

ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพและการยอมรับขนมขบเคี้ยวจากลูกเต๋อยปรุงรสสมุนไพร

Effect of Processing Methods on Quality and Acceptability of Snack from Job's tears Seasoned with Herbs

ญาณิ พุ่มเจริญ¹ และ ปาริสุทธิ์ เจริญชัยวัฒน์^{1*}

Yanee Pumcharoen¹ and Parisut Chalermchaiwat^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพและการยอมรับขนมขบเคี้ยวจากลูกเต๋อยปรุงรสด้วยสมุนไพร ศึกษาเวลาในการบดลูกเต๋อยที่ 2 และ 10 วินาที เพื่อขึ้นรูปด้วยพิมพ์วงกลม พบว่าระยะเวลาการบดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบลดลง ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งขนมขบเคี้ยวจากลูกเต๋อย โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 2² Factorial arrangement in CRD ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ (70 และ 80 °C) และเวลา (4 และ 5 ชั่วโมง) แล้วนำไปทอดให้สุกที่อุณหภูมิ 200-210 °C พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเวลาการอบแห้ง ส่งผลให้ค่าสี a*, b* และค่าความแข็ง เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่า L* ลดลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสภาวะการอบแห้งที่ 70 °C 4 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.28) การทดสอบความพอดี (Just about right) ของขนมขบเคี้ยวจากลูกเต๋อยปรุงรสด้วยสมุนไพร พบว่าทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับพอดี (มากกว่าร้อยละ 70) การปรุงรสด้วยสมุนไพรส่งผลให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ปรุงรส

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effect of processing methods on quality and acceptability of snack from Job's tears seasoned with herbs. A study of grinding times at 2 and 10 seconds to form Job's tears using a circular mold shape found that increasing of grinding time increased the bulk density and hardness, resulting in liking score decreased. To study the optimum of temperature and time for drying snack from Job's tears were using 2² Factorial arrangement in CRD. Factors were temperature (70 and 80 °C) and time (4 and 5 hours) and then frying at 200-210 °C until it cooked. The result revealed that increasing the temperature and drying time caused an increased in color of a*, b* and hardness, but a decreased in L*. The result from sensory test showed that the product from 70 °C 4 hours of drying condition had the highest overall liking score and this was rated as "like moderately" (7.28). Just about right test of snack from Job's tears seasoned with herbs revealed that all of sensory attributes are just about right (>70%). Seasoned with herbs caused an increase in liking scores of all sensory attributes when compared with that of non-seasoned.

Key Words: Job's tears, snack, processing methods, herbs

*Corresponding author; e-mail: fagrpsch@ku.ac.th

¹สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Food and Nutrition Program, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Bangkok, 10900

คำนำ

ลูกเดี๋ยย (Job's tears) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Coix lacryma-jobi* L. เป็นธัญพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลูกเดี๋ยยที่นิยมนำมาบริโภคมี 2 ชนิด คือ ลูกเดี๋ยยข้าวเจ้า และลูกเดี๋ยยข้าวเหนียว ความแตกต่างของลูกเดี๋ยยทั้ง 2 ชนิดคือ ลูกเดี๋ยยข้าวเหนียวเมื่อสุกจะมีเนื้อหนานุ่มเหนียวลื่นเป็นเมือก เนื่องจากมีสัดส่วนอะไมโลเพคตินอยู่สูงกว่าในลูกเดี๋ยยข้าวเจ้า และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดี๋ยย พบว่ามีคาร์โบไฮเดรตสูง และเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีน (Chaisiricharoenkul *et al.*, 2011) มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง (Apirttananusorn *et al.*, 2008) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญคือ Coixenolide มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (Hung and Chang, 2003) ลูกเดี๋ยยมีสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในข้าวกล้องและถั่วเขียว (Chaisiricharoenkul *et al.*, 2011) อีกทั้งลูกเดี๋ยยยังถูกจัดเป็นพรีไบโอติก (Chiang *et al.*, 2000) และมีรายงานว่า การบริโภคลูกเดี๋ยยช่วยลดการสะสมไขมันในตับ (Yu *et al.*, 2011) นอกจากนี้คุณประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ยังพบว่ามีงานวิจัยนำแป้งลูกเดี๋ยยไปใช้ในการผลิตบัตเตอร์เค้กและคุกกี้ ชนิดปราศจากกลูเตน (Gluten-free) (Marco and Wunwisa, 2012) เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนอีกด้วย อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลูกเดี๋ยยในท้องตลาดนั้นกลับมีเพียงไม่กี่ชนิด เช่น ลูกเดี๋ยยอบกรอบ เครื่องดื่มจากลูกเดี๋ยย และซุปลูกเดี๋ยย เป็นต้น ดังนั้นการนำลูกเดี๋ยยมาแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการนำลูกเดี๋ยยมาใช้ประโยชน์ให้เกิดความหลากหลาย เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค อีกทั้งสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพและการยอมรับขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยยปรุงรสด้วยสมุนไพร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลูกเดี๋ยยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาการเตรียมลูกเดี๋ยยที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นวงกลม

นำลูกเดี๋ยย (ตราข้าวทอง ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมอาหารไทย จำกัด) แขน้ำที่อัตราส่วนลูกเดี๋ยยต่อน้ำเท่ากับ 1:3 (w/w) เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ตามวิธีการของ อรทัยและคณะ (2556) ทำการเปลี่ยนน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วจึงนำไปต้มในน้ำเดือดจนสุก จากนั้นนำลูกเดี๋ยย 100 กรัม มาบดลดขนาดด้วยเครื่องบดของเปียก (Wet mil blender, รุ่น BE-123, ยี่ห้อ Otto, China) ศึกษาเวลาในการบด 2 ระดับ คือ 2 วินาที (แบบบดหยาบ) และ 10 วินาที (บดละเอียด) ชั่งน้ำหนักลูกเดี๋ยยที่บดแล้ว 8 กรัม เพื่อนำมาอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นวงกลมในพิมพ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่ 80 °C 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดให้สุกในน้ำมันที่ช่วงอุณหภูมิ 200-210 °C แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab, ColorFlex, USA) ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ วิเคราะห์ a_w ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AQUA LAB, Dew Point Water Activity Meter4, USA) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วัดค่าความแข็งด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TAXTplus ใช้หัวทดสอบแบบ Three Point Bend Rig Probe (HDP/3PB) ด้วยความเร็ว (Test Speed) เท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางการกด (Distance) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร ทดสอบตัวอย่างละ 10 ซ้ำ รายงานผลเป็นหน่วยนิวตัน (N) วัดค่าความหนาแน่น (g/cm^3) และการพองตัว(เท่า) ตามวิธีการของ ปาริสุทธิและคณะ (2550) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 - point

hedonic scale (1 = ชอบน้อยที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ในลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความแข็ง รสชาติ และความชอบโดยรวม

2. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการอบแห้งลูกเดี๋ย

เตรียมตัวอย่างลูกเดี๋ยที่ขึ้นรูปแบบแผ่นวงกลมตามวิธีการที่เลือกได้จากข้อ 1 มาทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการอบแห้งลูกเดี๋ย โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 2^2 Factorial in CRD ปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ (70 และ 80 °C) และเวลา (4 และ 5 ชั่วโมง) ด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด จากนั้นนำไปทอดให้สุกในน้ำมันที่ช่วงอุณหภูมิ 200-210 °C นำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยที่ได้มาประเมินคุณภาพทางกายภาพ ด้านสี และความแข็ง และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีการข้อ 1

3. พัฒนาสูตรและศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดจากข้อ 2 มาพัฒนาสูตรด้วยการปรุงรสสมุนไพร สูตรประกอบไปด้วย ลูกเดี๋ย ร้อยละ 47 น้ำตาลมะพร้าว ร้อยละ 29 น้ำเปล่า ร้อยละ 9 น้ำผึ้ง ร้อยละ 7 กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด และงาดำ ปริมาณเท่ากัน เท่ากับ ร้อยละ 2 มีขั้นตอนการเตรียมน้ำ หั่นตะไคร้และกระเทียมให้ละเอียดใส่ลงในกระทะร้อน นำน้ำตาลมะพร้าว น้ำผึ้ง และน้ำเปล่าผสมลงไป เคี่ยวจนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) เท่ากับ 60 °Brix นำไปราดบนแผ่นลูกเดี๋ยตากแห้งด้วยงาดำ และใบมะกรูดทอด แล้วนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 - point hedonic scale ร่วมกับ Just About Right, JAR (โดยมีสเกลความรู้สึก 1-3 โดย 1 = น้อยเกินไป, 2 = พอดี และ 3 = มากเกินไป) รายงานผลเป็นร้อยละความพอใจของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน นำขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยปรุงรสสมุนไพรที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสี ความแข็ง และ a_w ตามวิธีข้อ 1 และวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC (2002)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Paired Samples T-test และนำข้อมูลที่ได้จากหลายกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการเตรียมลูกเดี๋ยที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นวงกลม

ลักษณะของขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยที่ได้จากเวลาในการอบแตกต่างกันเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นแผ่นวงกลมแล้วนำไปอบแห้งและทอด แสดงดัง Figure 1 จากภาพเห็นได้ว่าการใช้เวลาในการอบ 2 วินาที (บดหยาบ) ส่งผลให้ลูกเดี๋ยยังคงความเป็นเมล็ดเต็มมากกว่าการใช้เวลาในการอบ 10 วินาที (บดละเอียด) โดยเวลาการอบที่นานขึ้นทำให้ตัวเมล็ดลูกเดี๋ยเสียสภาพมากขึ้น ส่งผลให้น้ำในลูกเดี๋ยออกมาจากตัวเมล็ดมากขึ้น สอดคล้องกับค่า a_w ในลูกเดี๋ยหลังทอดที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาอบ 10 วินาที มีค่ามากกว่าลูกเดี๋ยที่ใช้เวลาอบ 2 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเกาะตัวกันแน่นสอดคล้อง

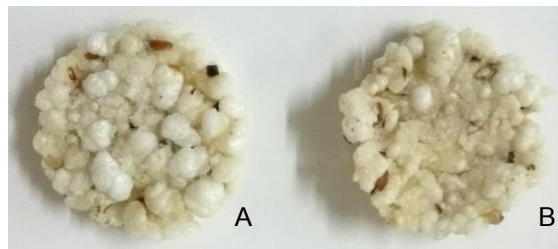


Figure 1 Snack from Job's tears at different grinding times: 2 seconds (A) and 10 seconds (B).

กับค่าความหนาแน่น ที่พบว่าลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 10 วินาที มีค่าความหนาแน่น ($0.48 \pm 0.02 \text{ g/cm}^3$) มากกว่าลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 2 วินาที ($0.24 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$) ถึง 2 เท่า แสดงดัง Table 1 ลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 2 วินาที ให้ค่าความสว่าง และค่าการพองตัวมากกว่า ในขณะที่ค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งน้อยกว่าลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 10 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส พบว่าลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 2 วินาที มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่าลูกเดือยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาบด 10 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงคัดเลือกการขึ้นรูปลูกเดือยเป็นแผ่นวงกลมโดยใช้เวลาบด 2 วินาที เพื่อทำการศึกษาในขั้นต่อไป

Table 1 Physical and sensory properties of snack from Job's tears at different grinding times.

Properties	Grinding times	
	2 seconds	10 seconds
Physical properties		
Lightness (L^*)	$61.48 \pm 0.47^*$	57.87 ± 0.19
Redness (a^*)	3.39 ± 0.19	$4.30 \pm 0.13^*$
Yellowness (b^*)	22.33 ± 0.54	$22.59 \pm 0.40^*$
Bulk density (g/cm^3)	0.24 ± 0.01	$0.48 \pm 0.02^*$
Expansion ratio (fold)	$2.70 \pm 0.17^*$	1.20 ± 0.16
Hardness (N)	38.50 ± 4.46	$54.06 \pm 4.84^*$
a_w	0.25 ± 0.00	$0.26 \pm 0.00^*$
Sensory properties		
Appearance	$6.70 \pm 1.13^*$	6.04 ± 1.47
Color	$6.88 \pm 1.35^*$	6.08 ± 1.54
Flavor	$6.60 \pm 1.41^*$	6.30 ± 1.53
Hardness	$7.42 \pm 1.52^*$	5.96 ± 2.32
Taste	$6.28 \pm 1.57^*$	5.72 ± 1.76
Overall liking	$7.02 \pm 1.13^*$	6.12 ± 1.41

* Means within the same row are significant difference ($p \leq 0.05$).

2. ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการอบแห้งลูกเดี๋ย

อุณหภูมิและเวลามีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Table 2 สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 5 ชั่วโมง ให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำที่สุด ในขณะที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 4 ชั่วโมง ให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าสภาวะในการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น และเวลานานขึ้น เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกเดี๋ยมีสีคล้ำขึ้น

Table 2 Physical and sensory properties of snack from Job's tears at different drying temperatures and times.

Properties	Drying temperatures and Drying times			
	70°C 4 h	70°C 5 h	80°C 4 h	80°C 5 h
Physical properties				
Lightness (L^*)	66.97±0.32 ^a	65.09±0.62 ^c	66.24±0.42 ^b	61.48±0.19 ^d
Redness (a^*)	1.58±0.12 ^c	1.10±0.22 ^d	2.05±0.06 ^b	3.39±0.13 ^a
Yellowness (b^*)	16.43 ±0.28 ^c	16.29±0.34 ^d	17.28±0.10 ^b	22.33±0.41 ^a
Hardness (N)	38.47±1.20 ^b	39.08±0.99 ^b	39.80±0.38 ^b	43.43±3.24 ^a
Sensory properties				
Appearance	6.76±1.25 ^a	6.00±1.36 ^b	6.28±1.32 ^{ab}	6.44±1.45 ^{ab}
Color	6.88±1.22 ^a	6.24±1.09 ^b	6.38±1.08 ^b	6.58±1.02 ^{ab}
Flavor	7.42±0.99 ^a	5.58±1.35 ^c	6.32±1.19 ^b	6.52±1.22 ^b
Hardness	7.38±1.42 ^a	5.36±1.83 ^c	6.30±1.73 ^b	6.20±1.48 ^b
Taste	6.66±1.20 ^a	5.58±1.52 ^{ab}	5.80±1.33 ^{ab}	5.96±1.24 ^{ab}
Overall liking	7.28±1.06 ^a	5.74±1.32 ^c	6.36±1.15 ^{ab}	6.38±1.19 ^{ab}

^{a-d} Means within the same row with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$).

ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความสว่าง (L^*) ที่ลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) สูงขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบแห้งนี้ โดยกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ที่อยู่ในแป้งทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มเป็น 2-3 เท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 °C (นิธิยา, 2549) โดยอุณหภูมิและระยะเวลาการอบที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสภาวะการอบแห้งที่ 70 °C นาน 4 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.28 (ชอบปานกลาง) จึงใช้สภาวะการอบแห้งนี้เพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

3. ผลการพัฒนาสูตรและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยที่พัฒนาได้

จากการพัฒนาสูตรด้วยการปรุงรสสมุนไพรแล้วนำผลิตภัณฑ์ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 - point hedonic scale ร่วมกับ Just-About Right (JAR) พบว่า ขนมขบเคี้ยวจาก

ลูกเต๋อยปรุงรสด้วยสมุนไพร มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสสมุนไพร ความแข็งแรงรสชาติ และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.48 ± 1.01 , 7.52 ± 1.01 , 7.64 ± 0.9 , 7.52 ± 1.03 , 7.48 ± 0.73 และ 7.88 ± 0.82 ตามลำดับ จากค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบพบว่า การปรุงรสด้วยสมุนไพรส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ปรุงรส (Table 2) และผู้ทดสอบให้เกณฑ์การปรับปรุงปัจจัยคุณภาพทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับพอดี (มากกว่าร้อยละ 70) แสดงดัง Figure 2 ดังนั้น ผลลัพธ์นี้ไม่ต้องทำการปรับปรุง สอดคล้องกับ Rothman and Parker (2009) ที่ระบุเกณฑ์การปรับปรุงปัจจัยคุณภาพด้วยวิธี JAR ไว้ดังนี้ หากความถี่ของระดับความพอดีมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่ต้องปรับปรุงปัจจัยดังกล่าว แต่หากมีค่าไม่ถึงให้พิจารณาจากร้อยละของคำตอบที่บอกว่า “มากเกินไป” ลบด้วยร้อยละของคำตอบ ที่บอกว่า “น้อยเกินไป” หากค่ามีความแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 20 อาจยังไม่ต้องทำการปรับปรุงในคุณลักษณะนั้นๆ แต่หากมีค่าความแตกต่างมากกว่าร้อยละ 20 ให้พิจารณาปรับตามทิศทางที่มีค่ามากกว่าเพื่อให้ได้คะแนนความพอดีในทุกด้าน

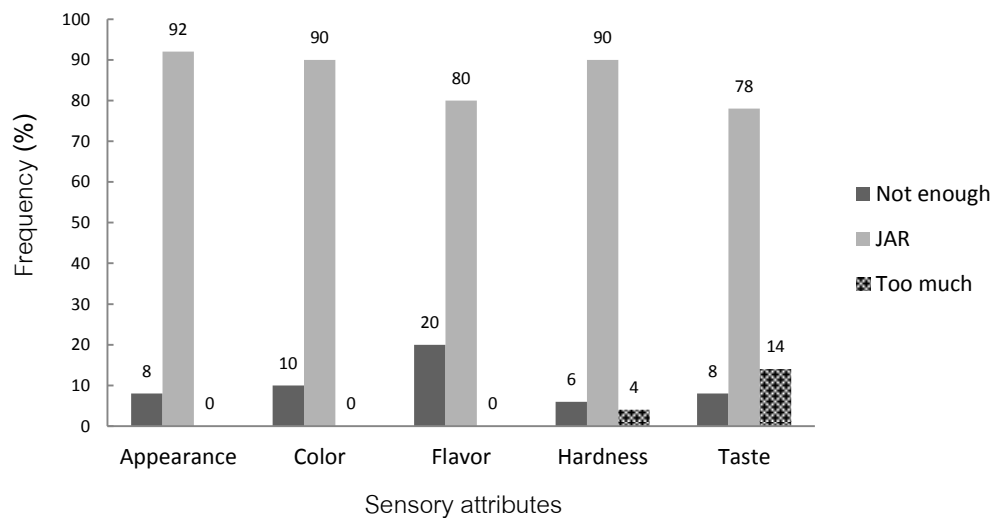


Figure 2 Just about right scores (% JAR) of snack from Job's tears seasoned with herbs.

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากลูกเต๋อยปรุงรสด้วยสมุนไพรที่พัฒนาได้ (Figure 3) เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพทางกายภาพกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ปรุงรสแสดงดัง Table 3 พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกเต๋อยปรุงรสด้วยสมุนไพร มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้ปรุงรส เนื่องจากน้ำเชื่อมปรุงรสด้วยสมุนไพรนั้นมีส่วนประกอบของน้ำตาล และน้ำผึ้งเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูงทำให้เกิดสีน้ำตาลจากการเคี้ยวไหม้ (Caramelization) ส่งผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง



Figure 3 Developed snack from Job's tears seasoned with herbs.

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) พบว่าลูกเดี๋ยปรุงรสด้วยสมุนไพรไทยมีค่าความแข็งที่สูงขึ้นจากแบบที่ไม่ปรุงรสสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำเชื่อมปรุงรสสมุนไพรที่เป็นคาราเมล มีลักษณะขึ้นเหนียวเคลือบบนบริเวณผิวหน้าขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ลูกเดี๋ยปรุงรสสมุนไพรและไม่ปรุงรสสมุนไพร มีค่า a_w เท่ากับ 0.50 และ 0.27 ตามลำดับ ค่า a_w ที่สูงขึ้นในผลิตภัณฑ์ลูกเดี๋ยปรุงรสด้วยสมุนไพรนี้เป็นผลมาจากความชื้นของน้ำเชื่อมเพื่อการปรุงรสนั่นเอง แต่ทั้งนี้ a_w ของผลิตภัณฑ์ก็ยังคงมีค่าต่ำกว่า 0.60 ซึ่งยังจัดเป็นประเภทอาหารแห้งโดยอาหารที่มีค่า a_w เท่ากับ 0.50-0.60 เชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Esse and Saari, 2004)

Table 3 Physical properties of snack from Job's tears seasoned with herbs compared with the non-seasoned.

Physical properties	Snack from Job's tears	
	Seasoned with herbs	Non-seasoned
Lightness (L*)	60.80±0.36	66.97±0.32*
Redness (a*)	1.83±0.13*	1.58±0.12
Yellowness (b*)	18.77±0.73*	16.43 ±0.28
Hardness (N)	63.31±2.98*	38.47±1.20
a_w	0.50±0.00*	0.27±0.00

* Means within the same row are significant difference ($p \leq 0.05$).

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ลูกเดี๋ยปรุงรสด้วยสมุนไพรที่พัฒนาได้ พบว่ามีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 6.38, 17.99, 8.11, 0.08, 1.15 และ 66.29 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ คุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยปรุงรสด้วยสมุนไพรที่พัฒนาได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากธัญชาติ พบว่ามีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือน้อยกว่าร้อยละ 12 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2541)

สรุป

ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพและการยอมรับขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ย พบว่าลักษณะที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยแบบแผ่นวงกลมให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ ลูกเดี๋ยที่ขึ้นรูปโดยใช้เวลาอบนาน 2 วินาที สภาวะการอบแห้งลูกเดี๋ยที่เหมาะสมด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด คือ ที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 4 ชั่วโมง สูตรขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ยปรุงรสด้วยสมุนไพรที่พัฒนาได้ประกอบไปด้วย ลูกเดี๋ย น้ำตาลมะพร้าว น้ำเปล่า น้ำผึ้ง กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด และงาดำ ร้อยละ 47, 29, 9, 7, 2, 2, 2 และ 2 ตามลำดับ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ พบว่า มีค่าสี L* เท่ากับ 60.80 a* เท่ากับ 1.83 และ b* เท่ากับ 18.77 ค่าความแข็ง เท่ากับ 63.31 นิวตัน และค่า a_w เท่ากับ 0.50 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.88) มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 6.38, 17.99, 8.11, 0.08, 1.15 และ 66.29 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้สภาวะที่

เหมาะสมในกระบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวจากลูกเดี๋ย เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกเดี๋ยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในรูปแบบอื่นๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนานนท์. 2549. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. 2550. **การพัฒนาขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. 2541. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากธัญชาติ**. มอก. 1534-2541. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- อรทัย บุญทะวงศ์, สุวิดา ปิกเกษม และ วรวิญญู อินตานันท์. 2556. ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพลูกเดี๋ยอบพอง, น. 218-226. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ** ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ.
- A.O.A.C. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.
- Chaisiricharoenkul, J., S. Tongta and K. Intarapichet. 2011. Structure and chemical and physiochemical properties of Job's tear (Coix lacryma-Jobi L.). **Suranaree Journal of Science and technology** 18(2): 109-22.
- Chiang, W., C-H. Cheng, M-T. Chiang and K-T. Chung. 2000. Effects of dehulled adlay on the culture count of some microbiota and their metabolism in the gastrointestinal tract of rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 48(3): 829-832.
- Esse, R. and A. Saari. 2004. Shelf-life and moisture management, pp.24-41. In R. Steele, ed. **Understanding and Measuring the Shelf-life of Food**. Woodhead publishing limited Cambridge, UK.
- Marco, K. and K. Wunwisa. 2012. The use of Job's tears (Coix lacryma-jobi L.) flour to substitute cake flour in butter cake. **AU Journal of Technology** 15(4): 233-238.
- Hung, W.C. and H.C. Chang. 2003. Methanolic extract of adlay seed suppresses COX-2 expression of human lung cancer cells via inhibition of gene transcription. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 51(25): 7333-7337.
- Rothman, L. and M.J. Parker. 2009. **Just-About-Right Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks**. ASTM Manual MNL63, ASTM International, Conshohocken, PA.

- Apirattananusorn, S., S. Tongta, S.W. Cui and Q. Wang. 2008. Chemical, molecular, and structural characterization of alkali extractable nonstarch polysaccharides from Job's tears. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 56: 8549–8557.
- Yu, F., J. Gao, Zeng, Y. and C.X. Liu. 2011. Effects of adlay seed oil on blood lipids and antioxidant capacity in hyperlipidemic rats. **Journal of the Science of Food and Agricultural** 91(10): 1,843-1,848.