

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเปลือกกุ้งผง

เปลือกกุ้งที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากบริษัทจันทบุรีซีฟู้ดส์ อ.นายายอาม จ.จันทบุรี ซึ่งเป็นเปลือกของกุ้งกุลาดำ (Tiger prawn, *Penaeus monodon*) โดยใช้เปลือกกุ้งสดหลังจากปอกเปลือกไม่เกิน 1 ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 15°C ตลอดระยะเวลาการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จากนั้นนำมาผ่านการล้างน้ำให้สะอาด ปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยกรดและด่าง นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 15-20 นาที อบแห้งในตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 55 °C นาน 2-3 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh นำมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (1990)

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 8) พบว่า เปลือกกุ้งผงมีค่าความสว่าง (L*) 48.67 ค่าสีแดง (a*) 2.53 และค่าสีเหลือง (b*) 15.04 โดยลักษณะสีของเปลือกกุ้งที่ผลิตได้มีสีส้มแดง เนื่องจากในเปลือกกุ้งมีโปรตีนชื่อ อัลฟา-ครัสตาไซยานิน (α -crustacyanin) เป็นส่วนประกอบภายในโมเลกุลจะมีรงควัตถุสีแดงชื่อแอสตาแซนธิน (astaxanthin) อยู่ภายใน แอสตาแซนธินเป็นรงควัตถุในกลุ่มเดียวกับรงควัตถุชื่อแคโรทีน (carotenoids) ที่พบใน แครอท การเกาะกันระหว่างรงควัตถุนี้ทำให้เป็นโปรตีนเชิงซ้อนจะทำให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงขึ้นในช่วงแสงสีเขียว-ม่วงในสัตว์ทะเล ซึ่งทำให้สังเกตเห็นกุ้งมีสีเขียวน้ำเงินหรือสีน้ำตาล และการมีแอสตาแซนธินจะมีผลต่อการเจริญของสัตว์ด้วย โดยเมื่อเปลือกกุ้งโดนความร้อนทำให้โปรตีนเชิงซ้อนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (denature) ทำให้แอสตาแซนธินที่อยู่ภายในหลุดออกมาเป็นอิสระสารสีที่เป็นอิสระนี้จะให้สีแดง แสดงให้เห็นว่าเมื่อโปรตีนเสียสภาพจะเห็นเปลือกกุ้งมีสีแดง (นิรนาม, 2557)

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ค่าสีของเปลือกกุ้งผง

Color value of shrimp powder	Values
L*	48.67
a*	2.53
b*	15.04

L* indicates lightness from white=100 (+) to black=0 (-)

a* indicates red (+) to green (-)

b* indicates yellow (+) to blue (-)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเปลือกกุ้งผง พบว่า เปลือกกุ้งผงมีปริมาณความชื้น 25.73% โปรตีน 9.51% ไขมัน 1.57% เยื่อใย 48.65% เถ้า 1.95% และปริมาณกรดอะมิโนดังแสดงในตารางที่ 9 ขณะที่เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์เศษเหลือจากกุ้งกุลาดำของกิตติยา (2544) พบว่ามีปริมาณความชื้น 17.32% โปรตีน 42.14% ไขมัน 7.69% เยื่อใย 8.03% และเถ้า 19.54% จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์เปลือกกุ้งที่ผลิตได้มีความแตกต่างกับเศษเหลือจากกุ้งของกิตติยา (2544) โดยเปลือกกุ้งผงมีปริมาณความชื้นและปริมาณเยื่อใยมากกว่าปริมาณความชื้นและปริมาณเยื่อใยจากเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำ แต่มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าต่ำกว่าทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื่องจากกุ้งกุลาดำผงใช้ทั้งส่วนของเปลือก หัว และหางกุ้งมาแปรรูปเป็นกุ้งกุลาดำผง จึงทำให้คุณค่าทางอาหารสูงขึ้น

ผลการพัฒนากระบวนการผลิตเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

1. การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่มีปริมาณเปลือกกุ้งผงระดับต่างๆ (ภาพที่ 7) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าสี ในระบบ CIE แสดงผลเป็นค่า L^* a^* และ b^* ดังตารางที่ 10 พบว่า การเติมเปลือกกุ้งผงที่ระดับต่างๆทำให้เส้นบะหมี่มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ซึ่งการเติมเปลือกกุ้งผง 25 % มีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 55.52 โดยเส้นบะหมี่ที่ไม่มีการเติมเปลือกกุ้งผงมีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 71.54 ส่วนเส้นบะหมี่ที่มีการเติมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 15 และ 20 % มีค่าความสว่างเท่ากับ 68.03 66.19 64.64 และ 60.97 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 % และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ขณะที่ผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับที่ 0 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่มีเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 10 15 20 และ 25 % โดยที่ผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับที่ 5 10 15 และ 20 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25 %

ค่า a^* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดงในเส้นบะหมี่ที่มีปริมาณเปลือกกุ้งผงที่ระดับต่างๆ พบว่าปริมาณเปลือกกุ้งผง 25 % มีค่า a^* มากที่สุดคือ 5.20 โดยเส้นบะหมี่ที่ไม่มีการเติมเปลือกกุ้งผงมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 2.73 ส่วนเส้นบะหมี่ที่มีการเติมเปลือกกุ้งผง 5 10 15 และ 20 % มีค่า a^* เท่ากับ 3.02 3.31 4.02 และ 4.40 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเปลือกกุ้งผงที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ค่า b^* แสดงความเป็นสีเหลืองในเส้นบะหมี่ที่มีปริมาณเปลือกกุ้งผงที่ระดับต่างๆ พบว่าปริมาณเปลือกกุ้งผง 25 % มีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 8.05 โดยเส้นบะหมี่ที่ไม่มีการเติมเปลือกกุ้งผงที่

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งผง

Chemical compositions	Contents(%)
Moisture	25.73
Protein**	9.51
Fat	1.57
Ash	1.95
fiber	48.65
Calcium	4.24
Total phosphorus	1.20
Chitin	16.87
Amino acid (g/100g)	
Methionine 0.89	0.71
Cystine	0.10
Lysine	1.87
Arginine	1.56
Lysine	1.40
Glycine	1.92
Histidine	1.02
Isoleucine	1.41
Leucine	2.35
Phenylalanine	2.09
Tyrosine	1.34
Threonine	1.50
Valine	1.56
Serine	1.34
Alanine	2.18
Aspartate	2.37

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
 ** Corrected crude protein = (total N-chitin N)*6.25



(a)



(b)

ภาพที่ 7 ผลิตรกณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงในระดับที่แตกต่าง

(a) เส้นบะหมี่สด

(b) เส้นบะหมี่สุก

ระดับ 0 % มีค่า b^* มากที่สุดคือ 16.64 ส่วนเส้นบะหมี่ที่มีการเติมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 15 และ 20 % มีค่า b^* เท่ากับ 14.47 14.32 12.45 และ 8.83 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 และ 10 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 15 20 และ 25 % โดยที่ผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 20 และ 25 % ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงดังกล่าวนี้ เนื่องจากจากเปลือกกุ้งผงที่เติมลงไป ในผลิตภัณฑ์ โดยเปลือกกุ้งมีลักษณะเป็นสีส้ม ดังนั้น เมื่อเติมเปลือกกุ้งผงลงในผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอ่อนจึงทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ลดลงและค่าความสว่างลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดงจะเพิ่มขึ้น เนื่องจาก astaxanthin ที่มีในเศษเหลือจากกุ้งซึ่งเป็นเม็ดสีที่พบในพวก crustacean (สุพาณี, 2543)

ตารางที่ 10 ค่าสีในผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงระดับต่างๆ

Shrimp shell (%)	Color values		
	Lightness (L*)	Yellowness (b*)	Redness (a*) ^{ns}
0	71.54 ^d	16.64 ^c	2.37 ^{ns}
5	68.03 ^{cd}	14.47 ^{bc}	3.02 ^{ns}
10	66.19 ^{bc}	14.32 ^{bc}	3.31 ^{ns}
15	64.65 ^{bc}	12.45 ^b	4.02 ^{ns}
20	60.97 ^b	8.83 ^a	4.40 ^{ns}
25	55.52 ^a	8.05 ^a	5.20 ^{ns}

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)

^{ns} means are not significantly different ($P > 0.05$)

Color values : L* indicates lightness from white=100 (+) to black=0 (-)

a* indicates red (+) to green (-)

b* indicates yellow (+) to blue (-)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้ง

จากวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้ง ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีรายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp shell (g)	Chemical composition (%)					
	Moisture	Ash	Fiber	protein	Fat	Carbohydrate
0	25.79 ^a	2.66 ^a	48.79 ^a	9.58 ^a	1.60 ^a	3.39 ^a
5	26.42 ^{ab}	2.95 ^a	49.29 ^a	11.54 ^{ab}	1.83 ^a	4.47 ^a
10	27.16 ^{ab}	3.90 ^b	49.64 ^{ab}	12.33 ^b	3.16 ^b	7.59 ^{ab}
15	28.95 ^{ab}	3.86 ^b	51.50 ^{abc}	15.30 ^c	3.26 ^b	9.56 ^{ab}
20	30.06 ^b	5.32 ^c	52.36 ^{bc}	18.42 ^d	3.39 ^b	11.56 ^b
25	30.10 ^b	6.03 ^c	53.21 ^c	19.68 ^d	3.59 ^b	12.63 ^b

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)

2.1 ปริมาณความชื้น

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 25.79 26.42 27.16 28.95 30.06 และ 30.10 % ตามลำดับ โดยปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่ปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 20 และ 25 % โดยปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งที่ 5 10 15 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งการเติมเปลือกกุ้งลงในเส้นบะหมี่ทำให้ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเปลือกกุ้งผงที่เพิ่มขึ้น ในการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษา เพราะอาหารที่มีปริมาณน้ำหรือความชื้นสูงจุลินทรีย์จะสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

2.2 ปริมาณโปรตีน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 9.58 11.54 12.33

15.30 18.42 และ 19.68 % ตามลำดับ โดยปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 15 20 และ 25 % โดยที่ปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 5 และ 10 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ขณะที่ปริมาณโปรตีนในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งปริมาณโปรตีนของบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของเปลือกกุ้งผง ซึ่งสอดคล้องกับ กิตติยา (2544) พบว่า เปลือกกุ้งผงมีปริมาณโปรตีนอยู่ 10.24 % โดยเปลือกกุ้งส่วนหัวมีโปรตีนและไขมันมากกว่าเปลือกส่วนอื่นๆ จะเห็นได้ว่าเปลือกกุ้งมีโปรตีนค่อนข้างสูง ดังนั้นการเติมเปลือกกุ้งผงในเส้นบะหมี่จึงเป็นการช่วยเพิ่มโปรตีนให้กับผลิตภัณฑ์ได้ทางหนึ่ง ขณะเดียวกันโปรตีนยังมีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ด้วย เนื่องจากโปรตีนเป็นสายโพลีเมอร์ขนาดใหญ่มีมวลโมเลกุลสูง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น

2.3 ปริมาณไขมัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณไขมันในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 1.60 1.83 3.16 3.26 3.39 และ 3.59 ตามลำดับ โดยปริมาณไขมันในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณไขมันในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 15 20 และ 25 % ซึ่งปริมาณไขมันในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 15 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต เช่น การเพิ่มปริมาณของเปลือกกุ้งผง จากการรายงานของสุพาศณี (2543) พบว่าในเปลือกกุ้งผงมีปริมาณไขมัน 0.1-3.2 % ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณเปลือกกุ้งผงในเส้นบะหมี่ ก็จะทำให้มีปริมาณของไขมันเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ปริมาณไขมันมีผลต่อผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงคือ ช่วยทำให้บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงมีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปริมาณไขมันยังมีผลต่อกลิ่นรส และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้ง เพราะถ้าปริมาณไขมันมากไปก็จะทำให้เกิดกลิ่นหืนง่ายอายุการเก็บรักษาสั้นลง

2.4 ปริมาณเยื่อใย

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 48.79 49.29 49.64 51.50 52.36 และ 53.21 % ตามลำดับ โดยปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่ปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 และ 5 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณ

เยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 20 และ 25 % โดยที่ปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 15 และ 20 % แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณเยื่อใยในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 25 % โดยปริมาณเยื่อใยของเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง ได้จากการนำเปลือกกุ้งผงมาเป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่ จากการรายงานของ กิติยา (2544) พบว่า ในเปลือกกุ้งผงมีปริมาณเยื่อใยประมาณ 9.27 % ซึ่งองค์ประกอบทางโภชนาของเปลือกกุ้งที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ แหล่งที่มา สายพันธุ์กุ้ง และวิธีการแปรรูป (จรณ์, 2552) ปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นนี้มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่แข็งขึ้น ขาดง่าย เนื่องจากเปลือกกุ้งผงไม่สามารถละลายได้เมื่อใส่ลงในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเมื่อเกิดการกระจายของเปลือกกุ้งผงจึงทำให้แป้งไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

2.5 ปริมาณเถ้า

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 2.66 2.95 3.90 3.86 5.32 และ 6.03 % ตามลำดับ โดยปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 15 20 และ 25 % ซึ่งปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 20 และ 25 % โดยปริมาณเถ้าในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ปริมาณเถ้าในผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกกุ้งผงที่เพิ่มขึ้น โดยในเปลือกกุ้งจะมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย แคลเซียม และฟอสฟอรัส (ธิดานุช, 2550) ซึ่งมีผลต่อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่

2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเท่ากับ 3.39 4.47 7.59 9.56 11.56 และ 12.63 % ตามลำดับ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 0 5 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 และ 5 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 20 และ 25 % ขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ 10 15 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่ง

องค์ประกอบทางโภชนาของเปลือกกุ้งที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ แหล่งที่มา สายพันธุ์ กุ้ง และวิธีการแปรรูป เป็นต้น (จรรณี, 2552)

3. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบได้ผลการทดลองดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลของปริมาณเปลือกกุ้งต่อค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านคุณภาพทางทางประสาทสัมผัสของบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp shell (%)	Sensory analysis					
	color	order	taster	Texture	Sticky	Overall liking
0	6.58 ^b	6.50 ^c	6.92 ^b	6.67 ^b	6.00 ^a	7.17 ^b
5	6.83 ^b	6.67 ^c	6.92 ^b	7.08 ^b	6.08 ^a	7.00 ^b
10	6.67 ^b	6.63 ^{bc}	6.08 ^{ab}	5.50 ^a	5.25 ^a	6.17 ^{ab}
15	5.25 ^a	5.42 ^{ab}	5.50 ^a	5.17 ^a	5.50 ^a	5.83 ^a
20	4.58 ^a	5.25 ^a	5.75 ^{ab}	5.08 ^a	5.25 ^a	5.50 ^a
25	4.92 ^a	5.42 ^{ab}	5.83 ^{ab}	4.83 ^a	5.17 ^a	5.42 ^a

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)

3.1 ผลการทดสอบคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

ผลการทดสอบคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 12) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 % มากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงระดับที่ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.83 6.67 6.58 5.25 4.92 และ 4.58 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 และ 10 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 15 20 และ 25 % โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 15 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่การใส่เปลือกกุ้งผงปริมาณที่แตกต่างกันในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นในผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสีของเส้นบะหมี่ทำให้ลักษณะสีของเส้นบะหมี่เข้มขึ้นและมีผลต่อการยอมรับด้านสีของผู้ทดสอบลดลง

3.2 ผลการทดสอบคุณภาพด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

3.5 ผลการทดสอบคุณภาพด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง ผลการทดสอบคุณภาพด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 12) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 % มากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.00 6.08 5.25 5.50 5.25 และ 5.17 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงทั้ง 6 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.6 ผลการทดสอบคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง

ผลการทดสอบคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 12) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 % มากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25 % มีค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.17 7.00 6.17 5.83 5.50 และ 5.42 ตามลำดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 และ 10 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่ 0 และ 5 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.05$) กับผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 15 20 และ 25 % ซึ่งผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 10 15 20 และ 25 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 % มีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.17 ซึ่งเป็นเส้นบะหมี่ที่ไม่มีการเติมเปลือกกุ้งผง ทั้งนี้การเติมเปลือกกุ้งผงปริมาณ 5 % ลงในบะหมี่ได้รับการยอมรับรองลงมาคือ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.00 จึงทำให้เปลือกกุ้งผงที่ 0 และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่าคุณภาพในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบลดลงเมื่อมีการเสริมเปลือกกุ้งผงลงในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยที่คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้การยอมรับให้มีการเสริมเปลือกกุ้งได้ 5-10 % ส่วนความนุ่ม ผู้ทดสอบให้การยอมรับให้มีการเติมเปลือกกุ้งผงได้ที่ 5 % โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเสริมเปลือกกุ้งผง 0 % ในขณะที่ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการทดสอบคุณภาพด้านสี และ ด้านความนุ่ม ของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผง พบว่า มีความสอดคล้องกับการศึกษาการใช้เศษเหลือจากกุ้งเพื่อเสริมแคลเซียมในข้าวเกรียบ โดยสีของข้าวเกรียบเพิ่มขึ้นเมื่อเติมเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้น สาเหตุเนื่องมาจาก astaxanthin ที่มีใน

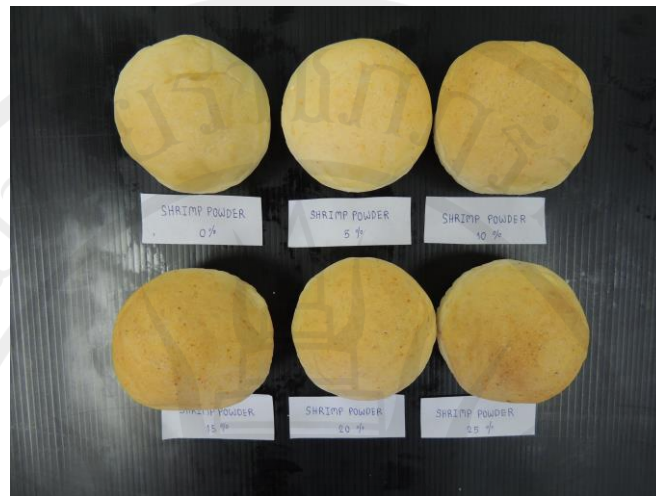
เศษเหลือจากกุ้งกุลาดำซึ่งเป็นเม็ดสีที่พบในพวก crustacean และความกรอบของข้าวเกรียบที่ไม่เติมเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำจะมีลักษณะกรอบค่อนข้างนุ่ม แต่เมื่อเติมเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำเพิ่มขึ้น ความกรอบจะมีลักษณะที่แข็งกระด้าง (สุพาณี, 2543) ขณะที่การทดสอบคุณภาพด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมเปลือกกุ้งผงมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเปลือกกุ้งผงมีกลิ่นคาวค่อนข้างแรง ทำให้กลิ่นรสเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับการเสริมเศษเหลือของกุ้งกุลาดำผงในขนมทองพับ ซึ่งผู้ทดสอบไม่ให้การยอมรับด้านรสชาติและกลิ่น เนื่องจากขนมมีกลิ่นคาวของกุ้งรุนแรง (ธิดานุช, 2550) ขณะที่ความเหนียวของผลิตภัณฑ์ การเสริมเปลือกกุ้งผงที่ใส่ในเส้นบะหมี่ในแต่ละระดับไม่มีผลต่อการทดสอบคุณภาพด้านความเหนียวของเส้นบะหมี่ โดยผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในระดับที่ลดลงตามปริมาณเปลือกกุ้งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการพัฒนากระบวนการผลิตขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ภาพที่ 8) ซึ่งการวัดค่าสีของขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง พบว่า ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่า L^* เท่ากับ 67.28 64.84 64.29 63.81 61.36 และ 58.39 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 และ 15% ค่า L^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่า L^* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 20 และ 25% โดยค่า L^* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 20 และ 25% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งขนมปังที่ไม่เสริมเปลือกกุ้งมีค่า L^* มากที่สุด และขนมปังที่เสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% มีค่า L^* น้อยที่สุด นั่นคือ ค่า L^* จะลดลงเมื่อมีการเติมเปลือกกุ้งผงมากขึ้น

ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 8.11 10.24 10.49 10.96 12.71 และ 14.37 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยค่า a^* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 และ 15% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่า a^* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 20 และ 25% ขณะที่ค่า a^* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 20 และ 25% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% มีค่า a^* มากที่สุด และขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0% มีค่า a^* น้อยที่สุด ซึ่งความเข้มของสีแดงเกิดจากสีของเปลือกกุ้งที่เติมลงไป และสีอ่อนลงเมื่อมีการเติมเปลือกกุ้งน้อยลง



(a)



(b)

ภาพที่ 8 ผลิตรักษณ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงในระดับที่แตกต่าง

(a) ลักษณะภายนอกของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

(b) ลักษณะภายในของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

ตารางที่ 13 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp powder (%)	Color value		
	L*	a *	b*
0	67.28 ^d	8.11 ^a	30.00 ^b
5	64.84 ^c	10.24 ^b	29.55 ^{ab}
10	64.29 ^c	10.49 ^b	29.49 ^{ab}
15	63.81 ^c	10.96 ^b	29.24 ^{ab}
20	61.36 ^b	12.71 ^c	28.76 ^a
25	58.39 ^a	14.37 ^d	28.62 ^a

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

^{ns} means are not significantly different ($P > 0.05$)

Color values : L* indicates lightness from white=100 (+) to black=0 (-)

a* indicates red (+) to green (-)

b* indicates yellow (+) to blue (-)

ค่า b* ของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีเท่ากับ 30.00 29.55 29.49 29.24 28.76 และ 28.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 และ 15% ค่า b* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 15 20 และ 25% ซึ่งค่า b* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ค่า b* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับค่า b* ของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 20 และ 25% โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0% มีค่า b* มากที่สุด และขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% มีค่า b* น้อยที่สุด

1.2 ผลการวัดปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

การหาปริมาตรจำเพาะของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงโดยวิธีการแทนที่ด้วยวัสดุเมล็ดเล็ก ผลการทดลองพบว่าขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 2.19 2.13 2.12 2.10 2.00 และ 1.96 cm^3/g ตามลำดับ (ตารางที่ 14) โดยที่ปริมาตรของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาตรของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 และ 15% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับปริมาตรของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% ขณะที่ปริมาตรของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 20 และ 25% มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นการเพิ่มเปลือกกุ้งผงลงในขนมปังในปริมาณ 0-20% ไม่มีผลต่อปริมาตรจำเพาะของขนมปัง แต่ปริมาตรจำเพาะของขนมปังจะลดลงเมื่อมีการเสริมเปลือกกุ้งผงถึง 25% การที่ปริมาตรจำเพาะของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงมีแนวโน้มลดลงอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการเสริมด้วยเปลือกกุ้งผงมีผลทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้างโครงตาข่าย (gluten protein matrix) เพื่อเก็บกักแก๊สลดลงและอาจเกิดอันตรกิริยาระหว่างใยอาหารกับกลูเตน (Wang et al., 2002 อ่างใน ไศรดา และคณะ, 2553) ซึ่งผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ อรรถพร และคณะ (2553) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการเสริมไบโอมะรุมาต่อคุณภาพของขนมปัง โดยทำการเสริมไบโอมะรุมาปริมาณ 0 2.5 5.0 และ 7.5% ตามลำดับ และพบว่า การเสริมไบโอมะรุมาที่ระดับ 7.5% มีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรน้อยที่สุด นั่นคือการเสริมไบโอมะรุมาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาตรของขนมปังลดลง

ตารางที่ 14 การวัดปริมาตรจำเพาะของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp powder (%)	Specific volume (cm ³ /g)
0	2.19 ^{ab}
5	2.13 ^{ab}
10	2.12 ^{ab}
15	2.10 ^{ab}
20	2.00 ^b
25	1.96 ^a

^{ab} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 15) พบว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 31.61 32.38 32.86 33.03 33.19 และ 33.99% ตามลำดับ โดยปริมาณความชื้นในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจมีผลเนื่องมาจากปริมาณความชื้นของเปลือกกุ้งผงจากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า มีปริมาณความชื้นสูง (25.75%) ด้วยเหตุนี้การใช้เปลือกกุ้งผงเป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปังจึงทำให้ขนมปังมีปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของความชื้นนี้ทำให้ขนมปังมีความนุ่มและชุ่มชื้น เนื่องจากเปลือกกุ้งช่วยในการกักเก็บน้ำของ

โตจนมป่งระหว่างอบได้ โดยปริมาณความชื้นในขนมปังทั่วไปมีปริมาณความชื้นประมาณ 40% (นิธิยา , 2549)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง (ตารางที่ 15) พบว่า ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 9.29 9.38 9.90 9.97 10.45 และ 10.48% ตามลำดับ โดยปริมาณโปรตีนในขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง ผงทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถพร และคณะ (2553) พบว่าการเติมใบมะรุมผงทำให้ขนมปังมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น เนื่องจาก ใบมะรุมผงเป็นแหล่งของโปรตีนและแร่ธาตุที่สำคัญ จึงทำให้ขนมปังที่ได้มีความแน่นเนื้อมากขึ้น

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 15) พบว่าปริมาณ ไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 5.23 5.93 6.11 6.12 6.33 และ 8.04% ตามลำดับ โดยปริมาณไขมันในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณไขมันในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% ซึ่ง ปริมาณของไขมันที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากในเปลือกกุ้งมีไขมันเป็นองค์ประกอบ เบื้องต้นจากการ วิเคราะห์ พบว่าเปลือกกุ้งผงมีไขมันอยู่ 1.57% และนอกจากนี้ไขมันยังได้มาจากการใช้ไขมันใน ส่วนผสมจากสูตรการทำขนมปังด้วย ซึ่งจากผลการศึกษาของ สุพาณี (2543) พบว่า เศษเหลือจากกุ้ง มีปริมาณไขมัน 1.10% และเมื่อนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบพบว่าข้าวเกรียบที่เติมเปลือกกุ้ง 5% มีปริมาณไขมันสูงถึง 18.44% ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของเปลือกกุ้งผงในขนมปังมีผลทำให้มี ปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นและทำให้ลักษณะเนื้อของขนมปังมีความนุ่มชุ่มชื้น

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 15) พบว่า ปริมาณ เยื่อใยของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยปริมาณเยื่อใยของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 48.80 51.38 52.25 52.74 52.79 และ 52.91% ตามลำดับ โดยปริมาณเยื่อใยในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 15 20 และ 25% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่ปริมาณเยื่อใยในขนมปังเสริมเปลือก กุ้งผงที่ระดับ 0 และ 5% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาณเยื่อใย ในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 10 15 20 และ 25% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณเยื่อใยของขนมปังที่เพิ่มขึ้นเกิดจากปริมาณเยื่อใยของเปลือกกุ้งผงที่เสริม ลงไปโดยปริมาณเยื่อใยของเปลือกกุ้งผงที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณสูงถึง 48.65% ซึ่งสอดคล้องกับผลของ การใช้ เปลือกกุ้งผงในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ โดยเมื่อใส่เปลือกกุ้งผงเป็นส่วนผสมในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของเยื่อใยเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นก็มีผลต่อลักษณะของข้าวเกรียบ โดยข้าว เกรียบจะมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างหยาบมีเปลือกกุ้งกระจายทั่วบริเวณของข้าวเกรียบ (สุพาณี, 2543)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 15) พบว่าปริมาณเถ้าของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีค่าเท่ากับ 1.97 2.35 2.55 2.85 3.13 และ 3.51% ตามลำดับ โดยปริมาณเถ้าในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 และ 10% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณเถ้าในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 15 20 และ 25% ขณะที่ปริมาณเถ้าในขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 15 20 และ 25% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณของเถ้าในขนมปังจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกกุ้งผงที่เพิ่มขึ้น เพราะในเปลือกกุ้งจะมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย แคลเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้หลังจากทำการเผาแล้วจะทำให้ได้เถ้า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของเปลือกกุ้งในส่วนผสม ก็ทำให้ปริมาณเถ้าเพิ่มมากขึ้น (จิตานูช, 2550)

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp powder (%)	Chemical compositions (%)				
	Moisture ^{ns}	Protein ^{ns}	Fat	Fiber	Ash
0	31.26	9.29	5.23 ^a	49.80 ^a	1.97 ^a
5	32.38	9.38	5.93 ^a	51.38 ^{ab}	2.35 ^b
10	32.86	9.90	6.11 ^a	52.25 ^b	2.55 ^b
15	33.03	9.97	6.12 ^a	52.74 ^b	2.85 ^c
20	33.19	10.45	6.33 ^a	52.79 ^b	3.13 ^d
25	33.99	10.48	8.04 ^b	52.91 ^b	3.51 ^e

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P\leq 0.05$)

^{ns} means are not significantly different ($P>0.05$)

3. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

3.1 ผลคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง (ตารางที่ 16) พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.92 6.83 6.58 6.42 6.08 และ 5.50% ตามลำดับ โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 และ 5% มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับ ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% ขณะที่ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 10 15 20 และ 25% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0% มากที่สุด และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% น้อยที่สุด แสดงว่าการใส่เปลือกกุ้งฝงที่มีปริมาณที่แตกต่างกันในผลิตภัณฑ์ขนมปังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านลักษณะปรากฏของขนมปัง โดยทำให้ขนมปังมีความแน่นเนื้อมากขึ้น และทำให้ขนมปังมีความนุ่มน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อใส่เปลือกกุ้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ขนมปังมีลักษณะเป็นแผ่นหนามากขึ้นและมีผลทำให้ความชอบด้านลักษณะปรากฏลดลง (ชิตานุช, 2550)

3.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝง

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง (ตารางที่ 16) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.67 7.17 6.83 6.58 6.08 และ 5.42% ตามลำดับ โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ขณะที่ ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 5 10 และ 15% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% โดยที่ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 20 และ 25% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบให้การยอมรับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 5% มากที่สุด และให้การยอมรับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% น้อยที่สุด

3.3 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝง

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝง (ตารางที่ 16) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.08 6.92 6.33 6.25 5.92 และ 5.25% ตามลำดับ โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ขณะที่ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0 และ 5% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 10 15 20 และ 25% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 0% ผู้ทดสอบให้การยอมรับสูงสุด รองลงมาคือ ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 5% และ ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด เนื่องจากขนมปังที่เสริมเปลือกกุ้งฝงที่ระดับ 25% มีกลิ่นคาวของเปลือกกุ้งแรง จึงทำให้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบลดลง

3.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง (ตารางที่ 16) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.08 6.50 6.33 6.50 6.42 และ 5.00% ตามลำดับ โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0% ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 และ 15% และขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด โดยขนมปังที่ไม่เสริมเปลือกกุ้งผงได้รับการยอมรับด้านรสชาติมากกว่าขนมปังที่เสริมเปลือกกุ้งผง

3.5 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้ง

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.75 6.75 6.83 6.67 6.33 และ 5.25% ตามลำดับ (ตารางที่ 16) โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 10% ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 25% มีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้าง เนื่องจากมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยรวมเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นเกิดจากปริมาณเยื่อใยของเปลือกกุ้งผงที่เสริมลงไปซึ่งปริมาณเยื่อใยของเปลือกกุ้งผงที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณที่สูงถึง 48.65% ดังนั้นจึงมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงมีลักษณะแข็งกระด้าง

3.6 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทางด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมของขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 15 20 และ 25% มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.33 6.50 6.83 6.75 6.25 และ 5.33% ตามลำดับ (ตารางที่ 16) โดยขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0 5 10 และ 15% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 0% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 20 และ 25%

เช่นเดียวกับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ระดับ 5 10 15 และ 20% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ 25% โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมของขนมปังไม่เสริมเปลือกกุ้งมากที่สุด รองลงมาคือขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง 10% ขณะที่ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผงที่ 25% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด เนื่องจากขนมปังที่มีส่วนผสมของเปลือกกุ้งผงในปริมาณ 25% จะมีสีเข้ม กลิ่นคาวของเปลือกกุ้งค่อนข้างแรง ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง จึงทำให้การยอมรับโดยรวมค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 16 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมเปลือกกุ้งผง

Shrimp powder (%)	Sensory evaluation					
	Appearance	Color	Order	Taste	Toughness	Overall liking
0	6.92 ^b	6.67 ^b	7.08 ^b	7.08 ^b	6.75 ^b	7.33 ^c
5	6.83 ^b	7.17 ^b	6.92 ^b	6.50 ^b	6.75 ^b	6.50 ^{bc}
10	6.58 ^{ab}	6.83 ^b	6.33 ^{ab}	6.33 ^b	6.83 ^b	6.83 ^{bc}
15	6.42 ^{ab}	6.58 ^b	6.25 ^{ab}	6.50 ^b	6.67 ^b	6.75 ^{bc}
20	6.08 ^{ab}	6.08 ^{ab}	5.92 ^{ab}	6.42 ^b	6.33 ^b	6.25 ^b
25	5.50 ^a	5.42 ^a	5.25 ^a	5.00 ^a	5.25 ^a	5.33 ^a

^{abcd} means in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$)