“คุณภาพข้าว” และ “ข้าวคุณภาพ” ทำอย่างไร

“คุณภาพข้าว” มีความสำคัญต่อทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต จำหน่าย และการบริโภคข้าว ตั้งแต่เกษตรกรผู้ปลูกข้าว กลุ่มเกษตรกร นักวิชาการ เจ้าของโรงสี ผู้ประกอบการค้าข้าว รวมไปถึงผู้บริโภค ใช้เป็นเกณฑ์หรือมาตรฐานในการซื้อขายผลผลิตข้าวทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันและลดข้อขัดแย้ง โดยคุณภาพข้าวนั้นจะพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดข้าว คุณภาพการสี คุณภาพในการหุงต้มและรับประทาน รวมถึงคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งมีบทบาทสำคัญอีกประการหนึ่งในการเลือกซื้อข้าวของผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยหน่วยงานของภาครัฐหรือนักวิชาการจะเป็นผู้ให้ข้อมูลหรือเป็นคนกลางในการกำหนดมาตรฐานข้าว ซึ่งส่งผลต่อการประเมินหรือการกำหนดราคาการรับซื้อและจำหน่ายข้าวระหว่างเกษตรกร และผู้ประกอบการค้าข้าว ดังนั้นคุณภาพข้าวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และผู้ที่เกี่ยวข้องในการผลิตข้าวทุกภาคส่วนโดยเฉพาะเกษตรกรผู้ผลิตและจำหน่ายข้าว จึงควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ “คุณภาพข้าว” ทั้งวิธีการตรวจวิเคราะห์และการประเมินคุณภาพข้าว ซึ่งสัมพันธ์กับโครงสร้างของเมล็ดข้าว สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี คุณภาพการหุงต้ม รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อการผลิต “ข้าวคุณภาพ” ตรงกับความต้องการของตลาด และช่วยเพิ่มความสามารถในการต่อรองราคา และก่อให้เกิดความเป็นธรรมในการซื้อขายผลผลิตข้าว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

การผลิตข้าวและการตรวจวิเคราะห์และประเมินคุณภาพได้ดี ต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงโครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าวด้วย โดยทั่วไปเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ข้าวเปลือก ประกอบด้วย

- เปลือกใหญ่ (lemma) คือ เปลือกหุ้มเนื้อผลด้านท้อง (dorsal side) มีขนาดใหญ่ อาจมีหางหรือไม่มีหาง ลักษณะจะเป็นรอยเส้น ตามความยาวของเปลือกประมาณ 5 เส้น เปลือกใหญ่จะห่อหุ้มเปลือกเล็กทั้ง 2 ด้าน ในลักษณะขบอยู่ด้านบน
- เปลือกเล็ก (palea) คือ เปลือกหุ้มเนื้อผลด้านหลัง (ventral side) มีขนาดเล็กกว่าเปลือกใหญ่ ประมาณ 1/3 ของเปลือกทั้งหมด จะขบอยู่ใต้เปลือกใหญ่ตามแนวยาว ทำให้เปลือกทั้ง 2 ติดกันสนิทบนผิวเปลือกเล็กจะเป็นรอยเส้น ตามความยาวของเปลือกประมาณ 3 เส้น
- ขน (pubescence) พบทั้งบนเปลือกใหญ่และเปลือกเล็ก สำหรับข้าวบางพันธุ์อาจไม่มีขน ขนคือส่วนของเซลล์ผิวชั้นนอก (epidermal cell) ทำหน้าที่ลดการระเหยน้ำ ป้องกันอันตรายต่อเมล็ดจากสภาพภายนอกเมล็ด และเพื่อการกระจายพันธุ์ตาม

ธรรมชาติ ช่วยให้เมล็ดติดไปกับสัตว์และสิ่งต่างๆ ที่สัมผัสกับเมล็ดกระทั่งทำให้เมล็ดหลุดติดไปด้วย

- หาง (awn) ส่วนปลายของเปลือกใหญ่ที่ยาวออกมาเกินตำแหน่งยอดดอก (apiculus) ซึ่งข้าวแต่ละพันธุ์มีความยาวแตกต่างกันหรืออาจไม่พบ หางทำหน้าที่ในการกระจายพันธุ์เช่นเดียวกับขน
- ขั้วเมล็ด (rachilla) คือ ก้านสั้นที่อยู่ระหว่างกลีบรองเมล็ดกับเปลือกใหญ่ และยังติดอยู่กับเมล็ดข้าวเปลือก
- กลีบรองเมล็ด (sterile lemmas) คือ กลีบเล็กสองกลีบที่อยู่ตรงข้ามกัน ส่วนใต้สุดของเมล็ด
- ก้าน (pedicel)

2) ข้าวกล้องหรือเนื้อผล ประกอบด้วย

- เยื่อหุ้มผล (pericarp) คือ เนื้อเยื่อชั้นนอกห่อหุ้มผลอยู่ภายใน มีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์เส้นใย 6 ชั้น มีสารสีหรือรงควัตถุปนอยู่ ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างกัน อาทิ น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้ม น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง และน้ำตาลดำ เป็นต้น และมีองค์ประกอบสำคัญ คือ โปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบสำคัญ
- เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้ามา แบ่งออกเป็น 2 ชั้น รูปยาว เรียงตามขวาง และมีผนังบางกั้น ภายในเซลล์มีไขมันและสารสี เช่นเดียวกับเยื่อหุ้มผล ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างกัน
- นิวเซลลัส (nucellus) คือเซลล์ชั้นที่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด
- เยื่อชั้นแอลิวโรน (aleurone layer) เยื่อชั้นถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น มีลักษณะของเยื่อหุ้มด้านหลังของเมล็ดหนากว่าเยื่อหุ้มด้านท้อง ขึ้นกับพันธุ์ข้าว เช่น เมล็ดข้าวป้อมสั้นจะมีเยื่อหุ้มแอลิวโรนหนากว่าเมล็ดยาว เป็นต้น มีโปรตีน ไขมัน และสารอื่นๆ
- คัพภะ (embryo) หรือเชื้อชีวิต อยู่ที่โคนเมล็ดด้านเปลือกใหญ่ ส่วนท้องของเมล็ดมีส่วนประกอบคือรากอ่อน (radicle) ต้นอ่อน (plumule) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhizae) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptiles) ท่อน้ำท่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum) คัพภะเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จึงอุดมด้วยโปรตีนและไขมันในส่วนต่างๆ
- เนื้อเมล็ด หรือเนื้อข้าว (endosperm) เป็นส่วนที่มีมากที่สุดในเมล็ดข้าว ภายในเมล็ดข้าวมีสตาร์ช (starch) เป็นองค์ประกอบหลักที่สะสมอยู่ในเอนโดสเปริม) ประมาณ 78% รองลงมาคือ โปรตีน (protein) ประมาณ 8% ไขมัน เส้นใย และเถ้าปริมาณเล็กน้อย และความชื้นประมาณ 14%

2. คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical property)

สมบัติทางกายภาพเป็นการกำหนดจากลักษณะของเมล็ดข้าวที่มองเห็น สัมผัส ชั่ง ตวง และวัดได้ ดังนี้

2.1 ขนาดและรูปร่าง

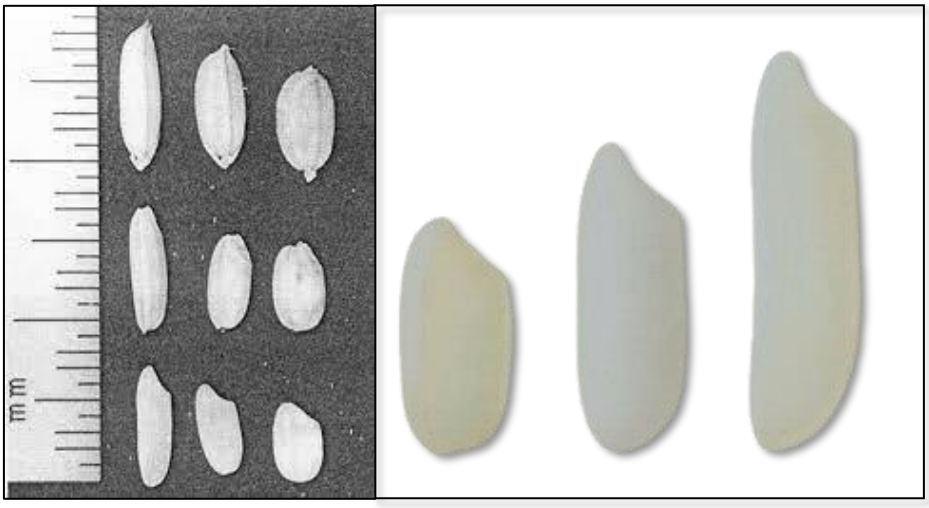
1) ขนาดของเมล็ดข้าวจะวัดด้วยกัน 3 ส่วน คือ ความยาว ความกว้างและความหนา ได้แก่

- ความยาว: ด้านที่มีระยะมากที่สุด วัดจากส่วนปลายสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด
- ความกว้าง: ด้านที่ตั้งฉากกับความยาวและมีระยะมากที่สุด
- ความหนา: ด้านที่ตั้งฉากกับความยาวและความกว้าง และมีระยะมากที่สุด

2) รูปร่างเมล็ดข้าวพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง โดยรูปร่างของเมล็ดข้าวแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ เรียว ปานกลาง และป้อม

ตารางการประเมินรูปร่างของเมล็ดข้าว

รูปร่าง	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
เรียว	≥ 3.4	≥ 3.1	≥ 3.0
ปานกลาง	2.3-3.3	2.1-3.0	2.0-2.9
ป้อม	≤ 2.2	≤ 2.0	≤ 1.9



2.2 ข้าวท้องไข่

ข้าวท้องไข่ คือ ลักษณะของเมล็ดข้าวสารที่มีจุดขาวขุ่นคล้ายชอล์กเกิดขึ้นในเนื้อของเมล็ดข้าวสาร โดยข้าวท้องไข่จัดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกราคาและคุณภาพข้าวเปลือก เนื่องจากเมล็ดข้าวที่เป็นข้าวท้องไข่มาก เมื่อนำไปสีจะทำให้เมล็ดแตกหักได้ง่าย ทำให้คุณภาพการสีลดลง และส่งผลต่อราคาผลผลิตข้าวลดลงเช่นกัน

วิธีการประเมินลักษณะท้องไข่ทำได้โดยการตรวจลักษณะเมล็ดข้าวที่วางบนช่องที่แสงจากหลอดไฟส่องผ่าน เพื่อประเมินขนาดของจุดขาวขุ่น ตามระดับคะแนนจาก 0-5

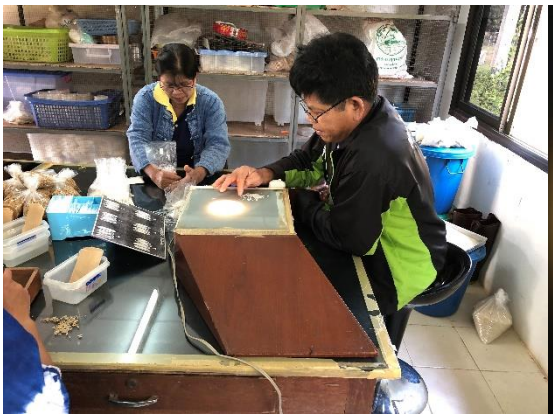
0 คะแนน = ไม่มีจุดขาวขุ่น

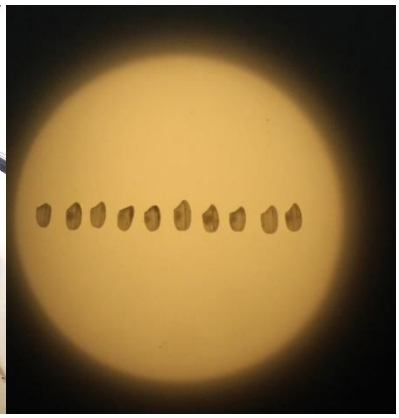
1 คะแนน = มีจุดขาวขุ่นเล็กน้อย (<10% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

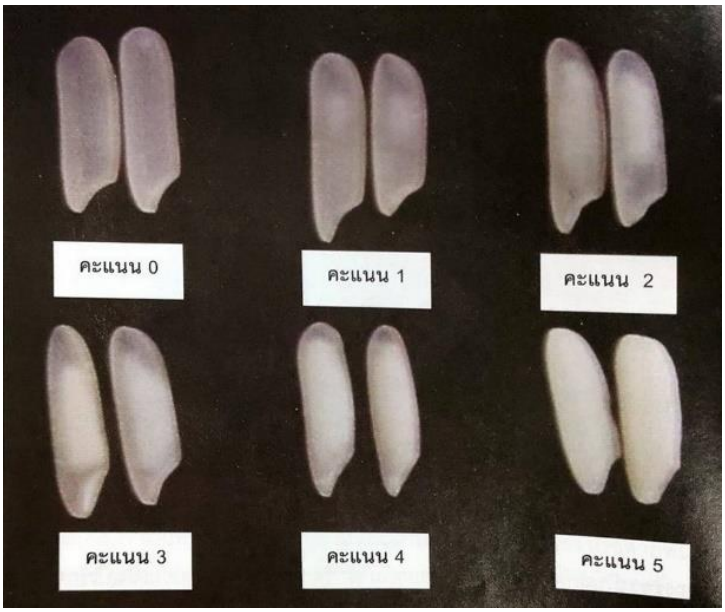
2-3 คะแนน = มีจุดขาวขุ่นปานกลาง (10-20% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

4-5 คะแนน = มีจุดขาวขุ่นมาก (>20% ของเนื้อเมล็ดข้าวสาร)

โดยตำแหน่งท้องไข่อาจเกิดขึ้นตรงกลางเมล็ด (white center) จากด้านท้องที่อยู่ข้างเดียวกับคัพภะ (white belly) หรือจากด้านหลัง (white back) ดังนั้นจึงต้องตรวจหาทั้ง 3 ด้าน







2.3 ความชื้น (Moisture content)

ความชื้นในข้าวเปลือก คือ ปริมาณน้ำที่แทรกอยู่ในเมล็ดข้าว ความชื้นเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญประการหนึ่งของข้าวเปลือกที่สามารถใช้บ่งชี้คุณภาพของเมล็ดข้าวสาร หากข้าวเปลือกมีปริมาณความชื้นสูงจะส่งผลให้เมล็ดข้าวสารแตกหัก ไม่สมบูรณ์ และอาจเก็บไว้ได้ไม่นาน แมลงและเชื้อราเข้าทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ความชื้นยังมีบทบาทสำคัญในการกำหนดราคาข้าว โดยมาตรฐานการรับซื้อข้าวเปลือกจะอยู่ที่ระดับความชื้น 15% หากความชื้นสูงกว่า 15% จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการลดความชื้น

การวิเคราะห์ความชื้น

การวิเคราะห์ความชื้นของข้าวในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

1) การใช้เครื่องวัดความชื้น ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมสูง และใช้งานอย่างแพร่หลายในการซื้อขายข้าวเปลือก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว โดยเครื่องวัดความชื้นที่จะนำมาใช้ต้องผ่านการรับรองจากสำนักชั่งตวงวัด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

2) การวิเคราะห์ความชื้นข้าวโดยวิธีมาตรฐาน (standard method) ด้วยการใช้ตู้อบลมร้อน (hot-air oven) เริ่มที่การนำเมล็ดข้าวไปบด จากนั้นนำตัวอย่างข้าวที่บดใส่ถ้วยอลูมิเนียม ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม (ก่อนใส่ตัวอย่างข้าว) และข้าว+ถ้วยอลูมิเนียม นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นำออกจากตู้อบลมร้อน และปล่อยให้เย็นลงในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักข้าว+ถ้วยอลูมิเนียมหลังอบ แล้วคำนวณความชื้นในข้าว

3. สมบัติทางเคมี (Chemical properties)

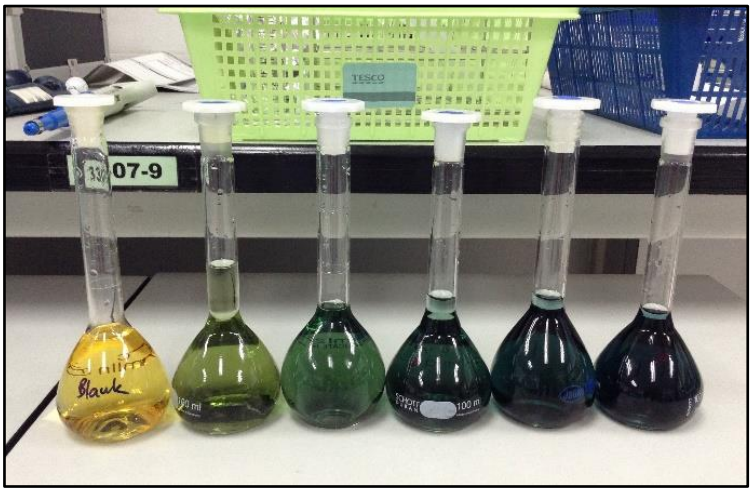
สมบัติทางเคมีหรือองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าว อาทิ คาร์โบไฮเดรต (อมิโลส) โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และอื่นๆ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร รวมถึงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากในปัจจุบันความนิยมในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้น นักวิชาการจึงให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและแร่ธาตุสูง นอกจากนั้นยังพบว่า สมบัติทางเคมีบางประการยังส่งผลต่อคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานด้วย เช่น ปริมาณอมิโลส โปรตีน และไขมัน

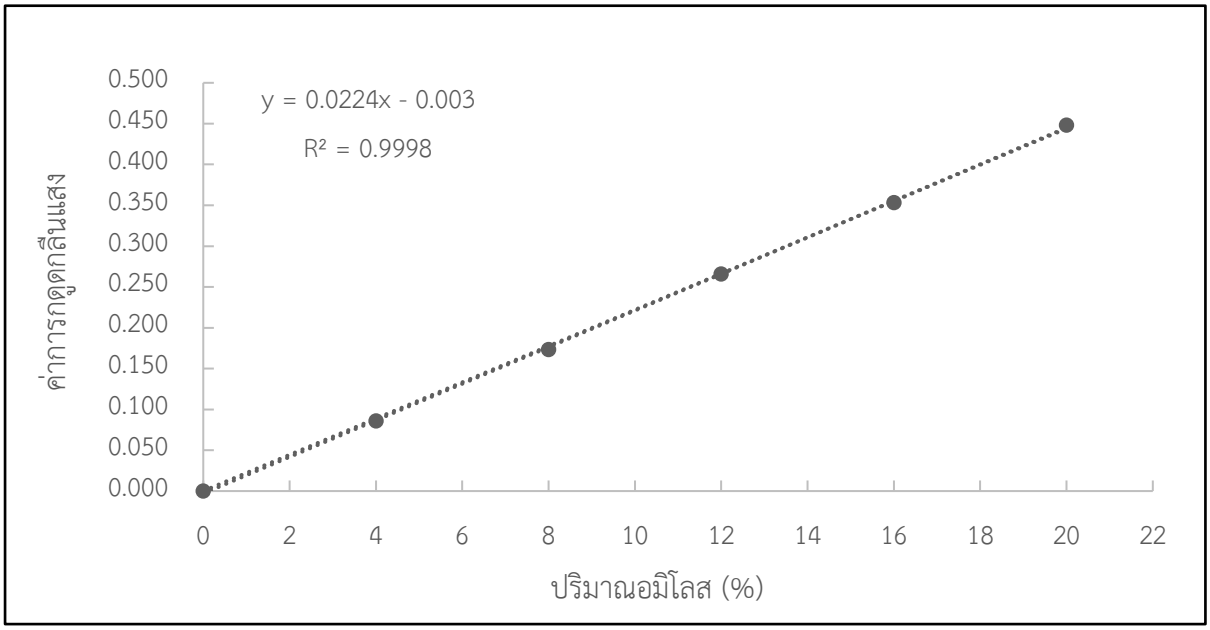
3.1 อมิโลส (Amylose)

สตาร์ช (Starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุดในเนื้อเมล็ดข้าว ประกอบด้วย อมิโลส และอมิโลเพกติน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว ทำให้ข้าวมีลักษณะและคุณภาพการหุงต้มและคุณภาพการรับประทานแตกต่างกัน รวมไปถึงลักษณะแป้งข้าวที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป ที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้บริโภคหรือไม่

การวิเคราะห์ปริมาณอมิโลส

ก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณอมิโลสจะต้องมีการเตรียมสารละลายมาตรฐานอมิโลสที่ระดับความเข้มข้น 0, 4, 8, 12 และ 16% จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) และสร้างกราฟสารละลายมาตรฐานสำหรับใช้ตรวจหาปริมาณอมิโลสในข้าว





ในการวิเคราะห์ปริมาณอมิโลสในข้าว ทำได้โดยการนำแป้งข้าว (ขนาดอนุภาค 0.3 มิลลิเมตร) มาทำปฏิกิริยากับเอทานอลเข้มข้น (95% ethanol) และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) นำไปเขย่าแล้วต้มให้เดือด หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติก (Acetic acid) และ สารละลายไอโอดีน (I-KI solution) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด (ไม่ให้ถูกแสง) 20 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงเปรียบเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานเพื่อหาปริมาณอมิโลสในแป้งข้าว โดยสามารถแบ่งข้าวออกเป็น 3 กลุ่มตามปริมาณอมิโลส คือ ต่ำ กลาง และสูง

ตารางการจัดกลุ่มข้าวโดยใช้ปริมาณอมิโลส

ปริมาณอมิโลส (%)	ประเภทข้าว	ลักษณะข้าวสุก
10-19	ข้าวอมิโลสต่ำ	เหนียวนุ่ม
20-25	ข้าวอมิโลสปานกลาง	ค่อนข้างร่วน ไม่แข็ง
26-34	ข้าวอมิโลสสูง	ร่วนแข็ง

3.2 โปรตีน (Protein)

โปรตีนในเมล็ดข้าวพบมากบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ด และเนื้อเมล็ดชั้นนอก โดยโปรตีนที่พบมากที่สุดคือ กลูเทลิน (glutelin) และพบโพรลามิน (prolamin) น้อยที่สุด จึงเป็นลักษณะจำเพาะของโปรตีนของข้าว คือ ไม่ก่อให้เกิดกลูเทน ดังนั้นข้าวจึงถือได้ว่าเป็นอาหารหลักที่ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้กลูเทนในผู้บริโภคบางกลุ่ม (gluten-sensitive individual) โดยทั่วไปข้าวจะมีโปรตีนน้อยกว่า 10% แต่หากข้าวมีโปรตีนสูงเกินไปจะส่งผลให้ข้าวมีความเหนียวลดลง และอาจต้องใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น เนื่องจากโปรตีนจะเป็นตัวขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปในเมล็ดข้าว

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในข้าวทำได้โดยการใช้ตัวเลข 5.95 คูณกับปริมาณไนโตรเจน โดยวิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจนสามารถทำได้โดยนำแป้งข้าวมาเติมสารเร่งปฏิกิริยา และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (98% H_2SO_4) นำไปย่อยสกัดด้วยเครื่องย่อยไนโตรเจน (Kjeldahltherm) จนแป้งข้าวเปลี่ยนเป็นสารใส หลังจากนั้นเติม โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (32% NaOH) แล้วนำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจน ใช้กรดบอริก (H_3BO_3) รองรับไนโตรเจนที่กลั่นได้ เติมสารบ่งชี้ปฏิกิริยา (mixed-indicator) แล้วนำไปไทเทรต กับ กรดซัลฟิวริก นำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณไนโตรเจน และปริมาณโปรตีนในข้าวตามลำดับ

3.3 ลิพิด (Lipid) หรือไขมัน (Fat)

ข้าวมีไขมันประมาณ 3% ซึ่งมีปริมาณคล้ายคลึงกับธัญพืชชนิดอื่น โดยพบในส่วนด้านนอกเมล็ดมากกว่าใจกลางเมล็ด ประเภทของไขมันที่พบในข้าวส่วนใหญ่คือ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ถัดมาคือ ฟอสโฟลิพิด (phospholipids) ไกลโคลิพิค (glycolipids) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) นอกจากนั้นภายในเมล็ดอาจพบ ไลโซเลซิติน (lyolecithin)

การวิเคราะห์ปริมาณลิพิด

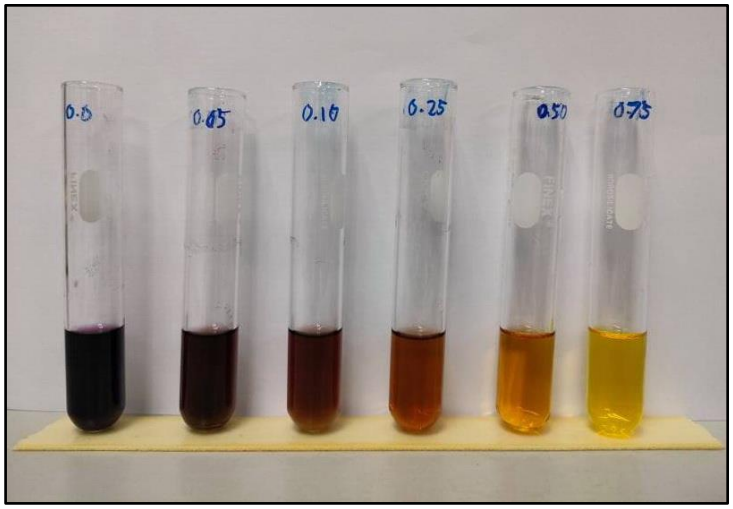
นำแป้งข้าวใส่หลอดสกัดตัวอย่าง (thimble) แล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) จากนั้นนำไปต่อกับเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet extraction unit) เพื่อสกัดไขมัน หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการภายในตัวเครื่อง นำหลอดสกัดตัวอย่าง ไปอบเพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก แล้วคำนวณปริมาณไขมันในแป้งข้าว

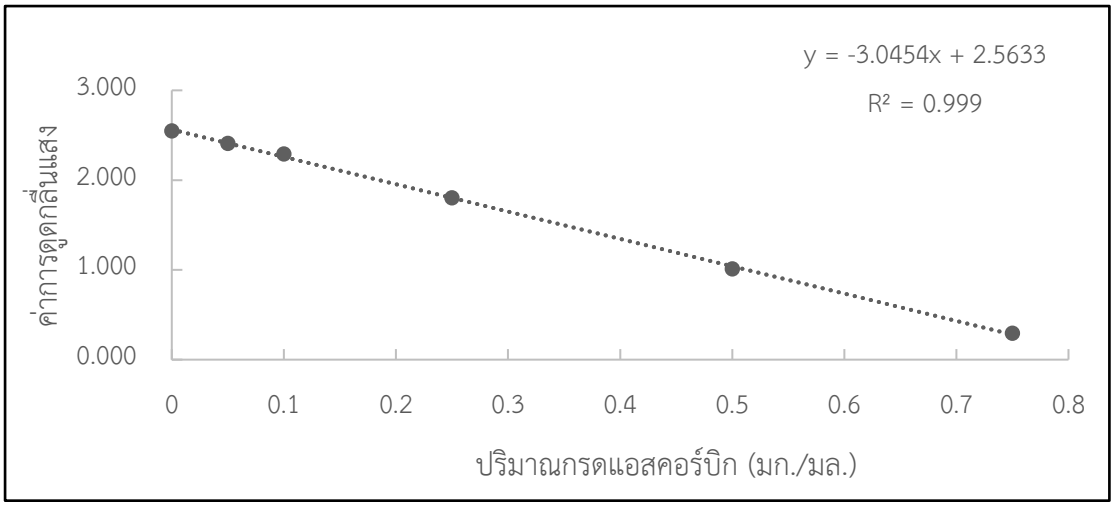
3.4 คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นอะตอม โมเลกุล หรือ ไอออนที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี รวมไปถึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีในร่างกายหลายกระบวนการ หากได้รับสารอนุมูลอิสระมากเกินไปอาจทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง และโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือด โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะไปทำปฏิกิริยาและทำให้สารอนุมูลอิสระมีความเสถียร รวมถึงชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่กระตุ้นกระบวนการแก่ชราของร่างกาย โดยข้อดีของสารต้านอนุมูลอิสระคือ ช่วยชะลอกระบวนการแก่ชรา และยังลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โรคอัลไซเมอร์ โรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ รวมไปถึงช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีในร่างกาย ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เบตาแครอทีน ไลโคพีน แอนโทไซยานิน วิตามินซี และวิตามินเอ เป็นต้น ในข้าวจะพบสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) รวมไปถึงสารประกอบฟีนอล (phenol compound) โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน (สีม่วง) ที่พบมากในข้าวก่ำ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ข้าวหอมมะลิ 105 คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระประมาณ 8.81 มก./มล. และในข้าวก่ำพบอยู่ในช่วง 5.31-14.11 มก./มล. โดยข้าวก่ำดอยสะเก็ดมีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระประมาณ 13.40 มก./มล.

การวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

ก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจะต้องมีการเตรียมกราฟของสารละลายมาตรฐานเช่นเดียวกันกับอมิโลส โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ความเข้มข้น 0.000 0.050 0.100 0.250 0.500 และ 0.750 มก./มล. จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และสร้างกราฟสารละลายมาตรฐาน





การวิเคราะห์คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในข้าวเริ่มจาก นำแป้งข้าวมาทำปฏิกิริยากับเอทานอลเข้มข้น (80% Ethanol) เขย่าให้เข้ากัน 30 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้มาทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ (DPPH) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ในที่มืด 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และนำค่าการดูดกลืนแสงเปรียบเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานเพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในแป้งข้าว

4. คุณภาพการสี (Milling quality)

การสีข้าวเป็นกระบวนการเตรียมข้าวสาร (milled rice) สำหรับการบริโภคหรือเตรียมวัตถุดิบในการแปรรูป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้าวสารเต็มเมล็ดมากที่สุด หรือมีข้าวหักน้อยที่สุด โดยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1) การทำความสะอาดข้าวเปลือก (cleaning) เพื่อคัดแยกสิ่งปลอมปนออกจากเมล็ดข้าว ป้องกันไม่ให้สิ่งปลอมปนทำความเสียหายให้กับเครื่องกะเทาะ และเครื่องสีข้าว

2) การกะเทาะเปลือก (shelling) เป็นขั้นตอนในการแยกเปลือกหุ้มแข็ง หรือ แกลบ (husk) ออกจากข้าวกล้อง (brown rice) โดยอาศัยแรงกดหรือบีบ และดึงหรือแยก โดยที่ไม่ทำให้ข้าวกล้องแตกหรือหัก

3) การขัดขาว (milling) เป็นกระบวนการขัดรำข้าว (bran) ออกจากข้าวสาร (milled rice) และ

4) การคัดแยก (sorting) เป็นการแยกข้าวหัก (broken rice) ออกจากข้าวเต็มเมล็ด (whole kernel) และต้นข้าว (head rice)

โดยการวิเคราะห์คุณภาพการสีข้าวสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

ชั่งตัวอย่างข้าวเปลือก 100 กรัม นำไปกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะข้าว บันทึกน้ำหนักข้าวกล้อง น้ำหนักแกลบ และน้ำหนักข้าวที่ไม่ถูกกะเทาะ จากนั้นนำข้าวกล้องไปขัดขาวด้วยเครื่องขัดขาว บันทึกน้ำหนักข้าวสารและรำข้าว นำข้าวสารที่ได้ไปคัดขนาดโดยใช้เครื่องคัดขนาดข้าว ชั่งน้ำหนักต้นข้าว และข้าวหักที่ได้จากการคัดแยก จากนั้นประเมินประสิทธิภาพการสีดังกล่าวจากเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบต่างๆ ทีได้จากกระบวนการสีข้าว ดังนี้

$$\%\ \text{ข้าวกล้อง} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้อง} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{แกลบ} = \frac{\text{น้ำหนักแกลบ} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{ข้าวสาร} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสาร} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{รำข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักรำข้าว} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{ต้นข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักต้นข้าว} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{ข้าวหัก} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวหัก} \times 100}{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ})}$$

$$\%\ \text{ไม่กะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวไม่กะเทาะ} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

$$\text{ระดับการสี} = \frac{\text{น้ำหนักรำ} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวกล้อง}}$$

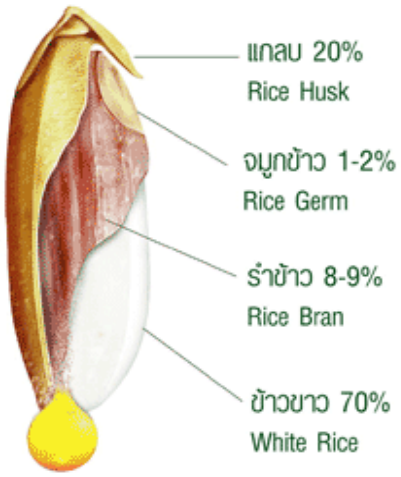
โดยทั่วไปหากนำข้าวเปลือก 100 กรัม มาผ่านกระบวนการสีข้าวจะได้ผลผลิตจากข้าวเปลือกดังนี้

1) แกลบ 20-30%

2) ข้าวกล้อง 70-80%

3) รำข้าว 4-8%

4) ข้าวสารรวม 66-72% ในส่วนของข้าวสารรวมจะประกอบไปด้วยต้นข้าว และข้าวหักในอัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ข้าว การปฏิบัติก่อนและหลังเก็บเกี่ยว รวมไปถึงกระบวนการสีข้าว



คุณภาพการสีข้าว

ชั่งตัวอย่างข้าวเปลือก

กะเทาะข้าวเปลือก
ชั่งน้ำหนักข้าวกล้อง แกลบ
และข้าวที่กะเทาะไม่หมด

นำตัวอย่างข้าวกล้องไปขัดขาว
ชั่งน้ำหนักข้าวสาร และรำข้าว

นำตัวอย่างข้าวสารไปคัดขนาด
ชั่งน้ำหนักต้นข้าว และข้าวหัก

การกะเทาะข้าว

ชั่งตัวอย่างข้าวเปลือก

ข้าวเปลือก 100 กรัม

กะเทาะข้าวเปลือก
ด้วยเครื่องกะเทาะ (Rice sheller)

การกะเทาะข้าวเปลือก

ชั่งน้ำหนักข้าวกล้อง แกลบ และ
ข้าวที่กะเทาะไม่หมด

ข้าวกล้อง
ประมาณ 70-80 กรัม

แกลบ
ประมาณ 20-30 กรัม

การขัดขาว

นำตัวอย่างข้าวกล้องไปขัดขาว
ด้วยเครื่องขัดขาว (Rice miller)

ชั่งน้ำหนักข้าวสาร
และรำข้าว

ข้าวกล้อง
ประมาณ 70-80 กรัม

ข้าวสาร
ประมาณ 66-72 กรัม

รำข้าว
ประมาณ 4-8 กรัม

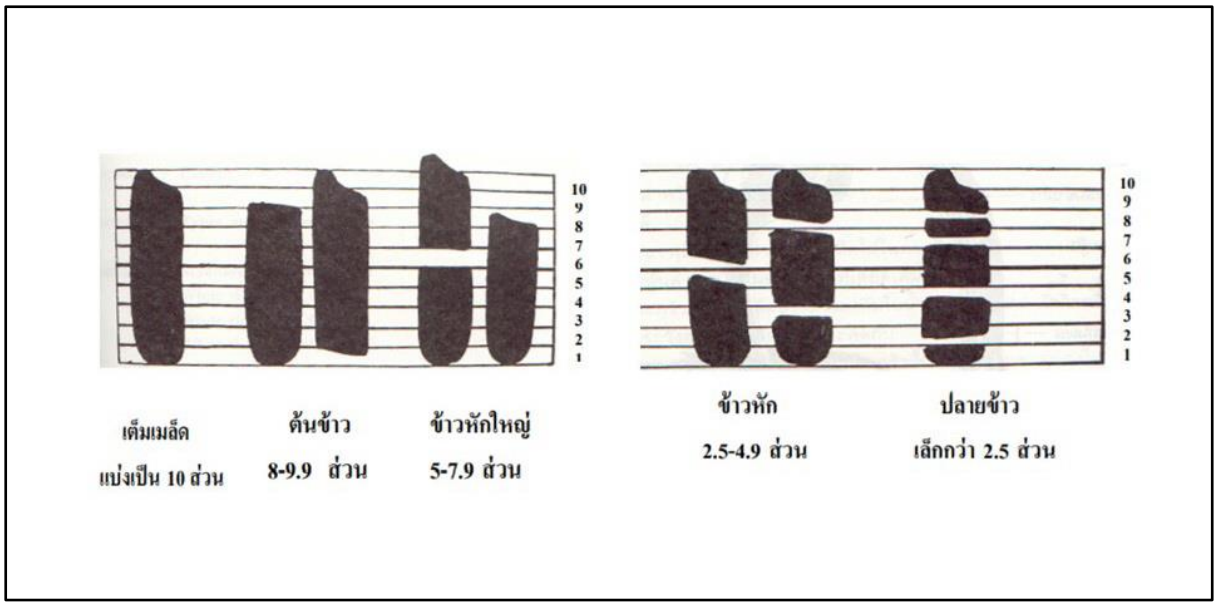
การคัดขนาดข้าว

นำตัวอย่างข้าวสารไปคัดขนาด
ด้วยเครื่องคัดขนาดข้าว
(Rice sorter)

ชั่งน้ำหนักต้นข้าว และข้าวหัก

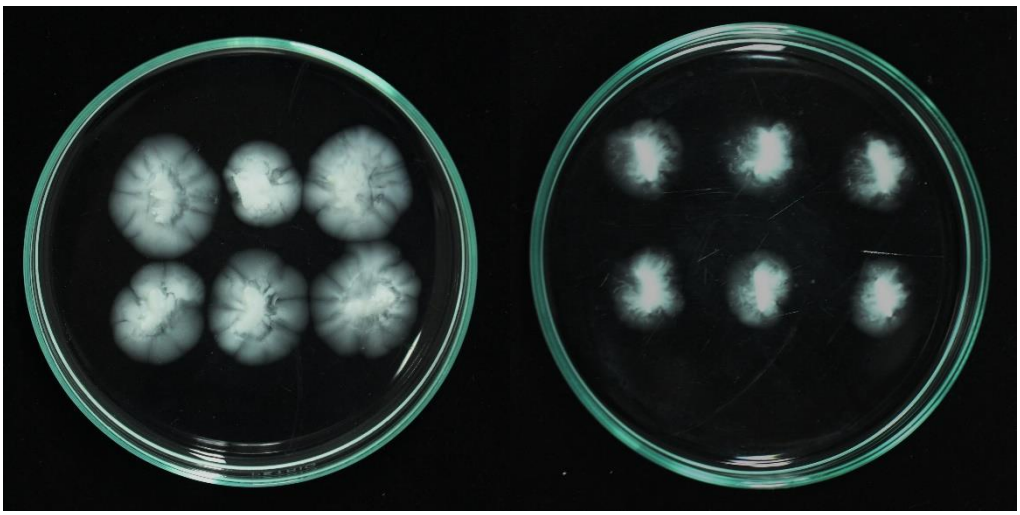
ต้นข้าว

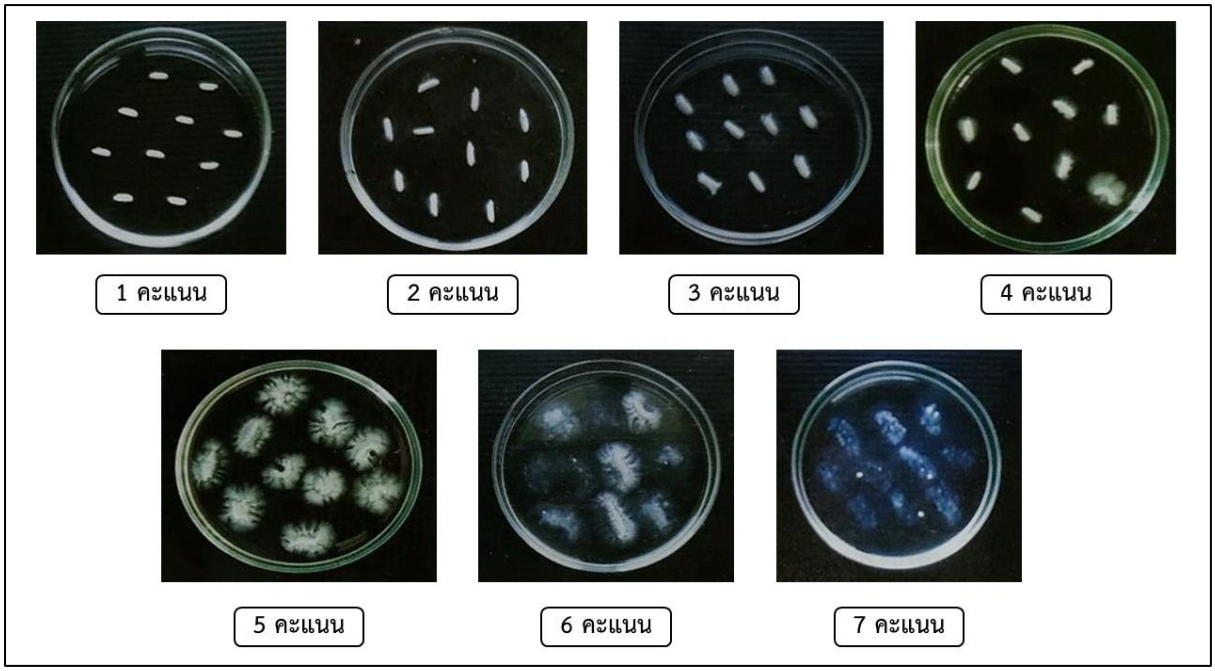
ข้าวหัก



5 การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (Alkaline test)

การวิเคราะห์การสลายเมล็ดข้าวในด่าง เป็นการประเมินอุณหภูมิที่ทำให้แป้งสุก และระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสข้าวในการบริโภค รวมไปถึงเพื่อตรวจสอบการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ คือ นำเมล็ดข้าวมาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (1.7% KOH) ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 23 ชั่วโมง หลังจากนั้นประเมินค่าการสะลายเมล็ดข้าวในด่างโดยการให้คะแนน 1-6 จากค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่างสามารถนำมาประเมินอุณหภูมิแป้งสุกและระยะเวลาการหุงต้มที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละสายพันธุ์ได้





ตารางการให้คะแนนระดับการสลายเมล็ดข้าวในด่าง

ระดับคะแนน	ลักษณะเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลงเลย
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือยาว และมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขุ่นขาว
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด และมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

ตารางการประเมินอุณหภูมิแป้งสุกและระยะเวลาหุงต้ม

ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระดับอุณหภูมิแป้งสุก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส, °C)	ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที)
1-3	สูง	>75	>24
4-5	ปานกลาง	70-74	16-24
6-7	ต่ำ	<65	12-16

6. คุณภาพการหุงต้ม (Cooking quality)

นอกจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของข้าวแล้ว คุณภาพการหุงต้มและการรับประทานก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เนื่องจากผู้บริโภคต้องนำข้าวสารมาหุงต้มก่อนรับประทาน ดังนั้น คุณภาพการหุงต้มจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (cooked-rice texture) จึงต้องพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างข้าวกับน้ำ รวมไปถึงระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม เพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสข้าวที่ดี ไม่แข็งหรืออ่อนนุ่มจนเกินไป โดยข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีอัตราส่วนและระยะเวลาในการหุงต้มแตกต่างกันไป ตัวอย่างอัตราส่วนและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหุงต้มข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ดังนี้

ตารางอัตราส่วนข้าวสารและน้ำและระยะเวลาการหุงต้มที่เหมาะสมสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวก่ำเจ้า มช. 107 ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวบาสมาติ ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 และข้าวญี่ปุ่น

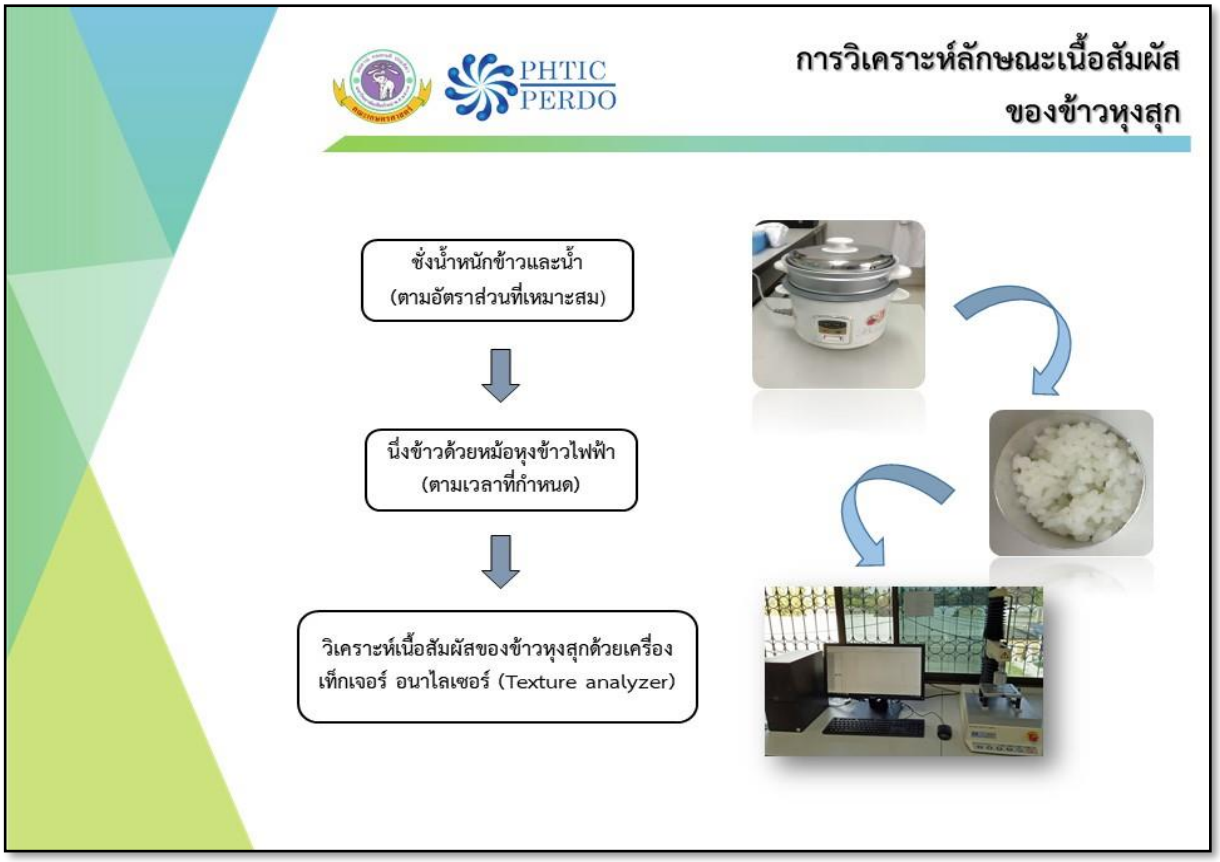
ชนิดข้าว	อัตราส่วนข้าว:น้ำ	เวลาหุงต้ม (นาที)
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	1:1.3	17
ข้าวก่ำเจ้า มช. 107	1:1.3	17
ข้าวก่ำดอยสะเก็ด	1:1.3	17
ข้าวบาสมาติ	1:1.5	17
ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1	1:1.1	25
ข้าวญี่ปุ่น	1:1.5	20

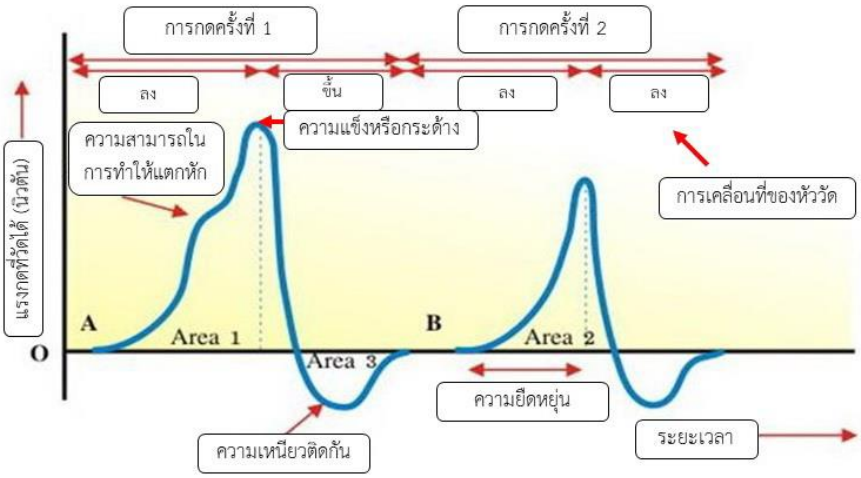
การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

ข้าวที่ผ่านกระบวนการหุงสุกแล้ว จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง เท็กเจอร์อนาไลเซอร์ (Texture analyzer) ซึ่งเป็นการวัดแรงต้านการเคลื่อนที่ของหัววัดที่กดลงไปบนเมล็ดข้าวหุงสุกจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งเป็นการจำลองสภาพการบดเคี้ยวของฟันผู้บริโภค และเนื้อสัมผัสที่วัดได้เป็นตัวเลข ในความแข็งกระด้าง ความเหนียว ความเหนียวติดกัน ความเกาะติดกัน และความยืดหยุ่น สำหรับใช้เป็นค่าในการเปรียบเทียบหรืออ้างอิงได้ ดังคำจำกัดความต่อไปนี้

ตารางคำจำกัดความของค่าวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture profile analysis)

ความแข็งหรือกระด้าง (Hardness)	ปริมาณแรงที่ต้องการใช้กดข้าวสุกลงไประหว่างฟันที่เคี้ยวครั้งแรก มีผลออกมาเป็นความนุ่ม (ความแข็งต่ำ) ความแข็งปานกลาง และความแข็งสูง
ความเหนียว (Stickiness)	แรงที่ใช้ในการดึงหัววัดออกจากตัวอย่างข้าวสุก
ความเหนียวติดกัน (Adhesiveness)	ปริมาณแรงที่ต้องการใช้แยกข้าวหุงสุกที่เหนียวติดปาก (ขณะรับประทาน) และติดภาชนะ มีผลออกมาเป็น ความร่วน (ความเหนียวติดกันต่ำ) จนถึงเหนียวติดกันสูง
ความเกาะติดกัน (Cohesiveness)	ปริมาณแรงภายในที่ทำให้ข้าวหุงสุกเกาะติดกันก่อนที่จะถูกตัดขาดจากกันด้วยการกด และกัดของฟันระหว่างฟันบนและฟันล่าง มีผลการวัดลักษณะเละแฉะ (ความเกาะติดกันต่ำ) นุ่ม (ความเกาะติดกันปานกลาง) เหนียวคล้ายหนัง (ความเกาะติดกันสูง) หรือ เปราะในข้าวหุงสุกที่แข็ง
ความยืดหยุ่น (Springiness)	ลักษณะข้าวหุงสุกที่ถูกฟันกดทับแล้วยืดหยุ่นกลับคืน มีผลการวัดจากความยืดหยุ่นต่ำ (เหนียวหนืดไหลได้) จนถึงความยืดหยุ่นสูง (เป็นยางยืดหยุ่น)
ความสามารถในการทำให้แตกหัก (Fracturability)	หมายถึง แรงในการกัดข้าวหุงสุกให้ขาด มีผลการวัดจากข้าวแข็งมากจนถึงข้าวเกาะกันมาก





กราฟแสดงการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง

7. การยอมรับของผู้บริโภค (Sensory evaluation)

การยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้วิธีการประเมินทางประสาทสัมผัส นำข้าวมาหุงให้สุกตามอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำและระยะเวลาที่เหมาะสมตามชนิดของข้าว แล้วจึงนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยสามารถกำหนดกลุ่มอายุของผู้ประเมิน เนื่องจากอายุเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัสและมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค นำผู้ประเมินมาผ่านการให้ความรู้ด้านคุณภาพของข้าวหุงสุกจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ราย มาทำการประเมินคุณภาพข้าวหุงสุกในด้านต่างๆ ได้แก่ กลิ่น (aroma) รสชาติ (taste) ความนุ่ม (tenderness) หรือความแข็งกระด้าง (hardness) ความเกาะตัวกัน (cohesiveness) หรือความเหนียวติดกัน (sickness) และลักษณะปรากฏ (appearance) ด้วยการตอบแบบสอบถามประเภท 5 Point – Hedonic scaling โดยการให้ระดับคะแนนระหว่าง 1-5 ซึ่ง 1 = ไม่ชอบ 2=ชอบน้อย 3=ชอบปานกลาง 4=ชอบมาก และ 5= ชอบมากที่สุด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภค

ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวหุงสุกพันธุ์..... วันที่.....

หน่วยงาน.....

.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ประเมิน

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ☐ 51 – 59 ปี ☐ 60 ปีขึ้นไป
3. การศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค (โปรดทำเครื่องหมาย / ตรงกับระดับความพึงพอใจตามความเป็นจริงมากที่สุด)

คุณภาพผลิตภัณฑ์	**คะแนน**					**เกณฑ์การให้คะแนน**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. ลักษณะปรากฏ						1 = ไม่ชอบ
2. กลิ่น (aroma)						2 = ชอบน้อย
3. รสชาติ (taste)						3 = ชอบปานกลาง
4. เนื้อสัมผัส						4 = ชอบมาก
4.1 ความนุ่ม						5 = ชอบมากที่สุด
4.2 ความแข็ง						
4.3 ความเหนียว						
5. ความชอบโดยรวม						

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนตามแบบ 5– Point Hedonic scaling

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 133 หน้า.

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=6-2.htm (17 สิงหาคม 2564)

พรพาชชื่น ชูเชิด ศิริพร เรียบร้อย คิม และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2561. การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในข้าวเหนียวดำ 6 สายพันธ์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี 7(2): 271-279.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. มาตรฐานสินค้าเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. ข้าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 306 หน้า.

Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology 28(1): 25–30.

Inamudin, A.M. 2012. Green Solvents I: Properties and Applications in Chemistry. 417 p.

Juliano, B.O., C.M. Perez, A.B. Blakeney, D.T. Castillo, N. Kongseree, B. Laignelet, E.T. Lapis, V.V.S. Murty, C.M. Paule and B.D. Webb. 1981. International cooperative testing on the amylose content of milled rice. Starch/ Staerke 33(5):157-162.

Kjeldahl, J. (1883) A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Zeitschrift für Analytische Chemie, (22): 366-382.

Little, R.R., G.B. Hilder, and E.H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry 35: 111–126.

Martin, M and M.A. Fitzgerald. 2002. Proteins in rice grains influence cooking properties. Journal of Cereal Science 36: 285-294.

Nielsen, S. 2003. Crude Fat Analysis. Food Analysis. 3th. 543 p.

Phaniendra, A., D.B. Jestadi and L. Periyasamy. 2015. Free radicals: properties, sources, targets and their implication in various diseases. Indian Journal of Clinical Biochemistry 30(1): 11-26.

Yadav, A., R. Kuma, A. Yadav, J.P. Mishra, S. Srivatva and S. Prabha. 2016. Antioxidant and its functions in human body -A Review. Research in Environment and Life Science 9(11): 1328-1331.