RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference

ลักษณะเด่นของข้าวเหนียวเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์
The Dominant Feature of Khao Wong Glutinous Rice Kalasin Province for Geographical Indications

กรรณิการ์ ห้วยแสน[1*] จิระพันธ์ ห้วยแสน[2] และ ชาญณรงค์ ชมนาวัง[3]

[1,3] อาจารย์ [2] รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งเพาะปลูกของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่แตกต่างกัน 3 แหล่ง (อำเภอ) ได้แก่ อำเภอเขาวง อำเภอห้วยเม็ก และอำเภอฆ้องชัย ต่อลักษณะเด่นของข้าวเหนียวเขาวงจังหวัดกาฬสินธุ์ที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พบว่ามีผลต่อปริมาณองค์ประกอบทางเคมี สมบัติความหนืด ลักษณะเนื้อสัมผัส และสมบัติทางความร้อน ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณแอมิโลส ($p > 0.05$) โดยข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง มีปริมาณโปรตีนและเถ้าสูงสุด ($p \leq 0.05$) มีค่าความหนืดกลับคืนต่ำสุด ค่าความแข็งและค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวมีค่าต่ำสุด ผลการวิเคราะห์สารประกอบที่ให้กลิ่นในข้าว พบว่าสารประกอบที่ให้กลิ่นที่พบในตัวอย่างข้าวเหนียวที่ปลูกในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา พบสารประกอบมีเทนคาร์บอกซิลิกแอซิด ในขณะที่ 1,2,2-ไตรเมทธิลไวโคนโพรพิลเอมีน พบมากที่สุดในตัวอย่างข้าวเหนียวที่ปลูกในเขตพื้นที่อำเภอเขาวงและอำเภอฆ้องชัย นอกจากนี้ 2-ซิส-9-ออกตระดีซีนิลออกซีเอธานอล พบมากที่สุดในตัวอย่างข้าวเหนียวที่ปลูกในเขตพื้นที่อำเภอห้วยเม็ก

Abstract

The objective of this research was to study the dominant feature of Khao Wong glutinous rice Kalasin province for geographical indications. The effect of three cultivated areas of glutinous rice variety (RD6) consisting of Khao Wong, Huai Mek and Kong Chai districts was investigated along with their physicochemical textural properties and thermal properties. For the effect of different cultivated areas on glutinous rice properties, the significant effect of different cultivated areas on chemical compounds, viscosity and textural properties was observed ($p \leq 0.05$). There was no significant effect of cultivated areas on amylose content ($p > 0.05$). The highest protein and ash contents and the lowest setback, hardness and chewiness values were found in the sample cultivated in Khao Wong district area. The aroma compounds analysis of rice samples revealed that methanecarboxylic acid was observed in glutinous rice cultivated in all studied areas. Whereas, the highest content of 1,2,2-Trimethylcyclopropylamine was found in the sample cultivated at Khao Wong and Kong Chai districts. In addition, the highest content of 2-cis-9-octadecenyloxyethanol was observed in glutinous rice cultivated at Huai Mek district.

คำสำคัญ : สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ข้าวเหนียว เนื้อสัมผัส สมบัติทางความร้อน สารประกอบให้กลิ่นในข้าว
Keywords : Geographical Indications, glutinous rice, Textural properties, Thermal properties, Aroma

[*] *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ kunnikarh@yahoo.com โทร. 08 1871 6465*

1. บทนำ

ข้าวเหนียว นิยมบริโภคอย่างกว้างขวางในประเทศ และเป็นอาหารหลักของประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ข้าวเหนียว เป็นสินค้าที่มีการส่งออกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตลาดส่งออกข้าวเหนียวและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญคือจีน มาเลเซีย และอินโดนีเซีย โดยมีการนำเข้าเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการทำขนมขบเคี้ยวและผลิตเหล้าสาเก (สถาบันยุทธศาสตร์การค้า, 2549)

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication หรือ GI) คือชื่อหรือสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นใดที่บอกแหล่งผลิตของสินค้าโดยสามารถสื่อให้ผู้บริโภคเข้าใจได้ว่าสินค้านั้นมีคุณภาพหรือคุณลักษณะพิเศษแตกต่างจากสินค้าที่ผลิตในแหล่งผลิตอื่นโดยธรรมชาตินั้นสร้างสิ่งแวดล้อมหรือวัตถุดิบให้แก่การผลิตสินค้า ส่วนมนุษย์นั้นใช้ทักษะความชำนาญและภูมิปัญญาในการผลิตสินค้านั้นทั้งสองปัจจัยจึงได้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพหรือคุณลักษณะพิเศษเฉพาะด้วยเหตุนี้สิทธิในสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์จึงเป็นสิทธิชุมชนหรือสิทธิของกลุ่มคนที่อยู่ในท้องถิ่นที่ผลิตสินค้านั้น (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2552)

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโดยทั่วไปมีความแตกต่างกันขึ้นกับ สภาพแวดล้อมของการเพาะปลูก ดินปลูก และสายพันธุ์ข้าว นอกจากนี้วิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกันยังส่งผลให้ข้าวมีปริมาณสตาร์ช ไขมัน และโปรตีนที่แตกต่างกัน ข้าวเหนียวส่วนใหญ่ประกอบด้วย แอมิโลเพกติน ประมาณร้อยละ 95 และมีแอมิโลสอยู่เพียงเล็กน้อย หรืออาจไม่มีเลย เมล็ดข้าวเหนียวมีลักษณะสีขาวขุ่น เมื่อนึ่งแล้วได้ข้าวสุกที่มีลักษณะใสและเหนียวติดกัน คุณสมบัติการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ชข้าวขึ้นกับสายพันธุ์ ทำให้สตาร์ชมีขนาดเม็ดสตาร์ช และสัดส่วนเม็ดสตาร์ชต่างกันชนิดของโครงสร้างผลึก และโครงสร้างระดับโมเลกุลของเม็ดสตาร์ช (Lindeboom *et al*.,2004). Keeratipibul *et al*. (2008) ศึกษาข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 จากจังหวัดหนองคายและขอนแก่น พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์กข6 จากจังหวัดหนองคาย และขอนแก่น มีอุณหภูมิเริ่มเกิดเจลาติไนซ์, อุณหภูมิพีค, อุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดเจลาติไนซ์และค่าเอนธัลปีของการเจลาติไนซ์ ระหว่าง 57.82-58.62, 64.96-65.87, 82.63-83.06 องศาเซลเซียส และ 16.11-17.04 (จูลต่อกรัม) ตามลำดับ

ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ มีพื้นที่ปลูกเป็นพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา พื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ มีธาตุแคลเซียมและธาตุซิลิกอนสูง สภาพภูมิอากาศเย็น แห้งแล้งน้ำน้อย เป็นผลให้ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนข้าวอื่นๆ ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์เป็นข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่มีความนุ่มและมีกลิ่นหอม เมื่อหุงสุกมีความอ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม ปัจจุบันข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ได้ขึ้นทะเบียนเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2552) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเห็นความสำคัญในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (Physicochemical properties) ได้แก่ คุณสมบัติความหนืด การเกิดเจลาติไนซ์ ลักษณะเนื้อสัมผัส สมบัติทางความร้อนและปริมาณสารให้กลิ่นหอมของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 จากแหล่งปลูกข้าวในอำเภอเขาวงกับแหล่งเพาะปลูกอื่น เพื่อใช้อธิบายลักษณะเด่นเฉพาะของข้าวเหนียวเขาวง ที่ทำชื่อเสียงให้แก่จังหวัดกาฬสินธุ์

2. วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข6 จากกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกข้าวโดยตรงจากอำเภอเขาวง อำเภอห้วยเม็ก และอำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์

2.2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.2.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและแอมิโลส โดยวิธี AACC Approved Methods 44-19, 46-13, 30-25 08-01 (2000) และ AACC Approved Methods 61-03 (2000) ตามลำดับ

2.2.2 คุณสมบัติการเกิดเจลาติไนเซชันและความหนืดของแป้งข้าวเหนียว โดยใช้เครื่อง Rapid Visco™ Analyser (RVA super4) (Newport Scientific Pty. Ltd. Warriewood Australia) AACC Approved Methods 61-02 (2000) เตรียมตัวอย่างแป้งข้าวเหนียวให้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 14 โดยน้ำหนักแห้ง (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

2.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวขาวหุงสุก โดยเครื่อง Texture Analyzer (TA-XTi2) วัดแบบ Texture Profile Analysis (TPA) หัววัดชนิด อะลูมิเนียมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 mm. กดที่เมล็ดข้าวลงไป 50% ของความสูงของตัวอย่างข้าวเหนียวสุก ด้วยความเร็วของหัววัด เท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อนาที ทำการกด 2 รอบ

2.2.4 สมบัติทางความร้อน (Thermal properties) ของข้าวสารเหนียว ใช้เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) รุ่น DSC Q200 (TA Instruments Newcastle, DE, ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2.5 ปริมาณสารที่ให้กลิ่นหอมในข้าวเหนียวขาว โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer (GC-MS)-QP2010 (Shimadzu, Japan)

2.3 การวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยเปรียบเทียบผลของแหล่งเพาะปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 จำนวน 3 อำเภอ (อำเภอเขาวง อำเภอห้วยเม็ก และอำเภอฆ้องชัย) วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทำการวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียว

จากตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนรวมของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง อำเภอห้วยเม็ก และอำเภอฆ้องชัย พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนรวมเท่ากับร้อยละ 6.76, 5.97 และ 5.93 ตามลำดับปริมาณไขมัน โดยข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก อำเภอเขาวง และอำเภอฆ้องชัย มีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 2.54, 1.33 และ 1.25 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ปริมาณเถ้าของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง อำเภอฆ้องชัยและอำเภอห้วยเม็ก มีปริมาณเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 0.35,0.30 และ 0.28 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นและปริมาณแอมิโลส พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 13.91-14.03 และ 3.85-4.06 ตามลำดับ ($p > 0.05$) ซึ่งปริมาณโปรตีนและแอมิโลสที่ได้ต่างจากการงานวิจัยของ Keeratipibul *et al*. (2008) รายงานว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตจังหวัดหนองคาย และขอนแก่น มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 7.14 และ 7.23 น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยมีปริมาณแอมิโลส เท่ากับ ร้อยละ 2.04 และ 2.11 น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากตัวอย่างข้าวเหนียว กข6 จากสถาบันวิจัยข้าว จังหวัดปทุมธานี พบว่ามีปริมาณโปรตีนรวมและปริมาณแอมิโลส ร้อยละ 6.1 และ 1.9 ตามลำดับ (Villareal *et al*., 1993) โดยทั่วไปองค์ประกอบทางเคมีของข้าว มีความแตกต่างกันขึ้นกับสภาพแวดล้อมของการเพาะปลูก ดินปลูก และสายพันธุ์ข้าว นอกจากนี้วิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกันยังส่งผลให้ข้าวมีปริมาณสตาร์ช ไขมันรวมและโปรตีนรวมที่แตกต่างกัน แม้ว่าการศึกษาส่วนใหญ่นิยมวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสเพื่อบ่งชี้ถึงคุณภาพการหุงสุกของข้าว อย่างไรก็ตามกลับพบว่าข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสที่เท่ากัน ให้สมบัติความหนืดและเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน (Champagne *et al*., 1999.) นอกจากนี้องค์ประกอบของโปรตีนรวมในข้าว มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก โดยทั่วไปปริมาณโปรตีนรวมของข้าวมีประมาณร้อยละ 7.0 (Lyon *et al*., 1999)

3.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติความหนืดของแป้งข้าวเหนียว

จากผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติความหนืดของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 จากผลการศึกษาค่าความหนืดสูงสุด พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก มีค่าความหนืดสูงสุดสูงที่สุด เท่ากับ 217.13 RVU รองลงมาคือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย และอำเภอ

เขาวง เท่ากับ 200.92 และ 196.79 RVU ตามลำดับ เวลาที่ความหนืดสูงสุดของข้าวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย มีค่าสูงที่สุด คือ 3.78 นาที

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่มีแหล่งเพาะปลูกต่างกัน

แหล่งเพาะปลูก	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)				
	ความชื้น	โปรตีนรวม	ไขมัน	เถ้า	แอมิโลส
อำเภอเขาวง	13.91±0.43	6.76±0.24[a]	1.33±0.23[b]	0.35±0.02[a]	3.85±0.69
อำเภอห้วยเม็ก	13.95±0.48	5.97±0.15[b]	2.54±0.14[a]	0.28±0.03[b]	4.03±0.59
อำเภอฆ้องชัย	14.03±0.65	5.93±0.27[b]	1.25±0.08[b]	0.30±0.04[b]	4.06±0.20

หมายเหตุ a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่อยู่ในแถวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส่วนเวลาที่ความหนืดสูงสุดของข้าวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง และอำเภอห้วยเม็ก เท่ากับ 3.73 และ 3.72 นาที ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ค่าความคงทนต่อการกวน พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก มีค่าความคงทนต่อการกวนสูงที่สุด เท่ากับ 76.35 RVU รองลงมาคือข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย และอำเภอเขาวง เท่ากับ72.66 และ 71.88 RVU ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความหนืดสุดท้าย เกิดขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิลง ทำให้โมเลกุลสตาร์ชเกิดการจัดเรียงตัวอีกครั้งพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก มีค่าความหนืดสุดท้ายสูงสุด เท่ากับ 98.47 RVU รองลงมาคือข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวงและอำเภอฆ้องชัย เท่ากับ95.07 และ 92.43 RVU ตามลำดับ โดยแหล่งเพาะปลูกข้าวเหนียวต่างกันยังส่งผลต่อค่าความหนืดกลับคืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง มีค่าความหนืดกลับคืนสูงที่สุด เท่ากับ -101.72 รองลงมาคือข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย และอำเภอห้วยเม็ก เท่ากับ -108.50 และ -118.66 RVU ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เม็ดสตาร์ชเริ่มเจลาติไนซ์ พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่เม็ดสตาร์ชเริ่มการเจลาติไนซ์ต่ำที่สุด เท่ากับ 69.58 องศาเซลเซียส ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของสมบัติการเกิดเจลาติไนซ์และความหนืดของแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข6

สมบัติการเกิดเจลาติไนซ์ละความหนืด	แหล่งเพาะปลูก (อำเภอ)		
	เขาวง	ห้วยเม็ก	ฆ้องชัย
ความหนืดสูงสุด (RVU)	196.79±12.72[b]	217.13±9.16[a]	200.92±18.11[b]
ความคงทนต่อการกวน (RVU)	71.88±7.17[b]	76.35±2.59[a]	72.66±7.37[b]
ค่าความหนืดลดลง (RVU)	124.91±6.73[b]	140.78±8.45[a]	128.27±11.46[b]
ความหนืดสุดท้าย (RVU)	95.07±10.27[b]	98.47±3.75[a]	92.43±10.62[b]
ความหนืดกลับคืน (RVU)	-101.72±4.60[a]	-118.66±9.52[c]	-108.50±10.62[b]
เวลาความหนืดสูงสุด (นาที)	3.73±0.05[b]	3.72±0.03[b]	3.78±0.03[a]
อุณหภูมิต่ำสุดที่เม็ดสตาร์ชเริ่มเจลาติไนซ์ (°ซ)	69.58±0.26[c]	69.92±0.40[b]	70.22±0.40[a]

หมายเหตุ a-c หมายถึงค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่อยู่ในแถวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), RVU = Rapid Visco Unit

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวขาวหุงสุกแต่ละแหล่งเพาะปลูก

ลักษณะเนื้อสัมผัส	แหล่งเพาะปลูก		
	อำเภอเขาวง	อำเภอห้วยเม็ก	อำเภอฆ้องชัย
ความแข็ง (กรัมแรง)	335.73±129.03^{c}	408.30±121.55^{b}	477.93±173.74^{a}
ความเหนียวติดกัน (กรัมแรงx มิลลิเมตร)	-6.02±5.00^{b}	-5.37±7.36^{b}	-3.43±2.39^{a}
ความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	0.68±0.10^{a}	0.65±0.11^{b}	0.66±0.09^{ab}
ความเกาะติดกัน (ไม่มีหน่วย)	0.44±0.05^{ab}	0.43±0.04^{b}	0.45±0.05^{a}
ความเหนียวยืดติด (กรัมแรง)	148.10±83.24^{c}	175.68±59.86^{b}	214.67±86.64^{a}
พลังงานในการเคี้ยว(กรัมแรง x มิลลิเมตร)	101.48±72.32^{c}	115.26±48.94^{b}	143.90±67.18^{a}

หมายเหตุ a-c หมายถึงค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่อยู่ในแถวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

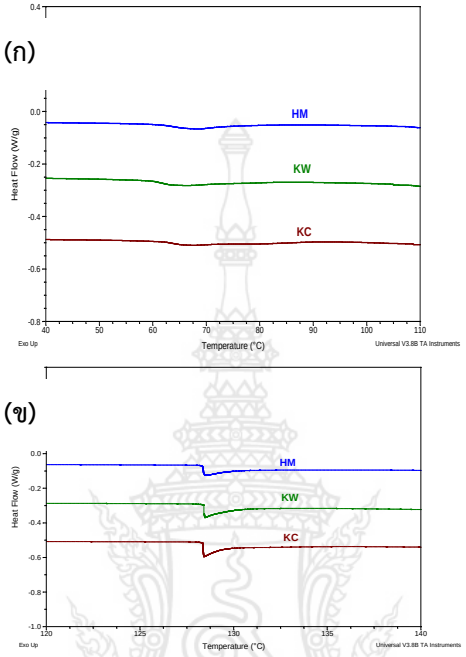
3.3 ผลลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวหุงสุก

จากตารางที่ 3 ความแข็ง (Hardness) พบว่าค่าความแข็งของข้าวเหนียวหุงสุกพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย อำเภอห้วยเม็ก และอำเภอเขาวงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวงมีค่าความแข็งต่ำที่สุดเท่ากับ 335.73 กรัมแรง รองลงมาคือข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก และอำเภอฆ้องชัย มีค่าความแข็งเท่ากับ 477.93 และ 408.30 กรัมแรง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวงเมื่อผ่านการหุงสุกมีความนุ่มมากกว่าข้าวเหนียวที่เพาะปลูกนอกเขตอำเภอเขาวง (คืออำเภอห้วยเม็กและอำเภอฆ้องชัย) ซึ่งความนุ่มของข้าวเป็นลักษณะที่ต้องการของผู้บริโภคแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Tananuwong, and Malila, 2011) จากการวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่าค่าความแข็งที่ได้ต่ำกว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 จากสถาบันวิจัยข้าว จังหวัดอุบลราชธานี ที่มีค่าความแข็ง เท่ากับ 5,312 กรัมแรง (Jaiboon *et al*., 2011) นอกจากนี้จากตารางที่ 1 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง มีปริมาณโปรตีนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lyon *et al*. (1999) พบว่าข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีความนุ่ม (tender) มากกว่าข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ ความเหนียวติดกัน พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย มีค่าความเหนียวติดกันต่ำที่สุดเท่ากับ-3.43 กรัมxมิลลิเมตร ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความยืดหยุ่น พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวงมีค่าสูงกว่าในเขตอำเภอฆ้องชัยและอำเภอห้วยเม็ก ($p \leq 0.05$) แต่ค่าความเกาะติดกัน ($p \leq 0.05$) ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย มีค่าความเกาะติดกันเท่ากับ 0.45 มีค่ามากกว่าข้าวเหนียวที่ปลูกในเขตอำเภอเขาวง และอำเภอห้วยเม็ก ที่มีค่าความเกาะติดกัน เท่ากับ 0.44 และ 0.43 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าความเหนียวยืดติด พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย มีค่าความเหนียวยืดติดมากที่สุดเท่ากับ 214.67 กรัมแรง รองลงมาคือข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็กและอำเภอเขาวง มีค่าเท่ากับ 175.68 และ 148.10 กรัมแรง ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าพลังงานในการเคี้ยว พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในเขตอำเภอฆ้องชัย มีค่าพลังงานในการเคี้ยวสูงที่สุด เท่ากับ 143.90 กรัมแรงxมิลลิเมตร ($p \leq 0.05$)

3.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อน

ผลการเปรียบเทียบข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขต 3 อำเภอ พบว่าการเกิดเจลาติไนซ์มีอุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิพีค อุณหภูมิสุดท้าย และเอนทัลปี อยู่ในช่วง 58.54-59.31, 66.28-67.61, 80.18-88.41 องศาเซลเซียส และ 0.06-0.08 จูลต่อกรัม ตามลำดับ ($p>0.05$) ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Keeratipibul *et al.* (2008) พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตจังหวัดหนองคาย และขอนแก่น มีอุณหภูมิเริ่ม อุณหภูมิพีคและอุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดเจลาติไนซ์ อยู่ระหว่าง 57.82-58.62, 64.96-65.87 และ82.63-83.06 องศาเซลเซียส แต่แตกต่างกันในค่าเอนทัลปี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 16.11-17.04 จูลต่อกรัม ค่าที่ได้แตกต่างจาก นอกจากนี้ยังพบอุณหภูมิการเกิด

สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแอมิโลส-ลิปิดดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิพีค และอุณหภูมิสุดท้าย อยู่ในช่วง 128.78–130.89, 128.90-131.03 และ 130.98-136.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (p>0.05) แต่ค่าเอนทัลปี ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในเขตอำเภอห้วยเม็ก มีค่าเอนทัลปีสูงสุด เท่ากับ 0.82 จูลต่อกรัม (p≤0.05)



รูปที่ 1 เอนโดเทอร์มสมบัติทางความร้อนการเกิดเจลาติไนซ์ (1ก) และสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแอมิโลส-ลิปิด (1ข) ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 (KW=อำเภอเขาวง, HM=อำเภอห้วยเม็ก และ KC= อำเภอฆ้องชัย)

3.5 ผลการวิเคราะห์สารประกอบที่ให้กลิ่น

จากผลการวิเคราะห์สารประกอบที่ให้กลิ่นในข้าวแหนียวพันธุ์ กข6 (ไม่แสดงผลในตาราง) พบว่าสารประกอบที่ให้กลิ่นที่พบในตัวอย่างข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ปลูกในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา คือสารประกอบมีเทนคาร์บอกซิลิกแอซิด (Methane carboxylic acid) ในขณะที่ 1,2,2-ไตรเมทธิลไวโคนโพรพิลเอมีน (1,2,2-Trimethyl cyclopropylamine) พบมากที่สุดในตัวอย่างข้าวเหนียวที่ปลูกในเขตพื้นที่อำเภอเขาวงและอำเภอฆ้องชัย นอกจากนี้ 2-ซิส-9-ออกตระดีซีนิลออกซีเอธานอล (2-cis-9-octadecenyloxyethanol) พบมากที่สุดในตัวอย่างข้าวเหนียวที่ปลูกในเขตพื้นที่อำเภอห้วยเม็ก ส่วนองค์ประกอบที่ให้กลิ่นอื่น ๆ พบได้ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับพื้นที่การเพาะปลูก

4. สรุป

ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่มีแหล่งเพาะปลูกต่างกัน 3 แหล่ง ให้องค์ประกอบทางเคมี สมบัติการเกิดเจลาติไนซ์ ความหนืด ลักษณะเนื้อสัมผัสข้าวเหนียวหุงสุกต่างกัน โดยเฉพาะค่าความแข็งของข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ในเขตอำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีค่าความแข็งต่ำสุด (มีความนุ่มมากที่สุด)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้จากงบประมาณแผ่นดินปี 2553

6. เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2552. **ประกาศโฆษณาการรับขึ้นทะเบียนสิ่งบางชี้ทางภูมิศาสตร์.** เล่มที่ 8 เลขที่ประกาศ 31. กาฬสินธุ์. [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.ipthailand.go.th (15 พฤศจิกายน 2552)

สถาบันยุทธศาสตร์การค้า. 2549. **ข้าวเหนียวและผลิตภัณฑ์ : ส่งออกเพิ่ม..ดันราคาพุ่ง.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://utcc2.utcc.ac.th/ tradestrategies/article1.html (15 พฤศจิกายน 2552)

AACC International. 2000. **Approved Methods of the AACC International.** 10th ed.; AACC Int.: St. Paul, Minnesota.

Champagne, E.T., Bett, K.L., Vinyard, B.T., McClung, A.M., Barton,II. F.E., Moldenhauer, K.,Linscombe, S. and McKenzie, K. 1999. Correlation between cooked rice texture and rapid visco analyser measurements. **Cereal Chemistry** 76(5): 764–771.

Jaiboon. P., Prachayawarakorn. S., Devahastin , S., Tungtrakul, P., and Soponronnarit, S. 2011. Effect of high-temperature fluidized-bed drying on cooking, textural and digestive properties of waxy rice. **Journal of Food Engineering** 105(1): 89–97.

Keeratipibul, S., Luangsakul, N., and Lertsatchayam, T. 2008. The effect of Thai glutinous rice cultivars, grain length and cultivating locations on the quality of rice cracker (arare). **LWT-Food Science and Technology**. 41(10): 1934-1943.

Lindeboom, N., Chang, P.R., and Tyler, R.T. 2004. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size with emphasis on small granule starches: A Review**. Starch.** 56(3-4): 89-99.

Linscombe, S., McKenzie, K. S., and Barton, II F. E. 2001. Near-infrared reflectance analysis for prediction of cooked rice texture. **Cereal Chem**. 78(3):358–362.

Lyon, B.G., Champagne, E.T., Windham, W.R., Barton, F.E., Webb, B.D., McClung, A.M., Moldenhauer, K.A., Linscombe, S., McKenzie, K.S., and Kohlwey,D.E. 1999. Effect of degree of milling, drying condition, and final moisture content on sensory texture of cooked rice**. Cereal Chemistry**. 76(1):56–62.

Tananuwong, K. and Malila, Y. 2011. Changes in physicochemical properties of organic hulled rice during storage under different conditions. **Food Chemistry** 125(1): 179–185.

Villareal, C.P., Julino, B.O., and Hizukuri, S. 1993. Varietal differences in amylopectin staling on cooked waxy milled rice. **Cereal Chemistry**. 70(6): 753-758.