สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ปริมาณโอรีซานอลและคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของพันธุ์ข้าวทางการค้าที่ปลูกในประเทศไทย และอิทธิพลของอุณหภูมิการอบแห้งที่มีต่อคุณสมบัติของข้าว

Oryzanol and Physico-chemical Properties of Commercial Rice Varieties Grown in Thailand; Effect of Drying Temperature on Rice Properties

โดย

นางอุมา แสงคร้าม

นางสาวลำพึง พุ่มจันทร์

นายทรงยศ ตันพิพัฒน์

RCH
TX
558
.R5
ด846ง
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....78086
วัน,เดือน,ปี.....20 ก.พ. 2551

b.....11836015
i.....

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว..... 20

ปริมาณโอรีซานอล..... 20

ปริมาณอะมิโลส..... 20

ความคงตัวของแป้งสุก..... 20

การดูดน้ำของข้าว..... 21

การสลายเมล็ดข้าวในด่าง..... 21

ค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่อง RVA..... 22

การสามารถในการอุ้มน้ำและการละลายของแป้งดิบ..... 22

เปอร์เซ็นต์การแตกหัก..... 23

วิจารณ์ผลการทดลอง..... 24

สรุปผลการทดลอง..... 26

บรรณานุกรม..... 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว	3
2	แสดงระดับค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง.....	12
3	แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณโอรีซานอล ปริมาณอะมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการดูดน้ำ และค่าการสลายเมล็ดในด่างของข้าว 8 พันธุ์.....	15
4	แสดงค่าวิเคราะห์ที่วัดได้จากเครื่อง RVA (การทดลองที่ 1).....	18
5	แสดงค่าการอุ้มน้ำ และการละลายน้ำของแป้งดิบของข้าว 8 พันธุ์.....	19
6	แสดงปริมาณโอรีซานอล ปริมาณอะมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการดูดน้ำ และค่าการสลายเมล็ดในด่างของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างกัน.....	20
7	แสดงค่าวิเคราะห์ที่วัดได้จากเครื่อง RVA (การทดลองที่ 2).....	22
8	แสดงค่าการอุ้มน้ำ และการละลายน้ำของแป้งดิบของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างกัน.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงระดับการสลายเมล็ดในด่าง	13
2	แสดงตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA.....	13
3	แสดงผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อค่าการสลายเมล็ดในด่าง.....	21
4	แสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวหลังขัดสีจากผลของการลดความชื้น.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวถือเป็นพืชหลักของประชากรมากกว่าครึ่งโลกโดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชีย สำหรับประเทศไทย ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับหนึ่ง การปลูกข้าวมีกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศทั้งที่เป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่จะแปรรูปเป็นข้าวสารที่ผ่านการขัดสีเพื่อการบริโภคมากกว่าการบริโภคในรูปของข้าวกล้อง ในการขัดสีส่วนที่เหลือจากกระบวนการและถูกกำจัดออกคือรำข้าว (bran) ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 10% ของข้าวทั้งหมด รำข้าวประกอบด้วยจมูกข้าว (germ) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และเยื่ออลูโรน (aleurone layer) ซึ่งมีส่วนของสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด อย่างไรก็ตามพบว่ามีการใช้ประโยชน์จากรำข้าวน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณและคุณค่าของสารอาหาร มีเพียงส่วนน้อยที่นำไปสกัดน้ำมัน ในขณะที่ส่วนใหญ่ของรำข้าวประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์นำไปทำเป็นอาหารสัตว์

รำข้าวมีน้ำมันสูงถึงร้อยละ 20 และเป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในรูป polyunsaturated และ monounsaturated โดยมีกรดไขมันที่สำคัญคือ linolenic และ linoleic รำข้าวเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการสกัดน้ำมันเพื่อการบริโภคเนื่องจากมีสารธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด เช่น สารโทโกเฟอรอล (Tocopherols หรือ vitamin E) โทโกไตรอินอล (Tocotrienols) และโอรีซานอล (Oryzanols) ซึ่งสารโอรีซานอลนี้พบในรำข้าวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชอื่น และเป็นสารที่กำลังได้รับความสนใจและเริ่มมีการศึกษาวิจัยเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

โดยทั่วไปองค์ประกอบทางเคมีของข้าวและรำข้าวจะผันแปรขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว รวมทั้งการปฏิบัติก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งการอบแห้งข้าวเป็นกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญ ข้าวที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝน หรือข้าวที่เก็บเกี่ยวด้วยเครื่อง (combine harvester) มักมีความชื้นสูงเฉลี่ยประมาณ 20-25% ซึ่งจะต้องลดความชื้นลงเพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษา แต่เนื่องจากผลผลิตข้าวที่ต้องการคือส่วนของข้าวสาร ดังนั้นผลการศึกษาส่วนใหญ่ในเรื่องการอบแห้งจึงเน้นในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของข้าวสารมากกว่าผลที่มีต่อคุณภาพของสารอาหารในรำข้าว แต่โดยที่การศึกษาเรื่องข้าวและผลพลอยได้จากข้าวถือเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศ และการศึกษาในประเทศไทยเกี่ยวกับโอรีซานอลในรำข้าวยังมีจำกัด ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จำเป็นต่อการสนับสนุนการพัฒนาพันธุ์ข้าวของไทย และสนับสนุนให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคข้าวกล้องและน้ำมันรำข้าวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณของโอรีซานอล รวมทั้งคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของพันธุ์ข้าวทางการค้าที่ปลูกในประเทศไทย
2. ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกที่มีต่อปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และผลต่อคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

องค์ประกอบและคุณสมบัติของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว ประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เปลือก ส่วนสะสมอาหาร เยื่อหุ้มเมล็ด และคัพภะในสัดส่วนร้อยละ 16 – 28, 89 – 94, 4 – 6 และ 2 – 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

คุณสมบัติของข้าว แบ่งออกได้เป็นคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีจะสัมพันธ์กับคุณภาพการหุงต้ม (cooking quality) และคุณภาพการรับประทาน (eating quality) (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

คุณสมบัติทางกายภาพของข้าว หมายถึง ลักษณะ รูปร่าง และขนาดเมล็ดของข้าวที่สามารถมองเห็นได้ สัมผัส และชั่ง ตวง วัดได้ ซึ่งได้แก่ น้ำหนักเมล็ด สีเปลือกของข้าวเปลือก สีข้าวกล้อง ขนาดและรูปร่างของเมล็ด ลักษณะท้องไข่ ความเลื่อมมันของเมล็ด ความขาวของข้าวสาร และความใสของเมล็ด (ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2535)

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536)

โครงสร้างเมล็ด	สัดส่วน %	
	ค่าเฉลี่ย	ช่วงสัดส่วน
ข้าวเปลือก	100	-
แกลบ	20	16 - 28
ข้าวกล้อง	80	72 - 84
ข้าวกล้อง	100	-
เยื่อหุ้มเมล็ด	5	4 -6
เยื่อหุ้มผล	1.5	1 – 2
เนื้อเมล็ด	90.5	89 - 94
คัพภะ	3	2 - 3
คัพภะ	3	-
รากอ่อน	0.18	-
ต้นอ่อน	0.13	-
เยื่อหุ้มรากอ่อน	0.18	-
ใบเลี้ยง	1.29	1.18 - 1.40
ท่อน้ำท่ออาหาร	0.26	-
อื่น ๆ	0.75	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางเคมีของข้าว หมายถึง องค์ประกอบทางเคมีซึ่งประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และ อื่นๆ โดยในข้าวกล้องและข้าวสารจะมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 88 และ 91% โปรตีน 8.5 และ 7.6% และไขมัน 2.2และ 0.5% ตามลำดับ (David and Dendy. 2001) คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ได้แก่แป้ง ซึ่งประกอบด้วยเม็ดแป้ง 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylose) และ อะมิโลเพคติน (amylopectin)

อะมิโลส ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเรียงตัวเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น ด้วยพันธะ α– 1,4 โครงสร้างอะมิโลสมีหลายรูปแบบเช่น สายตรง สายเกลียว (helix)

อะมิโลเพคติน ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจัดเรียงตัวเป็นพอลิเมอร์มีโซ่กิ่งเป็นแขนง จำนวนมากต่อกันด้วยพันธะ α - 1,4 และอีก 4% ต่อด้วยพันธะ α - 1,6 โครงสร้างของอะมิโลเพคตินมีลักษณะกิ่งก้านในลักษณะโซ่กิ่งเกลียวคู่

สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินจะแตกต่างกันในข้าวแต่ละชนิด และแต่ละพันธุ์ โดยข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ เมื่อนำไปหุงต้มจะได้ข้าวที่มีลักษณะเหนียวนุ่ม ข้าวหุงแฉะง่าย ส่วนข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงเมื่อนำไปหุงต้มจะร่วนแข็งและหุงขึ้นหม้อ (งามชื่น คงเสรี. 2545)

ปริมาณโปรตีนในข้าวจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ โปรตีนจะสะสมตามส่วนต่างๆ พบมากในชั้นเยื่อหุ้มเมล็ด และเนื้อเมล็ดด้านนอกมีมากกว่าด้านในเมล็ด ส่วนไขมันจะพบบริเวณส่วนนอกมากกว่าใจกลางของเมล็ด การขัดสีจะทำให้ไขมันออกไปพร้อมรำ และคงเหลือในส่วนเนื้อเมล็ดประมาณ 0.3 – 0.5%

นอกจากคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญทั้ง 3 ชนิดแล้ว ในข้าวยังพบสารอาหารที่สำคัญ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ โอรีซานอลซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่ถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1954 มีปริมาณมากกว่าวิตามินอีประมาณ 20 เท่า (นฤมล จียโชค. 2547)

โอรีซานอล

โอรีซานอล หรือ แกมมาโอรีซานอล (γ-oryzanol) เป็นเอสเตอร์ของกรดเฟอรูลิคกับไฟโตสเตอรอล น้ำมันรำข้าวดิบมีปริมาณโอรีซานอลประมาณ 2% โดยปริมาตร (Norton. 1995) โอรีซานอลเป็นสารประกอบที่ได้รับการศึกษาในแง่ของประโยชน์ที่มีต่อสุขภาพ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านอาหาร เครื่องสำอาง และทางการแพทย์ มีบทบาทในการควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดและช่วยลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในผู้ที่มีปัญหาไขมันในเลือดสูง (วิภา สูโรจนะเมธากุล. 2547; Rong *et al.* 1997) ลดระดับพลาสมาโคเลสเตอรอล (Lichenstein *et al.* 1994) และยับยั้งการจับตัวของเกล็ดเลือด (Scetharamaiah and Chandrasekhara, 1990) นอกจากนี้ยังพบบทบาทของโอรีซานอลในการยืดอายุการเก็บรักษานมผง (Nanua *et al.* 2000) และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Kim. 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lloyd *et al.* (2000) พบว่าลักษณะของพันธุ์ข้าวมีบทบาทต่อปริมาณโอรีซานอล รำข้าวจากข้าวเมล็ดยาวมีปริมาณโอรีซานอลโดยรวมมากกว่าข้าวเมล็ดสั้นประมาณ 15% Karladee *et al.* (2003) วิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอลของข้าวเหนียวสีม่วงพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 4 พันธุ์ เปรียบเทียบกับข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ปริมาณโอรีซานอลจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรม ความเข้มของสีข้าว (ข้าวที่มี anthocyanin สูง) สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณโอรีซานอลในข้าวได้ อย่างไรก็ตามจากการทดลองของ Chunchenchop (1999) ซึ่งทดสอบเปรียบเทียบปริมาณโอรีซานอลในข้าวเหนียวดำ 4 พันธุ์ และ ข้าวเหนียวขาวพันธุ์สันป่าตอง พบว่า ข้าวเหนียวดำ เบอร์ 18 มีปริมาณ โอรีซานอลสูงที่สุดคือ 3,594 ppm ในขณะที่ข้าวเหนียวสันป่าตอง มีปริมาณโอรีซานอล 1,088.5 ppm ซึ่งสูงกว่าข้าวเหนียวดำอ่างแก้ว 2 และ ข้าวเหนียวดำ CMU-98-1-1 ผลการทดลองสรุปว่า ปริมาณโอรีซานอลจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ แต่ไม่ขึ้นกับสีของข้าว ซึ่งผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับการทดลองของ Karladee *et al.* (2003)

คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพการรับประทาน

คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพการรับประทานของข้าวจะสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพดังกล่าวนิยมตรวจวัดจากค่าต่อไปนี้ (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

1. อุณหภูมิการเกิดเจลาทิไนเซชัน (gelatinization temperature) ข้าวที่มีค่าอุณหภูมิการเกิดของเจลลาทิไนเซชันสูง จะใช้เวลาในการหุงสุกนานกว่าข้าวที่มีค่าอุณหภูมิการเกิดของเจลลาทิไนเซชันที่ต่ำกว่า เมื่อใช้อุณหภูมิหุงเท่ากัน การเกิดเจลาทิไนเซชั่นจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสข้าวหุงสุก กล่าวคือ หากข้าวที่หุงมีแป้งบางส่วนไม่เกิดเจลาทิไนซ์ จะทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวแข็ง

2. ความคงตัวของเจล (gel consistency) ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสที่ใกล้เคียงกัน อาจมีเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกแตกต่างกัน ซึ่งสามารถประเมินได้จากค่าความคงตัวของเจล ข้าวที่มีค่าความคงตัวของเจลสูง จะให้เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกที่นุ่มกว่า

3. การดูดน้ำ (water absorption) เป็นความสามารถของข้าวที่จะดูดน้ำเข้าไปในระหว่างการหุงต้ม ซึ่งมีความสำคัญต่อปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการหุงต้ม

กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ข้าวจะผ่านกระบวนการต่างๆ ก่อนถึงมือผู้บริโภค ซึ่งกระบวนการที่สำคัญได้แก่ (กิติยา กิจควรดี. 2539)

1. การตากข้าวก่อนนวด เพื่อลดความชื้นขั้นต้นให้ข้าวเปลือกแห้ง สะดวกต่อการนวดและเก็บรักษาข้าวก่อนปฏิบัติในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การนวดข้าวเพื่อให้เมล็ดข้าวหลุดออกจากรวง ซึ่งอาจกระทำโดยใช้แรงงานคน สัตว์ หรือรถในการย่ำ ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องนวดและเครื่องเกี่ยวนวด

3. การลดความชื้นหลังนวด เพื่อให้ปลอดภัยในการเก็บรักษา โดยทั่วไปจะลดความชื้นให้อยู่ในช่วง 12 - 14 เปอร์เซ็นต์

4. การเก็บรักษา หลังจากลดความชื้นข้าวเปลือกอาจถูกขัดสีทันที หรืออาจถูกเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่ง การเก็บรักษาข้าวเปลือกให้คงคุณภาพที่ดีต้องควบคุมสภาพแวดล้อมในที่เก็บ โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

5. การขัดสีข้าว เพื่อแยกส่วนของเปลือก รำ และคัพภะ ออกจากเนื้อเมล็ดข้าว ผลที่ได้คือ ข้าวสาร แกลบ และรำ การขัดสีที่ดีจะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดมาก หรือมีข้าวหักน้อยที่สุด

การลดความชื้นของข้าว

จากกระบวนการต่างๆ ข้างต้น การลดความชื้นและการเก็บรักษาเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุด การลดความชื้นที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดภายหลังการขัดสีลดลง และมีคุณภาพในการหุงต้มและการรับประทานเปลี่ยนไป

การลดความชื้นของข้าวสามารถกระทำได้หลายวิธีได้แก่

1. การลดความชื้นในที่ร่ม (shade drying) เป็นกระบวนการไล่น้ำออกจากเมล็ดโดยอาศัยลมธรรมชาติ ซึ่งอุณหภูมิบริเวณรอบๆ เมล็ดจะต่ำ ดังนั้น ข้าวเต็มเมล็ดจากการผึ่งลมจึงมีปริมาณสูง นิยมใช้เป็นวิธีเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามการผึ่งลมจะใช้บริเวณกว้างและใช้เวลานาน

2. การลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์ (sun drying) เป็นการลดความชื้นโดยใช้แสงอาทิตย์ ซึ่งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ แต่อุณหภูมิเมล็ดที่เกิดจากการใช้แสงอาทิตย์ก็มักไม่สูงนัก การลดความชื้นด้วยวิธีนี้เป็นวิธีแบบดั้งเดิมและมีราคาถูก สามารถทำได้ทั้งก่อนการนวดและหลังการนวด

3. การลดความชื้นโดยใช้เครื่องอบแห้ง อาจเป็นการลดความชื้นโดยใช้อุณหภูมิต่ำ หรือการใช้อุณหภูมิสูง การใช้อุณหภูมิต่ำมักอยู่ในช่วง 54-60 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิเมล็ดให้อยู่ประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการแตกหักของเมล็ดข้าว ส่วนการใช้อุณหภูมิสูงอาจเป็นการอบแห้งโดยอาศัยหลักการเป่าลมร้อนให้เมล็ดลอยอยู่ในอากาศร้อน แบบ Fluidized – bed drying ซึ่งใช้อุณหภูมิสูง 100-120 องศาเซลเซียส หรือ แบบ Spouted – bed drying หรือการอบแห้งโดยให้เมล็ดมีการเคลื่อนที่ไหลไปในห้องอบ พร้อมกับได้รับความร้อน แบบ Rotary drying หรือ Screw conveyer drying

ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดนอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิของเมล็ดแล้ว ยังขึ้นกับเวลาและอัตราการไหลของอากาศอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการลดความชื้นต่อคุณสมบัติของข้าว

การลดความชื้นในที่ร่ม และการใช้แสงอาทิตย์ไม่ค่อยมีผลทำให้คุณภาพข้าวลดลงมากนัก แต่ก็ใช้เวลานาน ใช้พื้นที่มาก และขึ้นกับสภาพแวดล้อม ดังนั้นการลดความชื้นโดยใช้เครื่องอบแห้ง จึงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมโดยเฉพาะในโรงสีข้าวส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามการลดความชื้นโดยการอบแห้งนั้น หากใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ไม่เหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดเป็นอย่างมาก หากเมล็ดมีความชื้นสูงและใช้อุณหภูมิต่ำอาจเร่งการเสื่อมสภาพของเมล็ดเนื่องจากความร้อนที่ต่ำเกินไปจะส่งเสริมกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดซึ่งมีน้ำร่วมในปฏิกริยาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี และ/หรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในทางตรงกันข้ามการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง บริเวณรอบนอกของเมล็ดจะสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็วและในอัตราที่สูงกว่าการเคลื่อนที่ของความชื้นจากเนื้อภายในเมล็ดมายังผิวด้านนอก ส่งผลให้เกิดการหดตัวของเนื้อเมล็ดรอบนอกในขณะที่เนื้อเมล็ดด้านในยังไม่หดตัว ทำให้เกิดรอยแตกร้าวของผิวด้านนอก เมื่อนำเมล็ดไปผ่านกระบวนที่มีการกระแทกก็จะทำให้เมล็ดเกิดการแตกหักขึ้น (Thompson. 1998) นอกจากนี้ อุณหภูมิอบแห้งสูงจะส่งเสริมกระบวนการเมลลาร์ด (maillard reaction) คาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาลรีดิวส์จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นส่งผลให้ข้าวสารมีสีเข้มขึ้น (Reyes. 1986)

ในการศึกษาของ Nakakete (2000) พบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งจะทำให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดลดลงโดยเฉพาะเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในการอบแห้งต่ำ แต่ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณข้าวเต็มเมล็ดจะไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในการอบแห้งสูงขึ้น สำหรับความขาวของเมล็ดข้าวหลังขัดสี พบว่าจะไม่ค่อยแตกต่างกันเนื่องจากอุณหภูมิอบแห้งหากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ แต่ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ในการอบแห้งสูงความขาวของข้าวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิอบสูง Inprasit (2001) ศึกษาผลของการลดความชื้นข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 จาก 21 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักเปียก) ให้เหลือ 13 เปอร์เซ็นต์ โดยลดความชื้นในที่ร่ม ลดความชื้นโดยใช้แสงอาทิตย์ และลดความชื้นด้วยเครื่องอบแห้งภายใต้อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ พบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบซึ่งใช้อุณหภูมิไม่สูงจนเกินไปจะทำให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดหลังขัดสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากระดับอุณหภูมิดังกล่าวไม่สูงจนทำให้เกิดการแตกร้าวของเมล็ด แต่จะทำให้แป้งในเมล็ดบางส่วนเกิดการเจลาติไนซ์และเชื่อมรอยร้าวของเมล็ดที่มีอยู่เดิมทำให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดสูงขึ้น นอกจากนี้การลดความชื้นโดยใช้เครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีผลให้ความสามารถในการดูดน้ำของข้าวในระหว่างการหุงลดลง แต่ข้าวหุงสุกมีความแข็งเพิ่มขึ้น Tirawanichkul *et al.* (2002) ทดลองอบแห้งข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 1 และ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวิธี fluidized bed drying ที่อุณหภูมิ 40 – 150 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นข้าวจาก 25, 28.5 และ 32.5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) ให้เหลือ 22 เปอร์เซ็นต์ ก่อนจะใช้ลมเป่าเพื่อลดความชื้นเมล็ดให้เหลือ 16.3 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความขาวของข้าวลดลงโดยเฉพาะเมื่อเมล็ดมีความชื้นเริ่มต้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากปฏิกริยาเมลลาร์ด แต่หากข้าวมีความชื้นเริ่มต้นต่ำ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งไม่มีผล ทำให้ความขาวของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการทดสอบความแข็งของข้าวภายหลังการหุงสุก พบว่าจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งและความชื้นเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง

1. ตัวอย่าง

ข้าวที่นำมาศึกษาเป็นพันธุ์ทางการค้าจำนวน 8 พันธุ์ ประกอบด้วยข้าวเจ้า 5 พันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 สุพรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 หอมแดง และข้าวเหนียว 3 พันธุ์ ได้แก่ กข 6 สันป่าตอง ข้าวก่ำ

2. สารเคมี

2.1 สารเคมีวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

- เอทธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) 95 เปอร์เซ็นต์
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 N
- กรดเกลเซียลอะซิติก (glacial acetic acid) 1 N
- สารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 0.2 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ 2 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร)

2.2 สารเคมีค่าการสลายตัวในด่าง

- สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 เปอร์เซ็นต์ (19.54 กรัม KOH ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร)

2.3 สารเคมีวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

- เฮกเซน (hexane)
- เฮปเทน (n - heptane)

3. อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

3.1 เครื่องสกัดไขมัน รุ่น S306AK (Gerhardt)

3.2 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) รุ่น Helios Gamma (Thermo Electron)

3.3 เครื่องบดข้าวได้ละเอียด 100 เมช

3.4 ตู้อบลมร้อน (Oven) รุ่น Modell 700 (Memmert)

3.5 เครื่องกระเทาะเมล็ดข้าว รุ่น P - 1 (Ngek seng huat)

3.6 เครื่องขัดสีข้าว รุ่น K - 1 (Ngek seng huat)

3.7 เครื่องเขย่า รุ่น RO5 (Gerdhardt)

3.8 เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) รุ่น CENTRIKON 42K (Kontron instruments)

3.9 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ Multi stirrer Magneti Stirrer (Velp scientifica)

3.10 เครื่อง RVA (Rapid Visco Analyzer) รุ่น RVA – super3 (Newport Scientific)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องปฏิบัติการโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงานทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล 12 เดือน

วิธีการทดลอง

แบ่งการทดลอง ออกเป็น 2 การทดลอง คือ

<u>การทดลองที่ 1</u> การศึกษาปริมาณโอรีซานอล และคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ ของพันธุ์ข้าวบางชนิดในประเทศไทย

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาปริมาณโอรีซานอลในพันธุ์ข้าว และการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าว

1. การศึกษาปริมาณโอรีซานอลในพันธุ์ข้าวทางการค้า

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ข้าวพันธุ์การค้าจำนวน 8 พันธุ์ ประกอบด้วยข้าวเจ้า 5 พันธุ์ และข้าวเหนียว 3 พันธุ์ ได้แก่

ข้าวเจ้า ขาวดอกมะลิ 105 สุพรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 หอมแดง

ข้าวเหนียว กข 6 สันป่าตอง ข้าวก่ำ

ข้าวตัวอย่างถูกขัดสีเพื่อแยกส่วนเปลือก รำข้าว และข้าวสาร ส่วนของรำที่ถูกขัดสีจะบรรจุในถุงพลาสติกสีเข้มและเก็บรักษาในตู้เย็นป้องกันการเสื่อมคุณภาพในระหว่างรอการสกัดไขมันเนื่องจากปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชั่น

การหาปริมาณโอรีซานอล ดัดแปลงจาก Bucci *et al.* (2003) โดยสกัดรำข้าว 10 กรัมด้วย n-hexane 140 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องสกัดไขมัน จากนั้นนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporater) นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ตัวอย่างละ 0.1 มิลลิกรัม ละลายด้วย n-heptane ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าปริมาณโอรีซานอล ตามสมการ $y = 29.91x + 0.3439$ ซึ่งได้จากค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแกรมมาโอรีซานอลมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของพันธุ์ข้าวทางการค้าในประเทศไทย

ในการทดลองนี้นำข้าวสารเจ้า และข้าวสารข้าวเหนียวที่ได้จากการขัดสีในการทดลองที่ 1 มาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ที่สำคัญ ซึ่งได้แก่

(1) ปริมาณความชื้น

บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ชั่งตัวอย่างแป้งใส่ในถ้วยอบที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นจึงนำไปอบในตู้อบที่130^{o}ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำออกจากตู้อบแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งหลังอบ คำนวณหาปริมาณความชื้นด้วยสูตรดังนี้

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งแห้งหลังอบ}}{\text{น้ำหนักแป้งก่อนอบ}} \times 100$$

(2) ปริมาณอะมิโลส (amylose content)

นำแป้งข้าวที่บดแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ชั่งแป้งปริมาณ 0.1 กรัม ปิเปตเอทธานอล 1 มิลลิลิตร เติมในตัวอย่างเขย่าเบาๆ ปิเปตโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N 9 มิลลิลิตร พร้อมล้างแป้งที่เกาะผนังขวด นำไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายแป้ง 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดเกลเซียลอะซิติก 1 N 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร เขย่าและทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร คำนวณปริมาณอะมิโลสจากสมการมาตราฐาน $y = 108.2x + 0.7946$ สมการดังกล่าว ได้จาก สมการเส้นตรงที่คำนวณจากค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย อะมิโลสมาตรฐาน

(3) ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่บดแล้ว ใส่ลงหลอดทดลอง เติมเอทธิลแอลกอฮอล์ที่ละลาย thymol blue 0.025% เติม 0.2 N NaOH จากนั้นนำไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย vortex mixer นำไปต้มในน้ำเดือดโดยใช้ลูกแก้วปิดปากหลอดทดลอง ใช้เวลา 8 นาที เมื่อครบกำหนดนำมาปั่นอีกครั้งและทำให้เย็นด้วยน้ำเย็นจัด 20 นาที วางหลอดในแนวนอนบนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียด ใช้เวลา 30 นาที อ่านระยะเวลาที่น้ำแป้งสุกไหลไปบนกระดาษกราฟ

(4) การดูดน้ำของข้าว

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวสารจำนวน 2 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดทดลองด้วยสำลี ต้มในอ่างน้ำร้อน (water bath) อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที รินน้ำออกให้ข้าวสะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักข้าวสุก คำนวณการดูดน้ำจากสูตร

$$\text{ความสามารถในการดูดน้ำของข้าว (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวสาร})}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali spreading value)

สุ่มเมล็ดข้าวขาวมา 10 เมล็ด ใส่ในจานทดลอง ที่วางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ให้ข้าวจมอยู่ในสารละลาย และวางไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยไม่ขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามระดับของการสลายตัว (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1)

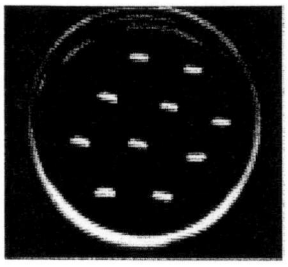
ตารางที่ 2 แสดงระดับค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (งามชื่น คงเสรี. 2545)

ค่าการสลาย	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาว และมีเมล็ดกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขาวขุ่น
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด และมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

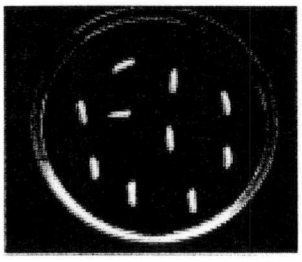
(6) การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA)

ชั่งตัวอย่างแป้งแห้ง 3 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ลงในถ้วยอะลูมิเนียมของเครื่อง RVA ใส่พาย (paddle) ลงในถ้วยอะลูมิเนียม หมุนพายไปมาเพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับเป็นก้อน นำถ้วยอะลูมิเนียมที่ใส่พายเข้าเครื่อง RVA จากนั้นเปิดเครื่องทำงาน เริ่มให้ความร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส เพิ่มความร้อนด้วยอัตราประมาณ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที จนได้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปล่อยไว้ 2-3 นาที แล้วทำให้เย็นลงด้วยอัตราประมาณ 12 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เครื่องจะทำการบันทึกอุณหภูมิและค่าความหนืดที่เปลี่ยนไปกับเวลาดังภาพที่ 2 จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว (pasting temperature) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) ความหนืด(RVU) เมื่อแป้งยุบตัว (break down) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคืนตัว (setback) ความหนืด(RVU) เมื่อแป้งคงตัว (trough) เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) และค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature)

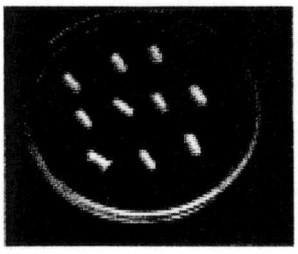
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



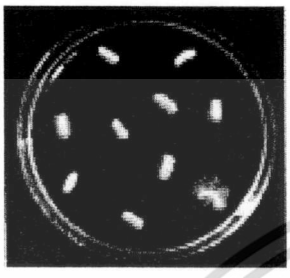
คะแนน 1



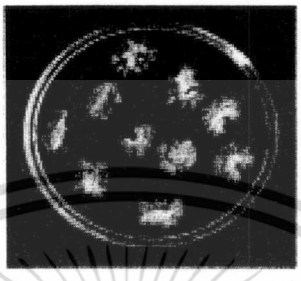
คะแนน 2



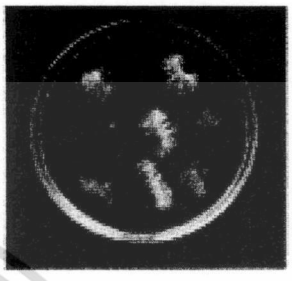
คะแนน 3



คะแนน 4



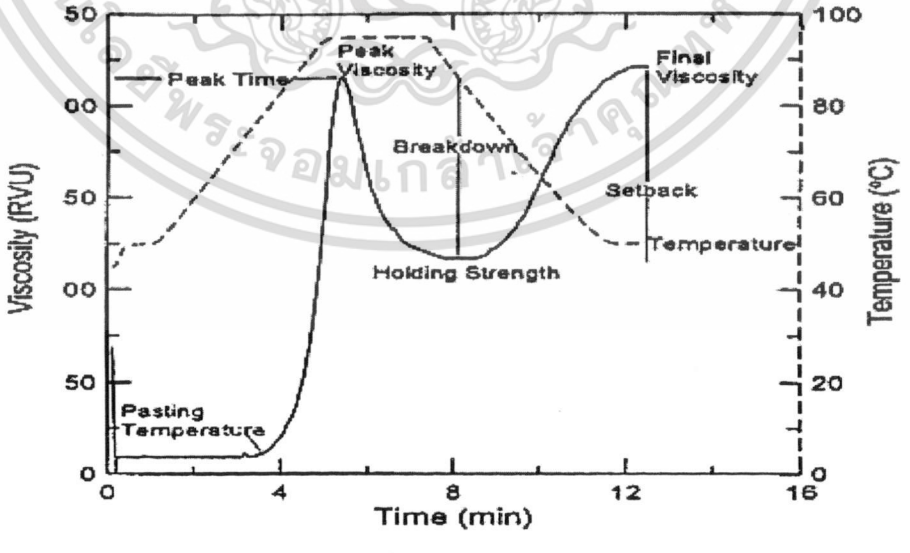
คะแนน 5



คะแนน 6

คะแนน 7

ภาพที่ 1 แสดงระดับการสลายเมล็ดในด่าง (อรอนงค์ นัยวิกุล.2547)



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) ความสามารถในการอุ้มน้ำและละลายน้ำของแป้งดิบ

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่บดเป็นแป้งใส่ลงในหลอดเหวี่ยง เติมน้ำผสมให้เข้ากัน บ่มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30°ซ และเขย่าที่ความเร็วรอบ 174 รอบ/นาที นำมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงตกตะกอน แยกส่วนใสออก นำส่วนตะกอนที่ก้นหลอดไปชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งดังสูตร ส่วนใสนำไประเหยจนแห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาส่วนที่สามารถละลายน้ำได้ของแป้งข้าวดิบ

ความสามารถในการอุ้มน้ำของแป้ง (water absorption index, %) = น้ำหนักตะกอนแป้งหลังปั่นเหวี่ยง / น้ำหนักแป้งแห้งเริ่มต้น X 100

ความสามารถในการละลายน้ำของแป้ง (water solubility index, %) = น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง / น้ำหนักแป้งแห้งเริ่มต้น X 100

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว

วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) จำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลองได้แก่การลดความชื้นในที่ร่มและอุณหภูมิในการอบแห้ง 3 ระดับ ข้าวเปลือกทดสอบในการทดลองนี้เป็นข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นข้าวนาปรังที่นิยมปลูกโดยทั่วไป ข้าวตัวอย่างจะถูกปรับสภาพความชื้นให้อยู่ในระดับประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (ระดับความชื้นที่ใกล้เคียงกับข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่) ข้าวตัวอย่างจะถูกอบแห้งแบบ one-stage drying โดยการลดความชื้นในที่ร่ม การอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกให้เหลือ 12±1 เปอร์เซ็นต์ (เป็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาและให้คุณภาพข้าวหลังการขัดสีดีที่สุด) ข้าวเปลือกแห้งจะถูกขัดสีเพื่อทดสอบหาปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และศึกษาคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวสารตามวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1 และหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักหลังการขัดสี โดยสุ่มตัวอย่างข้าว 100 กรัม คัดเมล็ดข้าวหักออก นำต้นข้าวที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก จากสูตร

$$\text{การแตกหัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักต้นข้าว}}{\text{น้ำหนักข้าวเริ่มต้น}} \times 100$$

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least significant difference test (LSD) ด้วยโปรแกรม SAS version 6.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณโอรีซานอล และคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ ของพันธุ์ข้าวบางชนิดในประเทศไทย

ก่อนทำการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ได้ทำการหาปริมาณความชื้นของข้าวทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยข้าวเจ้า 5 พันธุ์ และข้าวเหนียว 3 พันธุ์ พบว่าข้าวทั้ง 8 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นระหว่าง 11.60 – 13.48 เปอร์เซ็นต์ (นน. สด) (ตารางที่ 3) ซึ่งระดับความชื้นดังกล่าวอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา เมื่อนำมาขัดสีจะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูงและแตกหักน้อย (Juliano. 1985)

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณโอรีซานอล ปริมาณอะมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการดูดน้ำ และค่าการสลายเมล็ดในด่างของข้าว 8 พันธุ์

พันธุ์	ความชื้น (%)	ปริมาณโอรีซานอล (ppm)	ปริมาณอะมิโลส (%)	ความคงตัวของแป้งสุก (มม.)	การดูดน้ำ (%)	การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (คะแนน)
ข้าวเจ้า						
ปทุมธานี 1	12.75	24.45a	22.80c	100	462.50c	6 - 7
สุพรรณบุรี 1	13.48	19.16c	41.33a	100	500.33b	5
ชัยนาท 1	13.14	13.81h	40.49a	100	548.33a	3
หอมมะลิ	13.11	18.50e	20.68d	100	473.66c	7
หอมแดง	12.73	17.43f	25.74b	100	439.00d	7
ข้าวเหนียว						
กข.6	12.16	18.88d	5.71f	100	425.83d	5 - 6
สันป่าตอง	12.76	16.23g	5.17f	100	325.16e	5 - 6
ข้าวก่ำ	11.60	20.83b	7.60e	100	511.33b	5

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

ปริมาณโอรีซานอล

เมื่อนำข้าวทั้ง 8 พันธุ์ มาขัดสีและนำส่วนของรำข้าวมาสกัดน้ำมันเพื่อหาปริมาณโอรีซานอลในน้ำมัน พบว่า ปริมาณโอรีซานอลของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปทุมธานี 1 จะมีปริมาณโอรีซานอลสูงสุด 24.45 ppm รองลงมาได้แก่ ข้าวก่ำ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 กข. 6 หอมมะลิ หอมแดง สันป่าตอง และชัยนาท 1 ซึ่งมีปริมาณโอรีซานอล 20.83, 19.16, 18.88, 18.50, 17.43, 16.23 และ 13.81 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากค่าวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ปริมาณโอรีซานอล ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์โดยไม่ขึ้นกับลักษณะของข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียว และไม่ขึ้นกับสีของเมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับ Chunchenchop (1999) ที่รายงานว่า ปริมาณโอรีซานอลจะขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุ์ข้าว ไม่ได้ขึ้นอยู่ที่สีของเมล็ดและ Bergman *et al.* (2001) ซึ่งทดสอบระดับโทโคเฟอรอล โทโคไตรอีนอล และโอรีซานอล ของพันธุ์ข้าวที่ปลูกทั่วไปในสหรัฐอเมริกา พบว่าระดับของสารประกอบดังกล่าว มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม

ปริมาณอะมิโลส

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณอะมิโลสของพันธุ์ข้าวทดสอบซึ่งมีปริมาณอะมิโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวเหนียว ได้แก่พันธุ์ กข.6 สันป่าตอง และข้าวก่ำ มีอะมิโลส 5.17 – 7.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวเจ้ามีอะมิโลส 20.68 – 41.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม ได้แก่ ข้าวเจ้าอะมิโลสปานกลาง ได้แก่พันธุ์ ปทุมธานี 1 หอมมะลิ และหอมแดง ซึ่งมีอะมิโลส 20.68 – 25.74 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเจ้าอะมิโลสสูง ได้แก่พันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และชัยนาท 1ซึ่งมี อะมิโลส 40.49 – 41.33 เปอร์เซ็นต์ (Juliano. 1993) ค่าที่วัดได้นี้อาจสูงกว่าค่าที่มีรายงานมาแล้ว (ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. 2549) เนื่องจากในการหาปริมาณอะมิโลสโดยการทำให้เกิดสี อะมิโลเพคตินที่มีกิ่งแขนงจำนวนมากจะจับกับไอโอดีนได้น้อย ให้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงแดง ซึ่งสามารถรบกวนค่าการดูดกลืนแสงของไอโอดีนกับอะมิโลสได้ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546) Sanjiva Rao *et al.* (1952) พบว่า ปริมาณอะมิโลสมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสข้าวโดยข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็ง และร่วนกว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ

ความคงตัวของแป้งสุก

ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุกในการทดลองนี้พบว่าข้าวทั้ง 8 พันธุ์ มีค่าความคงตัวของแป้งสุกเท่ากันคือ 100 มม. ซึ่งค่าความคงตัวของแป้งสุกนี้จะบ่งบอกความนุ่มของข้าวที่มีอะมิโลสสูงเท่ากัน โดยข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกมากกว่าจะให้ข้าวหุงสุกที่นุ่มกว่าข้าวที่ค่าความคงตัวของแป้งสุกต่ำกว่า โดยที่ในการทดลองนี้ข้าวทั้ง 8 พันธุ์มีค่าความคงตัวของแป้งสุกเท่ากัน ดังนั้นความนุ่มเหนียวของข้าวหุงสุกจึงขึ้นกับปริมาณอะมิโลสเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การดูดน้ำของข้าว

การดูดน้ำของข้าวทั้ง 8 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าการดูดน้ำระหว่างการหุงต้มคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวก่อนหุงสูงสุดคือ 543.33 เปอร์เซ็นต์ และข้าวเหนียวสันป่าตองมีการดูดน้ำต่ำสุดคือ 325.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงต้องการน้ำมากในการหุงต้ม ระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะขยายตัวทางยาว เมื่อหุงสุกจะได้ข้าวที่ร่วนขึ้นหม้อ ส่วนข้าวอะมิโลสต่ำ ข้าวจะเหนียวเกาะติดกันเป็นก้อน ไม่ขึ้นหม้อ (งามชื่น คงเสรี. 2545)

การสลายเมล็ดข้าวในด่าง

จากการสังเกตการสลายตัวของเมล็ดข้าวในด่าง พบว่า เมล็ดข้าวทดสอบมีระดับการสลายตัวแตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ซึ่งข้าวที่มีการสลายเมล็ดในด่างสูงจะใช้อุณหภูมิในการหุงต้มต่ำหรือมีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนซ์ต่ำ หากค่าการสลายเมล็ดในด่างอยู่ในช่วง 6-7 จะมีค่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์ต่ำกว่า 65°ซ และหากค่าอยู่ในช่วง 4-5 จะมีอุณหภูมิเจลาติไนซ์ในช่วง 70-74°ซ นอกจากนี้ข้าวที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างสูงจะใช้เวลาในการหุงต้มน้อยกว่าข้าวที่มีค่าการสลายเมล็ดในด่างต่ำ (งามชื่น คงเสรี. 2545) ข้าวที่มีอะมิโลสใกล้เคียงกันอาจมีค่าการสลายตัวในด่างต่างกัน ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าข้าว พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ ชัยนาท 1 มีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกัน แต่ข้าวสุพรรณบุรี 1 มีค่าการสลายตัวในด่างสูงกว่าข้าวชัยนาท 1 อรอนงค์ นัยวิกุล (2547) กล่าวว่า ข้าวที่มีลักษณะเป็นแป้งอ่อน จะมีค่าการสลายตัวของเมล็ดสูงกว่าข้าวที่มีลักษณะเป็นแป้งแข็ง และข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงเท่ากัน ข้าวที่เป็นแป้งอ่อนจะให้ข้าวหุงสุกนุ่มกว่าข้าวที่เป็นแป้งแข็ง

ค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่อง RVA

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าว 8 พันธุ์ (ตารางที่ 4) พบว่า ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ของแป้งข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ สันป่าตอง จะต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า 215.14 และ 235.00 RVU ตามลำดับ ส่วนค่าความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวที่มีค่ามากที่สุดคือข้าวพันธุ์หอมมะลิ โดยมีค่า 318.39 RVU แปลว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จะมีค่าความหนืดของแป้งข้าวสูงสุดค่อนข้างต่ำ แต่พบว่าค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) สูงเป็นอันดับสองรองจากพันธุ์ปทุมธานี 1 สมพร ศรีสุข (2545) กล่าวว่า แป้งข้าวที่เกิดความหนืดสูงสุดที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อนำมาหุงต้มจะได้ข้าวที่หุงสุกเร็ว นอกจากนี้ในการทดลองยังพบว่า ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง จะมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด และค่าการคืนตัว (setback) ที่สูงกว่าข้าวอะมิโลสต่ำ Varavinit *et al.* (2003) ตรวจสอบปริมาณอะมิโลสของข้าว 11 พันธุ์ ที่มีผลต่อการเกิดเจลาทิไนเซชัน และคุณสมบัติด้านความหนืดข้นของแป้งข้าว พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

78086

ปริมาณอะมิโลสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าอุณหภูมิของค่าความหนืดสูงสุด และอุณหภูมิสุดท้าย ซึ่งวัดจากเครื่องดีเอสซี และคุณสมบัติความหนืดของแป้งวัดจากเครื่อง RVA โดยเฉพาะค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) และค่าการคืนตัว (setback) Pisithkul *et al.* (2006) พบว่า ข้าวที่มีค่าการคืนตัวสูง ทำให้ข้าวมีเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง และมีความยืดหยุ่นต่ำ แสดงให้เห็นว่าข้าวในกลุ่มที่มีปริมาณอะมิโลสสูงมีค่าการคืนตัวสูงทำให้ข้าวมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง และข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ มีค่าการคืนตัวต่ำทำให้ได้ข้าวที่มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม

ตารางที่ 4 แสดงค่าวิเคราะห์ที่วัดได้จากเครื่อง RVA

พันธุ์	ความหนืดสูงสุด (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (RVU)	เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (นาที)	อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (°ซ)
ข้าวเจ้า							
ปทุมธานี 1	278.22c	219.22b	59.00e	327.50b	49.28a	6.38a	85.47a
สุพรรณบุรี 1	215.14g	177.14d	38.00f	265.72d	50.58a	5.71c	81.47b
ชัยนาท 1	295.81b	226.64a	69.17d	352.44a	56.64a	5.84bc	81.05b
หอมมะลิ	318.39a	187.44c	130.94b	294.39c	-24.00b	5.93b	74.88d
หอมแดง	270.94d	154.06e	116.89c	254.22e	-16.72b	5.82bc	75.87c
ข้าวเหนียว							
กข 6	252.06e	113.56g	138.50a	142.28h	-109.78e	4.09de	70.30f
สันป่าตอง	235.00f	117.39g	117.61c	152.25g	-82.75c	4.02e	67.82g
ข้าวก่ำ	277.31cd	146.36f	130.94b	176.17f	-101.14d	4.27d	72.60e

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

การสามารถในการอุ้มน้ำและการละลายของแป้งดิบ

จากตารางที่ 5 พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำและการละลายน้ำของแป้งดิบของข้าวทั้ง 8 พันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแป้งดิบของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่าการอุ้มน้ำและการละลายสูงที่สุด ในขณะที่แป้งดิบของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 มีค่าการอุ้มน้ำและการละลายต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าคุณสมบัติทั้งสองไม่สัมพันธ์กับปริมาณอะมิโลสของข้าว ซึ่งจะเห็นได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียวทั้งสามพันธุ์ในการทดลองแม้จะมีปริมาณอะมิโลสต่ำ แต่ค่าการอุ้มน้ำของแป้งดิบไม่แตกต่างจากข้าวเจ้าพันธุ์อื่น และมีค่าการละลายสูงกว่าแป้งดิบของข้าวเจ้าพันธุ์อื่นๆ ยกเว้นพันธุ์ชัยนาท 1

ตารางที่ 5 แสดงค่าการอุ้มน้ำ และการละลายน้ำของแป้งดิบของข้าว 8 พันธุ์

พันธุ์	การอุ้มน้ำของแป้งข้าว (%)	การละลายน้ำของแป้งข้าว (กรัม/กรัม)
ข้าวเจ้า		
ปทุมธานี 1	2.94b	1.91c
สุพรรณบุรี 1	3.06b	2.66c
ชัยนาท 1	3.93a	6.53a
หอมมะลิ	3.22b	2.90c
หอมแดง	3.36b	2.70c
ข้าวเหนียว		
กข.6	3.07b	5.70ab
สันป่าตอง	3.18b	5.72ab
ข้าวก่ำ	3.14b	4.90b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว

ปริมาณโอรีซานอล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอลแสดงในตารางที่ 6 พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง มีผลให้ปริมาณโอรีซานอลของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวที่ลดความชื้นในที่ร่ม จะมีปริมาณโอรีซานอล 13.80 ppm ซึ่งสูงกว่าข้าวที่ลดความชื้นโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 °ซ

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณโอรีซานอล ปริมาณอะมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก ค่าการดูดน้ำ และค่าการสลายเมล็ดในด่างของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างกัน

การลดความชื้น	ปริมาณโอรีซานอล (ppm)	ปริมาณอะมิโลส (%)	ความคงตัวของแป้งสุก (มม.)	การดูดน้ำ (%)	การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (คะแนน)
ในที่ร่ม	13.80a	34.12a	100	458.67a	5
อบแห้งที่ 50°ซ	12.89c	34.61a	100	461.67a	5
อบแห้งที่ 60°ซ	12.87c	33.70a	100	464.17a	5
อบแห้งที่ 70°ซ	13.21b	34.03a	100	466.17a	5

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

ปริมาณอะมิโลส

การทดสอบหาปริมาณอะมิโลสของข้าว เนื่องจากผลของการลดความชื้น พบว่า การลดความชื้นในที่ร่มและอุณหภูมิอบแห้งทั้งสามระดับไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะมิโลสอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) โดยข้าวจะมีปริมาณอะมิโลสอยู่ในช่วง 33.70-34.61 เปอร์เซ็นต์

ความคงตัวของแป้งสุก

ผลการลดความชื้นด้วยวิธีที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความคงตัวของแป้งสุก โดยค่าที่ได้มีค่า 100 มม. เท่ากันในทุกวิธีของการลดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดน้ำของข้าว

ในการทดสอบการดูดน้ำระหว่างการหุงต้มของข้าว พบว่า การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง ไม่มีผลให้การดูดน้ำสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ แต่แนวโน้มในการดูดน้ำแสดงให้เห็นว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง 70°ซ จะทำให้ข้าวมีค่าการดูดน้ำที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 , 50 °ซ และการลดความชื้นในที่ร่มตามลำดับ ซึ่งการลดความชื้นโดยใช้อุณหภูมิสูงอาจมีผลต่อโครงสร้างของแป้งและโปรตีนในข้าวทำให้มีคุณสมบัติคล้ายข้าวเก่า ซึ่งข้าวเก่าจะดูดน้ำระหว่างหุงต้มสูงกว่าข้าวใหม่

การสลายเมล็ดข้าวในด่าง

จากการตรวจสอบการสลายเมล็ดข้าวในด่าง พบว่า การสลายเมล็ดข้าวในด่างอยู่ในระดับ 5 คะแนน ทุกกรรมวิธีทดลอง แต่การลดความชื้นในที่ร่มจะทำให้เมล็ดมีการสลายตัวมากกว่าการอบแห้งข้าวด้วยตู้อบลมร้อนเล็กน้อยในทั้งสามระดับอุณหภูมิ (ภาพที่ 3) Nakakete (2000) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งมีผลให้ความแข็งของข้าวหุงสุกเพิ่มขึ้นแต่หากความชื้นสัมพัทธ์ในการอบแห้งสูงจะทำให้ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อความแข็งของข้าวหุงสุกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 3 แสดงผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อค่าการสลายเมล็ดในด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่อง RVA

ตารางที่ 7 แสดงค่าความหนืดของแป้งข้าวที่วัดได้จากเครื่อง RVA ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อความหนืดของแป้งข้าวเมื่อแป้งเย็นตัวหรือค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) และเวลาการเกิดความหนืดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยการลดความชื้นในที่ร่มจะทำให้ค่าทั้งสามมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับการลดความชื้นโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50-70°ซ ในขณะที่การลดความชื้นทั้งสี่วิธีไม่มีผลต่อค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) และความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (break down) รวมทั้งอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature)

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์ที่วัดได้จากเครื่อง RVA

การลดความชื้น	ความหนืดสูงสุด (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (RVU)	ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (RVU)	เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (นาที)	อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (°ซ)
ในที่ร่ม	281.97a	214.22a	67.75a	401.83a	119.86a	6.31a	80.42a
อบแห้งที่ 50°ซ	284.80a	213.00a	71.81a	394.42b	109.61c	6.13ab	80.23a
อบแห้งที่ 60°ซ	279.61a	211.53a	68.08a	393.81b	114.19b	5.95b	80.73a
อบแห้งที่ 70°ซ	280.22a	208.70a	71.53a	387.56c	107.34c	6.13ab	80.22a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

การสามารถในการอุ้มน้ำและการละลายของแป้งดิบ

การลดความชื้นมีผลให้แป้งดิบของข้าวมีค่าการอุ้มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อค่าการละลายน้ำของแป้ง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งทำให้ค่าการอุ้มน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°ซ มีผลให้แป้งดิบข้าวมีค่าการอุ้มน้ำสูงสุดคือ 2.64% รองลงมาได้แก่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 50°ซ และการลดความชื้นในที่ร่มตามลำดับ (ตารางที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

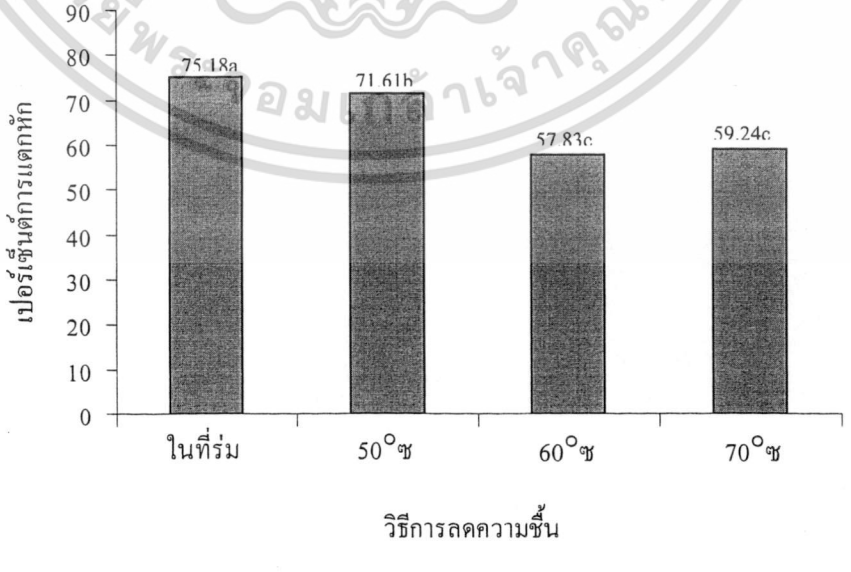
ตารางที่ 8 แสดงค่าการอุ้มน้ำ และการละลายน้ำของแป้งดิบของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งลดความชื้นด้วยวิธีต่างกัน

การลดความชื้น	การอุ้มน้ำของแป้งข้าว (%)	การละลายน้ำของแป้งข้าว (กรัม/กรัม)
ในที่ร่ม	2.36c	0.35a
อบแห้งที่ 50°ซ	2.38bc	0.34a
อบแห้งที่ 60°ซ	2.46b	0.34a
อบแห้งที่ 70°ซ	2.64a	0.39a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ LSD

เปอร์เซ็นต์การแตกหัก

จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิในการลดความชื้นมีผลให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงภาพที่ 4 โดยข้าวที่ลดความชื้นในที่ร่มมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูงสุดเท่ากับ 75.18 เปอร์เซ็นต์ และการอบแห้งข้าวที่อุณหภูมิ 60°ซ ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักต่ำสุดเท่ากับ 57.83 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างจากการอบแห้งที่ 70°ซ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การแตกหัก 59.24 เปอร์เซ็นต์ Inprasit (2001) พบว่า ที่อุณหภูมิอบแห้ง 60 และ 70°ซ เป็นระดับที่ไม่สูงจนทำให้เกิดการแตกร้าวของเมล็ดแต่ภายใต้อุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้แป้งในเมล็ดบางส่วนเกิดการเจลาติไนซ์และเชื่อมรอยร้าวที่มีอยู่เดิมทำให้การแตกหักของเมล็ดหลังการขัดสีลดลง



ภาพที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวหลังขัดสีจากผลของการลดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. จากการศึกษาปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว พบว่า โอรีซานอลมีปริมาณแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของพันธุ์ข้าว โดยข้าวที่มีปริมาณโอรีซานอลมากที่สุดได้แก่ ข้าวปทุมธานี 1 รองลงมาได้แก่ข้าวก่ำ สุพรรณบุรี 1 กข. 6 หอมมะลิ หอมแดง สันป่าตอง และชัยนาท 1 ซึ่งเห็นได้ว่า ปริมาณโอรีซานอล ไม่ได้ขึ้นที่ชนิดของข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า และไม่ได้ขึ้นกับสีของเมล็ด ซึ่งแตกต่างจากงานทดลองของ Karladee (2003) ซึ่งรายงานว่า ข้าวสีเข้มจะมีปริมาณโอรีซานอลสูง แต่สอดคล้องกับการทดลองของ Chunchenchop (1999) ที่รายงานว่า ปริมาณโอรีซานอลจะขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุ์ข้าว ไม่ได้ขึ้นอยู่ที่สีของเมล็ด สำหรับผลของการลดความชื้น พบว่าการลดความชื้นมีผลต่อปริมาณโอรีซานอลอย่างมีนัยสำคัญ โดยการลดความชื้นในที่ร่ม จะมีปริมาณโอรีซานอลสูงกว่าข้าวที่ลดความชื้นโดยการอบแห้ง

2. ปริมาณอะมิโลสของข้าวจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้การหาปริมาณอะมิโลสโดยการทำให้เกิดสีอาจมีค่าสูงกว่าปกติซึ่งอาจเนื่องจากอะมิโลเพคตินที่มีกิ่งแขนงจำนวนมากจะจับกับไอโอดีน ให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วงแดง ซึ่งสามารถรบกวนค่าการดูดกลืนแสงของไอโอดีนกับอะมิโลสได้ สำหรับการลดความชื้น พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ไม่มีผลให้ปริมาณอะมิโลสที่วิเคราะห์ได้แตกต่างจากการลดความชื้นในที่ร่ม

3. การวิเคราะห์การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม พบว่าพันธุ์ข้าวมีการดูดน้ำแตกต่างกัน โดยข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะดูดน้ำมากกว่าข้าวอะมิโลสต่ำ แต่การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้มไม่ได้รับผลจากการลดความชื้นด้วยวิธีที่แตกต่างกัน อาจเนื่องจากอุณหภูมิอบแห้งที่ใช้ในการทดลองนี้ยังไม่สูงมากถึงระดับที่จะมีผลให้แป้งในเมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติการดูดน้ำระหว่างการหุง

4. การสลายเมล็ดในด่างจะสัมพันธ์กับปริมาณอะมิโลส โดยข้าวอะมิโลสสูงมีระดับการสลายตัวต่ำกว่าข้าวอะมิโลสต่ำ ถ้าข้าวมีอะมิโลสใกล้เคียงกันข้าวที่มีลักษณะเป็นแป้งอ่อน จะมีค่าการสลายตัวของเมล็ดสูงกว่าข้าวที่มีลักษณะเป็นแป้งแข็ง ในการทดลองนี้ข้าวสุพรรณบุรี 1 และชัยนาท 1 จะมีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกัน แต่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีค่าการสลายเมล็ดในด่างสูงกว่า แสดงว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จะให้ข้าวหุงสุกที่นุ่มกว่า และเมื่อนำข้าวชัยนาท 1 มาลดความชื้น พบว่า การลดความชื้นด้วยวิธีที่แตกต่างกันในการทดลองนี้ไม่มีผลให้ค่าการสลายเมล็ดในด่างของข้าวแตกต่างกัน แต่อุณหภูมิอบแห้งสูงทำให้ค่าการสลายเมล็ดในด่างมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการลดความชื้นโดยการอบแห้ง ทำให้แป้งเปลี่ยนแปลงทำให้ละลายน้ำได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA พบว่า ค่าความหนืดสูงสุดจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะพันธุ์ แต่สังเกตได้ว่า ข้าวที่เกิดความหนืดสูงสุดที่อุณหภูมิต่ำ จะได้ลักษณะข้าวหุงสุกเร็ว และข้าวที่มีอะมิโลสต่ำหรือข้าวที่มีลักษณะเป็นเจลอ่อน จะมีค่าการคืนตัวติดลบ สำหรับการลดความชื้น มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในช่วงแคบๆ แต่การลดความชื้นในที่ร่มทำให้ค่าการคืนตัวสูงกว่าการอบแห้งโดยตู้อบลมร้อนแสดงว่า เมื่อหุงต้มจะได้ข้าวที่สุกเร็วและแป้งมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่า

6. แป้งดิบที่ได้จากข้าวต่างพันธุ์กันจะมีค่าการอุ้มน้ำและการละลายน้ำแตกต่างกัน ในขณะที่ในข้าวพันธุ์เดียวกันจะมีค่าการอุ้มน้ำของแป้งดิบแตกต่างกันเนื่องจากผลของการอบลดความชื้นโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมีผลให้แป้งดิบอุ้มน้ำสูงกว่าอุณหภูมิอบแห้งต่ำ อาจเป็นเพราะอุณหภูมิสูงทำให้โครงสร้างของแป้งเปลี่ยนไปแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของแป้งนั้นจะไม่มีผลในด้านการดูดน้ำระหว่างการหุงต้มข้าวสารก็ตามแต่มีผลต่อแป้งที่บดละเอียดจากข้าวสาร

7. สำหรับการทดสอบเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวเนื่องจากการลดความชื้น พบว่า การลดความชื้นในที่ร่มมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเนื่องจากการขัดสีสูงกว่าการลดความชื้นโดยการอบแห้ง ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะ อุณหภูมิอบแห้งในการทดลองไม่สูงถึงระดับที่มีผลต่อการทำลายเมล็ด และภายใต้สภาวะดังกล่าวแป้งในเมล็ดบางส่วนเกิดการเจลาติไนซ์และเชื่อมรอยร้าวที่มีอยู่เดิม แต่หากใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้ในการอบแห้งจะทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักสูง เนื่องจากในสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง บริเวณรอบนอกของเมล็ดจะสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็วและในอัตราที่สูงกว่าการเคลื่อนที่ของความชื้นจากเนื้อภายในเมล็ดมายังผิวด้านนอกทำให้เกิดแรงดันและรอยร้าวขึ้น สำหรับผลของการเก็บรักษาทำให้เมล็ดมีความแข็งขึ้น และทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักต่ำกว่าข้าวแรกเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ชนิดและพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณโอรีซานอล และคุณสมบัติทางเคมี–ฟิสิกส์ของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยไม่ขึ้นกับสีของเยื่อหุ้มเมล็ด สำหรับปริมาณอะมิโลสในการทดลองนี้ข้าวเหนียวจะมีค่าอะมิโลสระหว่าง 5.17 - 7.6 เปอร์เซ็นต์โดยข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตองจะอะมิโลสน้อยที่สุด ในส่วนของข้าวเจ้าสามารถแบ่งออกได้เป็นข้าวเจ้าอะมิโลสปาน กลาง และข้าวเจ้าอะมิโลสสูงซึ่งข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีอะมิโลสสูงที่สุดเท่ากับ 41.32 เปอร์เซ็นต์ ค่าอะมิโลสของข้าวจะมีความสัมพันธ์กับค่าการสลายเมล็ดในด่าง ปริมาณการดูดน้ำระหว่างการหุงต้ม และค่าความหนืดของแป้งข้าว โดยข้าวที่มีอะมิโลสสูง จะมีค่าการสลายเมล็ดในด่างต่ำ เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและความหนืดสูง

สำหรับอุณหภูมิอบแห้งในการทดลองนี้ พบว่ามีผลต่อปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว แต่ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ส่วนใหญ่ซึ่งได้แก่ ปริมาณอะมิโลส ค่าความคงตัวของแป้งสุก การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม และการสลายเมล็ดในด่าง แต่การวัดความหนืดของแป้งข้าวด้วยเครื่อง RVA พบว่าความหนืดของแป้งเมื่อเย็นตัว (final viscosity) และความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง ในขณะที่ค่าความหนืดอื่นๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราชูปถัมภ์ และโครงการสมองไหลกลับสาขาอุตสาหกรรมเกษตร วันที่ 6 – 7 กรกฎาคม 2542 ณ หอประชุมใหญ่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเขตบางเขน. กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bergman, C. J. and Xu, Z. 2001. **Genotype and Environment Effects on the Tocol and Gamma-Oryzanol Contents of Southern U.S. Rice.** USDA ARS Rice Research Unit, Beaumont, TX 77701 ; Department of Food Science, Louisiana State University AgriculturalCenter, BatonRouge, LA 70803.2001 AACC Annual Meeting Charlotte, North Carolina October14-18, Charlotte Convention Center.

Bucci, R. Magri, A.D. Magri, A.L. and Marini, F. 2003. "Comparison of Three Spectrophotometric Methods for Determination of γ-oryzanol in Rice Bran Oil". **Anal Bioanal Chem.** 375:1254 – 1259.

Cho, C. 1991. "Modeling and Control of Rough Rice Drying in the Spouted – Bed Dryer". AIT Thesis no. AE – 91 – 30. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Chunchenchop, T. 1999. "Determination of Neutraceutical Antioxidants – Carotene, -Oryzanol and Tocopherol in Rice Varieties of Thailand". AIT Thesis no. AE-99-9. Asian Intitute of Technology, Bangkok, Thailand.

David, A. and Dendy, V. 2001. **Cereals and Cereals Products Chemistry and Technology.** Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg Maryland USA.

Inprasit, C. 2001. "Effect of Drying Methods on Aging Quality of Rough Rice". Diss no. PH – 01 – C.2. Asian Intitute of Technology, Bangkok, Thailand.

Juliano, B.O. 1985. **Rice: Chemical and Technology**. 2nd. Minnesota, American Association.

Juliano, B.O. 1993. **Rice in Human Nutrition. FAO Food and Nutrition Series, No 26.** The International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Laguna (Philipines), and Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Rome.

Karladee, D. Pongpiachan, P. Taltachum T. and Gavilo, A. 2003. **Accumulation of Gamma-Oryzanol in Pure Rice Grain.** (inpress)

Kim, J.S. 2001. Oxidation Stability and Vit E Levels Increased in Restructured Beef Roasts with Added Rice Bran Oil. **J. Food Quality**. 24(1) : 17-26.

Lichenstein, A.H. Ausman, L.M. Jenner, J.L. Carrasco, W. Gualtieri, L.J. Jenner, J.L. Ordovas, J.M. Nicolosi, R.J. Goldin, B.R. and Schaefer, J.E. 1994. "Rice Bran Oil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Consumption and Plasma Lipid Levels in Moderaterly Hypercholesterolemic Humans". **Arteriosclerosis**. 14(4) : 549-556.

Lloyd, B.J. Siebenmorgen, T.J. and Beers, K.W. 2000. "Effects of Commercial Processing on Antioxidants in Rice Bran". **J.Cereal Chem.** 77(5) : 551 – 555.

Nakakete, P. 2000. "Study of Artificial Aging by Drying of High Moisture Rough Rice under High Humidity Conditions". AIT Thesis no. PH – 00 – 20. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Nanua, J.N., McGregor, J.U. and Godber, J.S. 2000. Influence of High-oryzanol Rice Bran Oil on the Oxidative Stability of Whole Milk Powder. **J. Dairy Science**. 83 : 2426-2431.

Norton, R.A. 1995. Quantitation of Steryl Ferulate and p-coumarate Esters from Corn and Rice. **Lipids.** 30 : 269-274.

Pisithkul, K. Jongkaewwattana, S. Wongpornchai, S. Tulyathun, W. and Meechui, S. 2006. "Modifying Cooking Quality of Khao Dawk Mali 105 Rice". **Agricultural Sci.** 37(5) : 187 – 190.

Reyes, V.G. 1996. "Heat Treatment of Hight Moisture Paddy for Arresting, Deterioration during Storage". AIT Dissertation no. AE-86-2. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Rong, N., Ausman, L.M. and Nicolosi, R.J. 1997. Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty streaks in hamsters. **J. Lipid**.32 (3) : 303-309.

Sanjiva Rao, B. Vaudeva Murthy, A.R. and. Subrahmanya, R.S. 1952. "The Amylase and the Amylopectin Contents of Rice and Their Influence on the Cooking Quality of the Cereal". **Proc. India Acad. Sci.** 36B(2): 70 – 80.

Saska, M. and Rossiter, G.J. 1998. "Recover of γ-oryzanol from rice bran with silica-based continuous chromatography." **J. American Oil Chemists'Society.** 75:1421-1427.

Scetharamaiah, G.S. and Chandrasekhara, N. 1990. Effect of oryzanol on cholesterol absorption and biliary and fecal bile acids in rats. **Indian J. Med. Res**. 92 : 471-475.

Soponronnarit, S. Yapha, M. and Prachayawarakorn, O. 1995. "Cross – Flow fluidized Bed Paddy Drying : Prototype and Commercialization". **Drying Technol. J.** 13(8 - 9).

Tangpinijkul, N. 1987. "Conduction Drying of Paddy for Optimum Milling Quality". AIT Thesis no. AE – 87 – 35. Asian Institude of Technology, Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thompsom, J.F. 1998. **Principles of Rice Drying**. Internet Modified: <Comments to Jayoung@ucdavis.Edu>.

Tirawanichhakul, S. Prachayawarakorn, S. Tungtrakul, P. Warunyanond, W. and Soponronnarit, S. 2002. "Effect of Drying Temperature on Physical Property of High and Low Amylose Content Paddy". In **Proceedings of the International Confernce on Innovations in Food Proceessing Tecchnology and Engineering.** 11-13 December 2002, Asian Instiute of Technology. Bangkok, Thailand.

Varavinit, S. Shobsngob, S. Varanyanond, W. Chinachoti, P. and Naivikul, O. 2003. "Effect of Amylose Content on Gelatinization, Retrogradation and Pasting Properties of Flours from Different Cultivars of Thai Rice". **Starch/Stärke**. 55 : 410 – 415.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้