# บทที่ 2

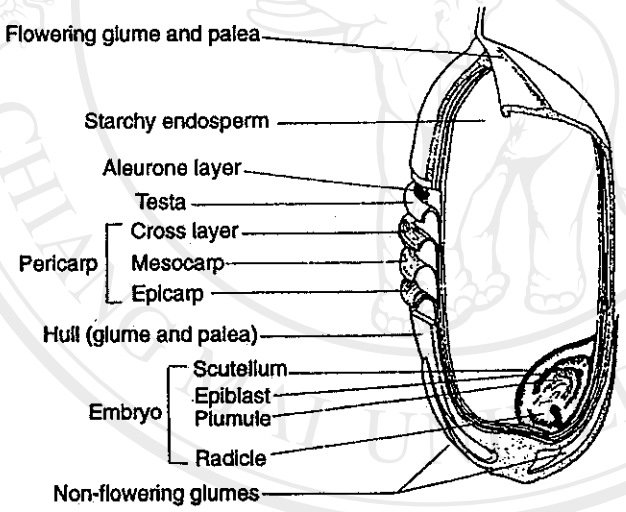
## ตรวจเอกสาร

### องค์ประกอบของเมล็ดข้าว

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (Semi-aqualic glass plant) ใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ใน genus *Oryza sativa* L. ซึ่งถือกำเนิดแถบทวีปเอเชียและ *Oryza glaberrima* Stend. ซึ่งมีถิ่นกำเนิดแถบทวีปอัฟริกา แต่ข้าวที่รู้จักและยอมรับกันอย่างกว้างขวาง รวมทั้งที่ปลูกในประเทศไทย คือ *Oryza sativa* L. (Juliano *et al.*, 1990)

### โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ประกอบด้วย (แสดงดังภาพที่ 1)




**ภาพที่1** โครงสร้างของเมล็ดข้าว (Henry and Kttlewell, 1996)

**1.เปลือกแข็งหุ้มเมล็ดหรือแกลบ (Hull)**

เป็นส่วนที่อยู่ด้านนอกห่อหุ้มเมล็ดเอาไว้ ภายในประกอบด้วย essd coat , nucellus, endosperm and embryo ด้านนอกประกอบด้วย palea และ lemma เปลือกหุ้มเมล็ดมี ลิกนิน (lignified) สูงและเปราะ มีน้ำหนักประมาณ 20% ของน้ำหนักข้าวกล้อง (Juliano, 1972)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.เปลือกหุ้มผล (pericarp)**

เป็นส่วนที่อยู่รอบเมล็ด ซึ่ง pericarp จะพัฒนาไปเป็น ovary wall (Bechtel and Pomeranz,1980) ผนังของเปลือกหุ้มผลมีความหนา 10 μm มีองค์ประกอบเคมีเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้าง เช่น เซลูโลส ฮีมิเซลูโลส นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ (Hoseney, 1994)

**3.เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat)**

เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) จะอยู่ในชั้นถัดจาก pericarp มีความหนา 0.5 μm เซลล์ชั้นในมีสารให้สีอยู่ด้วย ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นชั้นที่อุดมด้วยไขมัน จึงมีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำไม่ให้เข้าสู่เนื้อเมล็ด (Hoseney, 1994)

**4.ชั้นเนื้อโปร่งใส (nucellus)**

อยู่ถัดกับชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด มีลักษณะโปร่งใส และยังประกอบด้วยสารให้สีเช่นเดียวกับในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด

**5.ชั้นแอลิวโซน หรือเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurane layer)**

ประกอบด้วยโปรตีน ฮีมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ชั้นแอลิวโซนเป็นชั้นที่สำคัญเพราะอุดมไปด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่นโปรตีน และไขมัน และยังอุดมไปด้วยวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1(thaimin) วิตามินบี 2 (riboflavin) และวิตามินบี 3 (niacin) ซึ่งพบในชั้นนี้มากกว่าในส่วนอื่น

**6.คัพภะ (embryo)**

เป็นส่วนที่เจริญเป็นต้นอ่อนของเมล็ด ส่วนนี้มีสารอาหาร แร่ธาตุ และวิตามินเพื่อการเจริญเติบโต สารอาหารที่มีมากคือ โปรตีนและไขมัน ส่วนวิตามินที่มีมาก คือ วิตามินบี และวิตามินอี

**7.เนื้อเมล็ด (endosperm)**

แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ติดกับชั้นแอลิวโรน (subaleurone layer) เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีขนาดเล็กรูปลูกบาศก์ ส่วนที่อยู่ถัดไปเป็นเซลล์เนื้อเมล็ด (inner endosperm) เซลล์เหล่านี้จะมีผนังเซลล์บาง ส่วนของผนังเซลล์ซึ่งถือเป็นกำแพงห่อหุ้มเซลล์เนื้อเมล็ดนี้ แทบจะไม่มีเซลลูโลสอยู่เลย ส่วนภายในเมล็ดจะประกอบด้วยสารอาหารและโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ สารอาหารที่เกิดในผนังเซลล์ของเนื้อเมล็ดจะอยู่รวมกันภายในเมล็ดสตาร์ช (starch grannule) ซึ่งเมล็ดสตาร์ชของข้าวจะมีขนาดเล็กมาก ลักษณะเม็ดส่วนใหญ่จะรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม (compound granule) แต่ก็พบรวมอยู่กับเมล็ดเดียวบ้าง โปรตีนที่พบในเนื้อเมล็ดจะอยู่รวมกับเมล็ดสตาร์ชโดยเกาะรวมกันเป็นรูปร่างกลม (protein bodies) ซึ่งพบอยู่ในชั้นติดกับชั้นแอลิวโรนเป็นส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**เมล็ดข้าวสาร (milled rice)** คือ เมล็ดข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือก และขัดขาวแยกเอาส่วนที่เป็นเปลือกข้าว (แกลบ ) และรำข้าวออก จึงได้เมล็ดข้าวสารที่เป็นสีข้าวและนำไปทำการหุงต้มเพื่อบริโภคหรือแปรรูปเป็นวัตถุดิบในขั้นตอนอุตสาหกรรมต่อ โดยทั่วไปหลังจากการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสารจะไม่นำไปบริโภคทันทีแต่จะเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย ซึ่งในระหว่างที่เก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่ายนั้น คุณภาพบางประการอาจจะดีขึ้น เช่น ข้าวสารที่เก็บไว้เป็นเวลานานข้าวจะหุงขึ้นหม้อหรือเรียกกว่า ข้าวเก่า ซึ่งมีสาเหตุมาจากอมิโลสในเมล็ดข้าวมีความสัมพันธ์กับคุณภาพในการหุงต้มและการบริโภค กล่าวคือ เมล็ดข้าวที่มีปริมาณ amylose สูง เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดข้าวสุกจะแข็งกว่าข้าวที่มีปริมาณ amylose ต่ำ (ประพาส,2526) เพราะปริมาณอมิโลสมีผลต่อการดูดซับน้ำในระหว่างการหุงต้ม ข้าวที่มีอมิโลสสูงจะทำให้การดูดซับน้ำช้ากว่าข้าวที่มีอมิโลสและใช้น้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวที่มีอมิโลสต่ำ ในทางตรงกันข้ามการเก็บรักษาเป็นเวลานาน ความหอมของข้าวจะลดลง เช่น ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีความหอมเป็นลักษณะเด่นประจำพันธุ์ (เอกกมล, 2540) พบว่า คุณภาพของข้าวสารด้านความหอมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน (พัสกร, 2546) มีรายงานว่า ในเมล็ดข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีองค์ประกอบทางเคมี คือ มีปริมาณอมิโลสต่ำสุดร้อยละ 12.4 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นซึ่งมีปริมาณ อมิโลสดังนี้ พันธุ์ปทุมธานี 60 มีร้อยละ 28.1 เหลืองประทิว123 มีร้อยละ 27.6 และชัยนาท 1 มีร้อยละ 27.4 ซึ่งจัดว่ามีปริมาณอมิโลสสูง ส่วนปริมาณไขมันข้าวสารพันธุ์หอมมะลิ 105 มีปริมาณไขมัน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.60 – 0.65 (ไชยรัตน์และคณะ, 2543)

งามชื่น (2545) รายงานว่า

**สตาร์ช(strach) หรือ แป้งข้าว** สามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ

**1.อมัยโลเปกติน (amylopectin)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลกลูโคส (glucose) จำนวนมาก และมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันแบบเป็นกิ่งก้านสาขา (branched chain) เมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะเป็นสีน้ำตาลแดง (red brown) เมื่อทำให้สุก (gelatinized) ในน้ำเดือดจะค่อนข้างคงสภาพเดิมไว้นาน และเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวสุกเหนียวติดกัน

**2.อมิโลส (amylose)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมากเช่นกัน แต่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแนวยาว (linear chain) เมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะมีสีน้ำเงิน เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือดและทำให้เย็นจะเกิดกระบวนการคืนตัวเป็นของแข็ง (retrogradation) ขึ้นทำให้ความสามารถในการละลายลดลง และมีผลทำให้ข้าวสุกร่วนและแข็งกระด้างมากขึ้น ในแป้งข้าวจะมีอมิโลสเป็นส่วนรอง โดยอยู่ปะปนกับอมัยโลเปกติน

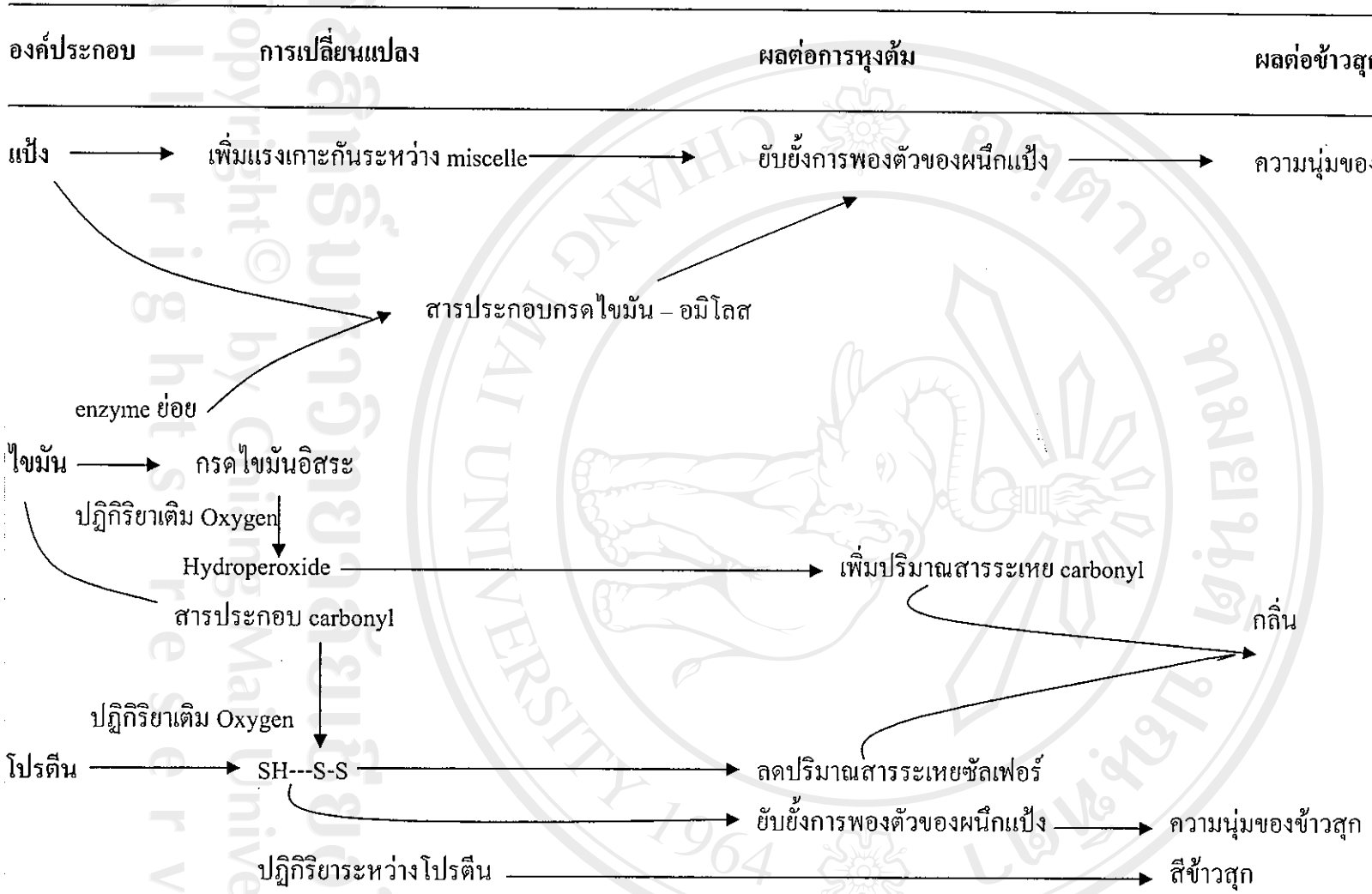
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษา**

หลังการเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยเฉพาะในระยะเวลา 3 – 4 เดือน หลังเก็บเกี่ยว เอนโดสเปิร์มจะแกร่งขึ้นทำให้คุณภาพการสีดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากขบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน (ภาพที่ 2) การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษานั้น ขึ้นอยู่กับสภาพการเก็บรักษาและพันธุ์ข้าว คุณภาพของข้าวที่เปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับความชื้น, อุณหภูมิในการเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาข้าวเป็นเวลานาน พบว่า เมล็ดข้าวมีอมิโลสเพิ่มขึ้น มีผลต่อคุณภาพการหุงต้ม การดูดซับน้ำใช้เวลานานขึ้น ข้าวแข็งและหุงขึ้นหม้อ แต่เมื่อเก็บรักษาข้าวเป็นเวลานานเปอร์เซ็นต์ไขมันจะลดลง เนื่องจากเกิด oxidation ทำให้เกิดไขมันอิสระ เกิดกลิ่นเหม็นสาบ ส่วนโปรตีนพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.2 ขบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา ( Maritaka and Yasumatsu, 1972)




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ผลของการลดความชื้นที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสาร**

ในขั้นตอนการลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนการเก็บรักษานั้น พบว่า อุณหภูมิของการอบแห้งมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพืชหลังการอบ การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปมักทำให้คุณภาพของเมล็ดพืชลดลง (สมชาติ, 2540) ข้าวก็เป็นเมล็ดพืชชนิดหนึ่ง ก่อนจะเป็นเมล็ดข้าวสารต้องผ่านการขัดสีก่อนแล้วจึงผ่านขั้นตอนการลดความชื้น ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงในการลดความชื้นจะมีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าวในระยะยาวทั้งด้านกายภาพและด้านเคมี กล่าวคือ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงในการลดความชื้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นหักเพิ่มขึ้น (Bala, 1997) ปริมาณสารหอมของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ลดลงอีกด้วย (Sugunya, 2003)

Daniels *et al.*(1998) รายงานว่า การเก็บรักษาข้าวสารพันธุ์ Cypree Kaybonnel และ Bengal ที่มาจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิของการลดความชื้นด้วยอุณหภูมิ 43.3 °C และ 60 °C รวมทั้งความชื้นและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันนั้น พบว่า ความชื้นและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น การดูดซับน้ำ การขยายตัวของเมล็ดและความหนืด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา การลดความชื้นด้วยอุณหภูมิ 43.3 °C จะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมากกว่าการลดความชื้นที่อุณหภูมิ 60 °C เพราะการใช้อุณหภูมิสูงในการลดความชื้นจะมีผลทำให้เมล็ดข้าวหักง่าย ส่วนความชื้นในการเก็บรักษานั้นมีผลต่ออายุการเก็บรักษา กล่าวคือ ความชื้นต่ำในการเก็บรักษาคุณภาพข้าวจะดีกว่าความชื้นสูงในการเก็บรักษา เพราะความชื้นสูงในการเก็บรักษาจะพบโรคและแมลงมากกว่า

Sugunya *et al.* (2003) รายงานว่า ผลของการลดความชื้นด้วยวิธีต่างๆ คือ ใช้ลมแห้ง 30 °C และ 40 °C ลมร้อน 40 °C , 50 °C และ 70 °C และตากแดด หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษา 10 เดือน พบว่า เมื่อเวลาในการเก็บนานขึ้น ปริมาณสารหอม 2-Acetyl-l-pyrroline (2AP) ลดลงทุกกรรมวิธีการลดความชื้น เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของกรรมวิธีการลดความชื้นด้วยลมร้อน 70 °C มีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการลดความชื้นแบบอื่น วิธีการลดความชื้นและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความขาวของข้าวสาร

บุญมี และคณะ (2546) รายงานว่า การใช้เครื่องลดความชื้นชนิดลมแห้งและการลดความชื้นชนิดลมร้อน (อุณหภูมิ 40 และ 50 °C) ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและดรรชนีความขาวมากกว่าการใช้เครื่องลดความชื้นชนิดลมร้อน (อุณหภูมิ 70 °C) และวิธีการตากแดด เมื่อเก็บรักษาข้าวเปลือกไว้นานมากขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวและดรรชนีความขาวลดลงทุกวิธีการลดความชื้นและดรรชนีความขาวมากกว่าการลดความชื้นด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 70 °C และวิธีการตากแดด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดข้าวสาร**

การเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่ายนั้นก็มีผลต่อคุณภาพข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษา โดยข้าวสารที่เก็บรักษาเป็นเวลานานจะมีผลต่อคุณภาพด้านเคมี และกายภาพ ซึ่งพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดข้าวระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานาน เพลงพิณ (2541) รายงานว่า การเก็บรักษาข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เพื่อรอการจำหน่ายหรือรอรับประทานนั้นมีผลต่อคุณภาพข้าวในด้านเคมีและด้านกายภาพ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน พบว่า การเก็บรักษาข้าวสารในถุงพลาสติก polyethylene นั้น อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์อมิโลส กล่าวคือ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 25 °C และ 37°C ปริมาณอมิโลสไม่มีความแตกต่างกัน และพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ความคงตัวแป้งสุกเพิ่มขึ้น

Qing (2000) รายงานว่า ในการเก็บรักษาข้าวพันธุ์ Della เป็นเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 5 °C และ 35 °C พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอมิโลส แต่พบว่า สารหอม 2-Acetyl-l-pyrroline (2AP) ลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้ง 2 อุณหภูมิ การคืนตัวของแป้ง ความแข็ง และคุณภาพการหุงต้มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C อุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่สามารถทำให้ความหอมของข้าวคงอยู่ได้นาน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาช้ากว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง

พัสกร (2545) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม2-Acetyl-l-pyrroline (2AP) จากการเก็บรักษาข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 10 15 °C และอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 °C) เป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งบรรจุในถังสังกะสีปิดสนิทรูปทรงกระบอก หุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว มีอากาศเย็นไหลผ่านเข้าทางด้านล่างของถัง พบว่า ข้าวเปลือกที่เก็บที่อุณหภูมิ 10 °C และอุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2-Acetyl-l-pyrroline (2AP) เช่นเดียวกับข้าวเปลือกที่เก็บที่อุณหภูมิ 15 °C คือ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 เดือน ปริมาณสารหอมจะลดลงทุกอุณหภูมิของการเก็บรักษา และไม่มีรายงานว่าปริมาณสารหอม 2-Acetyl-l-pyrroline (2AP) จะเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเก็บที่อุณหภูมิใดก็ตาม

Chrastil (1990) รายงานว่า การเก็บรักษาข้าวมีผลทำให้โปรตีนและแป้งไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา มีการละลายของโปรตีนลดลง โดยเฉพาะการเก็บที่อุณหภูมิสูงมีผลทำให้น้ำหนักโมเลกุล (oryzenin) เพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำหนักโมเลกุลของ amylose ลดลง แต่น้ำหนักโมเลกุลของ amylopectin เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณสมบัติข้าวสาร**

การบรรจุภัณฑ์ (Packaging) หมายถึง การบรรจุห่อเพื่อรอการขนส่งและจำหน่าย ความรู้ที่ได้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ต้องใช้ความรู้หลายๆสาขามาประยุกต์ใช้ เช่น บรรจุภัณฑ์อาหารต้องใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีอาหารเฉพาะทาง เช่น อาหารที่เป็นแป้ง อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำเป็นต้น เพื่อวิเคราะห์การเกิดปฏิกริยาระหว่างอาหารและบรรจุภัณฑ์ พร้อมทั้งศึกษาวิธีการถนอมอาหารให้ได้ตามกำหนดเวลาที่ต้องการ นอกจากนี้การกำหนดอายุของอาหารยังต้องใช้ความรู้ทางด้านการตลาด และการขนส่ง เพื่อประเมินเวลาที่สินค้าอาหารจะอยู่ในตลาดและสามารถบริโภคได้หมดก่อนอาหารจะแปลงสภาพจนบริโภคไม่ได้

พลาสติก เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่นิยมกันมากตามท้องตลาด คุณสมบัติของพลาสติก คือ มีน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง สามารถต่อต้านการทำลายของแบคทีเรีย และเชื้อรา มีคุณสมบัติหลายอย่างที่สามารถเลือกใช้ในงานที่เหมาะสม พลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีอยู่หลายประเภท การศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภท มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เลือกใช้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์

การบรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่จะช่วยรักษาคุณภาพอาหารซึ่งอาจทำให้เปลี่ยนแปลงไปโดยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์หลักที่จัดว่าสำคัญมาก คือ การยืดอายุการเก็บของอาหารให้ยาวนานขึ้น และสามารถรักษาคุณภาพของอาหารให้คงอยู่จนกระทั่งบริโภคหมด ในแง่ของการขนส่งออก จำเป็นอย่างยิ่งที่บรรจุภัณฑ์ช่วยรักษาคุณภาพของความหอมและรสชาติ ความอร่อยจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีผลผลิตทางด้านเกษตรมากมาย การส่งออกอาหารจากการแปรรูปผลผลิตเกษตรจะนำซึ่งเงินตราเข้าประเทศ แต่ต้องได้มาตรฐานของการบรรจุภัณฑ์ด้วย

การบรรจุภัณฑ์พลาสติก ที่นิยมใช้ในท้องตลาด คือ ถุง polyethylene เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก สืบเนื่องมาจาก polyethylene ผลิตจากกระบวนการโพลิเมอไรเซชั่น (polymerisation) ของก๊าซเอธิลีน (Ethylene) ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงโดยอยู่ในสภาวะปราศจากตัวเร่งปฏิกริยาโลหะ (Metal Catalyst) (ปุ่นและสมพร,2541) ส่วนถุง nylon laminate เป็นถุงพลาสติกที่มีคุณสมบัติเหนียว เหมาะสำหรับใช้ในการบรรจุก๊าซเท่านั้น

สืบศักดิ์ (2547) อธิบายถึงคุณสมบัติถุงพลาสติกดังนี้

**1.ฟิล์มโพลิเอทิลีน (PE)**

แบ่งตามความหนาแน่น ได้แก่ HDPE, MDPE, LDPE และ LLDPE มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- โปร่งใส ความหนาแน่นมากขึ้นจะมีความใสลดลง
- มีความเหนียวและยืดหยุ่นสูง นิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี
- ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ ความหนาแน่นมากขึ้นความสามารถก็มากขึ้นตาม
- ป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ต่ำ ความหนาแน่นมากขึ้นความสามารถก็มากขึ้นตาม
- มีความคงรูปที่ต่ำ ความหนาแน่นมากขึ้นความสามารถก็มากขึ้นตาม
- สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 122 – 155 องศา ความหนาแน่นเพิ่มความสามารถลดลง
- มีความปลอดภัยเมื่อใช้กับอาหาร
- อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 1895 มล./ม$^2$.บรรยากาศ.วัน ที่อุณหภูมิ 20 – 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 60 – 80 %
- อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 3.6 กรัม/ม$^2$.วัน ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %

**2.ฟิล์มโพลิเอไมด์ (PA)**

หรือ ไนลอน เป็นที่นิยมในการนำมาทำเป็นบรรจุภัณฑ์ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- โปร่งใส ทนต่อการขีดข่วนและการพับได้ดี
- มีความคงตัว ดูดซับน้ำได้ง่ายมาก
- เกิดการขุ่นมัวเมื่อเก็บรักษาไว้นาน
- ป้องกันการซึมผ่านน้ำ ไขมัน และน้ำมันได้ดีมาก
- ปิดผนึกโดยความร้อนได้ ที่อุณหภูมิ 130 – 180 องศา
- สามารถทนต่ออุณหภูมิที่เย็นจัดและร้อนจัดได้เป็นอย่างดี โดยจะทนได้ในช่วงอุณหภูมิ 160 ถึง –40 องศา
- ไม่นิยมใช้ PA เดี่ยวๆเนื่องจากตัวมันสามารถดูดน้ำได้ดี และต้องใช้อุณหภูมิที่สูงในการปิดผนึก จึงนิยมมาใช้ร่วมกับพลาสติกชนิดอื่นๆ
- ถุงไนลอน ชนิด (Ny 15 μm/PE 17 μm/PE film 70 μm) อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 36 มล./ม$^2$.บรรยากาศ.วัน ที่อุณหภูมิ 20 – 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 60 – 80 %
- อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 3.6 กรัม/ม$^2$.วัน ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %

ละมุล (2541) รายงานว่า ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่บรรจุในถุงพลาสติก polyethylene แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 25 และ 37 °C เป็นเวลา 7 เดือน พบว่า มีปริมาณกรดไขมันอิสระที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 25 °C สูงกว่าที่อุณหภูมิ 37 °C ค่าความคงตัวของเจลของข้าวกล้องมีค่าลดลงทั้งอุณหภูมิ 25 °C และ 37 °C

ภัทรพร (2540) รายงานว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงข้าวสารที่เก็บในถุง 4 ชนิด คือ ถุงพลาสติกสาน ถุงโพลีเอทิลีน ถุงไนลอน และถุงอะลูมิเนียมฟอส์ย เก็บในสภาพออกซิเจนต่ำ อุณหภูมิ 15 °C เป็นเวลานาน 6 เดือน พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความขาวของข้าวสาร อุณหภูมิแป้งสุก ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า สตร์ช และอมิโลส ในทุกสภาพการเก็บ แต่พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากในถุงพลาสติกสาน เมื่อระยะเวลาการเก็บนานเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายปริมาตรข้าวสุก ความหนืดสูงสุดของแป้งสุก ความคงตัวแป้งสุก ความแข็งของข้าวสุก และปริมาณเมล็ดเหลืองเพิ่มมากขึ้นทุกสภาพการเก็บรักษา พบปริมาณกรดไขมันอิสระมากที่สุดในข้าวสารที่เก็บในถุงพลาสติกสาน

งามชื่น (2539) รายงานว่า จากการศึกษาการบรรจุข้าวสารในลักษณะต่างๆ ดังนี้ 1) ถุงกระสอบพลาสติก 2) ถุง polyethylene ปิดผนึก 3) ถุง nylon laminate ปิดผนึก 4) ถุงไนลอนปิดผนึกสุญญากาศ 5) ถุงไนลอนพร้อมดูดออกซิเจนและปิดผนึกปกติ 6) ถุงอลูมินัมฟอยส์ชนิดประกบหลายชั้นปิดผนึก 7) ถุงอลูมินัมฟอยส์พร้อมสารดูดออกซิเจนและปิดผนึก 8)ถุงอลูมินัมฟอยส์ปิดผนึกสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 6 เดือน สามารถสรุปได้ว่า การบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศหรือการบรรจุพร้อมสารดูดออกซิเจน สามารถยับยั้งการพัฒนาของแมลงได้ ข้าวทุกภาชนะบรรจุมีปริมาณเมล็ดเหลืองเพิ่มขึ้น ข้าวที่บรรจุในถุงไนลอนธรรมดามีเมล็ดแหลืองสูงกว่าข้าวที่บรรรจุในถุงกระสอบพลาสติก การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าการบรรจุภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับการเกิดกลิ่นเหม็นสาบ เมื่อเก็บไว้นาน 6 เดือน กล่าวคือ ถุงกระสอบพลาสติกมีกลิ่นเหม็นสาบมากที่สุด ถุง polyetylene มีกลิ่นเหม็นสาบน้อยที่สุด ถุงไนลอนและถุงอลูมินัมฟอยส์ที่ปิดผนึกสุญญากาศไม่เกิดกลิ่นเหม็นสาบ ถุงที่บรรจุแบบสุญญากาศจะป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นสาบได้มากกว่าการบรรจุแบบอื่น ส่วนปริมาณกรดไขมันอิสระนั้นเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่พบว่าการเก็บรักษาที่ห้องเย็นจะมีการพัฒนากรดไขมันอิสระช้ากว่าห้องปกติ การบรรจุภัณฑ์แบบถุงกระสอบพลาสติก เกิดการพัฒนากรดไขมันอิสระเร็วกว่าการบรรจุภัณฑ์แบบอื่น จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเก็บรักษาในสภาพห้องเย็นที่ 15 °C และบรรจุแบบสุญญากาศ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อคุณภาพทางด้านเคมีน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

Hodges (1995) รายงานว่า การเก็บรักษาข้าวสารด้วยวิธีการบรรจุก๊าซ $CO_2$ พบว่า ปริมาณ $CO_2$ ลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน ถุงที่บรรจุก๊าซ $CO_2$ จะไม่พบแมลง และความขาวของข้าวจะลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Iwasaki and Tanai (1967) รายงานว่า ข้าวที่เก็บรักษาไว้ในสภาพ $N_2$ และ $CO_2$ เป็นเวลา 1 ปี นั้นพบว่า กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ว่าสาเหตุที่เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง เนื่องมาจากไขมันถูก oxidation หรือเสื่อมสภาพเป็นกรดไขมันอิสระจึงมีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved