

## บทความวิจัย

### การศึกษาสมบัติของสารให้ความคงตัวและสารอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์ครีมเทียม จากข้าวและการนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร Study on the Properties of Stabilizers and Emulsifier in Nondairy Creamer from Rice and Food Application

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ\* ศิริพร ขำเลิศ และสุจิตรา บุญพิมพ์  
Tunyaporn Sirilert\*, Siriporn Khomlert and Sujitra Boonpim

#### บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมเหลวจากข้าว โดยศึกษาชนิดของข้าว 2 สายพันธุ์ คือ ดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 เปรียบเทียบวิธีการโม่แป้งแบบเปียกและแบบแห้ง พบว่าวิธีการโม่แห้งให้ปริมาณโปรตีนและไขมันมากกว่าวิธีการโม่เปียก จึงคัดเลือกวิธีโม่แห้งในการเตรียมสารละลายน้ำนมข้าว โดยแปรผันชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัว คือ carboxy methyl cellulose (CMC) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 และ 0.3 ตามลำดับ และ locust bean gum (LBG) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10, 0.20 และ 0.30 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของ CMC ร้อยละ 0.05 และ LBG ร้อยละ 0.17 ให้ค่าความหนืดของน้ำนมข้าวเท่ากับ 128.33 cP ใกล้เคียงกับค่าความหนืดของนมผสมต้นแบบ (130 cP) เมื่อทำการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design พบสูตรที่ดีที่สุดในการผลิตครีมเทียมจากข้าวที่มีส่วนประกอบของน้ำนมข้าว, น้ำมันรำข้าว, CMC, LBG ในปริมาณร้อยละ 87.23, 10.48, 0.04, 0.14 และ N-CREAMER 46 และ TWEEN 20 ที่ใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในปริมาณร้อยละ 2.10 และ 0.42 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพพบว่า เป็นอิมัลชันชนิด oil in water (o/w) ที่มีการกระจายของขนาดอนุภาคเท่ากับ 5.81  $\mu\text{m}$ . มีค่าความหนืดเท่ากับ 131.67 cP ค่าความคงตัวของอิมัลชันและตะกอนอ่อนเท่ากับร้อยละ 100 เช่นเดียวกันตามลำดับ เมื่อพัฒนาใช้ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เครื่องดื่มเย็นรสโกโก้

เปรียบเทียบความเข้มข้นของปริมาณน้ำตาลที่ร้อยละ 50, 60 และ 70 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 60 ให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดอยู่ในช่วง 6-7 โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ของชนิดสายพันธุ์ข้าวในด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส และพบจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดน้อยกว่า 30 cfu/g และไม่พบการเจริญของเชื้อ *E. coli* ตามลำดับ

คำสำคัญ : ครีมเทียม อิมัลชัน ข้าว อิมัลซิไฟเออร์ สารเพิ่มความคงตัว

#### ABSTRACT

Two types of rice as Dok Mali 105 and Chai Nat 1 were studied to develop nondairy cream. Extraction methods (dry and wet mills) of rice were investigated and compared for the present study. Higher protein and fat contents were higher in dry-mill than in wet-mill method. The dry-mill method was selected to prepare the rice milk in this study. Types of stabilizer (carboxymethylcellulose and Locust bean gum) were determined varied at different concentrations. Concentration of carboxy methylcellulose (CMC) was prepared at 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 and 0.3% (w/w) and concentration of locust bean gum (LBG) was prepared at 0.10, 0.20 and 0.30% (w/w). It showed that the viscosity (128.33 cP) of 0.05%

(w/w) of CMC and 0.17% (w/w) of LBG was similar to that of milk protocol, which was 130 cP. The optimal formula obtained from Mixture Design Experiment for production of rice cream was formula consisting of rice milk, rice bran oil, CMC, LBG at 87.23, 10.48, 0.04, 0.14 and emulsifier of N-CREAMER 46 and TWEEN 20 at 2.10 and 0.42% (w/w), respectively. Physiochemical properties of rice cream indicated that emulsion of rice cream studied was oil-in-water (o/w) emulsion. Its particle size distribution and viscosity was 5.81  $\mu\text{m}$  and 131.67 cP, respectively. Stability of emulsion was 100% (w/w). The rice cream obtained was applied in food model, e.g., instant cocoa powder beverage. In addition, concentration of sugars at 50, 60 and 70% (w/w) were used in the instant cocoa powder. In this experiment, we found that the score of overall acceptance of the cocoa beverage added with rice milk and 60% (w/w) of sugar was significantly high (6-7) and there was no significantly effect on odor and texture properties of rice with different types ( $p>0.05$ ). Total microorganism was detected less than 30 cfu/g and no *E. coli* was observed in this study.

**Keywords:** nondairy cream, emulsion, rice, emulsifier, stabilizers

## บทนำ

ผลิตภัณฑ์ครีมเทียม (Nondairy creamer) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไขมันพืช ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกลุ่มของเครื่องดื่มกึ่งสำเร็จรูป เช่น โกโก้ และกาแฟ เป็นต้น เนื่องจากครีมเทียมช่วยเพิ่มความกลมกล่อมและความหวานมันในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว การพัฒนาครีมเทียมในอุตสาหกรรมอาหารให้มีคุณสมบัติที่ดีนั้น นอกจากวัตถุดิบต้องมี

คุณภาพที่ดีแล้ว ผลิตภัณฑ์ครีมเทียมที่ได้จะต้องมีลักษณะสีขาวนวล กลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยไม่เกิดการแยกตัวของไขมัน (Oiling off) และไม่เกิดลักษณะกลิ่นรสผิดปกติหลังการกลืน (After taste) [1] เนื่องจากผลิตภัณฑ์อิมัลชันประกอบด้วยส่วนของน้ำและน้ำมัน ปัญหาของการเกิดการแยกชั้นทั้งสองส่วนเกิดจากการรวมตัวของเม็ดไขมันที่มีขนาดใหญ่ในกระบวนการผลิต ดังนั้นการทำให้ไขมันมีขนาดเล็กโดยรวมทั้งการใช้สารสเตบิลไลเซอร์ และสารอิมัลซิไฟเออร์ร่วมกันจะสามารถทำให้อนุภาคของไขมันกระจายตัวมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำได้ [1] ในอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้สารดังกล่าวมากกว่าหนึ่งชนิดในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส กัวร์กัม และโลคัสปินกัม เป็นต้น นอกจากนี้อิมัลชันที่ดียังต้องใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ในการปรับปรุงคุณสมบัติ เพื่อให้เกิดความคงตัวรวมทั้งลดแรงตึงผิว (surface tension) ช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกชั้น [2] โดยจะทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวระหว่างเฟสทั้งสองเฟสหรือส่งเสริมการกระจายตัวของอนุภาคเมื่อน้ำมันในเฟสต่อเนื้อได้อย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันมีสารอิมัลซิไฟเออร์ทางการค้าที่ถูกนำมาใช้มากมาย และที่รู้จักกันอีกชนิดหนึ่ง คือ N-CREAMER 46 ที่ผลิตจากแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเหนียวดัดแปร มีลักษณะเฉพาะตัวด้านความคงตัวของอิมัลชันที่ดี และละลายได้ในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนที่ 160<sup>o</sup>F (71<sup>o</sup>C) จะทำให้โมเลกุลเกิดการกระจายตัวได้มากขึ้น ซึ่งจะเหมาะสมสำหรับอิมัลชันที่ต้องการความเสถียร นำมาประยุกต์ใช้ในอาหารผงที่ผ่านกระบวนการโดยใช้เครื่อง spray dry ผลิตภัณฑ์ครีมกาแฟ หรือใช้ในระบบของเหลวอิมัลชัน เครื่องดื่มอิมัลชัน สลัด และอิมัลชันประเภท oil-in-water ชนิดต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้สารที่อยู่ในกลุ่มโพลีออกซีเอทิลีน ซอพิแทน โมโนสเตียเรท เช่น Tween 20 ก็จัดเป็นอิมัลซิไฟเออร์ในประเภทโพลีซอลเบท (Polysorbate) ประกอบด้วยซอลบิทอล (Sorbitol) เกาะอยู่กับกรดไขมัน ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัว และโครงสร้างมีกลุ่มของโพลีออกซีเอทิลีน (Polyoxyethylene group) จับอยู่กับซอลบิทอลจึง

ส่งผลให้มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ดี [3] แต่เนื่องจากปัจจุบันครีมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นครีมเทียมที่ไม่ได้ผลิตมาจากนม มีส่วนประกอบจากไขมันเนยแล้วยังประกอบด้วยไขมันพืช เช่น ไขมันมะพร้าว มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวค่อนข้างสูง ส่งผลกระทบต่อระดับปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในร่างกายผู้บริโภค โดยมีรายงานว่าน้ำมันมะพร้าวจะลดปริมาณของ High density lipoprotein (HDL) ในขณะที่เดียวกันจะปลดระดับของไตรกลีเซอไรด์ลง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับโคเลสเตอรอลในเลือดอย่างมีนัยสำคัญ [4, 5] ดังนั้นการนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาทดแทนจึงมีบทบาท และมีแนวโน้มมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ครีมเทียมในหลายรูปแบบได้ เนื่องจากข้าวประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ มากมายที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบร้อยละ 70-80 เส้นใยอาหารร้อยละ 0.7-3.9 และไขมันร้อยละ 0.3-2.8 [2] ยังพบรายงานการศึกษาปริมาณไขมันโดยรวมของข้าว 5 สายพันธุ์พบว่าข้าวพันธุ์ กข 15 มีปริมาณไขมันโดยรวมเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับร้อยละ 1.65 รองลงมาคือ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี พันธุ์ทุมธานี 1 และ พันธุ์ชัยนาท 1 มีปริมาณไขมันโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.21, 1.19, 0.72 และ 0.58 ตามลำดับ [3] ซึ่งปริมาณไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ที่จัดเป็นกรดไขมันจำเป็น ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid) กรดลิโนลีนิก (linoleic acid) และกรดลิโนลินิก (linolenic acid) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดพืชที่มีไขมันสูงมักมีโปรตีนสูงด้วย [6] ทั้งนี้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันยังช่วยในการเพิ่มปริมาตรและความหนืดโดยรวมทั้งหมด ดังนั้นการนำข้าวมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจึงมีแนวโน้มมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างโอกาสให้กับผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ของวัตถุดิบข้าวในประเทศไทย ดังนั้นในงานวิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาครีมเทียมจากข้าว โดยศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์ต่อสมบัติทางเคมี

กายภาพ สมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของครีมเทียมจากข้าว และการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต้นแบบ

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 1. ศึกษาชนิดของสายพันธุ์ข้าวต่อองค์ประกอบทางเคมีในการผลิตแป้งข้าว

ศึกษาสายพันธุ์ข้าวเจ้าโดยคัดเลือกข้าวที่อ้างอิง [3] ปริมาณไขมันในระดับปานกลางและน้อย และหาได้ง่ายในตลาดมา 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวชัยนาท 1 (ตลาดบางขุนศรี กรุงเทพฯ) โดยเปรียบเทียบวิธีการโม่ข้าว 2 วิธี คือวิธีการโม่แห้งโดยนำข้าวมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำมาโม่แห้งด้วยเครื่องโม่หิน (stone mill) จำนวน 3 รอบและนำมาผ่านตะแกรงร่อนที่ 80 mesh และวิธีแบบโม่เปียกโดยการนำข้าวแช่น้ำอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:2 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปปั่นละเอียดและแยกส่วนแป้งข้าวออกจากส่วนน้ำนมข้าว นำแป้งข้าวมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำมาผ่านตะแกรงร่อนที่ 80 mesh และนำตัวอย่างวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีคือ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใย และปริมาณคาร์โบไฮเดรต [7]

### 2. ศึกษาสภาวะการเตรียมน้ำนมข้าว

คัดเลือกวิธีการผลิตแป้งข้าวที่ดีที่สุดจากผลขององค์ประกอบทางเคมีในข้อ 1 ศึกษาสภาวะการเตรียมน้ำนมข้าวโดยนำแป้งข้าวปริมาณร้อยละ 4 ในน้ำปริมาตรร้อยละ 100 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบระยะเวลา 2 ระดับ คือเวลา 5 และ 25 นาที [8] ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำน้ำนมข้าวที่ได้ทั้ง 2 ระดับไปวิเคราะห์ค่าความคงตัว [9] และทดสอบความแตกต่างของเนื้อสัมผัสในลักษณะความหยาบและความละเอียดรวมทั้งความข้นหนืดด้วยวิธี Multiple comparisons test ที่เปรียบเทียบกับนมผสมต้นแบบ (ตัวอย่างควบคุม : control ที่มีส่วนผสมของน้ำตาล นมพร่องมันเนยและนมข้นหวานใน

อัตราส่วน 1:2:2) โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนเป็นนักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 30 คน ซึ่งให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 โดยคะแนน เท่ากับ 1 หมายถึงเนื้อสัมผัสหยาบมากกว่าเป็นพิเศษ คะแนนเท่ากับ 5 หมายถึงไม่มีความแตกต่างของเนื้อ สัมผัส และคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึงเนื้อสัมผัสหยาบ น้อยกว่าเป็นพิเศษ [10]

### 3. ศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวต่อ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนํ้านมข้าว

ทดลองศึกษาสารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ carboxy methyl cellulose (CMC) และ locust bean gum (LBG) ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของนํ้านม ข้าว ซึ่งเบื้องต้นทำการศึกษาศาสตร์ CMC เป็นหลัก โดย นํ้านมข้าวที่ได้ผสมกับสาร CMC ที่แปรผันความ เข้มข้นร้อยละ 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 และ 0.3 ตามลำดับ [8] กวนผสมด้วยเครื่องกวนผสมความเร็วสูง (Over-head stirrer; Kika Labo รุ่น EUROSTAR) ที่ ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที เป็นเวลา 25 นาที และ ให้ความร้อนตามวิธีที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 2 แล้วนำไป วิเคราะห์ ความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (รุ่น DV-E Viscometer) และค่าความ คงตัวของอิมัลชัน (Emulsion Stability; ES) [8] จากนั้นคัดเลือกนํ้านมข้าวที่ผสม CMC จากค่าความ หนืดที่ใกล้เคียงกับนมผสมต้นแบบ นำมาแปรส่วนผสม กับสารให้ความคงตัว LBG ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.10, 0.20 และ 0.30 และนำไปวัดคุณสมบัติทางกายภาพ คือค่าความหนืด และความคงตัว ตามลำดับ

### 4. ศึกษาการเตรียมสารละลายอิมัลชันจากนํ้านมข้าว และการพัฒนาสูตรที่เหมาะสม

ศึกษาการเตรียมสารละลายอิมัลชัน โดยสร้าง สูตรในการพัฒนาโดยแปรปริมาณส่วนประกอบวัตถุดิบ 3 ชนิดคือปริมาณนํ้ามันรำข้าว (บริษัท นํ้ามันบริโภค ไทย จำกัด) สารอิมัลซิไฟเออร์โดยใช้สารทางการค้าคือ N-CREAMER 46 (บริษัท National Starch จำกัด) และสารลดแรงตึงผิวคือ TWEEN 20 (Ajax Finechem Pty Ltd.) วางแผนการทดลองแบบ Mixture design

โดยมีขั้นตอนนํ้านมข้าวที่ผสมสารให้ความคงตัวที่ เหมาะสมในข้อ 3 ผสมสาร N-CREAMER 46 ในแต่ละ สูตรและให้ความร้อนในนํ้าอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส กวนผสมด้วยเครื่องกวนผสมที่ความเร็วรอบ 300 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 25 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว จนมี อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เติมสารลดแรงตึงผิว ปั่น ผสมด้วยความเร็วสูง 19,000 รอบต่อนาที ด้วยเครื่อง ไฮโมจิโนเซอร์ (ULTRA-TURRAX รุ่น T 25 basic) โดย ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 10 นาที และหาสูตรที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ค่าทาง กายภาพคือค่าขนาดอนุภาคของอิมัลชันเพื่อคัดเลือก สูตรที่ดีที่สุด โดยการวัดขนาดอนุภาคของอิมัลชัน (Laser Particle size distribution Analyzer), วิเคราะห์ความหนืด Brookfield viscometer, วิเคราะห์ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability : ES) วิเคราะห์ตะกอนอ่อน [8], วัดค่าสีของอิมัลชัน (Hunter lab) และตรวจสอบชนิดของอิมัลชัน โดย วิธีการละลายและทดสอบด้วยกระดาษกรองชุบ สารละลายโคบอล คลอไรด์ (Cobalt chloride) [9]

### 5. การนำครีมเทียมผสมสำเร็จรูปจากข้าวไปใช้ใน อาหาร

การนำไปใช้ในอาหาร จากการทดลองใช้ เครื่องตีมิกโกไค้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยนำครีม เทียมจากข้าวสูตรที่ดีที่สุด ในข้อที่ 4 ทำการแปรปริมาณ นํ้าตาลซูโครสในสูตรที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50, 60 และ 70 และทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับเครื่องตีมิกโกไค้ที่เต็มนมผสมต้นแบบที่ไม่ มีการแปรปริมาณนํ้าตาลซูโครส โดยทดสอบความ แตกต่างด้วยวิธี 9-point hedonic scale มีคะแนน ตั้งแต่ 1-9 โดยให้คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมาก ที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 หมายถึงบอกไม่ถูกว่าชอบ หรือไม่ชอบ และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่ชอบมาก ที่สุด ในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ตามลำดับ โดยใช้ ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนเป็นนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการ

อาหาร มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 30 คน และวิเคราะห์ผลด้วยวิธี Paired-Samples T-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์

## 6. การวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ของครีมเทียมผสมสำเร็จรูปจากข้าว

นำตัวอย่างที่ดีที่สุดที่คัดเลือกได้ในข้อที่ 5 วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมด ปริมาณรา และยีสต์ทั้งหมด แบบที่เรียโคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* [11] ตามลำดับ

## 7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ศึกษาปัจจัยทั้งหมดในการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ศึกษาการพัฒนาสูตรโดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design และการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย

Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ศึกษาสายพันธุ์ข้าวต่อคุณสมบัติทางเคมีในการผลิตแป้งข้าว

จากการทดลองศึกษาข้าวเพียง 2 สายพันธุ์คือ ดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1 และวิธีการไม่ข้าว เปรียบเทียบวิธีการไม่แห้งและไม่เปียก พบว่าวิธีการไม่แห้งจะให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตสูงสุดเฉลี่ยทั้งสองสายพันธุ์เท่ากับร้อยละ 7, 1.3 และ 78 ตามลำดับ (Table 1) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่าวิธีการไม่แห้งยังให้ปริมาณโปรตีนสูงกว่าการไม่เปียก ทั้งนี้เนื่องจากการไม่เปียกส่งผลให้โปรตีนเกิดการละลายน้ำในระหว่างการไม่ข้าวทำให้ปริมาณโปรตีนบางส่วนลดลง [12] แต่ทั้งนี้ปริมาณไขมัน และโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของข้าวที่มีอิทธิพลร่วมกันกับคาร์โบไฮเดรตในข้าวที่จะมีอิทธิพลต่อค่าความหนืด และเกิดเป็นอิมัลชันได้ในน้ำมันข้าว ดังนั้นจากการทดลองจึงคัดเลือกวิธีการไม่แห้งเป็นวิธีในการผลิตแป้งข้าวและน้ำมันข้าวของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ต่อไป

**Table 1** Chemical properties of Dok Mali 105 and Chai Nat 1 rice flours

Type of rice/Extraction	Chemical properties (%)					
	moisture	protein	fat	ash <sup>ns</sup>	fiber	carbohydrate
Dok Mali 105 /Dry mill	11.36 ± 0.06 <sup>c</sup>	7.05 ± 0.06 <sup>ab</sup>	1.24 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.04	0.64 ± 0.09 <sup>b</sup>	78.39 ± 0.15 <sup>a</sup>
Chai Nat 1/ Dry mill	11.43 ± 0.07 <sup>c</sup>	7.11 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.32 ± 0.07	0.73 ± 0.04 <sup>b</sup>	78.11 ± 0.06 <sup>a</sup>
Dok Mali 105/ Wet mill	12.43 ± 0.04 <sup>b</sup>	6.67 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.57 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.04	1.52 ± 0.08 <sup>a</sup>	77.14 ± 0.26 <sup>b</sup>
Chai Nat 1/ Wet mill	12.53 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.74 ± 0.06 <sup>c</sup>	0.64 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.05	1.47 ± 0.06 <sup>a</sup>	77.29 ± 0.24 <sup>b</sup>

Remark: mean ± SD values in the same column with different letters are statistically different ( $p \leq 0.05$ )

ns means non-significant difference ( $p > 0.05$ ) in the same column

## 2. ศึกษาสภาวะการเตรียมน้ำนมข้าว

คัดเลือกสภาวะการเตรียมน้ำนมข้าวจากกระบวนการโม่แห้งข้าว พบว่าการโม่แห้งของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ขององค์ประกอบหลักคือปริมาณโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต และจากการทดลองคัดเลือกใช้ข้าวสายพันธุ์ชัยนาท 1 ในการผลิตเนื่องจากเป็นข้าวที่มีราคาถูกกว่าข้าวสายพันธุ์ดอกมะลิ 105 และต้องการเพิ่มมูลค่าของข้าวดังกล่าว ดังนั้นในการทดลองจึงเตรียมน้ำนมข้าวที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ที่เปรียบเทียบระยะเวลาในการให้ความร้อนเป็น 5 และ 25 นาที [7]

จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าความคงตัวของน้ำนม พบว่าที่ระยะเวลา 25 นาทีให้ค่าร้อยละความคงตัวสูงสุดเท่ากับ 83.72 ตามลำดับ (Table 2) เนื่องจากระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นทำให้แบ่งเกิดเจลาตินในเซชันค่าความคงตัวของแป้งข้าวจึงเพิ่มขึ้น [12] และเมื่อทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Multiple comparisons test เปรียบเทียบความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของน้ำนมข้าวกับนมผสมต้นแบบ (control) พบว่าที่ระยะเวลา 25 นาที ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ในด้านเนื้อสัมผัสโดยให้ความเป็นเนื้อเดียวกันได้ใกล้เคียงกับนมผสมต้นแบบ (Table 3)

Table 2 Stability property of rice milk from various treatments



Heating time ( 75°C)	Stability index (%)	Appearance
5 min	34.89	 supernatant liquid slurry
25 min	83.72	 emulsion

Table 3 Multiple comparison test of rice milk at various treatments

Treatments/Condition	Texture appearance
Control	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
5 min at 75°C	3.87 ± 1.93 <sup>b</sup>
25 min at 75°C	5.38 ± 1.76 <sup>a</sup>

Remark: mean ± SD values in the same column with different letters are statistically different ( $p\leq 0.05$ )

## 3. ศึกษาชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำนมข้าว

จากการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวคือ carboxymethylcellulose (CMC) พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของ carboxymethylcellulose (CMC) มีค่าความคงตัวต่ำกว่าร้อยละ 80 ส่งผลให้น้ำนมข้าวเกิดการแยกชั้น ซึ่งมีรายงานว่าอิมัลชันที่เหมาะสมควรมีค่าความคงตัวมากกว่าร้อยละ 80 จะไม่ทำให้อิมัลชันเกิดการแยกชั้น [8] และจากการทดลองพบว่าการใช้ สารให้ความคงตัว CMC เพียงชนิดเดียวไม่สามารถทำให้น้ำนม

ข้าวมีความคงตัวได้ ยังเกิดการแยกชั้นอยู่ เนื่องจาก CMC เป็นสารเพิ่มความคงตัวชนิดที่มีประจุจึงสามารถใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ชนิดที่ไม่มีประจุได้ รวมทั้งสามารถเสริมประสิทธิภาพให้เกิดร่างแหที่แข็งแรงมากขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนืดเพิ่มขึ้น [13] ดังนั้นจึงทำการศึกษาศาสตร์ให้ความคงตัว CMC ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 0.05,

0.10 และ 0.15 เนื่องจากให้ค่าความหนืดอยู่ในช่วงที่ไม่เกินค่าความหนืดของนมผสมต้นแบบ (Table 4) และนำมาพัฒนาต่อโดยใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัว locust bean gum (LBG) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 [14] และทำการทดสอบค่าความหนืดและค่าความคงตัวดังแสดงผลใน Table 5

**Table 4** Viscosity and stability properties of rice milk with carboxymethylcellulose (CMC) at various levels

CMC (%)	Viscosity (cP)	Stability (%)
0.05	25.00 ± 5.00	69.50
0.10	55.00 ± 5.00	69.50
0.15	126.67 ± 2.89	69.50
0.20	221.67 ± 2.89	69.50
0.25	361.67 ± 2.89	69.50
0.30	581.67 ± 2.89	69.50

Remark: Selected treatments in a shade area (viscosity ~ 130 cP) were used for further study.

**Table 5** Viscosity and stability properties of rice milk with carboxymethylcellulose (CMC) and locust bean gum (LBG) at various levels

CMC (%)	LBG (%)	Viscosity (cP)	Stability (%)
0.05	0.10	51.67 ± 2.89	76.74
	0.20	160.00 ± 0.00	95.35
	0.30	317.67 ± 2.89	97.67
0.10	0.10	190.00 ± 10.00	97.67
	0.20	316.67 ± 2.89	97.67
	0.30	568.33 ± 2.89	98.84
0.15	0.10	221.67 ± 2.89	98.84
	0.20	503.33 ± 2.89	98.84
	0.30	895.00 ± 0.00	98.84

Remark: Selected treatments in a shade area (viscosity ~ 130 cP) were used for further study.

เนื่องจากการทดลองต้องการให้ค่าความหนืดของน้ำนมข้าวที่ได้ใกล้เคียงกับค่าความหนืดของนมผสมต้นแบบเท่ากับ 130 cP และค่าความคงตัวต้องอยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 80 ที่จะไม่ทำให้เกิดการแยกชั้นของสารละลาย ซึ่งพบว่าการใช้สารให้ความคงตัว 2

ชนิด คือ locust bean gum (LBG) ที่ปริมาณความเข้มข้น ร้อยละ 0.1-0.2 และ carboxymethyl cellulose (CMC) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 จะให้ค่าความหนืดอยู่ในช่วงดังกล่าว และมีค่าความคงตัวประมาณร้อยละ 80 นอกจากนี้มีรายงานว่าการใช้สาร

ให้ความคงตัวในอาหารมากกว่า 2 ชนิดร่วมกันจะช่วยเสริมการทำงานซึ่งกันและกัน โดยพบว่าสารให้ความคงตัว LBG จัดเป็นสารชนิดที่ไม่มีประจุ สามารถนำไปใช้ได้ในทุกสภาวะของอาหาร ทั้งสภาวะกรดหรือด่าง ไม่ทำให้เกิดเจลในอาหาร และยังช่วยเพิ่มความหนืดขึ้น นอกจากนี้การให้ความร้อนกับ LBG ที่อุณหภูมิสูงกว่า 70°C จะสามารถละลายได้ดี เพิ่มความคงตัวให้กับอิมัลชันและยับยั้งการเกิด syneresis [13] จากการทดลองจึงแปรผันช่วงของความเข้มข้นของสารให้ความคงตัวดังกล่าวดังแสดงใน Table 6 ซึ่งพบว่าค่าความหนืดของน้ำนมข้าวที่มีปริมาณความเข้มข้นของ

สารให้ความคงตัว LBG ที่ร้อยละ 0.16-0.18 และ CMC ร้อยละ 0.05 เป็นช่วงที่มีค่าความหนืดของนมผสมต้นแบบ (130 cP) อยู่ระหว่างช่วงดังกล่าวมากที่สุด และเมื่อแปรผันช่วงความเข้มข้นของสารให้ความคงตัว LBG ต่อเพื่อให้ได้ค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกับนมผสมต้นแบบมากที่สุดได้ผลดังแสดงผลใน Table 7 พบว่าที่ความเข้มข้นของสารให้ความคงตัว CMC ร้อยละ 0.05 และ LBG ร้อยละ 0.17 ให้ค่าความหนืดเท่ากับ 128.33 cP ซึ่งเหมาะสมและใกล้เคียงมากที่สุด ดังนั้นจึงนำน้ำนมข้าวที่มีอัตราส่วนดังกล่าวไปพัฒนาการผลิตครีมเทียมผสมสำเร็จรูปจากข้าวต่อไป

**Table 6** Viscosity and stability properties of rice milk with 0.05% carboxymethylcellulose (CMC) and locust bean gum (LBG) at various levels

CMC (%)	LBG (%)	Viscosity (cP)	Stability (%)
0.05	0.10	51.67 ± 2.89	76.74
	0.12	66.67 ± 2.89	80.23
	0.14	80.00 ± 0.00	80.23
	0.16	91.67 ± 2.89	80.23
	0.18	140.00 ± 5.00	80.23
	0.20	160.00 ± 0.00	95.35

Remark: Selected treatments in a shade area (viscosity ~ 130 cP) were used for further study.

**Table 7** The content of stabilizer in nondairy creamer from rice

CMC (%)	LBG (%)	Viscosity (cP)	Stability (%)
0.05	0.16	91.67 ± 2.89	80.23
	0.17	128.33 ± 5.00	80.23
	0.18	140.00 ± 0.00	80.23

Remark: Viscosity of selected treatments in a shade area was 130 cP

#### 4. ศึกษาการเตรียมสารละลายอิมัลชันจากข้าว

จากการพัฒนาสูตรโดยวางแผนการทดลองแบบ mixture design พบว่าส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตอิมัลชันจากข้าวคือน้ำมันรำข้าว สารอิมัลซิไฟเออร์ คือ

N-CREAMER 46 และ TWEEN 20 ได้สูตรดัง Figure 1 และสิ่งทดลองดัง Table 8



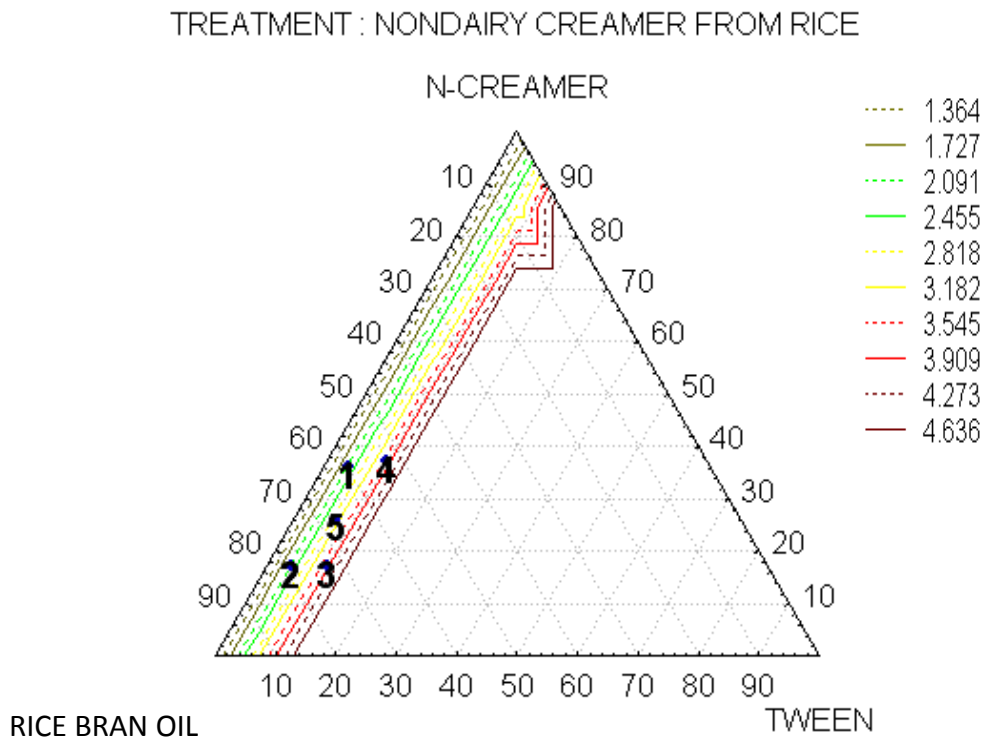


Figure 1 Mixture design of nondairy creamer from rice

Table 8 The optimum recipe of oil phase in rice cream emulsion

Composition (%)	treatments				
	1	2	3	4	5
Rice bran oil	60	80	73	54	67
N-CREAMER 46	4	4	10	10	7
TWEEN 20	36	16	17	36	26


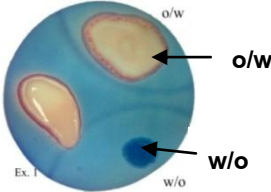

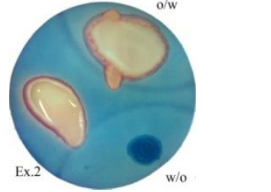

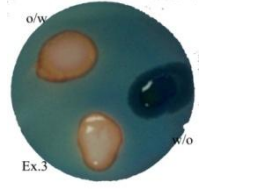

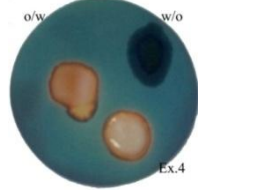

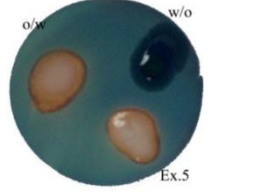
จากการผลิตอิมัลชันจากข้าวนำมาวัดค่าความคงตัวและค่าความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสพบว่าอิมัลชันครีมเทียมทั้ง 5 สูตรเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w) (Table 9) เนื่องจากเมื่อนำมาทดสอบทางด้าน การละลายในน้ำ พบว่าหยดครีมเทียมสามารถละลายได้ในน้ำ และเมื่อทดสอบด้านการติดสีกระดาษกรองที่ชุบด้วยสารละลาย Cobalt chloride ร้อยละ 20 จะเปลี่ยนสีกระดาษกรองเป็นสีชมพูแสดงว่าเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (o/w) และมีค่าตะกอนอ่อนเท่ากับ ร้อยละ 100 ขณะที่ค่าความคงตัวให้ค่าเท่ากับร้อยละ 100 เท่ากันเช่นเดียวกัน (Table 10) แสดงว่าครีมเทียมอิมัลชันยังมีค่าความคงตัวไม่เกิดการ

แยกชั้นเกิดขึ้น [8] และยังพบว่าครีมเทียมจากข้าวจุสสุตรที่ 2 ให้ค่าความหนืดเท่ากับ 131.97 cP ใกล้เคียงกับนมผสมต้นแบบ นอกจากนี้ยังให้ขนาดอนุภาคเล็กเท่ากับ 5.81 ไมโครเมตร ( $\mu\text{m}$ ) (Table 11) ส่งผลให้อิมัลชันมีความคงตัวระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากขนาดอนุภาคของครีมเทียมจากข้าวจุสสุตร มีขนาดของอนุภาคอยู่ในช่วง 0.1-100 ไมโครเมตร เป็นขนาดที่เหมาะสมของอิมัลชันในอาหารทั่วไป [14] ทั้งนี้ความคงตัวของอิมัลชันจะแปรผกผันกับขนาดอนุภาคคือถ้าขนาดอนุภาคมีขนาดเล็กจะทำให้อิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้น อย่างไรก็ตามความคงตัวของระบบอิมัลชันยังขึ้นอยู่กับ เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่ช่วยกระจายและลดขนาดของอนุภาคเม็ด

น้ำมันนำไปสู่การลดการแยกชั้น (Creaming) ถ้าใช้แรงสูงจะทำให้มีแรงเฉือนสูงส่งผลให้ขนาดอนุภาคไขมันมีขนาดเล็กและยังช่วยให้มีปริมาณโปรตีนดูดซับที่พื้นผิวของอนุภาคเม็ดไขมันเพิ่มมากกว่าการใช้ที่ระดับที่ต่ำกว่า [15] นอกจากนี้การเติมสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) จะช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างน้ำมันและน้ำ ส่งผลให้ระบบอิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้น [16] ซึ่งจากผลการทดลองยังพบว่าสูตรที่ 2 มีค่าความสว่างมาก

ที่สุด  $L^*$  เท่ากับ 38.38 (Table 12) เนื่องจากเป็นอิมัลชันชนิดที่มีน้ำมันเป็นตัวกระจายอยู่ในของเหลว ซึ่งขนาดอนุภาคของวัฏภาคภายในมีผลต่อการกระจายแสงได้ต่างกัน จึงทำให้อิมัลชันมีลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้แตกต่างกัน [2] ส่งผลให้ครีมเทียมจากข้าวนี้มีควมสว่างหรือความขาวเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจากคุณสมบัติด้านกายภาพดังกล่าวจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 มาผลิตครีมเทียมต่อไป

Table 9 Types of emulsion of nondairy cream made from rice

Treatment	appearance	cobalt chloride method	emulsion
1			o/w
2			o/w
3			o/w
4			o/w
5			o/w

Remarks: o/w (oil-in-water emulsion) means a system at which oil droplets dispersed in an aqueous phase  
w/o (water-in-oil emulsion) means a system at which water droplets dispersed in an oil phase

**Table 10** Viscosity and suspended solids of nondairy cream made from rice

treatment	viscosity (cP)	total dissolved solids (%) <sup>ns</sup>	stability (%) <sup>ns</sup>
1	228.33 ± 2.89 <sup>a</sup>	100.00	100.00
2	131.67 ± 2.89 <sup>e</sup>	100.00	100.00
3	161.67 ± 2.89 <sup>d</sup>	100.00	100.00
4	220.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	100.00	100.00
5	183.33 ± 2.89 <sup>c</sup>	100.00	100.00

Remark: mean ± SD values in the same column with different letters are statistically different ( $p \leq 0.05$ )

ns means non-significant difference ( $p > 0.05$ ) in the same column

**Table 11** Size distribution of emulsion from nondairy cream made from rice

treatments	D <sub>4,3</sub> (µm.)
1	6.38
2	5.81
3	6.20
4	7.16
5	6.23

Remark: D<sub>4,3</sub>: Droplet size distribution with a mean diameter of set 4 and 3 emulsions

**Table 12** Color property of nondairy creamer from rice

treatment	L*	a*	b*
1	37.74 ± 0.68 <sup>ab</sup>	-0.36 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.20 <sup>d</sup>
2	38.38 ± 0.74 <sup>a</sup>	-0.58 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.38 ± 0.11 <sup>a</sup>
3	38.09 ± 0.77 <sup>a</sup>	-0.44 ± 0.06 <sup>bc</sup>	0.92 ± 0.10 <sup>bc</sup>
4	36.49 ± 0.76 <sup>b</sup>	-0.46 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.74 ± 0.02 <sup>c</sup>
5	37.27 ± 0.75 <sup>ab</sup>	-0.60 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.14 ± 0.12 <sup>b</sup>

Remark: D<sub>4,3</sub>: Droplet size distribution with a mean diameter of set 4 and 3 emulsions

## 5 การพัฒนาครีมเทียมจากข้าวไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมคือสูตรที่ 2 แปรปริมาณของน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นร้อยละ 50, 60 และ 70 นำมาผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโกโก้เย็นพบว่าที่ความเข้มข้นทุกระดับไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ของประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส แต่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านสีและรสชาติ โดยครีมเทียมผสมสำเร็จรูปจากข้าวที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 60 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.03 (Table 13) และเมื่อเปรียบเทียบความ

แตกต่างของสายพันธุ์ข้าวทั้งสองชนิดไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ในทุกๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยครีมเทียมจากข้าวทั้งสองสายพันธุ์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกันคือคะแนนการยอมรับในระดับมากคือคะแนน 6-7 (Table 14) ดังนั้นข้าวสายพันธุ์ชยันนาท 1 ซึ่งเป็นข้าวราคาถูกสามารถพัฒนาผลิตเป็นครีมเทียมเหลวผสมสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงครีมเทียมเหลวจากข้าวสายพันธุ์ดอกมะลิ 105 ที่มีคุณสมบัติเด่นด้านกลิ่นข้าว และราคาที่สูงกว่า

**Table 13** Sensory evaluation of nondairy creamer from rice in cool cocoa drinking

Sucrose (%)	color	odor <sup>ns</sup>	taste	texture <sup>ns</sup>	overall liking
50	7.20 ± 0.81 <sup>a</sup>	6.33 ± 1.30	5.37 ± 1.71 <sup>b</sup>	6.13 ± 1.31	6.37 ± 1.33 <sup>ab</sup>
60	7.27 ± 0.94 <sup>a</sup>	6.43 ± 1.41	6.33 ± 1.73 <sup>a</sup>	6.60 ± 1.33	7.03 ± 1.56 <sup>a</sup>
70	6.53 ± 1.81 <sup>b</sup>	6.03 ± 1.61	5.43 ± 1.91 <sup>ab</sup>	5.83 ± 1.70	5.87 ± 1.78 <sup>b</sup>

Remark: mean ± SD values in the same column with different letters are statistically different ( $p \leq 0.05$ ).

ns means non-significant difference ( $p > 0.05$ ) in the same column

**Table 14** Attribute characteristics of rice with two different types

type	color <sup>ns</sup>	odor <sup>ns</sup>	taste <sup>ns</sup>	texture <sup>ns</sup>	overall liking <sup>ns</sup>
Chai Nat 1	7.37 ± 0.93	6.13 ± 1.55	5.60 ± 1.83	6.77 ± 1.17	6.27 ± 1.41
Dok Mali 105	7.27 ± 0.94	6.43 ± 1.41	6.33 ± 1.73	6.60 ± 1.33	7.03 ± 1.56

Remark: ns means non-significant difference ( $p > 0.05$ ) in the same column.

## 6. การวิเคราะห์จุลินทรีย์ของครีมเทียมจากข้าว

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า สูตรครีมเทียมจากข้าวสายพันธุ์ Dok Mali 105 มีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดน้อยกว่า 10 cfu/g ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 cfu/g ตรวจไม่พบ *E. coli* และมีค่า MPN เท่ากับ 0 (Table 15) ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 พ.ศ. 2543 กำหนดให้ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.01 กรัม [17] ซึ่งครีมเทียมจากข้าวที่พัฒนาได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน แต่เนื่องจากการทดลองไม่ได้ตรวจสอบอายุการเก็บรักษา เพราะครีมเทียมจากข้าวเป็นชนิดที่ไม่ผ่านการทำให้แห้งหรือเป็นผง สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นได้นานประมาณ 5 วัน จึงวิเคราะห์เพียงค่าจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่านั้น

**Table 15** Microbiological qualities of nondairy creamer from rice

Microbiological qualities	Amount
Total Plate Count (CFU/g)	<10
Yeast and Mold (CFU/g)	<10
<i>Escherichia coli</i>	ND
MPN	0

Remark: ND = not detected

## สรุปผล

การพัฒนาข้าวสายพันธุ์ชัยนาท 1 มาผลิตแป้งข้าวด้วยวิธีการไม่แห้ง จะให้องค์ประกอบทางเคมีคงเหลือมากกว่าวิธีการไม่เปียก และเมื่อนำมาผลิตนํ้านมข้าวเสริมสารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ CMC ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ LBG ความเข้มข้นร้อยละ 0.17 พบว่าให้ค่าความหนืดและความคงตัวใกล้เคียงกับนมผสมต้นแบบมากที่สุด เมื่อผลิตเป็นครีมเทียมอิมัลชันโดยใช้สาร N-CREAMER 46 และ TWEEN 20 เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 2.10 และ 0.42 จะให้อิมัลชันมีค่าความคงตัวสูงสุด เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโกโก้สูตรเย็นที่แปรปริมาณน้ำตาลซูโครสในส่วนผสมร้อยละ 60 ผู้บริโภคจะให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 7.03 คะแนน โดยให้คุณลักษณะเครื่องดื่มมีรสหวานมัน เนื้อสัมผัสละเอียดใกล้เคียงกับโกโก้ที่ใช้ครีมเทียมสูตรต้นแบบมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เริ่มต้นไม่พบการเจริญของเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *E. coli* ด้วย

**เอกสารอ้างอิง**

- [1] Prieke, P.E., Wei, L.S., Nelson, A.I. and Steinberg, M.P. (1980). Suspension stability of Illinois soybean beverage. *Journal of Food Science*. 45: 242-245.
- [2] McClements, D.J. (1999). *Food emulsions: principles. Practice. and Techniques*. CRC Press LLC. Florida pp. 161-265.
- [3] Sherman, P.A. (1995). Critique of some methods proposed for evaluating the emulsifying capacity and emulsion stabilizing performance of vegetable proteins, *Italian Journal of food Science*. 7: 3-10.
- [4] Ann, L.G. and Noreen, B.G. (1998). Full-fat rice bran and oat bran similarly reduce hypercholesterolemia in humans *Journal of Nutrition*. 128(5): 865-869.
- [5] Alice, H.L., Lynne, M.A., Wanda, C., Lisa, J. and Gualtieri, J. L. (2011). Rice bran oil consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *American Heart Association*.
- [6] สุนทร ตรีรัตน์. (2547). คุณค่าทางโภชนาการของข้าว. ค้นเมื่อ 12 มกราคม 2554 จาก [www.silvergreenshop.org](http://www.silvergreenshop.org).
- [7] A.O.A.C. (2000). *Official Method of Analysis*. 17<sup>th</sup> ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.1588 p.
- [8] ปิติกานต์ ตติยพันธ์. (2548). บทบาทของอิมัลซิไฟเออร์ สเตบิลไลเซอร์และโปรตีนต่อลักษณะคุณภาพของน้ำกะทิสเตอริไลซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [9] จันทิมา ภูงามเงิน, นภาพร เชี่ยวชาญ และสุวิษศิริวัฒน์โยธิน. (2547). ผลของสารเพิ่มความคงตัวบางชนิดต่อคุณภาพน้ำกะทิมันสูงบรรจุกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.
- [10] Lawless, H.T. and Heymann, H. (1998). *Sensory evaluation of food principles and practices*. Chapman & Hall. 819p.
- [11] Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Method in Food Microbiology*. Academic Press. USA.
- [12] McWatters, K.H. and Holmes, M.R. (1979). Influence of pH and salt concentration on nitrogen solubility and emulsification properties of soy flour. *Journal of food Science*. 44: 770-773.
- [13] นราธิป เตียววิช. (2539). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [14] เทพกัญญา ตันตโยทัย. (2545). ผลของอิมัลซิไฟเออร์และแซนแทนกัมต่อความคงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำและการนำไปใช้ในอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [15] Bergenstahl, G. (1997). Physicochemical aspects of an emulsifier functionality, in *Food Emulsifiers and Their Applications*, Hasenhuettl, G.L. and Hartel, R.W., Eds Chapman and Hall, New York.
- [16] Maria S.C., H.I. Cristian, J.C. Roberto and L.H. Maria. (2010). Stability of emulsions

formulated with high concentrations of sodium caseinate and trehalose. Journal Food Research International. 43. 1482–1493.

- [17] กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 208. (พ.ศ. 2543). เรื่องครีม. ลงวันที่ 4 มีนาคม 2523.