

การปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องด้วยวิธีการขัดขาว

*ปริพัฒน์ ช้อยชื่น¹ และ ประสันต์ ชุ่มใจหาญ¹

¹ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ผู้เขียนติดต่อ: ประสันต์ ชุ่มใจหาญ E-mail: kcprasan@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การดูแลสุขภาพโดยการบริโภคอาหารชีวจิต มีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะการบริโภคข้าวกล้องงอก ถึงแม้ว่าข้าวกล้องงอกมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่คุณภาพของเนื้อสัมผัสยังไม่ดีเทียบเท่ากับข้าวขาว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องให้ดีขึ้น โดยอาศัยหลักการขัดขาวข้าว การทดลองนี้ได้ทำออกข้าวเปลือกหอมมะลิที่เวลาต่างๆ พบว่าข้าวกล้องจะมีรากยาวออกมาที่ระยะเวลาในการบ่มที่นานขึ้น จากนั้นนำไปผ่านการกะเทาะเปลือก ขัดขาว และวัดค่าความขาว ด้วยเครื่อง SATAKE รุ่น THU, TM05 และ MM1D ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าส่วนที่เป็นรากส่วนใหญ่จะหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการกะเทาะเปลือก แต่ส่วนของจมูกข้าวยังคงติดอยู่กับเมล็ดข้าวกล้อง เมื่อนำข้าวกล้องงอกมาทำการขัดขาวพบว่า ที่เวลาการขัดขาวนานกว่า 45 วินาที ทำให้ส่วนที่เป็นจมูกข้าวหลุดออกจากส่วนเมล็ดข้าว แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของความแข็งของเมล็ดข้าว ซึ่งทำการทดสอบโดยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA.HDPlus โดยใช้หัวกดชนิด AIT แบบ Back Extrusion พบว่าการขัดขาวโดยใช้เวลา 15 วินาทีนั้นสามารถลดค่าความแข็งจาก 23.44 เป็น 17.75 นิวตัน ที่ระยะการบ่ม 0 ชั่วโมง และ 20.22 เป็น 15.21 นิวตัน ที่ระยะการบ่ม 30 ชั่วโมง (ลดลง 24.27-24.78 เปอร์เซ็นต์) และสามารถลดค่าความเหนียวจาก 212.32 เป็น 169.49 นิวตัน-มิลลิเมตร ที่ระยะการบ่ม 0 ชั่วโมง และ 192.87 เป็น 154.12 นิวตัน-มิลลิเมตร ที่ระยะเวลาบ่ม 30 ชั่วโมง (ลดลง 20.09-20.17 เปอร์เซ็นต์) ก็เพียงพอสำหรับการปรับปรุงคุณภาพข้าว

คำสำคัญ: ขัดขาว;ข้าวกล้องงอก;เนื้อสัมผัส

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยส่วนใหญ่ข้าวที่นิยมบริโภคกันในชีวิตประจำวันคือข้าวขัดขาว เนื่องจากข้าวขัดขาวมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และนอกจากนี้ข้าวขัดขาวยังมีลักษณะปรากฏที่ชวนน่ารับประทาน สาเหตุเพราะชั้นรำที่ติดอยู่กับข้าวกล้องที่เป็นตัวลดความนุ่มเนื้อของข้าว และเป็นตัวทำให้สีของข้าวไม่ขาวไม่ได้ถูกขัดออก[1] แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคข้าวขัดขาวเป็นประจำอาจเสี่ยงต่อการเกิดโรคและอาการต่างๆ ได้แก่ โรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก โรคผิวหนังบางชนิดโรคทางระบบประสาทบางชนิด และโรคโลหิตจาง เป็นต้น[2] เนื่องจากสารอาหารที่มีอยู่ในข้าวขาวไม่เพียงพอ ดังนั้นข้าวกล้องซึ่งเป็นข้าวมี

คุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า และมีประโยชน์มากกว่าจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้าวกล้องประกอบไปด้วยส่วนสำคัญที่บรรจุสารอาหาร ได้แก่ จมูกข้าว และรำ จึงทำให้ข้าวกล้องอุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน และวิตามินต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามยังมีผู้บริโภคจำนวนมากที่ไม่นิยมรับประทานข้าวกล้อง เนื่องจากใช้เวลาในการหุงสุกนาน สีไม่น่ารับประทาน และที่สำคัญคือ แข็ง ไม่นุ่มเหมือนข้าวขาว[3]

ต่อมาข้าวกล้องได้ถูกนำมาวิจัยเพื่อเพิ่มคุณค่าโดยการทำให้อยู่ในรูปของข้าวกล้องงอก ข้าวเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีการเจริญเติบโต จะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โปรตีนภายในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยให้เกิดเป็นกรดอะมิโน และเปปไทด์ รวมทั้งยังพบการสะสมสารเคมีสำคัญต่างๆ โดยเฉพาะสารแกมมาอะมิโนบิวทริกแอซิด หรือสาร GABA (gamma-

aminobutyric acid) ที่อยู่บริเวณจมูกข้าวที่งอก[4] การรับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องจึงช่วยป้องกันอาการปวดศีรษะ ลดอาการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ รักษาระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต และป้องกันโรคความจำเสื่อม[5] แม้ว่าการบริโภคข้าวงอก จะมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายแต่ผู้บริโภคโดยทั่วไปยังคงไม่นิยมบริโภค เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสที่ยังแข็ง การศึกษาแนวทางในการลดปริมาณรำที่อยู่กับเมล็ดข้าวงอกด้วยวิธีการขัดขาว จึงน่าจะเป็นวิธีการช่วยเพิ่มคุณภาพเนื้อสัมผัสของข้าวงอกได้ แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องคำนึงถึงการคงอยู่ของจมูกข้าวซึ่งเป็นแหล่งของสารกาบาอีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัมผัสของข้าวงอกด้วยวิธีการขัดขาว

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

ข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิ ทำการเพาะปลูกที่จังหวัดชลบุรี และทำการเก็บเกี่ยวในฤดูการเพาะปลูกปี พ.ศ. 2554 ก่อนทำการทดสอบข้าวเปลือกได้ผ่านการทำความสะอาดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนและข้าวลีบออกโดยใช้ตะแกรงเขย่าและลมเป่า หลังจากนั้นข้าวได้ผ่านการลดความชื้นด้วยวิธีการตากแดดให้มีความชื้นสุดท้ายที่ประมาณ 11-13 %wb[6]

2.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ โดยวิธีดำเนินการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้าวงอก การทดสอบการขัดขาวข้าวงอก และการทดสอบคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวงอกสุก โดยมีรายละเอียดแบ่งตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.2.1 การเตรียมข้าวงอก

นำข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดมาแช่ในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำการเทน้ำออกแล้วนำข้าวเปลือกที่ผ่านการแช่น้ำมาทำการบ่มโดยการใช้ผ้าเปียกคลุมเมล็ดข้าวเป็นเวลา 6 ระดับ คือ 0 6 12 18 24 และ 30 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยแต่ละเวลา

การบ่มใช้ข้าวเปลือกจำนวน 10 กิโลกรัม เมื่อทำการบ่มเสร็จนำข้าวเปลือกมาทำการนึ่งก่อนลดความชื้น โดยที่การนึ่งข้าวทำโดยนำข้าวไปอบไอน้ำร้อนเป็นเวลา 30 นาที สำหรับวิธีการลดความชื้นข้าวทำได้โดยวิธีการตากแดดเพื่อให้มีความชื้นสุดท้ายที่ 11-13 %wb หลังจากนั้นนำข้าวเปลือกงอกมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่อง SATAKE รุ่น THU ที่มีระยะห่างระหว่างลูกยางเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชั้น ในแต่ละระยะเวลาการบ่ม แล้วนำข้าวที่ผ่านการกะเทาะมาคัดแยกข้าวหักด้วยเครื่องคัดขนาดตามความยาว BBS-L100 โดยใช้ตะแกรงกลมเบอร์ 6 มิลลิเมตร ปรับมุมเอียงลาดรองรับข้าวหักและปลายข้าว ประมาณ 40 องศา (จากแนวดิ่ง) สิ่งที่ได้คือส่วนที่เป็นต้นข้าว และข้าวหัก

2.2.2 การศึกษาคุณภาพในการขัดขาว

นำต้นข้าวที่เตรียมในหัวข้อ 2.2.1 ปริมาณ 150 กรัม มาทำการขัดขาวด้วยเครื่อง SATAKE รุ่น TM05 เป็นเวลา 5 ระดับ คือ 0 15 30 45 และ 60 วินาที จากนั้นวัดค่าความขาวด้วยเครื่อง Satake รุ่น MM1D นำข้าวงอกที่ผ่านการขัดขาวมาคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดตามความยาว BBS-L100 เช่นเดียวกับในหัวข้อ 2.2.1 นำข้าวต้นและข้าวหักที่ได้รับมาคำนวณหาค่าผลผลิตข้าวสารรวม และพิจารณาลักษณะข้าวต้นว่ายังมีส่วนจมูกข้าวติดอยู่ที่เมล็ดข้าว

2.2.3 การทดสอบคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวงอกสุก

นำข้าวกล้องงอกเต็มเมล็ดที่ผ่านการขัดขาวมาทำการหุงต้มอัตราส่วน 1:2 โดยใช้น้ำหนักข้าวกล้องงอกเต็มเมล็ด 25 กรัม และน้ำ 50 กรัม ลงในปิกเกอร์ เมื่อข้าวสุกแล้วทำการพักข้าวให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องประมาณ 60 นาที นำข้าวบริเวณตรงกลางของปิกเกอร์มาใช้ในการทดสอบแรงกดจำนวน 3 กรัม ใส่ลงในกระบอกเพื่อทำการกดด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA.HDPlus โดยใช้หัวกดชนิด AIT แบบ Back Extrusion ที่ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตร/วินาที ระยะกด 99 มิลลิเมตร เพื่อทำการวัดค่าความแข็ง และค่าความเหนียว

3. ผลการทดลอง

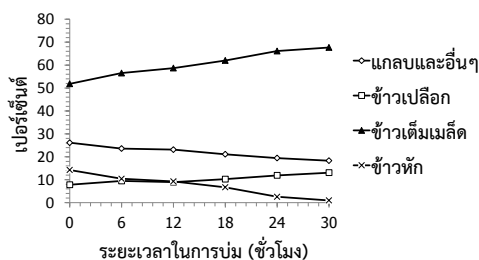
3.1 การเตรียมข้าวงอก

จากการสังเกตลักษณะเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการทำ
งอกพบว่าจะมีรากโผล่ออกมาจากเปลือกข้าวที่ระยะเวลา
นานกว่า 24 ชั่วโมง เมื่อนำข้าวเปลือกดังกล่าวมาแกะเอาเปลือก
ออกด้วยมือพบว่าในช่วงชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 12 ลักษณะ
ของงอกข้าวที่เริ่มขยายตัว และจะเริ่มเป็นตุ่มเล็กๆในชั่วโมง
ที่ 18 ความยาวของรากจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาในการบ่มนาน
ขึ้นตามที่แสดงในชั่วโมงที่ 24 และ 30 ในรูปที่ 1 นอกจากนี้
ลักษณะสีที่ปรากฏมีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นตามระยะเวลาการ
บ่มที่นานขึ้น



รูปที่ 1 เมล็ดข้าวกล้อง ที่ผ่านการบ่มให้งอกที่ระยะเวลา
0 6 12 18 24 และ 30 ชั่วโมง (จากซ้ายไปขวา)

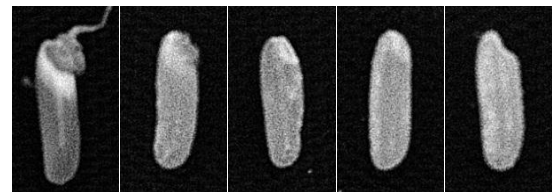
หลังจากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการบ่มที่เวลา
ต่าง ๆ กันมาแกะเปลือกพบว่าส่วนที่เป็นรากส่วนมากจะ
หลุดไปพร้อมกับเปลือก (แกลบ) และยังคงเหลือส่วนของงอก
ข้าวติดอยู่กับเมล็ดข้าว เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการ
เพิ่มระยะเวลาในการบ่มต่อปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหัก
ที่ได้รับพบว่า เมื่อระยะเวลาในการบ่มข้าวมากขึ้นส่งผลให้
ได้รับปริมาณข้าวเต็มเมล็ดมากขึ้น และมีปริมาณข้าวหัก
ลดลง สาเหตุน่าจะเกิดจากในระยะเวลาการบ่มนานขึ้นทำ
ให้น้ำเข้าไปในเมล็ดข้าวเปลือกได้อย่างทั่วถึง และเมื่อเมล็ด
ข้าวเปลือกถูกนำไปลดความชื้นจะทำให้ข้าวเปลือกดังกล่าวมี
ลักษณะที่คล้ายกับข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทำหนึ่ง แสดงใน
รูปที่ 2



รูปที่ 2 เปอร์เซนต์ส่วนต่างๆจากการแกะเปลือกที่ระยะห่างลูกยาง
0.5 มิลลิเมตร

3.2 การศึกษาคุณภาพในการขัดขาว

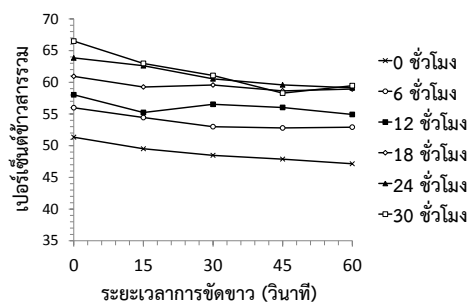
จากการสังเกตลักษณะเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการขัด
ขาวพบว่า การขัดขาวไม่เพียงแต่ขัดในส่วนผิวเพื่อเอาชั้นรำ
ออกจากเมล็ดข้าวกล้อง แต่ยังคงขัดเอาส่วนของงอกข้าว
ออกไปด้วย สังเกตว่าการขัดขาวข้าวที่เวลา 45 วินาทีทำให้
งอกข้าวบางส่วนหลุดออกจากตัวเมล็ดข้าว และเมื่อเพิ่มเวลา
ในการขัดขาวเป็น 60 วินาที ปริมาณงอกข้าวได้ถูกขัดออกไป
หมด ซึ่งส่วนงอกข้าวนี้เป็นส่วนที่มีการสะสมของปริมาณสาร
กาบสูงที่สุดในเมล็ดข้าวเปลือก[7] ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการขัดขาวที่เวลาต่างๆกัน คือ
0 15 30 45 และ 60 วินาที (จากซ้ายไปขวา)

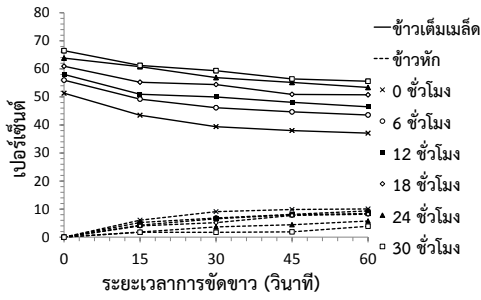
จากการทดสอบการขัดขาวข้าวเปลือกพบว่า เมื่อเพิ่ม
ระยะเวลาในการขัดขาวส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวสารรวมมี
ค่าลดลง เปอร์เซนต์การแตกหักเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ข้าว
เต็มเมล็ดลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อขัดขาวเป็นระยะเวลานาน
จะเป็นการขัดเอาชั้นรำออกจากเมล็ดข้าวกล้อง ส่งผลทำให้
มวลของข้าวที่ถูกขัดมีค่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5
สำหรับค่าความขาวในช่วงการขัดขาวระหว่าง 0 – 60 วินาที
พบว่ามีความขาวเพิ่มขึ้นจากระดับประมาณ 17-20 ไป
เป็นระดับ 20-26 และค่าความขาวที่ไม่เพิ่มมากขึ้นกว่าที่ควร
จะเป็นนั้นเพราะว่าข้าวที่ผ่านกระบวนการทำงอกและ
กระบวนการทำแห้งไม่มีสีเหลืองมากกว่าปกติ ดังแสดงผลในรูปที่
6

จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการขัดขาว
ที่เวลาต่ำกว่า 45 วินาที จึงน่าจะเหมาะสมกับการขัดขาวข้าว
งอกเพื่อยังคงให้ข้าวอกมีส่วนงอกข้าวติดอยู่กับเมล็ดข้าว

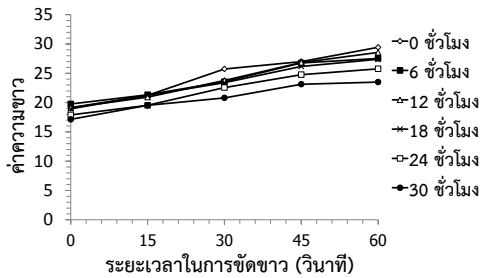


รูปที่ 4 เปอร์เซนต์ของผลผลิตข้าวสารรวมที่ได้จากการขัดขาวที่เวลา

ต่างกัน



รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเต็มเมล็ด และข้าวหักที่ได้จากการขัดขาวที่เวลาต่างๆกัน

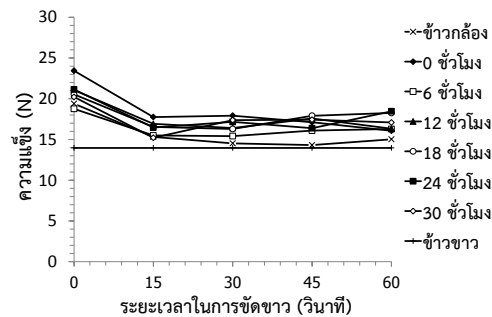


รูปที่ 6 ค่าความชื้นของข้าววงอกที่ระยะเวลาบ่ม และระยะเวลาขัดขาวต่างๆกัน

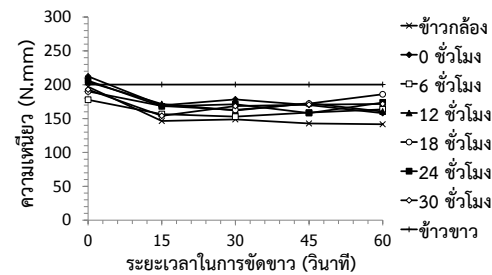
3.3 การทดสอบคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าววงอกสุก

จากการทดสอบคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าววงอกสุกด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.HDPlus โดยใช้หัวกดชนิด AIT แบบ Back Extrusion ที่ความเร็วหัวกด 1 มิลลิเมตร/วินาที ระยะกด 99 มิลลิเมตร พบว่าข้าวที่ผ่านกระบวนการขัดขาวที่ระยะเวลาขัดขาว 15 วินาที มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเมล็ดข้าวมีค่าลดลง เนื่องจากส่วนที่เป็นชั้นรำหลุดออกไปเมื่อผ่านกระบวนการขัดขาว แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการขัดขาวให้นานกว่านี้ จะทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของข้าววงอกไม่แตกต่างจากการขัดขาวที่ระยะเวลา 15 วินาทีมากนัก จึงสามารถสรุปได้ว่า การขัดขาวข้าววงอกเพียง 15 วินาทีก็เพียงพอต่อการปรับปรุงคุณภาพข้าววงอก จากการขัดขาวข้าวกล้องงอกที่มีระยะเวลาในการบ่ม 0 ชั่วโมงมีความแข็ง และความเหนียวสูงสุดที่ 23.44 นิวตันและ 212.32 นิวตัน-มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อใช้ระยะเวลาในการบ่มนานมากขึ้นเป็น 30 ชั่วโมง ส่งผลให้ข้าวกล้องงอกมีความแข็ง และความเหนียวลดลงเหลือ 20.22 นิวตัน และ 192.87 นิวตัน-มิลลิเมตร เมื่อนำข้าวกล้องงอกดังกล่าวมาผ่านการขัดขาวที่

15 วินาทีพบว่า ความแข็งและความเหนียวของข้าววงอกมีค่าลดลง และมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าจะมีการเพิ่มระยะเวลาในการขัดขาว ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำข้าวกล้องงอกที่ผ่านการบ่ม 0 ชั่วโมง มาผ่านการขัดขาวที่เวลา 15 วินาที ส่งผลให้ความแข็ง และความเหนียวลดลงเหลือ 17.75 นิวตัน และ 169.49 นิวตัน-มิลลิเมตร สำหรับข้าวกล้องงอกที่ผ่านการบ่ม 30 ชั่วโมง มาผ่านการขัดขาวเป็นเวลา 15 วินาที ส่งผลให้ความแข็ง และความเหนียวลดลงเหลือ 15.21 นิวตัน และ 154.12 นิวตัน-มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการขัดขาวสามารถลดค่าความแข็ง และความเหนียวได้ประมาณ 24.27-24.78 เปอร์เซ็นต์ และ 20.09-20.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ



รูปที่ 7 ค่าความแข็งของข้าววงอกที่ระยะเวลา การบ่ม และการขัดขาวที่แตกต่างกัน



รูปที่ 8 ค่าความเหนียวของข้าววงอกที่ระยะเวลาการบ่ม และการขัดขาวที่แตกต่างกัน

4. สรุปผลการทดลอง

การเตรียมข้าววงอกโดยการทำการบ่มพบว่าข้าววงอกจะมีรากยาวออกมาที่ระยะเวลาในการบ่มมากกว่า 18 ชั่วโมง ส่วนที่เป็นรากจะหลุดออกไปในระหว่างกระบวนการกะเทาะเปลือกแต่ส่วนจมูกข้าวยังคงติดอยู่กับเมล็ดข้าวกล้อง โดยข้าวที่เ็นเวลาในการบ่มนานกว่าจะให้เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดสูงกว่า และมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักต่ำกว่า เมื่อนำข้าวกล้องงอก



มาทำการขัดข้าวพบว่า ที่เวลาการขัดข้าวมากกว่า 45 วินาที ทำให้ส่วนที่เป็นจมูกข้าวหลุดออกจากส่วนเมล็ดข้าว แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของความแข็งของข้าวพบว่า การขัดข้าวโดยใช้เวลา 15 วินาที ก็เพียงพอสำหรับการปรับปรุงคุณภาพข้าว ซึ่งการขัดข้าวที่เวลา 15 วินาทีสามารถลดค่าความแข็ง และความเหนียวได้ประมาณ 24.27-24.78 เปอร์เซนต์ และ 20.09-20.17 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณเพ็ญจิต แสงสว่าง ที่ได้ให้ความรู้ และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการบ่มข้าวออก, ขอขอบคุณ นักศึกษาปริญญาโท-เอก ที่ช่วยเหลือในงานวิจัยนี้ สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี และขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุน ทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พลน น อ่อนไสว, 2554. การศึกษาผลกระทบของ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและรูปแบบในการขัด ข้าวที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสาร. คณะ วิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [2] อุไรวรรณ สุวนานนท์ และสุตารัตน์ เจียมยังยืน, 2551. ผลของอุณหภูมิระยะเวลาการแช่และการเพาะต่อ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอก. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 (พิเศษ). หน้า 429-432.
- [3] พัชรี้ ตั้งตระกูล, 2550. ข้าวกล้องเพื่อสุขภาพพัฒนา ผลผลิตชวานา. ไทยโพสต์ ฉบับวันที่ 3 กรกฎาคม 2550.
- [4] Baten, A., Ullah, A., Tomazic, V. J., and Shamsuddun, A. M., 1989. Inositol-phosphate-induced enhancement of natural killer cell activity correlates with tumor suppression, *Carcinogenesis* 10:1595-1598.

- [5] Kayahara H., and Tsukahara K., 2000. Flavor health and nutritional quality of pre-germinated brown rice internation pacific basic societies in Hawaii
- [6] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2535. การจัดการโรงสีข้าว. ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล,ชลบุรี
- [7] Tian, S., Nakamura, K., Kayahara, H., 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52 No. 15.