Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 95-98 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 95-98 (2559)

การปรับปรุงคุณภาพเนื้อผลปาล์มหางกระรอกด้วยสารกลุ่ม GRAS เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

Quality Improvement of Foxtail Palm Endosperm *(Wodyetia bifurcate)* with GRAS Reagents Used as Raw Material for Processed Food

กรองทิพย์ ผ่องประทีป[1] นันทวัน ปูคำ[1] ศีลศิริ สง่าจิตร[2] และ อรรณพ ทัศนอุดม[*1]

Khrongthip Phongphrathip[1] Nantawan Pookam[1] Seensiri Sangajit[1] and Unnop Tassanaudom[*1]

Abstract

The objective of this research was to study the raw material preparation of foxtail palm endosperm (*Wodyetia bifurcate*) after harvest by GRAS reagents which could be used as substitute for sugar palm product in processed food. Several pieces (size 1×1×1 cm) of fresh-cut foxtail palm endosperm were dipped in mixed GRAS solutions such as mixed solution of 1% citric acid and 0.5% calcium chloride ($CaCl_2$), mixed solution of 0.02% potassium metabisulphite (KMS) and 0.5% $CaCl_2$ and mixed solution of 1% citric acid, 0.02% KMS and 0.5% $CaCl_2$ at 30°C for 20 min (control was dipped in tap water in the same condition). The results showed that mixed solution of 0.02% KMS and 0.5% $CaCl_2$ could enhance the firmness and reduce the color changing by enzymatic browning reaction of fresh-cut foxtail palm endosperm (white to pink-red) which was better than other treatments and different significantly in comparison to control sample ($p \leq 0.05$). Fresh-cut foxtail palm endosperm treated with the optimum condition was noticed as cloudy-white color. Furthermore, the increasing of firmness as 39.9 kg and decreasing a* value (1.9) were observed. Our preliminary experiment showed that the physical characteristics and chemical composition of fresh-cut foxtail palm endosperm product (in sucrose syrup) were similar to sugar palm in sucrose syrup. However, sensory evaluation and consumer study were needed in the further study.

Keywords: foxtail palm, GRAS reagents, processed food

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการเตรียมวัตถุดิบเนื้อผลปาล์มหางกระรอก (*Wodyetia bifurcate*) หลังการเก็บเกี่ยว ด้วยสารเคมีกลุ่ม GRAS สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์จากลูกชิด โดยการนำชิ้นปาล์มหางกระรอกตัดแต่ง (ขนาด 1×1×1 ซม) แช่ลงในสารละลายกลุ่ม GRAS ได้แก่ สารละลายผสมของกรดซิตริก (1%) และแคลเซียมคลอไรด์ (0.5% $CaCl_2$) สารละลายผสมของโพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ (0.02% KMS) และแคลเซียมคลอไรด์ (0.5%) และสารละลายผสมระหว่างกรดซิตริก โพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ และแคลเซียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 30°ซ เป็นเวลา 20 นาที และสิ่งทดลองควบคุม แช่ในน้ำสะอาดที่สภาวะเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าสารละลายผสมที่มี 0.02% KMS และ 0.5% $CaCl_2$ สามารถปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ (firmness) และลดการเปลี่ยนแปลงสี (ค่า a*) ของเนื้อผลปาล์ม (สีขาวเป็นสีชมพู-แดง) ที่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ ภายหลังการตัดแต่งได้ดีกว่าในสิ่งทดลองอื่น ๆ และแตกต่างจากสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชิ้นปาล์มหางกระรอกตัดแต่งที่ได้มีสีขาวขุ่น มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 39.9 กิโลกรัมฟอร์ส และ ค่า a* (สีแดง) ลดลงเหลือเพียง 1.9 เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากชิ้นปาล์มหางกระรอกตัดแต่งในน้ำเชื่อม มีคุณลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับลูกชิดในน้ำเชื่อม อย่างไรก็ตามควรต้องมีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในลำดับต่อไป

คำสำคัญ: ปาล์มหางกระรอก, สารกลุ่ม GRAS, อาหารแปรรูป

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก, พิษณุโลก 65000

[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok, Thailand 65000

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก, พิษณุโลก 65000

[2] Department of Agronomy, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok, Thailand 65000

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยนำเข้าลูกชิดเพื่อการแปรรูปคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 2,989.59 ล้านบาท ส่วนใน 2 ไตรมาศแรกของปี พ.ศ. 2557 พบการนำเข้าลูกชิดเป็นมูลค่ากว่า 3,839.87 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2558) และพบว่ามีแนวโน้มการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การนำพืชตระกูลปาล์มในวงศ์เดียวกับลูกชิด เช่น ปาล์มหางกระรอก (foxtail palm, *Wodyetia bifurcate*) มาทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนลูกชิด เพื่อลดการนำเข้าจึงเป็นงานที่น่าสนใจ โดยมีผู้เริ่มนำปาล์มหางกระรอกมาเชื่อมในสารละลายน้ำตาลทรายเช่นเดียวกับลูกชิด แต่พบว่าผลิตภัณฑ์ปาล์มหางกระรอกในน้ำเชื่อมที่ได้มีลักษณะเป็นสีชมพูแดง จึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพของเนื้อผลปาล์มหางกระรอก (foxtail palm endosperm) ก่อนนำมาแปรรูป เพื่อลดความสูญเสีย หรือตำหนิของผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น การทำลายเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีในผลปาล์มด้วยสารเคมีกลุ่มซัลไฟต์ (พันธ์สิริ, 2556) หรือการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร่วมกับความร้อน ช่วยในกระบวนการลอกเปลือกหรือเยื่อส่วนที่ไม่ต้องการออก รวมถึงการใช้สารกลุ่ม GRAS (Generally recognized as safe) ชนิดต่าง ๆ เช่น แคลเซียมคลอไรด์ กรดซิตริก หรือโซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ เป็นต้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและสี (Garcia and Barrett, 2005) ดังนั้นกระบวนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูป (pre-treatment step) ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษากระบวนการเตรียมวัตถุดิบผลปาล์มหางกระรอกหลังการเก็บเกี่ยว และผลของสารเคมีกลุ่ม GRAS ต่อคุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสของวัตถุดิบเนื้อผลปาล์มหางกระรอกก่อนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อส่งเสริมการใช้วัตถุดิบที่มีภายในประเทศให้เกิดประโยชน์ ลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลปาล์ม ที่มีคุณภาพและ มาตรฐาน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษากระบวนการเตรียมผลปาล์มก่อนการแปรรูป

พัฒนากระบวนการแยกเนื้อผลออกจากผลปาล์มหางกระรอก โดยนำผลปาล์มอายุ 17 สัปดาห์ จำนวน 60 ผล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นผลปาล์มสด นำมาแยกเนื้อผลออกด้วยไม้หนีบ ส่วนที่ 2 เป็นผลปาล์มที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 95°ซ เป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำมาแยกเนื้อผลออกด้วยไม้หนีบเช่นเดียวกัน จากนั้นนำผลปาล์มทั้ง 2 ส่วน มาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่า water activity (a_w) ความแน่นเนื้อ และค่าสี (L* a* b* C* และ h°) และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด–ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า (AOAC., 2000) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณผลต่าง) หลังจากนั้นแยกส่วนเยื่อ (endocarp) ที่ติดกับเนื้อผล (endosperm) ออก โดยนำผลปาล์มที่ยังมีส่วนของ endocarp ติดอยู่ แช่ลงในสารละลาย 1% NaOH ที่อุณหภูมิ 95°ซ เป็นเวลา 35 วินาที (ดัดแปลงจาก Garcia and Berrett, 2005) ใช้แปรงขัดถูส่วนของ endocarp ออกให้หมด แล้วจึงนำมาแช่ต่อในน้ำสะอาด เป็นเวลา 20 นาที จึงล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 3 ครั้ง

2. การปรับปรุงคุณภาพเนื้อผลของปาล์มหางกระรอกด้วยสารกลุ่ม GRAS

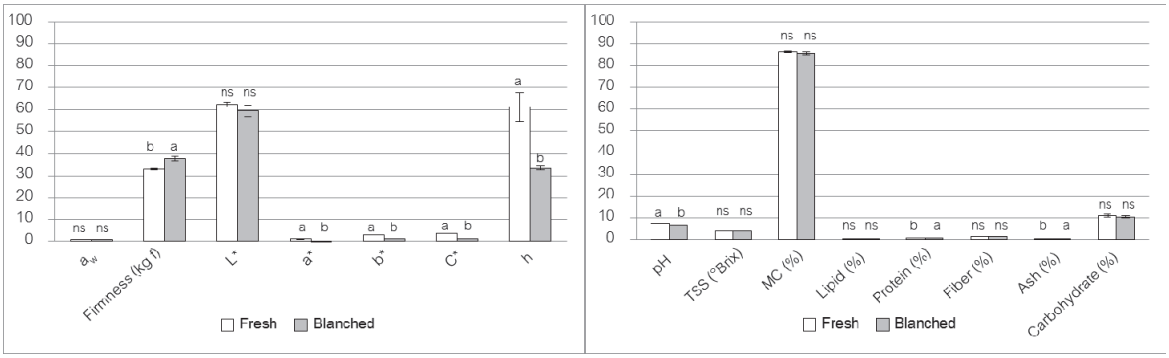
ผลปาล์มหางกระรอกที่ผ่านกระบวนการแยกเปลือก และ endocarp ออกแล้ว ได้นำมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเท่ากับ 1×1×1 เซนติเมตร นำชิ้นผลปาล์มตัดแต่ง (fresh-cut foxtail palm endosperm) ที่ได้ มาปรับปรุงคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ และการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งทำให้ชิ้นผลปาล์มตัดแต่ง เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีชมพู-แดง ด้วยสารเคมีกลุ่ม GRAS (Generally recognized as safe) ได้แก่ 1) สารผสมของกรดซิตริก (1% citric acid) และแคลเซียมคลอไรด์ (0.5% $CaCl_2$) 2) สารผสมของโพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ (0.02% KMS) และแคลเซียมคลอไรด์ และ 3) สารผสมระหว่างกรดซิตริก โพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ และแคลเซียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 30°ซ เป็นเวลา 20 นาที โดยสิ่งทดลองควบคุม คือ การแช่ในน้ำสะอาดที่สภาวะเดียวกัน (ดัดแปลงจาก อรรณพ และ วรรณภา, 2550) จากนั้นจึงนำสิ่งทดลองทั้งหมด มาวัดค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี (L* a* b* C* และ h°)

ผลการทดลอง

ผลปาล์มที่ผ่านการลวก (95°ซ เป็นเวลา 20 นาที) สามารถบีบแยกเนื้อผลด้วยไม้หนีบได้ง่ายกว่าผลปาล์มที่ไม่ผ่านการลวก โดยพบว่าผลปาล์มหางกระรอกหลังผ่านการลวกมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น (37.60 kg force) ค่า a* (ค่าความเป็นสีแดง) ลดลง (-0.30) เมื่อเปรียบเทียบกับผลปาล์มหางกระรอกสดที่มีความแน่นเนื้อ และค่า a* เท่ากับ 32.95 kg force และ 1.04 ตามลำดับ ในขณะที่ส่วนประกอบทางเคมีของผลปาล์มทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (Figure 1) แสดงให้เห็นว่า

กระบวนการลวกผลปาล์มก่อนบีบผลนั้น นอกจากจะทำให้สามารถทำให้บีบเนื้อในออกจากผลได้ง่ายขึ้นแล้ว ยังสามารถช่วยในเรื่องการปรับปรุงคุณภาพสีของเนื้อผลปาล์มด้วย

ผลการศึกษากระบวนการเตรียมเนื้อผลปาล์มหางกระรอกก่อนการแปรรูป เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านลักษณะด้านเนื้อสัมผัส และสี ด้วยสารเคมีกลุ่ม GRAS พบว่าชิ้นผลปาล์มตัดแต่งที่แช่ในสารละลายผสมระหว่าง 0.02% KMS + 0.5% $CaCl_2$ ที่อุณหภูมิ 30°ซ เป็นเวลา 20 นาที มีความแน่นเนื้อ และค่า L* เพิ่มขึ้น คือ 39.90 kg force และ 48.70 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำให้ค่าสีแดง (ค่า a*) และค่าความเข้มสี (ค่า C*) ของชิ้นผลปาล์มตัดแต่งลดลง คือ 1.90 และ 20.94 ตามลำดับ (Table 1) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ พบว่าชิ้นผลปาล์มตัดแต่งที่แช่ในสภาวะดังกล่าวนี้มีสีขาวกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ



(A) (B)

Figure 1 Comparison of physical characteristics and chemical properties of fresh and blanched foxtail palm: (A) physical characteristics and (B) chemical properties. The different letters are significantly different ($p \leq 0.05$). ns are not significantly different ($p > 0.05$) and error bars represent the standard deviations.

Table 1 Physical properties of foxtail palm endosperm samples after pre-treatment with soaking solutions

Physical properties	Soaking solution (at 30°C for 20 min)			
	Tap water	1% Citric acid + 0.5% $CaCl_2$	0.02% KMS + 0.5% $CaCl_2$	1% Citric acid + 0.02% KMS + 0.5% $CaCl_2$
Firmness (kg force)	36.24^{b}±0.69	39.66^{a}±0.59	39.90^{a}±0.88	38.96^{a}±0.00
L*	43.33^{d}±0.53	46.30^{c}±1.12	48.70^{b}±0.16	51.10^{a}±0.83
a*	13.92^{a}±0.26	10.96^{b}±1.24	1.90^{d}±0.10	4.75^{c}±0.47
b*	3.10^{c}±0.27	23.03^{a}±1.28	20.90^{b}±0.50	9.98^{d}±0.27
C*	13.63^{c}±0.18	25.51^{a}±1.70	20.94^{b}±0.50	4.94^{d}±0.01
h*	73.23^{b}±1.30	64.38^{c}±1.62	84.73^{a}±0.47	49.54^{d}±0.01

The different letters in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$) and ± represent the standard deviations.

วิจารณ์ผล

น้ำร้อน (อุณหภูมิ 95°ซ เป็นเวลา 20 นาที) ที่ใช้ในขั้นตอนการลวกจะไปทำลายโครงสร้างของเปลือกผลปาล์มที่เป็นสารจำพวกลิกนิน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดอื่น ๆ (นิธิยา, 2545) เมื่อโครงสร้างเหล่านั้นถูกทำลายด้วยความร้อน จึงทำให้สามารถบีบเนื้อผลออกจากผลปาล์มได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างผลปาล์มสดและผลปาล์มลวกมีค่า a* แตกต่างกันอย่างชัดเจน ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการลวกผลปาล์มในสภาวะดังกล่าว สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์กลุ่มพอลิฟีนอเลสที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลปาล์มได้ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้จำนวนมาก ที่พบว่าการลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45–90°ซ เป็นเวลา 10–20 นาที สามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมฤดี และ ปราณี, 2557; พฤกษ์ และ มัณฑนา, 2558) ส่วนความแตกต่าง ($p \leq 0.05$) ของค่า b* และค่า C* ของผลปาล์มหางกระรอกสดและผลปาล์มหางกระรอกลวก ล้วนได้รับอิทธิพลมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล

ค่าความแน่นเนื้อในชิ้นผลปาล์มตัดแต่งที่แช่ในสารละลายที่มีส่วนผสมของ 0.5% $CaCl_2$ มีค่าสูงกว่า และแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับชิ้นผลปาล์มตัดแต่งที่แช่ในน้ำประปา โดยสารประกอบของเกลือแคลเซียม (หลังแตกตัวในน้ำ) จะไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบเพกทิน (pectic substances) ในผักและผลไม้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมข้าม (crosslink) ระหว่างหมู่

คาร์บอกซิล (-COOH group) ของสารประกอบเพกทิน ตั้งแต่ 2 โมเลกุลขึ้นไป เกิดเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า egg box model ได้สารประกอบแคลเซียมเพกเทต (calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายในน้ำ จึงทำให้ผนังเซลล์ของผักและผลไม้แข็งแรง (นิธิยา, 2545) สอดคล้องกับรายงานวิจัยของกัญญารัตน์ (2558) ที่ รายงานว่าตัวอย่างแคนตาลูปตัดแต่งที่แช่ในสารละลาย $CaCl_2$ มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) นอกจากนี้ในผลิตภัณฑ์ลูกท้อ (peach) ตัดแต่งที่แช่ในสารละลาย 1% $CaCl_2$ เป็นเวลา 1–5 นาที สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดีเท่ากับการแช่ในสารละลาย 2.5% calcium lactate ที่ระยะเวลาการแช่เท่ากัน (Sohail *et al*., 2015) นอกจากนี้ การควบคุม/ยับยั้งการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านสีที่เกิดขึ้นกับผลผลิตทางการเกษตร ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ โดยสารที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดอินทรีย์ และสารประกอบซัลไฟต์ชนิดต่าง ๆ (ศิวาพร, 2546) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p\leq0.05$) ในคุณลักษณะด้านสีของชิ้นผลปาล์มตัดแต่งทั้ง 4 สิ่งทดลอง เป็นผลจากกรดซิตริก และโพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของอรรถพ และ วรรณภา (2550) ที่ได้รายงานว่าการแช่เนื้อลำไยสดในสารละลาย 0.02% KMS เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปอบแห้งสามารถช่วยลดระดับค่าสีแดง (ค่า a*) ที่เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการใช้สารละลายกรดซิตริก และสารละลายกรดแอสคอร์บิกเพียงชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และสอดคล้องกับทิพวรรณ และคณะ (2555) ที่ได้รายงานว่าการสารละลายผสมระหว่าง 0.02% KMS ร่วมกับ 0.5% citric acid และ 0.5% $CaCl_2$ เป็นเวลา 20 นาที แช่เปลือกแตงโมตัดแต่ง ก่อนนำไปแช่อิ่มอบแห้ง สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านสี และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ดีขึ้น

สรุป

กระบวนการเตรียมวัตถุดิบผลปาล์มหางกระรอกหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม คือ การลวกผลปาล์มก่อนการบีบแยกเนื้อผลที่ 95°ซ เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นจึงได้แยกส่วน endocarp ออก ด้วยการใช้สารละลาย 1% NaOH ที่อุณหภูมิ 95°ซ เป็นเวลา 35 วินาที รวมกับการขัดด้วยแปรง และสามารถทำการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและสีของชิ้นผลปาล์มตัดแต่งก่อนนำไปแปรรูป ด้วยการแช่ในสารละลายผสมระหว่าง 0.02% KMS และ 0.5% $CaCl_2$ ที่อุณหภูมิ 30°ซ เป็นเวลา 20 นาที โดยทำให้ชิ้นผลปาล์มตัดแต่งมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น และลดการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ศีลศิริ สง่าจิตร สำหรับความอนุเคราะห์วัตถุดิบในการศึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2558. สรุปภาวการณ์ค้าชายแดนไทยกับสาธารณรัฐประชาชนลาว ด่านจังหวัดหนองคาย 2555–2557. สำนักงานพาณิชย์จังหวัดหนองคาย, หนองคาย. 12 หน้า.

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2558. ผลของขนาดการตัดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46(พิเศษ): 271–274.

ทิพวรรณ จันทะรักษ์, ศิรินภา คำภู, อรรถพ ทัศนอุดม และเฉลิมพล ถนอมวงศ์. 2555. ผลของสารเคมีกลุ่ม GRAS ต่อคุณภาพของเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40(4): 1252–1259.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 487หน้า.

พฤกษ์ ชูสังข์ และ มัณฑนา บัวหนอง. 2558. ผลของความร้อนและกรดออกซาลิกต่อการชะลออาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ): 133-136.

พันธ์สิริ สุทธิลักษณ์. 2556. ลูกชิด: คุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิดให้มีคุณภาพและปลอดภัย. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 41(3): 508–517.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2546. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 380 หน้า.

สมฤดี ไทพาณิชย์ และปราณี อ่านเปรื่อง. 2557. การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีปนพาสเจอไรซ์. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร 9(1): 39–51.

อรรถพ ทัศนอุดม และ วรรณภา สระพินครบุรี. 2550. การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่พิษณุโลก, พิษณุโลก.

AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analytical. 17th ed. AOAC international. Gaithersburg, Maryland 2087–2477, USA.

Garcia, E. and D.M. Barrett. 2005. Peelability and yield of processing tomatoes by steam or lye. Journal of Processing and Preservation 30: 3–4.

Sohail, M., M. Ayub, S.A. Khalil, A. Zeb, F. Ullah, S.R. Afridi and R. Ullah. 2015. Effect of calcium chloride treatment on post harvest quality of peach fruit during cold storage. International Food Research Journal 22(6): 2225–2229.