บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 คุณภาพข้าว

ในการผลิตข้าวนอกจากผลผลิตต่อไร่จะเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดรายได้ของเกษตรกร ปัจจัยสำคัญส่วนหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดราคาข้าวคือ คุณภาพข้าว ในวงการค้าข้าวมักคุ้นเคยกันดีกับคำว่าคุณภาพข้าว ซึ่งถูกใช้กันอยู่บ่อยๆในการกำหนดมาตรฐานการประเมินหรือตีราคาซื้อขาย โดยทั่วไปมักจะได้ยินเสมอๆว่าข้าวคุณภาพดีย่อมขายได้ราคาดีหรือคนส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวคุณภาพดี ซึ่งแท้จริงแล้วคำว่าคุณภาพข้าวนั้นมีความหมายครอบคลุมทั้งคุณสมบัติเมล็ดทางกายภาพและทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการหุงต้มรับประทานและอื่นๆซึ่งมีความสำคัญแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เช่นในการสีข้าวต้องการข้าวที่มีคุณภาพการสีดีได้ข้าวสารเต็มเมล็ดมากและได้ข้าวหักน้อย หรือทางด้านคุณภาพการหุงต้มรับประทาน และการแปรรูปข้าวสุกที่ได้อาจมีลักษณะแตกต่างกันตามความต้องการของผู้บริโภค เช่นข้าวสุกนุ่มและเหนียว ข้าวสุกไม่แข็งและข้าวสุกร่วน เป็นต้น เนื่องจากคุณภาพข้าวถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ได้แก่ การเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา ดังนั้นจึงควรมีการจัดการทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพข้าวไว้ได้นานๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหรือราคาข้าวให้สูงขึ้นได้

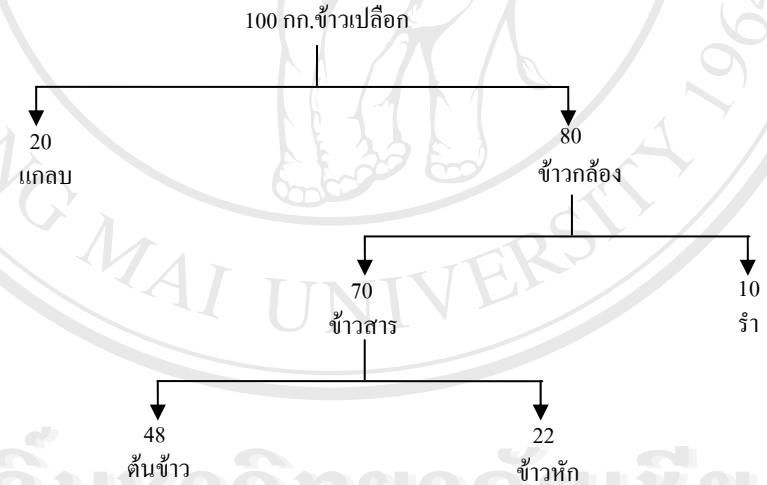
2.1.1. คุณภาพข้าวทางกายภาพ

การกำหนดมาตรฐานข้าวเพื่อการส่งออกของประเทศขายข้าวทั้งหลายทั่วโลกมักใช้คุณสมบัติเมล็ดทางกายภาพในการจำแนกเกรดของข้าวทุกชนิด เนื่องจากมีความชัดเจนและสามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว ทั้งนี้คุณภาพเมล็ดทางกายภาพนั้น หมายถึงคุณสมบัติของเมล็ดที่สามารถมองเห็นหรือชั่งตวงวัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด(grain weight) สีข้าวเปลือก(hull color) สีข้าวกล้อง(pericarp color) ขนาดและรูปร่างเมล็ด(grain dimension) ลักษณะท้องไข่(chalkiness) ความใสขุ่นของข้าวสาร(grain translucency)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแกร่งของเมล็ด(hardness) ความขาวของข้าวสาร(whiteness of milled rice) และคุณภาพการสี (milling quality) เป็นต้น

คุณภาพการสี เป็นคุณภาพทางกายภาพที่สำคัญส่วนหนึ่งในการกำหนดราคาของข้าวเช่นกัน ซึ่งจะใช้ประเมินคุณภาพข้าวในการซื้อขายได้จากปริมาณข้าวเต็มเมล็ด(whole grain) และต้นข้าว (head rice) โดยข้าวที่มีคุณภาพการสีดีเป็นข้าวที่เมื่อผ่านกระบวนการขัดสีแล้วได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง มีปริมาณข้าวหัก (broken rice) น้อย ในการสีข้าวจะเป็นการทำให้เปลือก รำ และ คัพภะออกจากเมล็ดข้าว โดยจะเริ่มจากการกะเทาะ (hulling) ทำให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเมล็ดจะได้แกลบและข้าวกล้อง จึงนำไปทำการขัดขาว (whitening) เพื่อทำให้รำหลุดจากเมล็ดข้าวกล้องจนกลายเป็นข้าวสาร ออกมาจากการสีข้าวดังกล่าวจะได้แกลบ 20-24% รำ 8-10% และส่วนที่เหลือคือข้าวสารประมาณ 68-70% ของข้าวเปลือก จากนั้นข้าวสารที่ได้จากการขัดขาวจะถูกนำไปคัดแยก (grading) เพื่อแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหักขนาดต่างๆออกจากกัน จะมีปริมาณมาก-น้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกก่อนสี (กัญญา, 2544) ดังแสดงในรูป 2.1



ที่มา: ดัดแปลงจากกัญญา (2544)

รูป 2.1 ส่วนประกอบต่างๆของข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หากข้าวเปลือกมีคุณภาพดีก็จะได้ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น(percentage of head rice) สูงและเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก (percentage of broken rice)น้อยซึ่งส่วนใหญ่เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจะอยู่ในช่วง 25-55% จึงมีบทบาทในการกำหนดคุณภาพการสีมากกว่าโดยข้าวหักมีราคาเพียงครึ่งหนึ่งหรือน้อยกว่าของข้าวเต็มเมล็ดหรือต้นข้าว (Siebenmorgen, 1994) และกัญญา (2544) ได้รายงานว่า คุณภาพการสีจะสูงหรือต่ำขึ้นกับลักษณะพันธุ์ สภาพแวดล้อม รวมถึงการจัดการดูแลรักษาทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพการสี ดังนี้

2.1.1.1 พันธุ์ข้าว คุณภาพการสีของข้าวจะแปรปรวนได้ตามลักษณะของพันธุ์ข้าว เช่น พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดยาวมาก และมีท้องไข่มาก จะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวต่ำ หรือพันธุ์ข้าวที่มีเปลือกบาง เปลือกสีอ่อน เมื่อนำไปสีจะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง เป็นต้น

2.1.1.2 การปฏิบัติดูแลก่อนเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว โดยคุณภาพการสีของข้าวจะสูงหรือต่ำจะขึ้นอยู่กับการร้าวของเมล็ดข้าว ซึ่งมีสาเหตุจากการปฏิบัติไม่ถูกต้อง(Francisco L. Tua, 1983) ได้แก่ การเก็บเกี่ยว โดยการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมก็จะทำให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพการสีสูง เนื่องจากการเก็บเกี่ยวข้าวช้าหรือเร็วเกินไปจะทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีต่ำ โดยข้าวที่แห้งแล้วได้รับความชื้นซ้ำ (rewetting) จากการที่เมล็ดเมื่อความชื้นลดลงหรือแห้ง เมล็ดจะหดตัว แต่เมื่อได้รับความชื้นอีกครั้งเมล็ดก็เกิดการขยายตัว ซึ่งการหดตัวและขยายตัวของเมล็ดสลับกันเช่นนี้ ทำให้เกิดการร้าวของเมล็ดข้าว อีกทั้งการเก็บเกี่ยวข้าวล่าช้า ข้าวได้รับความชื้นหรือเปียกฝน 1 ครั้งและ 2 ครั้ง ทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลง 25% และ 32% (Chung *et al.,* 1979) รวมถึงการลดความชื้นเมล็ด ซึ่งจะต้องลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมื่อนำไปสีจะทำให้ได้ข้าวมีคุณภาพการสีสูงและเก็บรักษาไว้ได้นาน เสื่อมคุณภาพช้า ซึ่งในการลดความชื้นต้องทำให้ข้าวแห้งอย่างสม่ำเสมอ และไม่ควรลดความชื้นเมล็ดจนต่ำเกินไปจะทำให้ข้าวเกิดการร้าวของเมล็ดได้ ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องกับกระบวนการขัดสีข้าว Francisco L. Tua (1983) แนะนำว่า ความชื้นเมล็ดที่เหมาะสมในการสีข้าวคือ 13-14% แต่จากการศึกษาเบื้องต้นของบุญส่ง (2532) พบว่าหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวในระยะพลับพลึง นวดและลดความชื้น โดยการตากแดดให้เมล็ดเหลือความชื้นระดับต่างๆ การสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่ำ (9-10%) เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจะสูงกว่าการสีข้าวที่มีความชื้นสูงขึ้น (ตาราง 2.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 คุณภาพการสีจากข้าวเปลือกที่ระดับเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่างๆกันของข้าว 3 พันธุ์

ความชื้นเมล็ดก่อนสี	คุณภาพการสี (%)		
(%)	ขาวดอกมะลิ105	กข1	กข27
9-10	57.51	62.60	58.52
11-12	52.24	59.62	51.08
13-14	35.44	52.88	48.86
15-16	23.46	51.34	46.32
17-18	13.80	33.32	19.96

ที่มา : บุญส่ง (2532)

นอกจากนี้ คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดอีกส่วนหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดมาตรฐานข้าวก็คือ ความขาวของข้าวสาร ซึ่งจำแนกโดยชั้นของการสีซึ่งจะเป็นตัวกำหนดชั้นของข้าว (กัญญา, 2544) เช่น ข้าว 100% จะต้องมีชั้นของการสีดีพิเศษ ซึ่งหมายถึง การสีเอาสิ่งต่างๆออกหมดไม่มีรำอยู่เลยจนข้าวมีลักษณะใสงามเป็นพิเศษ หรือข้าว 45% จะมีชั้นของการสีเป็นสีธรรมดา หมายถึง การสีที่ไม่เต็มที่ สีขาวปานกลาง ซึ่งข้าวสารอาจจะมีความขาวต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระดับการสี องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดข้าว ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือก เป็นต้น ในส่วนของความแข็งของเมล็ดก็เป็นคุณภาพส่วนหนึ่งซึ่งแสดงถึงความทนทานต่อแรงต่างๆที่กระทำกับเมล็ด เช่น การสีข้าว โดยเมล็ดข้าวที่มีความแข็งน้อยก็จะทำให้เกิดรอยร้าวและนำไปสู่การแตกหักของเมล็ดได้ง่ายเมื่อผ่านกระบวนการสี ปัจจัยสำคัญส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการแตกร้าวของเมล็ดคือ ความชื้นของเมล็ด โดยการสีข้าวที่ความชื้นของเมล็ดต่ำเกินไป เมล็ดจะเกิดรอยร้าวหรือแตกร้าวภายในเมล็ดขึ้น ทำให้เมล็ดแตกหักมากและส่งผลให้คุณภาพการสีต่ำลง ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดโดยไม่จำเป็น(Araullo *et al.,* 1976) และจากการศึกษาของ Rhind (1962) พบว่า บางครั้งเมล็ดข้าวจะเกิดรอยร้าวขึ้นในเมล็ดอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งจะเกิดจากการดูด-คายน้ำของเมล็ดกับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่อยู่ในแปลง ซึ่งรอยแตกร้าวที่มีอยู่ก่อนนี้จะสร้างความเสียหายให้เมล็ดข้าวมากขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2. คุณภาพข้าวทางเคมีกายภาพ

คุณภาพการหุงต้มและรับประทานของข้าว เป็นคุณภาพที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อ ทั้งนี้เพราะความชอบของแต่ละคนแตกต่างกัน คุณภาพการหุงต้มและรับประทานนี้สามารถคาดคะเนได้จากคุณสมบัติของเมล็ดทางเคมีกายภาพของข้าวโดยข้าวแต่ละพันธุ์จะมีคุณภาพหุงต้มและรับประทานต่างกัน เนื่องจากในส่วนของเอนโดเสปิร์ม (endosperm) มีแป้งอยู่เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณ 90% โดยน้ำหนักแห้ง (Henry and Kettlewell, 1996) ซึ่งการที่ข้าวมีแป้งมากถึงขนาดนี้ แป้งจึงมีบทบาทสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกหรือข้าวสวยมีคุณภาพแตกต่างกัน ในส่วนของแป้งข้าวนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ อมิโลส(Amylose) และอมิโลเปคติน(Amylopectin) โดยทั้งสองชนิดนี้เมื่ออยู่ในเมล็ดข้าวสารจะอยู่ปะปนกันไปในปริมาณที่แตกต่างกัน และสัดส่วนของแป้งทั้งสองก็จะต่างกันไปตามพันธุ์ข้าวเช่นกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ทำให้ข้าวพันธุ์ต่างๆมีคุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

2.1.2.1 ปริมาณอมิโลส (Apparent amylase content) เนื่องจากในแป้งข้าวจะมีสัดส่วนของอมิโลสและอมิโลเปคตินที่ต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งประเภทของข้าวโดยใช้สัดส่วนของแป้งเป็นหลักแต่เนื่องจากในการวิเคราะห์แป้งข้าวนิยมตรวจเฉพาะปริมาณของอมิโลส ดังนั้นจึงแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลสได้และเมื่อเอ่ยถึงเปอร์เซ็นต์อมิโลสจึงมักมีความหมายว่าส่วนที่เหลือของแป้งเป็นอมิโลเปคติน อัตราส่วนระหว่างอมิโลสกับอมิโลเปคตินจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพและเนื้อสัมผัสของข้าวสุก เช่นแป้งข้าวเหนียวมีอมิโลเปคตินสูง หรือมีอมิโลสปนอยู่เพียงเล็กน้อย ข้าวสุกจึงเหนียว แต่ในแป้งข้าวเจ้ามีอมิโลสอยู่ประมาณ 10-34% ข้าวสุกจึงมักร่วนและแข็งกว่าแป้งข้าวเหนียว จะเห็นว่าปริมาณอมิโลสจึงเป็นสาเหตุทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้นและข้าวนุ่มน้อยลงด้วย (Perdon *et al.,* 1999) ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการคืนตัว(Retrogradation) ของอมิโลสที่สุกแล้ว โดยข้าวที่มีอมิโลสสูงในขณะหุงต้มจะดูดน้ำและขยายตัวได้มากกว่าข้าวอมิโลสต่ำ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการหุงต้มจึงมีส่วนสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก เช่นข้าวอมิโลสต่ำจะต้องการน้ำน้อยในการหุงต้มซึ่งจะทำให้ได้ข้าวที่สวยร่วนฟู แต่สำหรับข้าวอมิโลสสูงถ้าใส่น้ำในปริมาณเดียวกับข้าวอมิโลสต่ำก็จะได้ข้าวสวยที่แข็งกระด้างมาก ดังนั้นการหุงต้มข้าวอมิโลสสูงจึงต้องการน้ำมาก เมื่อสุกแล้วจะได้ข้าวสวยร่วนฟูไม่เหนียวติดกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวอมิโลสสูงจะมีการขยายปริมาตรของข้าวสุกมากหรือขึ้นหม้อดีกว่าข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อมิโลสต่ำ ซึ่งถ้าน้ำมากข้าวสวยจะมีลักษณะเหนียวเกาะติดกันเป็นก้อนและไม่ขึ้นหม้อ(งามชื่น, 2545) อย่างไรก็ตามได้มีการจัดแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลสดังตาราง 2.2 ในการวิเคราะห์หาปริมาณอมิโลส สามารถวิเคราะห์จากปฏิกิริยาทางเคมีของแป้งโดยอมิโลสเมื่อทำปฏิกิริยากับไอโอดีนจะได้สารละลายสีน้ำเงิน ซึ่งสามารถหาปริมาณอมิโลสในแป้งได้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 610 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน(Juliano, 1985)โดยสีของสารละลายแป้งนี้จะสามารถแยกข้าวเจ้าและข้าวเหนียวได้ ซึ่งแป้งข้าวเหนียวจะย้อมได้สีน้ำตาลแดง ส่วนแป้งข้าวเจ้าเป็นสีน้ำเงินเข้ม

ตาราง 2.2 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมิโลสในข้าวขาว

ประเภทข้าว	ปริมาณอมิโลส (%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0 – 2	เหนียวมาก
ข้าวอมิโลสต่ำ	10 – 19	เหนียว นุ่ม
ข้าวอมิโลสปานกลาง	20 – 25	ค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
ข้าวอมิโลสสูง	26 - 34	ร่วน แข็ง

ที่มา : Anonymous (1976)

2.1.2.2 ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) สามารถใช้คาดคะเนคุณสมบัติของข้าวสุกได้ โดยการทดสอบความแข็งของแป้งสุก(Cagampang, Perez and Juliano, 1973) ซึ่งสามารถทดสอบจากการอ่านระยะทางแป้งไหลไปเมื่อวางในแนวราบมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร(มม.) จึงมีการแบ่งข้าวตามลักษณะนี้เป็น 3 ประเภท ดังตาราง 2.3 โดยข้าวที่มีค่าความคงตัวของแป้งสุกอ่อนเมื่อหุงเป็นข้าวสวยจะได้ข้าวที่แข็งกระด้างน้อยกว่าข้าวที่มีค่าความคงตัวแป้งสุกแข็ง อย่างไรก็ตามในการพิจารณาคุณภาพข้าวเจ้าโดยใช้ความคงตัวแป้งสุกนั้น จะต้องพิจารณาบนพื้นฐานของข้าวที่มีปริมาณอมิโลสอยู่ในประเภทเดียวกัน เนื่องจากในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอมิโลสใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะข้าวที่มีอมิโลสสูงอาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับปฏิกิริยาการคืนตัวของแป้งสุกเมื่อทำให้เย็นจะทำให้แป้งแข็งตัวและมีผลต่อความนุ่มของข้าวสุก ซึ่งจะทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน(Buttery, Juliano and Purnbaugh, 1983) และจากรายงานของ Juliano (1985) พบว่าผู้บริโภคจะนิยมบริโภคข้าวที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณอมิโลสสูง อุณหภูมิแป้งสุกระดับปานกลางและค่าความคงตัวแป้งสุกอ่อนมากกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำและค่าความคงตัวแป้งสุกแข็ง ดังนั้นค่าความคงตัวของแป้งสุกจึงสามารถใช้คาดคะเนคุณสมบัติของข้าวสุกควบคู่ไปกับปริมาณอมิโลสได้ นอกจากนี้การเก็บรักษาข้าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความคงตัวของแป้งสุกด้วย ซึ่งจากการศึกษาของ Perez and Juliano (1981)พบว่า การเก็บรักษาข้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวในช่วง 1-4 เดือนแรกจะทำให้แป้งข้าวมีความคงตัวของแป้งสุกแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในปีเดียวกัน จากการเก็บรักษาข้าวเปลือกพันธุ์ IR32 พบว่าค่าความคงตัวแป้งสุกของข้าวหลังการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 92 มม. เมื่อเก็บรักษานาน 14 เดือนค่าความคงตัวแป้งสุกของข้าวเปลือกลดลงเป็น 81 มม. แต่สำหรับข้าวสารค่าความคงตัวแป้งสุกจะลดลงถึง 44-46 มม. แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาข้าวสารค่าความคงตัวแป้งสุกจะลดลงมากกว่าการเก็บรักษาข้าวเปลือก

ตาราง 2.3 การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวแป้งสุก

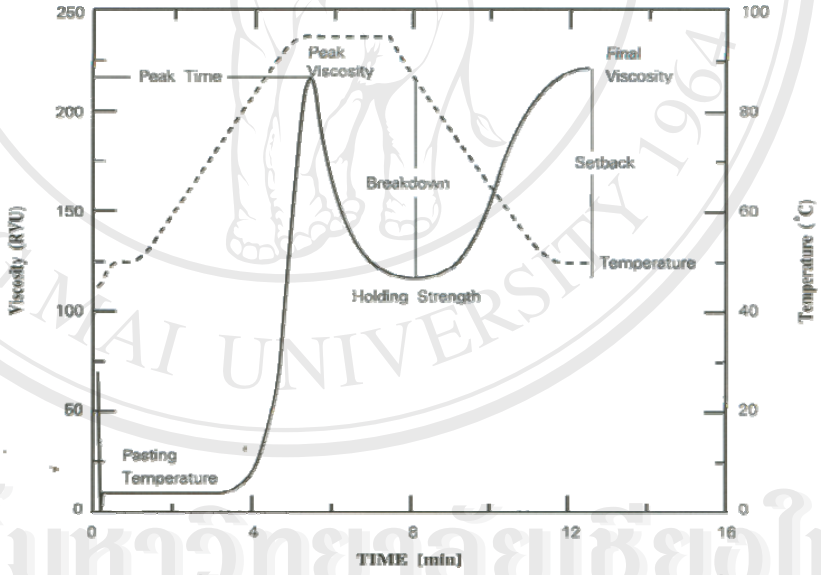
ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งสุกไหล (มม.)
แป้งสุกแข็ง	26 – 40
แป้งสุกปานกลาง	41 – 60
แป้งสุกอ่อน	61 - 100

ที่มา : Cagampang, Perez and Juliano (1973)

2.1.2.3 ความหนืดของแป้ง (Viscosity) คุณสมบัติทางด้านความหนืดของแป้งสุกเป็นคุณสมบัติสำคัญของแป้งเมื่อได้รับความร้อนและมีการกวนหรือคนอย่างสม่ำเสมอจากอุณหภูมิ 50°C ไปถึง 95°C และคงที่ที่ 95°C เป็นเวลา 2.5 นาที จึงลดอุณหภูมิลงเป็น 50°C อีกครั้ง โดยทั่วไป โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) จำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ในขณะอยู่ในน้ำเย็นแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย (Leach *et al.*, 1959) แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง ทำให้เม็ดแป้งสามารถดูดซึมน้ำและพองตัวได้มากขึ้น น้ำที่อยู่รอบๆเม็ดแป้งจะเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้น ทำให้เกิดความหนืด ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดเจลาทิไนเซชัน(gelatinization) และอุณหภูมิที่ทำให้สารเริ่มเกิดเจลาทิไนซ์นี้เรียกว่า อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนค่าความหนืด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Pasting temperature) จากนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่ ซึ่งจะเป็นจุดที่มีความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ณ จุดนี้อัตราการพองตัวจะสมดุลกับอัตราการแตกตัว และเมื่อเพิ่มความร้อนต่อไปและมีการกวนอย่างต่อเนื่อง เม็ดแป้งจะยิ่งพองมากขึ้นจนทำให้โครงสร้างภายในแตกออก โมเลกุลของอมิโลสขนาดเล็กจะกระจัดกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง และเมื่อลดอุณหภูมิลงโมเลกุลอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลซึ่งโครงสร้างใหม่นี้สามารถอุ้มน้ำแต่จะไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีกทำให้มีความหนืดคงตัวมากขึ้น ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation)หรือการคืนตัว(Setback) (Smith, 1979) การวัดจากเครื่องวิเคราะห์ความหนืดอย่างรวดเร็ว (Rapid Visco Analyzer, RVA) ดังแสดงในรูป 2.2 (Newport Scientific Pty, Ltd., 1995)



รูป2.2 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

โดยค่าสำคัญที่จะนำมาพิจารณา ได้แก่ อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนความหนืด (Pasting temperature) ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95°C (Holding strength) ความแตกต่างของ Peak viscosity และHolding strength (Breakdown) ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) ผลต่างของ Peak viscosity และ Final viscosity (Setback) และผลต่างของ Final viscosity และHolding strength

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(Setback from trough) ทั้งนี้ ค่า Breakdown จะอธิบายถึงความทนทานของเม็ดแป้งต่อการกวน และค่า Setback จะอธิบายการคืนตัวของแป้งสุกที่เย็นลงและทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความหนืดสูงสุด ได้แก่ การเก็บรักษาข้าว ปริมาณโปรตีนและอมิโลส ซึ่งปริมาณอมิโลสก็มีส่วนสำคัญต่อความหนืด กล่าวคือขนาดเมล็ดแป้งที่ใหญ่มีกำลังพองตัวสูงและให้ความหนืดสูงสุด(Peak viscosity)สูง ปริมาณอะมิโลสจะมีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ถ้าแป้งชนิดใดมีปริมาณอะมิโลสสูงย่อมแสดงค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดจะมีอัตราการคืนตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณอมิโลสจึงมีความสำคัญต่อการคืนตัวของแป้ง (Setback)เช่นกัน โดยแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะเกิดการคืนตัวได้มากและเร็วกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำซึ่งหากเปรียบเทียบระหว่างแป้งข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงด้วยกัน แป้งข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดอ่อนจะมีค่า Peak viscosity และค่า Setback ต่ำกว่าแป้งที่มีความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดแข็ง

2.2 ผลของความชื้นขณะเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพการสี

ระยะเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับคุณภาพข้าว เนื่องจากเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวในระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดจะทำให้ได้ผลผลิตสูงและผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี โดยเฉพาะคุณภาพการสี ซึ่งการเก็บเกี่ยวข้าวที่ความชื้นสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้ข้าวมีคุณภาพการสีต่ำ โดยข้าวที่เก็บเกี่ยวในขณะที่เมล็ดยังเขียวความชื้นในเมล็ดยังสูง การสร้างแป้งยังไม่แน่นเต็มเมล็ด เมื่อนำไปสีจะทำให้ข้าวหักป่นผสมไปกับส่วนของรำ แกลบ และข้าวหัก ทำให้ได้เนื้อของข้าวสารในส่วนของข้าวเต็มเมล็ดหรือต้นข้าวน้อยและข้าวหักมาก (Wright and Warnock, 1983) อีกทั้งความชื้นสูงจะเกิดความเสียหายง่ายและรวดเร็วในขณะเก็บรักษา ในทำนองเดียวกัน ถ้าเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ความชื้นต่ำ ข้าวจะร่วงหล่นเสียหายมากขณะเก็บเกี่ยว เนื่องจากข้าวแห้งกรอบ ซึ่งถูกปล่อยทิ้งไว้ในนาเมล็ดจะถูกแสงแดดในตอนกลางวัน และรับความชื้นจากน้ำค้างในตอนกลางคืนสลับกันเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดรอยร้าวขึ้นในเมล็ด เมื่อนำไปสีข้าวจะหักมาก และข้าวเต็มเมล็ดหรือต้นข้าวน้อย จากการศึกษาของ Steffe *et al.* (1980) พบว่า ก่อนการเก็บเกี่ยวจะมีการปล่อยน้ำออกจากแปลงซึ่งความชื้นของเมล็ดจะประมาณ 40-50% wb และจากนั้นความชื้นของเมล็ดจะลดลงประมาณ 1% wb ต่อวัน ในสภาพอากาศที่ร้อนและแห้ง แต่ในช่วงอากาศเย็นมีเมฆมาก ความชื้นของเมล็ดที่ 20-25% wb จะลดลงประมาณ 0.5% wb ต่อวัน ซึ่งความชื้นจากฝนหรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำค้างนี้เองจะทำให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้น โดยตามทฤษฎีระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดถึงจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity : PM) ซึ่งประมาณ 21-25 วัน หลังการผสมเกสร แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้เพราะ ณ จุดนี้ความชื้นของเมล็ดยังสูงประมาณ 28-30%(wb) ดังนั้นจึงยืดระยะเวลาเก็บเกี่ยวออกไปอีกให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 20-26% จึงเก็บเกี่ยว จากการทดลองของ Ojha (2002) พบว่าการเก็บเกี่ยวข้าวที่อายุเก็บเกี่ยว 28-36 วันหลังดอกบานเป็นระยะที่ข้าวเจริญเต็มที่เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวหรือที่เรียกว่าเป็น ระยะOptimum-maturity เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจึงสูง อีกทั้งจากการศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสมของกิติยา และคณะ (2530) พบว่า ระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าวที่เหมาะสมที่สุด คือนับจากวันออกดอกของข้าวไปแล้วประมาณ 28 วัน ความชื้นของข้าวในระยะนี้จะมีประมาณ 22 % (ตาราง 2.4) ซึ่งระยะนี้ลักษณะรวงข้าวจะโน้มลง เมล็ดในรวงจะมีสีฟางหรือเหลือง โคนรวงอาจมีเมล็ดเขียวบ้างเล็กน้อย ใบโดยเฉพาะใบธงยังมีสีเขียวอยู่ ระยะเวลาดังกล่าวนี้เมล็ดจะสุกแก่พอเหมาะ การเก็บเกี่ยวในระยะนี้จะได้น้ำหนักเมล็ดสูง ข้าวปริมาณมากและมีคุณภาพการสีดี

ตาราง 2.4 ความชื้น ผลผลิต ข้าวเต็มเมล็ด และอายุการเก็บรักษาเป็นเมล็ดพันธุ์ของข้าว กข23 ที่เก็บเกี่ยวระยะเวลาต่างๆกัน 5 ระยะ

อายุเก็บเกี่ยวนับจากวันออกดอก (วัน)	ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว (% wb.)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (%)	อายุการเก็บรักษาเป็นเมล็ดพันธุ์ (เดือน)
21	27.66	698.4	36.80	9
28	17.24	629.7	27.34	9
35	17.24	629.7	27.34	7
42	16.65	611.6	24.04	7
49	16.57	645.2	19.58	5

ที่มา : กิติยา และคณะ (2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

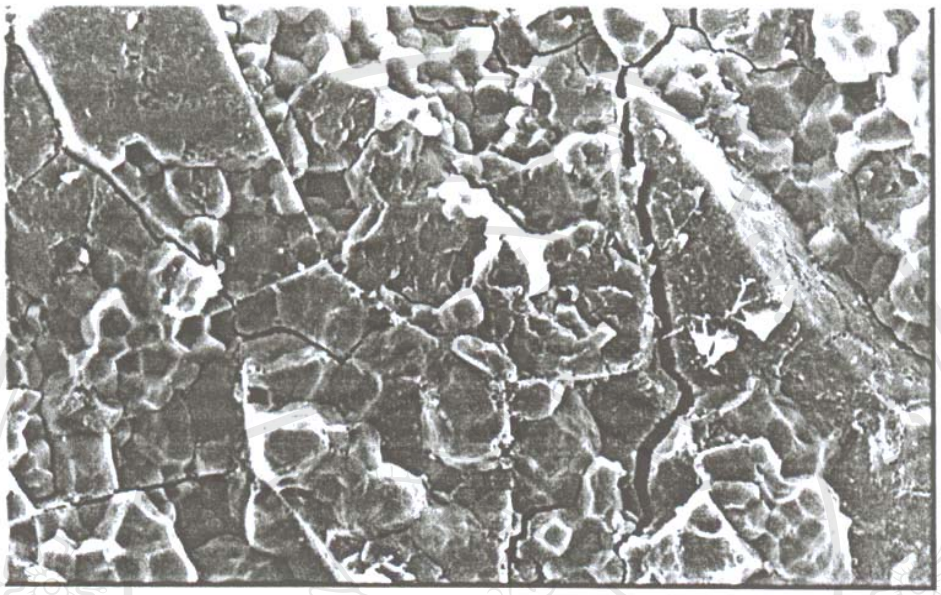
จากการทดลองของวิสุณี (2546) พบว่า อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อยู่ในช่วงอายุเก็บเกี่ยว 28-34 วันหลังดอกบาน 75% จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและผลผลิตสูง แต่ถ้าเก็บเกี่ยวเร็วที่อายุเก็บเกี่ยว 25 วันหลังดอกบาน จะมีจำนวนเมล็ดเขียวและเมล็ดลีบอยู่สูงมากรวมถึงจำนวนเมล็ดต่อรวง เนื่องจากเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ยังไม่ถึงระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาทำให้เมล็ดข้าวยังไม่พัฒนาเต็มที่ เช่นเดียวกันถ้าเก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปที่อายุเก็บเกี่ยว 37 วัน ก็จะทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นและผลผลิตต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวินิตและคณะ (2542) พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ ควรทำการเก็บเกี่ยวข้าวเมื่ออายุอยู่ในช่วง 25-35 วันหลังออกดอก ซึ่งจะลดการสูญเสียทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ แต่ถ้าเก็บเกี่ยวก่อนหรือหลังช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้การสูญเสียรวมเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณวันละ 0.36% โดยถ้าเก็บเกี่ยวก่อนช่วงเวลาดังกล่าวเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจะลดลงวันละ 0.38% และหากเก็บเกี่ยวหลังจะลดลงวันละ 0.47% การเก็บเกี่ยวข้าวที่เมล็ดมีความชื้นประมาณ 22-26% เมล็ดจะสุกแก่พอเหมาะแก่การเก็บเกี่ยว ซึ่งการเก็บเกี่ยวระยะนี้จะได้น้ำหนักเมล็ดสูง ข้าวมีปริมาณมากและคุณภาพการสีดี (Berrio and Cucvas, 1989) และจากการศึกษาของ Ali *et al.* (1993) ซึ่งศึกษาถึงคุณภาพข้าวเมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ต่างๆกัน พบว่าเมื่อเก็บเกี่ยวที่ความชื้น 20-23% จะได้คุณภาพการสีสูงที่สุด แต่เมื่อเก็บเกี่ยวล่าออกไปปล่อยให้ความชื้นในเมล็ดลดลง จะทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดลงด้วย แต่อย่างไรก็ตามหลังการเก็บเกี่ยวจะต้องมีการลดความชื้นของเมล็ดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาคือประมาณ 13-14% wb จะเป็นการลดอัตราการหายใจของเมล็ด ช่วยลดการผลิตสารพิษและเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งในการเก็บรักษาเมล็ดพืชที่ความชื้นต่ำนี้จะทำให้คุณภาพการสีข้าวดีรวมถึงยังคงคุณภาพข้าวให้ดีขึ้นด้วย (Hall, 1970)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

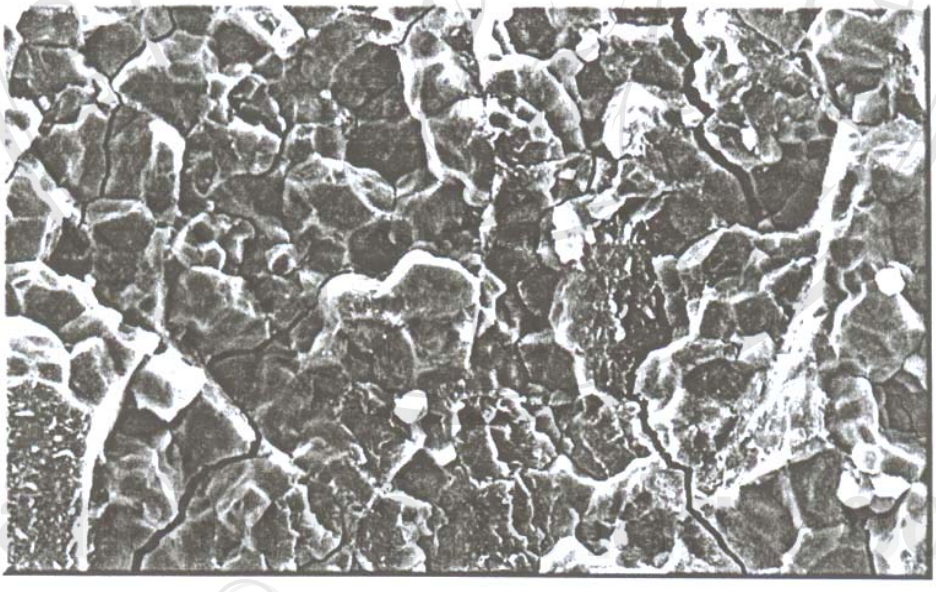
2.3 ผลของโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มีต่อคุณภาพข้าว

จากงานทดลองของ ศักดาและคณะ (2539) พบว่า การฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ให้แก่ต้นข้าวในอัตราความเข้มข้นต่ำ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (percent head rice) สูงขึ้นมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการพ่นสารประมาณ 5-12 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่อรวงของข้าวที่ได้ลดลง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ต้นข้าวสามารถดูดซึมและสะสมโพแทสเซียมไอโอไดด์ไว้ในเมล็ดข้าวได้ และทำให้ผลผลิตของข้าวมีคุณภาพการสีสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของแขสุมาลย์ (2543) ซึ่งพบว่า การฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ อัตรา 0.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง ที่ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle initiation) และหลังระยะกำเนิดช่อดอก 1 สัปดาห์ สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ทางใบให้แก่ต้นข้าวเป็นการทำให้ต้นข้าวสามารถดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและไอโอดีน แล้วสะสมไว้ในเมล็ดข้าวได้รวดเร็วและมากขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ไอโอดีนและเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในเมล็ดข้าวกล้องเพิ่มขึ้นตามการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ อีกทั้งยังทำให้เมล็ดข้าวมีความแข็งเพิ่มขึ้นทั้งเมล็ดข้าวสารและข้าวกล้องด้วย ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากการทดลองของ ศักดิ์ดาและคณะ (2544)ในปีถัดมาได้ว่า แป้งในเมล็ดข้าวก่อนการเก็บเกี่ยวปกติจะมีการขยายและหดตัวในรอบวัน ทำให้เกิดรอยร้าวในโครงสร้างของแป้งมาก การสีจึงส่งผลให้เกิดการแตกของเมล็ดข้าวสาร แต่เมื่อต้นข้าวได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์จะผลิตเมล็ดที่มีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าเมล็ดข้าวที่ได้จากต้นข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นสาร จึงตั้งสมมติฐานที่ว่า ธาตุไอโอดีนที่เพิ่มขึ้นในแป้งข้าวที่เมล็ดสามารถไปจับกับโมเลกุลของแป้ง ส่งผลให้การขยายและหดตัวของแป้งข้าวในเมล็ด อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นในรอบวันลดลง ทำให้มีรอยแตกร้าวของแป้งน้อยลง การสีจึงทำให้เมล็ดเต็มหรือต้นข้าวมากขึ้น โดยจากรูป 2.3 (ศักดิ์ดาและคณะ, 2544) เป็นภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะเห็นได้ว่า ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์จะมีการจับตัวเป็นเม็ดแป้งขนาดใหญ่จำนวนมาก แต่มีส่วนของแป้งที่อัดแน่นรวมทั้งเกิดรอยแตกน้อยกว่าวิธีการไม่ฉีดพ่นสาร ซึ่งแป้งที่อัดตัวจะเป็นเม็ดแป้งขนาดเล็กที่อัดตัวแน่นมากและเกิดรอยแตกมากเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ก). ไม่ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดด์



ข). ฉีดพ่นสารประกอบโปตัสเซียมไอโอไดด์ 0.2g%KI

รูป 2.3 เปรียบเทียบภาพตัดตามยาวข้าวขาวดอกมะลิ105 กำลังขยาย 1000 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ จากการทดลองของ ศักดิ์ดาและคณะ(2544) ซึ่งศึกษาผลของอัตราและความถี่ของการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ต่อผลผลิต คุณภาพการสี และคุณภาพทางโภชนาการของข้าว พบว่า อัตราและความถี่ของการพ่นไม่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต แต่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและความแข็งของเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น ส่วนผลที่มีต่อคุณภาพทางโภชนาการนั้นพบว่า ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์มีเปอร์เซ็นต์ไอโอดีนเพิ่มขึ้น และนอกจากนั้นยังพบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ว่าเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นถึง 0.85% แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์จะไม่ได้เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการ แต่ก็ไม่ทำให้เป็นพิษต่อต้นข้าว นอกจากจะทำให้เกิดอาการใบเหลืองเล็กน้อย และปรากฏอาการเพียง 3-4 วันเท่านั้น แต่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบในทางลบใดๆต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว ดังนั้นการศึกษาผลของสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มีต่อคุณภาพการสี จึงเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าข้าวให้สูงขึ้นต่อไปได้

2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเมล็ดในระหว่างเก็บรักษา

ภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกจากแปลงนา ข้าวเปลือกที่ได้จะผ่านขั้นตอนต่างๆทางการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะถูกลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยไม่เกิน 14% จึงจะสามารถนำมาเก็บรักษาในยุ้งฉางได้(งามชื่น, 2539) ในระหว่างที่เก็บรักษาจะยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องจากเมล็ดข้าวเป็นเมล็ดที่ยังมีชีวิต ขบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดยังคงดำเนินอยู่ เช่น กระบวนการหายใจ โดยการหายใจของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความชื้นของเมล็ด ยิ่งเมล็ดมีความชื้นสูงยิ่งทำให้อัตราการหายใจของเมล็ดสูงขึ้น ทำให้อาหารที่สะสมไว้ในเมล็ดจะถูกนำมาย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นพลังงานและความร้อน น้ำหนักของเมล็ดจะลดลงและมีการเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าว เช่น เกิดข้าวเหลืองขึ้น Quitco (1981) พบว่า ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 20-25% เมื่อเก็บรักษาไว้เพียง 3 อาทิตย์ จะเกิดเมล็ดเหลืองขึ้นแต่ถ้าลดความชื้นลงเหลือ 15-16% จะเกิดเมล็ดเหลืองขึ้นหลังเก็บรักษานาน 6 เดือน และจากผลการทดลองของ Indudhara Swamy *et al.* (1971) พบว่าการเก็บรักษาข้าวเปลือกในสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง จะทำให้สีของเมล็ดข้าวสารเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนสีของเอนโดสเปิร์มเป็นสีเหลืองหรือปนน้ำตาล ซึ่งจะทำให้เกิดข้าวเหลืองและจากการศึกษาของอรอนงค์ (2536) ซึ่งพบว่าการเสื่อมคุณภาพของข้าวเปลือกมีสาเหตุจากกระบวนการหายใจของเมล็ดจึงก่อให้เกิดความร้อนและไอน้ำเป็นจำนวนมากจนอุณหภูมิภายในกองข้าวเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ 60°C ทำให้โมเลกุลแป้งและน้ำตาลเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองปนน้ำตาลเรียกว่า “ข้าวฟันหนู”

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กลายเป็นข้าวสารคุณภาพต่ำไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ตลอดจนการเกิดไอน้ำเป็นสภาวะที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพได้ง่ายจากการเจริญเติบโตของแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นสาบ (วินิต และคณะ, 2538)

อย่างไรก็ตาม ในระยะเวลา 3-4 เดือนหลังเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น เนื่องจากเอนโดสเปิร์มจะแกร่งขึ้นทำให้คุณภาพการสีดีขึ้น หากเมล็ดไม่ถูกแมลงทำลายในระหว่างการเก็บรักษา และจากการศึกษาของ Kondo and Okamura (1937) พบว่าความแข็งของข้าวกล้องต่อการแตกหักและแรงบดจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยความแข็งนี้จะช่วยเพิ่มความทนทานต่อแรงต่างๆในกระบวนการสีซึ่งจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3-6 เดือน (Perez and Juliano, 1982) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวจะเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง โปรตีน และไขมัน (งามชื่น, 2545) ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลต่อคุณสมบัติการหุงต้มของเมล็ดและข้าวสุกในระหว่างการเก็บรักษากล่าวคือ ข้าวสุกจะแข็งร่วนมากขึ้นหรือเหนียวติดกันน้อยลงและมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวมได้มากขึ้นหรือขึ้นหม้อดีขึ้น (ละมุล, 2541) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าวมีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลให้มีความคงตัวและละลายน้ำได้น้อยลง เมล็ดข้าวจะดูดน้ำได้มากขึ้นโดยไม่แตกตัว มีผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่ และเมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pushpamma and Reddy (1979) พบว่า ข้าวเก่าจะใช้เวลาในการหุงต้มนานขึ้น โดยข้าวเก่าที่เก็บรักษามาแล้ว 6 เดือนจะใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวใหม่ 4-6 นาที อีกทั้งความคงตัวแป้งสุกของข้าวเก่าจะแข็งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวที่มีความคงตัวแป้งสุกอยู่ระดับปานกลาง (Perez and Juliano, 1981) และความหนืดของแป้งก็จะเพิ่มขึ้น หลังจากเก็บรักษาแล้ว 3-4 เดือน (IRRI, 1968) ดังตาราง 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

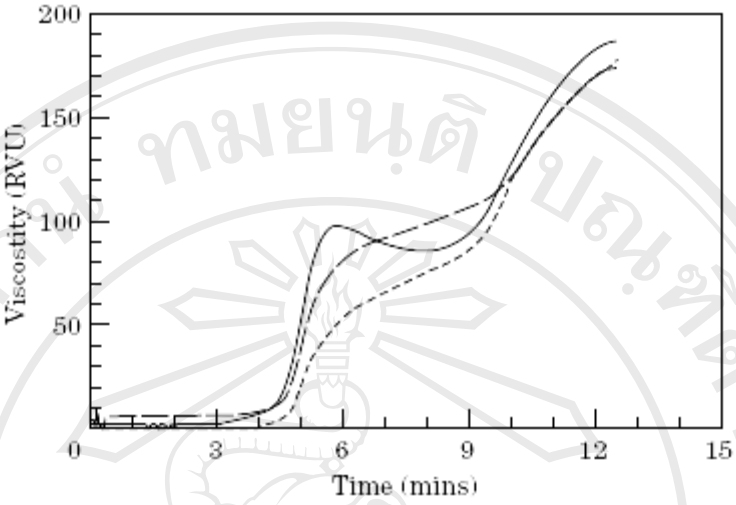
ตาราง 2.5 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวสารเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28°C

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ความแข็งของข้าวสุก (กิโลกรัม)	ความคงตัวของแป้งสุก (มิลลิเมตร)	ความหนืดของแป้งจากเครื่อง Amylograph (BU)		
			ความหนืดสูงสุด	จุดสุดท้ายที่ 94°C	ทำให้เย็นที่ 50°C
0	7.4	65	541	359	703
1	7.5	60	592	379	750
2	8.4	54	620	400	793
3	8.8	53	652	440	820
4	8.8	52	649	426	835
5	8.6	50	678	441	851
6	8.4	56	...	...	...

ที่มา : Perez and Juliano (1982)

จากรายงานของ Indudhara Swamy *et al.* (1978) พบว่า ความหนืดของแป้งที่ค่า Peak viscosity และ Setback จะเพิ่มขึ้นในช่วง 6 เดือนแรกของการเก็บรักษา แต่ค่าดังกล่าวนี้จะค่อยๆลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเก็บรักษาต่อมาอีก 3 ปี ทั้งการเก็บรักษาข้าวเปลือกและข้าวสาร และจากการศึกษาของ Zhou *et al.* (2001) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 12 เดือนโดยเปรียบเทียบผลจากการอ่านกราฟ RVA พบว่าการเก็บรักษาเป็นเวลาสั้นๆ(น้อยกว่า 4 เดือน) ค่า Peak viscosity จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ค่า Final viscosity จะเพิ่มขึ้น และถ้าเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น (7 เดือนขึ้นไป) ค่า Peak viscosity จะลดลง แต่ค่า Final viscosity จะลดลงเกือบเท่ากับข้าวก่อนเก็บรักษา และพบว่าค่า Breakdown จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในรูป 2.4 (Zhou *et al.*,2001) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดแป้ง ซึ่งการเพิ่มของค่า Peak viscosity จะแสดงให้เห็นถึง ข้าวที่เก็บรักษาจะเกิดการยับยั้งการพองตัวของเม็ดแป้งมากกว่าข้าวที่เพิ่งเก็บเกี่ยว และการลดลงของค่า Breakdown ก็จะบอกถึงข้าวที่ผ่านการเก็บรักษา การแตกตัวของเม็ดแป้งเมื่อหุงต้มจะลดลง(Noomhorm *et al.,* 1997) ซึ่งจะมีผลต่อความนุ่มและระยะเวลาหุงต้มของข้าวสุก ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.4 เปรียบเทียบกราฟ RVA ของข้าวที่เก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 37°C
ข้าวก่อนเก็บรักษา(_____), เก็บรักษา 7 เดือน (- - - - -), เก็บรักษา 12 เดือน (.....)

ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บ เช่น สภาพอุณหภูมิสูงจะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงให้เร็วขึ้น หากข้าวมีความชื้นสูงจะช่วยเร่งกลิ่นเหม็นสาบเร็วขึ้น สีข้าวจะคล้ำมากขึ้น นอกจากนี้ที่ความชื้นสูงมากๆ ยังช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดข้าวเปลือกเจริญเติบโตได้ดี ทำให้ข้าวเสีย เปลี่ยนเป็นสีดำมีกลิ่นอับของเชื้อรา โดยทั่วไปการเสื่อมคุณภาพของข้าวเปลือกมักจะไม่ได้เกิดจากตัวพันธุ์ข้าว เนื่องจากพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์มีคุณภาพเมล็ดดี แต่ปัญหามักเกิดจากความชื้นของข้าวสูงมาก ความชื้นของผลผลิตก่อนเก็บรักษาจึงต้องต่ำ ส่วนจะต่ำแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต วัตถุประสงค์ของการเก็บ ระยะเวลาเก็บรักษา และวิธีการที่ใช้เก็บ แต่โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 13-14 % สำหรับเมล็ดธัญพืชและไม่เกิน 8-9 % สำหรับเมล็ดพืชน้ำมัน (ไพฑูรย์, 2544) ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวให้มีคุณภาพดีจึงควรระมัดระวังตั้งแต่ขณะเก็บเกี่ยวจนถึงการเก็บรักษาให้เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved