ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
242379

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105

Improvement of texture after cooking of Chai Nat1 and Phitsanulok2 rice to be similar to Khao Dawk Mali105 rice

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์และคณะ

30 มิถุนายน 2554

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
242379
สัญญ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105

Improvement of texture after cooking of Chai Nat1 and Phitsanulok2 rice to be similar to Khao Dawk Mali105 rice

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์

ดร. ศศิวิมล จิตรากร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีนา น้อยทัพ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

นางสุพัตรา สุวรรณธาดา

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลกที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าวเปลือกพันธุ์พิษณุโลก 2 และปทุมธานี1 สำหรับการวิเคราะห์ โรงสีเจริญพาณิชย์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าวสารพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 และคุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษดิ์ อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าวสารพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 345 คน นอกจากนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี 2553 ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คณะผู้วิจัย

30 มิถุนายน 2554

242379

บทคัดย่อ

การนำข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาผสมกับข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงนั้น อัตราส่วนและพันธุ์ข้าวที่ใช้นั้นยังเป็นความลับของแต่ละโรงสี และไม่มีหลักฐานข้อมูลที่เป็นลายลักษณ์อักษรหรือเอกสารเผยแพร่ งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวด้านเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวหอมมะลิ โดยการใช้ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาผสมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำข้าวพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เช่น พันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 มาผสมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 และศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อปริมาณน้ำ เพื่อให้ได้คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ105 พร้อมทั้งศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีกายภาพของข้าวขาวดอกมะลิ105 ชัยนาท1 พิษณุโลก2 ปทุมธานี1 และกข6 และข้าวที่ผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งก่อนและหลังการหุงต้ม ทดสอบตลาด วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

ก่อนการหุงต้ม ข้าวทั้งห้าพันธุ์มีค่าความยาวของเมล็ด 6.93-7.73 มิลลิเมตร ค่าความกว้างของเมล็ด 2.06-2.24 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด 3.09-3.65 ข้าวพันธุ์กข6 มีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ105 มีค่าต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) องค์ประกอบทางเคมีของข้าวทั้งห้าพันธุ์ก่อนการหุงต้มมีความแตกต่างกัน ($p\leq0.05$) ปริมาณความชื้นของข้าวทั้งห้าพันธุ์อยู่ในช่วงร้อยละ 10.90-12.62 ข้าวพิษณุโลก2 มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) รองมาคือชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ 105 ปทุมธานี1 และกข6 ตามลำดับ โดยข้าวพันธุ์กข6 ปทุมธานี1 และขาวดอกมะลิ105 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ส่วนข้าวชัยนาท1 และพิษณุโลก2 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง ข้าวพันธุ์กข6 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ข้าวพันธุ์กข6 มีระยะการไหลของแป้งสุกสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) รองลงคือข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และปทุมธานี1 ส่วนข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 มีระยะการไหลของแป้งสุกต่ำที่สุด ($p\leq0.05$)

เมื่ออัตราส่วนของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ที่ใช้ผสมกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 เพิ่มขึ้น ค่าความยาวของข้าวผสมก่อนการหุงต้มมีค่าลดลง ($p\leq0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนการผสมของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 กับข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ทำให้ค่าความสว่างของข้าวผสมมีค่าลดลง เมื่อผสมข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 กับข้าวกข6 พบว่าอัตราส่วนของข้าวพันธุ์กข6 ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของข้าวผสมเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) ข้าวผสมระหว่างพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์กข6 ในทุกอัตราส่วนมีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวผสมพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) เมื่ออัตราส่วนการผสมของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณโปรตีนของข้าวผสมลดลง ปริมาณโปรตีนของข้าวชัยนาท1 ผสมกับข้าวปทุมธานี1 ในทุกอัตราส่วนไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ที่ใช้ผสมกับข้าวพันธุ์

242379

พิษณุโลก2 และชัยนาท1 ส่งผลให้ปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมมีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) การผสมข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ทำให้มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าการผสมกับข้าวพันธุ์กข6 ($p \leq 0.05$) การผสมกันระหว่างข้าวทั้งสี่พันธุ์ที่อัตราส่วนที่แตกต่างกันมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวทั้งห้าพันธุ์หลังการหุงต้ม พบว่าระยะเวลาการหุงสุกของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 (18.00 นาที) และพิษณุโลก2 (19.00 นาที) นานกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (13.00 นาที) กข6 (14.30 นาที) และปทุมธานี1 (14.0 นาที) มีระยะเวลาการหุงสุกไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 มีค่าร้อยละของปริมาตรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือ ชัยนาท1 กข6 ปทุมธานี1 และขาวดอกมะลิ105 ตามลำดับ ร้อยละของการยืดตัวด้านยาวของข้าวทั้งห้าพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ร้อยละของการยืดตัวด้านกว้างของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และชัยนาท1 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) ข้าวพันธุ์กข6 มีร้อยละของการยืดตัวด้านกว้างต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) ร้อยละของการดูดซับน้ำของข้าวพิษณุโลก2 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือ ชัยนาท1 ปทุมธานี1 ขาวดอกมะลิ105 และกข6 ตามลำดับ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 มีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ส่วนข้าวพันธุ์กข6 มีค่าความสว่างต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p \leq 0.05$) ปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และมีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์กข6 ขาวดอกมะลิ105 และปทุมธานี1 ตามลำดับ การศึกษาเนื้อสัมผัสของข้าวทั้งห้าพันธุ์หลังการหุงต้ม พบว่าคุณสมบัติของเนื้อสัมผัสทุกด้านของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ปทุมธานี1 และกข6 ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์มีปริมาณอะไมโลสสูง

จากผลการวิเคราะห์สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนในการผสมที่ให้เนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 มากที่สุดคือ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 60:40 และใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำคือ 1:2.3 และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 50:50 และใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำคือ 1:2.0 ดังนั้น จึงนำข้าวผสมดังกล่าวมาใช้ในการทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 345 คน เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยผู้ทดสอบชิมทั้ง 345 คน เคยรับประทานและชอบข้าวสวย เพราะเป็นอาหารหลัก ผู้ทดสอบชิม 340 คน มีความสนใจหากมีการนำข้าวสาร 2 พันธุ์มาผสมกันเพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงข้าวหอมมะลิ โดยเหตุผลที่สนใจคือ ราคา รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการ ส่วนผู้ทดสอบชิมที่ไม่สนใจมีจำนวน 5 คน โดยเหตุผลที่ไม่สนใจคือ ไม่ชอบรับประทานข้าวอ่อน ลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ผู้บริโภคต้องการในข้าวสารคือ คุณค่าทางโภชนาการ ส่วนภาชนะบรรจุข้าวสารที่ชอบคือถุงพลาสติก น้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยบรรจุที่คิดว่าเหมาะสมในการบรรจุข้าวสารคือ 5 กิโลกรัม ราคาขายต่อหนึ่งหน่วยบรรจุที่คิดว่าเหมาะสมและเต็มใจที่จะซื้อคือ 200 - 250 บาท ส่วนปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวสารคือ ราคา รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการ คะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะที่ทดสอบของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง ในขณะที่ข้าวพันธุ์

242379

ขาวดอกมะลิ105 ได้รับคะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะที่ทดสอบอยู่ในช่วง ชอบปานกลาง - ชอบมาก อย่างไรก็ตาม ข้าวผสมที่ได้รับการคัดเลือกจากงานวิจัยนี้ก็ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาต้นทุนของการนำข้าวมาผสมเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 พบว่า ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วน 60:40 และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วน 50:50 มีต้นทุน 20-25 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีราคาถูกกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีราคาสูงถึง 33-37 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 32 คน พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมให้คะแนนความพึงพอใจทั้งในรูปแบบการอบรมและเนื้อหาทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการในระดับดีมาก โดยสรุป สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 ได้ โดยการนำข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 มาผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ข้าว ชัยนาท1 พิษณุโลก2 ขาวดอกมะลิ105 อะไมโลส เนื้อสัมผัส

242379

ABSTRACT

Utilization of low amylose content rice mixing with high amylose content rice, ratio of mixing and rice varieties of using is still a secret for each rice mill and there has been no written data or publications. The objective of this research was to improve the texture after cooking of Chainat1 and Phitsanulok2 rice to be similar to that of Khao Dawk Mali105 rice by using low amylose content rice mixed with Chainat1 and Phitsanulok2 rice in appropriate ratio in order to improve the texture after cooking. The suitable ratio of low amylose content rice such as Patumthani1 and RD6 rice to mix with Chainat1 and Phitsanulok2 rice and the ratio of rice to water were determined due to obtaining texture quality after cooking be similar to that of Khao Dawk Mali105 rice. The physical, chemical and physicochemical properties of Khao Dawk Mali105, Chainat1, Phitsanulok2, Patumthani1 and RD6 and mixed rice at different ratio before and after cooking were investigated. Furthermore, marketing test, inventory cost and technology transfer to target group were conducted.

Before cooking, all five rice varieties had the length of grain 6.93-7.73 mm, breadth of grain 2.06-2.24 mm, length-breadth ratio 3.09-3.65. RD6 rice had significantly higher lightness value than that of other rice whereas Khao Dawk Mali105 had significantly lower lightness value than that of other rice ($p \leq 0.05$). The chemical composition of five rice varieties before cooking were significantly different ($p \leq 0.05$). The moisture content of five rice varieties was 10.90-12.62%. Phitsanulok2 rice had the amylose content significantly higher than that of other rice ($p \leq 0.05$), following by Chainat1, Khao Dawk Mali105, Patumthani1 and RD6, respectively. Khao Dawk Mali105, Patumthani1 and RD6 rice were classified into low amylose content rice group while Chainat1 and Phitsanulok2 rice were classified into high amylose content rice group. RD6 rice had significantly higher protein content than that of other rice ($p \leq 0.05$). The protein content of Patumthani1, Chainat1 and Phitsanulok2 rice was not significantly different ($p > 0.05$). RD6 rice had significantly higher alkali spreading value than that of other rice ($p \leq 0.05$), following by Phitsanulok2 and Patumthani1 whereas Khao Dawk Mali105 and Chainat1 rice had significantly lowest ($p \leq 0.05$).

Increasing the ratio of mixing between Patumthani1 and RD6 rice to that of Phitsanulok2 and Chainat1 rice, the length of grain of mixing rice before cooking was significantly decreased ($p \leq 0.05$). Increasing the ratio of mixing between Patumthani1 and Phitsanulok2 rice, the lightness value decreased. When mixing Phitsanulok2 and Chainat1 rice with RD6 rice, increasing ratio of RD6 rice resulted in significantly increased lightness value of mixed rice ($p \leq 0.05$). All mixing ratio between Phitsanulok2 and RD6 rice had significantly higher lightness value than that of other mixed rice ($p \leq 0.05$). Increasing the

242379

mixing ratio between Phitsanulok2 and Patumthani1 rice reduced the protein content of the mixed rice. All mixing ratio between Chainat1 and Patumthani1 rice had no significant differences in protein content ($p>0.05$). Increasing the ratio of mixing between Patumthani1 and RD6 rice with that of Phitsanulok2 and Chainat1 rice, the amylose content of mixed rice significantly decreased ($p\leq0.05$). Mixing of Phitsanulok2 and Chainat1 rice with Patumthani1 rice increased the amylose content of the mixed rice higher than that mixing with RD6 rice ($p\leq0.05$). Mixing of four rice varieties at different ratio resulted in no significant differences in the moisture content of the mixed rice ($p>0.05$).

The study of physical and chemical properties after cooking of five rice varieties showed that cooking time of Chainat1 rice (18.00 min) and Phitsanulok2 rice (19.00 min) was significantly longer than that of other rice ($p\leq0.05$). Khao Dawk Mali105 (13.00 min), RD6 (14.30 min) and Patumthani1 (14.00 min) had no significant differences in cooking time ($p>0.05$). Phitsanulok2 rice had the highest percentage of increasing volume ($p\leq0.05$), following by Chainat1, RD6, Patumthani1 and Khao Dawk Mali105, respectively. Percentage of length elongation of five rice varieties was not significantly different ($p>0.05$). Percentage of breadth elongation of Patumthani1 and Chainat1 rice was significantly higher than that of other rice ($p\leq0.05$). RD6 had significantly lowest percentage of breadth elongation ($p\leq0.05$). Percentage of water absorption of Phitsanulok2 rice was significantly higher than that of other rice ($p\leq0.05$), following by Chainat1, Patumthani1, Khao Dawk Mali105 and RD6, respectively. Phitsanulok2 rice had significantly higher lightness value than that of other rice whereas RD6 rice had the significantly lowest ($p\leq0.05$). The protein content of Chainat1 and Phitsanulok2 rice was not significant differences ($p>0.05$) and it was higher than that of RD6, Khao Dawk Mali105 and Patumthani1, respectively. The texture after cooking of five rice varieties revealed that all texture properties of Chainat1 and Phitsanulok2 rice were significantly higher than that of Khao Dawk Mali105, Patumthani1 and RD6 ($p\leq0.05$). This was mainly due to these two rice varieties had high amylose content.

From the results, the most appropriate rice variety and mixing ratio could be selected in order to get the texture after cooking of mixed rice similar to that of Khao Dawk Mali105 rice. These were Phitsanulok2 mixed with Patumthani1 rice at the ratio of 60:40 and rice to water ratio of 1:2.3 and Chainat1 mixed with Patumthani1 rice at the ratio of 50:50 and rice to water ratio of 1:2.0. Therefore, the selected mixed rice was used for the liking test or acceptance test of 345 consumers compared to Khao Dawk Mali105 rice. All 345 consumers used to consume and liked cooked rice because it was the main course. Three hundred and forty consumers interested in mixing of 2 rice varieties due to obtaining properties similar to that of Khao Dawk Mali105 rice. The reason for this was the price, following by the nutrition. Five consumers were not interested in mixed rice because they didn't like soft texture rice. The

242379

most important characteristic of rice grain that consumers wanted was the nutrition. The package of rice grain that consumers liked was the plastic bag with the appropriate weight of 5 kg and the price of 200-250 Baht. The most important factor that affected the decision making of purchase was the price, following by the nutrition. The liking scores of all tested sensory attributes of Phitsanulok2 mixed with Patumthani1 rice and Chainat1 mixed with Patumthani1 rice was in the range of like slightly – like moderately while for that of Khao Dawk Mali105 was in the range of like moderately – like very much. However, the selected mixed rice from this research was well accepted by the consumers. When the inventory cost of mixed rice was compared to that of Khao Dawk Mali105 rice, it was found that Phitsanulok2 mixed with Patumthani1 rice at the ratio of 60:40 and Chainat1 mixed with Patumthani1 rice at the ratio of 50:50 had the inventory cost of 20-25 Baht/kg which was cheaper than that of Khao Dawk Mali105 rice which had the cost of 33-37 Baht/kg. The technology transfer was conducted to the target group of 32 people and it was found that all attendees had the happiness scores both format and content of both theory and practical sessions in the level of very good. In conclusion, the texture after cooking of Phitsanulok2 and Chainat1 could be improved similary to that of Khao Dawk Mali105 by mixing with Patumthani1 rice at an appropriate ratio.

Keywords: Rice, Chai Nat1, Phitsanulok2, Khao Dowk Mali105, amylose, texture

Executive Summary

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวด้านเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวหอมมะลิ โดยการใช้ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาผสมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้ม โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำข้าวพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เช่น พันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 มาผสมกับข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 และศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อปริมาณน้ำ เพื่อให้ได้คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ105 พร้อมทั้งศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีกายภาพของข้าวขาวดอกมะลิ105 ชัยนาท1 พิษณุโลก2 ปทุมธานี1 และกข6 และข้าวที่ผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งก่อนและหลังการหุงต้ม ทดสอบตลาด วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย

ก่อนการหุงต้ม ข้าวทั้งห้าพันธุ์มีค่าความยาวของเมล็ด 6.93-7.73 มิลลิเมตร ค่าความกว้างของเมล็ด 2.06-2.24 มิลลิเมตร อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด 3.09-3.65 ข้าวพันธุ์กข6 มีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ105 มีค่าต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ปริมาณความชื้นของข้าวทั้งห้าพันธุ์อยู่ในช่วงร้อยละ 10.90-12.62 ข้าวพันธุ์กข6 ปทุมธานี1 และขาวดอกมะลิ105 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง เมื่ออัตราส่วนของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ที่ใช้ผสมกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 เพิ่มขึ้น ค่าความยาวของข้าวผสมก่อนการหุงต้มมีค่าลดลง ($p\leq0.05$) เมื่อผสมข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 กับข้าวกข6 พบว่าอัตราส่วนของข้าวพันธุ์กข6 ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของข้าวผสมเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และกข6 ที่ใช้ผสมกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 ส่งผลให้ปริมาณอะไมโลสของข้าวผสมมีค่าลดลง ($p\leq0.05$) การผสมกันระหว่างข้าวทั้งสี่พันธุ์ที่อัตราส่วนที่แตกต่างกันมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ระยะเวลาการหุงสุกของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 (18.00 นาที) และพิษณุโลก2 (19.00 นาที) นานกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (13.00 นาที) กข6 (14.30 นาที) และปทุมธานี1 (14.0 นาที) มีระยะเวลาการหุงสุกไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 มีค่าร้อยละของปริมาตรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ($p\leq0.05$) ร้อยละของการยืดตัวด้านยาวของข้าวทั้งห้าพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ร้อยละของการยืดตัวด้านกว้างของข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และชัยนาท1 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ส่วนข้าวพันธุ์กข6 มีค่าต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ร้อยละของการดูดซับน้ำของข้าวพิษณุโลก2 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 มีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ส่วนข้าวพันธุ์กข6 มีค่าต่ำกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ($p\leq0.05$) ปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์กข6 ขาวดอกมะลิ105 และปทุมธานี1 เนื้อสัมผัสของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 มีค่าสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ปทุมธานี1 และกข6 ($p\leq0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากข้าวทั้งสองพันธุ์มีปริมาณอะไมโลสสูง จากผลการวิเคราะห์สามารถ

คัดเลือกพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนการผสมที่ให้เนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 มากที่สุดคือ ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 60:40 และใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำคือ 1:2.3 และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 50:50 และใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำคือ 1:2.0 ดังนั้น จึงนำข้าวผสมดังกล่าวมาใช้ในการทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 345 คน เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ105 ซึ่งผู้ทดสอบชิมทั้ง 345 คน เคยรับประทานและชอบข้าวสวย เพราะเป็นอาหารหลัก ผู้ทดสอบชิม 340 คน มีความสนใจหากมีการนำข้าวสาร 2 พันธุ์มาผสมกันเพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงข้าวหอมมะลิ โดยเหตุผลที่สนใจคือ ราคา รองลงมาคือคุณค่าทางโภชนาการ ส่วนผู้ทดสอบชิมที่ไม่สนใจมีจำนวน 5 คน โดยเหตุผลที่ไม่สนใจคือ ไม่ชอบรับประทานข้าวอ่อน ลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ผู้บริโภคต้องการในข้าวสารคือ คุณค่าทางโภชนาการ ส่วนปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวสารคือ ราคา รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการ คะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะที่ทดสอบของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง ซึ่งข้าวผสมที่ได้รับการคัดเลือกจากงานวิจัยนี้ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาต้นทุนในการผลิต พบว่า ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 60:40 และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่อัตราส่วน 50:50 มีต้นทุน 20-25 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีราคาถูกกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีราคาสูงถึง 33-37 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้สู่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 32 คน พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมให้คะแนนความพึงพอใจทั้งในรูปแบบการอบรมและเนื้อหาทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติการในระดับดีมาก

ดังนั้น สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105 ได้ โดยการนำข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 มาผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งเป็นการลดต้นทุนจากการซื้อข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่มีราคาแพงกว่าได้ และยังเป็นการส่งเสริมการบริโภคข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 และชัยนาท1 ด้วย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทคัดย่อ	iv
Abstract	vii
Executive summary	x
สารบัญ	xii
สารบัญตาราง	xiv
สารบัญภาพ	xviii
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	3
ข้าว	3
ปริมาณอะไมโลส	3
ความคงตัวของแป้งสุก	4
อุณหภูมิแป้งสุก	5
โปรตีน	6
ไขมัน	6
ความเก่าของข้าว	6
คุณภาพการรับประทานของข้าว	8
ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105	10
ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2	10
ข้าวพันธุ์ชัยนาท1	11
ข้าวเหนียวพันธุ์ กข6	11
ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1	12
วิธีการดำเนินการวิจัย	13
วัตถุดิบ	13

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีกายภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชัยนาท 1 พิษณุโลก 2 ปทุมธานี 1 และ กข 6 ทั้งก่อนการผสม หลังการผสมก่อนการหุงต้มและหลังการหุงต้ม 13
1. การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์ก่อนการผสม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 13
2. การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์หลังการผสม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 14
3. การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์หลังการหุงต้ม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 15
4. การคัดเลือกพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด 16
5. การทดสอบตลาดหรือการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป 16
6. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน 17
7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 17
สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล 17
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 17
ผลและวิจารณ์ผล 18
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์ก่อนการผสม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 18
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์หลังการผสม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 31
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของข้าว 4 สายพันธุ์ หลังการหุงต้ม เปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ105 77
ตอนที่ 4 การทดสอบตลาดหรือการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป 111
ตอนที่ 5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน 116
ตอนที่ 6 การถ่ายทอดเทคโนโลยี 116
สรุปผลการวิจัย 123
ข้อเสนอแนะ 124
บรรณานุกรม 125
ภาคผนวก 128
ภาคผนวก ก ตัวชี้วัดเพื่อการประเมินผลสำเร็จของโครงการ
ภาคผนวก ข เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเภทและปริมาณของอะไมโลสในข้าวสาร	4
2	การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส	4
3	ความคงตัวของแป้งสุก	5
4	ประเภทของข้าวแบ่งตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก	5
5	อัตราส่วนการผสมข้าวพันธุ์ต่างๆ และสัดส่วนน้ำที่ใช้สำหรับการหุงต้ม	14
6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้าว 5 สายพันธุ์ด้านกายภาพ ก่อนการหุงต้ม	20
7	ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้าว 5 สายพันธุ์ด้านเคมี และเคมีกายภาพ ก่อนการหุงต้ม	21
8	สมบัติทางกายภาพด้านความหนืดของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ เมื่อทดสอบด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer	25
9	ค่าความยาว ความกว้าง และสัดส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างของเมล็ดข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันก่อนการหุงต้ม	31
10	ค่า Hardness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 1.7	33
11	ค่า Gumminess ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1: 1.7	34
12	ค่า Adhesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 1.7	35
13	ค่า Cohesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 1.7	36
14	ค่า Chewiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 1.7	37
15	ค่า Springiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 1.7	38
16	ค่า Hardness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	39
17	ค่า Gumminess ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	40

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18	ค่า Adhesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	41
19	ค่า Cohesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	42
20	ค่า Chewiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	43
21	ค่า Springiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.0	44
22	ค่า Hardness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	45
23	ค่า Gumminess ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	46
24	ค่า Adhesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	47
25	ค่า Cohesiveness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	48
26	ค่า Chewiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	49
27	ค่า Springiness ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Texture analyzer อัตราส่วน 1 : 2.3	50
28	ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันก่อนการหุงต้ม	72
29	สมบัติทางกายภาพด้านความหนืดของข้าวผสม ทดสอบด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer	74
30	ปริมาณโปรตีน อะไมโลส และความชื้นของข้าวที่ผ่านการผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกันก่อนการหุงต้ม	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
31	ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้าว 5 สายพันธุ์ด้านกายภาพ หลังการหุงต้ม	79
32	ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้าว 5 สายพันธุ์ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และด้านเคมี หลังการหุงต้ม	80
33	ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของข้าวผสม หลังการหุงต้ม	81
34	ระยะเวลาการหุงต้มของข้าวผสม ด้วยน้ำ 3 อัตราส่วน	83
35	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.7)	85
36	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์กข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.7)	87
37	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.7)	89
38	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวพันธุ์กข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.7)	91
39	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.0)	93
40	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์กข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.0)	95
41	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.0)	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
42	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวพันธุ์กข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.0)	101
43	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.3)	103
44	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 กับข้าวพันธุ์กข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.3)	105
45	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวปทุมธานี1 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.3)	107
46	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมระหว่างข้าวพันธุ์ชัยนาท1 กับข้าวกข6 ที่อัตราส่วนต่างๆ (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2.3)	109
47	คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และข้าวผสมที่ผ่านการคัดเลือก	110
48	คะแนนความชอบของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 345 คนต่อข้าวผสมที่ผ่านการคัดเลือกเปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ105	114
49	ราคาเฉลี่ยขายส่งข้าวตลาดกรุงเทพฯ ประจำเดือนกันยายน – ตุลาคม 2552	116

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	7
2	ค่าการสลายตัวในด่างของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (A, B,) ปทุมธานี1 (C, D) กข6 (E, F) พันธุ์พิษณุโลก2 (G, H) และชัยนาท1 (I, J) ทั้งก่อน (A, C, E, G, I) และหลัง (B, D, F, H, J) การแช่ด่าง	23
3	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	26
4	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	26
5	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	27
6	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	27
7	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	28
8	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	28
9	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	29
10	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	29
11	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์กข6 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	30
12	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์กข6 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	30
13	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	51
14	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	51
15	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	52
16	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	52
17	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	53
18	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 80 : 20 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	54
20	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	54
21	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	55
22	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	55
23	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 50 : 50 ที่ กำลังขยาย 100 เท่า	56
24	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 50 : 50 ที่ กำลังขยาย 2000 เท่า	56
25	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 60 : 40 ที่ กำลังขยาย 100 เท่า	57
26	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 60 : 40 ที่ กำลังขยาย 2000 เท่า	57
27	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 70 : 30 ที่ กำลังขยาย 100 เท่า	58
28	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 70 : 30 ที่ กำลังขยาย 2000 เท่า	58
29	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 80 : 20 ที่ กำลังขยาย 100 เท่า	59
30	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 80 : 20 ที่ กำลังขยาย 2000 เท่า	59
31	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 90 : 10 ที่ กำลังขยาย 100 เท่า	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 ผสมกับข้าวพันธุ์กข6 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	60
33	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	61
34	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	61
35	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	62
36	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	62
37	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	63
38	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	63
39	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 80 : 20 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	64
40	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 80 : 20 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	64
41	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	65
42	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับปทุมธานี1 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	65
43	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	66
44	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 50 : 50 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	67
46	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 60 : 40 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	67
47	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	68
48	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 70 : 30 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	68
49	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 80 : 20 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	69
50	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 80 : 20 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	69
51	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 100 เท่า	70
52	เม็ดแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ผสมกับพันธุ์กข6 อัตราส่วน 90 : 10 ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	70
53	บรรยากาศระหว่างการทดสอบชิมตัวอย่างที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร	115
54	การสัมภาษณ์ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร	115
55	ผู้เข้าร่วมอบรมลงทะเบียนเพื่อรับเอกสาร	117
56	บรรยากาศระหว่างการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาคบรรยาย	118
57	การซักถามความคิดเห็นของผู้ประกอบการ	119
58	ภาพหมู่ของผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี	119
59	การอธิบายวิธีการหุงข้าวผสมเพื่อให้ได้ข้าวหุงสุกที่มีเนื้อสัมผัสที่ต้องการ	120
60	ผู้เข้าร่วมอบรมทำการหุงข้าวผสมตามอัตราส่วนที่ได้รับคัดเลือก	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
61	การให้คำแนะนำแก่ผู้ประกอบการสำหรับผลิตภัณฑ์อื่นที่แปรรูปมาจากข้าว (น้ำมันรำข้าว)	121
62	การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส	121
63	การอธิบายวิธีการให้คะแนนเมื่อทดสอบชิมตัวอย่างข้าวผสม	122
64	การแนะนำวิธีการให้คะแนนเมื่อทดสอบชิมตัวอย่างข้าวผสม	122