

ผลของการเตรียมกล้วยด้วยความร้อน และสารเคมีต่อคุณภาพ และการยอมรับกล้วยบวชชี

พิทยา ใจคำ^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมกล้วยด้วยการต้ม และการแช่ในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์ (1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) กับกรดซิตริก (1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) หรือกรดแอสคอร์บิก (1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30 นาที ต่อคุณภาพ และการยอมรับของกล้วยบวชชี จากผลการทดลองพบว่า การเตรียมกล้วยด้วยความร้อน และการแช่ในสารละลายผสมทั้ง 2 ชนิด สามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด เมื่อนำกล้วยที่ผ่านการเตรียมไปทำกล้วยบวชชีพบว่า สีของเนื้อกล้วย และน้ำกะทิที่ได้มีค่าความสว่างสูงกว่า และมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่ากล้วยบวชชีที่ใช้กล้วยที่ไม่ผ่านการเตรียม (ตัวอย่างชุดควบคุม) และยังพบว่า การเตรียมกล้วยช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเนื้อกล้วยบวชชีให้มีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยการต้ม อย่างไรก็ตามการเตรียมดังกล่าวนี้ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมกล้วยมากกว่ากล้วยบวชชีชุดควบคุม

คำสำคัญ : กล้วยบวชชี กรดแอสคอร์บิก ลักษณะปรากฏ การยอมรับของผู้บริโภค

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: pittaya.chaikham@gmail.com

PREPARATIVE EFFECT OF BANANA BY HEATING AND CHEMICALS ON QUALITIES AND ACCEPTABILITY OF BANANA IN COCONUT MILK

Pittaya Chaikham^{1*}

Abstract

The objective of this research was to investigate the preparative effect of banana by boiling and soaking in mixed solutions of calcium chloride (1%, w/v) plus citric acid (1%, w/v) or ascorbic acid (1%, w/v) for 30 min on qualities and acceptability of banana in coconut milk. The results displayed that prepared banana using heating and both mixed solutions could reduce the activities of polyphenol oxidase and peroxidase, particularly those in boiled banana. After production of banana in coconut milk, banana flesh and coconut milk were found to have the apparent brighter and lower in browning index than untreated banana (control sample). Moreover, it was observed that banana preparations could improve the flesh texture by increasing the firmness value, especially boiled banana. However, all treatments had no effect on pH values and total soluble solids of banana flesh and coconut milk. The sensory evaluation results showed that the consumers accepted banana in coconut milk with prepared bananas more than the control.

Keywords : Banana in coconut milk, Ascorbic acid, Appearance, Consumer acceptance

¹ Division of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya

* Corresponding author, e-mail: pittaya.chaikham@gmail.com

บทนำ

กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L. cv. 'Namwa', ABB group) จัดเป็นกล้วยพื้นเมืองที่พบได้ทั่วไปในทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นกล้วยที่นิยมปลูกไว้ในทุกครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมารับประทานผลสุก และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ รวมถึงการนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะใบตองที่นำมาใช้สำหรับห่ออาหาร ส่วนปลีกล้วย และหยวกกล้วยสามารถนำมาปรุงเป็นตำรับอาหารได้ กล้วยน้ำว้ายังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ อย่างครบถ้วน กล้วยน้ำว้าห่าม และสุกจะมีธาตุเหล็กในปริมาณสูงช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง และป้องกันโรคโลหิตจาง มีแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินซีช่วยบำรุงกระดูก และฟันให้แข็งแรง ช่วยให้ผิวพรรณดี และมีใยอาหารช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นปกติ (ทักษิณา และคณะ, 2560) ในการแปรรูปกล้วยบวชชีนั้นจะนิยมใช้กล้วยน้ำว้าสุกที่มีลักษณะสีเหลืองทั้งเปลือกและเนื้อ มีรสหวาน และเหนียวนุ่ม

กล้วยบวชชี เป็นขนมหวานชนิดหนึ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของไทย ซึ่งมีกล้วยน้ำว้า และน้ำกะทิเป็นวัตถุดิบหลัก การแปรรูปกล้วยบวชชีให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้น จะต้องคัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่ไม่มีรสฝาด และไม่มีเมล็ด ส่วนกะทิไม่ควรเคี่ยวจนแตกมัน แต่อย่างไรก็ตามการทำกล้วยบวชชีแบบดั้งเดิมนั้น จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่น่ารับประทาน เนื่องจากกล้วยจะมีเนื้อสัมผัสหยาบ และมีสีคล้ำ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งในระหว่างการเตรียมกล้วย และเกิดจากความร้อนที่ใช้ในการแปรรูป ดังนั้นการเตรียมกล้วยก่อนนำไปบวชจึงเป็นเรื่องที่ควรศึกษาอย่างมาก ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าการใช้สารเคมี ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อให้กับผลไม้ และกรดอินทรีย์บางชนิด ตัวอย่างเช่น กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก สามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเร่งด้วยเอนไซม์ในระหว่างการเตรียมผลไม้ได้ (สมฤดี และธิดารัตน์, 2553; สมฤดี และปรางณี, 2556)

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมกล้วยด้วยการต้มในน้ำเดือด และการใช้สารเคมี คือ สารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดอะซิติก หรือกรดแอสคอร์บิก ต่อคุณภาพด้านเคมีกายภาพ และการยอมรับกล้วยบวชชี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมกล้วยน้ำว้า

ในงานวิจัยนี้ใช้กล้วยน้ำว้าห่ามที่มีสีเหลืองทั้งเปลือก และมีเนื้อแน่น ทำการเตรียมกล้วยน้ำว้า โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) : นำกล้วยน้ำว้าทั้งเปลือกมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก ผ่าตามแนวยาวของลูก และหั่นครึ่งอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปแช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 30 นาที (T-1)

ชุดการทดลองที่ 2 : นำกล้วยน้ำว้าทั้งเปลือกมาล้างน้ำให้สะอาด ตัดส่วนหัว และส่วนท้ายของผลกล้วยออก นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำสะอาดเพื่อทำให้เย็นลง ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำ นำมาปอกเปลือก ผ่าตามแนวยาวของลูก และหั่นครึ่งอีกครั้งหนึ่ง (T-2)

ชุดการทดลองที่ 3 : นำกล้วยน้ำว้าทั้งเปลือกมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก ผ่าตามแนวยาวของลูก และหั่นครึ่งอีกครั้งหนึ่ง แช่ในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวน 2 รอบ (T-3)

ชุดการทดลองที่ 4 : นำกล้วยน้ำว้าทั้งเปลือกมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก ผ่าตามแนวยาวของลูก และหั่นครึ่งอีกครั้งหนึ่ง แขนในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวน 2 รอบ (T-4)

2. วิธีการทำกล้วยบวชชี

ส่วนประกอบในการทำกล้วยบวชชี ได้แก่ เนื้อกล้วยน้ำว้า 800 กรัม หัวกะทิ 2 ถ้วยตวง หางกะทิ 4 ถ้วยตวง น้ำตาลทราย 2 ถ้วยตวง และเกลือป่น 1.5 ช้อนชา วิธีการทำกล้วยบวชชี ทำได้โดยนำหางกะทิ น้ำตาลทราย และเกลือ เเทลงใส่หม้อที่ตั้งไฟ พอน้ำตาล และเกลือละลายจนหมดแล้ว เทกล้วยที่เตรียมเอาไว้ลงไป ต้มไปจนกระทั่งกล้วยสุกดี (ประมาณ 20 นาที) จากนั้นเติมหัวกะทิลงไป และเคี่ยวต่อด้วยไฟอ่อน เป็นเวลา 10 นาที ในขั้นตอนนี้ระวังอย่าให้กะทิแตกมัน

3. การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

นำเนื้อกล้วย และน้ำกะทิของกล้วยบวชชีมาวิเคราะห์หาค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ด้วยเครื่องวัดสี (Miniscan XP plus, Hunter Lab, USA) จากนั้นคำนวณหาค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (Browning Index, BI) โดยใช้สมการ (Ferrari et al., 2010) ดังต่อไปนี้

$$BI = 100 \times (x - 0.31)/0.172, \text{ เมื่อ } x = (a^* + 1.75L^*)/(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)$$

ทำการวิเคราะห์หาค่าความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยบวชชีด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (CT3 10K, Brookfield, USA) โดยใช้หัววัด TA-56 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และวิเคราะห์หาค่าความหนืดของน้ำกะทิด้วยเครื่อง AR 2000 rheometer (TA Instruments, Inc., USA) ตามวิธีของ Chaikham et al. (2016)

4. การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

นำตัวอย่างกล้วยที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นทั้ง 4 ชุดการทดลองมาทำการวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase, PPO) และเพอร์ออกซิเดส (peroxidase, POD) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (UV WINLAB spectrophotometer, Perkin Elmer, USA) ตามวิธีของ Chaikham et al. (2017)

สำหรับเนื้อกล้วย และน้ำกะทิของกล้วยบวชชีนำมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (PH100, Exttech, USA) และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง Refractometer (ATAGO™ Digital Hand-Held Pocket Refractometer, PAL-RI, Fisher Scientific, USA) ทำการเตรียมตัวอย่างตามวิธีของ AOAC (2000)

5. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างกล้วยบวชชีทุกชุดการทดลองมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแต่ละคุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ทดสอบชิมโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบตามวิธี 9-point hedonic scale test ซึ่งคะแนนเท่ากับ 9 = ชอบมากที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 = เฉย ๆ และคะแนนเท่ากับ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของการทดลองที่ได้เกิดจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน วิเคราะห์หา

ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics สำหรับ Window

ตารางที่ 1 กิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสในเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีต่าง ๆ ก่อนนำไปทำเป็นกล้วยบวชชี

ชุดการทดลอง	เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส		เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส	
	กิจกรรม (μkatal s)	การลดลง (เปอร์เซ็นต์)	กิจกรรม (μkatal s)	การลดลง (เปอร์เซ็นต์)
T-1	3.62 ± 0.11^a	-	4.37 ± 0.09^a	-
T-2	nd ^c	100	nd ^c	100
T-3	2.05 ± 0.27^b	43.37	2.13 ± 0.11^b	51.26
T-4	1.97 ± 0.15^b	45.58	2.25 ± 0.14^b	48.51

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. nd คือ ตรวจไม่พบ (not detected) ในตัวอย่าง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 พบว่า การเตรียมกล้วยด้วยวิธีต่าง ๆ ก่อนนำไปทำเป็นกล้วยบวชชีมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะเห็นได้ชัดว่ากล้วยที่ผ่านการต้ม (T-2) ตรวจไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุม (T-1) ในขณะที่ตัวอย่างที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดซิตริก หรือกรดแอสคอร์บิก (T-3 และ T-4) ยังตรวจพบกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้อยู่ แต่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองในกล้วยน้ำว้าของสมฤดี และปราณี (2556)

ตารางที่ 2 ค่าสีของเนื้อกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าสีของตัวอย่าง			
	L^*	a^*	b^*	BI
T-1	68.46 ± 0.32^d	1.26 ± 0.24^a	19.30 ± 0.17^d	33.34 ± 2.10^b
T-2	69.04 ± 0.47^c	0.82 ± 0.13^b	19.88 ± 0.21^c	33.66 ± 0.40^{ab}
T-3	76.00 ± 0.31^b	0.63 ± 0.17^{bc}	22.53 ± 0.56^a	34.92 ± 1.03^a
T-4	77.94 ± 0.58^a	0.59 ± 0.22^b	21.48 ± 0.40^b	28.97 ± 0.59^c

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ค่าสีเนื้อกล้วยบวชชีทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลอง T-2, T-3 และ T-4 มีค่า L^* (ค่าความสว่าง) และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) สูงกว่าชุดควบคุม (T-1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสี a^* (ค่าความเป็นสีแดง) มีค่าต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอย่างที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดแอสคอร์บิก (T-4) การเพิ่มขึ้นของค่าความสว่าง และการลดลงของค่าความเป็นสีแดงของตัวอย่างแสดงว่าการต้ม และการแช่กรดอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อกล้วยบวชชีได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อดำเนินการหาค่า BI (ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล) พบว่า ชุดการทดลอง T-4 มีค่า BI ต่ำที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับชุดการทดลองอื่น โดยชุดการทดลอง T-1, T-2 และ T-3 มีค่า BI ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากรายงานของสมฤดี และปราณี (2556) พบว่า การควบคุมหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสมีหลายวิธี ได้แก่ การให้ความร้อนหรือการลวก และการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่นิยมใช้ คือ กรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริก การเกิดสีน้ำตาลล้าของผักและผลไม้มีสาเหตุหลัก ๆ มาจากปฏิกิริยาการออกซิไดซ์ (oxidation reaction) สารประกอบฟีนอลไปเป็นสาร *o*-quinone และเกิดการ พอลิเมอร์ไรซ์ (polymerization) ต่อจนได้สารเชิงซ้อนสีน้ำตาล โดยมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์-ออกซิเดสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Schwartz et al., 2008) ในงานวิจัยนี้เนื้อกล้วยบวชชีที่ผ่านการแช่ในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดแอสคอร์บิกมีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด แสดงว่ากรดแอสคอร์บิกมีประสิทธิภาพในการชะลอ และยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลสูงกว่ากรดซิตริก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมฤดี และปราณี (2556) ที่พบว่า การใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลจะทำให้เนื้อกล้วยหอมบดมีสีเหลืองสว่างมากกว่าการใช้กรดซิตริก

ตารางที่ 3 ค่าสีของน้ำกะทิของกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าสีของตัวอย่าง			
	L^*	a^*	b^*	BI
T-1	68.97 ± 0.30^c	1.27 ± 0.03^a	6.29 ± 0.10^a	9.47 ± 0.34^a
T-2	68.01 ± 0.20^d	0.61 ± 0.06^b	3.89 ± 0.16^b	5.51 ± 0.25^b
T-3	70.62 ± 0.19^b	0.28 ± 0.06^c	2.42 ± 0.08^c	3.89 ± 0.29^c
T-4	71.76 ± 0.32^a	0.24 ± 0.05^d	2.02 ± 0.15^d	3.33 ± 0.18^d

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสัณฐาน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3 แสดงค่าสีของน้ำกะทิของกล้วยบวชชี ซึ่งพบว่า ชุดการทดลอง T-4 มีค่า L^* สูงที่สุด และมีค่า a^* , b^* และ BI ต่ำที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น โดยภาพรวมแล้วน้ำกะทิของกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมโดยการต้ม และการแช่สารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด จะให้สีของน้ำกะทิที่สว่างกว่าน้ำกะทิของชุดควบคุม ซึ่งผลการทดลองนี้มีความสัมพันธ์กับค่าสีของเนื้อกล้วยบวชชีที่แสดงในตารางที่ 2 นอกจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดสก็มีผลต่อค่าสีของน้ำกะทิของกล้วยบวชชีอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สมฤดี และจิตารัตน์ (2553) โดยสมฤดี และปราณี (2556) ได้รายงานว่า นอกจากกรดแอสคอร์บิกที่มีประสิทธิภาพใน

การยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้ว ยังมีสารเคมีชนิดอื่น อาทิเช่น ซีสเตอีน และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ก็ทำให้ค่าความสว่างของตัวอย่างกล้วยปรมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการแช่ด้วยกรดอินทรีย์ หรือสารเคมีใด ๆ

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4 พบว่า เนื้อกล้วยบวชชีที่เตรียมโดยการต้มในน้ำเดือด (T-2) มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่มีการแช่ในสารเคมีผสม (T-3 และ T-4) และชุดควบคุม (T-1) ตามลำดับ จากรายงานของจิรนาถ และคณะ (2558) พบว่า กล้วยน้ำว้าดิบมีปริมาณอะมิโลสสูงถึง 38.33 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) เมื่อนำไปผ่านการให้ความร้อนจะทำให้แป้งกล้วยเกิดเจล และมีปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อย (resistant starch) สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของแป้งดูดน้ำ พองตัว และละลายน้ำได้ต่ำลง (กษิตติ์ และคณะ, 2553) จึงส่งผลให้กล้วยที่ผ่านการต้ม และนำไปทำเป็นกล้วยบวชชีมีความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ไม่ผ่านการต้ม เช่นเดียวกับกล้วยที่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งแคลเซียมคลอไรด์จะช่วยให้เนื้อสัมผัสของกล้วยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารช่วยให้ผักและผลไม้เนื้อสัมผัสแข็ง (firming agent) นิยมใช้กับผลไม้ก่อนนำไปบรรจุกระป๋อง เช่น ลิ้นจี่ ลำไย แอปเปิล มะเขือเทศ และมันฝรั่ง ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ การใช้ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินที่มีอยู่ในผัก และผลไม้ชนิดนั้น ๆ (Chaikham et al., 2017)

ตารางที่ 4 คุณภาพกายเคมีกายภาพของเนื้อกล้วย และน้ำกะทิของกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	เนื้อกล้วยบวชชี			น้ำกะทิ		
	ค่าความแน่นเนื้อ (กรัม)	pH ^{ns}	TSS ^{ns} (°Brix)	ค่าความหนืด (mPa.s)	pH ^{ns}	TSS ^{ns} (°Brix)
T-1	2,072.33 ± 238.15 ^c	4.60 ± 0.02	20.02 ± 0.87	7.88 ± 0.46 ^a	4.96 ± 0.05	37.12 ± 0.08
	3,359.50 ± 148.63 ^a	4.58 ± 0.03	21.16 ± 0.53	6.63 ± 0.25 ^b	4.98 ± 0.04	37.06 ± 0.07
T-2	2,740.00 ± 171.67 ^b	4.59 ± 0.03	20.68 ± 0.62	6.70 ± 0.19 ^b	4.97 ± 0.02	37.01 ± 0.13
	2,883.67 ± 214.18 ^b	4.60 ± 0.04	20.81 ± 0.70	6.63 ± 0.41 ^b	5.00 ± 0.04	37.10 ± 0.15

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. TSS คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids)

เมื่อวิเคราะห์หาค่าความหนืดของน้ำกะทิของกล้วยบวชชี (ตารางที่ 4) พบว่า น้ำกะทิของ T-1 มีค่าสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ในขณะที่น้ำกะทิของ T-2, T-3 และ T-3 นั้น มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการต้ม และการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทำให้แป้งของกล้วยเกาะกันแน่นมากขึ้น

จึงทำให้เกิดการละลายออกมาในน้ำกะทิน้อยลง และส่งผลให้น้ำกะทิมีค่าความหนืดต่ำตามไปด้วย นอกจากนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในตัวอย่างเนื้อกล้วย และน้ำกะทิของ กล้วยบวชชี พบว่า ตัวอย่างทุกชุดการทดลองมีค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงว่าการเตรียมกล้วยก่อนทำกล้วยบวชชีด้วยการต้ม และการแช่ในสารเคมี ไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของตัวอย่าง

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของกล้วยบวชชีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	คะแนนความชอบ					ความชอบโดยรวม
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	
T-1	6.71 ± 0.50 ^b	6.41 ± 0.43 ^b	7.00 ± 0.34	7.30 ± 0.49	6.59 ± 0.51 ^b	7.08 ± 0.57 ^b
T-2	7.48 ± 0.45 ^a	7.11 ± 0.22 ^a	6.92 ± 0.47	7.45 ± 0.57	7.48 ± 0.87 ^a	7.64 ± 1.05 ^a
T-3	7.45 ± 0.40 ^a	7.19 ± 0.54 ^a	7.00 ± 0.49	7.28 ± 0.38	7.46 ± 0.42 ^a	7.73 ± 0.69 ^a
T-4	7.54 ± 0.52 ^a	7.09 ± 0.37 ^a	7.08 ± 0.25	7.36 ± 0.51	7.54 ± 0.54 ^a	7.82 ± 0.58 ^a

หมายเหตุ : 1. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2. ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยบวชชีแต่ละชุดการทดลอง โดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน ซึ่งพบว่า กล้วยบวชชี T-2, T-3 และ T-4 ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีคะแนนสูงกว่ากล้วยบวชชี T-1 (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นและรสชาติ กล้วยบวชชีทุกชุดการทดลองได้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการนำกล้วยมาผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความแน่นเนื้อ และลดหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้พบว่า การเตรียมกล้วยเพื่อนำไปทำเป็นกล้วยบวชชีด้วยการต้ม และการแช่ในสารละลายผสมของแคลเซียมคลอไรด์กับกรดซิตริก หรือกรดแอสคอร์บิก ทำให้น้ำกล้วย และน้ำกะทิของกล้วยบวชชีมีค่าความสว่างสูงขึ้น และมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่ากล้วยบวชชีชุดควบคุม นอกจากนั้นยังพบว่า การเตรียมกล้วยยังช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อให้กับเนื้อกล้วยบวชชี แต่ไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับกล้วยบวชชีที่ใช้กล้วยที่ผ่านการต้ม และแช่สารเคมีมากกว่ากล้วยที่ไม่ผ่านการเตรียมใด ๆ โดยคะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด (คะแนน 7-8 คะแนน)

เอกสารอ้างอิง

กษิตศ อัมประไพ อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลหากุลจิตต์. 2553. การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของฟิล์มบริโภคได้จากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(3/1)(พิเศษ) : 609-612.

- จิรนาถ บุญคง ทิพวรรณ บุญมี และพัชรารวรรณ เรือนแก้ว. 2558. การใช้แปงกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 10(1) : 19-29.
- ทักษิณา อินทรมณี รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย วราภรณ์ ภูตะลุน และดนุพล เกษโรสง. 2560. ผลของสภาวะการทอดแบบน้ำมันท่วมต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของกล้วยน้ำว้าสุกแผ่นทอดกรอบ. รายงานอันสืบเนื่องมาจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 10 มีนาคม 2560. หน้า 558-569.
- สมฤดี ไทพานิชย์ และปราณี อานเปื้อง. 2556. การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมดิบแปรรูปพาสเจอร์ไรซ์. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 9(1) : 39-51.
- สมฤดี ไทพานิชย์ และจิตารัตน์ แยมอาษา. 2553. คุณลักษณะของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในกล้วยน้ำว้า *Musa sapientum* Linn. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 5(1) : 54-63.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA: AOAC.
- Chaikham, P., Rattanasena, P., Phunchaisri, C. and Sudsanor, P. 2017. Quality changes of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in syrup due to thermal and high pressure processes. LWT- Food Science and Technology. 75: 751-760.
- Ferrari, G., Maresca, P. and Ciccarone, R. 2010. The application of high hydrostatic pressure for the stabilization of functional foods: Pomegranate juice. Journal of Food Engineering. 100: 245-253.
- Chaikham, P., Prangthip, P. and Seesuriyachan, P. 2016. Ultra-sonication effects on quality attributes of maoberry (*Antidesma bunius* L.) juice. Food Science and Technology Research. 22(5): 647-654.
- Schwartz, S. J., von Elbe, J. H. and Giusti, M. M. 2008. Fennema's Food Chemistry, in Damodaran, S., Parkin, K. L. and Fennema, O. R. (Eds.). (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.