http://journal.rmutp.ac.th/

ผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มีผลต่อการขึ้นรูปของเนื้อฟักทองบด

สุรีวรรณ ราชสม* ณัฐธินี ทรายแก้ว คุปต์สิวิน บุญชัยอาจ ฐิติชญา ศรีจันทร์แย้ม และ สุภาภรณ์ ไฝนันตา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

รับบทความ 30 ธันวาคม 2016; ตอบรับบทความ 27 มีนาคม 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวต่อการขึ้นรูปของเศษฟักทองบดนึ่งโดยใช้สารเพิ่มความคงตัว 4 ชนิด ได้แก่ คาราจีแนน ผงวุ้น แป้งมันสำปะหลัง และเพคติน อัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวล หลังจากนั้นทำการวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น และคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับฟักทองนึ่งในท้องตลาดด้วยวิธีการให้คะแนนถ่วงน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่าเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน และผงวุ้น สามารถขึ้นรูปได้ แต่เศษฟักทองนึ่งบด ที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง และเพคตินไม่สามารถขึ้นรูปได้ ฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล ให้ผลการวิเคราะห์ทางคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งในท้องตลาดมากที่สุด กล่าวคือ มีค่าสี *L** *a** และ *b** เท่ากับ 46.15±1.23 11.42±0.51 และ 29.75±2.46 ตามลำดับ และมีลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาด ผลการวิเคราะห์ให้คะแนนถ่วงน้ำหนักในคุณสมบัติต่างๆ ได้คะแนนความชอบโดยรวมร้อยละ 62.50 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าผงวุ้นอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล เป็นสารเพิ่มความคงตัวและปริมาณสารที่เหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปเศษฟักทองบดนึ่ง และสามารถนำไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

คำสำคัญ : ฟักทอง; คาราจีแนน; ผงวุ้น; ความคงตัว; การขึ้นรูป

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 3954 1462, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: sureewan@rmutl.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Effect of Stabilizer on the Ground Pumpkin Forming

Sureewan Rajchasom* Nuttinee Saikaew Coopsiwin Boonchaiart

Thitichaya Srijanyam and Supaporn Fainanta

College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University Technology of Lanna
128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, 50300

Received 30 December 2016; accepted 27 March 2017

Abstract

This project aims to study an effect of stabilizer on the ground pumpkin forming. There were 4 types of stabilizer used in this study which were carrageenan, pectin, flour and agar with a ratio of 10 20 and 30 percentage by mass. The physical and chemical properties of the sample such as color, texture, moisture content and sensory test were compared with a commercial streamed pumpkin. The results showed that the ground pumpkin could be formed using carrageenan and agar, but the flour and pectin had no effect on the forming. Therefore, the sample of ground pumpkin mixed with agar and carrageenan was further observed by measuring the physical and chemical properties. It was found that the properties of ground pumpkin mixed with 30% w/w of agar were the most similar to the commercial steamed pumpkin. The color of L^*, a^* and b^* of the sample were 46.15±1.23 11.42±0.51 and 29.75±2.46, respectively. The sensory test was analyzed by weight quality score, the overall acceptance was 62.50%. In conclusion, 30% w/w agar was the best stabilizer using in the ground pumpkin forming, therefore this result would be used to develop a new product.

Keywords : Pumpkin; Carageenan; Agar; Stabilization; Forming

** Corresponding Author. Tel.: +669 3954 1462, E-mail Address: sureewan@rmutl.ac.th*

1. บทนำ

ฟักทองญี่ปุ่นเป็นพืชที่อุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิดที่ช่วยในการบำรุงร่างกาย ผิวพรรณ และสายตา อีกทั้งมีคุณค่าทางอาหารอื่นๆ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นวิตามินเอ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง โดยเฉพาะที่กระเพาะปัสสาวะในผู้สูงอายุ ให้ธาตุเหล็ก และวิตามินซี ตลอดจนไนอะซิน วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ให้ใยอาหารสูงช่วยในการขับถ่าย ไขมันน้อย และแคลอรีต่ำ จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารควบคุมน้ำหนัก การแพทย์แผนโบราณระบุว่าฟักทองช่วยป้องกันโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิต บำรุงตับ ไต และสายตา [1]

จากคุณประโยชน์ทางด้านโภชนาการอาหารและสรรพคุณทางยาของฟักทอง จึงมีการนำฟักทองมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ และมีการนำฟักทองผสมในอาหารสำเร็จรูปชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเกรียบฟักทอง ขนมปังฟักทองและพายฟักทอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปฟักทองเป็นแป้งหรือฟักทองผง เครื่องดื่ม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาอาหารเสริมสุขภาพ หรือผลิตภัณฑ์เสริมความงามสำหรับผู้หญิง ตลอดจนผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพเฉพาะทางสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น เด็ก คนชรา ทารก ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าฟักทองให้สูงขึ้น ส่งผลในทางเศรษฐกิจที่ช่วยเพิ่มมูลค่าในการส่งออกของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมประเภทฟักทอง พบว่าในปี พ.ศ. 2555 มีอัตราการเติบโตมากกว่าร้อยละ 35-40 [2] นับว่าฟักทองเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ดีแก่เกษตรกร เนื่องจากฟักทองสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพอากาศ [3]

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ปลูกฟักทองญี่ปุ่นโดยผลผลิตที่ได้ ทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงฯ จะทำการตัดแต่งและจัดจำหน่ายฟักทองญี่ปุ่น ในรูปแบบผล และแบบตัดแต่งจำหน่ายให้แก่บริษัทเอกชนในประเทศไทย ทั้งนี้ในกระบวนการตัดแต่งดังกล่าวทำให้เกิดเศษเหลือจากการตัดแต่งจำนวนมากคิดเป็นร้อยละ 7.73 ของปริมาณฟักทองทั้งหมด ซึ่งเศษฟักทองเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปเศษของฟักทองได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเศษฟักทองมาศึกษาและพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการเปลี่ยนรูปจากเศษฟักทองที่เหลือใช้ให้เป็นเนื้อฟักทองก้อนโดยการเติมสารเพิ่มความคงตัวลงไปในเศษฟักทองบดนึ่งแล้วสามารถคงตัวกลับมาเป็นก้อนได้ เพื่อนำเนื้อฟักทองก้อนที่ได้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก เช่น สังขยาฟักทอง เป็นต้น

2. ระเบียบวิธีวิจัย

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) ออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มีต่อการขึ้นรูปเนื้อฟักทองบด, การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส, การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และการตัดสินใจด้วยวิธีการ MATRIX—PUGH'S METHOD [4] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาผลของสารเพิ่มความคงตัวที่มีต่อการขึ้นรูปเนื้อฟักทองบด

สารเพิ่มความคงตัวที่เลือกใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ คาราจีแนน เพคติน แป้งมันสำปะหลัง และผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวลดัดแปลงจาก [5] (ทำการทดลอง 5 ซ้ำ) ขั้นตอนการทำการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการเตรียมเนื้อเศษฟักทองบด (โครงการหลวงม่อนเงาะ) โดยนึ่งเศษฟักทองที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นบดฟักทองที่นึ่งสุกแล้วให้ละเอียด โดยใช้ช้อนและส่วนของสารเพิ่มความคงตัว โดยเตรียมสารละลายเพิ่มความคงตัวด้วยอัตราส่วนน้ำต่อสารเพิ่มความคงตัวดังนี้ 1: 0.1 กรัม 1 : 0.2 กรัม และ1 : 0.3 กรัมคิดเป็น ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล ตาม

ลำดับจากนั้นผสมสารละสารที่เตรียมไว้ในแต่ละความเข้มข้นให้เข้ากันกับฟักทองที่บดละเอียดจำนวน 80 กรัมนำฟักทองที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวแล้วไปใส่ในพิมพ์ขนาด 6x5x3 เซนติเมตร แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

วัดคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี, ค่าความแข็ง, ปริมาณความชื้น (จำนวน 5 ซ้ำ) และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ Rating/Scoring Test ของฟักทองที่เติมสารเพิ่มความคงตัวจากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าคุณสมบัติต่างๆ ของฟักทองนึ่งสุก

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.2.1 การวัดค่าสี

วัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า *L** (ความสว่างของสี) *a** (ค่าสีแดง-เขียว) และค่า *b** (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) โดยใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ ColorFlex (A60-1010-615, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ในการทดลองครั้งนี้ใช้ค่า *b** เป็นค่าสีหลักในการเปรียบเทียบ เนื่องจากเป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองซึ่งสอดคล้องกับสีของฟักทอง

2.2.2 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ทำการวัดค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Universal Testing Machine; NRI-TS501-100, ประเทศอังกฤษ) ในการวัด ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ใช้แรงกดขนาด 10 นิวตัน มีความเร็วในการกด 10 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะการกด 5 มิลลิเมตร ดัดแปลงมาจาก [6]

2.2.3 การวัดปริมาณความชื้น

วัดค่าปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ทำการอบตัวอย่างฟักทองขึ้นรูปเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาคำนวณค่าความชื้นตามวิธี AOAC [7]

2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Rating/Scoring Test เป็นการจัดลำดับและการเปรียบเทียบโดยมี 1 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างถัดไปเป็นตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ซึ่งกำหนดให้ฟักทองนึ่งตามท้องตลาดเป็นตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ฟักทองขึ้นรูปด้วยสารเพิ่มความคงตัว ได้แก่ คาราจีแนนและผงวุ้น ในปริมาณอัตราส่วนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นโดยทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี, กลิ่นรส, ลักษณะเนื้อสัมผัส, ความแน่นเนื้อ, ลักษณะเนื้อสัมผัสในปาก (การติดฟัน) และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยมีระดับการให้คะแนนที่ 1-7 คะแนน จากไม่มีไปถึงมากที่สุด [8]

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Excel (ver. 2010) โดยวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากำหนดเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้เป็นมาตรฐาน จากนั้นนำตัวอย่างที่ทดสอบมาหา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Excel โดยวิธีการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ 2 ประชากร ด้วยสถิติทดสอบ Paired t-Test ด้วยการทดสอบ 2 ด้านโดยมีสมมติฐานคือ Ho: ฟักทองบดนึ่ง = ฟักทองขึ้นรูป และ H1:ฟักทองบดนึ่ง ≠ ฟักทองขึ้นรูป [9]

2.5 การตัดสินใจด้วยวิธีการ MATRIX—PUGH'S METHOD [4]

การประเมินแนวคิดในการออกแบบจะนำไปใช้เป็นตัวช่วยการตัดสินใจเลือกแบบเชิงแนวคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะทำการประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ใหม่โดยได้มีการประเมินในแต่ละคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณเป็นจำนวนเต็ม 100 คะแนน แบ่งสัดส่วนของการวัดลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่อง 50 คะแนน และการวัดทางประสาทสัมผัสจากจำนวนผู้ทดสอบ 50 คน 50 คะแนน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดลองเบื้องต้นการขึ้นรูปของเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมสารเพิ่มความตัว

จากผลการทดลองการเติมสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 4 ชนิดในเศษฟักทองนึ่งบด พบว่า คาราจีแนน และผงวุ้นสามารถให้ความคงตัวกับเศษฟักทองนึ่งบดได้ แต่เพคตินและแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถทำให้เศษเนื้อฟักทองบดคงตัวเป็นก้อนได้ เนื่องจากเพคตินเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ของโพลีแซคคาไรด์ที่พบจากพืชธรรมชาติ จัดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับแป้ง โดยการเกิดเจลของเพคตินนั้น จำเป็นต้องมีสารช่วยดูดน้ำออกจากโมเลกุล (Dehydrating Agent) เช่น น้ำตาลจะช่วยลดการละลายของเพคตินให้น้อยลง และต้องมีกรดในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไฮโดรเจนไอออนจากกรดจะช่วยลดจำนวนประจุลบของหมู่คาร์บอกซิลให้น้อยลง จึงสามารถเกิดเจลได้ในภาวะที่มีกรดและน้ำตาล [10] เช่นเดียวกับแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถขึ้นรูป ดังนั้นเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน และผงวุ้น จึงสามารถนำมาวัดคุณสมบัติทางกายภาพในด้านสี ความชื้น เนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ แต่ตัวอย่างเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมเพคติน และแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถวัดเนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้

3.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

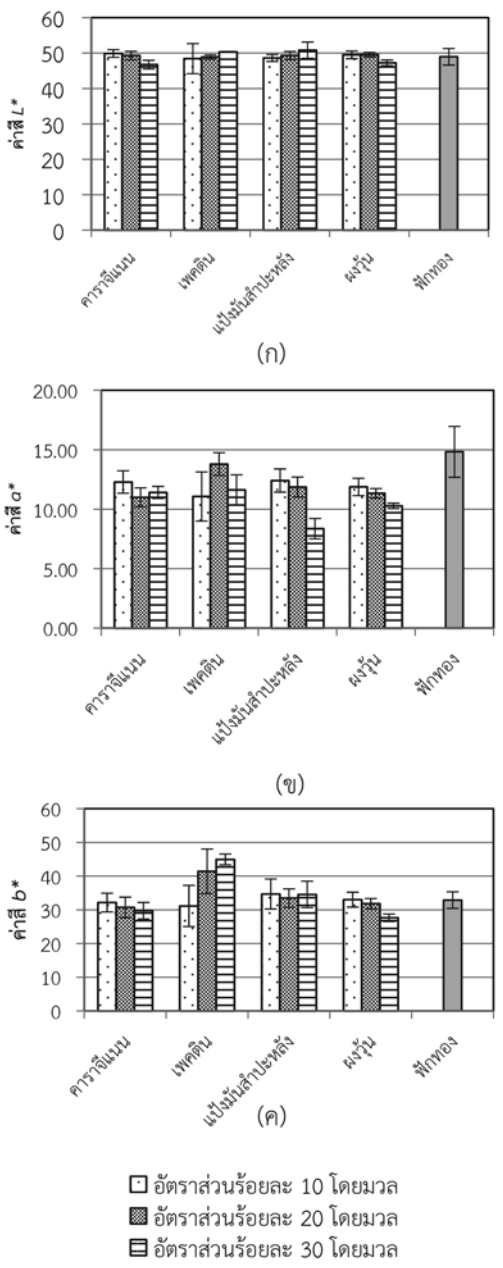
3.2.1 ค่าสี

การวัดค่าความสว่าง (L^*) พบว่าเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวล มีแนวโน้มลดลงไปทางสีมืด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 เนื่องจากสีของสารเพิ่มความคงตัวคาราจีแนนและผงวุ้นมีลักษณะปรากฏเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อนเมื่อนำมาผสมลงในตัวอย่างในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล จึงทำให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง [11] ในขณะที่เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลังและเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวลมีแนวโน้มค่าสี L^* เพิ่มมากขึ้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อน แป้งมีความขาวใส มันวาวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง ทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำแล้วพองตัวขึ้นทำให้ส่วนผสมของน้ำแป้งมันสำปะหลัง มีความหนืดและใสมากขึ้น การเกิดเจลาติ-ไนเซชัน [12] จึงทำให้มีค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้น และค่าสี L^* ของเศษฟักทองที่ผสมเพคตินมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เพราะเพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิว และทำให้อาหารมีความใสขึ้น [13] ทำให้มีแนวโน้มของค่าสี L^* เพิ่มมากขึ้น และพบว่าค่าสี L^* ของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 48.96±2.35 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวลมากที่สุด และเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดรองลงมาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 1

การวัดค่าสี a^* คือ ค่าที่แสดง สีแดง-เขียว ในการทดลอง พบว่าเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน แป้งมันสำปะหลัง และผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล มีแนวโน้มลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 4 ชนิด คือ คาราจีแนน เพคติน แป้งมันสำปะหลัง และผงวุ้นเป็นสารจำพวกของคาร์โบไฮเดรต เกิดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ อาจทำให้เกิดความคล้ำบนผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งความคล้ำอาจมีลักษณะในโทนสีของน้ำตาล จึงปรากฏสีแดงได้มากกว่าและเมื่อวัดค่าสี a^* ของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 14.83±2.14 พบว่าเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมเพคตินใน

อัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวลและฟักทองนึ่งบดที่ผสมแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าสี *a** ใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

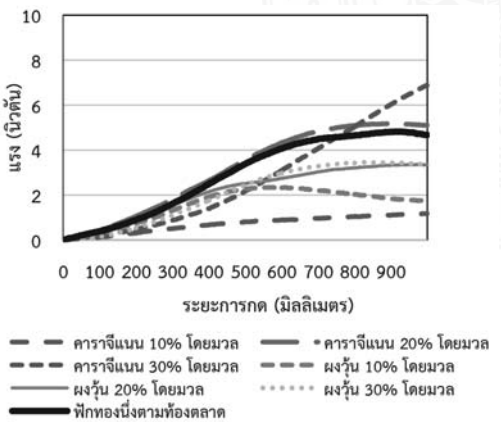
การวัดค่าสี *b** คือ ค่าที่แสดง สีเหลือง-น้ำเงิน ของผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่าเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล มีแนวโน้มลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ เนื่องจากมีการละลายสารเพิ่มความคงตัวกับน้ำจึงทำให้มีความชื้นอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ [14] กล่าวว่าปริมาณความชื้นทำให้เกิดการเจือจางของสีลง จึงมีแนวโน้มของค่าสี *b** ลดลงและค่าแสดงเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงสีเหลืองที่จางลง และเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมเพคตินในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 โดยมวล มีค่าสี *b** เพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นไปทางสีเหลืองที่เข้มมากขึ้นเนื่องจากเมื่อมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการนึ่งทำให้ช่วยแรงปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidative Degradation) ให้เร็วขึ้นและสลายตัวจากความร้อนได้มากขึ้น จึงส่งผลให้สีเหลืองในฟักทองมีค่าเพิ่มขึ้น [15] และค่าสี *b** ของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 32.90±2.46 พบว่าเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ตามด้วยฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงรองลงมา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 1 ค่าสี (*L** *a** และ *b**) ของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดและเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว ก) ค่าสี *L** ข) ค่าสี *a** ค) ค่าสี *b**

3.2.2 เนื้อสัมผัส

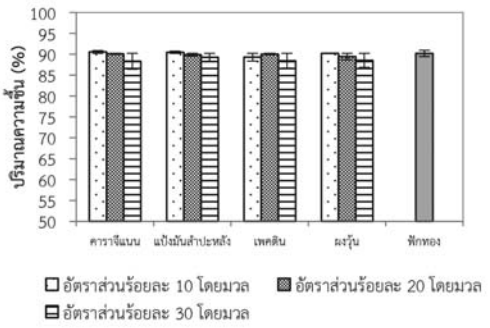
เนื่องจากเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมเพคตินและแป้งมันสำปะหลังมีลักษณะไม่คงตัว และไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้ได้ การทดสอบค่าเนื้อสัมผัสในรูปของความต้านทานต่อแรงที่กระทำต่อเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน ผงวุ้น และฟักทองนึ่งตามท้องตลาด พบว่าเส้นกราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยเฉพาะฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแตกต่างจากชนิดอื่น โดยช่วงแรกของกราฟแสดงถึงความยืดหยุ่นของเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว และฟักทองนึ่งตามท้องตลาด พบว่ามีลักษณะของกราฟใกล้เคียงกันและมีความเป็นเนื้อเดียวกันในก้อนของฟักทองนั้น โดยที่ฟักทองที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวมีลักษณะเนื้อที่นุ่มและเหนียวใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาด จากกราฟพบว่าเศษฟักทองที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยมวลมีแรงต้านในการกดและแนวโน้มของเส้นกราฟใกล้เคียงกับฟักทองบดนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุดตามด้วยเศษฟักทองที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 และ 20 โดยมวล ตามลำดับที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แรงที่ใช้ในการกดของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดและเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวเปรียบเทียบกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาด

3.2.3 ปริมาณความชื้น

จากรูปที่ 3 แสดงถึงปริมาณความชื้นของฟักทองบดนึ่งที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกันดังนี้ ฟักทองบดนึ่งที่ผสมคาราจีแนน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 88.33±1.89%-90.56±0.34% ซึ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ฟักทองบดนึ่ง ที่ผสมเพคตินมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 88.45±1.77% - 90.06±0.16% ซึ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ฟักทองบดนึ่งที่ผสมแป้งมันสำปะหลังมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 89.28±0.94% - 90.48±0.26% ซึ่งมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และฟักทองบดนึ่งที่ผสมผงวุ้นมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 88.55±1.67% - 90.23±0.01% มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากในขั้นตอนการผสมสารเพิ่มความคงตัวในอัตราส่วนปริมาณน้ำ 1 กรัม เท่ากัน จึงทำให้มีปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างกับปริมาณความชื้นของฟักทองนึ่งตามท้องตลาด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 90.22±0.74 % พบว่าฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวลมีค่าใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าฟักทองบดนึ่งที่ผสมแป้งมันสำปะหลังไม่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้ เนื่องจากมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมีค่าน้อยกว่าน้ำมาก กล่าวคือ น้ำ 1 กรัม ต่อแป้งมันสำปะหลัง 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม จึงทำให้แป้งไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาการเกิดเจลได้ (Gelatinization) [12] แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณน้ำที่ไม่พอดีกับสารให้ความคงตัวคือมีปริมาณน้ำที่มากเกินไปจึงทำให้ความสามารถในการเกิดเจลนั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้



รูปที่ 3 ปริมาณความชื้นของฟักทองนึ่งตามท้องตลาดและฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว

3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านสี กลิ่นรส ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อสัมผัสในปาก และความชอบโดยรวมจากผลการทดลอง พบว่าในด้านสีผู้ทดสอบชอบเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มีค่าใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด มีคะแนนความชอบ 6.30±1.93 และ 5.28±1.34 คะแนน ตามลำดับ ด้านกลิ่นรสผู้ทดสอบชอบเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มากที่สุด มีคะแนนความชอบ 4.62±1.05 คะแนนด้านความแน่นเนื้อและความเป็นเนื้อเดียวกัน ผู้ทดสอบชอบเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มากที่สุดมีคะแนนความชอบ 5.70±1.28 คะแนนด้านเนื้อสัมผัสในปากและความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชอบเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มากที่สุด มีคะแนนความชอบ 4.34±1.39 คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของฟักทองนึ่งบด โดยวัดจากความชอบโดยรวมเป็นหลักคือเนื้อฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมวล มีค่าความชอบ 5.06±1.25 คะแนนมีผู้ทดสอบชื่นชอบมากที่สุด

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการวัดลักษณะทางประสาทสัมผัสของเศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัวและฟักทองนึ่งตามท้องตลาด

คุณสมบัติ	ฟักทองนึ่งตามท้องตลาด	เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล			เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล		
		10	20	30	10	20	30
สี	5.92±1.12	5.36±1.05	5.18±1.24	6.30±1.98	5.24±1.39	5.38±1.21	5.28±1.34
กลิ่นรส	5.76±1.22	4.62±1.05	4.04±1.29	3.42±1.36	4.54±1.37	4.54±1.22	4.44±1.37
ความแน่นเนื้อ	5.18±1.37	4.52±1.31	4.50±1.47	4.46±1.39	4.55±1.18	4.52±1.34	5.70±1.28
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	5.52±1.22	4.80±1.14	4.34±1.41	4.10±1.43	4.70±1.18	4.76±1.13	4.90±1.49
เนื้อสัมผัสในปาก	4.32±1.73	3.48±1.40	3.38±1.21	4.02±1.56	4.34±1.39	3.82±1.38	4.24±1.67
ความชอบโดยรวม	5.90±1.22	4.60±1.34	4.12±1.26	3.12±1.52	5.06±1.25	4.74±1.07	4.20±1.40

3.4 ผลการตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก

การตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก เป็นการตัดสินใจโดยการให้คะแนนในด้านต่างๆ ซึ่งแต่ละด้านมีค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม โดยจากการวิเคราะห์คุณสมบัติที่ทำให้เศษฟักทองนึ่งบดมีความคงตัวเป็นก้อนได้

ตารางที่ 2 ตารางการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Quality Score)

รายละเอียด	Weight (%)	ผลการทดลอง					
		เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนน อัตราส่วนร้อยละโดยมวล			เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมผงวุ้น ในอัตราส่วนร้อยละโดยมวล		
		10	20	30	10	20	30
การทดสอบลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่องมือ							
ความแข็ง	30.00	1	1	1	1	1	1
ค่าสีจากการวัด	20.00	1	1	1	1	1	1
การทดสอบทางประสาทสัมผัส							
- ด้านสี	6.25	0	0	1	0	0	0
- ความแน่นเนื้อ	12.50	0	0	0	0	0	1
- ความเป็นเนื้อเดียวกัน	15.62	0	0	0	0	0	0
- เนื้อสัมผัสในปาก	6.25	0	0	1	1	0	1
- ความชอบโดยรวม	9.38	0	0	0	0	0	0
รวม	100	50.00	50.00	62.50	56.25	50.00	62.50

หมายเหตุ : 1 แทนเศษฟักทองนึ่งบดที่มีความใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด
0 แทนเศษฟักทองนึ่งบดที่มีความใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดน้อย

จากตารางที่ 2 แสดงถึงการถ่วงน้ำหนักของคุณสมบัติต่างๆ ของฟักทองนึ่งเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมสารเพิ่มความคงตัว และมีการเปรียบเทียบความใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาด ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ เศษฟักทองนึ่งบดที่ผสมคาราจีแนนและผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล มีคะแนนรวมมากที่สุดคือร้อยละ 62.50 เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสค่าสีที่วัดได้จากเครื่อง และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี เนื้อสัมผัสในปากไม่แตกต่างจากฟักทองนึ่งตามท้องตลาดที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

4. สรุป

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวที่ใช้ในการขึ้นรูปเศษฟักทองนึ่งบด สารที่ใช้ในการทดลอง 4 ชนิด ได้แก่ คาราจีแนน เพคติน ผงวุ้น และแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวล พบว่าสารเพิ่มความคงตัว คาราจีแนน และ ผงวุ้น สามารถทำให้เศษฟักทองนึ่งบดคงตัวและจับตัวกันเป็นก้อนได้และผลของคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัส พบว่าเศษฟักทองบดนึ่งที่ผสมผงวุ้น และคาราจีแนนในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล ได้คะแนนการทดสอบทางกายภาพและประสาทสัมผัสด้วยวิธีการตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Quality Score) มากที่สุดคือร้อยละ 62.50 เท่ากัน แต่เนื่องจากคาราจีแนนมีราคาสูงกว่า ดังนั้นเศษฟักทองที่ผสมผงวุ้นในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยมวล เป็นสารเพิ่มความคงตัวที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ในการขึ้นรูปเศษฟักทองให้มีความคงตัว และสามารถนำไปพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับฟักทองนึ่งตามท้องตลาดมากที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและวิศวกรรมอาหารภายใต้โครงการสนับสนุนกิจกรรมโครงการหลวงและโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป งบประมาณปี 2558

6. เอกสารอ้างอิง

[1] W. Gritsanapan, *Valuable Herbs*, Bangkok: Mahidol University Press, 1995.

[2] A. Trakulmookthong, A. Jimtaisong and K. Kittigowittana, "Evaluation of HLB and development of emulsion in pumkin oil," *School of Cosmetic Science*, Mae Fah Luang University, 2011.

[3] N. Chareenpak. (2011 May 10). Pumkin: a huge resource of Thailand generate over 100 million annual income [Online]. Available: http://www.vigotech.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=539799916&Ntype=8

[4] S. Pugh, *Total Design*, Workingham: Addison-Wesley, 1991.

[5] A. AbdKarim, G.A. Sulebe, M.E. Azhar, and C.Y. Ping, "Effect of carrageenan on yield and properties of tofu." *Food Chemistry,* vol. 66, no. 2, pp. 159-165, Aug. 1999.

[6] P. Fuggate, C. Wongs-Aree, S. Noichinda, and S. Kanlayanarat, "Quality and volatile attributes of attached and detached 'plukmai lie' papaya during fruit ripening," *Scientia Horticulturae,* vol. 126, no. 2, pp. 120-129, Sep. 2010.

[7] AOAC, Official methods of analysis of AOAC International, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA, 2000.

[8] T. Suwonsichon, Sensory Evaluation Techniques and Analysis, Department of Product Development, Faculty of Agro Industry, Kasetsart University, 2010.

[9] K. Vanichbuncha, *Statistic Analysis with EXCEL,* 3rd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2010, pp. 75-78.

[10] N. Rattanapanone, Principle of Food Processing, 1th ed. Bangkok: Odeon Store, 2001.

[11] J. Treeinthong and J. Runglerdkriangkrai, "Effect of soaking in acetone and heating conditions on yield and properties

of hydrocolloids extracted from Gracilaria sp. and Solieria robusta," in *Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries*, 1-4 February, Bangkok, 2005.

[12] K. Sriroth and K. Piyachomkwan, *Stach Technology,* 3rd ed. Bangkok: Kasetsart University Press, 2003.

[13] C.D. May, "Industrial pectins : source, production and application," *Carbohydrate Polymer*, vol. 12, no. 1, pp. 79–84, 1997.

[14] J.M. Fernández-Ginés, J. Fernández-López, E. Sayas-Barberá, E.Sendra and J.A. Pérez-Álvarez, "Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages," *Meat Science,* vol. 67, no. 1, pp. 7-13, May. 2004.

[15] T. Baysal and A. Demirdöven, "Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review," *Enzyme and Microbial Technology*, vol. 40, no. 4, pp. 491-496, Mar. 2007.