# การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว

# Development of Germinated Luem Pua Glutinous Rice Gummy Gelly Products

**กมลพร สิทธิไตรย์[1*] จตุพัฒน์ สมัปปิโต[1] จิตตะวัน กุโบลา[1]**
**เพียรพรรณ สุภะโคตร[1] พนิดา สำเรียนรัมย์[2] และพลอยไพลิน ยอดเจริญ[2]**
**Kamonporn Sitthitrai[1*] Jatupat Samappito[1] Jittawan Kubola[1]**
**Painpan Supakot[1] Phanida Samrienram[2] and Ploypailin Yodjaroen[2]**

## บทคัดย่อ

ข้าวฮางลืมผัวเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกายโดยเฉพาะแอนโทไซยานินที่จะพบได้บริเวณเยื่อหุ้มผิวชั้นนอกและชั้นในของเมล็ดข้าว การนำข้าวมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นอาหารเพื่อสุขภาพซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน งานวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาผลของความเข้นข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่า กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 44.46 – 49.66 เมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้กัมมี่เยลลี่มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง และความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ส่วนเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่จะมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นและความยืดหยุ่นลดลง นอกจากนี้ปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของกัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวผันแปรตามความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัว ($p \leq 0.05$) การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในด้านกลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ กัมมี่เยลลี่ข้างฮางลืมผัวร้อยละ 10 และ 20 ($p > 0.05$)

**คำสำคัญ**: ข้าวฮางลืมผัว, กัมมี่เยลลี่, แอนโทไซยานิน, สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
[1] Department of Food Science, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University
[2] นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
[2] Student, Department of Food Science, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University
* Corresponding author: pantizza_a@hotmail.com

## Abstract

The germinated Luem Pua glutinous rice had been reported as potent and viable sources of bioactive compounds for health benefits, especially anthocyanins in pericarp and aleurone layer of rice. Moreover, the development of rice food products for functional food which can target's consumer needs in the current year. This research was aimed to investigate the effect of germinated Luem Pua glutinous rice juice concentration on physical and chemical attributes and sensory evaluation of gummy jelly products. It was worth noted that moisture content for gummy jelly with 0, 10, 20, 30 and 40% germinated Luem Pua glutinous rice juice range from 44.46 – 49.66%. Increasing concentration of germinated Luem Pua glutinous rice juice resulted in the decreasing of lightness (L*) while redness (a*) increased in gummy jelly. Texture profile analysis showed that hardness in gummy jelly increased and springiness decreased. Furthermore, the content of anthocyanin, total phenolic acid and antioxidant capacities by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay in germinated Luem Pua glutinous rice gummy jelly vary on the concentration of germinated Luem Pua glutinous rice juice ($p \leq 0.05$). For sensory evaluation, the gummy jelly with 10 and 20% germinated Luem Pua glutinous rice juice had the highest liking score of odor, taste, texture and overall acceptability ($p > 0.05$).


**Keywords**: Germinated Luem Pua Rice, gummy jelly, anthocyanin, total phenolic compound

**บทนำ**

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียที่นิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารประจำวันมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ ของโลก การผลิต บริโภค และการค้าข้าวส่วนใหญ่อยู่ในทวีปเอเชีย โดยข้าวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ นอกจากนี้ข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งประชากรส่วนใหญ่ในประเทศไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก (อิทธิพงศ์, 2557; Srisuwan et al., 2015) ข้าวเหนียวดำลืมผัว (*Oryza sativa* L. var. Luem Pua) เป็นข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง และมีกลิ่นหอม ข้าวเหนียวดำลืมผัวเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และเส้นใยอาหาร อีกทั้งยังเป็นแหล่งของสารสำคัญหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ โอเมกา 3, โอเมกา 6, โอเมกา 9, แอนโทไซยานิน, แกมมา-โอไรซานอล, วิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล), กรดแอสคอร์บิก, แคลเซียม, แมงกานีส และธาตุเหล็ก (อภิชาติ และคณะ, 2553; ยศพร, 2559) ซึ่งแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีสีแดงถึงสีน้ำเงิน จะพบได้บริเวณเยื่อหุ้มผิวชั้นนอกและชั้นในของเมล็ดข้าว มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากเป็นสารประกอบฟีนอลิคที่จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ และมีประโยชน์ต่อร่างกายในการช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดอาการอักเสบ ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ (Shen et al., 2009) นอกจากนี้ในส่วนของการนำมาผลิตเป็นข้าวฮางเป็นการกระบวนการที่นำข้าวกล้องหรือข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการบ่มเพื่อให้งอก ส่งผลข้าวให้มีปริมาณสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มขึ้น ได้แก่ แกมมา-อะมิโนบิวทีริคแอซิด (gamma-aminobutyric acid; GABA), แกมมา- ออไรซานอล (gamma-oryzanol), วิตามินบี 1 และวิตามินบี 3 (Spanier et al., 2001) ปัจจุบันจึงมีการนำข้าวฮางมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ เช่น เครื่องดื่ม เบเกอรี่ ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น ในขณะเดียวกันการนำข้าวฮางมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ และทำให้เกิดความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดรวมถึงเพิ่ม

คุณประโยชน์ให้กับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้รับความนิยมในหมู่เด็กเล็กจนถึงวัยรุ่นเนื่องจากกัมมี่เยลลี่มีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม อีกทั้งยังมีส่วนแบ่งทางการตลาดประมาณครึ่งหนึ่งในอุตสาหกรรมลูกกวาดทั้งหมดในประเทศไทยโดยภาพรวมตลาดอุตสาหกรรมลูกอมในประเทศไทย ปี 2559 มีมูลค่า 8,729 ล้านบาท แบ่งออกเป็น 6 เซ็กเมนต์ ได้แก่ ลูกอมเม็ดแข็ง 45%, เยลลี่เคี้ยวหนึบ 16%, ลูกอมเคี้ยวหนึบ 16%, ลูกอมอัดเม็ด 14%, โลลิป๊อป 7% และมาร์ชเมลโลว์ 2% (ถนัดกิจ, 2561) และกัมมี่เยลลี่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากเยลลี่จัดเป็นขนมหวานหรืออาหารว่างที่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำผลไม้ น้ำตาล กรด และสารที่ทำให้เกิดเจล ทั้งนี้กัมมี่เยลลี่ส่วนใหญ่ที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยเติมสารปรุงแต่งสีและกลิ่นรสสังเคราะห์ของผลไม้ต่างๆ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จึงมีคาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักและให้พลังงานเป็นส่วนใหญ่ อาจมีเกลือแร่และวิตามินเล็กน้อย (สุวรรณา, 2543; กรมวิชาการเกษตร, 2543) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากน้ำข้าวฮางลืมผัวที่ระดับความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40% w/v ต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

## วิธีการวิจัย

**1. การเตรียมตัวอย่างน้ำข้าวฮางลืมผัว**

การเตรียมน้ำข้าวฮางลืมผัวโดยนำข้าวฮางลืมผัว ตราอารมณ์ดี 1 กิโลกรัม มาแช่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 35-40 นาที และนำมาพักไว้ให้เย็น แล้วทำการเตรียมน้ำข้าวฮางลืมผัวที่ระดับความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40% w/v โดยมีการเตรียมอัตราส่วนของข้าว (กรัม):น้ำ (มิลลิลิตร) เป็น 10:90, 20:80, 30:70 และ 60:40 ซึ่งจะทำการปั่นจนเมล็ดข้าวละเอียดและกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำข้าวฮางลืมผัวไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วนำน้ำข้าวฮางบรรจุลงในขวดที่ปิดสนิทแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่ต่อไป

**2. การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่**

การผลิตกัมมี่เยลลี่มีส่วนประกอบ คือ น้ำข้าวฮางลืมผัว 56%, เจลาติน 10%, น้ำตาลทรายแดง 23%, กลูโคสไซรัป 10% และกรดซิตริก 1% โดยใช้น้ำข้าวฮางลืมผัวที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40% w/v มาผลิตกัมมี่เยลลี่ซึ่งใช้สูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงมาจาก Garcia (2000) ดังแสดงในแผนภาพที่ 1 นำกัมมี่เยลลี่ที่ได้มาเก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

**ภาพที่ 1** กระบวนการผลิตเยลลี่กัมมี่ข้าวฮางลืมผัว

**2. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ**

2.1 ค่าสี วัดค่าสีในระบบ CIE (L*, a*, b*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น ColorFlex EZ 45/0 L (Hunter Associates Laboratory; USA)

2.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile Analysis; TPA) โดยเตรียมตัวอย่างให้มีขนาดชิ้น 1.5x2x2 เซนติเมตร มาวิเคราะห์ TPA ตามวิธีของ Rubio-Arraez et al. (2016) ด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น CT3 (Brookfield Ametek; UK) โดยใช้หัววัดชนิด cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร

**3. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี**

3.1 ปริมาณความชื้นวิเคราะห์ตามวิธี AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักคงที่ นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 105±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่หาน้ำหนักที่หายไป คำนวณหาร้อยละของปริมาณความชื้น (% wet basis)

3.2 ปริมาณแอนโทไซยานิน วิเคราะห์ด้วยวิธี pH differential (Lee et al., 2005) ทำการสกัดตัวอย่างด้วยสารละลายเอทานอล 95% ที่ผสมกรดไฮโดรคลอริก 1.5 N (Reyes et al., 2007) จากนั้นนำสารสกัดใส่หลอดทดลองที่ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมบัฟเฟอร์ KCl pH 1.0 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร และนำสารสกัดใส่หลอดทดลองที่ 2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมบัฟเฟอร์ $CH_3COONa$ pH 4.5 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นนำทั้ง 2 หลอดทดลองไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 และ 700 นาโนเมตร ตามลำดับ แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินและรายงานผลในรูปของมิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (mg cyanidin-3-glucoside/100 g sample)

3.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu (ดัดแปลงมาจาก Singleton et al., 1999) โดยนำสารสกัดตัวอย่าง 125 ไมโครลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 นาที แล้วเติม 7% $Na_2CO_3$ 1.25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 90 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร รายงานผลในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิค (Gallic acid) ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (mg GAE/ 100 g sample) (Wolfe and Liu, 2003)

3.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดัดแปลงวิธีมาจาก Brand-Williams และคณะ (1995) นำสารสกัดตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 10 µM ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร รายงานผลหน่วยของมิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิค (Ascorbic acid) ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (mg AA/ 100 g sample)

**4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส**

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการประเมินคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ซึ่งจะใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

**5. การวิเคราะห์ทางสถิติ**

การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 2 ซ้ำ สำหรับการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ และการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินค่าคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

## ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการศึกษาความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวทั้ง 5 สูตร มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีปริมาณความชื้นลดลง โดยผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 44.46 – 49.66 (ตารางที่ 1) ความชื้นลดลงอาจเนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัว ($p \leq 0.05$; ตารางที่ 3) อาจเนื่องจากในน้ำข้าวฮางมีองค์ประกอบของแป้ง น้ำตาล กรดอินทรีย์ และแร่ธาตุต่างๆ (อรอนงค์, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกุล

พร และคณะ (2557) ที่รายงานว่า เมื่อความเข้มข้นของน้ำหนามแดงเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดงมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เพิ่มขึ้นและความชื้นลดลงซึ่งมีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดงมีส่วนประกอบของน้ำตาลชนิดต่างๆ ที่ละลายได้ กรดอินทรีย์ที่ละลายได้ รวมถึงสารประกอบทางเคมีในผลหนามแดง ส่วนค่าสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านค่าความสว่าง (L*), ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) โดยเมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีค่าความสว่างและความเป็น สีเหลืองลดลงในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้นอาจเนื่องมาจากข้าวฮางลืมผัวมีสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีสีแดงจนถึงสีน้ำเงิน เมื่อใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกุลพร และคณะ (2557) ที่รายงานว่า ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดงเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่างและความเป็นสีเหลืองลดลงแต่มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวทุกสูตรมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$; ตารางที่ 2) เมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีค่าความแข็ง (hardness), ค่าความเหนียว (gumminess) และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) เพิ่มมากขึ้นในขณะที่มีค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าการยึดเกาะตัวกัน (cohesiveness) ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นน้ำข้าวฮางลืมผัวทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเปรี้ยวและความเป็นกรดลดลง ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ($p > 0.05$; ตารางที่ 3) ซึ่งความเป็นกรดต่ำจะมีผลต่อความหนืดและความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นเพราะความเป็นกรดมีผลต่อการควบคุมสภาพความเป็นกรด-ด่างในตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งความเป็นกรด-ด่างช่วยป้องกันการเกิดกระบวนการอินเวอร์ชั่น (inversion) ของน้ำตาลและการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเจลาติน (อินทิรา และคณะ, 2558; Woo, 1996) นอกจากนี้ข้าวฮางลืมผัวมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ กัมมี่เยลลี่มีความแข็งเพิ่มขึ้นและความยืดหยุ่นลดลง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มมากขึ้นจึงส่งผลต่อค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวให้มีค่าสูงขึ้นไปด้วย (ศุรัฐนันท์ และคณะ, 2560)

**ตารางที่ 1** ค่าสีและความชื้นของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว

| น้ำข้าวฮางลืมผัว | ความชื้น | ค่าสี | | |
|---|---|---|---|---|
| (% w/v) | (% wet basis) | L* | a* | b* |
| 0 | 49.66±0.29$^{a}$ | 36.40±0.08$^{a}$ | 3.42±0.07$^{e}$ | 19.52±0.23$^{a}$ |
| 10 | 48.03±2.88$^{ab}$ | 28.78±0.13$^{b}$ | 10.57±0.06$^{d}$ | 12.77±0.15$^{b}$ |
| 20 | 46.30±0.88$^{bc}$ | 26.86±0.05$^{c}$ | 11.89±0.14$^{c}$ | 10.20±0.14$^{c}$ |
| 30 | 45.04±0.13$^{c}$ | 24.11±0.02$^{d}$ | 12.21±0.12$^{b}$ | 8.43±0.17$^{d}$ |
| 40 | 44.46±1.49$^{c}$ | 21.73±0.20$^{e}$ | 13.84±0.02$^{a}$ | 6.63±0.08$^{e}$ |

$^{a, b, c, \ldots}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**ตารางที่ 2** คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว

| น้ำข้าวฮางลืมผัว | Hardness | Cohesiveness | Springiness | Gumminess | Chewiness |
|---|---|---|---|---|---|
| (% w/v) | (N) | | (mm) | (N) | (N.mm) |
| 0 | 13.51±1.50$^{c}$ | 0.85±0.02$^{a}$ | 9.56±0.09$^{a}$ | 11.53±1.11$^{c}$ | 107.11±3.84$^{d}$ |
| 10 | 13.72±1.97$^{c}$ | 0.82±0.02$^{a}$ | 9.46±0.03$^{ab}$ | 12.91±0.88$^{c}$ | 127.28±4.24$^{c}$ |
| 20 | 37.36±4.16$^{b}$ | 0.69±0.01$^{b}$ | 9.29±0.07$^{bc}$ | 25.93±3.01$^{b}$ | 258.91±9.48$^{b}$ |
| 30 | 40.31±3.25$^{b}$ | 0.62±0.02$^{c}$ | 9.00±0.35$^{c}$ | 28.55±1.93$^{b}$ | 263.77±2.60$^{b}$ |
| 40 | 49.71±1.59$^{a}$ | 0.56 ±0.03$^{d}$ | 8.52±0.02$^{d}$ | 33.30±2.27$^{a}$ | 322.34±5.07$^{a}$ |

$^{a, b, c, \ldots}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

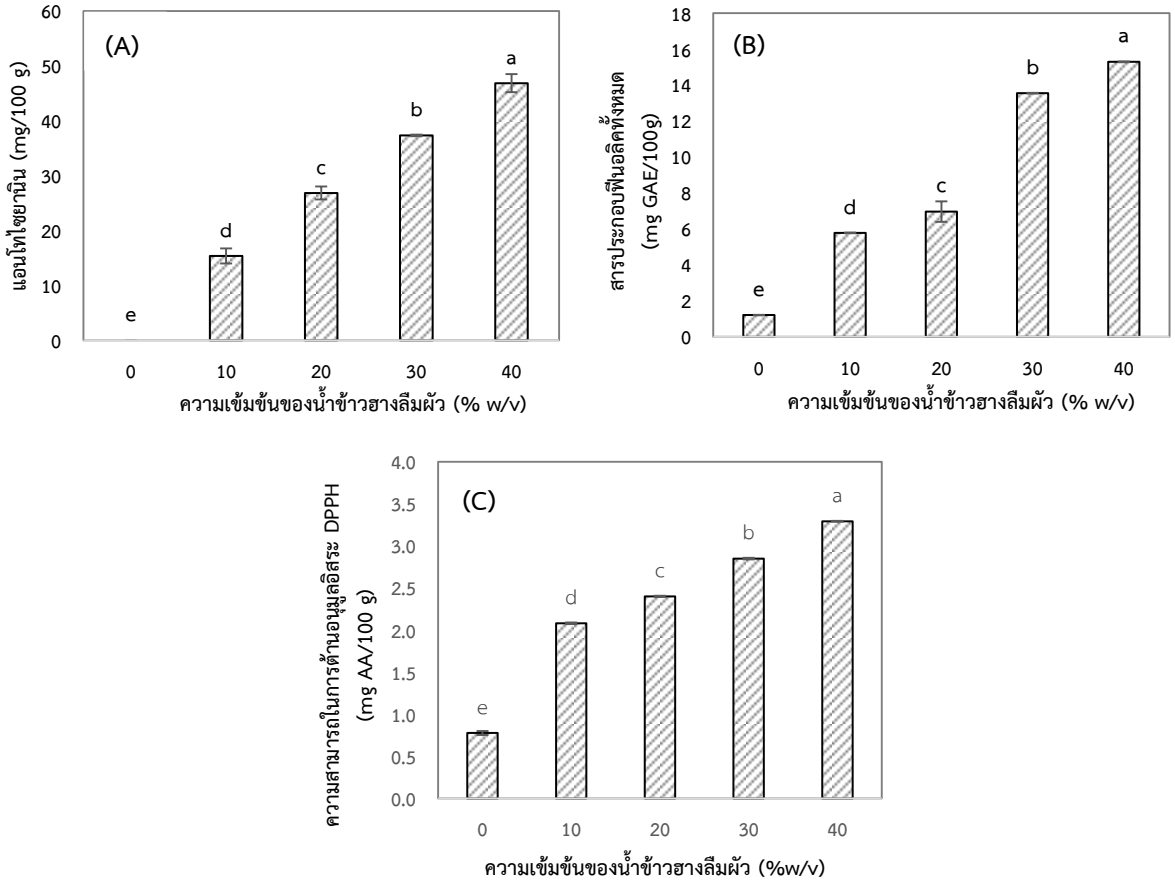
**ตารางที่ 3** ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว

| น้ำข้าวฮางลืมผัว (% w/v) | ความเป็นกรด-ด่าง (pH)$^{ns}$ | ปริมาณกรดทั้งหมด (%)$^{ns}$ | ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ($^{o}$Brix) |
|---|---|---|---|
| 0 | 3.72±0.01 | 0.16±0.01 | 51.02±0.62$^{c}$ |
| 10 | 3.76±0.01 | 0.15±0.01 | 52.71±0.50$^{b}$ |
| 20 | 3.77±0.01 | 0.14±0.01 | 53.21±0.14$^{b}$ |
| 30 | 3.78±0.01 | 0.13±0.01 | 54.30±0.52$^{ab}$ |
| 40 | 3.79±0.01 | 0.12±0.01 | 55.05±0.76$^{a}$ |

$^{a, b, c, ...}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

$^{ns}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ต่อคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ (ภาพที่ 2) พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 มีปริมาณแอนโทไซยานิน, สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 40 มีปริมาณ แอนโทไซยานิน, สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดโดยมีปริมาณเป็น 46.84 mg/100 g, 15.29 mg GAE/100 g และ 3.29 mg AA/100 g ในขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวมีปริมาณแอนโทไซยานิน, สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการ ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวฮางลืมผัวเป็นแหล่งของสารสำคัญหลายชนิด เช่น แอนโทไซยานิน, แกมมาออไรซานอล, กรดเฟอรูลิค, กรดวานิลิก เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (อภิชาติ และคณะ, 2553; Shao et al., 2018) สอดคล้องกับ อินทิรา และคณะ (2558) พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากเปลือกแก้วมังกรมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำเปลือกแก้วมังกร อีกทั้งยังสอดคล้องกับภัทราภรณ์ และคณะ (2559) รายงานว่า เมื่อเติมสารสกัดจากส่วนยอดผักเชียงดาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ผักเชียงดามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ผักเชียงดาที่มีการเติมสารสกัดจากยอดอ่อนผักเชียงดาร้อยละ 15 และ 30 มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เป็น 112.76 mg TE/100 g และ 165.84 mg TE/100 g ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นด้วยสอดคล้องกับ Shao และคณะ. (2018) รายงานว่า ปริมาณสารสำคัญได้แก่ แอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิคมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ




**ภาพที่ 2** ปริมาณ (A) แอนโทไซยานิน (B) สารประกอบฟีนิลิคทั้งหมด (C) ความสามารถในการต้าน อนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดย $^{a, b, c, \ldots}$ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 พบว่า คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะในแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$; ตารางที่ 4) เมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสลดลงอาจเนื่องมาจากการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำข้าวฮางลืมผัวทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นและความยืดหยุ่นลดลงซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะเนื้อสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 2 ในขณะเดียวกันกัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 10 และ 20 มีค่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มากกว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 30 และ 40 แต่ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 10 และ 20 มีค่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ค่าคะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัว

| น้ำข้าวฮางลืมผัว (% w/v) | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
| 0 | 8.06±0.98$^{a}$ | 7.50±0.80$^{a}$ | 7.33±0.15$^{bc}$ | 7.73±0.82$^{a}$ | 7.83±0.98$^{ab}$ |
| 10 | 7.93±0.94$^{ab}$ | 7.23±1.05$^{a}$ | 7.93±1.16$^{a}$ | 7.66±1.02$^{a}$ | 8.23±0.89$^{a}$ |
| 20 | 7.46±0.86$^{cd}$ | 7.33±0.60$^{a}$ | 7.66±0.73$^{ab}$ | 7.50±0.90$^{ab}$ | 7.83±0.71$^{ab}$ |
| 30 | 7.57±0.97$^{bc}$ | 7.00±1.00$^{a}$ | 7.43±1.00$^{b}$ | 7.43±0.93$^{b}$ | 7.63±0.88$^{b}$ |
| 40 | 7.10±0.99$^{d}$ | 6.43±1.00$^{b}$ | 7.03±1.03$^{c}$ | 7.13±1.08$^{b}$ | 7.53±1.06$^{b}$ |

$^{a, b, c, \ldots}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

## สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวมีสีแดงจนถึงสีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ข้าวฮางลืมผัวร้อยละ 10 และ 20 มีคะแนนความชอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นน้ำข้าวฮางลืมผัวทำให้สีผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้นและความสว่างลดลง แต่เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะมีความแข็งเพิ่มขึ้นและความยืดหยุ่นลดลง นอกจากนี้การเพิ่มความเข้มข้นน้ำข้าวฮางลืมผัวยังส่งให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีปริมาณสารสำคัญและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2543. เยลลี่มะม่วง. วารสารสถาบันอาหาร. 3(14), 41-42.

กุลพร พุทธมี, จิรพร สวัสดิการ และศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดง. จันทบุรี: คณะเทคโนโลยี-การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, ปาริชาติ ณ น่าน และศิริพร ทองภู. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีคุณภาพดีและมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงจากผักเชียงดา. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3, 39-47.

ยศพร พลายโถ. 2559. ฤทธิ์การป้องกันภาวะเครียดจากออกซิดันในเซลล์ลำไส้มนุษย์ของข้าวหมากจากข้าวเหนียวดำลืมผัว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24(5), 813-830.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและชอกโกแลต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุรัฐนันท์ คงวรรณ, ศรีเวียง ทิพกานนท์, จิรัชฌา ศุภชูชัย และภาณุสรณ์ ชูสุข. 2560. การศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่จากผงน้ำนมข้าวกล้องงอกด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22(1), 294-307.

ถนัดกิจ จันกิเสน. 2561. 3 เมกะเทรนด์ กระตุ้นตลาดลูกอมโต.ค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2561, https://positioningmag.com/1113624.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชาติ เนินพลับ, อัจฉรา ณ ลำปาง เนินพลับ, พจน์ วัจนะภูมิ และพงศา สุขเสริม. 2553. ข้าวเหนียวพันธุ์ “ลืมผัว” พันธุกรรมข้าวอนุรักษ์เพื่อคุณค่าทางโภชนการ. ในการสัมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือคอนบนและภาคกลางตอนล่าง ประจำปี 2553. 9-10 มีนาคม 2553. โรงแรมอมรินทร์ลากูน. จังหวัดพิษณุโลก.

อิทธิพงศ์ มหาธนเศรษฐ์. 2557. การวัดระดับการแข่งขันในตลาดส่งออกข้าวไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีโน พับลิชชิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด.

อินทิรา ลิจันทร์พร, สุภาพร จันทร์ไพร, ดวงกมล เตชะพิทักศาสน์ และวรัญญา ทิพย์พิมล. 2558. คุณภาพทางกายภาพ-เคมี และการยอมรับ

ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่จากเปลือกแก้วมังกร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46(3), 241-244.

Lee, J., R. W. Durst, and R. E. Wrolstad. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the $p^H$ differential method: collaborative study. Journal of AOAC international. 88(5), 1269-1278.

Brand-Williams, W., M.-E. Cuvelier, and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology. 28(1), 25–30.

Garcia, T. 2000. Analysis of gelatin-based confections. The Manufacturing Confectioner. 80(6), 93–101.

Reyes, L.F., J.E. Villarreal, and L. Cisneros-Zevallos. 2007. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. Food Chemistry. 101(3), 1254–1262.

Rubio-Arraez, S., J.V. Capella, M.L. Castelló, and M.D. Ortolá. 2016. Physicochemical characteristics of citrus jelly with non cariogenic and functional sweeteners. Journal of food science and technology. 53(10), 3642–3650.

Shao, Y., Z. Hu, Y. Yu, R. Mou, Z. Zhu and T. Beta. 2018. Phenolic acids, anthocyanins, proanthocyanidins, antioxidant activity, minerals and their correlations in non-pigmented, red, and black rice. Food Chemistry. 239, 733-741.

Shen, Y., L. Jin, P. Xiao, Y. Lu and Y. Bao. 2009. Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. Cereal Science. 49(1), 106-111.

Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventós. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in enzymology. 299, 152-178.

Spanier, A.M., F. Shahidi, T.H. Parliment, C. Mussinan, C.-T. Ho, E.T. Contis, H. Kayahara, K. Tsukahara, and T. Tatai. 2001. Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. In: Spanier, A. M., F. Shahidi, T. H. Parliment, C. Mussinan, C.-T. Ho and E. T. Contis (Eds.). Food flavors and chemistry: advances of the new millennium. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.

Srisuwan, S., T. Arkaravichien, S. Mahatheeranont, P. Puangsombat, P. Seekhaw, A.N.L. Noenplab and J. Sattayasai. 2015. Effects of aqueous extract of unpolished dark purple glutinous rice, Var Luem Pua, on ROS in SK-N-SH cells and scopolamine-induced memory deficit in mice. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 14(9), 1635-1641.

Wolfe, K.L. and R.H. Liu. 2003 Apple peels as a value-added food ingredient. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(6), 1676-1683.

Woo, A. 1996. Use of organic acids in confectionery. The Manufacturing Confectioner. 78(8), 63-70

.