

# การศึกษาเบื้องต้นของแป้งธัญพืช 5 ชนิดเพื่อใช้ผลิต เครื่องดื่มเลียนแบบนม

## Preliminary Study of Using 5 Cereal Flours for Imitation Milk Production

อรพิน เกิดชูชื่น<sup>1</sup>

Orapin Kerdchoechuen

พร้อมลักษณ์ สรรพोक้า<sup>2</sup>

Promluk Sanporkah

ณัฐา เลาหกุลจิตต์<sup>1</sup>

Natta Laohakunjit

สุภัทร จันทรวรชัยกุล<sup>2</sup>

Suphat Janvorachaikul

### ABSTRACT

The preliminary study of using 5 cereal flours; rice, waxy rice, Job's tear seed, lotus seed, and sorghum, for imitation milk production was conducted. It was found that the 5 cereal flours in the mixture product could be used at the maximum of 11, 7, 8, 7 and 2 % by weight, respectively. In addition, using 5 cereal flours in the mixture design at 6% (flours: water = 6:94) resulted in the best sensory score at the highest flavor and viscosity scores. The mixture at 6% of 5 cereal flours had protein, lipid, ash, fiber, carbohydrate, calcium, and iron at 0.74, 0.18, 0.1, 0.08, 4.49, 2.24 and 0.22 % by weight, respectively. Finally, adding sugar and oil at 6% by weight had the highest sensory score and the best physical and physico-chemical properties than the other mixtures.

**Key words:** Imitation milk, Rice, Waxy rice, Job's ear seed, Lotus seed, Sorghum flour.

### บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นของแป้งธัญพืช 5 ชนิด เพื่อใช้ผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม พบว่า มีความเป็นไปได้ในการนำแป้งธัญพืช 5 ชนิด คือ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดี๋ย

แป้งเมล็ดบัว และแป้งข้าวฟ่าง มาใช้ผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมโดยใช้แป้งดังกล่าวได้ไม่เกินร้อยละ 11 7 8 7 และ 2 โดยน้ำหนักตามลำดับ สำหรับการศึกษาการใช้แป้ง 5 ชนิดในส่วนผสม

<sup>1</sup> คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

<sup>2</sup> คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Faculty of Public Health, Mahidol University.

พบว่าแป้งร้อยละ 6 ให้คะแนนความชอบและคุณสมบัติด้านความหนืดเหมาะสมกว่าการใช้แป้งผสมร้อยละ 4 และ 8 ซึ่งส่วนผสมของแป้ง 5 ชนิดในอัตราส่วนแป้ง : น้ำ เท่ากับ 6 : 94 ให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน เกลือ เส้นใย คาร์โบไฮเดรต แคลเซียมและเหล็ก ร้อยละ 0.74 0.18 0.1 0.08

4.49 2.24 และ 0.22 ตามลำดับ ส่วนการใช้ น้ำตาลและน้ำมันในส่วนผสมของแป้งร้อยละ 6 พบว่า การใช้ น้ำตาลและน้ำมันร้อยละ 6 โดย น้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับมากที่สุด คุณสมบัติทางเคมีและทางเคมีกายภาพดีกว่าการ ใช้ น้ำตาลและน้ำมันปริมาณอื่นๆ

## บทนำ

แหล่งอาหารโปรตีนของประชากรทั่วโลก โดยมากได้มาจากสัตว์ แต่ในปัจจุบันนี้มีภาวะ หลายๆ อย่าง ได้แก่ ภาวะการติดเชื้อและการแพร่ระบาดของโรค ประกอบกับสารเคมีและยาตกค้าง ในผลิตภัณฑ์สัตว์ เป็นต้น มีผลทำให้แหล่ง โปรตีนจากสัตว์ขาดแคลน มีราคาแพง และไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคหันมานิยม บริโภคพืช ผัก ผลไม้ปลอดสารพิษ รวมทั้งรับ-ประทานอาหารมังสวิรัต และอาหารเพื่อสุขภาพ กันมากขึ้น ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ทางอาหาร หลายท่านมีความสนใจพยายามหาโปรตีนจาก แหล่งอื่นๆ ที่มีปริมาณสูง และมีราคาถูกกว่ามาใช้ ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ จากการศึกษาพบว่า ธัญพืชเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีราคาถูกกว่า เนื้อสัตว์และน้ำมัน และมีคุณค่าทางอาหารที่จำเป็น รวมทั้งหมด 7 ชนิด คือ แคลอรี โปรตีน ฟอสฟอรัส เหล็ก โพแทสเซียม ไรโบฟลาวิน และไนอาซิน รวมทั้งสารอาหารอื่นๆ อีกหลายชนิด (อรอนงค์, 2532) ถึงแม้ว่าโปรตีนในธัญพืชจะมีคุณภาพด้อย กว่าโปรตีนจากสัตว์เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็น ต่ำกว่า แต่ธัญพืชก็มีคุณค่าอาหารด้านพลังงาน โดยเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามิน

โดยเฉพาะวิตามินบี ดังนั้นสามารถนำธัญพืชมา ใช้ทดแทนน้ำมันและผลิตภัณฑ์นมเป็นเครื่องดื่มนม เลียนแบบนม โดยอาจทดแทนเพียงบางส่วนหรือ ทดแทนทั้งหมดก็ได้ (Singh and Bains, 1988) ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมและผลิตภัณฑ์นมยังมี ปัญหาด้านกลิ่นรส ซึ่งผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ยอมรับ ทำให้การขยายตัวของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อยู่ใน วงจำกัด (Crisanta et al., 1990) จึงทำให้เกิดการ ศึกษาค้นคว้าพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมและ ผลิตภัณฑ์นม โดยการนำเอาวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ทั้ง จากพืชและสัตว์หลายแหล่งมาใช้ในการผลิต ซึ่ง วัตถุดิบจากพืชโดยเฉพาะธัญพืช ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น (Milner et al., 1978) การพัฒนานมพืชหรือเครื่องดื่มนมเลียนแบบ นมนี้ ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ นม นม เหมาะสำหรับผู้ที่มีอาการแพ้แลคโตส (lactose intolerance) เนื่องจากขาดเอนไซม์แลคเตส และ ต้องการไขมันจากพืชแทนไขมันสัตว์เพราะ ไขมันจากสัตว์มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด และโรคความดันโลหิตสูง (International Dairy Federation, 1990) ซึ่งเครื่องดื่มนมเลียนแบบนม จากเมล็ดธัญพืช (cereal grain) ที่มีการผลิต ได้แก่

เครื่องดื่มนมแบบนมจากข้าวโพด (corn milk) (วรรณช, 2526) เครื่องดื่มนมแบบนมจากข้าวเจ้า (rice milk) (Lin et al., 1988; Guerra et al., 1981) และเครื่องดื่มนมแบบนมจากปลายข้าวเจ้า (สมฤดี, 2540) เป็นต้น

การผลิตเครื่องดื่มนมแบบนมจากเมล็ดพืชยังมีข้อจำกัด และมีปัญหาบางอย่างในการผลิต หรือมีปัญหาเรื่องวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต (สมชาย, 2523) เช่น การใช้วัตถุดิบจากเมล็ดพืช น้ำมันอาจมีปัญหาเกิดกลิ่นหืน (rancidity) ในระหว่างการเก็บ หรือเมล็ดพืชน้ำมันบางชนิด เช่น งา หรือฝ้าย จะมีปัญหาในเรื่องของสารพิษ คือ oxalate และ gossypol ตามลำดับ ส่วนถั่วลิสงมักมีสารพิษจากเชื้อรา *Aspergillus flavus* การผลิตเครื่องดื่มนมจากธัญพืชที่มีการทดลองวิจัยส่วนใหญ่จะใช้ธัญพืช เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี และข้าวทriticale มักใช้ในรูปแบบโปรตีน

สกัดและใช้ผสมกับน้ำนมวัว (Singh and Bains, 1988) แต่ธัญพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ประเทศไทยสามารถผลิตได้ปริมาณน้อยมาก และมีราคาแพง งานวิจัยนี้เห็นความสำคัญของธัญพืชที่มีปริมาณมากในประเทศไทย และล้วนแต่มีคุณค่าทางอาหาร เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว เม็ดบัว ลูกเดือย และข้าวฟ่าง (สุตถากร, 2541) ถ้าสามารถนำมาผสมกันและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมแบบนมที่ทรงคุณค่าได้ จะมีปริมาณกรดอะมิโนเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายทดแทนโปรตีนจากสัตว์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติและประชาชนอย่างยิ่ง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้ง 5 ชนิด คือ ข้าวกล้องเจ้า ข้าวกล้องเหนียว เม็ดบัว ลูกเดือย และข้าวฟ่าง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาดัดแปลงเป็นเครื่องดื่มนมแบบนม

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### 1. วัตถุดิบ

1.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยมีทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้องเจ้า ข้าวกล้องเหนียว เม็ดบัว ลูกเดือย และข้าวฟ่าง นำวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิดมาทำความสะอาดแล้วอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นไม่ด้วยเครื่องโม่ไฟฟ้า ร่อนแป้งผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (mesh) นำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C. 2 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นลดลง

เหลือร้อยละ 7

1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ (Physico-chemical properties) ของวัตถุดิบที่ผ่านการโม่ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต พีเอช (pH) ปริมาณอะมิโลส (amylose) ปริมาณแคลเซียม และเหล็ก

1.3 ติดตามการเปลี่ยนแปลงความชื้นหนืดของน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 ด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph เพื่อหา gelatinization temperature

1.4 หาอัตราส่วนแบ่งของวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิดเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมโดยใช้ปริมาณอัตราส่วนแบ่ง : น้ำ สูงที่สุดที่ผู้บริโภคจะยอมรับได้

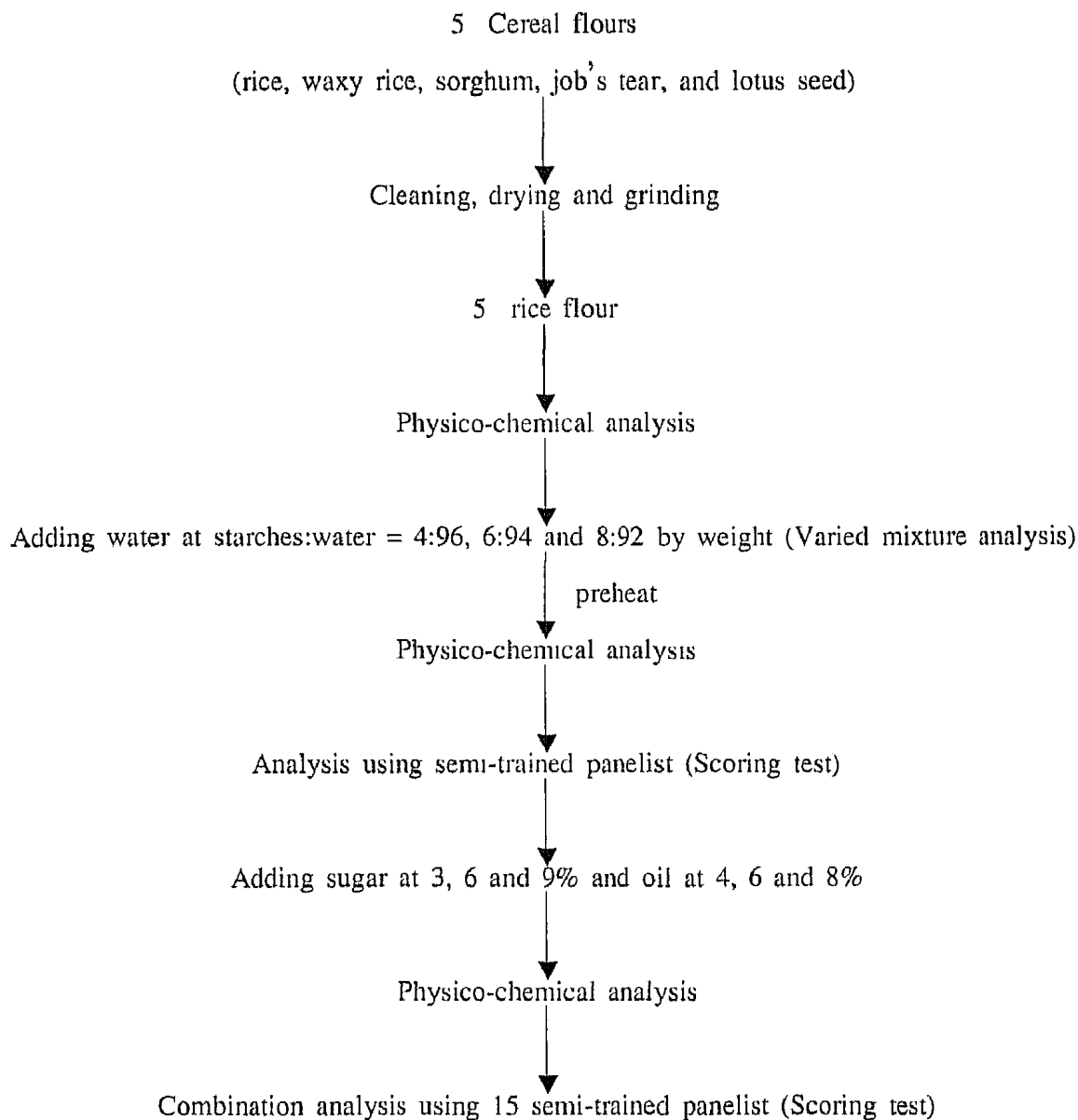
## 2. ศึกษาสูตรและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มเลียนแบบนมจากธัญพืช

2.1 นำอัตราส่วนแบ่งวัตถุดิบทั้ง 5 ชนิดที่ได้จากข้อ 1.4 มาแปรความเข้มข้นแบ่ง : น้ำ เท่ากับ 4 : 96 6 : 94 และ 8 : 92 (หรือใช้แบ่งร้อยละ 4 6 และ 8 โดยน้ำหนัก) โดยศึกษาการใช้อุณหภูมิในการให้ความร้อนเบื้องต้น (preheat) 3 ระดับ คือ 60 65 และ 70°ซ. นาน 5 10 และ 15 นาที ก่อนนำไปบรรจุลงในขวดแก้วฝาเกลียวที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และนำไปเก็บในตู้เย็น แล้วนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ pH และ ความหนืด (viscosity) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Scoring Test โดยวางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial in RCBD ขนาด 3×3×3 ทดลอง 2 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้

Duncan's New Multiple Range Test (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน เพื่อเลือกตัวอย่าง (treatment combination) ที่ดีที่สุด

2.2 ศึกษาหาปริมาณน้ำตาลทรายและน้ำมันถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับเครื่องต้มเลียนแบบนมจากธัญพืช นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.1 มาแปรปริมาณน้ำตาลทรายเป็นร้อยละ 3 6 และ 9 และปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 4 6 และ 8 นำมาผ่านกระบวนการผลิตเครื่องต้มเลียนแบบนมจากธัญพืชตามข้อ 2.1 โดยใช้ความดันในการโฮโมจีไนซ์ 12,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที และอุณหภูมิกับเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ คือ 65°ซ. 15 นาที บรรจุขวด ปิดฝา ทำให้เย็น และเก็บไว้ในตู้เย็น ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ pH และความหนืด วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial in CRD ขนาด 3×3 ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ความหวาน ความมัน ความข้น และการยอมรับรวม โดยวิธี Scoring Test วางแผนการทดลองแบบ Symmetrical Factorial in RCBD ขนาด 3×3 ทดลอง 2 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน

สำหรับขั้นตอนการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้



### ผลและการวิจารณ์

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพ และคุณสมบัติของแป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดี๋ย แป้งเม็คบัว และแป้งข้าวฟ่าง

1.1 ผลการศึกษา พบว่า แป้งเม็คบัว มี

โปรตีน เถ้า และ เส้นใย สูงที่สุด ในขณะที่ แป้งลูกเดี๋ยมีไขมันสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า แป้งข้าวกล้องเจ้า และแป้งข้าวกล้องเหนียว มีองค์ประกอบทางเคมี ทั้งโปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยต่ำกว่าแป้งจากเม็คบัว ลูกเดี๋ยและข้าวฟ่าง

แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด (Table 1) สำหรับผลการศึกษาปริมาณอะมิโลส แคลเซียม และเหล็ก พบว่า แป้งเม็ดบัวและแป้งข้าวฟ่างมีอะมิโลสมากที่สุด แป้งข้าวกล้องเหนียวมีอะมิโลสต่ำที่สุด และแป้งเม็ดบัวมีแคลเซียมมากที่สุด สำหรับแป้งที่มีเหล็กสูงที่สุด คือ แป้งลูกเดือย (Table 2) จะเห็นว่าแป้งที่นำมาใช้ในการศึกษาทั้ง 5 ชนิดเป็นแป้งที่มีปริมาณไขมัน โปรตีน และเถ้ามากกว่าแป้งทั่วไป โดยทั่วไปแป้งจะมีปริมาณไขมัน โปรตีน และเถ้า ต่ำกว่าร้อยละ 1 (Swinkels, 1985; กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2543) การที่ปริมาณไขมัน โปรตีน และเถ้าของแป้งที่นำมาศึกษาทั้ง 5 ชนิดมีมากกว่าแป้งโดยทั่วไป เนื่องจากแป้งที่ใช้ โดยเฉพาะแป้งข้าวกล้องเจ้า และข้าวกล้องเหนียว เป็นแป้งที่ยังไม่ได้ขัดสีเอา

ส่วนของ bran ออกไป ซึ่งเป็นส่วนที่มีไขมันและโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนั้นจึงเป็นแป้งที่มีไขมันและโปรตีนสูงมากกว่าแป้งปกติ และพบว่าปริมาณไขมัน โปรตีน และเถ้าของแป้งทั้ง 5 ชนิดนี้ ซึ่งมีความชื้นประมาณ 7.23 - 7.46 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสูงกว่าแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวฟ่างที่มีความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ (Swinkels, 1985) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความชื้น แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของแป้งทั้ง 5 ชนิดสอดคล้องกับตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย (โภชนาการ, 2535) สำหรับปริมาณอะมิโลสในแป้งทั้ง 5 ชนิด ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณต่างกัน แต่จัดอยู่ในประเภทแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ (Juliano, 1985)

Table 1. Physico-chemical properties of rice, waxy rice, job's tear, lotus and sorghum seeds.

Cereal flours	Physico-chemical properties (%)					
	Moisture	Protein	Lipid	Ash	Fiber	Carbohydrate
Rice	7.23	7.88	2.36	0.90	0.94	80.69
Waxy rice	7.25	7.54	2.66	1.04	0.86	80.65
Job's tear seed	6.62	14.45	4.56	1.15	0.52	72.70
Lotus seed	7.46	21.56	2.17	3.74	2.49	62.58
Sorghum	7.44	10.61	2.33	1.09	1.65	76.88

Table 2. Amylose, calcium and iron contents in 5 cereal flours.

Cereal flours	Amylose (%)	Calcium (%)	Iron (%)
Rice	12	17.75	1.97
Waxy rice	7	23.39	1.88
Job's tear seed	9	18.89	5.99
Lotus seed	19	108.22	4.75
Sorghum	19	19.30	5.60

1.3 ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 ด้วยเครื่อง Brabender Visco-Amylograph เพื่อหา gelatinization temperature พบว่า แป้งลูกเดี๋ยมี pasting temperature สูงที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งเม็ดบัว แป้งข้าวฟ่าง และ แป้งข้าวกล้องเหนียว โดยมี pasting temperature เท่ากับ 84 82 75 74 และ 69 °ซ. ตามลำดับ แป้งข้าวกล้องเหนียวมี peak viscosity และความหนืดที่ 95°ซ. สูงที่สุด รองลงมาเป็นแป้งเม็ดบัว แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวฟ่าง และแป้งลูกเดี๋ยตามลำดับ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งลูกเดี๋ย และแป้งข้าวฟ่าง มีความหนืดที่ 95°ซ. 20 นาที เพิ่มขึ้น ในขณะที่แป้งอีก 2 ชนิด คือ แป้งข้าวกล้องเหนียว และแป้งเม็ดบัว ความหนืดจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับความหนืดที่ 50°ซ. กับที่ 95°ซ. พบว่าแป้งทุกชนิดมีความหนืดที่ 50°ซ. เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม จะพบว่า แป้งลูกเดี๋ยมี

breakdown ต่ำที่สุดเท่ากับ 0 แป้งข้าวฟ่างและแป้งข้าวเจ้ามี breakdown ต่ำเท่ากับ 1 ในขณะที่แป้งเม็ดบัวมี breakdown สูงที่สุด และมี setback ต่ำที่สุด แป้งข้าวกล้องเจ้าก็มี setback สูงที่สุด (Table 3) การที่แป้งลูกเดี๋ยและแป้งข้าวกล้องเจ้ามี pasting temperature สูง มากกว่า 80°ซ. จัดเป็นแป้งประเภท high gelatinization temperature สำหรับแป้งเม็ดบัว แป้งข้าวฟ่าง และแป้งข้าวกล้องเหนียวมี pasting temperature ระหว่าง 70 - 75°ซ. จัดเป็น medium gelatinization temperature (Little et al., 1958; งามชื่น, 2530)

ในการศึกษครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะมิโลสในแป้งทั้ง 5 ชนิด กับ pasting temperature แต่พบว่า pasting temperature ของแป้งทุกชนิดยกเว้น แป้งเม็ดบัว สัมพันธ์กับ breakdown โดยที่ pasting temperature สูง breakdown จะต่ำ แต่ในแป้งเม็ดบัว pasting temperature ต่ำ Breakdown จะสูง ที่เป็นเช่นนี้

Table 3. Brabender Visco-Amylograph curves of rice, waxy rice, job's tear seed, lotus seed and sorghum flour.

Cereal flours	Pasting temp. (°C)	Peak viscosity (B.U.)	Viscosity at 95°C	Viscosity at 95°C 20 min.	Viscosity at 50°C	Breakdown (B.U.)	Setback (B.U.)
Rice	82.9	441	408	440	1,061	1	620
Waxy rice	69.0	799	795	713	1,042	86	243
Job's tear seed	84.8	82	58	82	237	0	155
Lotus seed	75.4	741	739	539	891	202	150
Sorghum	74.6	203	199	202	463	1	260

อาจเนื่องมาจากเมล็ดบั่วจัดเป็นแป้งที่มีกำลังการพองตัวสูง (high swelling) เมื่อให้ความร้อนแก่แป้ง ทำให้แรงที่ยึดกันภายในโมเลกุลอ่อนตัวลง เม็ดแป้งแตกออกเมื่อได้รับแรงเฉือน ลักษณะกราฟความหนืดจึงสูงขึ้น แล้วลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการต้มสุก สำหรับแป้งข้าวฟ่าง ลูกเดือย และข้าวกล้องเจ้า เป็นเม็ดแป้งที่มีกำลังการพองตัวปานกลาง (moderate swelling) เม็ดแป้งไม่พองตัวมากถึงขั้นแตกออก จึงได้ลักษณะกราฟที่ไม่ปรากฏเป็นยอดสูงสุด มีค่าความหนืดสูงซึ่งอาจจะคงที่หรืออาจเพิ่มขึ้นระหว่างต้มสุก นอกจากนี้ไขมันและโปรตีนเป็นปัจจัยที่มีผลยับยั้งการพองตัวของเม็ดแป้ง (กล้านรงค์และเกื้อกูล, 2530) ทำให้แป้งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งมีโปรตีนและไขมันสูงมีอัตราการพองตัวน้อย จากค่าการเกิด gelatinization ของแป้งซึ่งมีผลต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไป จึงเลือกใช้อุณหภูมิการให้ความร้อนเบื้องต้นระหว่าง 60 - 70°ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า gelatinization temperature ของแป้งข้าวกล้อง-เหนียว แต่ไม่สูงกว่า gelatinization temperature ของแป้งอีก 4 ชนิด เป็นเวลานาน 5 นาที (Lin et al., 1988) ซึ่งถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดมากเกินไป

## 2. ผลการศึกษาหาสูตรและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มเลียนแบบนมจากแป้งข้าวกล้องเจ้า ข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดือย แป้งเม็ดบั่ว และแป้งข้าวฟ่าง

2.1 หาอัตราส่วนของแป้งผสมจากแป้ง 5 ชนิด คือ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดือย แป้งเม็ดบั่ว และแป้งข้าวฟ่าง โดยคำนวณปริมาณแป้งแต่ละชนิดที่จะใช้ได้สูงสุดเป็นร้อยละ และจากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณแป้งสูงสุดที่สามารถเป็นที่ยอมรับมีดังนี้ : - แป้งข้าวกล้องเจ้า ปริมาณสูงสุดคือร้อยละ 11 ถ้าใช้มากกว่านี้ผลิตภัณฑ์จะมีความข้นหนืด มี body มาก แป้งข้าวกล้องเหนียว ปริมาณสูงสุดคือร้อยละ 7 ถ้าใช้มาก ผลิตภัณฑ์จะมีความข้นหนืด มี body มากเกินไป และแป้งชนิดนี้เกิด gel เร็ว เนื่องจากมี pasting temperature ต่ำประมาณ 69°ซ. และมีอะมิโลสต่ำ ดูดซึมน้ำและขยายตัวได้น้อย แป้งลูกเดือย ปริมาณสูงสุดคือร้อยละ 8 ถ้าใช้มากเกินไป ผลิตภัณฑ์จะสากคอบเนื่องจากแป้งสามารถพองตัวได้แม้จะมีน้ำน้อย รวมทั้งมี pasting temperature สูงจึงเกิดเป็น gel ได้ยากและช้า ส่วนแป้งเม็ดบั่ว ปริมาณสูงสุดคือร้อยละ 7 ถ้าใช้มากกว่าร้อยละ 7 ผลิตภัณฑ์จะมีรสฝาดเค็ม และแป้งข้าวฟ่าง ปริมาณสูงสุดคือร้อยละ 2 ถ้าใช้มาก ผลิตภัณฑ์จะสาก และเนื้อสัมผัสจะไม่ละเอียด เนื่องจากแป้งชนิดสามารถพองตัวได้แม้จะเป็นน้ำน้อยมาก

เมื่อนำแป้งผสม 5 ชนิดในปริมาณสูงสุดของแป้งแต่ละชนิดไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน แคลเซียม เหล็ก ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต พบว่า มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 4.28 13.08 1.27 1.01 และ 26.27 โดยน้ำหนักตามลำดับ (Table 4)



**Table 4.** Content of protein, calcium, iron, lipid and carbohydrate in the cereal mixture at the maximum mixture usage.

Cereal flours	Maximum mixture usage (%)	Content in the cereal mixture				
		Protein (%)	Calcium (mg)	Iron (mg)	Lipid (%)	Carbohydrate (%)
Rice	11	0.87	1.95	0.22	0.26	8.88
Waxy rice	7	0.53	1.64	0.13	0.19	5.65
Job's tear seed	8	1.16	1.52	0.48	0.36	5.82
Lotus seed	7	1.51	7.58	0.33	0.15	4.38
Sorghum	2	0.21	0.39	0.11	0.05	1.54
Total	35	4.28	13.08	1.27	1.01	26.27

จะเห็นได้ว่าสูตรผสมของแป้งผสมทั้ง 5 ชนิด มีสารอาหารหลายชนิดเช่น โปรตีน แคลเซียม เหล็ก ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มนมเลียนแบบนมได้ โดยเฉพาะโปรตีน แคลเซียม และเหล็กเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญในผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งเป็นสารอาหารจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับตามข้อกำหนดของ Thai RDI ในปริมาณดังนี้ โปรตีน 50 กรัม/วัน แคลเซียม 800 มิลลิกรัม/วัน และเหล็ก 15 มิลลิกรัม/วัน (อนามัย, 2541) อย่างไรก็ตามถ้าใช้อัตราส่วนของแป้งแต่ละชนิดในปริมาณสูงสุดที่สามารถนำมาใช้ได้ ทำให้ได้ปริมาณของแป้งผสมทั้งหมดร้อยละ 35 และน้ำร้อยละ 65 ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงและไม่เป็นที่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาหาอัตราส่วนของแป้งผสมค่อน้ำที่เหมาะสมต่อไป

2.2 หาอัตราส่วนของแป้งผสมธัญพืชทั้ง 5 ชนิด ต่อ น้ำ ในการผลิตเครื่องดื่มนมเลียนแบบนมจากธัญพืช โดยใช้แป้งผสมธัญพืชทั้ง 5 ชนิดตาม

อัตราส่วนที่ได้จากข้อ 2.1 นำมาเตรียมผลิตภัณฑ์เลียนแบบจากนมธัญพืชโดยแปรปริมาณของแป้งผสมเป็นร้อยละ 4 6 และ 8 โดยน้ำหนักนำไปให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 65 และ 70°C. เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และประเมินผลการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ โดยวิธี Scoring Test ให้ผู้ทดสอบ จำนวน 15 คน

ผลการทดสอบความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 65 และ 70°C. เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที พบว่า อุณหภูมิ 65°C. นาน 5 นาทีเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการใช้เป็นความร้อนเบื้องต้นเนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวทำให้แป้งผสมมีความเข้มข้น ความหนืดพอเหมาะที่ผู้บริโภคยอมรับ ส่วนที่อุณหภูมิต่ำและเวลาด้านนี้ ทำให้น้ำแป้งผสมมีเนื้อสัมผัสหยาบและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ เนื่องจากแป้งทุกชนิดมี gelatinization temperature สูงกว่า 65°C. การใช้อุณหภูมิต่ำทำให้แป้งบางชนิดไม่พองตัว จึงทำให้น้ำสัมผัส

ของน้ำแป้งผสมไม่เป็นที่ยอมรับ แต่การใช้อุณหภูมิสูง ทำให้แป้งมีการพองตัวมาก มีความชื้นและความหนืดมากเกินกว่าที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม

สำหรับผลการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสและความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ พบว่า แป้งผสมร้อยละ 6 และ 8 ได้คะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 15 คน ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างจากแป้งผสมร้อยละ 4 สำหรับ pH และความหนืด พบว่า เมื่อความเข้มข้นของแป้งผสมเพิ่มมากขึ้น pH

และความหนืดเพิ่มมากขึ้นด้วย (Table 5) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือก แป้งผสมร้อยละ 6 มาใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากเป็นอัตราส่วนผสมที่มีความเข้มข้นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ และมี pH เป็นกลางและความหนืดอยู่ในระดับปานกลาง ประมาณ 19 cP ซึ่งแป้งผสมอัตราส่วนร้อยละ 6 นี้มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และเหล็ก เท่ากับร้อยละ 0.74 0.18 0.1 0.08 4.49 2.24 และ 0.22 ตามลำดับ (Table 6) ปริมาณสารอาหารดังกล่าว โดยเฉพาะโปรตีนมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐาน แต่ผลิตภัณฑ์

**Table 5.** Mean scoring of testing the concentration of the mixture at 4, 6 and 8 % and pH and viscosity of the mixture after preheating at 65°C for 5 min.

Cereal mixture:water (%)	Mean scoring of testing the concentration of the mixture	Physico-chemical of the mixture	
		pH	Viscosity (cP)
4	4.72 <sup>b</sup>	6.652	15.43 <sup>c</sup>
6	6.64 <sup>a</sup>	6.320	19.40 <sup>b</sup>
8	6.84 <sup>a</sup>	6.175	24.10 <sup>a</sup>
F-test	**	NS	**
% CV	27.81	4.15	3.23

**Table 6.** Physico-chemical properties of rice, waxy rice, job's tear, lotus and sorghum seeds.

Cereal flours	Physico-chemical properties (%)						
	Protein	Lipid	Ash	Fiber	Carbohydrate	Calcium	Iron
Rice	0.15	0.05	0.02	0.02	1.52	0.34	0.04
Waxy rice	0.09	0.03	0.01	0.01	0.97	0.28	0.02
Job's tear seed	0.20	0.06	0.02	0.01	0.99	0.26	0.08
Lotus seed	0.26	0.03	0.05	0.03	0.75	1.29	0.06
Sorghum	0.04	0.01	0.00	0.01	0.26	0.07	0.02
Total	0.74	0.18	0.10	0.08	4.49	2.24	0.22

เลียนแบบนมที่ดีต้องมีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 (สมชาย, 2523; อนามัย, 2541) ดังนั้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโดยเติมโปรตีนในรูปของเคซีน (caseinate)

### 3. ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและน้ำมันถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มนมเลียนแบบนมจากธัญพืช

โดยใช้น้ำแป้งผสม : น้ำ เท่ากับร้อยละ 6 ผสมน้ำตาลร้อยละ 3 6 และ 9 และน้ำมันร้อยละ 4 6 และ 8 ผลการศึกษา พบว่า เมื่อใช้น้ำตาล

ร้อยละ 6 ได้รับคะแนนด้านความหวานมากที่สุด สำหรับความมันของส่วนผสม พบว่า ใช้น้ำมันร้อยละ 8 มีความมันมากที่สุด แต่คะแนนความมันไม่แตกต่างกับเมื่อใช้น้ำมันร้อยละ 6 ส่วนความเข้มข้น พบว่า การใช้น้ำตาลร้อยละ 6 และ 9 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นมากกว่าการใช้น้ำตาลร้อยละ 4 ความชอบโดยรวมพบว่า เมื่อน้ำตาลร้อยละ 6 มีความชอบโดยรวมมากที่สุด และปริมาณน้ำมันที่ใช้ไม่พบความแตกต่างด้านความชอบรวม (Table 7) สำหรับคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า การใช้

Table 7. Scoring of the product at varied sugar (3, 6 and 9%) and oil (4, 6 and 8%).

Sugar (%)	Oil (%)	Scoring			
		Sweetness	Oily	Concentration	Flavor
3		6.75 <sup>b</sup>	6.67 <sup>b</sup>	6.61 <sup>b</sup>	6.22 <sup>b</sup>
6		7.41 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>
9		6.38 <sup>b</sup>	7.14 <sup>a</sup>	7.08 <sup>a</sup>	6.28 <sup>b</sup>
F-Test		**	**	**	*
	4	6.71	6.71 <sup>b</sup>	6.73	6.19
	6	6.95	7.07 <sup>ab</sup>	7.04	6.44
	8	6.88	7.43 <sup>a</sup>	7.21	6.72
F-Test		NS	*	NS	NS
3	4	6.50	6.29	6.29	5.75
	6	6.79	6.63	6.54	6.46
	8	6.96	7.08	7.00	6.46
6	4	7.20	7.00	7.12	6.60
	6	7.76	7.72	7.60	6.96
	8	7.28	7.40	7.12	6.96
9	4	6.42	6.81	6.77	6.19
	6	6.31	6.85	6.95	5.92
	8	6.42	7.77	7.50	6.73
F-Test		NS	NS	NS	NS
% CV		25.84	20.48	19.77	23.16

น้ำตาลร้อยละ 9 และน้ำมันร้อยละ 6 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืด และ TSS สูงที่สุด สำหรับ pH พบว่าการใช้น้ำตาลร้อยละ 9 ทำให้ pH ของผลิตภัณฑ์สูงที่สุด (Table 8) ดังนั้นจึงเลือกใช้ น้ำตาลและน้ำมันผสมในปริมาณร้อยละ 6 โดย น้ำหนัก เพราะทำให้มีความหนืดและ pH เหมาะสมและสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส การที่เติมน้ำตาลทรายมีผลทำให้

ความหนืดเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำตาลทรายเป็นน้ำตาล ซูโครส ละลายน้ำได้ มีผลทำให้ความหวานเพิ่มขึ้น และทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนการ เติมน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์ที่มีความหนืด และเมื่อนำมาผ่านการโฮโมจิไนส์จะ ลดขนาดของเม็ดไขมันและทำให้ไขมันกระจายตัว ได้ดี มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น

Table 8. Physico-chemical properties of the products at varied sugar (3, 6 and 9%) and oil (4, 6 and 8%)

Sugar (%)	Oil (%)	pH (28.6 °C)	Viscosity (cP)	TSS (°Brix)
3	4	6.12 <sup>d</sup>	20.40 <sup>f</sup>	4.5 <sup>e</sup>
	6	6.16 <sup>d</sup>	22.00 <sup>d</sup>	4.5 <sup>e</sup>
	8	5.95 <sup>e</sup>	21.75 <sup>d</sup>	5.0 <sup>d</sup>
6	4	6.12 <sup>d</sup>	22.4 <sup>c</sup>	7.5 <sup>c</sup>
	6	6.48 <sup>b</sup>	20.65 <sup>f</sup>	8.0 <sup>b</sup>
	8	6.13 <sup>d</sup>	21.10 <sup>e</sup>	8.0 <sup>b</sup>
9	4	6.29 <sup>c</sup>	19.30 <sup>g</sup>	11.0 <sup>a</sup>
	6	6.57 <sup>a</sup>	23.35 <sup>b</sup>	11.0 <sup>a</sup>
	8	6.36 <sup>c</sup>	26.45 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>
F-Test		**	**	**
% CV		0.57	0.69	0

## บทสรุป

การศึกษานี้พบว่า มีความเป็นไปได้ในการนำแป้งธัญพืช 5 ชนิด คือ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดี๋ย แป้งเม็ดบัว และแป้งข้าวฟ่าง มาใช้ผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม โดยใช้แป้งดังกล่าวได้ไม่เกินร้อยละ 11 7 8 7

และ 2 โดยน้ำหนัก แป้งผสมในอัตราส่วน ดังกล่าวนี้นี้มีโปรตีน แคลเซียม เหล็ก ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 4.28 13.08 1.27 1.01 และ 26.27 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับ การศึกษาการใช้แป้ง 5 ชนิดในส่วนผสม พบว่า

แป้งร้อยละ 6 ให้คะแนนความชอบและคุณสมบัติด้านความหนืดที่เหมาะสม มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม และเหล็ก ร้อยละ 0.74 0.18 0.1 0.08 4.49 2.24 และ 0.22 ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำตาลและน้ำมันในส่วนผสมของแป้งร้อยละ 6 พบว่า การใช้น้ำตาลร้อยละ 6 และน้ำมันร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับมากที่สุด และให้คุณสมบัติทางเคมีและทางเคมีกายภาพดีที่สุด ถึงแม้ว่าเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากรัษฎีทั้ง 5 ชนิดจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมก็ตาม แต่

ปริมาณโปรตีนก็ไม่น้อยจนเกินไป ยังมีปริมาณสารอาหารอื่นเช่นแคลเซียมและเหล็กในปริมาณที่สูง และยังให้กากใยอาหารด้วย ดังนั้นธัญพืชทั้ง 5 ชนิดสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นเครื่องดื่มเลียนแบบนมทดแทนนมวัวสำหรับผู้บริโภคที่มีอาการแพ้ และผู้บริโภคทั่วไปที่สนใจบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากรัษฎีทั้ง 5 ชนิดนอกจากมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่า Thai RDI กำหนดไว้ ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่ต้องปรับปรุงซึ่งจะได้ดำเนินการศึกษาต่อไป

### คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือจาก คณะทรัพยากรชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล รวมทั้งคุณ

พองจันทร์ ชลากลาง และคุณพรนุช ภาสุรวงศ์ ที่ช่วยดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณในความร่วมมือมา ณ ที่นี้ด้วย

### เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 292 หน้า.  
งามชื่น คงเสรี. 2530. คุณภาพข้าว การสัมมนาเทคโนโลยีเพื่อการส่งออกสินค้าเกษตรและปศุสัตว์. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. หน้า 6 - 7.  
โภชนาการ, กอง. กรมอนามัย. 2535. ตาราง

แสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.  
ศุลกากร, กรม 2541. สถิติการนำเข้า-ส่งออกของประเทศไทย. [http://database.samart.co.th/cgi-bin/IP/customs/stat/check\\_mem1.pl?](http://database.samart.co.th/cgi-bin/IP/customs/stat/check_mem1.pl?)  
วรณัฐ ครุฑโกไทย. 2526. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับกระบวนการผลิตนมข้าวโพด. วิทยาลัยปริญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

- ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย ประภาวัต. 2523. นมเทียมจากพืช. *อาหาร*. 12: 296 - 313.
- สมฤดี วิบูลพัฒน์วงศ์. 2540. การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากปลายข้าวเจ้า. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- อนามัย, กรม. 2541. จุลากโภชนาการ. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182).
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. เคมีธัญญาหาร. *ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- Crisanta, F., Galvez, F., Resurrecion, A.V.A. and Kochlev, D.E. 1990. Optimization of processing of peanut beverage. *Journal of Sensory Studies*. 5 : 1 - 17.
- Guerra, M.J., Gonzalez, D., Jaffe, W.G. and Caldoeron, M. 1981. Formulations of a high-nutrition value based on rice. *Archivos Latinoamericanos de Nutrition* 31(2) : 338 - 349.
- International Dairy Federation. 1990. Consumption statistics for milk and milk products. Bulletin No.246. *Brussel : Belgium*.
- Juliano, B.O. 1985. Rice: Chemistry and technology. 2<sup>nd</sup> ed. St. Paul, MN, USA. Am. Assoc. Cereal Chem. 774 pp.
- Lin, T.C., Shao, Y.Y. and Chaing, W. 1988. Investigation of the processing and the quality of rice milk. *Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society*. 26 (1) : 130 - 137.
- Little, R.R., Hilder, G.B. and Dawson, E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled rice. *Cereal Chem*. 35 : 111 - 126.
- Milner, M., Scrimshaw, N.S. and Wang, D.I.C. 1978. Protein resources and technology. *Connecticut : AVI Publishing Company Inc*.
- Sign, T. and Bains, G.S. 1988. Grain extract - milk beverage: Processing and phytochemical characteristics. *Journal of Food Science*. 53 : 1387 - 1390.
- Swinkels, J.J.M. 1985. Source of starch: Its chemistry and physics. In G.M.A. Van Beynum and J.A. Roels (eds.). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 15 - 45.