การใช้เปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนม

Used of Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) Shell Substitute Pork Skin and Nitrate in Nham

กัณฐวุฒิ บุญมี

Kanthawut Boonmee

คณะเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย

Biotechnology Faculty, Rangsit University, Patumtanee, Thailand

E-mail: Kanthawut.b@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการเติมเปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เพื่อทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในการผลิตแหนม ทำการศึกษาการเติมเปลือกแก้วมังกร 2 ชนิด คือ สดและอบแห้ง ชนิดละ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 (%w/w) ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติแหนมทางด้านเคมี, กายภาพ, จุลินทรีย์ และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนมจากเปลือกแก้วมังกรคือ 72 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 4.45-4.55 การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรทำให้ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น เมื่อทำการประเมินทางประสาทสัมผัสแหนมจากเปลือกแก้วมังกรพบว่า แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 มีความเหมาะสมที่สุดมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.43 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 8 วัน และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์

คำสำคัญ: *แหนม แก้วมังกร การอบแห้ง กระบวนการหมัก เปลือกแก้วมังกร*

Abstract

This research studied effect of addition dragon fruit (*Hylocereus undatus*) shell substitute pork skin and nitrate in Nham. The addition of two types of dragon fruit shells were fresh and dried dragon fruit shell and three levels of dragon fruit shell were five, ten and fifteen (%w/w). The properties of Nham in chemical, physical, microbial and sensory evaluation were analyzed. The results showed optimal fermentation time of Nham production from dragon fruit shell was seventy-two hours; pH value was between 4.45-4.55. The red color (a *) was increased when using more dragon fruit shell. The sensory evaluation of Nham from dragon fruit shell showed that Nham from fresh dragon fruit shell for ten percent was the most suitable and the results indicated that the overall acceptance score was 7.43. The Storage was at the room temperature for eight days and the refrigerator temperature for four weeks.

Keywords: *Nham Dragon Fruit Drying Fermentation Dragon Fruit Shell*

1. บทนำ

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่ขึ้นชื่อของประเทศไทย โดยแหนมหมูเป็นนิยมแพร่หลายมากกว่าแหนมเนื้อ ส่วนผสมทั่วไปได้แก่ เนื้อหมูบด, หนังหมู, ข้าวเหนียวนึ่ง, ดินประสิว, พริกไทย, กระเทียม และเกลือในปริมาณที่เหมาะสมประมาณร้อยละ3-3.5 มีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้หมูเน่าเสียส่วนจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมในการหมักแหนมจะสามารถทนเกลือปริมาณดังกล่าว นำส่วนผสมที่บรรจุแล้วไปหมักในอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นเวลา 3-7 วัน จนผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวจากการสร้างกรดแลคติกของ แบคทีเรียกรดแลคติก เป็นการหมักให้เกิดกลิ่นรสของแหนม (Adams and Moss, 1995) และมีแบคทีเรียที่ทำหน้าที่รีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ ได้แก่ Micrococcos *sp.* (ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนไกรกานต์ และปานจิตต์ คุณชะวลี, 2536)

แบคทีเรียแลคติกเปลี่ยนน้ำตาลที่เกิดจากการย่อยสลายข้าวเหนียวเป็นกรดแลคติก, เอสเทอร์ และอั ลดีไฮด์ สารเหล่านี้มีกลิ่นหอม จะเจริญมีกิจกรรมการหมักดีเฉพาะในที่มีออกซิเจนอยู่น้อยมาก ดังนั้นในการหมักแหนมจึงต้องห่อ และรัดให้แน่นเพื่อให้ออกซิเจนเหลืออยู่น้อยที่สุด การเกิดกรดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่หมัก การหมักแหนมใช้เวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (Wiriyacharee *et al.,* 1993) หรือ 3 วันที่ 14-15 องศาเซลเซียส (Ibanez *et al.*, 1996) หรือ 4 วัน ที่ 20-22 องศาเซลเซียส (Bohme *et al.,* 1996) กรดที่เกิดขึ้นจะทำลายแบคทีเรียและเชื้อโรคบางชนิดที่ปนเปื้อนมากับหมูดิบ เช่น *Salmonella sp.* (วิเชียร ลีลาวัชรมาศ, 2541) ปัจจุบันผู้ผลิตแหนมนิยมใช้ไนเตรทในการผลิตเพื่อให้ได้สีแดงตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยการใช้สารเคมีจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นการใช้สีจากธรรมชาติในผลิตภัณฑ์แหนมจะมีความปลอดภัยกว่า และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพได้รับประทานอาหารที่ปลอดภัย

แก้วมังกรมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus cacti* หรือเรียกอีกอย่างว่า Red pitaya หรือ Pitahaya (Wu *et al*., 2006) เป็นพืชในตระกูลกระบองเพชร ในประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูก แก้วมังกรเป็นไม้ผลเศรษฐกิจ และมีอนาคตทางการตลาดไปได้ดีเนื่องจากการปลูกดูแลรักษาไม่ยุ่งยากและยังให้ผลผลิตที่ค่อนข้างคุ้มค่า นอกจากนั้นสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยก็เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแก้วมังกรอีกด้วย ปัจจุบันแก้วมังกรพันธุ์เนื้อสีขาวเปลือกสีแดง (*Hylocereus undatus*) และเนื้อสีแดงเปลือกสีแดง (*Hylocereus polyrhizus*) มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยส่วนของเนื้อนอกจากรับประทานสดยังสามารถแปรรูปเป็นน้ำผลไม้และผลไม้กวน

เปลือกแก้วมังกรจัดเป็นของเหลือทิ้งจากการบริโภคสดแต่เป็นแหล่งของบีตาไซยานิน (อรุษา เชาวนลิขิต, ประเสริฐ เตชชีวพงศ์ และ ปริญญา ตังเจริญกิจ, 2553) ประกอบด้วยน้ำตาลเชิงซ้อน (Complex Polysaccharides) มีสรรพคุณช่วยลดกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL) ในกระแสโลหิต และมีวิตามินซี, ฟอสฟอรัส, โปรตีน และแคลเซียม ที่กระตุ้นการทำงานของร่างกายในการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง และยังลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง

เปลือกของแก้วมังกรยังสามารถตากแห้งใช้ชงแทนใบชาสมุนไพรเพื่อดื่มได้ด้วย แอนโทไซยานินนอกจากจะให้สีแดงตามธรรมชาติแล้วยังมีสมบัติทาง คลินิกที่เชื่อว่าเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เพราะมีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Einbond *et.al*., 2003) พบในพืชหลายชนิดจัดเป็นประเภทที่ละลายน้ำได้ (Herbach *et al.*, 2007).

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนาการผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร โดยศึกษาการใช้เปลือกแก้วมังกรสด และเปลือกแก้วมังกรอบแห้งเพื่อใช้สีจากธรรมชาติในการหมักแหนม และเป็นการลดต้นทุนการผลิต รวมถึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัยต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสม และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นำผลแก้วมังกรมาทำการปอกเปลือก และนำเนื้อออก หั่นเปลือกแก้วมังกรที่ได้เป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าชิ้นเล็กๆ นำไปแช่เบกกิ้งโซดา เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำมาเทใส่ถาด และนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-8 ชั่วโมง เมื่อเปลือกแก้วมังกรแห้งแล้วนำเก็บใส่ถุงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษา

ศึกษาปริมาณเปลือกแก้วมังกรสด (ความชื้นร้อยละ 85 มาตรฐานเปียก (% wet basis)) และเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง (ความชื้นร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก (% wet basis)) โดยผู้วิจัยออกแบบการทดลองการทำแหนมจากเปลือกแก้วมังกรโดยไม่ได้กำหนดให้ปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากันทุกสูตร เพื่อศึกษาว่าผู้บริโภคชอบแหนมจากเปลือกแก้วมังกร (คะแนนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์) ที่ความชื้นเริ่มต้นมากหรือน้อยต่างกันอย่างไร (แหนมแต่ละสูตรจะมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นไม่เท่ากัน) ในการทำแหนมจากเปลือกแก้วมังกร จำนวน 7 สิ่งทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง) ดังนี้ เปลือกแก้วมังกรร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), การเติมเปลือกแก้วมังกรสด (ความชื้นร้อยละ 85 มาตรฐานเปียก (% wet basis)) 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 (%w/w) การเติมเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง (ความชื้นร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก (% wet basis)) 3 ระดับคือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 (%w/w)

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 วัน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด (แบบ 9-Points hedonic scaling) ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มีการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และ Ramdomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance ;ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.1.1 วัตถุดิบ

เนื้อหมูส่วนสะโพก (ไม่ติดมัน) สับละเอียด หรือเนื้อหมูบด, หนังหมูต้มสุกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ, ข้าวสวยบด, พริกขี้หนู, เกลือ, กระเทียมบดละเอียด, น้ำตาลทราย และเปลือกแก้วมังกรพันธุ์ (*Hylocereus undatus*) จากตลาดสี่มุมเมืองรังสิต

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการผู้วิจัยจึงมีการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบการสังเกตุ (Observation) โดยตรงจากการทดลอง โดยมีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเพื่อทำการผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร และติดตามกระบวนการหมัก โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมักคือถุง Polyethylene อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ คือ เครื่องวัดค่าการความเป็นกรดด่าง (pH), เครื่องชั่งละเอียด, เครื่องเขย่าหลอด ,เครื่องบรรจุสุญญากาศ, เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge), ตู้อบลมร้อน, เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Crude Protein), เครื่อง

วิเคราะห์ไขมัน, เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า และ เครื่องวัดค่าสี และอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ คือ ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) และหม้ออบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave)

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การศึกษาปริมาณเปลือกแก้วมังกรทดแทนหนังหมู และสารให้สีไนไตรท์และไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนม 7 สูตร โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ 1. ชนิดเปลือกแก้วมังกรสด และอบแห้ง และ 2.ปริมาณเปลือกแก้วมังกรในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, และ 15 โดยมีเปลือกแก้วมังกรร้อยละ 0 เป็นสูตรควบคุม โดยวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 วัน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดด้วยวิธีการทดลองแบบ 9-Points hedonic scaling ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มีการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และ Ramdomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance ;ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สูตรที่ใช้ในการผลิตแหนมดัดแปลงจาก (Visessanguan *et al*., 2005) มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ เนื้อหมูไม่ติดมัน 500 กรัม, หนังหมู 500 กรัม, กระเทียมสับ 50 กรัม, ข้าวสวย 50 กรัม, พริก 20 กรัม, เกลือ 22 กรัม และ น้ำตาล 4 กรัม สามารถจัดสิ่งทดลองได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดสิ่งทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD เพื่อศึกษาการใช้เปลือกแก้วมังกรในการผลิตแหนม

สิ่งทดลอง	เปลือกแก้วมังกรสดทดแทน หนังหมู ร้อยละ (%w/w)	เปลือกแก้วมังกรอบแห้งทดแทนหนังหมู ร้อยละ (%w/w)
ควบคุม	-	-
1	5	-
2	10	-
3	15	-
4	-	5
5	-	10
6	-	15

3.3.2 การผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร

นำเนื้อหมูบด เปลือกแก้วมังกรอบ และ/หรือเปลือกแก้วมังกรสด ผสมกันและเติมหนังหมูต้มสุกหั่นเป็นชิ้น ข้าวสวย กระเทียมบดละเอียด เกลือ น้ำตาลทราย และพริกขี้หนูนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยส่วนผสมตามตารางที่ 1 นำส่วนผสมที่คลุกเคล้าแล้ว บรรจุลงในถุง Polyethylene มัดยางให้แน่น โดยไล่อากาศภายในถุงออกให้หมด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

3.3.2.1 การสุ่มตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์การผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร

นำแหนมจากเปลือกแก้วมังกรไปวิเคราะห์ผลทุกๆ 24 ชั่วโมง คือ ชั่วโมงที่ 0, 24, 48, 72, 96, 120 และ 144 ตามลำดับ ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อจนสิ้นสุดการหมัก นำข้อมูลมาเปรียบเทียบระดับการเติมเปลือกแก้วมังกรที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, เคมี, จุลินทรีย์ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด

3.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยมีการใช้สถิติศาสตร์ มาเป็นเทคนิควิธีวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณเปลือกแก้วมังกรที่เหมาะสมในการผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตุ (Observation) มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยโปรแกรมสำเร็จรูป และคำนึงถึงปัจจัยด้านต้นทุนของวัตถุดิบ และต้นทุนในการผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกรประกอบการพิจารณา

4. ผลการวิจัย

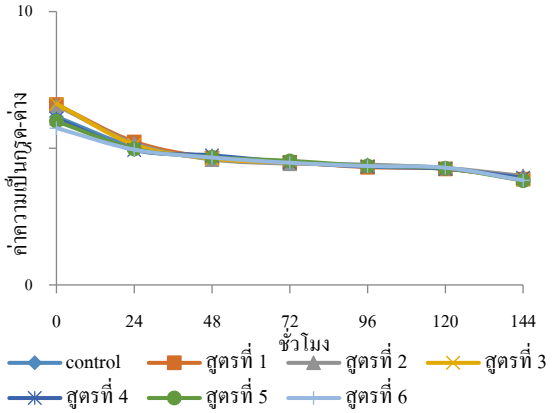
ลักษณะเปลือกแก้วมังกรสดและอบแห้ง ที่ใช้ในการหมักแหนมแสดงดังรูปที่ 1 และ 2

รูปที่ 1 เปลือกแก้วมังกรในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-8 ชั่วโมง

รูปที่ 2 ลักษณะเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง เปรียบเทียบกับเปลือกแก้วมังกรสด

4.1. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

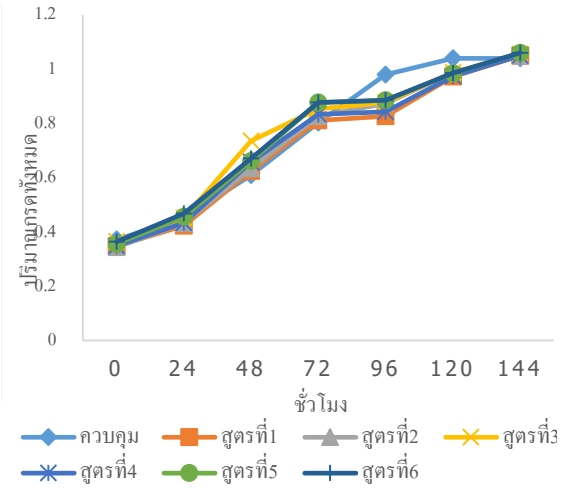
4.1.1. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง



รูปที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

จากรูปที่ 3 พบว่า ระหว่างทำการหมักแหนมค่าความเป็นกรด-ด่างทั้ง 7 สูตร มีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ และเมื่อทำการหมักถึงชั่วโมงที่ 72 ผลิตภัณฑ์แหนมทั้ง 7 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ที่ 4.49, 4.49, 4.47, 4.45, 4.48, 4.46 และ 4.45 ตามลำดับ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการหมักแหนม คือ 4.45-4.55 (โชตินภา เหล่าไพบูลย์, 2552) สามารถสรุปได้ว่าใช้เวลาหมักที่เหมาะสมในการหมักแหนมจากเลือกแก้วมังกร คือ 72 ชั่งโมง

4.1.2. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด



รูปที่ 4 ปริมาณกรดทังหมดในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

พบว่าค่าปริมาณกรดทั้งหมดทั้ง 7 สูตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างทำการหมัก และเมื่อทำการหมักถึงชั่วโมงที่ 72 ผลิตภัณฑ์แหนมทั้ง 7 สูตร มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ที่ 0.8021, 0.8112, 0.8258, 0.8538, 0.8332, 0.877 และ 0.8772 โดยค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่เหมาะสมในการหมักแหนมคือร้อยละ 0.77-1.60 (Visessanguan *et al.,* 2005) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าใช้เวลาหมักที่เหมาะสมในการหมักแหนมจากเลือกแก้วมังกร คือ 72 ชั่งโมง

4.1.3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกรที่หมักเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

สูตร	องค์ประกอบทางเคมี		
	โปรตีน	เถ้า	ไขมัน
ควบคุม	48.68^{a}± 1.30	0.15^{b}± 0.05	6.32^{a}±0.11
1	38.62^{b}± 0.63	0.32^{b}± 0.01	6.18^{a}±0.21
2	35.83^{b}± 1.11	0.46^{b}± 0.09	5.42^{ab}±0.24
3	33.87^{b}± 1.53	0.68^{b}± 0.03	4.85^{b}±0.15
4	39.09^{b}± 0.56	1.04^{b}± 0.15	5.98^{a}±0.08
5	35.29^{b}± 1.20	2.49^{a}± 0.13	5.38^{ab}±0.05
6	35.56^{b}±. 0.19	3.29^{a}± 0.22	4.89^{b}±0.18

หมายเหตุ : ตัวอักษร $^{a, b}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณโปรตีนและไขมันของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้งมังกรจะลดลงแปรผกผันกับการใช้เปลือกแก้วมังกรสดและอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้งมังกรจะเพิ่มขึ้นแปรตามการใช้เปลือกแก้วมังกรสดและอบแห้งที่เพิ่มขึ้น (กรรณิการ์ สอนโยธา และ ปราณี อ่านเปรื่อง, 2552)

4.2.1. การวิเคราะห์ค่าสี

การศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์แหนมเปลือกแก้วมังกร โดยวิเคราะห์ค่า L*, a* และ b* ที่ 72 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ที่ 72 ชั่วโมงของการหมักผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

สูตรที่	ค่าสีของผลิตภัณฑ์แหนมเมื่อทำการหมัก 72 ชั่วโมง		
	L*	a*	b*
Control	45.03^{a}±4.41	5.16^{d}±1.04	6.81^{a}±1.43
1	43.26^{a}±4.44	7.96^{cd}±1.80	6.52^{a}±1.03
2	41.81^{a}±2.87	11.88^{c}±0.31	6.62^{a}±0.85
3	40.09^{b}±4.26	12.20^{c}±0.79	6.64^{a}±1.37
4	41.11^{b}±3.32	17.20^{b}±3.27	5.45^{b}±1.35
5	42.20^{b}±2.93	20.86^{b}±1.38	5.25^{b}±1.30
6	40.13^{b}±2.80	25.68^{a}±0.85	5.64^{b}±1.55

หมายเหตุ : ตัวอักษร $^{a, b}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

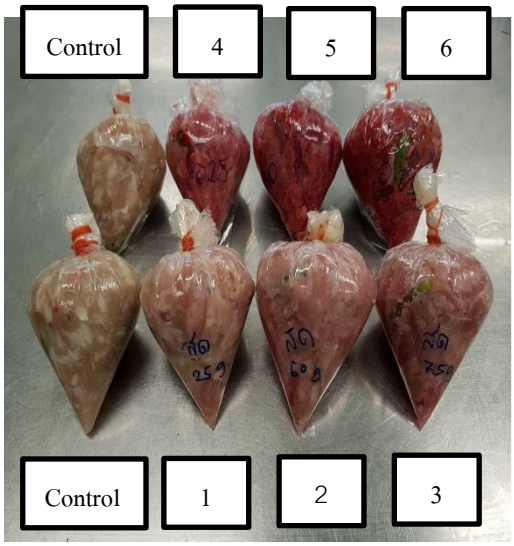
L* หมายถึง ความสว่าง 0(สีดำ) 100 (สีขาว)

a* หมายถึง ค่าสีแดง (+) ค่าสีเขียว (-)

b* หมายถึง ค่าสีเหลือง (+) ค่าสีน้ำเงิน (-)

ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรทั้ง 7 สูตร ในชั่วโมงที่ 72 (เวลาที่เหมาะสม) มีค่า 5.16, 7.96, 11.58, 12.20, 17.20, 20.86 และ 25.68 ตามลำดับ พบว่าสูตรที่มีการเติมเปลือกแก้วมังกรสด และเปลือกแก้วมังกรอบแห้งมีค่าสีแดง (a*) มากกว่าสูตรควบคุม โดยสูตรที่มีค่า (a*) มากที่สุดคือ สูตรที่มีการเติมเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 15 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าสีแดง (a*) ที่ได้ของผลิตภัณฑ์แหนมเสริมเปลือกแก้วมังกรสดมีค่าน้อยกว่าแหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง เนื่องจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งมีน้ำหนักที่เบา และสีเข้มกว่า เมื่อนำมาใช้ในการหมักทำให้มีค่าสีแดง (a*) ที่ได้จึงมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้นพบว่าค่าสีแดง (a*) จะมีค่าลดลงเล็กน้อย (Harivaindaran, Rebecca and Chandran, 2008).



รูปที่ 5 ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรทั้งหมด 7 สูตร

4.2.3. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร โดยวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลกติกที่ 0, 72 และ 144 ชั่วโมงตามลำดับ โดยเทคนิคปลอดเชื้อ (ดัดแปลงจาก Hugas and Montfort, 1997) ได้ผลการทดลองดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

สูตรที่	ปริมาณแบคทีเรียแลคติก (CFU/g)		
	0 ชั่วโมง	**72 ชั่วโมง**	**144 ชั่วโมง**
Control	3.6×10^5	2.3×10^9	4.5×10^8
1	1.7×10^6	1.2×10^9	6.4×10^8
2	2.8×10^6	4.8×10^9	5.1×10^8
3	5.5×10^6	5.8×10^9	5.4×10^8
4	4.5×10^5	5.4×10^9	5.3×10^8
5	5.8×10^5	5.3×10^9	5.7×10^8
6	6.1×10^5	5.2×10^9	5.8×10^8

ปริมาณแบคทีเรียแลกติกเมื่อทำการหมักผลิตภัณฑ์แหนมทั้ง 7 สูตร ในชั่วโมงที่ 0 มีค่าเท่ากับ 3.6×10^5, 1.7×10^6, 2.8×10^6 , 5.5×10^6 , 4.5×10^5, 5.8×10^5 และ 6.1×10^5 ตามลำดับ พบว่าปริมาณแบคทีเรียแลกติกเพิ่มขึ้นเมื่อหมักที่ 72 และ 144 ชั่วโมงในชั่วโมงที่ 72 ปริมาณแบคทีเรียแลกติกเมื่อทำการหมักผลิตภัณฑ์แหนมทั้ง 7 สูตร มีค่าเท่ากับ 2.3×10^9, 1.2×10^9, 4.8×10^9 , 5.8×10^9 , 5.4×10^9, 5.3×10^9 และ 5.2×10^9 ตามลำดับ เมื่อหมักแหนมถึงชั่วโมงที่ 144 ปริมาณแบคทีเรียแลกติดก็จะเริ่มลดลง แสดงว่าปริมาณแบคทีเรียแลกติกมีการเจริญเต็มที่เข้าสู่ระยะปลาย

Stationary Phase ในชั่วโมงที่ 72 ของการหมัก และเซลล์มีปริมาณที่ลดลงและเริ่มเข้าสู่ระยะ Death Phase ในชั่งโมงที่ 144 ของการหมักแหนมจากเปลือกแก้วมังกร

4.2.4. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

จากการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรได้ผลการทดลองดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ					
	สี	กลิ่น	รสเปรี้ยว	รสขม	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
Control	5.60^{c}±1.60	6.45^{b}±1.41	7.14^{a}±1.43	7.20^{a}±1.62	6.48^{c}±1.26	6.66^{b}±1.37
1	6.57^{b}±1.15	6.44^{b}±1.34	7.13^{a}±1.43	7.18^{a}±1.62	6.38^{c}±1.35	6.58^{b}±1.21
2	7.34^{a}±1.22	6.98^{a}±1.46	7.25^{a}±1.25	7.10^{a}±1.56	7.26^{a}±1.02	7.43^{a} ±1.15
3	6.95^{a}±1.05	6.93^{a}±1.40	7.21^{a}±1.08	7.01^{a}±1.46	7.11^{ab}±1.17	7.30^{ab}±1.01
4	7.15^{a}±1.09	7.01^{a}±1.20	7.11^{a}±1.37	6.20^{b}±1.54	6.96^{ab}±1.19	7.16^{ab}±1.23
5	7.06^{a}±1.17	7.00^{a}±0.93	5.42^{b}±1.18	6.16^{b}±1.43	6.70^{bc}±1.07	7.05^{b}±0.96
6	6.50^{b}±1.44	6.23^{b}±1.04	5.12^{b}±1.26	5.11^{c}±1.19	5.21^{d}±1.35	5.28^{c}±1.26

หมายเหตุ : ตัวอักษร $^{a-d}$ ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร พบว่า คุณลักษณะทางด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 4 สูตร คือผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสด ร้อยละ 10 และ 15 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.34 และ 6.95 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 5, 10 มีค่าเท่ากับ 7.15 และ 7.06 ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรแหนมที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับลักษณะของสีเข้มมาก และมีสีอ่อนเกินไป

คุณลักษณะทางด้านกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 4 สูตร คือผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 และ 15 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6.98 และ 6.93 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 5, 10 มีค่าเท่ากับ 7.01 และ 7.00 ตามลำดับ พบว่าการใช้กระเทียมเป็นวัตถุดิบในการหมักจะเพิ่มกลิ่นหอมของผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกร ทำให้มีกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบน้อย คือ ใช้ปริมาณเปลือกแก้วมังกรอบ (ร้อยละ 15) ให้เกิดกลิ่นฉุนมากกลบกลิ่นหอมของกระเทียม

คุณลักษณะทางด้านรสเปรี้ยว ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 5 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์แหนมสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 5, 10 และ 15 และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบร้อยละ 5 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.14, 7.13, 7.25, 7.21 และ 7.11 ตามลำดับ โดยมีความสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีความเปรี้ยวมากเกินไป

คุณลักษณะทางด้านรสขม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 4 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์แหนมสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 5, 10 และ 15 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.20, 7.18, 7.10 และ 7.01 ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 3 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10, 15 และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 5 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.26, 7.11 และ 6.96 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 10 และ 15 ไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากการใช้เปลือกแก้วมังกรอบแห้งในปริมาณมากทำให้เนื้อสัมผัสของแหนมมีลักษณะค่อนข้างแข็งกระด้าง แห้ง และความชุ่มฉ่ำน้อย เวลากัดความรู้สึกในปากจะสู้แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดไม่ได้

คุณลักษณะความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูง 3 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10, 15 และผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรอบแห้งร้อยละ 5 มีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7.43, 7.30 และ 7.16 ตามลำดับ โดยผู้บริโภคจะยอมรับในผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 7-8 (ชอบปานกลาง-ชอบมาก)

เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสทั้งหมด และ ต้นทุนที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบ (เปลือกแก้วมังกรสดเปรียบเทียบกับเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง) จึงสรุปได้ว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแหนมจากเปลือกแก้วมังกร คือ ผลิตภัณฑ์แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 8 วัน และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์

5. การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการเติมเปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) เพื่อทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในการผลิตแหนม ทำการศึกษาการเติมเปลือกแก้วมังกร 2 ชนิด คือ สดและอบแห้ง ชนิดละ 3 ระดับคือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 (%w/w) ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติแหนมทางด้านเคมี, กายภาพ, จุลินทรีย์ และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการหมักแหนมจากเปลือกแก้วมังกรคือ 72 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.45-4.55 การเพิ่มปริมาณเปลือกแก้วมังกรทำให้ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น เมื่อทำการประเมินทางประสาทสัมผัสแหนมจากเปลือกแก้วมังกร ร่วมกับต้นทุนการผลิต พบว่า แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 มีความเหมาะสมที่สุด มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.43 สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 8 วัน และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าข้อดีของการใช้เปลือกแก้วมังกรสดคือเป็นการลดต้นทุนการผลิตแหนม และยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่เหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรได้อีกด้วย

6. บทสรุป

การเติมเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 เหมาะสมที่สุด ในการผลิตแหนมจากเปือกแก้วมังกรเมื่อพิจารณาต้นทุนด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแหนม พบว่าสามารถลดต้นทุนการใช้หนังหมูได้ 23 บาท/ แหนม 1 กิโลกรัม (หนังหมูกิโลกรัมละ 92 บาท) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการใช้เปลือกแก้วมังกรในการผลิตแหนมเป็นการลดการใช้สีจากสารเคมี และยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบที่เหลือจากสินค้าทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย หน่วยงานของรัฐบาล และหน่วยงานเอกชน ที่สนับสนุนวัตถุดิบในการวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สอนโยธา และ ปราณี อ่านเปรื่อง. (2552). สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกและเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อสีแดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40 (1): 15 - 18

โชตินภา เหล่าไพบูลย์. (2552). การผลิตแหนมเห็ด โปรไบโอติกโดยใช้แบคทีเรียแลคติคเป็นเชื้อเริ่มต้น. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิเชียร ลีลาวัชรมาศ. (2541). โปรไบโอติกอาหารสุขภาพสำหรับมนุษย์และสัตว์. วารสารจาร์พาร์, 5 (45): 38 - 41

ไพโรจน์ วิริยจารี ลักขณา รุจนไกรกานต์ และ ปานจิตต์ คุณชะวลี. (2536). การผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม : ผลของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์. วารสารเกษตร, 9 (1): 61 - 47.

อรุษา เชาวนลิขิต, ประเสริฐ เตชชีวพงศ์ และ ปริญญา ตังเจริญกิจ. (2553). ความคงตัวของเบต้า ไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 41(3/1พิเศษ) (กันยายน-ธันวาคม): 409 - 412.

Bohme, H. M., Mellett, F.D., Dicks, L. M. T. & Basson. D.S. (1996). Production of salami from ostrich meat with strains of. *Lactobacillus sake, Lactobacillus curvants* and *Micrococcus* sp. Meat Science, 44 (3): 173 - 180.

Ebond, L.S., Reynertson, K.A., Luo, .X.D., Basile, M.J. & Kennelly, E.J. (2004). Anthocyanin antioxidants from edible fruits. Food Chemistry, 84 (1): 23 - 28.

Harivaindaran, K.V., Rebecca, O.P.S. & Chandran, S. (2008). Study of Optimal Temperature, pH and Stability of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel for Use as Potential Natural Colorant. Journal of Biological Sciences, 11: 2259 - 2263.

Herbach, K.M.C., Maier, F., Stintzing, C. & Carle, R. (2007). Effects of processing and storage on juice colour and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice. Eur. Food Res. Technol., 224: 649 - 658.

Hugas, M. & Montfort, J.M. (1997). Bacterial starter cultures for meat fermentation. Food Chemistry, 59: 547 - 554.

Ibanez, C., Quintanilla, L., Cid, C., Astiasaran, I. &. Bello, J. (1996). Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum-Staphylococcus* carnosus part I : effect of partial replacement of Nacl with KCl on the stability and the nitrosation process. Meat Science, 44 (4): 227 - 234.

Visessanguan, W., Benjakul, S., Panya, A., Kittikun, C. & Assavanig, A., (2005). Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham a Thai fermented pork sausage. Meat Science, 69: 355 - 362.

Wiriyacharee, P., Rujanakraikarn,L., & Kuntiya. A. (1993). Nham product development using mixed bacterial starter cultures 1. Suitable source of carbohydrate for Nham production. Journal of Agriculture, 9 (1): 51 - 60.

Wu, L., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu C.C., Lin Y.I. & Ho J.A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. Food Chem, 95: 319 - 327.