

ผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อเนื้อสัมผัสและสมบัติการย่อยสลาย ในข้าวเหนียวสุก

Effects of hydrocolloids on texture and starch digestibility of cooked waxy rice

วรพล ปพนยรรยง^{1*}, คงศักดิ์ ศรีแก้ว¹ และ ชุตินา เลิศลักษณ์¹

Woraphon Paphonyanyong^{1*}, Khongsak Srikaeo¹ and Chutima Lerdluksamee¹

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิด ได้แก่อัลจิเนต และแซนแทนกัมต่อเนื้อสัมผัสและสมบัติการย่อยสลายในข้าวเหนียว โดยนำข้าวเหนียวมาทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ที่ระดับร้อยละ 0.5 และ 1.0 ของน้ำหนักข้าวเหนียว ตรวจสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส และหาอัตราการย่อยสลายด้วยวิธีทางเอนไซม์ ผลพบว่าข้าวเหนียวที่นำมาทำให้สุกร่วมกับการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิด จะมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น ค่าความสามารถในการเกาะติดลดลง งานวิจัยนี้พบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ไม่สามารถลดการเกิดสเตลของแอมิโลเพกตินในข้าวเหนียวได้ ผลด้านเนื้อสัมผัสที่ได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันไม่ว่าจะใช้ไฮโดรคอลลอยด์ที่ร้อยละ 0.5 หรือ 1.0 ผลการวิเคราะห์อัตราการย่อยสลายพบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ช่วยให้อัตราการย่อยสลายของข้าวเหนียวลดลง โดยพบว่าแซนแทนกัมช่วยลดอัตราการย่อยได้ดีกว่าอัลจิเนต ทั้งนี้หากใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในปริมาณมากจะช่วยลดอัตราการย่อยสลายได้มากขึ้น

ABSTRACT: This research studied the effects of two hydrocolloids namely alginate and xanthan gum on texture and starch digestibility of waxy rice. Waxy rice was cooked with hydrocolloids at 0.5 and 1.0% of the rice weight. Texture was determined by a texture analyzer. Starch digestibility was evaluated using in-vitro enzymatic method. It was found that cooking waxy rice with hydrocolloids increased hardness while decreased adhesiveness of the cooked rice. This research suggested that the use of hydrocolloids could not delay amylopectin staling. The use of hydrocolloids at 0.5% and 1% provided similar results in terms of texture. However, the addition of both hydrocolloids decreased starch digestion rate in cooked waxy rice. Xanthan gum provided better result than that of alginate. High level of hydrocolloids also reduced more starch digestion rate.

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Food Science and Technology Program, Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

* Corresponding author: kraai.montree@gmail.com

บทนำ

ข้าวเหนียวได้รับความนิยมบริโภคอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มส่งออกเพิ่มขึ้น โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญคือจีนและประเทศในกลุ่มอาเซียน (กรรณิการ์ และคณะ, 2558) ข้าวเหนียวสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย อย่างไรก็ตามข้าวเหนียวเมื่อนำไปทำทำให้สุกหรือนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น ขนมไทย ข้าวหลาม ฯลฯ จะมีปัญหาในเรื่องของเนื้อสัมผัส และนอกจากนั้นข้าวเหนียวยังจัดเป็นข้าวที่ย่อยได้เร็ว มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง ไม่เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยเบาหวาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวเหนียว

ปัจจัยที่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและสมบัติอื่น ๆ ที่สำคัญของข้าวเหนียวคือองค์ประกอบของสสารข โดยสสารขของข้าวเหนียวมีองค์ประกอบหลักเป็นแอมิโลเพกติน และมีแอมิโลสอยู่เพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย เมล็ดข้าวเหนียวเมื่อทำให้สุกหรือสสารขเกิดเจลาติไนเซชันแล้วจะมีลักษณะใสและเหนียว อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาไว้จะเกิดการแห้งแข็งอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เกิดจากการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลแอมิโลเพกตินและมีการสูญเสียหน่วยบริเวณผิวของข้าวทำให้ข้าวเหนียวสุกแห้งแข็งอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการเกิดสเตลของแอมิโลเพกติน (Amylopectin staling) (Villareal et al., 1993; 1997) ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากแอมิโลเพกตินเรโทรเกรเดชัน (Amylopectin retrogradation) (Vandeputte et al., 2003) โดยมีอิทธิพลของแอมิโลสเรโทรเกรเดชัน (Amylose retrogradation) ร่วมด้วยในช่วงแรกของการเกิด (Bao et al., 2004; Hug-Iten et al., 2003) ส่งผลทำให้ข้าวเหนียวสุกหรือผลิตภัณฑ์จากข้าวเหนียวมีคุณภาพลดลง มีเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง ดังนั้นจึงมีการใช้วัตถุดิบอาหาร เพื่อปรับปรุงคุณภาพและชะลอการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว เช่น การใช้เอนไซม์บางชนิด การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) และสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) (Gujral et al.,

2003; Guarda et al., 2004) โดยมีการศึกษาการใช้วัตถุดิบอาหารดังกล่าวในอาหารหลากหลายชนิด ทั้งนี้ส่วนใหญ่มักเป็นอาหารที่ทำจากแป้งข้าว เช่น เค้ก ขนมปัง ยังไม่มีการศึกษาในลักษณะของการใช้กับข้าวหุงสุกทั้งเมล็ด หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวสุกทั้งเมล็ด เช่น ข้าวหลาม ข้าวเหนียวมูน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการใช้ไฮโดรคอลลอยด์จำนวน 2 ชนิด ได้แก่อัลจิเนต (Alginate) และแซนแทนกัม (Xanthan gum) เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวสุก ลดการเกิดเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง นอกจากนี้ยังศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ดังกล่าวต่อสมบัติการย่อยสลาย (Starch digestibility) ของข้าวเหนียวสุกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากข้าวเหนียวประกอบด้วยแอมิโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ดังกล่าวข้างต้น ทำให้สสารขย่อยได้เร็ว มีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic index: GI) สูงส่งผลเสียต่อสุขภาพ (Srikaeo, & Arranz-Martinez, 2015) การใช้ไฮโดรคอลลอยด์อาจส่งผลดี นอกเหนือจากช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสแล้วยังช่วยชะลอการย่อยสลายและลดค่าดัชนีน้ำตาลได้อีกทางหนึ่งด้วย (Chung et al., 2007)

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวเหนียว เช่น ข้าวหลาม หรือขนมไทย ต่าง ๆ ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น มีค่าดัชนีน้ำตาลลดลง ซึ่งจะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์จากข้าวเหนียว

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบและสารเคมี

1. ข้าวเหนียวที่ใช้คือพันธุ์ กข6 ได้จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านกำแพงดิน จ.พิจิตร เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งดีกว่าพันธุ์เหนียวสันป่าตอง คุณภาพการหุงต้มดี มีกลิ่นหอม ด้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล คุณภาพการสีดี อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์นี้ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้งและโรคใบไหม้ รวมถึงไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงปั่ว โดยข้าวเหนียวพันธุ์นี้ยมนำมาผลิตเป็น

ข้าวหาลาม ซึ่งจะใช้ข้าวใหม่เก็บไว้ไม่เกิน 1 ปี เนื่องจากจะทำให้มีกลิ่นหอมและเนื้อสัมผัสนุ่ม

2. ไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ อัลจีเนต ในรูปของโซเดียมอัลจีเนต (Sodium alginate) และ แชนแทนกัม (Xanthan gum) เป็นเกรดอาหาร (Food grade) จัดซื้อจากบริษัทยูเนียนชาไนน์ จำกัด

3. สารเคมีและเอนไซม์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็น AR grade จัดซื้อจาก Sigma Aldrich (Thailand)

การเตรียมไฮโดรคอลลอยด์และการนึ่งข้าว

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยมีปัจจัยที่ศึกษาคือชนิดของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ อัลจีเนต และ แชนแทนกัม ระดับในการเติมไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด 2 ระดับ คือ 0.5% และ 1% โดยน้ำหนักของข้าวเหนียว

2. การเติมไฮโดรคอลลอยด์ทำได้โดยชั่งข้าวสารเหนียวมา 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายไฮโดรคอลลอยด์ ทั้ง 2 ชนิด ที่ 0.5% และ 1% ของน้ำหนักข้าวสารเหนียวโดยนำไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดมาละลายในน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้ละลายเข้ากันดี แล้วจึงนำไปผสมกับข้าวสารเหนียว

3. นำไปนึ่งในเครื่องนึ่งไอน้ำ โดยใช้เวลาในการนึ่ง 30 นาที ตรวจสอบว่าข้าวสุกอย่างทั่วถึงโดยสังเกตข้าวทุกเมล็ดจะต้องมีลักษณะใส ไม่มีจุดขาว ชุ่มในเมล็ด นำไปวิเคราะห์ทดสอบทันที โดยไม่เก็บตัวอย่างไว้ เนื่องจากจะมีผลต่อค่าที่ทำการวิเคราะห์ทดสอบ

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

1. นำข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่งให้สุกแล้วมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) โดยนำข้าวเหนียวมาใส่ในแบบพิมพ์ให้ข้าวเหนียวมีลักษณะเป็นก้อนทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร สูง 20 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปกดด้วยหัวกดแบบ Cylinder probe ขนาด 35 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกด 5 mm/s ตั้งค่า Strain 50% จากนั้นคำนวณค่า

ความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการเกาะติดหรือความเหนียว (Adhesiveness) และความยืดหยุ่น (Springiness) (Mochizuki, 2001) ทำการตรวจวัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ

2. ตรวจสอบหาการเกิดสเตล (Staling) หรือการแข็งตัวของข้าว โดยเก็บตัวอย่างข้าวเหนียวหุงสุกไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นตรวจสอบเนื้อสัมผัสตามวิธีการข้างต้นที่เวลา 0, 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์อัตราการย่อยสลาย

1. ทำการวิเคราะห์อัตราการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในหลอดทดลอง (In vitro enzymatic digestion) โดยนำตัวอย่างข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่งจนสุกแล้วข้างต้นมาบดให้ละเอียดด้วยโกร่ง จากนั้นชั่งมา 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Simulated intestinal fluid (SIF) และเอนไซม์ย่อยแป้ง ได้แก่ Pancreatin และ Amyloglucosidase ตามวิธีการที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ (Srikao, & Arranz-Martinez, 2015) นำไปบ่มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา

2. ตรวจสอบหาปริมาณกลูโคสที่เกิดขึ้นโดยใช้ Glucometer ตามวิธีการของ Srikao and Sangkhiew (2014) ทำการวัดปริมาณกลูโคสที่เวลา 0, 30, 60, 90, 120 และ 180 นาที ทำการตรวจวัดตัวอย่าง 2 ซ้ำ

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การตรวจสอบหาการเกิดสเตลหรือลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง โดยตรวจสอบจากค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะติดหรือความเหนียว และความยืดหยุ่นเมื่อเก็บข้าวเหนียวสุกไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0-24 ชั่วโมง ได้ผลดัง Figures 1-3 ในงานวิจัยนี้แสดงผลที่ได้จากตัวอย่างข้าวที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ 1.0% เท่านั้น สำหรับการวิเคราะห์ที่ระดับ 0.5% พบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน จึงไม่ได้แสดงผลไว้

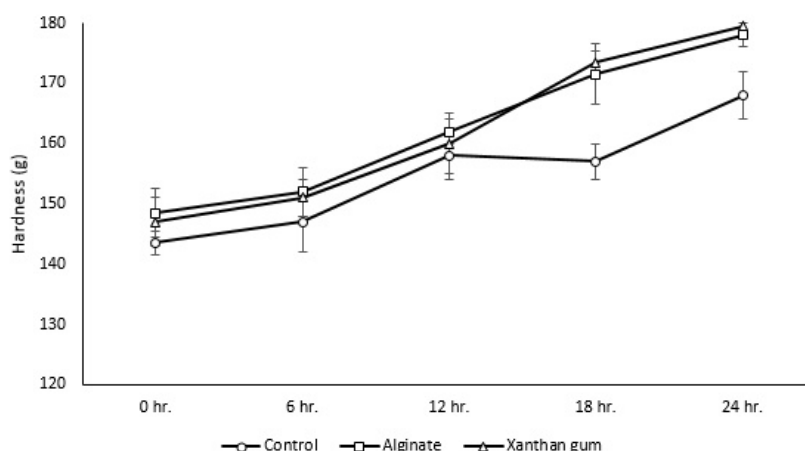


Figure 1 Hardness values (average and standard deviation bar) of cooked waxy rice; (Control = no hydrocolloid added, Alginate = cooked with sodium alginate at 1.0%, Xanthan gum = cooked with xanthan gum at 1.0%)

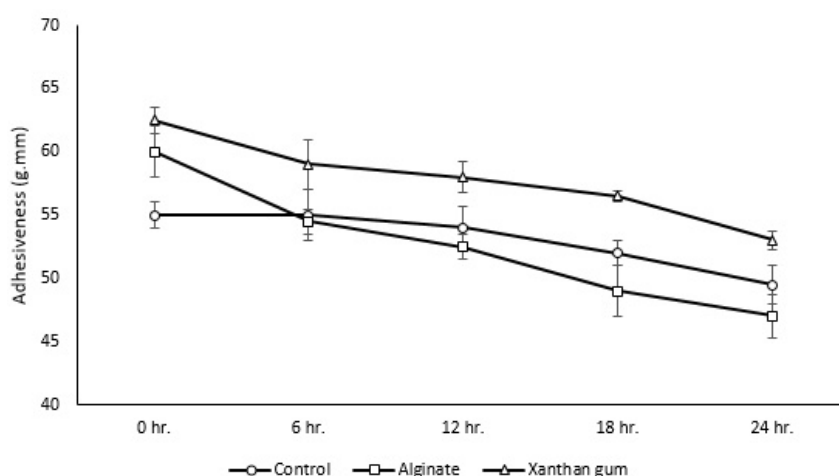


Figure 2 Adhesiveness values (average and standard deviation bar) of cooked waxy rice; (Control = no hydrocolloid added, Alginate = cooked with sodium alginate at 1.0%, Xanthan gum = cooked with xanthan gum at 1.0%)

จาก Figure 1 ในส่วนของความแข็งของข้าว เมื่อเปรียบเทียบข้าวที่ทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์จะพบว่ามีความแข็งมากกว่าข้าวตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์) เมื่อเก็บรักษาข้าวไว้ที่อุณหภูมิห้อง ค่าความแข็งของข้าวจะเพิ่มมากยิ่งขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทั้งในส่วน of ข้าวตัวอย่างควบคุมและข้าวที่ทำให้สุกร่วมกับ

ไฮโดรคอลลอยด์ โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัลจิเนตและแซนแทนกัม จะพบว่ามีความแข็งเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน ในส่วนของค่าความสามารถในการเกาะติดหรือความเหนียว (Figure 2) เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ค่าที่ได้จะมีค่าลดลง และข้าวที่ทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์โดยเฉพาะแซนแทนกัม มีแนวโน้มให้ค่าความสามารถในการเกาะติดที่มาก

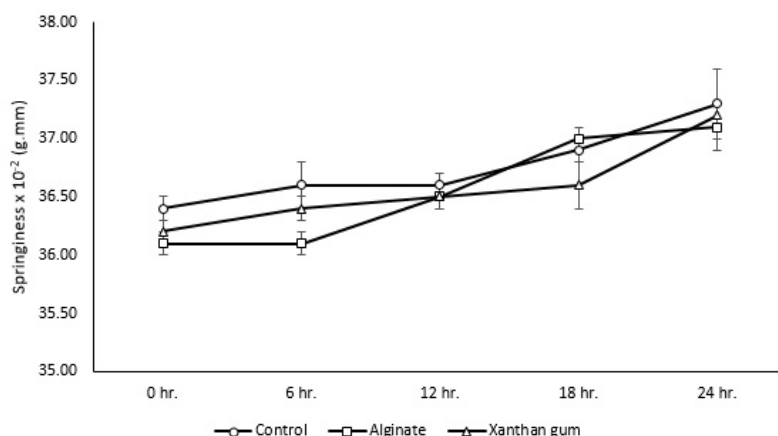


Figure 3 Springiness values (average and standard deviation bar) of cooked waxy rice; (Control = no hydrocolloid added, Alginate = cooked with sodium alginate at 1.0%, Xanthan gum = cooked with xanthan gum at 1.0%)

กกว่าข้าวตัวอย่างควบคุมและข้าวที่ทำให้สุกร่วมกับอัลจินเต ทั้งนี้สำหรับค่าความยืดหยุ่น (Figure 3) จะมีแนวโน้มใกล้เคียงกันโดยข้าวจะมีค่าความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ข้าวที่ทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ให้ค่าความยืดหยุ่นโดยรวมน้อยกว่าข้าวตัวอย่างควบคุม

สรุปจากผลการทดลองในส่วนของเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวเมื่อทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์จะพบว่าตัวอย่างข้าวมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น มีความยืดหยุ่นน้อยลง ความเหนียวเพิ่มขึ้น และจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสเมื่อเก็บรักษาไว้โดยค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ความเหนียวลดลง ดังนั้นการทำให้ข้าวเหนียวสุกในลักษณะของข้าวทั้งเมล็ดโดยการนั่งรวมกับการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ ไม่ช่วยทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวนุ่มหรือมีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น และข้าวที่เก็บรักษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสที่ชัดเจนไม่ว่าจะเติมหรือไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์

ผลการวิเคราะห์อัตราการย่อยสลาย

กราฟอัตราการย่อยสลายแสดงปริมาณกลูโคสที่เกิดขึ้นภายหลังการย่อยด้วยเอนไซม์ต่าง ๆ จำลองสภาวะการย่อยในร่างกายของมนุษย์แสดงได้ดัง Figure 4

จาก Figure 4 จะเห็นว่าข้าวเหนียวที่ทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ไม่ว่าจะเป็นอัลจินเตหรือแซนแทนกัม จะทำให้ข้าวเหนียวมีอัตราการย่อยสลายลดลง หรือช้ากว่าข้าวเหนียวตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ โดยกราฟอัตราการย่อยจะแสดงปริมาณกลูโคสที่ตรวจพบเมื่อทำการย่อยไปในระยะเวลาตั้งแต่ 0-180 นาที โดยตัวอย่างที่ให้ปริมาณกลูโคสน้อยกว่าเป็นตัวอย่างที่มีอัตราการย่อยช้ากว่า

จากผลจะพบว่า การเติมไฮโดรคอลลอยด์ช่วยปรับปรุงสมบัติด้านการย่อยสลายในข้าวเหนียวทำให้ย่อยได้ช้าลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิดที่ทำการศึกษา จะเห็นว่าแซน

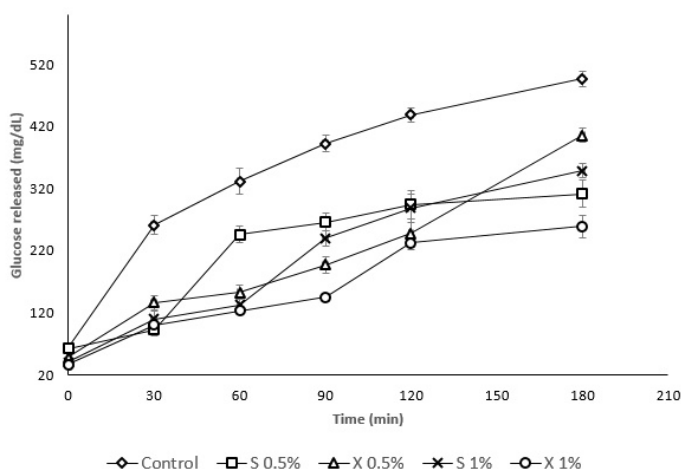


Figure 4 Glucose released (average and standard deviation bar) from starch digestion of waxy rice cooked with hydrocolloids (Control = no hydrocolloid added, S = Sodium alginate, X = Xanthan gum, each at 0.5% and 1.0%)

แทนกัมจะให้ผลอัตราการย่อยสลายที่ลดต่ำกว่าอัลจิเนต ทั้งนี้ในส่วนของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ จะเห็นว่าการเพิ่มปริมาณไฮโดรคอลลอยด์จาก 0.5% ไปเป็น 1.0% จะทำให้อัตราการย่อยสลายลดลงมากยิ่งขึ้น (Figure 4) ดังนั้นปริมาณการใช้ไฮโดรคอลลอยด์จะสัมพันธ์กับการลดลงของอัตราการย่อยสลายในข้าวเหนียวที่ทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์

วิจารณ์

ปรากฏการณ์สเตรลของข้าวเหนียวเมื่อทำให้สุกและเก็บรักษาไว้ ทำให้เนื้อสัมผัสแห้งแข็ง โดยเฉพาะที่ผิวภายนอก มีสาเหตุหลักจากแอมิโลเพกตินเรโทรเกรเดชัน (Vandeputte et al., 2003) ทั้งนี้มีรายงานวิจัย (Gujral et al., 2003) พบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ร่วมกับเอนไซม์แอมิเลสสามารถช่วยชะลอการเกิดเรโทรเกรเดชันและปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวได้ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ เมื่อนำไฮโดรคอลลอยด์มาใช้ระหว่างการทำข้าวเหนียวสุกในลักษณะที่ยังอยู่ในรูปของเมล็ดข้าว พบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์จะทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมีความแข็งเพิ่มขึ้น มีความสามารถในการเกาะติดลดลง โดยลักษณะ

ของข้าวเหนียวที่มีความแข็งเพิ่มมากขึ้น อาจเกิดจากกลไกในขณะที่มีการทำให้ข้าวสุก ไฮโดรคอลลอยด์จะไปเคลือบบริเวณผิวของเมล็ดข้าว ทำให้น้ำซึมเข้าไ้ชั้นในของข้าวได้ลดลง สตารซ์ในเมล็ดข้าวมีการพองตัวลดน้อยลง ทำให้เมื่อสุกแล้วข้าวมีความแข็งมากกว่า นอกจากนั้นอาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสตารซ์และไฮโดรคอลลอยด์ ทั้งที่เกิดขึ้นบริเวณผิวและภายในเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวมีเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนไป เมื่อนำไปทำให้สุกร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ (Chung et al., 2007)

งานวิจัยนี้ค้นพบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ไม่สามารถช่วยชะลอการเกิดสเตรลในข้าวเหนียวได้ โดยไม่ช่วยให้ข้าวเหนียวมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มหรือมีความแข็งลดลงภายหลังการทำให้สุก แต่ในทางตรงข้ามจะทำให้ข้าวเหนียวมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเก็บรักษาไว้ ซึ่งผลที่ได้นี้จะแตกต่างจากงานวิจัยที่ดำเนินการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ร่วมกับเจลของแป้งข้าว โดยหากใช้ร่วมกับเจลของแป้งข้าวจะทำให้เจลมีความเหนียวนุ่ม และสามารถเก็บไว้ได้นาน (Song et al., 2006)

อย่างไรก็ตามประโยชน์หลักที่ได้จากการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ระหว่างการทำข้าวเหนียวสุก คือการช่วยชะลออัตราการย่อยสลาย ทำให้ย่อยได้ช้าลง ซึ่งอัตราการย่อยสลายที่ช้าลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มี

ค่าดัชนีน้ำตาลลดต่ำลงด้วย ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าข้าวเหนียวมีปริมาณแอมิโลสน้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลย ดังนั้นจะมีอัตราการย่อยสลายที่เร็วหรือให้ค่าดัชนีน้ำตาลที่สูง ไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานหรือผู้ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดที่จะบริโภคข้าวเหนียว (Hu et al., 2004) การใช้ไฮโดรคอลลอยด์จึงช่วยปรับปรุงสมบัติการย่อยสลายในข้าวเหนียวได้เป็นอย่างดีในแง่ของการลดอัตราการย่อยสลาย (Srikaeo and Sangkhiaw, 2014)

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในแป้งหรือสตาร์ชในรูปแบบของเจลค่อนข้างมาก แต่ในส่วนของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์กับธัญชาติในรูปแบบเมล็ดยังมีงานวิจัยค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยเฉพาะในข้าว ทั้งนี้เนื่องจากในข้าวมักนิยมบริโภคในรูปแบบของเมล็ด

สรุป

การเกิดสเตรลของแอมิโลเพกตินในข้าวเหนียวที่ผ่านการทำให้สุกและเก็บรักษาไว้ โดยมีอิทธิพลร่วมของสตาร์ชเรโทรเกรดชันจะทำให้ข้าวเหนียวมีเนื้อสัมผัสแห้งแข็งอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้พบว่า การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ไม่สามารถช่วยชะลอการเกิดสเตรลในข้าวเหนียวในรูปแบบของเมล็ดข้าวได้ โดยข้าวเหนียวที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์และนำไปทำให้สุกจะมีค่าความแข็งมากกว่าข้าวเหนียวควบคุมที่ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ อย่างไรก็ตามการเติมไฮโดรคอลลอยด์ในข้าวเหนียวระหว่างการทำให้สุกจะช่วยปรับปรุงสมบัติด้านการย่อยสลายของข้าวเหนียว โดยจะทำให้ข้าวเหนียวมีค่าอัตราการย่อยสลายลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาลของข้าวเหนียวมีค่าลดลงด้วย ดังนั้นไฮโดรคอลลอยด์จึงสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติด้านการย่อยของข้าวเหนียวได้ เทคนิคการใช้ไฮโดรคอลลอยด์เติมลงไประหว่างการทำให้ข้าวเหนียวสุกจะทำให้ข้าวเหนียวที่ได้มีลักษณะที่แข็งขึ้น และมีค่าดัชนีน้ำตาลลดต่ำลง โดยลักษณะดังกล่าวนี้จะ

เหมาะสมกับการนำข้าวเหนียวไปแปรรูปเป็นบางชนิด เช่น ข้าวหลาม โดยจะทำให้ข้าวเหนียวมีเนื้อสัมผัสที่ไม่เละเมื่อปอกเปลือกข้าวหลามออกมา และจะเพิ่มมูลค่าในแง่ของการช่วยปรับปรุงอัตราการย่อยสลายในผลิตภัณฑ์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ ห้วยแสน, จิระพันธ์ ห้วยแสน, และชาญณรงค์ ชมนาวัง. 2558. ลักษณะเด่นของข้าวเหนียวเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนครฉบับพิเศษ:369-375.
- Bao, J., H. Corke, and M. Sun. 2004. Genetic diversity in the physicochemical properties of waxy rice (*Oryza sativa* L) starch. J. Sci. Food Agr. 84:1299-1306.
- Chung, H. J., Q. Liu, and S. T. Lim. 2007. Texture and in vitro digestibility of white rice cooked with hydrocolloids. Cereal Chem. 84:246-249.
- Guarda, A., C. M. Rosell, C. Benedito, and M. J. Galotto. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloid. 18:241-247.
- Gujral, H. S., M. Haros, and C. M. Rosell. 2003. Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread. Cereal Chem. 80:750-754.
- Hu, P., H. Zhao, Z. Duan, Z. Linlin, and D. Wu. 2004. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of rice differing in amylose contents. J. Cereal Sci. 40:231-237.
- Hug-Iten, S., F. Escher, and B. Conde-Petit. 2003. Staling of bread: Role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. Cereal Chem. 80:654-661.

- Mochizuki, Y. (2001). Texture profile analysis. Current protocols in food analytical chemistry. doi.org/10.1002/0471142913.fah0203s00
- Song, J. Y., J. Y. Kwon, J. Choi, Y. C. Kim, and M. Shin. 2006. Pasting properties of non-waxy rice starch-hydrocolloid mixtures. *Starch-Stärke*. 58:223-230.
- Srikaeo, K., and P. Arranz-Martínez. 2015. Formulating low glycaemic index rice flour to be used as a functional ingredient. *J. Cereal Sci.* 61:33-40.
- Srikaeo, K., and J. Sangkhiaw. 2014. Effects of amylose and resistant starch on glycaemic index of rice noodles. *LWT-Food Sci. Technol.* 59:1129-1135.
- Vandeputte, G. E., R. Vermeulen, J. Geeroms, and J. A. Delcour. 2003. Rice starches. III. Structural aspects provide insight in amylopectin retrogradation properties and gel texture. *J. Cereal Sci.* 38:61-68.
- Villareal, C. P., B. O. Juliano, and S. Hizukuri. 1993. Varietal differences in amylopectin staling of cooked waxy milled rice. *Cereal Chem.* 70:753-753.
- Villareal, C. P., S. Hizukuri and B. O. Juliano. 1997 Amylopectin staling of cooked milled rice and properties of amylopectin and amylose. *Cereal Chem.* 74:163-167.