

# ผลของสมบัติทางเคมี และเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวผสมที่มีต่อคุณภาพข้าวหุงสุก

## Effect of chemical and physicochemical properties of mixed rice on cooking quality

อรุณี เชื้อแก้ว (Arune Chuekaew)<sup>1\*</sup>

วรณัฐ ศรีเจษฎารักษ์ (Voranuch Srijesdaruk)<sup>2</sup>

จันทน์ อูริยะพงศ์สรณ์ (Juntanee Uriyapongson)<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ทางเคมีเชิงฟิสิกส์ และคุณภาพการหุงสุกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผสมด้วยข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ปทุมธานี 1 ข้าวชัยนาท 1 และข้าว กข 23 โดยมีการผสมร้อยละ 20 30 และ 40 พบว่าแป้งผสมด้วยข้าวชนิดต่างๆ ในข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณแอมิโลสแบ่งข้าวทุกชนิดแตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 ( $p \leq 0.05$ ) ปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ปริมาณโปรตีนของข้าวปทุมธานี 1 ทุกอัตราส่วนการผสม กข 23 ที่ผสมร้อยละ 20 และชัยนาท 1 ที่ผสมร้อยละ 20 ไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 ( $p > 0.05$ ) ความหนืดสูงสุดของข้าวปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 60 ที่ระดับการผสมร้อยละ 20 30 และ 40 และชัยนาท 1 ร้อยละ 30 มีความหนืดสูงสุดไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางด้านเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ คุณภาพหุงต้มและลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวและข้าวผสมโดยใช้สมการเส้นตรงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าความสัมพันธ์ปริมาณแอมิโลสกับ ค่าเบรกดาว์น ความหนืดสุดท้าย ค่าการคินตัว ค่าพลังงานความร้อนในการเกิดเจล อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิสุดท้าย ร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันระยะเวลาในการหุง อัตราการอุ้มน้ำ และความแข็ง มีค่า ( $R^2 = 0.685, 0.575, 0.754, 0.497, 0.563, 0.697, 0.875, 0.756, 0.911$  และ  $0.942$ ) ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับค่าการคินตัว ค่าพลังงานความร้อนในการเกิดเจล ร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชัน อัตราการอุ้มน้ำ และความแข็ง ( $R^2 = 0.583, 0.518, 0.445, 0.462$  และ  $0.814$ ) ตามลำดับ แต่พบว่าปริมาณแอมิโลสมีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามกับความหนืดสูงสุด ปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสีย และความเหนียว  $R^2 = -0.563, -0.995$  และ  $-0.590$  และโปรตีนก็มีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามกับปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสีย  $R^2 = -0.647$  ตามลำดับและจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ข้าวผสมคือ ปทุมธานี 1 ของการผสมทุกอัตราส่วน ข้าวหอมสุพรรณบุรี 60 ร้อยละ 30 และชัยนาท 1 ร้อยละ 20 ผสมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความชอบคุณภาพด้านหุงสุกไม่แตกต่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 ( $p \leq 0.05$ )

<sup>1</sup>นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

<sup>2</sup>อาจารย์ปริญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

\*corresponding author, e-mail: vorsri@kku.ac.th

## Abstract

The main cultivar Khao Dawk Mali 105 mixed with other varieties (Suphan Buri 60, Pathum-Thani 1, Chai-nat 1 and RD 23) with 20, 30 and 40 % were evaluated for chemical, physicochemical and cooking properties. It was found that in mixed rice with Khao Dawk Mali 105, the amylose content of all treatments were different ( $p \leq 0.05$ ) but not different in lipid content ( $p > 0.05$ ). The protein content of mixed rice Pathum-Thani 1 at all mix ratios, RD 23 (20%) and Chai-nat 1 (20%) are not different from Khao Dawk Mali 105 ( $p > 0.05$ ). Pathum-Thani 1 and Suphan-Buri 60 in mix ratios of 20, 30 and 40% and Chai-nat 1 30 %, the highest peak viscosity were not different with Khao Dawk Mali 105 ( $p > 0.05$ ). The relationship between different properties was determined using linear regression. ( $p \leq 0.05$ ) Amylose content showed a positive correlation with peak viscosity, break down, final viscosity, set back, enthalpy of gelatinization, onset temperature, temperature at the end of gelatinization, % retrogradation and cooking time water holding and hardness ( $R^2 = 0.685, 0.575, 0.754, 0.497, 0.563, 0.697, 0.875, 0.756, 0.911$  and  $0.942$ ) respectively. Protein content showed a positive correlation with set back enthalpy of gelatinization, % retrogradation water holding and hardness ( $R^2 = 0.583, 0.518, 0.445, 0.462$  and  $0.814$ ) respectively but amylose content showed a negative correlation with peak viscosity cooking loss and stickiness  $R^2 = -0.563, -0.995$  and  $-0.590$  and protein content showed a negative correlation with cooking loss  $R^2 = -0.647$ . For sensory evaluation found that select Pathum-Thani 1 (all percentage mixed rate rice) Suphan-Buri 30 % and Chai-nat 1 20% had no difference likeness Khao Dawk Mali 105 in cooking properties. ( $p \leq 0.05$ )

**คำสำคัญ:** ข้าวผสม คุณสมบัติการหุงสุก

**Key words:** Mixed rice, Cooking property

## บทนำ

ข้าวหอมมะลิซึ่งเป็นข้าวที่มีกลิ่นหอมที่ดึงดูดใจผู้บริโภค รวมทั้งลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อหุงหรือนึ่งสุกแล้ว เมล็ดข้าวสุกอ่อนนุ่มมากกว่าข้าวเจ้าทั่วไป แต่่วนน้อยกว่า และหุงขึ้นหม้อ แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มเกินไปสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม เมื่อทำการแปรรูปข้าวหุงสุกแช่เยือกแข็งหรือข้าวผัดแช่เยือกแข็งมีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียวเกาะกันเป็นก้อน ไม่่วนชุย เมล็ดข้าวหัก ซึ่งผู้บริโภคไม่ต้องการ แต่ยอมรับเฉพาะความนุ่มและกลิ่นหอม นอกจากนี้ราคาข้าวหอมมะลิ 105 มีราคาสูง ดังนั้นการผสมข้าวซึ่งมีปริมาณแอมิโลสมากกว่าข้าวหอมมะลิ จะทำให้ข้าวหุงสุกมีความแข็งเพิ่มขึ้นและเมื่อนำมาหุงสุกมีความเหนียวใกล้เคียงข้าวหอมมะลิ เพิ่มความแข็งและ ลดการหักของข้าว

## วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางด้านคุณสมบัติเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ และการหุงสุกของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวหอมมะลิ 105 ผสมกับข้าวชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 60 ปทุมธานี 1 และกข 23 ในอัตราส่วนร้อยละ 0 20 30 และ 40 ที่มีต่อคุณภาพของข้าวหุงสุก

## วิธีการทดลอง

### 1. เตรียมตัวอย่าง

นำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวหอมสุพรรณบุรี 60 ข้าวชัยนาท 1 ปทุมธานี 1 และกข 23 ขัดขาว กำหนดระดับการสีที่ 8% โดยผสมข้าวหอมสุพรรณบุรี ข้าวชัยนาท 1 ปทุมธานี 1 และข้าวกข 23 ในข้าวขาว

ดอกมะลิ 105 ในอัตราส่วน 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มี 16 การทดลอง ทั้งหมด 17 ตัวอย่าง (รวม ข้าวขาวดอกมะลิร้อยละ 100)

### 1.1 คุณสมบัติทางเคมีของแป้งข้าวผสม

1.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส โดยใช้วิธีของ AACC 61-2003

1.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันและเถ้าโดยใช้วิธี AACC Standard method Approved Methods(1995) 40-15, 08-01, 46-13 และ 30-25 ตามลำดับ

### 1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวผสม

1.2.1 วิเคราะห์ความหนืดของแป้งข้าวผสม โดยใช้เครื่อง Rapid Visco amylograp (RVA) (Newport Scientific Pty.Ltd Warriewood Australia AACC Standard method Approved Methods) (1995) 61-02

1.2.2 วิเคราะห์การเกิดเจลและเปอร์เซ็นต์รีโทรเกรดชันของข้าวผสม การใช้พลังงานความร้อนของข้าวโดยใช้เครื่อง Difference Scanning Calorimeter (Perdon และคณะ, 1999) และหาเปอร์เซ็นต์การเกิดรีโทรเกรดชันด้วยวิธีของ Yamin และคณะ (1997)

### 1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติการหุงสุก

1.3.1 วิเคราะห์หาระยะเวลาในการหุงสุก โดยวิธีของ Singh และคณะ (2005)

1.3.2 อัตราส่วนการอุ้มน้ำของข้าวสุกโดยใช้วิธีของ งามชื่น คงเสรี (2542)

1.3.3 การขยายตัวของเมล็ดข้าวโดยใช้วิธีของ งามชื่น คงเสรี (2542)

1.3.4 การสูญเสียของแข็งระหว่างการหุงสุกของข้าวผสมโดยใช้วิธีของ Singh และคณะ (2005)

1.3.5 การยืดตัวของเมล็ดข้าวโดยใช้วิธีของ งามชื่น คงเสรี (2542)

### 1.4 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส และการรับประทานของข้าวหุงสุกผสม

#### 1.4.1 การเตรียมตัวอย่างข้าวหุงสุก

ตัวอย่างข้าวสารจากข้อ 1 จำนวน 1,000 กรัม มาล้างด้วยน้ำสะอาด รินน้ำทิ้ง และนำมาหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าแบบอัตโนมัติและอุ่นนาน 10 นาที (พอใจและอารีรัตน์, 2543) โดยอัตราส่วนของปริมาณข้าวต่อน้ำดังนี้ (รัชณี ศรีวรรณวิษ, 2541)

ปริมาณแอมิโลสในข้าวต่ำ ( 17 - 20)

อัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:1.7

ปริมาณแอมิโลสในข้าวปานกลาง (21-25)

อัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2.0

ปริมาณแอมิโลสในข้าวสูง (25-30)

อัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2.2

นำข้าวหุงสุกมาวัดคุณภาพดังนี้

1.4.2 วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องมือด้วยเครื่อง TA - TX Texture Analyzer Perdon และคณะ, (1999)

1.4.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ประเมินความชอบและการยอมรับต่อลักษณะ ความแข็ง ความเหนียว กลิ่น และความชอบโดยรวมของข้าวหุงสุกโดยใช้ผู้บริโภครวบรวมไปจำนวน 35-40 คน โดยใช้ 9-Hedonic scale และแผนทดสอบการชิมแบบ BCBD (Balance Complete Block Design)

### 1.5 วิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ การหุงสุกและเนื้อสัมผัส

1.5.1 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลคุณสมบัติทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ การหุงสุกและเนื้อสัมผัส

1.5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางเคมี เคมีกายภาพ การหุงสุก และเนื้อสัมผัสของข้าวสารและข้าวหุงสุกโดยใช้ความสัมพันธ์แบบสมการเส้นตรง

## ผลการทดลอง

### 1. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ การหุงสุกและเนื้อสัมผัสของแป้งข้าวและ ข้าวผสม

#### 1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

##### 1.1.1 ปริมาณแอมิโลส

ผลของการวิเคราะห์หาปริมาณแอมิโลส ทั้ง 17 ตัวอย่างของแป้งข้าวผสมแสดงในตารางที่ 1 พบว่าปริมาณของแอมิโลสของแป้งข้าวผสมเพิ่มมากขึ้น ตามอัตราส่วนของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105 และพบว่าข้าวผสมทั้ง 17 ตัวอย่างมีปริมาณแอมิโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) มีเพียงข้าวหอมมะลิ 105 ที่ผสมด้วยข้าว สุพรรณบุรี 60 ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และ ที่ผสมด้วยข้าวปทุมธานี 1 ร้อยละ 30 ที่มีปริมาณแอมิโลส ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

##### 1.1.2 ปริมาณโปรตีน

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณของโปรตีนของแป้งข้าวผสมเพิ่มขึ้น ตามอัตราส่วนของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105 มีเพียงสายพันธุ์เดียวที่ลดลงคือ ปทุมธานี 1 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าข้าวหอมมะลิ 105 เมื่อผสมข้าวปทุมธานี 1 ในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนต่าง ๆ ข้าวสายพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 23 เมื่อผสมในข้าวหอมมะลิในอัตราส่วนร้อยละ 20 พบว่า มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากปริมาณโปรตีนของข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) ที่  $p > 0.05$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

##### 1.1.3 ปริมาณไขมัน

จากตารางที่ 1 พบว่าของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) ( $p > 0.05$ )

##### 1.1.4 ปริมาณเถ้า

จากตารางที่ 1 พบว่าการผสมข้าวสุพรรณบุรี 60 ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และข้าวปทุมธานี 1 ในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และ 30 มีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) แต่เมื่อผสม ข้าว กข 23 และ ชัยนาท

1 ในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วน 20, 30 และ 40 ปริมาณเถ้ามีความแตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 1.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์

1.2.1 การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดของตัวอย่างน้ำแป้ง

##### 1) ความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity)

จากตารางที่ 2 พบว่าความหนืดสูงสุดของข้าวปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 60 ที่ระดับการผสมร้อยละ 20, 30 และ 40 และชัยนาท 1 ที่ผสมในข้าวหอมมะลิ 105 ที่ร้อยละ 30 มีความหนืดสูงสุดไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมิโลส โปรตีน ไขมันและเถ้าที่มีต่อความหนืดสูงสุดของข้าวแต่ละสายพันธุ์ในเชิงเส้นตรง ( $p \leq 0.05$ ) ปริมาณแอมิโลสเพิ่มมากขึ้นแต่ความหนืดสูงสุดของแป้งน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจาก โครงสร้างของแอมิโลสเป็นเส้นตรง จึงมีการจับกันติดกันได้มาซึ่งยากต่อการทำลายพันธะ ซึ่งต้องใช้ความร้อนสูง ดังนั้นปริมาณแอมิโลสสูงขึ้นทำให้แป้งมีความหนืดลดลง แต่ความสัมพันธ์ของปริมาณแอมิโลสและความหนืดสูงสุดนั้นเป็นการลดลงโดยค่า  $R^2$  เท่ากับ - 0.563 ซึ่งคล้ายกับ Cheng และคณะ (2005) ได้ปริมาณแอมิโลสในข้าวทองไข (ปริมาณแอมิโลสลดลง) พบว่า ความหนืดสูงสุดของแป้งลดลงเนื่องจากพันธะของแอมิโลสที่สามารถจับตัวกันหรือพองตัวก็น้อยหลังจากเกิดเจล และสอดคล้องกับไชยรัตน์และคณะ (2543) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของข้าวสารของไทยจำนวน 8 พันธุ์ ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ คือ ข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูงมีค่าความหนืดสูงสุดต่ำที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า  $R^2$  ของปริมาณโปรตีน (0.340) ไขมัน (0.326) และเถ้า (0.394) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับค่าความหนืดสูงสุด

2) ความหนืดของแป้งคงตัวเมื่อกวน (Trough)

จากตารางที่ 2 พบว่า กข 23 ชัยนาท 1 ที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105  $R^2$  เท่ากับ 0.857 ซึ่งมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความหนืดของแป้งคงตัวเมื่อกวนกับปริมาณแอมิโลส เท่ากับ 0.015 โปรตีน เท่ากับ 0.036 ไขมัน เท่ากับ 0.078 และเถ้า เท่ากับ 0.016 ; ( $p > 0.05$ ) แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

3) ความแตกต่างของความหนืดสูงสุด และความหนืดต่ำสุด (Break down)

จากตารางที่ 2 พบว่าค่า Break down ของข้าวหอมมะลิ 105 ที่ผสมด้วยสุพรรณบุรี 60 ในทุกอัตราส่วนไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (100%) ( $p > 0.05$ ) เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของคุณภาพทางด้านเคมี คือ ปริมาณแอมิโลส โปรตีน ไขมันและเถ้า กับค่า break down พบว่า มีเพียงปริมาณแอมิโลสเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับค่า Break down  $R^2$  เท่ากับ 0.685; ( $p \leq 0.05$ )

4) ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity )

จากตารางที่ 2 พบว่าความหนืดสุดท้ายของแป้งข้าวผสมเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของข้าวสายพันธุ์ต่างๆที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105 มากขึ้น (ค่า  $R^2$  ของข้าวสุพรรณบุรี 60 = 0.804 ข้าวปทุมธานี 1 = 0.657 ข้าว กข 23 = 0.879 และข้าวชัยนาท 1 = 0.952; ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงมีเพียงค่าความหนืดสุดท้ายที่มีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุดต่อปริมาณแอมิโลส  $R^2$  เท่ากับ 0.575

5) ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุดหรือค่าการคืนตัว (set back)

จากตารางที่ 2 พบว่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุดของแป้งข้าวผสมเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนของข้าวสายพันธุ์ต่างๆที่ผสมลงในข้าวหอมมะลิ 105 ค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับข้าวสุพรรณบุรี 60 = 0.915 ข้าวปทุมธานี 1 = 0.913 ข้าว กข 23 = 0.988 และข้าวชัยนาท 1 = 0.988; ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุดของข้าวหอมมะลิ 105 มีค่าการคืนตัว

ไม่แตกต่างจากข้าวปทุมธานี 1 ที่ผสมในข้าวหอมมะลิ 105 ปริมาณร้อยละ 20 ( $p > 0.05$ ) เท่านั้น และพบว่าปริมาณแอมิโลส และปริมาณโปรตีนเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับค่าการคืนตัว โดยค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.754 และ 0.583 ตามลำดับ ( $p \leq 0.05$ )

1.2.2 การวัดค่าพลังงานในการเกิดเจล และการเกิดรีโทรเกรเดชัน

1) การวัดค่าพลังงานในการเกิดเจลเริ่มต้น

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อผสมข้าวทุกสายพันธุ์ของอัตราส่วนการผสมมีความสัมพันธ์ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจล ( $T_g$ ) โดยมีค่า  $R^2$  ในข้าวสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ 0.849 ข้าวปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.923 ข้าว กข 23 เท่ากับ 0.954 และข้าวชัยนาท 1 เท่ากับ 0.966 ( $p \leq 0.05$ ) แต่ข้าว กข 23 และข้าวชัยนาท 1 ที่ผสมในข้าวหอมมะลิ 105 ทำให้เกิดพีคของค่าพลังงานความร้อนที่ทำให้เกิดเจล 2 พีค เนื่องจากอุณหภูมิสูงสุด ( $T_p$ ) และอุณหภูมิสุดท้าย ( $T_c$ ) ที่ทำให้เกิดเจลของข้าว กข 23 และชัยนาท 1 สูงกว่าข้าวหอมมะลิ 105 (ดังรูปที่ 1-2) ซึ่งการทดลองนี้คล้ายกับการทดลองของ Anastase Hagenimana และคณะ (2005) ที่ผสมข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสที่แตกต่างกัน คือ โดยผสมข้าว Gong Mi ปริมาณแอมิโลสเท่ากับร้อยละ 23.04 และ Jin You Mi ปริมาณแอมิโลสเท่ากับร้อยละ 29.79 ใน Xian Mi ปริมาณแอมิโลสเท่ากับร้อยละ 16.79 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 และ 75 ทำให้กราฟค่าพลังงานความร้อนในการเกิดเจลเกิดเป็น 2 พีค และพบว่าปริมาณโปรตีนมีค่าความสัมพันธ์สูงสุดคือ 0.518 และปริมาณแอมิโลสมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.497 ( $p \leq 0.05$ ) แต่ปริมาณไขมันและเถ้าไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับอุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจล

พบว่าค่า  $T_g$  ที่ทำให้เกิดเจลของข้าวทุกสายพันธุ์เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนการผสมที่เพิ่มขึ้นค่า  $R^2$  ของข้าวสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ 0.957 ปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.227 กข 23 เท่ากับ 0.766 และชัยนาท 1 เท่ากับ 0.805; ( $p \leq 0.05$ ) และ พบว่ามีเพียงปริมาณแอมิโลสเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสูงสุดที่

ทำให้เกิดเจล  $R^2$  เท่ากับ 0.563 พบว่า ค่า  $T_c$  ในการเกิดเจลของข้าวเพิ่มมากขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดจากค่า  $R^2$  ของข้าว กข 23 เท่ากับ 0.522 และชัยนาท 1 เท่ากับ 0.598 ( $p \leq 0.05$ ) แต่ข้าวสุพรรณบุรี 60 และปทุมธานี 1 ค่าความสัมพันธ์น้อย เมื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่า มีเพียงปริมาณแอมิโลสมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสุดท้ายที่สัมพันธ์  $R^2$  เท่ากับ 0.697

ร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันของข้าวซึ่งได้จากการคำนวณจากค่าพลังงานความร้อนในการทำให้เกิดเจลในวันที่ 0 และวันที่ 7 (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เมื่อผสมข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ในข้าวหอมมะลิ ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น พบว่า ร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันของข้าวทุกสายพันธุ์เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนการผสมที่เพิ่มขึ้นในเชิงเส้นตรง) โดยค่า  $R^2$  ของข้าวสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ 0.599 ปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.524 กข 23 เท่ากับ 0.659 และชัยนาท 1 เท่ากับ 0.799 ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางเคมีและร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชัน พบว่า ปริมาณแอมิโลสและโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันของข้าวเพิ่มขึ้นด้วย (เชิงเส้นตรงโดยค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.875 และ 0.445 ( $p \leq 0.05$ ))

### 2.1.3 สมบัติทางด้านการหุงสุก

#### 2.1.3.1 ระยะเวลาในการหุงของข้าวผสมในข้าวหอมมะลิ

การผสมข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนต่าง ๆ ระยะเวลาในการหุงสุกของข้าวผสม ดังตารางที่ 5 เมื่อทดสอบดูความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางเคมีและระยะเวลาในการหุงสุกของข้าวในเชิงเส้นตรงพบว่า มีเพียงปริมาณแอมิโลสเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาในการหุงสุกเพิ่มขึ้น  $R^2$  เท่ากับ 0.756 ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งแตกต่างจากการทดลอง ของ Singh และคณะ (2005) ซึ่งทดสอบคุณสมบัติของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศอินเดียซึ่งพบว่าแอมิโลสมีปริมาณเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการหุงสุกลดลง

#### 2.1.3.2 ปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสียระหว่างการหุงสุก (Total soluble solid )

จากตารางที่ 5 เมื่อผสมข้าวแต่ละสายพันธุ์ลงในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสียระหว่างการหุงสุกจะลดลงในเชิงเส้นตรง (ค่า  $R^2$  ของสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ -0.889 ปทุมธานี 1 เท่ากับ -0.805 กข 23 เท่ากับ -0.885 และชัยนาท 1 เท่ากับ -0.815 ( $p \leq 0.05$  ) ข้าวหอมมะลิ 105 ที่ผสมด้วยข้าวสุพรรณบุรี 60 และปทุมธานี 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 20 มีปริมาณร้อยละของแข็งที่การสูญเสียระหว่างการหุงสุกที่ไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่า ปริมาณแอมิโลสและโปรตีนเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณร้อยละของแข็งที่การสูญเสียระหว่างการหุงสุกน้อยลง  $R^2$  เท่ากับ -0.995 และ -0.647 ) ( $p \leq 0.05$ )

#### 2.1.3.3 อัตราส่วนการอุ้มน้ำของข้าวสุก

เมื่อผสมข้าวแต่ละสายพันธุ์ลงในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนการอุ้มน้ำของข้าวหุงสุกก็เพิ่มขึ้นด้วยดังตารางที่ 5 ค่า  $R^2$  ของสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ 0.928 ปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.832 กข 23 เท่ากับ 0.885 และชัยนาท 1 เท่ากับ 0.821 ( $p \leq 0.05$ ) ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงพบว่า ปริมาณแอมิโลสและโปรตีนเพิ่มขึ้นอัตราส่วนการอุ้มน้ำของข้าวหุงสุกเพิ่มขึ้น ( $R^2$  เท่ากับ 0.911 และ 0.462 ( $p \leq 0.05$ ))

#### 2.1.3.4 การยืดตัวของเมล็ดข้าว โดยใช้วิธีการวัดเมล็ดข้าว

ข้าวที่มีการยืดตัวมากที่สุดคือ ข้าวชัยนาท 1 (0.1069) รองลงมาคือข้าวสุพรรณบุรี 60 (0.0958 ) ปทุมธานี 1 (0.0951) หอมมะลิ 105 (0.0968) และ กข 23 (0.0821) ตามลำดับโดยที่ข้าวหอมมะลิ 105 มีการยืดตัวที่ไม่แตกต่างจากข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ( $p > 0.05$ ) แต่ข้าวสายพันธุ์ชัยนาท 1 และข้าวสายพันธุ์ กข 23 มีการยืดตัวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังตารางที่ 5

#### 2.1.3.5 การขยายตัวของข้าวและข้าวผสม

ข้าวทุกสายพันธุ์และทุกระดับการผสมมีการขยายตัวแตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 (ร้อยละ 100) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นข้าวหอม

มะลิ 105 ที่ผสมด้วยข้าวปทุมธานี 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 20 ดังตารางที่ 5 เมื่อดูแนวโน้มของการยืดตัวของเมล็ดข้าวที่เพิ่มขึ้นเกิดจากอัตราส่วนการผสมข้าวที่เพิ่มขึ้น ค่า  $R^2$  ของข้าวสุพรรณบุรี 60 เท่ากับ 0.768 ปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.700 กข 23 เท่ากับ 0.872 และชัยนาท 1 เท่ากับ 0.472 ( $p \leq 0.05$ ) ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีและการขยายตัวพบว่าปริมาณแอมิโลสและโปรตีนของข้าวเพิ่มขึ้น การยืดตัวของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นด้วยในเชิงเส้นตรง  $R^2$  เท่ากับ 0.997 และ 0.782 ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ Singh และคณะ (2005)

#### 2.1.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวหุงสุกโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer ดังตารางที่ 5 พบว่า ความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีต่อความแข็งและความเหนียวของข้าวหุงสุก พบว่าปริมาณแอมิโลสเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งเพิ่มแต่ความเหนียวลดลงในเชิงเส้นตรง  $R^2$  เท่ากับ 0.942 และ -0.590 ( $p \leq 0.05$ ) และนอกจากนี้ปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นก็ทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย  $R^2$  เท่ากับ 0.814 ( $p \leq 0.05$ )

#### 2.1.5 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินความชอบทางด้านความชอบโดยรวม ความนุ่ม ความเหนียว และกลิ่นของตัวอย่างข้าวหุงสุกทั้งหมด 13 ตัวอย่าง โดยใช้ผู้ประเมิน 103 คน (ตารางที่ 6) พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างข้าวหุงสุกมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าความชอบด้านความนุ่ม (0.815) และความเหนียว (0.775) โดยเมื่อความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น ค่าความชอบด้านความนุ่มเพิ่ม ความแข็งน้อย และความเหนียวเพิ่มมากขึ้นด้วย ( $p \leq 0.05$ ) และสามารถคัดเลือกข้าวผสมคือ ปทุมธานี 1 ของการผสมทุกอัตราส่วน ข้าวหอมสุพรรณบุรี 60 ร้อยละ 30 และชัยนาท 1 ร้อยละ 20 ผสมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีความชอบโดยรวม ความนุ่ม ความเหนียว และกลิ่นข้าวสุกไม่แตกต่างจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ( $p \leq 0.05$ )

## สรุปผลการทดลอง

การผสมข้าวหอมมะลิ 105 ด้วยข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี 60 ปทุมธานี 1 ข้าวชัยนาท 1 และข้าว กข 23 โดยมีอัตราส่วนการผสมเท่ากับร้อยละ 20 30 และ 40 พบว่าข้าวผสมมีร้อยละของปริมาณแอมิโลสเพิ่มขึ้น มีค่าแตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 ( $p \leq 0.05$ ) มีร้อยละของปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าไม่แตกต่างจากข้าวหอมมะลิ 105 ( $p > 0.05$ ) การผสมข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าเคมีเชิงฟิสิกส์ และคุณภาพข้าวหุงสุก และสามารถปรับปรุงคุณภาพข้าวหุงสุกได้จากการผสมข้าวต่างพันธุ์ได้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนงานวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา และทุนสนับสนุนจากวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- งามชื่น คงเสรี .2542 . เทคนิคการทดสอบคุณภาพข้าว. กลีกร ; 72 (5): 467-473.
- ไชยรัตน์ เพ็ชรชลาญวัฒน์และคณะ. 2543. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวสารจำนวน 8 พันธุ์. วารสารวิชาการเกษตร. 18(2): 164 – 169.
- พอใจ ถาภากรและอารีรัตน์ อิมศิลป์. 2543. ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดรีโทรกราเดชั่นและลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเจ้าสุกในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า; 18(3): 1-9.
- รัชณี ศรีวรรณวิช. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวผัดกึ่งแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; กรุงเทพฯ.

AACC. 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 9<sup>th</sup> ed. St. Paul, Minnesota.

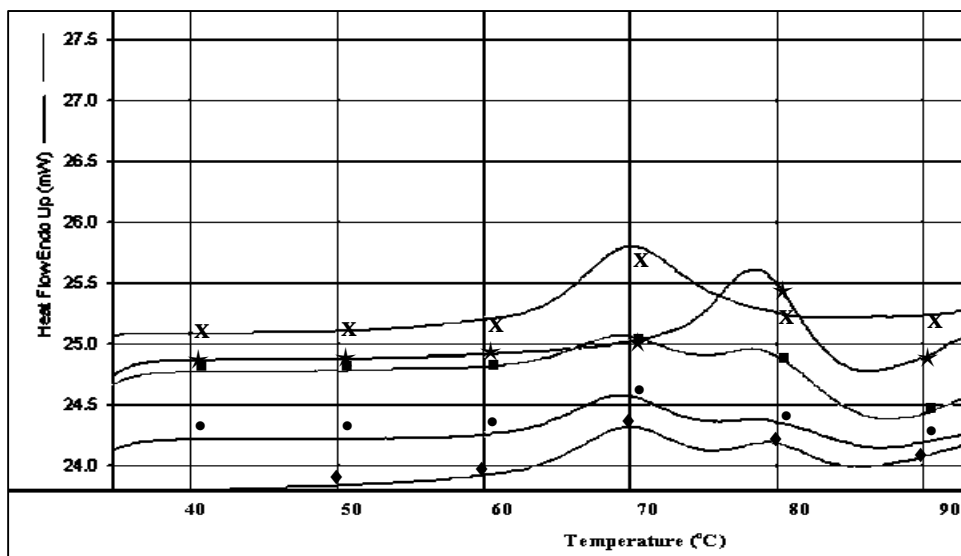
Anastase, H., Pingping, P. and Xiaolin, D..2005. Study on thermal and rheological properties of native rice starches and their corresponding mixtures. **Food Research International**. 38:257-266

Cheng, F.M., Zhong, L.J. , Wang, F. and Zhang, G.P.. 2005. Differences in cooking and eating properties between chalky and translucent parts in rice grains. **Food Chemistry**. 90 :39-46.

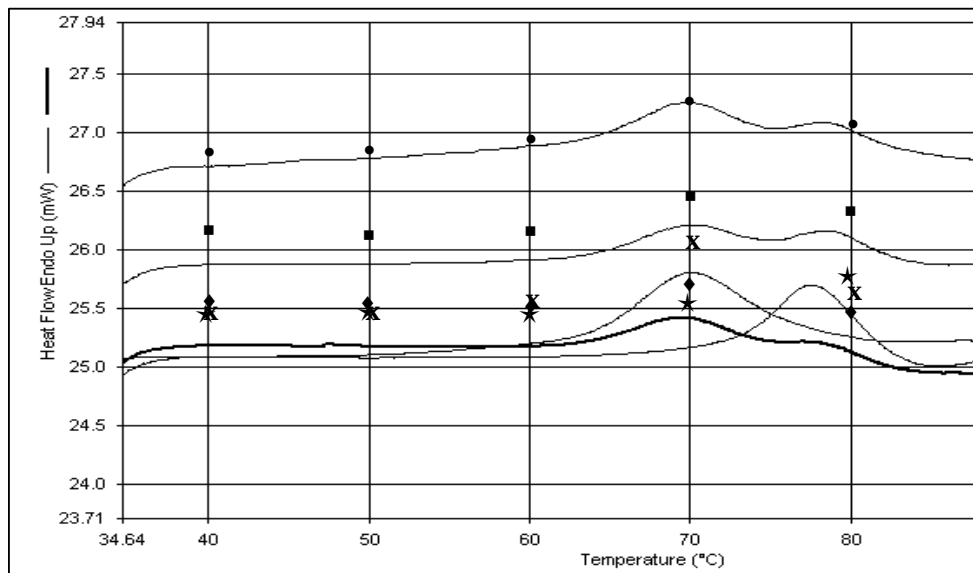
Perdon, A.A., Siebmorgen, T.J., Buescher, R.W. and Gbur, E.E..1999. Starch retrogradation and texture of cooked mill rice during storage. **Journal of Food Science**. 64(5) : 828 – 832.

Singh, N., Lovedeep, K., Navdeep, S.S. and Kashmira, S. S.. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. **Food Chemistry** . 89(2) : 253-259.

Yamin, F.F., Svendsen, L., and White, P.J..1997. Thermal properties of corn starch extraction intermediates by differential scanning calorimetry. **Cereal Chem**. 74(4): 407-411.



รูปที่ 1 การเกิดเจลของข้าวข 23 ที่ผสมในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนร้อยละ X 0, ♦20, ●30, ■40 และ ★ 100



รูปที่ 2 การเกิดเจลของข้าวชัณนาท 1 ที่ผสมในข้าวหอมมะลิ 105 ในอัตราส่วนร้อยละ X 0, ◆20, ●30, ■40 และ ★100

ตารางที่ 1 ปริมาณแอมโมเนียม ไพรตีน ไซมันและเถาของตัวอย่างแป้งข้าวผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ

| ตัวอย่าง      | สัดส่วน<br>(ร้อยละ) | ปริมาณแอมโมเนียม<br>(ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) | ปริมาณไพรตีน<br>(ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) | ปริมาณไซมัน<br>(ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) | ปริมาณเถา<br>(ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) |
|---------------|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| หอมมะลิ 105   | 100                 | 13.60 ± 0.16 <sup>a</sup>                  | 6.55 ± 0.12 <sup>ab</sup>              | 0.8611 ± 0.045 <sup>abcd</sup>        | 0.57 ± 0.0085 <sup>g</sup>          |
| สุพรรณบุรี 60 | 20                  | 14.50 ± 0.36 <sup>c</sup>                  | 6.85 ± 0.03 <sup>c</sup>               | 0.8217 ± 0.037 <sup>bcd</sup>         | 0.57 ± 0.0026 <sup>gh</sup>         |
| สุพรรณบุรี 60 | 30                  | 15.13 ± 0.06 <sup>d</sup>                  | 6.87 ± 0.08 <sup>c</sup>               | 0.8241 ± 0.024 <sup>abcd</sup>        | 0.60 ± 0.0036 <sup>ij</sup>         |
| สุพรรณบุรี 60 | 40                  | 15.74 ± 0.19 <sup>f</sup>                  | 6.92 ± 0.04 <sup>c</sup>               | 0.9864 ± 0.073 <sup>d</sup>           | 0.61 ± 0.0100 <sup>j</sup>          |
| สุพรรณบุรี 60 | 100                 | 17.21 ± 0.23 <sup>i</sup>                  | 7.76 ± 0.27 <sup>f</sup>               | 1.0579 ± 0.020 <sup>cd</sup>          | 0.64 ± 0.0023 <sup>k</sup>          |
| ปทุมธานี 1    | 20                  | 14.13 ± 0.12 <sup>b</sup>                  | 6.49 ± 0.05 <sup>a</sup>               | 0.8560 ± 0.004 <sup>abcd</sup>        | 0.57 ± 0.0050 <sup>g</sup>          |
| ปทุมธานี 1    | 30                  | 14.67 ± 0.08 <sup>c</sup>                  | 6.40 ± 0.02 <sup>a</sup>               | 0.8458 ± 0.000 <sup>abcd</sup>        | 0.57 ± 0.0006 <sup>gh</sup>         |
| ปทุมธานี 1    | 40                  | 15.46 ± 0.10 <sup>c</sup>                  | 6.36 ± 0.23 <sup>a</sup>               | 0.8321 ± 0.000 <sup>abcd</sup>        | 0.58 ± 0.0025 <sup>h</sup>          |
| ปทุมธานี 1    | 100                 | 16.52 ± 0.16 <sup>g</sup>                  | 6.31 ± 0.04 <sup>a</sup>               | 0.8093 ± 0.012 <sup>bcd</sup>         | 0.59 ± 0.0015 <sup>j</sup>          |
| กข 23         | 20                  | 17.09 ± 0.14 <sup>h</sup>                  | 6.79 ± 0.18 <sup>bc</sup>              | 0.7467 ± 0.050 <sup>abcd</sup>        | 0.55 ± 0.0012 <sup>ef</sup>         |
| กข 23         | 30                  | 19.04 ± 0.10 <sup>j</sup>                  | 7.17 ± 0.12 <sup>d</sup>               | 0.7177 ± 0.006 <sup>abc</sup>         | 0.55 ± 0.0026 <sup>ef</sup>         |
| กข 23         | 40                  | 21.08 ± 0.13 <sup>l</sup>                  | 7.48 ± 0.04 <sup>e</sup>               | 0.5933 ± 0.005 <sup>a</sup>           | 0.55 ± 0.0042 <sup>f</sup>          |
| กข 23         | 100                 | 24.25 ± 0.09 <sup>o</sup>                  | 7.73 ± 0.11 <sup>f</sup>               | 0.5395 ± 0.048 <sup>a</sup>           | 0.54 ± 0.0049 <sup>e</sup>          |
| ชัยนาท 1      | 20                  | 20.38 ± 0.26 <sup>k</sup>                  | 6.78 ± 0.06 <sup>bc</sup>              | 0.8617 ± 0.036 <sup>abcd</sup>        | 0.48 ± 0.0025 <sup>b</sup>          |
| ชัยนาท 1      | 30                  | 21.41 ± 0.09 <sup>m</sup>                  | 7.20 ± 0.02 <sup>d</sup>               | 0.7212 ± 0.042 <sup>abcd</sup>        | 0.50 ± 0.0010 <sup>c</sup>          |
| ชัยนาท 1      | 40                  | 23.43 ± 0.34 <sup>n</sup>                  | 7.47 ± 0.33 <sup>e</sup>               | 0.7040 ± 0.035 <sup>abc</sup>         | 0.51 ± 0.0069 <sup>d</sup>          |
| ชัยนาท 1      | 100                 | 27.29 ± 0.15 <sup>p</sup>                  | 8.13 ± 0.12 <sup>e</sup>               | 0.5673 ± 0.035 <sup>ab</sup>          | 0.42 ± 0.0078 <sup>a</sup>          |

- abc..ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของตัวอย่างแป้งข้าวผสมจากเครื่อง RVA

| ตัวอย่าง      | สัดส่วน<br>(ร้อยละ) | ค่า<br>ความหนืดสูงสุด<br>(RVU) | ค่าความหนืด<br>ของแป้งเมื่อคงตัว<br>(RVU) | ค่า<br>Break down (RVU)        | ค่า<br>ความหนืดสุดท้าย<br>(RVU) | ค่า<br>set back (RVU)       |
|---------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| หอมมะลิ 105   | 100                 | 328.79 ± 4.04 <sup>h</sup>     | 176.96 ± 3.45 <sup>cde</sup>              | 151.04 ± 0.79 <sup>h</sup>     | 283.95 ± 3.03 <sup>a</sup>      | -46.44 ± 2.27 <sup>a</sup>  |
| สุพรรณบุรี 60 | 20                  | 324.54 ± 6.21 <sup>gh</sup>    | 177.00 ± 1.53 <sup>cde</sup>              | 147.25 ± 0.58 <sup>fgh</sup>   | 288.18 ± 6.80 <sup>abc</sup>    | -37.36 ± 8.96 <sup>bc</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 30                  | 323.92 ± 4.58 <sup>gh</sup>    | 177.29 ± 3.98 <sup>cde</sup>              | 145.75 ± 5.50 <sup>fgh</sup>   | 288.77 ± 6.19 <sup>abc</sup>    | -34.85 ± 0.60 <sup>bc</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 40                  | 321.46 ± 2.62 <sup>gh</sup>    | 178.17 ± 0.65 <sup>de</sup>               | 143.54 ± 2.63 <sup>efgh</sup>  | 293.21 ± 3.28 <sup>bc</sup>     | -32.3 ± 2.51 <sup>cd</sup>  |
| สุพรรณบุรี 60 | 100                 | 316.04 ± 0.46 <sup>gh</sup>    | 180.29 ± 4.21 <sup>def</sup>              | 141.17 ± 8.59 <sup>c</sup>     | 307.45 ± 3.05 <sup>ef</sup>     | -10.17 ± 1.96 <sup>g</sup>  |
| ปทุมธานี 1    | 20                  | 323.92 ± 3.92 <sup>gh</sup>    | 177.83 ± 0.06 <sup>cde</sup>              | 148.08 ± 4.00 <sup>fg</sup>    | 284.25 ± 3.44 <sup>bc</sup>     | -41.25 ± 0.73 <sup>ab</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 30                  | 318.46 ± 1.63 <sup>gh</sup>    | 179.00 ± 0.77 <sup>de</sup>               | 137.58 ± 4.50 <sup>defg</sup>  | 287.81 ± 2.56 <sup>abc</sup>    | -30.33 ± 0.05 <sup>cd</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 40                  | 316.58 ± 3.42 <sup>gh</sup>    | 180.25 ± 5.30 <sup>de</sup>               | 131.13 ± 1.88 <sup>cde</sup>   | 293.88 ± 2.83 <sup>a</sup>      | -26.15 ± 5.34 <sup>de</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 100                 | 306.04 ± 4.37 <sup>ef</sup>    | 187.33 ± 2.47 <sup>fg</sup>               | 125.79 ± 11.88 <sup>c</sup>    | 311.42 ± 8.79 <sup>fg</sup>     | -8.79 ± 0.18 <sup>g</sup>   |
| กข 23         | 20                  | 301.71 ± 1.29 <sup>c</sup>     | 172.92 ± 3.71 <sup>cd</sup>               | 137.33 ± 15.34 <sup>cdfg</sup> | 284.23 ± 1.18 <sup>a</sup>      | -21.97 ± 7.38 <sup>ef</sup> |
| กข 23         | 30                  | 274.92 ± 1.50 <sup>d</sup>     | 170.17 ± 0.47 <sup>c</sup>                | 128.79 ± 6.54 <sup>cd</sup>    | 287.1 ± 1.08 <sup>ab</sup>      | 10.42 ± 3.13 <sup>i</sup>   |
| กข 23         | 40                  | 259.71 ± 7.21 <sup>c</sup>     | 160.21 ± 1.80 <sup>b</sup>                | 104.75 ± 0.83 <sup>b</sup>     | 290.61 ± 2.50 <sup>abc</sup>    | 14.31 ± 1.42 <sup>i</sup>   |
| กข 23         | 100                 | 188.63 ± 23.38 <sup>a</sup>    | 147.96 ± 3.33 <sup>a</sup>                | 99.5 ± 4.67 <sup>b</sup>       | 301.68 ± 3.78 <sup>de</sup>     | 123.35 ± 1.60 <sup>k</sup>  |
| ชัยนาท 1      | 20                  | 320.04 ± 4.63 <sup>fg</sup>    | 177.75 ± 2.30 <sup>cde</sup>              | 135.71 ± 1.71 <sup>cdef</sup>  | 295.64 ± 6.21 <sup>cd</sup>     | -18.58 ± 0.93 <sup>f</sup>  |
| ชัยนาท 1      | 30                  | 314.67 ± 1.09 <sup>gh</sup>    | 181.42 ± 0.29 <sup>ef</sup>               | 130.46 ± 1.71 <sup>cde</sup>   | 313.56 ± 2.85 <sup>g</sup>      | -8.08 ± 3.71 <sup>g</sup>   |
| ชัยนาท 1      | 40                  | 312.67 ± 6.58 <sup>efg</sup>   | 186.75 ± 3.48 <sup>fg</sup>               | 127.92 ± 6.00 <sup>cd</sup>    | 318.75 ± 5.27 <sup>g</sup>      | 2.51 ± 5.58 <sup>h</sup>    |
| ชัยนาท 1      | 100                 | 244.88 ± 1.46 <sup>b</sup>     | 189.58 ± 2.06 <sup>fg</sup>               | 63.46 ± 1.04 <sup>a</sup>      | 355.6 ± 3.38 <sup>h</sup>       | 109.41 ± 2.98 <sup>j</sup>  |

abc. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test

ตารางที่ 3 ค่าพลังงานความร้อนจากการวัดเจลแปงข้าว จากเครื่อง DSC

| ตัวอย่าง      | สัดส่วน (ร้อยละ) | พืด 1                                         |                                  |                                   |                                     | พืด 2                                         |                                  |                                   |                                    |
|---------------|------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|               |                  | อุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจล(T <sub>g</sub> ) | อุณหภูมิสูงสุด (T <sub>p</sub> ) | อุณหภูมิสุดท้าย (T <sub>c</sub> ) | ค่าพลังงานความร้อนเกิดเจล (ΔH)(J/g) | อุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจล(T <sub>g</sub> ) | อุณหภูมิสูงสุด (T <sub>p</sub> ) | อุณหภูมิสุดท้าย (T <sub>c</sub> ) | ค่าพลังงานความร้อนเกิดเจล(ΔH)(J/g) |
| หอมมะลิ 105   | 100              | 63.69 ± 0.02 <sup>k</sup>                     | 70.20 ± 0.17 <sup>b</sup>        | 77.15 ± 0.13 <sup>b</sup>         | 3.46 ± 0.05 <sup>k</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| สุพรรณบุรี 60 | 20               | 65.30 ± 0.18 <sup>c</sup>                     | 70.59 ± 0.08 <sup>b</sup>        | 75.27 ± 0.01 <sup>c</sup>         | 1.91 ± 0.09 <sup>c</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| สุพรรณบุรี 60 | 30               | 65.13 ± 0.10 <sup>f</sup>                     | 71.20 ± 0.08 <sup>e</sup>        | 77.77 ± 0.13 <sup>j</sup>         | 2.35 ± 0.04 <sup>f</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| สุพรรณบุรี 60 | 40               | 65.49 ± 0.08 <sup>h</sup>                     | 71.50 ± 0.03 <sup>j</sup>        | 77.81 ± 0.18 <sup>j</sup>         | 2.47 ± 0.05 <sup>h</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| สุพรรณบุรี 60 | 100              | 66.71 ± 0.08 <sup>j</sup>                     | 72.68 ± 0.04 <sup>j</sup>        | 78.45 ± 0.10 <sup>k</sup>         | 2.94 ± 0.07 <sup>j</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| ปทุมธานี 1    | 20               | 63.70 ± 0.09 <sup>h</sup>                     | 69.72 ± 0.06 <sup>b</sup>        | 75.95 ± 0.0 <sup>j</sup>          | 2.48 ± 0.06 <sup>h</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| ปทุมธานี 1    | 30               | 64.19 ± 0.06 <sup>f</sup>                     | 70.06 ± 0.07 <sup>d</sup>        | 76.06 ± 0.09 <sup>j</sup>         | 2.35 ± 0.02 <sup>f</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| ปทุมธานี 1    | 40               | 64.50 ± 0.08 <sup>f</sup>                     | 71.14 ± 0.06 <sup>c</sup>        | 77.50 ± 0.12 <sup>j</sup>         | 2.13 ± 0.07 <sup>f</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| ปทุมธานี 1    | 100              | 64.95 ± 0.11 <sup>h</sup>                     | 70.61 ± 0.05 <sup>f</sup>        | 76.58 ± 0.16 <sup>f</sup>         | 2.45 ± 0.02 <sup>h</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| กข 23         | 20               | 63.45 ± 0.09 <sup>c</sup>                     | 69.28 ± 0.21 <sup>a</sup>        | 74.82 ± 0.05 <sup>d</sup>         | 1.32 ± 0.01 <sup>c</sup>            | 76.05 ± 0.10 <sup>cd</sup>                    | 79.46 ± 0.05 <sup>d</sup>        | 83.92 ± 0.06 <sup>f</sup>         | 0.24 ± 0.01 <sup>b</sup>           |
| กข 23         | 30               | 64.46 ± 0.05 <sup>b</sup>                     | 69.47 ± 0.04 <sup>c</sup>        | 73.99 ± 0.05 <sup>ab</sup>        | 1.15 ± 0.03 <sup>b</sup>            | 76.75 ± 0.06 <sup>f</sup>                     | 79.94 ± 0.05 <sup>c</sup>        | 83.26 ± 0.05 <sup>d</sup>         | 0.33 ± 0.01 <sup>c</sup>           |
| กข 23         | 40               | 64.82 ± 0.10 <sup>d</sup>                     | 69.14 ± 0.05 <sup>f</sup>        | 73.80 ± 0.07 <sup>a</sup>         | 0.97 ± 0.01 <sup>a</sup>            | 75.81 ± 0.09 <sup>b</sup>                     | 79.40 ± 0.07 <sup>cd</sup>       | 83.89 ± 0.13 <sup>c</sup>         | 0.54 ± 0.00 <sup>c</sup>           |
| กข 23         | 100              | 73.03 ± 0.12 <sup>j</sup>                     | 77.82 ± 0.07 <sup>k</sup>        | 82.97 ± 0.0 <sup>j</sup>          | 2.92 ± 0.03 <sup>j</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |
| ชัยนาท 1      | 20               | 64.04 ± 0.04 <sup>d</sup>                     | 69.32 ± 0.03 <sup>c</sup>        | 74.29 ± 0.02 <sup>c</sup>         | 1.48 ± 0.01 <sup>d</sup>            | 75.10 ± 0.08 <sup>h</sup>                     | 79.29 ± 0.03 <sup>c</sup>        | 81.02 ± 0.02 <sup>b</sup>         | 0.11 ± 0.00 <sup>d</sup>           |
| ชัยนาท 1      | 30               | 64.28 ± 0.05 <sup>b</sup>                     | 69.37 ± 0.0 <sup>d</sup>         | 74.13 ± 0.0 <sup>bc</sup>         | 1.15 ± 0.04 <sup>b</sup>            | 75.90 ± 0.09 <sup>bc</sup>                    | 78.70 ± 0.1 <sup>a</sup>         | 82.11 ± 0.07 <sup>b</sup>         | 0.33 ± 0.01 <sup>c</sup>           |
| ชัยนาท 1      | 40               | 65.63 ± 0.08 <sup>e</sup>                     | 69.76 ± 0.04 <sup>j</sup>        | 73.96 ± 0.01 <sup>ab</sup>        | 0.98 ± 0.02 <sup>g</sup>            | 76.12 ± 0.13 <sup>d</sup>                     | 78.99 ± 0.07 <sup>b</sup>        | 82.92 ± 0.14 <sup>c</sup>         | 0.44 ± 0.04 <sup>d</sup>           |
| ชัยนาท 1      | 100              | 73.32 ± 0.02 <sup>i</sup>                     | 78.73 ± 0.00 <sup>j</sup>        | 84.46 ± 0.09 <sup>m</sup>         | 2.83 ± 0.09 <sup>j</sup>            |                                               |                                  |                                   |                                    |

- To, onset temperature; Tp, peak temperature; Tc, temperature at the end of gelatinization;ΔH, enthalpy of gelatinization;  
-- abc.ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p ≤ 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Rang Test

ตารางที่ 4 ค่าพลังงานความร้อนจากการวัดและแบ่งช่วงหลังจากเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน และร้อยละการเกิดชั้นจากเครื่อง DSC

| ตัวอย่าง      | สัดส่วน (ร้อยละ) | ค่าพลังงานความร้อนหลังจากเก็บเฉลี่ยที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน |                            |                            |                            | $\Delta H$ (J/g) เริ่มต้น | เปอร์เซ็นต์ การเกิดรีโทรเกรเดชั่น |
|---------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
|               |                  | T <sub>o</sub>                                                  | T <sub>p</sub>             | T <sub>c</sub>             | $\Delta H$ (J/g)           |                           |                                   |
| หอมมะลิ 105   | 100              | 38.82 ± 0.01 <sup>a</sup>                                       | 48.62 ± 0.06 <sup>a</sup>  | 55.57 ± 0.17 <sup>a</sup>  | 1.43 ± 0.05 <sup>b</sup>   | 3.46 ± 0.05 <sup>f</sup>  | 41.27 ± 1.75 <sup>a</sup>         |
| สุพรรณบุรี 60 | 20               | 39.71 ± 0.14 <sup>b</sup>                                       | 50.74 ± 0.14 <sup>c</sup>  | 55.83 ± 0.07 <sup>ab</sup> | 0.87 ± 0.01 <sup>a</sup>   | 1.91 ± 0.09 <sup>d</sup>  | 45.46 ± 2.28 <sup>b</sup>         |
| สุพรรณบุรี 60 | 30               | 40.12 ± 0.08 <sup>c</sup>                                       | 51.37 ± 0.09 <sup>f</sup>  | 56.09 ± 0.03 <sup>bc</sup> | 1.11 ± 0.01 <sup>c</sup>   | 2.35 ± 0.04 <sup>f</sup>  | 47.48 ± 1.13 <sup>cd</sup>        |
| สุพรรณบุรี 60 | 40               | 40.70 ± 0.09 <sup>d</sup>                                       | 52.28 ± 0.03 <sup>i</sup>  | 56.49 ± 0.06 <sup>d</sup>  | 1.23 ± 0.03 <sup>f</sup>   | 2.47 ± 0.05 <sup>g</sup>  | 49.60 ± 0.43 <sup>c</sup>         |
| สุพรรณบุรี 60 | 100              | 42.77 ± 0.11 <sup>hi</sup>                                      | 53.36 ± 0.10 <sup>k</sup>  | 57.81 ± 0.09 <sup>i</sup>  | 1.48 ± 0.03 <sup>i</sup>   | 2.94 ± 0.07 <sup>f</sup>  | 50.25 ± 0.21 <sup>c</sup>         |
| ปทุมธานี 1    | 20               | 41.18 ± 0.02 <sup>e</sup>                                       | 50.53 ± 0.14 <sup>b</sup>  | 56.36 ± 0.57 <sup>cd</sup> | 1.16 ± 0.04 <sup>e</sup>   | 2.48 ± 0.06 <sup>g</sup>  | 46.60 ± 0.96 <sup>bc</sup>        |
| ปทุมธานี 1    | 30               | 43.19 ± 0.27 <sup>k</sup>                                       | 50.84 ± 0.13 <sup>c</sup>  | 57.42 ± 0.09 <sup>ab</sup> | 1.14 ± 0.01 <sup>e</sup>   | 2.35 ± 0.02 <sup>g</sup>  | 48.76 ± 0.45 <sup>de</sup>        |
| ปทุมธานี 1    | 40               | 43.28 ± 0.12 <sup>kl</sup>                                      | 51.02 ± 0.05 <sup>d</sup>  | 56.92 ± 0.07 <sup>f</sup>  | 1.24 ± 0.05 <sup>f</sup>   | 2.13 ± 0.07 <sup>bc</sup> | 58.09 ± 0.61 <sup>g</sup>         |
| ปทุมธานี 1    | 100              | 44.26 ± 0.12 <sup>m</sup>                                       | 51.44 ± 0.05 <sup>f</sup>  | 58.71 ± 0.08 <sup>k</sup>  | 1.36 ± 0.04 <sup>g</sup>   | 2.45 ± 0.02 <sup>ab</sup> | 55.33 ± 1.89 <sup>f</sup>         |
| กข 23         | 20               | 44.14 ± 0.16 <sup>m</sup>                                       | 50.44 ± 0.08 <sup>b</sup>  | 57.13 ± 0.02 <sup>fg</sup> | 0.88 ± 0.01 <sup>ab</sup>  | 1.56 ± 0.02 <sup>bc</sup> | 56.23 ± 0.77 <sup>fg</sup>        |
| กข 23         | 30               | 41.49 ± 0.13 <sup>f</sup>                                       | 50.85 ± 0.11 <sup>c</sup>  | 57.46 ± 0.10 <sup>h</sup>  | 0.92 ± 0.00 <sup>bc</sup>  | 1.48 ± 0.01 <sup>ab</sup> | 62.16 ± 0.71 <sup>g</sup>         |
| กข 23         | 40               | 42.18 ± 0.01 <sup>g</sup>                                       | 51.15 ± 0.07 <sup>de</sup> | 58.01 ± 0.10 <sup>ij</sup> | 0.95 ± 0.01 <sup>cd</sup>  | 1.51 ± 0.01 <sup>bc</sup> | 62.48 ± 0.50 <sup>g</sup>         |
| กข 23         | 100              | 42.68 ± 0.11 <sup>h</sup>                                       | 51.88 ± 0.09 <sup>b</sup>  | 59.75 ± 0.08 <sup>l</sup>  | 1.98 ± 0.02 <sup>j</sup>   | 2.92 ± 0.03 <sup>i</sup>  | 67.88 ± 0.98 <sup>i</sup>         |
| ชัยนาท 1      | 20               | 42.14 ± 0.09 <sup>g</sup>                                       | 50.76 ± 0.08 <sup>c</sup>  | 57.16 ± 0.07 <sup>fg</sup> | 0.90 ± 0.01 <sup>abc</sup> | 1.59 ± 0.01 <sup>c</sup>  | 56.60 ± 0.41 <sup>fg</sup>        |
| ชัยนาท 1      | 30               | 42.95 ± 0.03 <sup>ij</sup>                                      | 51.29 ± 0.07 <sup>ef</sup> | 57.47 ± 0.07 <sup>h</sup>  | 0.92 ± 0.01 <sup>abc</sup> | 1.48 ± 0.04 <sup>ab</sup> | 61.85 ± 0.86 <sup>h</sup>         |
| ชัยนาท 1      | 40               | 43.12 ± 0.08 <sup>kl</sup>                                      | 51.61 ± 0.08 <sup>e</sup>  | 58.14 ± 0.11 <sup>j</sup>  | 0.98 ± 0.02 <sup>d</sup>   | 1.42 ± 0.04 <sup>a</sup>  | 69.30 ± 0.70 <sup>i</sup>         |
| ชัยนาท 1      | 100              | 43.43 ± 0.21 <sup>l</sup>                                       | 52.41 ± 0.13 <sup>j</sup>  | 60.01 ± 0.21 <sup>k</sup>  | 2.17 ± 0.08 <sup>k</sup>   | 2.82 ± 0.06 <sup>b</sup>  | 76.79 ± 0.30 <sup>j</sup>         |

- To, onset temperature; Tp, peak temperature; Tc, temperature at the end of gelatinization;  $\Delta H$ , enthalpy of gelatinization;  
abc. ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rang Test

ตารางที่ 5 ระยะเวลาในการหุงสุก(นาที) ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการหุงสุก อัตราส่วนของน้ำในการหุงสุก การขยายตัว ความแข็งและความเหนียวของข้าวหุงสุกของเมล็ดข้าวผสมสายพันธุ์ต่างๆ

| ตัวอย่าง      | สัดส่วน | ระยะเวลา | ร้อยละปริมาณของแข็งที่      | อัตราส่วนการอุ้มน้ำ      | การขยายตัว                  | ความแข็ง(นิวตัน)              | ความเหนียว(นิวตัน)         |
|---------------|---------|----------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| หอมมะลิ 105   | 100     | 15 ± 0   | 0.640 ± 0.001 <sup>k</sup>  | 1.62 ± 0.01 <sup>a</sup> | 2.49 ± 0.379 <sup>a</sup>   | 3027.69 ± 32.17 <sup>a</sup>  | 661.80 ± 8.19 <sup>a</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 20      | 17 ± 0   | 0.633 ± 0.006 <sup>jk</sup> | 1.67 ± 0.02 <sup>b</sup> | 2.07 ± 0.061 <sup>bc</sup>  | 3163.17 ± 21.76 <sup>b</sup>  | 461.60 ± 5.71 <sup>c</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 30      | 17 ± 0   | 0.630 ± 0.002 <sup>ij</sup> | 1.70 ± 0.01 <sup>c</sup> | 2.16 ± 0.017 <sup>cd</sup>  | 3359.62 ± 26.26 <sup>c</sup>  | 441.47 ± 5.46 <sup>f</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 40      | 17 ± 0   | 0.620 ± 0.002 <sup>h</sup>  | 1.73 ± 0.02 <sup>d</sup> | 2.12 ± 0.002 <sup>de</sup>  | 3577.80 ± 79.55 <sup>d</sup>  | 427.97 ± 5.30 <sup>g</sup> |
| สุพรรณบุรี 60 | 100     | 17 ± 0   | 0.607 ± 0.006 <sup>g</sup>  | 1.80 ± 0.02 <sup>e</sup> | 2.06 ± 0.031 <sup>e</sup>   | 4684.43 ± 69.81 <sup>f</sup>  | 406.21 ± 5.03 <sup>h</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 20      | 18 ± 0   | 0.640 ± 0.004 <sup>k</sup>  | 1.69 ± 0.01 <sup>c</sup> | 2.36 ± 0.040 <sup>ab</sup>  | 3085.91 ± 16.26 <sup>ab</sup> | 508.28 ± 6.29 <sup>b</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 30      | 18 ± 0   | 0.630 ± 0.004 <sup>ij</sup> | 1.83 ± 0.01 <sup>f</sup> | 2.32 ± 0.007 <sup>f</sup>   | 3129.10 ± 14.34 <sup>b</sup>  | 498.68 ± 6.17 <sup>c</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 40      | 18 ± 0   | 0.623 ± 0.006 <sup>hi</sup> | 1.87 ± 0.01 <sup>g</sup> | 2.02 ± 0.015 <sup>g</sup>   | 3641.15 ± 56.96 <sup>d</sup>  | 475.05 ± 5.88 <sup>d</sup> |
| ปทุมธานี 1    | 100     | 18 ± 0   | 0.613 ± 0.006 <sup>g</sup>  | 1.98 ± 0.01 <sup>i</sup> | 2.44 ± 0.002 <sup>hij</sup> | 3736.63 ± 8.66 <sup>e</sup>   | 462.18 ± 5.72 <sup>e</sup> |
| กข 23         | 20      | 22 ± 0   | 0.610 ± 0.001 <sup>g</sup>  | 1.80 ± 0.01 <sup>e</sup> | 2.17 ± 0.836 <sup>de</sup>  | 5091.84 ± 12.76 <sup>b</sup>  | 405.71 ± 5.02 <sup>h</sup> |
| กข 23         | 30      | 22 ± 0   | 0.590 ± 0.001 <sup>f</sup>  | 1.90 ± 0.00 <sup>h</sup> | 2.26 ± 0.011 <sup>f</sup>   | 5098.82 ± 33.86               | 402.95 ± 4.99 <sup>b</sup> |
| กข 23         | 40      | 22 ± 0   | 0.570 ± 0.001 <sup>d</sup>  | 2.02 ± 0.01 <sup>j</sup> | 2.44 ± 0.007 <sup>hi</sup>  | 5102.06 ± 26.15 <sup>b</sup>  | 390.62 ± 4.83 <sup>i</sup> |
| กข 23         | 100     | 22 ± 0   | 0.540 ± 0.001 <sup>b</sup>  | 2.19 ± 0.00 <sup>i</sup> | 2.64 ± 0.006 <sup>k</sup>   | 6602.18 ± 14.89 <sup>j</sup>  | 370.83 ± 4.59 <sup>k</sup> |
| ชัยนาท 1      | 20      | 23 ± 0   | 0.577 ± 0.006 <sup>c</sup>  | 1.98 ± 0.02 <sup>i</sup> | 1.99 ± 0.140 <sup>gh</sup>  | 4862.78 ± 21.76 <sup>g</sup>  | 465.29 ± 5.76 <sup>e</sup> |
| ชัยนาท 1      | 30      | 23 ± 0   | 0.563 ± 0.003 <sup>c</sup>  | 2.03 ± 0.01 <sup>j</sup> | 2.40 ± 0.204 <sup>hi</sup>  | 6504.69 ± 96.34 <sup>i</sup>  | 406.06 ± 5.02 <sup>h</sup> |
| ชัยนาท 1      | 40      | 23 ± 0   | 0.543 ± 0.005 <sup>b</sup>  | 2.14 ± 0.02 <sup>k</sup> | 2.43 ± 0.026 <sup>ij</sup>  | 6614.67 ± 45.05 <sup>j</sup>  | 374.18 ± 4.63 <sup>j</sup> |
| ชัยนาท 1      | 100     | 23 ± 0   | 0.507 ± 0.006 <sup>a</sup>  | 2.35 ± 0.01 <sup>m</sup> | 2.55 ± 0.387 <sup>j</sup>   | 7763.68 ± 39.93 <sup>k</sup>  | 308.32 ± 3.81 <sup>k</sup> |

abc... ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rang Test

ตารางที่ 6 ค่าคะแนนความชอบของผู้บริโภค 103 คน (เฉลี่ย) ต่อลักษณะความชอบโดยรวม ความนุ่ม ความเหนียว และกลิ่นของข้าวหุงสุก ทั้ง 13 ตัวอย่าง

| ลำดับ | ตัวอย่าง      | สัดส่วน<br>(ร้อยละ) | ความชอบโดยรวม              | ความนุ่ม                    | ความเหนียว                  | กลิ่นข้าวสุก               |
|-------|---------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1     | หอมมะลิ 105   | 100                 | 5.91 ± 1.65 <sup>de</sup>  | 5.80 ± 1.68 <sup>cde</sup>  | 5.95 ± 1.54 <sup>e</sup>    | 5.85 ± 1.46 <sup>bc</sup>  |
| 2     | สุพรรณบุรี 60 | 20                  | 5.25 ± 1.53 <sup>abc</sup> | 5.40 ± 1.88 <sup>abc</sup>  | 5.61 ± 1.62 <sup>cde</sup>  | 5.25 ± 1.56 <sup>a</sup>   |
| 3     | สุพรรณบุรี 60 | 30                  | 5.06 ± 1.70 <sup>ab</sup>  | 5.02 ± 1.90 <sup>ab</sup>   | 5.20 ± 1.63 <sup>abc</sup>  | 5.25 ± 1.61 <sup>a</sup>   |
| 4     | สุพรรณบุรี 60 | 40                  | 5.50 ± 1.60 <sup>bcd</sup> | 5.45 ± 1.63 <sup>abcd</sup> | 5.52 ± 1.64 <sup>bcd</sup>  | 5.78 ± 1.34 <sup>bc</sup>  |
| 5     | ปทุมธานี 1    | 20                  | 5.88 ± 1.62 <sup>de</sup>  | 5.91 ± 1.80 <sup>cde</sup>  | 5.79 ± 1.76 <sup>de</sup>   | 6.10 ± 1.34 <sup>c</sup>   |
| 6     | ปทุมธานี 1    | 30                  | 5.84 ± 1.59 <sup>de</sup>  | 5.85 ± 1.73 <sup>cde</sup>  | 5.78 ± 1.51 <sup>de</sup>   | 5.72 ± 1.29 <sup>bc</sup>  |
| 7     | ปทุมธานี 1    | 40                  | 5.68 ± 1.63 <sup>cde</sup> | 5.76 ± 1.69 <sup>cde</sup>  | 5.71 ± 1.61 <sup>de</sup>   | 5.77 ± 1.54 <sup>bc</sup>  |
| 8     | กข 23         | 20                  | 5.44 ± 1.54 <sup>bcd</sup> | 5.11 ± 1.76 <sup>ab</sup>   | 5.28 ± 1.57 <sup>abcd</sup> | 5.53 ± 1.40 <sup>ab</sup>  |
| 9     | กข 23         | 30                  | 4.93 ± 1.57 <sup>a</sup>   | 4.92 ± 1.74 <sup>a</sup>    | 5.01 ± 1.68 <sup>a</sup>    | 5.53 ± 1.49 <sup>ab</sup>  |
| 10    | กข 23         | 40                  | 5.97 ± 1.62 <sup>e</sup>   | 6.08 ± 1.64 <sup>e</sup>    | 5.89 ± 1.50 <sup>c</sup>    | 5.69 ± 1.33 <sup>abc</sup> |
| 11    | ชัยนาท 1      | 20                  | 5.90 ± 1.60 <sup>de</sup>  | 5.97 ± 1.68 <sup>de</sup>   | 5.75 ± 1.61 <sup>de</sup>   | 5.98 ± 1.45 <sup>bc</sup>  |
| 12    | ชัยนาท 1      | 30                  | 5.69 ± 1.77 <sup>cde</sup> | 5.53 ± 2.03 <sup>bcd</sup>  | 5.49 ± 1.72 <sup>abcd</sup> | 5.68 ± 1.58 <sup>abc</sup> |
| 13    | ชัยนาท 1      | 40                  | 5.03 ± 1.73 <sup>ab</sup>  | 4.91 ± 1.80 <sup>a</sup>    | 5.04 ± 1.57 <sup>ab</sup>   | 5.78 ± 1.36 <sup>bc</sup>  |

- abc..ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งกลุ่มเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rang Test

เกณฑ์ค่าคะแนนความชอบในการทดสอบความชอบผู้บริโภค

ไม่ชอบอย่างยิ่ง

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 1

ไม่ชอบมาก

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 2

ไม่ชอบ

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 3

ไม่ชอบเล็กน้อย

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 4

ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ชอบ

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 5

ชอบเล็กน้อย

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 6

ชอบ

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 7

ชอบมาก

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 8

ชอบอย่างยิ่ง

ค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 9