Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 476-479 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 476-479 (2553)

คุณลักษณะของข้าวหอมมะลิไทย 8 ยี่ห้อ: คุณภาพทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ และกายภาพกับคะแนนความชอบของผู้บริโภคโดยใช้แผนภาพความชอบ

Characterization of 8 Thai Commercial Jasmine Rice Brands: Chemical, Physicochemical and Physical Qualities Relating with Consumer Liking Score Using Preference Mapping

พรพรรณ กอมนชัย[1], **พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี**[1], **นันทวัน เทอดไทย**[1] **และ วาสินี จันทร์นวล**[2]
Pornpun Kormonchai[1], **Pisit Dhamvithee**[1], Nantawan Therdthai[1] and Wasinee Channuan[2]

Abstract

Chemical, physicochemical, physical qualities and Thai consumer preference of 8 commercial Jasmine rice brands were determined. The objective qualities could be divided Jasmine rice to 3 groups using Cluster analysis. Group I were Jasmine rice samples which had high starch gelatinization temperature. Group II were Jasmine rice samples which had high pasting temperature, final viscosity and setback but low peak viscosity and breakdown. Group III were Jasmine rice samples which cooked rice had white color, hard and sticky. Group III was the cooked rice that consumer preferred. From principal component analysis, qualities of Jasmine rice were divided into 4 factors which could explained 91.67% of the total variance (F1 = 39.39%, F2 = 34.92%, F3 = 9.47%, and F4 = 7.89%). In preference map relating the consumers' hedonic rating to the first two components of a principal component analysis of objective qualities for 8 Jasmine rice brands, the quality indexes of Jasmine rice were pasting temperature, peak viscosity, breakdown, final viscosity, setback, enthalpy of starch gelatinization, C*, h and adhesiveness. Thai consumer preferred white color and sticky cooked Jasmine rice.

Key word: Jasmine rice, preference mapping, consumer preference

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ กายภาพ และคะแนนความชอบของผู้บริโภคชาวไทยที่มีต่อข้าวหอมมะลิที่จำหน่ายในประเทศ 8 ยี่ห้อ สามารถจัดกลุ่มข้าวหอมมะลิได้ 3 กลุ่มโดยใช้เทคนิค Cluster analysis โดยกลุ่มที่ 1 เป็นข้าวหอมมะลิที่จะต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช กลุ่มที่ 2 เป็นข้าวหอมมะลิที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง มีค่าความหนืดสุดท้าย และการคืนตัวของแป้งสูง แต่มีค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดลดลงน้อย และกลุ่มที่ 3 เป็นข้าวหอมมะลิที่หุงสุกแล้วมีสีขาว มีความแข็ง และเหนียว ซึ่งผู้บริโภคชอบข้าวหอมมะลิในกลุ่มที่ 3 มากที่สุด ในการจัดกลุ่มตัวแปรคุณภาพของข้าวหอมมะลิโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principal component analysis) พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มตัวแปรได้ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนรวมได้ 91.67% (F1 = 39.39%, F2 = 34.92%, F3 = 9.47% และ F4 = 7.89%) จากความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของข้าวหอมมะลิ 8 ยี่ห้อกับคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธีวิเคราะห์แผนภาพความชอบ (Preference mapping) โดยใช้ 2 แกนแรก พบว่า ปัจจัยคุณภาพของข้าวหอมมะลิที่มีความสำคัญต่อความชอบของผู้บริโภค คือ อุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง ความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย การคืนตัวของแป้ง พลังงานเอนทัลปีในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช ค่า C* ค่า h และความเหนียวติดกัน โดยผู้บริโภคชาวไทยมีความชอบข้าวหอมมะลิหุงสุกที่มีสีขาว และมีความเหนียว

คำสำคัญ ข้าวหอมมะลิ, แผนภาพความชอบ, ความชอบของผู้บริโภค

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยอย่างมาก โดยข้าวเจ้าขาวที่มีการส่งออกมากที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมมะลิเมื่อหุงสุกจะมีความเหนียว นุ่ม และมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ทำให้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศอย่างมาก ข้าวหอมมะลิที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีอยู่หลายยี่ห้อ ซึ่งจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ทำให้ข้าว

[1] ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
[2] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

หอมมะลิหุงสุกที่ได้มีคุณภาพแตกต่างกันไป ซึ่งอาจส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยส่วนใหญ่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของข้าวและความชอบของผู้บริโภค จะใช้การตรวจสอบคุณภาพข้าวทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีทดสอบเชิงพรรณนา (Suwansri et al., 2002) แต่ก็มีบางงานวิจัยที่มีการตรวจสอบคุณภาพของข้าวโดยใช้เครื่องมือ Suwansri and Meullenet (2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวหอมมะลิและความชอบของผู้บริโภคชาวเอเชียที่อาศัยในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคจะชอบข้าวที่มีสีขาว และมีความเหนียว แต่ก็ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงการแบ่งกลุ่มข้าวหอมมะลิ และความชอบข้าวหอมมะลิของผู้บริโภคชาวไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางเคมีเชิงฟิสิกส์ และทางกายภาพของข้าวหอมมะลิ ทำการจัดกลุ่มตัวอย่างข้าวหอมมะลิ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพต่างๆ ของข้าวหอมมะลิต่อความชอบของผู้บริโภค เพื่ออธิบายว่าปัจจัยคุณภาพใดที่มีความสำคัญสำหรับข้าวหอมมะลิ และข้าวหอมมะลิหุงสุกที่ผู้บริโภคชอบควรมีคุณสมบัติอย่างไร

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างข้าว ข้าวหอมมะลิ 8 ยี่ห้อที่จำหน่ายในประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม 2550 ได้แก่ ยี่ห้อเบญจรงค์ (BJ) บัวทิพย์ (BT) อิ่มทิพย์ (ET) หงส์ทอง (HT) เกษตร (KS) มาบุญครอง (MK) ฉัตรทอง (RU) และ ธนานันต์ (TN) บรรจุในซองลามิเนตชนิด LLDPE/Nylon ซองละ 500 กรัม ปิดผนึกแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ในการเตรียมแป้งข้าว จะนำข้าวหอมมะลิไปผ่านเครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดละเอียด 100 เมช บรรจุในถุงพลาสติกแบบซิปล็อค เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4^{O}ซ และนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อนการวิเคราะห์

สำหรับการเตรียมข้าวหุงสุก จะนำข้าวหอมมะลิจำนวน 500 กรัม มาล้างด้วยน้ำ 500 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง แล้วกรองน้ำออก จากนั้นเติมน้ำ 750 มิลลิลิตร และหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าขนาด 1.8 ลิตร (KS-ZT18, SHARP, ประเทศไทย) เมื่อข้าวสุกให้ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีเพื่อให้ข้าวระอุ จากนั้นนำข้าวหุงสุกที่อยู่ตรงกลางหม้อไปวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของข้าวหอมมะลิ วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้ Hot–air oven (AOAC, 2000) ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Dumas combustion (AOAC, 2000) และปริมาณอะมิโลสโดยวิธี Iodine calorimetric (Juliano, 1971)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของข้าวหอมมะลิ วิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) ตามวิธีของ Cagampang et al. (1973) คุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งโดยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว (RVA-4, Newport Scientific, ประเทศออสเตรเลีย) ตามวิธีของ AACC (1995) และคุณสมบัติทางความร้อนของแป้งโดยเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิงแคลอรีมิเตอร์ (DSC822e, Mettler Toledo, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) ตามวิธีของ Fan and Marks (1998)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวหอมมะลิหุงสุก วิเคราะห์อัตราการยืดตัวของเมล็ด (Elongation ratio) ตามวิธีของ อรอนงค์ (2547) วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (CM 3500d, Minolta, ประเทศญี่ปุ่น) ในระบบ CIE L* C* h และลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิหุงสุก โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (TA-XT plus, Stable Micro System, ประเทศอังกฤษ) โดยนำตัวอย่างข้าวหุงสุก 1 กรัม มาจัดเรียงเป็นชั้นเดียวบนฐานวัด ทำการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง โดยใช้หัวกดแบบ Compression ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ทำการกดเป็นระยะทางร้อยละ 90 ของความสูงตัวอย่าง ด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที ค่าเนื้อสัมผัสที่ได้ ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความเกาะติดกัน (Cohesiveness) ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness index) และการเคี้ยว (Chewiness)

การทดสอบการความชอบของผู้บริโภคต่อข้าวหอมมะลิหุงสุก ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 300 คน ทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 18 – 70 ปี ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยใช้ 9 – point hedonic scale (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด) การเสนอตัวอย่างให้แก่ผู้บริโภคจะวางแผนการทดลองแบบบลอคไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balanced Incomplete Block Design, BIB) โดยผู้บริโภคแต่ละคนจะทำการทดสอบตัวอย่างข้าวหอมมะลิหุงสุกคนละ 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างข้าวหอมมะลิ 30 กรัมจะบรรจุในถ้วยพลาสติกสีขาวที่มีฝาปิดและมีรหัสเลข 3 หลัก ทำการเสิร์ฟพร้อมกันทั้ง 4 ตัวอย่าง คุณลักษณะของข้าวหอมมะลิหุงสุกที่ทำการทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่นข้าว ความนุ่ม ความเหนียว กลิ่นรสข้าว และความชอบโดยรวม โดยจะทดสอบภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากการหุง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) ของค่าคุณภาพต่างๆ ของข้าวหอมมะลิ โดยใช้โปรแกรม SPSS® (เวอร์ชั่น 12.0) จัดกลุ่มข้าวหอมมะลิ ด้วยวิธี Cluster analysis จัดกลุ่มคุณภาพต่างๆ ของข้าวหอมมะลิด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principal component analysis: PCA) และทำนายสมการความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี Partial least square (PLS) โดยใช้โปรแกรม XLSTAT® (เวอร์ชั่น 2006)

ผลและวิจารณ์ผล

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ และกายภาพของข้าวหอมมะลิ 8 ยี่ห้อ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่า ข้าวหอมมะลิที่วางจำหน่ายในตลาดทั้ง 8 ยี่ห้อมีคุณภาพแตกต่างกันในทุกๆ ปัจจัยคุณภาพที่ทำการศึกษา โดยเมื่อนำข้อมูลคุณภาพด้านต่างๆ ของข้าวหอมมะลิมาจัดกลุ่มโดยวิธี Cluster analysis สามารถแบ่งกลุ่มข้าวหอมมะลิได้ 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย BJ, ET, KS และ TN กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย BT และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย HT, MK และ RU

Table 1 Quality of 8 Thai commercial Jasmine rice brands

Quality of Jasmine rice	Range	Quality of Jasmine rice	Range
1. Chemical properties		- Peak temperature (^{O}C)	69.92 – 72.30*
- Moisture content (%)	11.83 – 12.66*	- Conclusion temperature (^{O}C)	76.85 – 79.73*
- Protein content (%)	7.32 – 8.31*	- Enthalpy (J/g)	8.53 – 10.77*
- Amylose content (%)	19.44 – 21.89*	3. Physical properties of cooked rice	
2. Physicochemical properties		- L*	80.35 – 81.36*
- Gel consistency (mm)	52.17 – 68.83*	- C*	(-2.04) – (-1.60)*
- Pasting temperature (^{O}C)	74.40 – 77.02*	- h	98.91 - 103.46*
- Peak viscosity (RVU)	249.19 – 302.61*	- Elongation ratio	1.38 – 1.54*
- Trough viscosity (RVU)	164.16 – 197.33*	- Hardness (N)	150.95 - 160.41*
- Breakdown (RVU)	53.64 – 105.28*	- Adhesiveness (N.mm)	11.44 – 14.06*
- Final viscosity (RVU)	285.99 – 379.92*	- Cohesiveness	0.54 – 0.57*
- Setback (RVU)	121.58 - 184.36*	- Springiness index	0.79 – 0.83*
- Onset temperature (^{O}C)	63.33 – 65.17*	- Chewiness	64.45 – 74.80*

* Significant at α = 0.05 level

เมื่อแบ่งกลุ่มข้าวหอมมะลิที่ได้จากวิธี Cluster analysis บนแผนภาพความชอบ (ดังภาพที่ 1) พบว่า ข้าวหอมมะลิกลุ่มที่ 1 (BJ, ET, KS และ TN) มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในการเกิดเจลาทิไนเซชัน ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช กลุ่มที่ 2 (BT) มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง โดยต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเปลี่ยนแปลงความหนืด มีค่าความหนืดสุดท้าย การคืนตัวสูง แต่มีค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดลดลงน้อย และกลุ่มที่ 3 (HT, MK และ RU) มีความสัมพันธ์กับค่าสี และค่าเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิหุงสุก โดยจะมีค่า L* และ h สูง แต่ค่า C* น้อย ค่าความแข็ง ความเหนียวติดกัน ความเกาะติดกัน ความยืดหยุ่น และการเคี้ยวสูง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้าวหอมมะลิกับความชอบโดยรวม พบว่า กลุ่มที่ 3 มีความสัมพันธ์กับความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แสดงว่า ค่าสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลิหุงสุกเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความชอบของผู้บริโภค

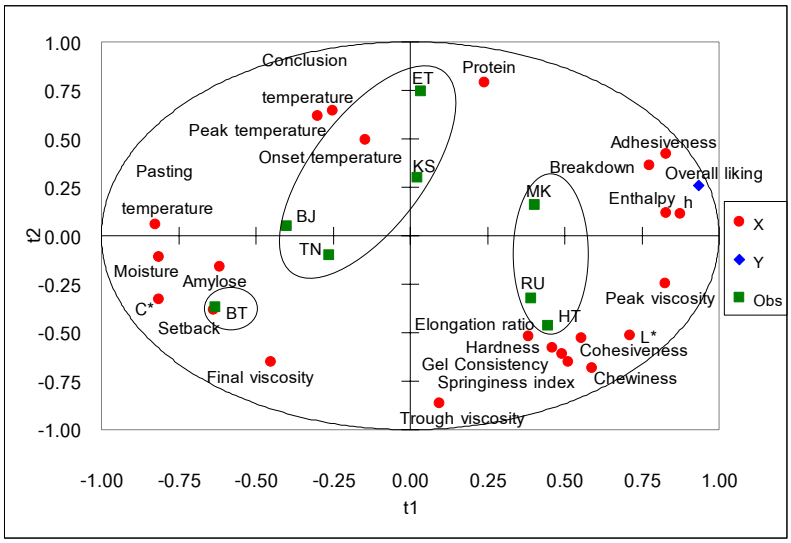

Figure 1 Preference mapping of 8 Thai commercial Jasmine rice brands

จากภาพที่ 1 พบว่า ความชอบโดยรวมจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเหนียวติดกัน ค่า h พลังงานเอนทัลปีในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช ความหนืดสูงสุด และความหนืดลดลง แต่จะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณความชื้น ปริมาณอะมิโลส ค่า C* ความหนืดสุดท้าย การคืนตัว และอุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง ซึ่งมีค่าคุณภาพหลายปัจจัยที่มีผลต่อความชอบโดยรวม ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ (PCA) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรของคุณภาพของข้าวหอมมะลิ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้ 4 องค์ประกอบ โดย F1 (อธิบายความแปรปรวนได้ 39.39%) ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ความหนืดต่ำสุด อุณหภูมิที่จุดเริ่มต้น จุดสูงสุด และจุดสุดท้ายในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช ค่า L* อัตราการยืดตัวของเมล็ด ความแข็ง ความเกาะติดกัน ความยืดหยุ่น และการเคี้ยว F2 (อธิบายความแปรปรวนได้ 34.92%) ประกอบด้วย ความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย การคืนตัว อุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง พลังงานเอนทัลปีในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช ค่า C* ค่า h และความเหนียวติดกัน F3 (อธิบายความแปรปรวนได้ 9.47%) ประกอบด้วย ความคงตัวของแป้งสุก และ F4 (อธิบายความแปรปรวนได้ 7.89%) ประกอบด้วย ปริมาณอะมิโลส

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างองค์ประกอบของคุณภาพข้าวหอมมะลิกับความชอบโดยรวมของผู้บริโภคโดยวิธี Partial least square พบว่า ค่าความชอบโดยรวมจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ F1 และ F2 แต่จะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ F3 และ F4 ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้ดังนี้ (R^2 = 0.912)

ความชอบโดยรวม = 0.344*F1 + 0.848*F2 - 0.120*F3 - 0.245*F4

จากสมการที่ได้ พบว่า F2 มีค่าสัมประสิทธิ์สูงที่สุด ดังนั้น ค่าคุณภาพของข้าวหอมมะลิที่เป็นองค์ประกอบของ F2 จะมีผลต่อความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยคุณลักษณะของข้าวหอมมะลิที่ผู้บริโภคชอบ คือ ใช้อุณหภูมิสูงในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง (r = -0.865) มีความหนืดลดลงมาก (r = 0.913) มีการคืนตัวน้อย (r = -0.851) ใช้พลังงานเอนทัลปีสูงในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช (r = 0.853) เมื่อนำไปหุงสุกจะมีค่า C* น้อย (r = -0.959) แต่ค่า h และความเหนียวติดกันสูง (r = 0.862 และ 0.883 ตามลำดับ) ดังนั้น ข้าวหอมมะลิหุงสุกที่ผู้บริโภคต้องการควรมีสีขาว และมีความเหนียว

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ และกายภาพของข้าวหอมมะลิ 8 ยี่ห้อ สามารถแบ่งกลุ่มข้าวหอมมะลิได้ 3 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มที่ 1 เป็นข้าวหอมมะลิที่จะต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช กลุ่มที่ 2 เป็นข้าวหอมมะลิที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง มีค่าความหนืดสุดท้าย และการคืนตัวของแป้งสูง แต่มีค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดลดลงน้อย และกลุ่มที่ 3 เป็นข้าวหอมมะลิที่เมื่อหุงสุกจะมีสีขาว มีความแข็ง และเหนียว จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มคุณภาพของข้าวหอมมะลิได้ 4 องค์ประกอบ ซึ่งอธิบายความแปรปรวนรวมได้ 91.67% โดยปัจจัยคุณภาพของข้าวหอมมะลิที่มีความสำคัญต่อความชอบของผู้บริโภค คือ อุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง ความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง ความหนืดสุดท้าย การคืนตัว พลังงานเอนทัลปีในการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ช ค่า C* ค่า h และความเหนียวติดกัน โดยผู้บริโภคมีความชอบข้าวหอมมะลิหุงสุกที่มีสีขาว และมีความเหนียว

คำขอบคุณ

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KURDI) ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AACC. 1995. Approved Methods of the AACC. 9th eds. The American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, Minnesota.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC international. 17theds. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.

Cagampang, G.B., C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice . J. Sci. Fd Agric. 24: 1589-1594.

Fan, J. and B.P. Marks. 1998. Retrogradation kinetics of rice flours as influenced by cultivar. Cereal Chem. 75(1): 153-155.

Juliano, B.O. 1971. A simplified essay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16: 334-338.

Suwansri, S., J.F. Meullenet, J.A. Hankins and K. Griffin. 2002. Preference mapping of domestic/imported Jasmine rice for U.S.-Asian consumers. Journal of Food Science 67(6): 2420-2431.

Suwansri, S. and J.F. Meullenet. 2004. Physicochemical characterization and consumer acceptance by Asian consumers of aromatic Jasmine rice. Journal of Food Science 69(1): 30-37.