

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุนเชียงทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลี Development of Chinese Sausage Product by Using Banana Blossom to Replace of Pork

รุ่งนภา อุดุนิรัตน์¹ วรวัลย์ วังศ์ชมภู² รมิดา พรหมสุนทร³

Rungnapa Adunnirat¹ Worawaran Wongchompoo² Ramida Promsunate³

¹⁻³ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเสาวภา สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานคร 10200
Technology Program in Food and Nutrition Technology, Saowabha Vocational College, Institute of Vocational Education,
Bangkok, 10200

¹⁻³ Corresponding Author: E-mail: rungnapa.o@ovec.moe.go.th ¹ E-mail: worawaran.w@ovec.moe.go.th²
E-mail: iamramida@gmail.com³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมหัวปลีเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและศึกษาปริมาณหัวปลีที่เหมาะสมในการทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์กุนเชียง รูปแบบการวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยทดลอง 3 ซ้ำ ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีปริมาณหัวปลีผสมโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้บริโภครวม 60 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (สี, กลิ่นรส, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม)

พบว่า การแช่หัวปลีในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที ก่อนการลวก สามารถลดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ได้มากที่สุด ($p \leq 0.05$) การทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลี 3 ระดับ คือ ร้อยละโดยน้ำหนัก 30, 40 และ 50 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สามารถทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีในผลิตภัณฑ์กุนเชียงได้ถึงร้อยละ 40 โดยผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคไม่แตกต่างจากกุนเชียงสูตรควบคุม ($p > 0.05$)

คำสำคัญ : กุนเชียง หัวปลี พอลิฟีนอลออกซิเดส

Abstract

The objective of this research is to study the process of banana blossom preparation in order to replace pork in Chinese sausage. According to preparations, Banana blossom

slices were soaked in citric acid solution concentration in a ratio of 0.5, 1.0, and 2.0% w/w. They were followed by blanching in boiling water for 10 minutes. The result was shown that soaking banana blossom slices in 1% citric acid solution for 10 minutes before blanching was the most suitable condition for reducing the browning index value ($p \leq 0.05$). Replacing pork in Chinese sausage with banana blossom slices at 30, 40 and 50% w/w, Sensory evaluation is indicated that the replacement was acceptable up to 40% with non-significant difference in acceptance score as compared to the control.

Keyword : Chinese sausage, Banana blossom, Polyphenol oxidase

1. บทนำ

กุ้งเชียงหมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภครู้จักเป็นอย่างดี และได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย เนื่องจากมีรสชาติอร่อย และรับประทานได้ง่าย องค์ประกอบในการทำกุ้งเชียงประกอบด้วยส่วนผสมหลักคือ เนื้อหมูบด และมันหมู ผสมกับน้ำตาลและเครื่องเทศต่างๆ ทำการบรรจุใส่แล้วนำไปอบแห้งหรือตากแดด แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์กุ้งเชียงในปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอลสูง [1] จึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในปัจจุบันแนวโน้มการบริโภคอาหารเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจในการบริโภคมากขึ้น อาหารที่มีพืชเป็นองค์ประกอบหลัก (Plant-Based Food) จึงกำลังได้รับความนิยม เนื่องจากการบริโภคในปัจจุบันผู้บริโภคไม่ได้ต้องการแค่ความอร่อยเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังคำนึงถึงเรื่องสุขภาพในระยะยาวอีกด้วย

หัวปลีจึงเป็นพืชที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาไม่สูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต วิตามินต่างๆ และยังเป็นแหล่งของใยอาหาร [2] แต่ปัญหาของหัวปลี คือ การเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) เกิดจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อเซลล์ของผัก หรือผลไม้ถูกบด หั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา (substrate) และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน สาร monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล [3] ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งเชียงให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน จึงได้ศึกษาการทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วยหัวปลีในผลิตภัณฑ์กุ้งเชียง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลในหัวปลีและศึกษาปริมาณหัวปลีที่เหมาะสมในการทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์กุ้งเชียง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมหัวปลีเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาล
- 2.2 เพื่อศึกษาปริมาณหัวปลีที่เหมาะสมในการทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็น

3. สมมติฐานของการวิจัย

- 3.1 การแช่สารละลายซีตริกมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในหัวปลี
- 3.2 ปริมาณหัวปลีที่ทดแทนเนื้อหมูมีผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็น

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การศึกษาวิธีการเตรียมหัวปลี และวิธีการยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส

ศึกษาวิธีการเตรียมหัวปลี โดยการหั่นหัวปลีในแนวตามขวาง ความหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายกรดซีตริกที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1 และ 2 ด้วยอัตราส่วนหัวปลีต่อน้ำ เป็น 1:3 เป็นเวลา 5 และ 10 นาที และลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แช่น้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ บดละเอียดด้วยเครื่องปั่น เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี Konica Minolta (CR-400) ที่เวลา 0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง คำนวณหาค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ตามวิธีของ [4] ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังตารางที่ 1

$$\text{ค่าดัชนีสีน้ำตาล (Browning Index : BI)} = [100 * (X - 0.31)] / 0.172$$

$$\text{เมื่อ } X = (a^* + 1.75L^*) / (5.645L^* + a^* - 3.012b^*)$$

ตารางที่ 1 แผนการทดลองการเตรียมหัวปลีและการยับยั้งเอนไซม์

สิ่งทดลอง	ความเข้มข้นสารละลาย กรดซีตริก)%(	เวลาแช่ (นาที)	เวลาลวก (นาที)
Control	-	-	10
T1	0.5	5	10
T2	0.5	10	10
T3	1	5	10
T4	1	10	10
T5	2	5	10
T6	2	10	10

4.3 ศึกษาการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมเชิงทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลี

ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีปริมาณหัวปลีที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 60 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (สี, กลิ่นรส, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม)

4.4 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ analysis of variance (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test และวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาวิธีการเตรียมหัวปลี และยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส

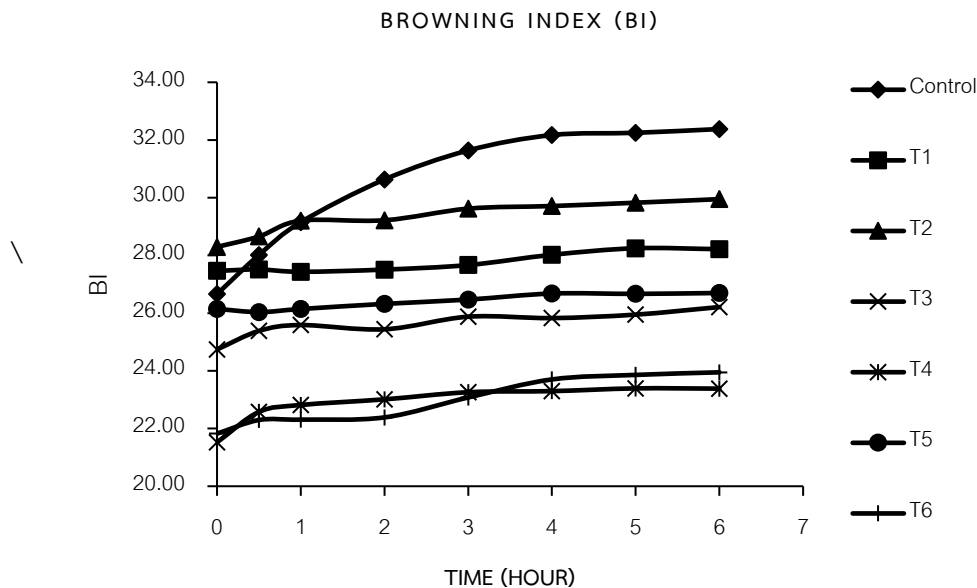
การเตรียมหัวปลีโดยการหั่นหัวปลีในแนวตามขวางความหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1 และ 2 ด้วยอัตราส่วนหัวปลีต่อน้ำ เป็น 1:3 เป็นเวลา 5 และ 10 นาที และลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แช่น้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ บดละเอียดด้วยเครื่อง Blender เป็นเวลา 3 นาที นำไปวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ด้วยเครื่องวัดสี ที่เวลา 0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง คำนวณค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ผลแสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 2

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของตัวอย่างหัวปลีลวก (Browning Index : BI)

ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล						
Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6
a	c	b	d	e	d	e
30.36±2.18	27.75±0.60	29.31±0.70	25.63±0.85	22.91±0.68	26.40±0.82	22.93±0.93

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{a-e} ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3 เมื่อนำหัวปลีหั่นตามขวางความหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที แล้วลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แช่น้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ เมื่อนำไปวัดค่าสี เพื่อคำนวณค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล พบว่า มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 22.91 ± 0.68 ซึ่งมีค่าต่ำสุด เนื่องจากหัวปลีมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase : PPO) ซึ่งเป็นสาเหตุให้หัวปลีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แต่เอนไซม์นี้จะทำงานได้ช้าลงเมื่อมีสภาวะไม่เหมาะสม เช่น ความเป็นกรดที่เปลี่ยนไป หรืออุณหภูมิที่สูงขึ้น



ภาพที่ 2 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของตัวอย่างหัวปลีลวก

จากการคำนวณค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของหัวปลี ดังภาพที่ 2 การแช่สารละลายกรดซิตริกร่วมกับการลวกในน้ำเดือด พบว่า ทุกตัวอย่างมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไปถึงชั่วโมงที่ 4 ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเริ่มคงที่ โดยการแช่หัวปลีในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที แล้วลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำที่สุด เท่ากับ 22.91 ± 0.68

5.2 ผลการศึกษาวิธีการผลิตขนมปังเนื้อมะพร้าวด้วยหัวปลี

ผลการศึกษาระดับการทดแทนเนื้อมะพร้าวด้วยหัวปลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังเนื้อมะพร้าว 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำกว่า 0.86 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [6] แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และระยะเวลาในการอบแห้งขนมปังเนื้อมะพร้าว

สิ่งทดลอง	a_w^{ns}	เวลาอบแห้ง (ชม.)
สูตรควบคุม	0.764 ± 1.35	43.0 ± 2.21^a
สูตร 30%	0.772 ± 0.72	43.5 ± 2.83^a
สูตร 40%	0.788 ± 1.41	44.5 ± 3.54^a
สูตร 50%	0.810 ± 0.62	50.0 ± 0.71^b

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{a, b} ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดังเดียวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

กุ้งแช่แข็งสูตรที่มีการทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีร้อยละ 30, 40 และ 50 มีค่า a_w เท่ากับ 0.772 ± 0.72 , 0.788 ± 1.41 และ 0.810 ± 0.62 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง เท่ากับ 43.5 ± 2.83 , 44.5 ± 3.54 และ 50.0 ± 0.71 ตามลำดับ โดยปริมาณหัวปลีที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งกุ้งแช่แข็ง

5.3 ผลการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งแช่เย็นแช่แข็งเนื้อหมูด้วยหัวปลี

เมื่อนำกุ้งแช่แข็งสูตรที่มีการทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีร้อยละ 30, 40 และ 50 มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลทดสอบดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อกุ้งแช่แข็งแช่เย็นแช่แข็งเนื้อหมูด้วยหัวปลีที่ระดับ ต่างๆ

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่นรส ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
Control	7.37 ± 0.99^a	6.77 ± 1.07	7.53 ± 0.86	7.60 ± 0.72^a	7.47 ± 0.82^a
30%	7.17 ± 0.65^{ab}	6.87 ± 0.82	7.47 ± 0.78	7.53 ± 0.51^a	7.33 ± 0.66^a
40%	7.13 ± 0.68^{ab}	6.80 ± 0.89	7.10 ± 0.76	7.27 ± 0.71^{ab}	7.30 ± 0.65^a
50%	6.93 ± 0.64^b	7.13 ± 0.17	7.17 ± 0.87	6.93 ± 0.89^b	6.67 ± 0.91^b

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{a, b} ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวแสดงว่ามีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 การทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งแช่เย็นแช่แข็งเนื้อหมูด้วยหัวปลี พบว่า กุ้งแช่แข็งสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีร้อยละ 30 และ 40 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี, กลิ่นรส, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากสูตรควบคุม ส่วนกุ้งแช่แข็งสูตรทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีร้อยละ 50 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้น จึงสามารถทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วยหัวปลีในกุ้งแช่แข็งได้ถึงร้อยละ 40

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล อภิปรายผล

1) วิธีการเตรียมหัวปลีเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาล การยับยั้งเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในหัวปลี ด้วยการหั่นหัวปลีในแนวตามขวาง ความหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1 และ 2 ด้วยอัตราส่วนหัวปลีต่อน้ำ เป็น 1:3 เป็นเวลา 5 และ 10 นาที และลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แช่น้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ บดละเอียดแล้วนำไปวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ที่เวลา 0, 0.5, 1,

2, 3, 4, 5 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า การแช่หัวปลีในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที ร่วมกับการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที สามารถลดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ได้ดีที่สุด โดยมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล เท่ากับ 22.91 ± 0.68 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [2] ศึกษาคุณลักษณะของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในกล้วยน้ำว้า พบว่าการใช้กรดซิตริกหรือกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นในช่วง 0.5-1.5 % (w/v) ร่วมกับการใช้อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที สามารถยับยั้ง activity ของ crude PPO จากเนื้อกล้วยน้ำว้าสุกได้อย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7] พบว่า อุณหภูมิ เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอล-ออกซิเดส เนื่องจากเป็นเอนไซม์ประเภทไม่ทนความร้อน (low heat stability) โดยโครงสร้างสามมิติของเอนไซม์จะเสียสภาพที่อุณหภูมิสูงและ [8] รายงานว่า กรดซิตริกเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกลุ่ม acidulants สารกลุ่มนี้จะช่วยควบคุมค่าความเป็นกรดต่างของอาหาร เมื่อค่า pH ของระบบต่ำกว่า 4.0 เอนไซม์จะทำงานได้ช้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากค่า optimum pH ของเอนไซม์อยู่ในช่วง 4.0-8.0 นอกจากนี้การที่เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสมีทองแดงที่บริเวณ active site การใช้กรดซิตริกช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาได้เนื่องจากกรดซิตริกจะทำหน้าที่เป็น chelator ในการจับกับทองแดงในโครงสร้างของเอนไซม์ และ [9] ศึกษาการควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในมังคุดตัดแต่งพร้อมบริโภคน พบว่า กรดซิตริกเข้มข้น 1% w/v มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในมังคุดตัดแต่ง และซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [2] ที่ได้ศึกษาคุณลักษณะของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในกล้วยน้ำว้า พบว่า การใช้กรดซิตริก หรือกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นในช่วง 0.5-1.5 % (w/v) ร่วมกับการใช้อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที สามารถยับยั้ง activity ของ crude PPO จากเนื้อกล้วยน้ำว้าสุกได้อย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ [4] พบว่า ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล จะบ่งบอกถึงกระบวนการใช้เอนไซม์ และไม่ใช้เอนไซม์ระหว่างการเก็บรักษา โดยจะแปรผลจากระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปต่อการเกิดสีน้ำตาล (BI>0) ถ้าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แสดงว่ายังมีกิจกรรมของเอนไซม์เกิดขึ้น

2) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมเทียนที่มีการทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วยหัวปลี 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 เทียบกับสูตรควบคุม พบว่า การทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีในผลิตภัณฑ์ขนมเทียนที่ร้อยละ 40 ใช้เวลาในการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 44.5 ± 3.54 ชั่วโมง มีค่าคอเออร์แอคติวิตี (a_w) เท่ากับ 0.788 ± 1.41 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม โดยด้านสี, กลิ่นรส, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้รับคะแนนความชอบ เท่ากับ 7.13 ± 0.68 , 6.80 ± 0.89 , 7.10 ± 0.76 , 7.27 ± 0.77 และ 7.30 ± 0.65 ตามลำดับ และเนื่องจากหัวปลีลวกมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเนื้อหมู ดังนั้นเมื่อมีการทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ความชื้นเริ่มต้นของขนมเทียนสูงกว่าสูตรที่มีการทดแทนเนื้อหมูด้วยหัวปลีในสัดส่วนที่น้อยกว่า จึงทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของหีบห่อในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง เนื่องจากในผลิตภัณฑ์หีบห่อแช่เย็นแช่แข็งเนื้อหามากถึงร้อยละ 40

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริลดา ศรีกอก. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็นแช่แข็งโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและคาราจีแนนเป็นสารทดแทนไขมัน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 : หน้า 459-470.
- [2] สมฤดี ไทพาณิชย์ และธิดารัตน์ แยมอาษา. (2553). คุณลักษณะของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในกล้วยน้ำว้า *Musa sapientum* Linn. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 : หน้า 54-63.
- [3] พิมพ์พร เจริญพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. (2565). ปฏิบัติการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์. สืบค้น 12 พฤศจิกายน 2565, จาก <http://www.foodnetworksolution.com>
- [4] Palou, E., A. López-Malo, G.V. Barbosa-Cnovas, J. Welti-Chanes, and B. G. Swanson. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Science*. Volume 64, Issue1: 42-45.
- [5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งแช่เย็นแช่แข็ง. มผช. 103/2555. สืบค้น 12 พฤศจิกายน 2565, จาก <http://tcps.tisi.go.th>
- [6] Whitaker, J. R. (1995). Polyphenol oxidase. *Food Enzymes. Structure and Mechanism*. 271-307.
- [6] Kanchana S. W. and Senaratne L. R. (2005). Preservation of fiber rich banana blossom as a dehydrated vegetable. *ScienceAsia*. 31 (2005): 265-271.
- [7] Whitaker, J. R. (1995). Polyphenol oxidase. *Food Enzymes. Structure and Mechanism*. 271-307.
- [8] เกียรติศักดิ์ ดวงมัลย์. (2551). พอลิฟีนอลออกซิเดสและการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 : หน้า 97-105.
- [9] สุภาภรณ์ คล้ายเครือญาติ. (2553). การควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในมังคุดตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.