

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การเปรียบเทียบชนิดสารละลายที่ใช้เหนี่ยวนำการเกิดแป้งทนต่อการย่อยชนิดที่สามจากแป้งข้าวอะมิโลสสูงและศึกษาความคงตัวของความร้อน		
<b>ผู้วิจัย</b>	นางสาวปิยะธิดา ศรีจินดา		
<b>ปริญญา</b>	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	เทคโนโลยีการอาหาร
<b>กรรมการควบคุม</b>	รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิตา มุ่งงาม อาจารย์ ดร.ทัตดาว ภาชีผล		
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2556

### บทคัดย่อ

แป้งที่ทนต่อการย่อย (Resistant starch ; RS) หมายถึง แป้งที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสปัจจุบันมีการนำ RS มาใช้เป็นส่วนผสมอาหารหลากหลายชนิดเพื่อใช้เป็นอาหารสุขภาพ เนื่องจากมีคุณสมบัติคล้ายเส้นใยอาหาร RS แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ RS 1 และ RS 2 สามารถพบได้ในแป้งธรรมชาติ แต่มีปริมาณน้อยและไม่ทนต่อการแปรรูป RS 3 เกิดได้จากการเหนี่ยวนำด้วยความร้อน และ RS 4 เกิดจากการใช้สารเคมีในการตัดแปรรูปโครงสร้างของแป้ง ดังนั้นจึงทำให้ RS 3 กลายเป็น RS ที่น่าสนใจ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชนิดสารละลายที่ใช้เหนี่ยวนำการเกิดแป้งทนต่อการย่อยชนิดที่สามจากแป้งข้าวเจ้าพันธุ์เหลือง 11 และศึกษาความคงตัวของ RS ต่อความร้อน โดยทำการเตรียมแป้งข้าวจากข้าวเจ้าพันธุ์เหลือง 11 ตัวอย่างแป้งที่เตรียมได้นำไปวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบทางเคมี ซึ่งพบว่าแป้งข้าวเจ้าพันธุ์เหลือง 11 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใย ร้อยละ 11.88, 5.81, 0.93, 0.47 และ 0.38 ตามลำดับ และจากการศึกษาปริมาณอะมิโลส ปริมาณแป้งทนต่อการย่อย และปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่า มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 26.73, 2.67 และ 80.53 ตามลำดับ จากนั้นนำแป้งข้าวมาผลิตเป็นแป้งทนต่อการย่อยชนิดที่ 3 โดยเหนี่ยวนำด้วยความร้อนในสารละลายที่แตกต่างกัน 10 ชนิด ได้แก่ (1) น้ำ (2) เอทานอล (3) กรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L (4) กรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล (5) กรดแลคติกความเข้มข้น 20 mmol/L (6) กรดแลคติกความเข้มข้น 20 mmol/L ในเอทานอล (7) กรดซิตริกความเข้มข้น 10 mmol/L (8) กรดซิตริกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล (9) กรดซิตริกความเข้มข้น 20 mmol/L (10) กรดซิตริกความเข้มข้น 20 mmol/L ในเอทานอล และระยะเวลาในการบ่มแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า สารละลาย คือ น้ำ และระยะเวลาในการบ่ม 0 ชั่วโมงหรือไม่ได้บ่ม มีปริมาณ RS 3 มากที่สุด คือ ร้อยละ 13.91 ขณะที่สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ระยะเวลาการบ่ม 72 ชั่วโมง สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ระยะเวลาการบ่ม 0 ชั่วโมง และสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 20 mmol/L ระยะเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง มีปริมาณ RS 3 น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 2.33, 2.11 และ 3.12 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์แป้งที่ย่อยได้ (Digestible starch) โดยพบว่า การใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ที่ระยะเวลาในการบ่ม 72 ชั่วโมง สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ที่ระยะเวลาในการบ่ม 0 ชั่วโมงและสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 20 mmol/L ที่ระยะเวลาในการบ่ม 24 ชั่วโมง มีปริมาณแป้งที่ย่อยได้ มากที่สุด คือ ร้อยละ 83.48, 83.05 และ 82.20 ตามลำดับ ขณะที่การใช้น้ำ ที่ระยะเวลาในการบ่ม 0 ชั่วโมง

มีปริมาณแป้งที่ย่อยได้น้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 72.63 ส่วนปริมาณแป้งทั้งหมด (Total starch) ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกตัวอย่างแป้ง โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง ร้อยละ 83.37–87.32

จากการวิเคราะห์ระดับการเกิดเจลลาทีโนสของแป้งข้าวเจ้าพันธุ์เหลือง 11 หลังจากเหนียวน้ำ โดยใช้ความร้อนแล้ว พบว่าแป้งข้าวเจ้าพันธุ์เหลือง 11 ที่ใช้สารละลายน้ำและกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ระยะเวลาในการบ่ม 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง มีระดับการเกิดเจลลาทีโนสสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้สารละลายเอทานอลและกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าการใช้น้ำและกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ที่ระยะเวลาในการบ่ม 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง มีระดับการเกิดเจลลาทีโนสอยู่ระหว่างร้อยละ 98.64 - 99.86 ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้สารละลายเอทานอลและกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล ที่ระยะเวลาในการบ่ม 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง มีระดับการเกิดเจลลาทีโนสอยู่ระหว่างร้อยละ 58.25 - 59.91

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านความร้อน (Thermal properties) ของแป้งที่ผ่านการเหนียวน้ำ พบว่า สารละลายเอทานอล และกรดแลคติกความเข้มข้น 10 mmol/L ในเอทานอล มีอุณหภูมิในการเกิดเจลลาทีโนส (Onset temperature,  $T_o$ ) อุณหภูมิสูงสุดของการเปลี่ยนเฟส (Peak temperature,  $T_p$ ) อุณหภูมิสุดท้ายของการเปลี่ยนเฟส (Conclusion temperature,  $T_c$ ) และค่าพลังงานของการเปลี่ยนเฟส ( $\Delta H$ ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยพบว่ามีอุณหภูมิในการเกิดเจลลาทีโนส อยู่ระหว่าง 67.69–68.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดของการเปลี่ยนเฟสมีค่าระหว่าง 73.77–74.89 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสุดท้ายของการเปลี่ยนเฟสมีค่าระหว่าง 81.02–86.05 องศาเซลเซียส และค่าพลังงานของการเปลี่ยนเฟส อยู่ระหว่าง 1.17 - 1.66 J/g จากการทดลองยังพบพืคส่วนของอะไมโลส-ไขมัน (Amylose-lipid complex) และ แป้งที่ทนต่อการย่อย (Resistant starch)

จากการศึกษาความคงตัวของความร้อนของ RS 3 โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 4 ระดับ คือ 100, 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส และระยะเวลาให้ความร้อน 6 ระดับ คือ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที พบว่า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณ RS 3 ลดลงมากที่สุด ( $p \leq 0.05$ ) ยืนยันได้จากค่า  $k$  ที่มีค่าเท่ากับ -1.08 และสมการถดถอยที่อุณหภูมิ 100, 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.93, 0.91, 0.84, และ 0.86 ตามลำดับ

คำสำคัญ: แป้งทนต่อการย่อยชนิดที่ 3, แป้งข้าวอะไมโลสสูง, การคืนตัวของแป้ง, แป้งข้าว

<b>TITLE</b>	Comparison various solvents for inducing resistant starch type III from high amylose rice flour and study on its thermal stability		
<b>AUTHOR</b>	Miss Piyatida Srijinda		
<b>DEGREE</b>	Master Degree of Science	<b>MAJOR</b>	Food Technology
<b>COMMITTEE</b>	Assoc. Prof. Anuchita Moongngarm, Ph.D. Tatdao Paseephol, Ph.D.		
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2013

### ABSTRACT

Resistant starch (RS) is a form of starch that cannot be broken down by  $\alpha$ -amylase. Nowadays, RS is used as food ingredient for healthy food, because of its benefit as a dietary fiber. There are four types of RS including RS1, RS2, RS3 and RS4. RS1 and RS2 are naturally found in starchy foods, but only in a little amount and do not stable when processed. RS3 is a retrograded starch induced by moist heat treatment, whereas RS4 is chemically modified starch. The RS3 is interested as it is more stable when food is processed and safer than RS4 as it produced by inducing the starch to retrograde. The objectives of the research are to compare various solvent for producing resistant starch type III from high amylose rice flour (*Oryza sativa* cultivar Leuang 11) and study on its thermal stability. The raw rice flour was analyzed for chemical compositions. The results showed that the moisture, protein, ash, fat, crude fiber, total carbohydrate, resistant starch, and amylose content were 11.88, 5.81, 0.47, 0.93, 0.38, 81, 2.6 and 26.73%, respectively. The rice flour was induced to increase the RS3 content using ten different solvents namely (1) Water (2) Ethanol (3) Lactic acid 10 mmol/L (4) Lactic acid 10 mmol/L in ethanol (5) Lactic acid 20 mmol/L (6) Lactic acid 20 mmol/L in ethanol (7) Citric acid 10 mmol/L (8) Citric acid 10 mmol/L in ethanol (9) Citric acid 20 mmol/L (10) Citric acid 20 mmol/L in ethanol and then each heated flours was incubated using four different levels (0, 24, 48 or 72 h). The result showed that the highest content of RS was observed in sample treated with water with no incubation (13.91%), while the sample treated with lactic acid 10 mmol/L in ethanol and incubated for 72 h, citric acid 10 mmol/L in ethanol no incubation and citric acid 20 mmol/L in ethanol and incubated for 24 h yielded the lowest amount of RS (2.33, 2.11 and 3.12 % respectively). The digestible starch contents of rice flours treated with lactic acid 10 mmol/L in ethanol and incubated for 72 h, citric acid 10 mmol/L in ethanol no incubation, and citric acid 20 mmol/L in ethanol and incubated for 24 h contained the highest amount (83.48, 83.05 and 82.20 % respectively). All rice flours contained comparable quantity of total starch, ranging between 83.37 to 87.32 %.

In the study of degree of gelatinization, it was found that the sample treated with water and lactic acid 10 mmol/L incubated for 0, 24, 48, and 72 h had the highest degree of gelatinization ranging from 98.64 to 99.86% whilst the sample treated with ethanol and lactic acid 10 mmol/L in ethanol had the degree of gelatinization varying between 58.25 and 59.91%.

In the study of thermal properties of the retrograded flours, they were found that the sample treated with ethanol and lactic acid 10 mmol/L in ethanol consisted onset temperature (67.69 to 68.60°C), peak temperature (73.77 to 74.89°C), conclusion temperature (81.02 to 86.05°C) and  $\Delta H$  (1.17 to 1.66 J/g). Experiments had also found the peaks of amylose-lipid complex and resistant starch.

For the study of thermal stability of the RS, four levels of temperatures including 100, 120, 140, and 160°C with six levels of heating time (10, 20, 30, 40, 50, 60 min) were applied. It was found that RS3 was increased significantly in 100°C but significantly decreased when treated with higher temperatures. At 160°C, RS3 was least stable ( $p \leq 0.05$ ) with the k value of -1.08 and the coefficient of determination value ( $R^2$ ) at 100, 120, 140 and 160 °C was 0.93, 0.91, 0.84 and 0.86, respectively.

Key Words: resistant starch III, high amylose rice, retrograde starch, rice flour