รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ผลของกระบวนการนึ่ง และระดับการขัดสีต่อคุณสมบัติของข้าวสังข์หยด

Effect of Parboiling and degree of milling on the properties of Sungyod rice

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุทิตา มีนุ่น
ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

และ

ดร.วัชรี สีห์ชำนาญธุระกิจ
สถานวิจัยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและอาหารเพื่อสุขภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ผลของกระบวนการนึ่ง และระดับการขัดสีต่อคุณสมบัติของข้าวสังข์หยด

Effect of Parboiling and degree of milling on the properties of Sungyod rice

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุทิตา มีนุ่น
ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

และ

ดร.วัชรี สีห์ชำนาญธุระกิจ
สถานวิจัยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและอาหารเพื่อสุขภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ผลของกระบวนการนึ่ง และระดับการขัดสีต่อคุณสมบัติของข้าวสังข์หยด เป็นโครงการวิจัยที่ได้รับเงินอุดหนุนจาก เงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ. ที่นี้ด้วย งานวิจัยที่ผ่านมาสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ทั้งหน่วยงานภายในคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และหน่วยงานภายนอกอันได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านเขากลาง จังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นผู้ผลิตข้าวสังข์หยดรายใหญ่ ของจังหวัดพัทลุง ขอขอบคุณ นายกมลธรรม กาญจนนัมพะ นักศึกษาระดับปริญญาโท ในที่ปรึกษา ซึ่งมีส่วนช่วยในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัย
สิงหาคม 2559

บทคัดย่อ

ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวพื้นเมืองที่เพาะปลูกในเขตจังหวัดพัทลุง มีการเพาะปลูกปีละครั้ง โดยเพาะปลูกในช่วงเดือนกันยายน และเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป ข้าวสังข์หยดมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของแอนโทไซยานิน ในระหว่างกระบวนการขัดสี สารอาหาร เช่น แอนโทไซยานิน และไขมัน ซึ่งสะสมในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดจะถูกขัดออกไปบางส่วน ปริมาณของรำที่ถูกขัดออกไประหว่างการขัดสี หมายถึงระดับการขัดสี ในกระบวนการกะเทาะเปลือก จะได้ ข้าวกล้องเต็มเมล็ดประมาณร้อยละ 50 และมีข้าวหักประมาณร้อยละ 16 กระบวนการทำข้าวนึ่งจึงถูกใช้เพื่อเพิ่มปริมาณข้าวเต็มเมล็ดระหว่างการขัดสี โดยทั่วไปทางการค้า ข้าวเปลือกสังข์หยดจะถูกแปรรูปให้อยู่ในรูปของข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ และบรรจุถุงพลาสติกสุญญากาศ (Nylon/LLDPE) เพื่อเก็บรักษา และจัดจำหน่าย งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาผลของระดับการขัดสี กระบวนการนึ่ง และการเก็บรักษา ต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ เคมีเชิงฟิสิกส์ และคุณภาพการหุงสุกของข้าวสังข์หยด

ข้าวเปลือกสังข์หยดถูกนำมากะเทาะเปลือกได้เป็นข้าวกล้อง และขัดสีได้เป็นข้าวขัดสีทางการค้า 2 ระดับ (ระดับการขัดสีร้อยละ 5 และ 9) เพื่อใช้ในการศึกษาสมบัติของข้าว ข้าวกล้องมีน้ำหนักเมล็ด ค่าความเป็นสีแดง ปริมาณไขมัน โปรตีน เยื่อใย และแอนโทไซยานิน สูงที่สุด ($p<0.05$) ขณะที่มีพลังงานในการเจลาติไนเซชัน และความเป็นผลึกน้อยที่สุด ($p<0.05$) ข้าวกล้องและข้าวขัดสีร้อยละ 5 และ 9 ใช้ระยะเวลาหุงสุกเท่ากับ 28, 20 และ 12 นาที ตามลำดับ ข้าวกล้องมีค่าการดูดซับน้ำ และอัตราการยืดตัวน้อยกว่าข้าวขัดสีและมีค่าความแข็งของข้าวสุกสูงกว่าข้าวขัดสี ($p<0.05$) อัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมในการหุงข้าวกล้อง และข้าวขัดสี คืออัตราส่วนข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 โดยพิจารณาจากค่าการดูดซับน้ำ และอัตราการยืดตัวสูง และ มีค่าความแข็งของข้าวสุกที่ต่ำ ($p<0.05$) เมื่อเก็บรักษาข้าวกล้อง และข้าวขัดสีทางการค้า 2 ระดับในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE ปิดสนิทภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 6 เดือน ข้าวกล้องมีน้ำหนักเมล็ดคงที่กว่าข้าวขัดสีร้อยละ 5 และ 9 ($p<0.05$) ค่าสีของข้าวกล้อง และ ข้าวขัดสีร้อยละ 5 และ 9 มีสีเข้มขึ้น และ มีปริมาณกรดไขมันอิสระ TBA ค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน และความเป็นผลึกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าความหนืดสูงสุด ค่าความหนืดสุดท้าย ค่ากำลังการพองตัว และค่าการละลายน้ำลดลงระหว่างเก็บรักษา ($p<0.05$) นอกจากนี้ การเก็บรักษามีผลให้ค่าความแข็งของข้าวสุกเพิ่มขึ้น และค่าการดูดซับน้ำ และ อัตราการยืดตัวของข้าวสุกลดลง

การศึกษาหาสภาวะการผลิตข้าวนึ่งที่เหมาะสม โดยศึกษาปัจจัยในการผลิต 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิเริ่มต้นในการแช่ข้าว (60, 75 และ 90 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งข้าว (10, 20 และ 30 นาที) การใช้อุณหภูมิเริ่มต้นในการแช่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 60, 75 และ 90 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการแช่ข้าวเปลือกเพื่อให้มีความชื้นถึงความชื้นสมดุล (ประมาณร้อยละ 29-31) เท่ากับ 13, 11 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ อุณหภูมิการแช่ และ ระยะเวลานึ่งที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าสีของข้าวกล้องมีสีเข้มขึ้น และมีค่าความแข็งของข้าวสุกเพิ่มขึ้น ขณะที่มีปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน ค่าความเป็นผลึก ค่ากำลังการพองตัว การละลาย ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดสุดท้าย และค่ากำลังการคืนตัวลดลง ($p<0.05$) สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวนึ่งจากข้าวสังข์หยดพัทลุง ได้แก่ การแช่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 11 ชั่วโมง และนึ่งนาน 20 นาที ที่สภาวะดังกล่าวเมื่อนำข้าวเปลือกไปกะเทาะเปลือกแล้วมีค่าร้อยละต้นข้าวสูงที่สุดเท่ากับ 70.50 และร้อยละข้าวหักต่ำสุดเท่ากับ 2.88 ($p<0.05$)

ข้าวนึ่งจากข้าวสังข์หยดระหว่างเก็บรักษาจะถูกนำมาติดตามสมบัติทางกายภาพ เคมี และ เคมีเชิงฟิสิกส์ โดยการใช้ข้าวเปลือกนึ่งภายใต้สภาวะการแช่ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส และนึ่งนาน 20 นาที และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านกระบวนการนึ่งจะถูกเก็บรักษาในกระสอบขนาด 10 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 6 เดือน ข้าวนึ่งมีค่าความชื้นและ ปริมาณแอนโทไซยานิน กรดไขมันอิสระ ค่า TBA และความเป็นผลึกที่คงที่กว่าข้าวที่ไม่ผ่านการนึ่ง ($p<0.05$) และเมื่อเก็บรักษาจะส่งผลให้ข้าวนึ่งเกิดกลิ่นหืนช้ากว่า และมีอายุการเก็บรักษานานกว่าข้าวที่ไม่ผ่านการนึ่ง

Abstract

Sungyod rice (*Oryza sativa* L.) is a local pigmented rice variety, grown in the area of Phatthalung province, southern Thailand. Sungyod rice is normally produced once a year in September and harvested six months later in February. The rice grains are in red as containing anthocyanin in their pericarp. During milling process, the rice nutrients such as anthocyanin and lipids which exist mainly in bran would be partially removed. The amount of bran that is removed from brown rice during milling is referred to the degree of milling (DOM). The dehull process produces approximately 50% head rice yield and 16% of broken rice. In order to increase the brown rice yield, parboiling process is introduced. This research was designed by firstly interviewing the farmers in Phatthalung province to gain insightful knowledge of the rice production, then conducting the experiments to observe the effect of DOM, parboiling and ageing on physical, chemical, physicochemical properties and cooking quality of Sungyod rice. The information obtained from farmers reveals that all farmers produced and cultivated Sungyod rice complying with GAP, either in inorganic cultivation system (98.75% of survey sample) or in organic cultivation system (1.25% of survey sample). Most farmers realized that DOM and storage time had effects on nutrition, rice aroma and texture of cooked rice. They also agree that parboiling process improved color of brown rice and texture of cooked rice. In terms of commercial practice, Sungyod paddy rice was produced in both form of brown rice and milled rice. The products were then packed in vacuum plastic bags (Nylon/LLDPE) for sale.

The experimented Sungyod paddy rice was dehulled to obtain brown rice and then was further milled to obtain commercial milled rice (DOM 5 and 9%). The brown rice clearly contained higher in grain weight, redness, contents of fat, protein, fiber and anthocyanins than that of the milled rice ($p<0.05$) whereas presented lower in enthalpy of gelatinization and crystallinity ($p<0.05$). Cooking times of the brown (DOM 0%) and the two milled rices (DOM 5 and 9%) were 28, 20 and 12 minutes, respectively. The cooked brown rice presented lower water uptake and elongation ratio with higher hardness than that of the milled rice ($p<0.05$). The optimum of rice to water ratio was 1:2, as indicated by the highest water uptake and elongation ratio, as well as the lowest hardness of cooked rice ($p<0.05$). All samples of the brown rice (DOM 0%) and milled rice (DOM 5 and 9%) were stored in individual vacuum Nylon/LLDPE bags under room temperature for 6 months. Under this condition, grain weight of brown rice was more stable than the milled rice ($p<0.05$). Color intensity, free fatty acid, TBA, enthalpy of gelatinization and crystallinity of the brown and milled rice had increased over storage time ($p<0.05$). On the other hand, he anthocyanin content, peak viscosity, final viscosity, swelling power and water solubility decreased during storage ($p<0.05$). In addition, hardness of all the three cooked rices increased with water uptake and elongation decreased during storage ($p<0.05$).

The parboiling conditions of Sungyod parboiled rice were optimized by using different initial soaking temperature (60, 75 and 90°C) and steaming time (10, 20 and 30 minutes). Under the experimental conditions, paddy rice sample were soaked in initial soaking temperatures of 60, 75 and 90°C, for 13, 11 and 16 hours, respectively in order to reach equilibrium moisture content (29-31%). Increases of soaking temperature and steaming time had increased of brown rice color and cooked rice hardness. However, anthocyanin content, enthalpy of gelatinization, crystallinity, swelling power, water solubility, peak viscosity, final viscosity and setback value had decreased ($p<0.05$). The optimum Sungyod parboiled rice condition was judged by the head rice yield at a soaking at 75°C for 11 hours and steaming for 20 minutes. With this condition, head rice yield was the highest at 70.5% and broken rice was also the lowest at 2.88% ($p<0.05$).

Changes in physical, chemical, physicochemical properties and cooking quality of parboiled and non-parboiled paddy rice during storage were monitored in the optimum parboiled paddy rice treatment as well as non-parboiled paddy rice treatment. The two samples were stored in 10 kg plastic sack under room temperature for 6 months. The content of moisture, anthocyanins, free fatty acid, TBA and crystallinity of parboiled rice were more stable than non-parboiled rice. As a consequent, parboiled rice presents less rancidity and longer shelf life than non-parboiled rice.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
สารบัญเรื่อง	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	viii
1. บทนำ	1
- ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์	1
- ขอบเขต	1
2. การตรวจเอกสาร	2
3. วิธีดำเนินงานวิจัย	20
4. ผลและวิจารณ์การทดลอง	26
4.1 สมบัติของข้าวสังข์หยดที่ผ่านการขัดสีที่ระดับต่างกัน	26
4.2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี เคมีเชิงฟิสิกส์ และคุณภาพการหุงสุกของข้าวสังข์หยด จังหวัดพัทลุงที่ผ่านการขัดสีที่ระดับต่างกันระหว่างเก็บรักษา	33
4.3 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตข้าวนึ่งจากข้าวสังข์หยดพัทลุง	41
4.4 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี และ เคมีเชิงฟิสิกส์ ของข้าวสังข์หยดพัทลุงนึ่งระหว่างเก็บรักษา	54
5. สรุปผลการทดลอง	64
6. เอกสารอ้างอิง	65

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	Chemical compositions of Phatthalung Sungyod rice	3
2	Information related to Phatthalung sungyod rice during the year 2012-2014	3
3	L/B ratio of rice grain classification	5
4	Chemical composition of rice bran	11
5	Standard of parboiled brown rice	14
6	Physical properties of Sungyod rice with different degree of milling	27
7	Color of Sungyod rice with different degree of milling	27
8	Chemical properties of Sungyod rice with different degree of milling	28
9	Mineral content of Phatthalung Sungyod rice with different degree of milling	28
10	Thermal properties of Sungyod rice with different degree of milling	29
11	Physicochemical properties of Sungyod rice with different degree of milling	30
12	Percentage of uncooked rice in various degree of milling in Sungyod rice with different cooking time	31
13	Cooking time and cooking quality of cooked Sungyod rice with different degree of milling	32
14	Physical properties of Sungyod rice with different degree of milling during storage for 6 months	34
15	Chemical properties of Sungyod rice with different degree of milling during storage for 6 months	36
16	Free fatty acid, TBA, amylose and anthocyanin content of Sungyod rice with different degree of milling during storage for 6 months	37
17	Thermal properties of Sungyod rice with different degree of milling during storage for 6 months	38
18	Physicochemical properties of Sungyod rice with different degree of milling during storage for 6 months	39
19	Cooking quality of Sungyod rice with different degree of milling	40
20	Milling quality of Sungyod parboiled rice under various soaking temperature and steaming time	43
21	Physical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice under various soaking temperature and steaming time	45
22	Chemical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice under various soaking temperature and steaming time	51
23	Thermal properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice under various soaking temperature and steaming time	52
24	Physicochemical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice under various soaking temperature and steaming time	53
25	Cooking quality of Sungyod brown rice and parboiled brown rice under various soaking temperature and steaming time	54

26	Physical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	56
27	Chemical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	57
28	Free fatty acid, TBA, amylose and anthocyanin content of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	59
29	Thermal properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	60
30	Physicochemical properties of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	61
31	Cooking quality of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	62
32	Sensory evaluation score of Sungyod brown rice and parboiled brown rice during storage for 6 months	63

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Structure of rice grain	5
2	X-ray diffraction patterns of starch A-type, B-type and V_h-type	6
3	Hexagonal packing of A-type and B-type starch crystalline polymorphs	7
4	Schematic model of the aging process in rice	13
5	Structure of anthocyanin	18
6	Anthocyanin degradation	18
7	Sungyod rice with different degree of milling	26
8	Schematic of the optimization condition of Sungyod parboiled rice	41
9	Moisture content and soaking temperature of Sungyod paddy rice at different initial soaking temperature and storage time	42
10	Cross section of brown rice grain with scanning electron microscopy (accelerating voltage 20 kV, magnification 100X) under various parboiled conditions	46
11	Cross section of endosperm of brown rice grain with scanning electron microscopy (accelerating voltage 20 kV, magnification 1000X) under various parboiled conditions	47
12	Cross section of outer layer of brown rice grain with scanning electron microscopy (accelerating voltage 20 kV, magnification 2000X) under various parboiled conditions	48