ resistant starch (A)	2	1.926	0.725	0.541	0.261
ปริมาณ gum (B)	1	1.205	0.316	0.324	0.197
A x B	2	0.047	0.015	0.009	0.014
Panelist	11	0.753	0.469	0.175	0.162
Error	55	0.411	0.433	0.341	0.437

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch เป็น 15 % เส้นบะหมี่ที่ได้อย่างยังคงได้รับคะแนนด้านสี เนื้อสัมผัสทั้งด้านความนุ่มและความเหนียว ตลอดจนคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเปรียบเทียบกับในกลุ่มที่มีการเติมและไม่เติม resistant starch

4.3. การทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

4.3.1 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำแป้ง

แปรความเข้มข้นของน้ำแป้งเป็น 4 ระดับ คือ 30, 32.5, 35 และ 37.5 % ตามลำดับแล้วผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี และเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำเส้นก้วยเดี่ยวที่ได้มาวัดสี ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3.1 และ 4.3.2

ตารางที่ 4.3.1 สีของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ น้ำแป้ง, %	L	a	b
30	86.23 ± 0.65	-1.45 ± 0.12	+4.42 ^b ± 0.22
32.5	85.82 ± 0.57	-1.40 ± 0.14	+4.71 ^b ± 0.39
35	85.32 ± 0.20	-1.39 ± 0.16	+5.24 ^a ± 0.30
37.5	84.32 ± 0.81	-1.50 ± 0.18	+5.21 ^a ± 0.26

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก้วยเดี่ยว

SOV	df	MS		
		L	a	b
ความเข้มข้นของน้ำแป้ง	3	0.79	0.01	0.65*
Error	12	0.36	0.00	0.09

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งมีผลต่อสีของเส้นก้วยเดี่ยว คือทำให้เส้นก้วยเดี่ยวมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของน้ำแป้งไม่มีผลต่อค่าความสว่าง และค่า a ของเส้นก้วยเดี่ยว

เมื่อนำเส้นก้วยเดี่ยวที่เตรียมจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ มาวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.3.3 และ 4.3.4

ตารางที่ 4.3.3 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ น้ำแป้ง, %	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
30	30.96 ^d ± 1.52	29.79 ^b ± 1.94	11697 ^a ± 1029
32.5	37.33 ^c ± 2.10	32.11 ^{ab} ± 1.38	12710 ^{bc} ± 649
35	42.62 ^b ± 2.08	33.22 ^a ± 1.66	13854 ^{ab} ± 1105
37.5	55.86 ^a ± 2.00	34.12 ^a ± 1.85	14722 ^a ± 496

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยว

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ความเข้มข้นของน้ำแป้ง	3	447.64*	16.98*	6979780.42*
Error	12	3.76	4.14	737401.04

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้ง เส้นก๋วยเตี๋ยวมีค่าความ
ด้านการดึงและสามารถดึงได้ยากมากขึ้น และเส้นมีความกระด้างเพิ่มขึ้น

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เตรียมจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆกันไปประเมินคุณภาพทาง
ประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3.5 และ 4.3.6

ตารางที่ 4.3.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น น้ำแป้ง, %	สี คะแนนเต็ม 10	ความนุ่ม คะแนนเต็ม 10	ความเหนียว คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
30	8.10 ^a ± 0.46	8.31 ^a ± 0.59	6.95 ± 0.94	7.34 ^{ab} ± 0.96
32.5	7.65 ^a ± 0.75	8.06 ^a ± 0.71	7.53 ± 0.91	7.56 ^a ± 0.82
35	6.65 ^b ± 0.63	6.75 ^b ± 1.01	7.45 ± 0.64	6.95 ^{ab} ± 1.01
37.5	6.10 ^c ± 0.46	6.55 ^b ± 0.60	7.47 ± 0.60	6.45 ^b ± 0.63

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
panelist	11	0.583	0.344	0.890	0.653
ความเข้มข้นของน้ำแป้ง	3	8.342*	7.717*	0.623	2.156
Error	33	0.263	0.624	0.521	0.976

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เตรียมขึ้นจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ กันพบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เตรียมจากน้ำแป้งความเข้มข้น 30 % ได้รับคะแนนด้านสีสูงที่สุดเนื่องจากมีสีขาวกว่าตัวอย่างอื่น และได้รับคะแนนด้านความเหนียวน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดเนื้อสัมผัส

สำหรับตัวอย่างที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดคือตัวอย่างที่เตรียมจากน้ำแป้งความเข้มข้น 32.5 % ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกน้ำแป้งที่ระดับความเข้มข้นนี้ไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไปเพราะได้รับคะแนนสูงในทุกๆด้าน

4.3.2 การทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหาร

ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose โดยแปรปริมาณเป็น 5, 10 และ 15 % ตามลำดับ แล้วนำแป้งที่ได้ไปผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวและทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี และเนื้อสัมผัส รวมทั้งนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การวัดสีเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3.7 และ 4.3.8

ตารางที่ 4.3.7 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

Cellulose %	L	a	b
0	85.52 ± 0.43	-1.40 ± 0.07	+4.71 ± 0.37
5	86.39 ± 0.55	-1.40 ± 0.10	+4.86 ± 0.29
10	87.48 ± 0.86	-1.32 ± 0.14	+5.11 ± 0.24
15	87.68 ± 0.84	-1.28 ± 0.17	+5.06 ± 0.46

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๊วยเดี่ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ cellulose	3	257.28	0.15	0.14
Error	12	82.03	0.10	0.10

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำแป้งที่ผสม cellulose แล้วไปผลิตเป็นเส้นก๊วยเดี่ยวแล้วนำไปวัดสีพบว่าสีของเส้นก๊วยเดี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การวัดเนื้อสัมผัสของเส้นก๊วยเดี่ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.3.9 และ 4.3.10

ตารางที่ 4.3.9 เนื้อสัมผัสของเส้นก๊วยเดี่ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	40.31 ^a ± 1.90	29.80 ^a ± 1.30	12194 ^b ± 793
5	38.20 ^b ± 1.51	21.88 ^b ± 1.31	12511 ^{ab} ± 407
10	33.90 ^c ± 1.64	20.86 ^b ± 1.76	12842 ^{ab} ± 917
15	31.82 ^d ± 1.76	19.81 ^b ± 1.34	13560 ^a ± 685

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้น กวดยืดที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ cellulose	3	60.40*	83.02*	1369347.08*
Error	12	1.78	2.09	558769.38

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเติม cellulose เพิ่มขึ้น เส้นกวดยืดมีความต้านการดึงลดลงและสามารถดึงให้ขาดได้ง่ายขึ้น และเส้นกวดยืดมีค่าความกระด้างลดลง

เมื่อนำเส้นกวดยืดที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3.11 และ 4.3.12

ตารางที่ 4.3.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นกวดยืดที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

Cellulose %	สี คะแนนเต็ม 10	ความนุ่ม คะแนนเต็ม 10	ความเหนียว คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
0	8.18 ^a ± 0.91	8.25 ± 0.71	7.72 ^a ± 0.81	8.00 ^a ± 0.84
5	7.75 ^{ab} ± 0.87	8.00 ± 0.73	7.50 ^{ab} ± 0.71	7.73 ^a ± 0.73
10	7.38 ^b ± 0.61	7.75 ± 0.82	7.38 ^{ab} ± 0.89	7.43 ^a ± 1.08
15	6.98 ^b ± 0.72	7.50 ± 0.79	6.68 ^b ± 0.79	6.50 ^b ± 0.92

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของ แป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
Panelist	11	1.557	0.208	0.542	0.438
ปริมาณ cellulose	3	2.182*	0.417	0.568*	1.688*
Error	33	0.682	0.486	0.556	1.007

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติม cellulose แล้วนี้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อเติม cellulose เพิ่มขึ้น ตัวอย่างได้รับคะแนนด้านสีลดลง มีคะแนนด้านความนุ่มและความเหนียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบรวมพบว่าตัวอย่างที่มีการทดแทนส่วนของแป้งด้วย micro-crystalline cellulose 15 % มีคะแนนต่ำกว่าตัวอย่างอื่น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเราสามารถทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย cellulose ได้ 10 % โดยผลิตภัณฑ์ยังได้รับคะแนนความชอบไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าล้วน

การทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch โดยแปรปริมาณ resistant starch ในปริมาณ 10, 15 และ 20 % แล้วนำแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch แล้วไปผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ไปวัดสี ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.3.13 และ 4.3.14 จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณ

ตารางที่ 4.3.13 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch

Resistant starch %	L	a	b
0	86.71 ± 0.55	-1.40 ± 0.07	+4.71 ± 0.37
10	86.33 ± 0.29	-1.39 ± 0.05	+5.17 ± 0.28
15	86.04 ± 0.24	-1.38 ± 0.08	+5.73 ± 0.38
20	85.73 ± 0.19	-1.36 ± 0.06	+6.12 ± 0.44

ตารางที่ 4.3.14 การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ cellulose	3	0.97	0.10	0.99*
Error	12	0.06	0.01	0.08

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

resistant starch ไม่มีผลต่อค่าความสว่างและค่า a แต่จะมีผลต่อค่า b คือเมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch จะมีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีเหลืองมากขึ้น

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ไปวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.3.15 และ 4.3.16

ตารางที่ 4.3.15 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch

Resistant starch %	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	38.88 ^a ± 1.34	28.68 ^a ± 0.57	12194 ^a ± 420
10	33.28 ^b ± 1.66	23.27 ^b ± 0.73	11335 ^{ab} ± 284
15	30.59 ^c ± 1.38	22.59 ^b ± 0.50	11044 ^{ab} ± 447
20	28.51 ^c ± 1.51	21.83 ^b ± 0.48	10715 ^b ± 384

a,b,... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ resistant starch	3	52.05*	54.58	1614812.23*
Error	12	3.05	0.77	238566.90

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การเติม resistant starch มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว คือทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความต้านการดึงและความกระด้างลดลง แต่ resistant starch ไม่มีผลต่อความสามารถในการยึดของเส้นก๋วยเตี๋ยว

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3.17 และ 4.3.18

ตารางที่ 4.3.17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้า ด้วย resistant starch

Resistant starch %	สี คะแนนเต็ม 10	ความนุ่ม คะแนนเต็ม 10	ความเหนียว คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
0	7.75 ^a ± 0.85	7.83 ± 0.75	7.42 ^a ± 0.91	7.65 ^a ± 0.82
10	7.12 ^{ab} ± 0.95	7.65 ± 0.63	7.31 ^a ± 0.99	7.41 ^a ± 0.95
15	6.95 ^{ab} ± 1.11	7.61 ± 0.55	6.91 ^{ab} ± 1.06	6.99 ^{ab} ± 0.86
20	6.56 ^b ± 0.98	7.52 ± 0.50	6.62 ^b ± 0.88	6.44 ^b ± 0.75

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
Panelist	11	1.557	0.208	0.542	0.438
ปริมาณ resistant starch	3	2.182*	0.417	0.568*	1.688*
Error	33	0.682	0.486	0.556	1.007

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch ตัวอย่างได้รับคะแนนด้านสีและความเหนียวลดลงแต่มีความนุ่มไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบรวมพบว่าตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย resistant starch 15 % มีคะแนนไม่ต่างจากตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทนด้วย resistant starch ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงอาจ

กล่าวได้ว่าสามารถทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวได้ 15 %

4.4 การทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเชิงไส้

4.4.1 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำแป้งถั่วเขียว

แปรความเข้มข้นของน้ำแป้งเป็น 3 ระดับ คือ 25, 27.5 และ 30 % ตามลำดับแล้วผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไส้ ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไส้ที่เตรียมจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆมาวัดสี ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4.1 และ 4.4.2

ตารางที่ 4.4.1 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไส้ ที่ผลิตจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆ

น้ำแป้งถั่วเขียว %	L	a	b
25	74.65 ± 1.36	- 0.66 ± 0.03	+ 3.41 ± 0.29
27.5	74.68 ± 1.33	- 0.65 ± 0.04	+ 3.45 ± 0.21
30	74.72 ± 1.19	- 0.66 ± 0.06	+ 3.48 ± 0.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไข

SOV	df	MS		
		L	a	b
ความเข้มข้นของน้ำแป้ง ก๊วยเดี่ยว	2	0.01	0	0
Error	9	1.45	0.05	0.12

จากการวัดสีเส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไขพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งก๊วยเดี่ยว สีของเส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไขไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งค่า L, a และ b

เมื่อนำเส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไขไปวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4.3 และ 4.4.4 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแป้งก๊วยเดี่ยว สามารถดึงให้เส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไขขาดได้ยากขึ้น และเส้นที่ได้มีความกระด้างเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4.3 เนื้อสัมผัสของเส้นก๊วยเดี่ยวเชิงไขที่ผลิตจากน้ำแป้งก๊วยเดี่ยวความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของน้ำแป้ง ก๊วยเดี่ยว, %	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
25	95.96 ± 5.24	62.42 ^b ± 3.82	11098 ^b ± 527
27.5	96.98 ± 5.42	71.97 ^a ± 6.16	11889 ^b ± 259
30	98.89 ± 5.01	76.96 ^a ± 5.03	12411 ^a ± 586

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของ
เส้นกัวยเดี่ยวเชิงไข

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ความเข้มข้นของน้ำแข็ง ถั่วเขียว	2	16.60	182.23*	1747271.10*
Error	9	27.33	26.92	953600.68

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นกัวยเดี่ยวเชิงไข ที่เตรียมจากน้ำแข็งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆกันไป
ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4.5 และ 4.4.6

ตารางที่ 4.4.5 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสเส้นกัวยเดี่ยวเชิงไขที่ผลิตจากน้ำแข็งถั่วเขียว
ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของน้ำแข็ง ถั่วเขียว, %	สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 9
25	8.04 ± 0.85	7.85 ^a ± 1.02	7.42 ± 0.96	7.75 ^a ± 0.73
27.5	7.97 ± 0.83	7.38 ^a ± 1.15	7.52 ± 0.83	7.12 ^a ± 0.86
30	7.92 ± 1.08	6.54 ^b ± 0.86	7.60 ± 1.06	6.29 ^b ± 0.75

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยว
เชียงใหม่ที่ผลิตจากน้ำแป้งก๋วยเตี๋ยวความเข้มข้นต่างๆ

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
panelist	11	1.776	1.784	1.061	0.811
ความเข้มข้นของน้ำแป้ง ก๋วยเตี๋ยว	3	0.288	8.806*	0.486	4.652*
Error	33	0.391	0.901	0.384	0.653

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่เตรียมขึ้นจากน้ำแป้ง
ก๋วยเตี๋ยวความเข้มข้นต่างๆ กันพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของแป้งก๋วยเตี๋ยวไม่มีผลต่อคะแนนด้านสี
และความเหนียวของผลิตภัณฑ์ แต่มีผลต่อคะแนนเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม คือ คะแนนด้านความ
นุ่มของผลิตภัณฑ์ลดลง

สำหรับตัวอย่างที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดคือตัวอย่างที่เตรียมจากน้ำแป้ง
ก๋วยเตี๋ยวความเข้มข้น 25 % ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกน้ำแป้งก๋วยเตี๋ยวที่ระดับความเข้มข้นนี้ไปใช้ในการ
การทดลองขั้นต่อไป

4.4.2 การทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วยเส้นใยอาหาร

ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย microcrystalline cellulose โดยแปรปริมาณเป็น
5, 10 และ 15 % ตามลำดับ แล้วนำแป้งก๋วยเตี๋ยวที่ได้ไปผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ และทดสอบ
สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี และเนื้อสัมผัส รวมทั้งนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การวัดสีเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย microcrystalline
cellulose ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4.7 และ 4.4.8 จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเติม
เซลลูโลสมากขึ้น เส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่มีสีเขียว(ค่า a) ลดลง แต่ค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกัน
ทั้งในตัวอย่างที่เติมและไม่เติมเซลลูโลส

ตารางที่ 4.4.7 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose

% cellulose	L	a	b
0	74.55 ± 1.36	-0.66 ^a ± 0.03	+3.40 ± 0.27
5	74.65 ± 1.06	-0.43 ^b ± 0.06	+3.19 ± 0.18
10	74.69 ± 1.04	-0.43 ^b ± 0.05	+3.14 ± 0.14
15	74.75 ± 1.30	-0.40 ^c ± 0.03	+3.13 ± 0.15

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ cellulose	3	0.03	0.06 *	0.07
Error	12	1.51	0	0.03

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ไปวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4.9 และ 4.4.10 ซึ่งจากผลการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4.9 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย micro-crystalline cellulose

% cellulose	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	95.96 ^a ± 5.24	62.42 ^a ± 3.82	11182 ^a ± 259
5	87.76 ^a ± 5.33	55.10 ^b ± 3.18	10269 ^{ab} ± 502
10	70.44 ^b ± 4.13	50.42 ^{bc} ± 4.50	9952 ^{ab} ± 386
15	76.96 ^b ± 6.25	46.12 ^c ± 2.31	9869 ^b ± 477

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ cellulose	3	513.07*	194.72*	705674*
Error	12	38.22	12.57	314361

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ทดลองพบว่าเมื่อเติม cellulose เพิ่มขึ้น เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความต้านการดึงลดลง สามารถดึงให้ขาดได้ง่ายขึ้น และเส้นมีความกระด้างลดลง

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย microcrystalline cellulose ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4.11 และ 4.4.12

ตารางที่ 4.4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้ง
 เจริญด้วย microcrystalline cellulose

Cellulose %	สี คะแนนเต็ม 10	ความนุ่ม คะแนนเต็ม 10	ความเหนียว คะแนนเต็ม 10	ความชอบรวม คะแนนเต็ม 9
0	8.00 ± 0.85	8.08 ^a ± 1.03	7.94 ^a ± 0.96	7.88 ^a ± 0.93
5	7.79 ± 1.01	7.67 ^{ab} ± 0.93	7.75 ^a ± 0.82	7.68 ^{ab} ± 0.98
10	7.73 ± 0.91	7.42 ^b ± 0.93	7.51 ^a ± 0.94	7.50 ^{ab} ± 1.01
15	7.58 ± 1.05	7.33 ^b ± 1.11	7.33 ^b ± 1.20	7.25 ^b ± 1.00

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี
 ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของ
 แป้งเจริญด้วย microcrystalline cellulose

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
Panelist	11	2.774	1.875*	1.367*	0.880*
ปริมาณ cellulose	3	0.357	1.361*	3.861*	0.797*
Error	33	0.670	0.486	0.494	0.380

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติม cellulose แล้วนี้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการเติม cellulose ไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ แต่คะแนนด้านความนุ่มและความเหนียวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อปริมาณ cellulose เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบรวมพบว่าตัวอย่างที่มีการทดแทนส่วนของแป้งด้วย microcrystalline cellulose 15 % มีคะแนนต่ำกว่าตัวอย่างอื่น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า

เราสามารถทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย cellulose ได้ 10 % โดยผลิตภัณฑ์ยังได้รับคะแนนความชอบรวมไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งถั่วเขียวล้วน

การทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch โดยแปรปริมาณ resistant starch ในปริมาณ 10, 15 และ 20 % แล้วนำแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ และทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สีและเนื้อสัมผัสรวมทั้งนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการวัดสีเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch แสดงดังตารางที่ 4.4.13 และ 4.4.14 ซึ่งพบว่า การเพิ่มปริมาณ resistant starch มีผล

ตารางที่ 4.4.13 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch

Resistant starch %	L	a	b
0	74.65 ± 1.24	-0.66 ^a ± 0.03	+3.41 ^b ± 0.29
10	74.63 ± 0.67	-0.48 ^b ± 0.04	+4.06 ^a ± 0.24
15	74.54 ± 0.67	-0.45 ^b ± 0.05	+4.02 ^a ± 0.31
20	74.44 ± 0.85	-0.45 ^b ± 0.07	+4.03 ^a ± 0.21

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		L	a	b
ปริมาณ resistant starch	3	0.04	0.04 *	0.39 *
Error	12	0.93	0	0.07

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ต่อค่าสีเขียวและค่าสีเหลือง คือเมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch ค่าสีเขียวยจะลดลง แต่ค่าสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย resistant starch ไปวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 4.4.15 และ 4.4.16

ตารางที่ 4.4.15 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย resistant starch

Resistant starch %	Tension gm	Extension mm	Hardness gm
0	95.96 ^a ± 5.24	62.42 ^a ± 3.82	11182 ± 259
10	89.89 ^{ab} ± 5.65	54.34 ^b ± 1.49	10672 ± 366
15	82.08 ^b ± 5.28	52.80 ^b ± 3.34	10454 ± 149
20	81.65 ^b ± 5.05	50.40 ^b ± 3.82	10102 ± 265

a,b,... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเรียงไข่ที่ทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย resistant starch

SOV	df	MS		
		Tension	Extension	Hardness
ปริมาณ resistant starch	3	177.28*	108.70*	1259183
Error	12	28.20	10.63	1039808

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า การเติม resistant starch มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ คือทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่มีความต้านการดึงลดลงและดึงให้ขาดได้ง่ายขึ้น แต่ปริมาณ resistant starch ไม่มีผลต่อความกระด้างของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวด้วย resistant starch ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4.17 และ 4.4.18

ตารางที่ 4.4.17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวด้วย resistant starch

Resistant starch %	สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 10	คะแนนเต็ม 9
0	7.94 ^a ± 0.98	7.63 ± 0.92	7.46 ± 0.88	7.58 ± 0.93
10	7.63 ^{ab} ± 0.96	7.45 ± 1.11	7.31 ± 0.93	7.50 ± 1.06
15	7.35 ^b ± 1.07	7.38 ± 1.00	7.21 ± 1.10	7.42 ± 0.80
20	7.21 ^b ± 1.01	7.04 ± 1.14	7.13 ± 1.08	7.35 ± 0.91

a,b... ตัวอักษรที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวด้วย resistant starch

SOV	df	MS			
		สี	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความชอบรวม
Panelist	11	2.191	2.248	1.801	0.947
ปริมาณ resistant starch	3	1.645*	0.687	0.311	0.611
Error	33	0.407	0.581	0.474	0.301

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณ resistant starch ตัวอย่างได้รับคะแนนด้านสีลดลง แต่คะแนนของเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มและความเหนียวไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาคะแนนด้านความชอบพบว่าตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงฮั้วที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย resistant starch 20 % มีคะแนนไม่ต่างจากตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทนด้วย resistant starch ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าสามารถทดแทนส่วนของแป้งก๋วยเตี๋ยวด้วย resistant starch ในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงฮั้วได้ 20%

4.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงฮั้วที่ผลิตได้

นำเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose และ resistant starch ที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 4.2.3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลตามตารางที่ 4.5.1 จึงพบว่าเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย cellulose และ resistant starch

ตารางที่ 4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์บะหมี่และบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วยเส้นใยอาหาร

องค์ประกอบ *	no fiber	Cellulose 7.5%	Resistant starch 15%
โปรตีน (%)	10.76	10.05	9.52
ไขมัน (%)	0.32	0.24	0.25
คาร์โบไฮเดรต (%)	82.13	74.90	78.55
เถ้า (%)	3.22	3.39	3.39
เส้นใยอาหาร (%)	3.57	11.42	8.29
พลังงาน (Cals/100g)	374.44	341.96	354.53

* % โดยน้ำหนักแห้ง

มีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย cellulose 7.5% และ resistant starch 15% มีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 11.42 และ 8.29% ตามลำดับ โดยน้ำหนักแห้ง

ซึ่งสูงกว่าที่พบในเส้นบะหมี่ที่ผลิตจากแป้งสาลีส่วนที่มีเส้นใยอาหาร 3.57% โดยน้ำหนักแห้ง ในขณะที่เดียวกันก็พบว่าเส้นบะหมี่ที่ทดแทนด้วยเส้นใยอาหารนี้ให้พลังงานลดลง โดยเส้นบะหมี่ที่ทดแทนด้วย cellulose 7.5% ให้พลังงาน 341.96 Cals และเมื่อทดแทนด้วย resistant starch 15% ให้พลังงาน 354.53 Cals ซึ่งลดลงจากบะหมี่ที่ผลิตจากแป้งสาลีส่วนที่ให้พลังงาน 374.44 Cals เมื่อคำนวณปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นบะหมี่สุก 1 ส่วนบริโภค (serving) ซึ่งมีปริมาณ 1/2 ถ้วยตวง หรือมีน้ำหนักประมาณ 70 กรัม ได้ผลตามตารางที่ 4.5.2

ตารางที่ 4.5.2 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นบะหมี่ 1 ส่วนบริโภค

องค์ประกอบ	no fiber	Cellulose 7.5%	Resistant starch 15%
ความชื้น (กรัม)	42.28	44.02	43.91
โปรตีน (กรัม)	2.94	2.61	2.48
ไขมัน (กรัม)	0.07	0.06	0.08
คาร์โบไฮเดรต	22.79	19.46	20.47
เถ้า (กรัม)	0.89	0.88	0.88
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.99	2.97	2.16
พลังงาน (Cals)	103.55	88.82	92.52

ซึ่งพบว่าเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย cellulose 7.5% และ resistant starch 15% ปริมาณ 1 ส่วนบริโภคมีปริมาณเส้นใยอาหาร 2.97 และ 2.16 กรัม และให้พลังงาน 88.82 และ 92.52 Cals. ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose และ resistant starch เปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าส่วน ได้ผลตามตารางที่ 4.5.3 ซึ่งพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย cellulose 10% และ resistant starch 15% มีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 18.41% และ 10.84 ในขณะที่เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าส่วนมีปริมาณเส้นใยอาหารเพียง 2.54% ส่วนพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหารก็มีค่าลดลง โดย

ตารางที่ 4.5.3 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหาร

องค์ประกอบ *	no fiber	Cellulose 10%	Resistant starch 15%
โปรตีน (%)	6.47	7.07	6.92
ไขมัน (%)	2.15	2.29	2.16
คาร์โบไฮเดรต (%)	88.59	71.50	79.47
เถ้า (%)	0.26	0.73	0.61
เส้นใยอาหาร (%)	2.54	18.41	10.84
พลังงาน (Cals/100g)	399.59	334.89	365.00

* % โดยน้ำหนักแห้ง

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนด้วย cellulose 10% และ resistant starch 15% ให้พลังงาน 334.89 และ 365.00 Cals ซึ่งสูงกว่าที่พบในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าล้วนที่ให้พลังงาน 399.59 Cals

สำหรับผลการคำนวณปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ตวกแล้ว 1 ส่วนบริโภค (serving) ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 70 กรัม ได้ผลตามตารางที่ 4.5.4 ซึ่งพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย cellulose 10% และ resistant starch 15%

ตารางที่ 4.5.4 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 ส่วนบริโภค

องค์ประกอบ	no fiber	Cellulose 10%	Resistant starch 15%
ความชื้น (กรัม)	49.95	53.15	52.65
โปรตีน (กรัม)	1.30	1.19	1.20
ไขมัน (กรัม)	0.43	0.39	0.37
คาร์โบไฮเดรต	17.77	12.05	13.78
เถ้า (กรัม)	0.05	0.12	0.10
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.51	3.10	1.88
พลังงาน (Cals)	80.15	56.47	63.25

ปริมาณ 1 ส่วนบริโภคมีปริมาณเส้นใยอาหาร 3.10 และ 1.88 กรัม และให้พลังงานลดลงเหลือ 56.47 และ 63.25 Cals. ตามลำดับ

เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วยเส้นใยอาหารมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ผลิตจากแป้งถั่วเขียวล้วน ได้ผลตามตารางที่ 4.5.5 ซึ่งพบว่า การทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วยเส้นใยอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจาก 3.67% เป็น 19.19% เมื่อทดแทนด้วย cellulose

ตารางที่ 4.5.5 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่และเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วยเส้นใยอาหาร

องค์ประกอบ *	no fiber	Cellulose 10%	Resistant starch 20%
โปรตีน (%)	0.65	0.69	0.67
ไขมัน (%)	0.28	0.29	0.28
คาร์โบไฮเดรต (%)	95.10	78.99	83.30
เถ้า (%)	0.28	0.83	0.64
เส้นใยอาหาร (%)	3.67	19.19	15.04
พลังงาน (Cals/100g)	385.52	321.33	338.4

* % โดยน้ำหนักแห้ง

10% และเพิ่มเป็น 15.04% เมื่อทดแทนด้วย resistant starch 20% และเมื่อคำนวณเป็นพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่จะพบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ทดแทนด้วย cellulose 10% และ resistant starch 20% ให้พลังงานลดลงเหลือ 321.33 และ 338.4 Cals

ผลการคำนวณปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ที่ลวกแล้ว 1 ส่วนบริโภค (serving) แสดงได้ดังตารางที่ 4.5.6 ซึ่งพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย cellulose 10% และ resistant starch 20% ปริมาณ 1 ส่วนบริโภคมีปริมาณเส้นใยอาหาร 3.19 และ 2.57 กรัม และให้พลังงาน 53.49 และ 57.89 Cals. ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5.6 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเชียงใหม่ 1 ส่วนบริโภค

องค์ประกอบ	no fiber	Cellulose 10%	Resistant starch15%
ความชื้น (กรัม)	50.95	53.35	52.89
โปรตีน (กรัม)	0.12	0.11	0.11
ไขมัน (กรัม)	0.05	0.05	0.05
คาร์โบไฮเดรต	18.12	13.15	14.25
เถ้า (กรัม)	0.05	0.14	0.11
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.70	3.19	2.57
พลังงาน (Cals)	73.41	53.49	57.89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย