

ผลของสารก่อโฟมที่มีต่อสมบัติของโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตด้วยวิธีโฟม-แมท
Effect of foaming agents on the properties of instant-germinated-brown-rice
porridge using foam-mat method

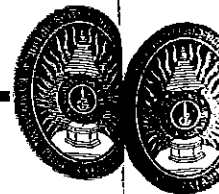
ดร.ธวัชชัย ศุภวิทิตพัฒนา*

Dr. Thawatchai Supavititpatana

บทคัดย่อ

ผลของสารก่อโฟมที่มีต่อสมบัติของโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตด้วยวิธีโฟม-แมท ทำการศึกษาโดยแปรผันชนิดและปริมาณสารก่อโฟม คือ methocel, glycerylmonostearate (GMS) และ methocel ร่วมกับ GMS (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ในปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนัก พบว่าโฟมของโจ๊กข้าวกล้องงอกที่ใช้ methocel หรือ GMS หรือ methocel ร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0, 0.5 และ 1.0 ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นต่ำ ความคงตัวและ overrun สูง โจ๊กข้าวกล้องงอกที่ใช้ GMS ร้อยละ 0.5 มีสีเหลืองอ่อน มีระยะเวลาการคืนตัวสั้นและได้รับคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุด นอกจากนี้ยังประกอบด้วย GABA 60.70 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

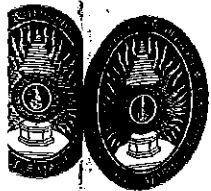
คำสำคัญ: โจ๊กข้าวกล้องงอก / กาบ / การทำแห้งแบบโฟม-แมท / สารก่อโฟม



ABSTRACT

Effect of foaming agents on the properties of instant-germinated-brown-rice porridges using foam-mat method was investigated by adding various types and concentrations of foaming agents. Methocel, glycerylmonostearate (GMS), methocel with GMS (the ratio of 1 : 1) in the percentage of 0.5, 1.0 and 1.5 (w/w) were used as foaming agents. The foam of germinated-brown-rice porridge added 1.0% methocel or 0.5% GMS or 1.0% methocel with GMS had low density, high stability and overrun. The instant-germinated-brown-rice porridge added 0.5% GMS obtained light yellow colour, short rehydration time and highest preference scores in the terms of colour, texture and total preference, and contained 60.70 ± 0.05 mg/kg of GABA.

Keywords: Germinated-brown-rice Porridge / GABA / Foam-mat Drying /
Foaming Agent



บทนำ

ข้าวกล้องงอกผลิตจากการนำข้าวกล้องมาเพาะให้งอกในระหว่างกระบวนการงอกเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีผลิตสารที่เรียกว่า gamma-aminobutyric acid หรือ GABA โดยข้าวกล้องงอกมี GABA 139.86 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ปิยวรรณ และคนอื่นๆ, 2553) ซึ่ง GABA มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง สามารถลดความดันโลหิต โรคเครียดวิตกกังวล นอกเหนือไปแล้วยังป้องกันโรคอัลไซเมอร์ได้ ข้าวกล้องงอกจึงเป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นมีผู้บริโภคข้าวกล้องงอกจำนวนมาก (พัชร, 2550) กระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกมีข้าวกล้องงอกบางส่วนเกิดการแตกหัก ทำให้ได้ข้าวไม่เต็มเมล็ด ผู้ผลิตจำเป็นต้องคัดข้าวกล้องงอกที่ไม่เต็มเมล็ดออก ซึ่งข้าวกล้องงอกดังกล่าวยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการ แต่จำหน่ายได้ในราคาต่ำจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการนำข้าวกล้องงอกไม่เต็มเมล็ดมาเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งปัจจุบันมีการทำโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปหลายวิธี ได้แก่ การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Rhim et al., 2011) เอ็กทรูชัน (Extrusion) (Nyombaire et al., 2011) แต่วิธีการดังกล่าวต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูงแตกต่างจากการทำแห้งด้วยวิธีโฟม-แมทซึ่งใช้เครื่องมือที่มีราคาถูกและมีวิธีการทำที่ไม่ยุ่งยาก (Karim & Wai, 1999) ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจชุมชนจึงสามารถผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปได้เอง

การทำแห้งแบบโฟม-แมทเป็นวิธีการทำแห้งโดยการนำของเหลวหรือของกึ่งเหลวมาตีให้อากาศเข้าไปภายในโดยฟิล์มของของเหลวทำหน้าที่เป็นผนังเซลล์กันและกักอากาศไว้ภายในทำให้เกิดลักษณะโฟมที่คงตัว จากนั้นนำไปทำแห้งและเกิดลักษณะโครงสร้างภายในที่เป็นรูพรุน ซึ่งวิธีการทำให้เกิดโฟมก่อนทำแห้งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสอากาศร้อนทำให้อัตราการระเหยน้ำระหว่างการอบแห้งสูงขึ้น ลดการสูญเสียกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Dickinson & Stainsby, 1987; Garcia et al., 1988; Sankat & Castaigne, 2004)

ความคงตัวของโฟมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำแห้งด้วยวิธีโฟม-แมทมีความสำคัญมากเนื่องจากถ้าโฟมไม่คงตัวจะทำให้ผนังเซลล์หรือฟิล์มของโฟมแตกออกระหว่างการทำแห้งทำให้โฟมเกิดการยุบตัวและสูญเสียลักษณะการเป็นรูพรุน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของโฟมได้แก่ สมบัติทางเคมีของวัตถุดิบ ชนิดและความเข้มข้นของสารก่อโฟม (Vernon-Carter et al., 2001) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารก่อโฟมที่มีต่อสมบัติของโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูป

วิธีดำเนินการวิจัย

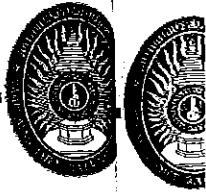
1. การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอก

นำข้าวกล้องงอกพันธุ์หอมมะลิ 105 จากบริษัท กาบารี กาบาริโรซ์ และผักกอบแห้งจากบริษัท Nithi Food Co., Ltd. มาบดด้วยเครื่องบด Hammer mill (KINEMATICA รุ่น 80-60, Switzerland) และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช เก็บในถุงโพลีเอทิลีนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาทำการผลิต

2. ศึกษาชนิดและปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปโดย

วิธีโฟม-แมท

โจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปสำหรับงานวิจัยนี้เป็นโจ๊กข้าวกล้องงอกกึ่งสำเร็จรูปสมังสวิรัตซึ่งผลิตด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟม-แมท โดยใช้ข้าวกล้องงอกบดผสมน้ำอัตราส่วน 1 : 11 และผักแห้งบดร้อยละ 15 จากนั้นแปรผันชนิดของสารก่อโฟม คือ methocel, glycerylmonostearate (GMS) และ methocel ร่วมกับ



GMS(อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนักจากนั้นนำโฉกข้าวกล้องงอกที่เต็มสารก่อโหมไปตีให้เกิดโหมโดยใช้เครื่องตีแบบหัวตะกร้อ (Kitchen Aid, ประเทศไทย) ใช้เวลาในการตีผสม 8 นาที ที่ระดับความเร็ว 1 นาน 2 นาที และตีที่ระดับความเร็ว 3 นาน 6 นาที (สุ่มตัวอย่างโหมไปตรวจสอบคุณภาพตามข้อ 2.1) จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้จากการตีโหมไปอบในตู้อบลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำโฉกข้าวกล้องงอกถึงสำเร็จรูปที่ได้มาบด แล้วบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนจนกว่าจะทำการตรวจสอบคุณภาพตามข้อ 2.2 และ 2.3

2.1 สมบัติของโหม

2.1.1 ความหนาแน่น

นำโหมบรรจุลงในถ้วยพลาสติกที่ชั่งน้ำหนักแล้วให้เต็มและปราศจากโพรงอากาศภายในถ้วย เกลี่ยโหมที่ล้นบริเวณปากถ้วยด้วยพายยาง เช็ดบริเวณรอบนอกถ้วยไม่ให้มีเศษโหมเหลืออยู่ จากนั้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยที่บรรจุโหมและคำนวณตามสูตรดังนี้(อรทัย, 2547)

$$\text{ความหนาแน่นของโหม (กรัม/มิลลิลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักโหม}}{\text{ปริมาตรถ้วย}}$$

2.1.2 ความคงตัว

ความคงตัวของโหมวัดจากปริมาตรของเหลวแยกออกจากโหม โดยถ้าปริมาตรของเหลวที่แยกออกจากโหมมีค่ามากแสดงว่าโหมมีความคงตัวน้อย (Karim&Wai, 1999) ปริมาตรของเหลวที่แยกออกจากโหม หาได้โดยนำโหมใส่ลงในกรวยกรองซึ่งวางอยู่บนกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร บันทึกปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกจากโหมเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง (กฤต, 2548)

2.1.3 overrun

ค่า overrun คำนวณได้จากสูตร(อรทัย, 2547)

$$\text{Overrun (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของส่วนผสม} - \text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของโหม}) \times 100}{\text{น.น.ต่อหน่วยปริมาตรของโหม}}$$

2.2 สมบัติของโฉกข้าวกล้องงอกถึงสำเร็จรูป

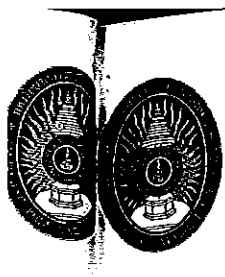
ทำการผลิตโฉกข้าวกล้องงอกถึงสำเร็จรูปโดยเลือกชนิดและความเข้มข้นของสารก่อโหมที่ทำให้โฉกข้าวกล้องงอกมีความหนาแน่นของโหมน้อย ความคงตัวของโหมและค่า overrun สูง จากผลการวิจัยในข้อ 2.1.1-2.1.3 จำนวน 3 สูตร จากนั้นนำโฉกข้าวกล้องงอกถึงสำเร็จรูปดังกล่าวมาตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

2.2.1 ค่าสี

วัดค่าสีระบบ $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Konita MINOLTA รุ่น CR-10, Japan)

2.2.2 ระยะเวลาการคืนตัว (Rehydration Time)

นำโฉกข้าวกล้องงอกถึงสำเร็จรูปจำนวน 20 กรัม มาคืนตัวในน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส พร้อมคนโฉกข้าวกล้องงอกด้วยแท่งแม่เหล็กขนาด 2 มิลลิเมตร x 7 มิลลิเมตร จากนั้นจับเวลาจนกระทั่งโฉกข้าวกล้องงอกเกิดการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ ประยุกต์จากวิธีการของ Goula&Adamopoulos (2005)

ดิม
เที
ม

2.2.3 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

นำโจ๊กข้าวกล็องงอกกึ่งสำเร็จรูปมาผสมน้ำในอัตราส่วน 1: 8 แล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มาทำการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นรส และความชอบรวมโดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิม 22 คน

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของโจ๊กข้าวกล็องงอกกึ่งสำเร็จรูป

นำโจ๊กข้าวกล็องงอกกึ่งสำเร็จรูปที่คัดเลือกจากผลการตรวจสอบคุณภาพในข้อ 2.2.1-2.2.3 มา วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) GABA (Herbert et al., 2000) และน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่อง water activity meter (Decagon Devices, Inc., Aqualab 4TE, USA)

ณ
เจ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับผลการวิจัยในข้อ 2.1.1-2.1.3 วางแผนการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Design (LSD) สำหรับผลการวิจัยในข้อ 2.2.1-2.2.2

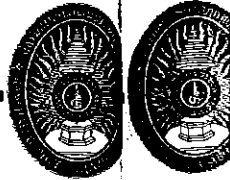
วางแผนการวิจัยแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD สำหรับผลการวิจัยในข้อ 2.2.3

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

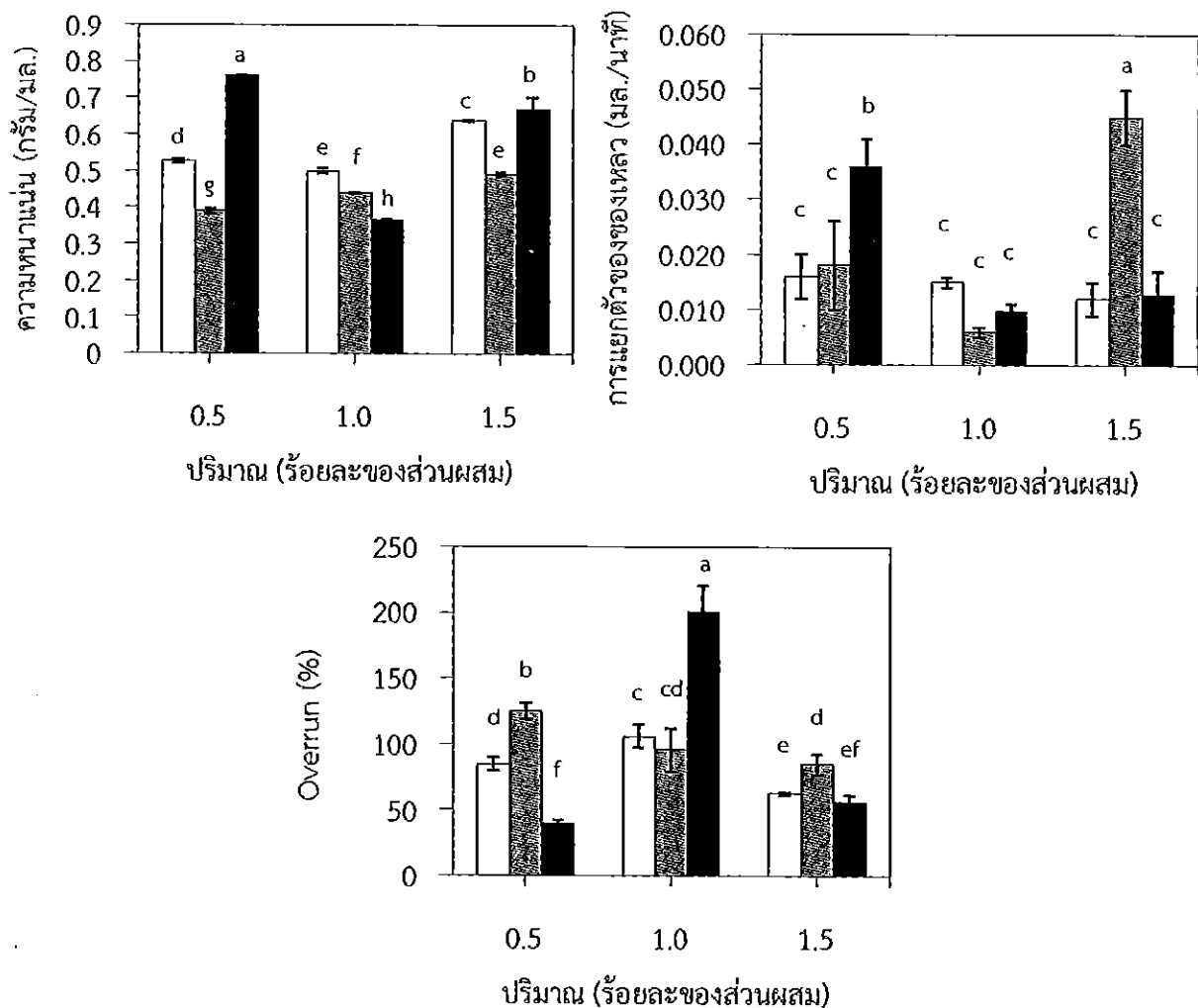
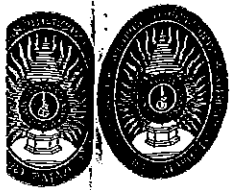
1.สมบัติของโฟม

จากการแปรผันชนิดของสารก่อโฟมคือ methocel, GMS และ methocel ร่วมกับ GMS (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยน้ำหนักในกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล็องงอก จากนั้นตรวจสอบสมบัติของโฟมในด้านความหนาแน่น ความคงตัวและค่า overrun แสดงดังภาพที่ 1 พบว่าชนิดและปริมาณของสารก่อโฟมมีผลต่อค่าความหนาแน่น ความคงตัวและค่า overrun ของโฟม โดยการใช้ methocel ให้โฟมที่มีความหนาแน่นสูงกว่า GMS ส่วนการใช้ methocel ร่วมกับ GMS มีแนวโน้มทำให้ความหนาแน่นของโฟมสูงกว่าการใช้สารใดสารหนึ่งเพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความหนาแน่น ปริมาณการแยกตัวของของเหลวและ overrun มีความสัมพันธ์กัน โดยโฟมที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณการแยกตัวของของเหลวต่ำซึ่งแสดงว่าโฟมมีความคงตัวสูงและมีค่า overrun สูง เนื่องจากโฟมที่มีความหนาแน่นต่ำหมายถึงฟิล์มของโฟมมีความสามารถอุ้มอากาศไว้ในฟิล์มของโฟมได้มาก จากการรายงานของ Karim & Wai (1999) ซึ่งรายงานว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ methocel ทำให้โฟมของหัวเราะเพื่องมีความคงตัวและค่า overrun เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยสำหรับการเพิ่มความเข้มข้นของ methocel จากร้อยละ 0.5 เป็นร้อยละ 1.0 และการเพิ่มความเข้มข้นของการใช้

สั



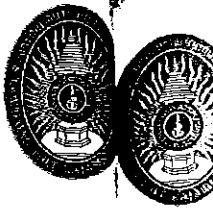
methocel ร่วมกับ GMS จากร้อยละ 0.5 เป็น 1.0 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารก่อโฟมช่วยให้ฟิล์มที่ห่อหุ้มฟองอากาศมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มีฟองอากาศที่ละเอียด สม่ำเสมอและช่วยพยุงโครงสร้างของโฟมไว้ไม่ให้ยุบตัวลงแต่เมื่อใช้ methocel ร้อยละ 1.5, methocel ร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.5 รวมถึงการเพิ่มความเข้มข้นของ GMS จากร้อยละ 0.5 เป็น 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นของโฟมกลับเพิ่มขึ้นและค่า overrun ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการละลายของ methocel, GMS เริ่มเกิดสภาวะอิมิตัวทำให้ไม่สามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันและเกิดเป็นฟิล์ม เพื่อกักเก็บอากาศไว้ภายในได้ จึงทำให้ไม่สามารถขยายปริมาตรของโฟมได้ สอดคล้องกับการรายงานของ Thuwapanichayanan et al. (2008) ซึ่งกล่าวว่า การใช้ไข่ขาวเป็นสารก่อโฟมในปริมาณมากเกินไปสำหรับการทำฟิวเรกล้วยอบแห้งด้วยวิธีโฟม-แม่ทจะไม่สามารถลดความหนาแน่นของโฟมได้นอกจากนี้ยังพบว่าชนิดและปริมาณสารก่อโฟมที่ให้โฟมโจักข้าวกล้างอกที่มีความคงตัว ค่า overrun สูงและค่าความหนาแน่นต่ำคือการใช้ methocel ร้อยละ 1.0 GMS ร้อยละ 0.5 และการใช้ methocel ร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0



ภาพที่ 1 สมบัติของโพลิเมอร์ที่ผลิตจากการแปรผันชนิดและปริมาณสารก่อโพร (□ methocel, ▨ GMS, ■ methocel + GMS)

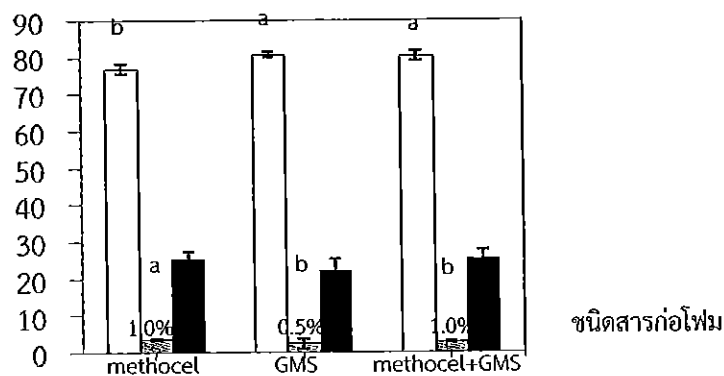
2.สมบัติของโพลิเมอร์ที่สำเร็จรูป

โพลิเมอร์ที่สำเร็จรูปที่ใช้สารก่อโพรคือmethocelร้อยละ 1.0, GMS ร้อยละ 0.5 และ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 มีค่าสี L*, a*, b* อัตราการคืนตัวเมื่อละลายน้ำแสดงดังภาพที่ 2-3 โดยพบว่าโพลิเมอร์ที่สำเร็จรูปทุกตัวอย่างมีสีค่อนข้างเหลืองเนื่องจากมีค่าสี b* ค่าเป็นบวกและไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าโพลิเมอร์ที่สำเร็จรูปที่ใช้ methocel ร้อยละ 1.0 มีสีคล้ำและมีความเป็นสีแดงมากกว่าโพลิเมอร์ที่สำเร็จรูปที่ใช้ GMS ร้อยละ 0.5 หรือ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 เนื่องจากโพลิเมอร์ที่ใช้ methocelมีค่าสี L* ต่ำกว่า และค่าสี a* สูงกว่าโพลิเมอร์ที่สำเร็จรูปที่ใช้ GMS หรือ methocelร่วมกับ GMS ($P\leq 0.05$) โดยที่ค่าสี L* แสดงค่าความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0-100 (0 แสดงค่าสีดำ และ 100 แสดงค่าสีขาว) หากตัวอย่างมีค่าสี L* ต่ำกว่า แสดงว่ามีสีคล้ำกว่า ค่า a* แสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว (ค่า a* เป็นบวกแสดงความเป็นสีแดง

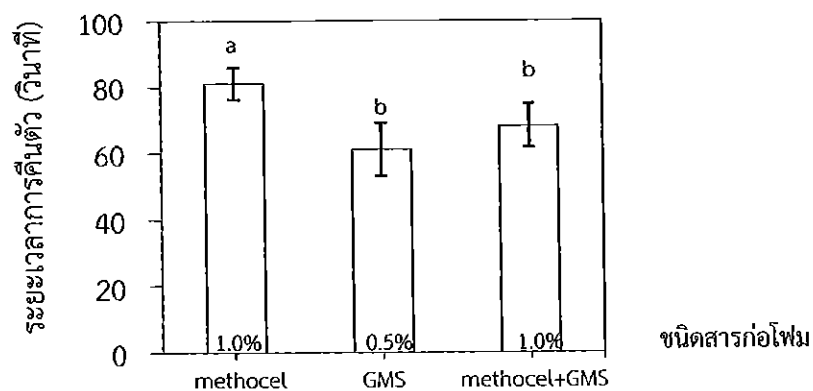


และค่า a^* เป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว) หากตัวอย่างมีค่า a^* มากกว่าจะมีสีแดงมากกว่า (Mapari et al., 2006)

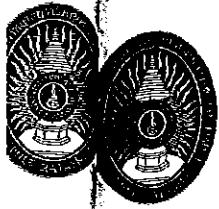
โຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้สารก่อโฝมคือGMS ร้อยละ 0.5 และ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 ใช้เวลาการคัสดั้นน้อยกว่าโຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ methocelร้อยละ 1.0 เป็นสารก่อโฝม ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ GMS ร้อยละ 0.5 และการใช้ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 ให้โฝมของโຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าโฝมของโຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกที่ใช้ methocelร้อยละ 1.0 และจากการที่โฝมมีความหนาแน่นน้อยกว่าทำให้มีอัตราการดูดซับน้ำมากกว่าเนื่องจากโฝมที่มีความหนาแน่นน้อยกว่ามีโครงสร้างภายในที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ในปริมาณมากกว่าจึงสามารถส่งผ่านความชื้นระหว่างรูพรุนที่อยู่ข้างเคียงได้รวดเร็วกว่า (Prakotmak et al., 2010) ส่งผลให้ใช้เวลาในการคัสดั้นน้อยกว่า



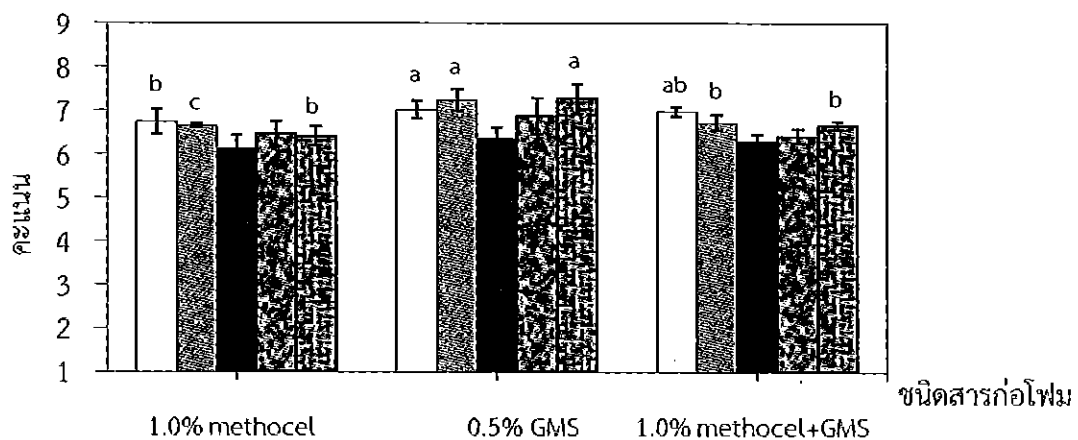
ภาพที่ 2 ค่าสีของโຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกกึ่งสำเร็จรูปที่มีผลมาจากการแปรผันชนิดและปริมาณสารก่อโฝม
(□ L*, ▨ a*, ■ b*)



ภาพที่ 3 ระยะเวลาการคัสดั้นของโຈ้กຂ້າວຄ້ອງงอกกึ่งสำเร็จรูปที่มีผลมาจากการแปรผันชนิดและปริมาณสารก่อโฝม



จากการประเมินผลคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่แปรรูปชนิดและปริมาณสารก่อโหมคือmethocel,GMS และ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0,0.5 และ 1.0 ตามลำดับ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสีของไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่ใช้ GMS ร้อยละ 0.5 และ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 มากกว่าไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่ใช้ methocelร้อยละ 1.0 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสีของไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่ใช้ GMS ร้อยละ 0.5 และ methocelร่วมกับ GMS ร้อยละ 1.0 มีสีเหลืองสว่างกว่าไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่ใช้ methocelร้อยละ 1.0 (ภาพที่ 2) แต่ชนิดและปริมาณสารก่อโหมไม่มีผลต่อรสชาติและกลิ่นรสของไส้กรอกข้าวกล้องงอก ในขณะที่ไส้กรอกข้าวกล้องงอกที่ใช้ GMS ร้อยละ 0.5 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุดโดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก (ภาพที่ 4)

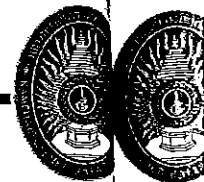


ภาพที่ 4 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปที่มีผลมาจากการแปรรูปชนิดและปริมาณสารก่อโหม (□สี, ■เนื้อสัมผัส, ■รสชาติ, ■กลิ่นรส, ■ความชอบรวม)

จากการตรวจสอบสมบัติของไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปที่ใช้ชนิดและปริมาณสารก่อโหมแตกต่างกันในด้านค่าสี ระยะเวลาการคั่วและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าสารก่อโหมที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปคือ GMS ร้อยละ 0.5 เนื่องจากให้ไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปใช้เวลาการคั่วสั้น มีสีเหลืองอ่อนเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด อีกทั้งยังได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุดในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3. องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูป

ไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปซึ่งใช้ GMS ร้อยละ 0.5 เป็นสารก่อโหมมีองค์ประกอบทางเคมีแสดงดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปมีคุณค่าทางโภชนาการครบ มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งประกาศไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูป (สาธารณสุข, กระทรวง, 2547) และมีค่า a_w 0.234 ± 0.001 ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของอาหารผงที่กำหนดให้มีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 นอกจากนี้ไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปยังมีสาร GABA ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณ 60.70 ± 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จึงกล่าวได้ว่าไส้กรอกข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

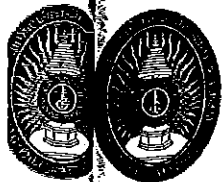


ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของโจ๊กข้าวกล้องงอกกิ่งสำเร็จรูป

องค์ประกอบทางเคมี(หน่วย)	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	2.78 ± 1.26
ไขมัน(ร้อยละ)	3.02 ± 0.13
โปรตีน(ร้อยละ)	7.79 ± 1.16
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	78.68 ± 3.07
เส้นใย(ร้อยละ)	1.77 ± 0.47
เถ้า(ร้อยละ)	5.78 ± 0.26
a_w	0.234 ± 0.001
GABA (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)	60.70 ± 0.05

บทสรุป

สารก่อโพนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโจ๊กข้าวกล้องงอกกิ่งสำเร็จรูปคือ GMS ร้อยละ 0.5 เนื่องจากให้โพนที่มีความคงตัวสูง มีความหนาแน่นต่ำและ overrun สูง ให้โจ๊กข้าวกล้องงอกกิ่งสำเร็จรูปที่ใช้ระยะเวลาการคั้นตัวสั้น มีสีเหลืองอ่อน ได้รับคะแนนความชอบจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมในด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงที่สุด นอกจากนี้โจ๊กข้าวกล้องงอกกิ่งสำเร็จรูปดังกล่าวยังมี GABA 60.70 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

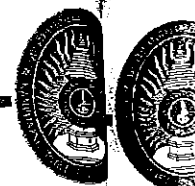


บรรณานุกรม

- กฤตบุญยวรรธนะ. (2548.)เครื่องต้มผงจากผลยอผสมผลไม้โดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิยวรรณศุภวิฑิตพัฒนา ญาดา พรหมใจสา และศิริณา เสาวนิจ. (2553.)สภาวะการบรรจุที่เหมาะสมและอายุ
การเก็บข้าวกล้องงอก. วารสารวิจัยและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมไทย,1(2): 22-28.
- พัชรี้ ตั้งตระกูล. (2550.)ในคัพพะข้าวและข้าวกล้องงอก.วารสารอาหาร,37(4): 291-296.
- สาธารณสุข, กระทรวง (2547.)มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป. มผช. 689/ 2547.
กรุงเทพฯ:กระทรวงสาธารณสุข.
- อรทัย บุญทะวงศ์. (2547.)กรรมวิธีและลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเกี๋ยง
(*Cleistocalyx nervosum var. paniala*) ผงขงละลายที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและวิธี
อบแห้งแบบโฟม-แมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

BIBLIOGRAPHY

- AOAC.(2000.)Official of Analysis of AOAC International.(17th ed.) Arlington, VA, USA: AOAC
International.
- Dickinson, E. &Stainsby, G. (1987.)Progress in the formulation of food emulsions and
foams.Food Technology, 41(9), 74-81, 116.
- Garcia, R., Leal, F. &Rolz, C. (1988.)Drying of bananas using microwave and air
ovens.International Journal of Food Science and Technology, 23, 73-80.
- Goula, A. M. &Adamopoulos, K. G. (2005.) Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II.
The effect on powder properties.Journal of Food Engineering, 66, 35-42.
- Herbert, P., Barros, P.,Ratola, N. &Alves, A. (2000.)HPLC Determination of amino acid in musts
and port wine using OPA/FMOC derivatives. Journal of Food Science, 65(7), 1130 –
1133.
- Karim, A. A. &Wai, C. C. (1999.)Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.)
purée.Stability and air drying characteristics.Food Chemistry, 64, 337-343.
- Mapari, S. A. S., Meyer, A. S. &Thrane, U. (2006.)Colorimetric characterization for comparative
analysis of fungal pigments and natural food colorants.Journal of Agricultural and
Food Chemistry, 54(19), 7027-7035.
- Nyombaire, G., Siddiq, M. & Dolan, K. D. (2011.)Physico-chemical and sensory quality of
extruded light red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) porridge.LWT-Food Science
and Technology, 44, 1597-1602.



- Prakotmak, P., Soponronnarit, S. & Prachayawarakorn, S. (2010.) Modelling of moisture diffusion in pores of banana foam mat using a 2-D stochastic pore network: Determination of moisture diffusion coefficient during adsorption process. *Journal of Food Engineering*, 96, 119-126.
- Rhim, J., Koh, S. & Kim, J. (2011.) Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge. *Journal of Food Engineering*, 104, 484-491.
- Sankat, C. K. & Castaigne, F. (2004.) Foaming and drying behaviour of ripe bananas. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 517-525.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S. & Soponronnarit, S. (2008.) Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, 86, 573 – 583.
- Vernon-Carter, E. J., Espinosa-Paredes, G., Beristain, C. I. & Romero-Tehuizil, H. (2001.) Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. *Food Research International*, 34, 587-598.