

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กลิ่นข้าวหอม

กลิ่นข้าวหอมเกิดจากสาร 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งเป็นสารระเหยหลักในการให้ความหอมในข้าวเป็นกลิ่นจำเพาะในข้าวหอมที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคแต่มีปริมาณน้อย ต่อมาได้มีรายงานทางด้านวิทยาศาสตร์พบว่าสารสกัดจากใบเตยมีลักษณะโครงสร้างของ 2-acetyl-1-pyrroline คล้ายคลึงกับที่พบในข้าวหอม และมีอยู่ในปริมาณที่สูง

Buttery และคณะ (1982) ได้ทดสอบหาสาร 2-acetyl-1-pyrroline ที่พบในข้าว (*Oryza sativa L.*) 7 สายพันธุ์ พบว่าสารที่นี้ทำให้ข้าวสุกมีกลิ่นหอม และยังพบมากถึงร้อยละ 8 ของน้ำมันหอมระเหยจากข้าวหอมบาสมาดิ ส่วนข้าวธรรมดา(พันธุ์ Calrose)พบน้อยกว่าร้อยละ 1

Buttery และคณะ (1983) ได้ทดลองหาปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline ในข้าวสารและข้าวกล้องของพันธุ์ข้าวหอม และข้าวธรรมดาที่หุงสุกแล้ว พบว่าข้าวหอมแต่ละพันธุ์มีปริมาณสารนี้แตกต่างกันคือ มีปริมาณตั้งแต่ 0.04-0.09 ส่วนในล้านส่วน ส่วนข้าวธรรมดามีปริมาณน้อยกว่า 0.008 ส่วนในล้านส่วน และในข้าวกล้องยังมีปริมาณสารนี้มากกว่าข้าวสาร

Chakraborty และ Patel (1989) ได้นำข้าวในระยะแตกกอ และเริ่มสร้างเมล็ด มาสกัดหาปริมาณสารระเหยคาร์บอนิล พบว่าพันธุ์ข้าวหอมจะมีปริมาณสารคาร์บอนิลมากกว่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวที่ไม่หอมปริมาณของสารระเหยคาร์บอนิลที่ได้จากใบ จึงน่าจะเป็นกรณีในการวัดความหอมของข้าวได้

ขนิษฐา ชนะภัย (2538) ศึกษาสารหอมระเหยจากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการกลั่นแบบไอน้ำ แล้วสกัดแบบต่อเนื่องในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนการวิเคราะห์สารหอมระเหยใช้วิธีแก๊สโครมาโทกราฟี ตัวตรวจชนิด Flame ionization (FID) พบว่าเมล็ดข้าวกล้องมีชนิดและปริมาณสารหอมระเหยมากกว่าเมล็ดข้าวสารและข้าวเปลือกตามลำดับ องค์ประกอบของสารหอมระเหยในเมล็ดข้าวกล้องที่วิจัยได้โดยแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ ได้แก่ อัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ ไฮโดรคาร์บอน คีโตน สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก เอสเทอร์ กรดคาร์บอกซิลิก

Buttery และคณะ (1983) ได้วิเคราะห์หาสารระเหยในใบเตยและเมล็ดข้าวพบว่า 2-acetyl-1-pyrroline เป็นสารระเหยหลักที่พบในใบเตย มีปริมาณถึง 1.0 ส่วนในล้านส่วน ของ น้ำหนักใบแห้ง ซึ่งมีมากเป็น 10 เท่าของพันธุ์ข้าวหอม ได้นำใบเตยมาใช้ในการหุงต้มข้าวธรรมดา เพื่อให้กลิ่นคล้ายกับข้าวหอม

อรอนงค์ นัยกุล (2540) ได้ทดลองหาวิธีเตรียมตัวอย่างข้าว และสารละลายในการสกัด เพื่อให้สามารถวิเคราะห์กลิ่นหอมเป็นปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline และกลิ่นไม่หอมที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ hexanal พบว่า ข้าวหอมพันธุ์ต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคนิยมซื้อและที่นักปรับปรุงพันธุ์ทำการทดลอง คือ ข้าวหอมมะลิ (Jasmine rice) ข้าวบาสมาดิ (Basmati) และข้าวหอมอื่น ๆ ทั้งที่เป็นข้าว กว๊องและข้าวสาร มีปริมาณสาร 2-acetyl-1-pyrroline ประมาณ 10-1,104 นาโนกรัมต่อกรัม (ng./g.) มีสาร hexanal 148-2,541 นาโนกรัมต่อกรัม และข้าวกว๊องจะมีสารหอมมากกว่าข้าวสาร ของข้าวพันธุ์เดียวกัน เช่น ข้าวกว๊องบาสมาดิมีสารหอม 119 นาโนกรัมในขณะที่ข้าวสารบาสมาดิมี สารหอม 68 นาโนกรัมต่อกรัม

สุชาดา เลหาศิลป์สมจิตร(2546) กลิ่นหอมเป็นลักษณะพิเศษและลักษณะประจำพันธุ์ของข้าว ข้าวทั่วไปประกอบด้วยสารระเหยหลายชนิด Koshihikari (ได้ทำการวิเคราะห์ไอที่ได้จากการหุง ข้าว พบว่ามีสารอยู่ร้อยละกว่าชนิดซึ่งประกอบด้วย สารไฮโดรคาร์บอน 13 ชนิด แอลกอฮอล์ 13 ชนิด แอลดีไฮด์ 16 ชนิด ลิโตน 14 ชนิด กรด 14 ชนิด เอสเทอร์ 8 ชนิด ฟีนอล 5 ชนิด ไพรีดีน 3 ชนิด และไพรีซีน 6 ชนิด ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นแตกต่างกัน เช่น 2- acetylthiazole และ benzothiazole มีกลิ่นรำ สำหรับข้าวหอมมีสาร 2- acetylthiazole หรือ 2-acetyl-1-pyrroline มากกว่า ข้าวทั่วไป โดยในข้าวสารหอม 1 กรัม อาจมีปริมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัม และข้าวสุกที่มีกลิ่น หอมจะทำให้ความชอบของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นบางส่วน

## 2.2 สารเคลือบธรรมชาติ

### คำจำกัดความ

สารเคลือบที่ได้จากธรรมชาติ เป็นสารไบโอพอลิเมอร์สามารถรับประทานได้ เช่น แป้ง เจลาติน โปรตีน ลิปิด เป็นต้น ใช้สำหรับห่อหุ้มอาหารหรือใช้เป็นสารเคลือบพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ โดยตรงซึ่ง สามารถย่อยสลายได้ง่าย รวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์ป้องกันหรือชะลอการผ่านเข้าออกของแก๊สไอน้ำ ไอรระเหย เก็บรักษากลิ่น ช่วยทำให้อาหารคงตัว เพิ่มคุณค่าทางด้านประสาทสัมผัส ช่วยชะลอหรือยืดอายุการเก็บรักษา

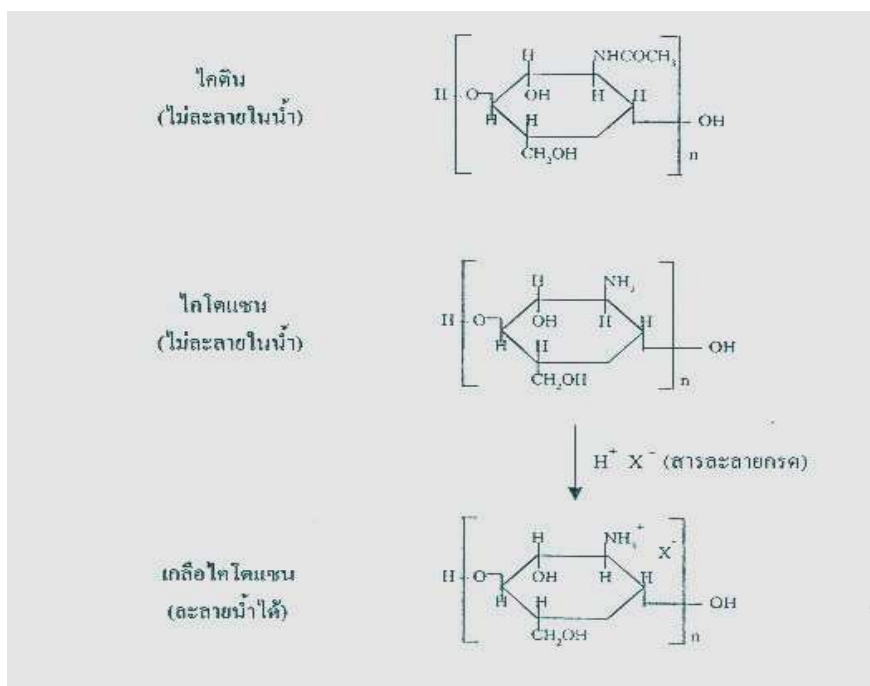
## 2.3 หลักในการเกิดฟิล์มและสารเคลือบธรรมชาติที่รับประทานได้

ฟิล์มและสารเคลือบที่รับประทานได้เกิดจากการนำสารประกอบพอลิเมอร์มีน้ำหนักโมเลกุลสูงที่มีคุณสมบัติขึ้นรูปเป็นฟิล์มได้และมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงยาวทำให้เกิดการกระจายตัวกันอย่างสมบูรณ์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเติมสารอิเล็กโทรไลต์ เพื่อให้เกิดพันธะข้าม (crosslink) , การปรับความเป็นด่าง และการทำให้สารที่เกิดฟิล์มหลอมละลายในของเหลว วิธีเหล่านี้ทำให้สายโซ่ของพอลิเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยแรงโคฮีชัน (cohesion) ซึ่งเป็นแรงระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์ด้วยกันเอง ทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้างของฟิล์มด้วยพันธะที่แข็งแรงสามารถป้องกันการต้านทานการแยกจากกัน สำหรับแรงแอดฮีชัน (adhesion) เป็นแรงระหว่างพอลิเมอร์กับสารโมเลกุลอื่นที่เกี่ยวข้องหรือ เกิดแรงระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์กับพลาสติกไซเซออร์ สำหรับปัจจัยที่มีต่อแรงโคฮีชันนี้ ได้แก่ โครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์ สมบัติของตัวทำละลาย และกรรมวิธีการผลิตฟิล์มไบโอพอลิเมอร์(สุกัญญา, 2545)

จากการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้ขอกกล่าวถึงสารเคลือบไบโอพอลิเมอร์ 2 ชนิด คือ ไคโตแซน และสตาร์ชตัดแปรเนื่องจากได้นำมาใช้ในการทดลอง

### 2.3.1 ไคโตแซน (Chitosan)

ไคโตแซนเป็นสารไบโอพอลิเมอร์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D-glucosamin พบได้ในธรรมชาติจากเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา มีชื่อทางเคมีว่า poly- $\beta$ (1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucose สูตรทั่วไปคือ  $(C_6H_{11}O_4)_n$  บางครั้งเรียกไคโตแซนว่า deacetylated chitin เนื่องจากเป็นอนุพันธ์ของไคติน เนื่องจากการกำจัดหมู่ acetyl ( $-COCH_3$ ) ออกจากโครงสร้างของไคตินด้วยสารละลายด่าง ซึ่งถูกตัดออกเหลือเป็นหมู่ amino ( $NH_2$ ) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 2.5.1



ภาพที่ 2.5.1 โครงสร้างของโคติน โคโตแซน และเกลือโคโตแซน

ที่มา : Lang and Clausen (1988)

โดยทั่วไปถ้าหมู่ acetyl ถูกตัด หรือหลุดออกไปประมาณร้อยละ 60 โคตินจะถูกเรียกว่าโคโตแซน และถ้าหมู่ acetyl ถูกตัดหรือหลุดไปประมาณร้อยละ 90-100 จะเรียกว่า deacetylated chitosan ความสามารถในการกำจัดหมู่ acetyl จะขึ้นอยู่กับแหล่งโคตินและกระบวนการผลิต

โคโตแซนเป็นสารธรรมชาติที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว คือ มีคุณสมบัติในการเกิดฟิล์มสามารถใช้บริโภคได้ ก้ำาซออกซิเจนซึมผ่านได้ดี อีกทั้งสามารถควบคุมการปลดปล่อยและยังมีรายงานว่าสามารถเก็บรักษากลิ่นได้ดี นอกจากนั้นแล้วยังมีหมู่ฟังก์ชันที่ไวต่อปฏิกิริยา มีความเข้ากันได้ดีทางชีวภาพ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการนำมาใช้กันมนุษย์ ไม่เกิดผลเสียปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดการแพ้ ไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์และส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (วิระ รัตนศิริ โสภณ, 2546)

Gennadios et. al. (1990) โคโตแซนสามารถเคลือบบนผิวเคลือบเทศ เพื่อรักษา และป้องกันการสูญเสียกลิ่นของเครื่องเทศ จากการสเทอริไรด้วยไอน้ำ

Genta (1998) ในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาได้มีการใช้ไคโตแซนในการควบคุมการปลดปล่อยยา เนื่องจากไคโตแซนมีประจุบวกที่สามารถยึดติดกับพื้นผิวต่างๆซึ่งมักมีประจุลบได้ดี glutaraldehyde crss-linked chitosan เป็นตัวอย่างหนึ่งของไคโตแซนที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมการปลดปล่อยยา

### 2.3.2 สตาร์ชดัดแปร (Modified starch)

สตาร์ชดัดแปร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำสตาร์ชของพืชที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบอยู่มาก ซึ่งได้จากพืชหัว เช่นมันสำปะหลัง และมันฝรั่ง หรือจากธัญพืช เช่น ข้าวเหนียว, ข้าวเจ้า, ข้าวโพด และข้าวสาลี เป็นต้น มาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพจากเดิมด้วยความร้อน เอนไซม์หรือสารเคมี เพื่อให้เหมาะสมในการใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ

การใช้สตาร์ชเป็นสารเคลือบธรรมชาติ เนื่องจากสามารถย่อยด้วยตัวเอง ซึ่งมีวัตถุดิบหลักคือแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดฟิล์มได้ เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลสสูงซึ่งส่วนสำคัญในการเกิดฟิล์มนั้นเกิดจากโมเลกุลของอะไมโลสในแป้งทำให้เกิดโครงสร้างของฟิล์มที่ดี โดยเกิดเป็นโครงร่างตาข่ายซึ่งเชื่อมโมเลกุลของแป้งเข้าด้วยกันและต่อเนื่องกัน นอกจากนี้โมเลกุลอะไมโลเพคติน ยังมีส่วนช่วยเชื่อมประสานให้โครงสร้างในการเกิดฟิล์มมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยส่วนที่เป็นกิ่งก้านสาขาจะไปแทรกในโครงสร้างของฟิล์มทำให้เกิดการเชื่อมต่อเป็นโครงร่างตาข่ายเข้าด้วยกัน ฟิล์มที่ได้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น รส มีความแข็งแรง ยืดหยุ่น มีคุณสมบัติในการต้านทานไขมันสูงป้องกันการซึมผ่านออกซิเจน นอกจากนี้ แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาไม่แพง ซึ่งทำให้ได้ฟิล์มที่มีต้นทุนในการผลิตที่ถูกลงและได้ฟิล์มที่มีคุณภาพ

ขนิษฐา ชนะภัย (2538) สตาร์ชดัดแปรชนิดออกซิไดส์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสตาร์ชไปจากเดิม ละลายได้ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส สารละลายมีลักษณะใส เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นไม่รวมตัวเป็นเจล การคั้นตัวต่ำ และมีความหนืดต่ำ มีการใช้แป้งดัดแปรชนิดนี้ ในการผลิตอาหาร เช่น มาร์แมลโล และหมากฝรั่ง ใช้ผสมในแป้งเคลือบให้เกาะติดอาหารได้ดี ใช้เคลือบผิวขนมอบ ใช้เคลือบกลีบบนเมล็ดข้าว

สมศักดิ์ ภัคดิวารภรณ์ (2544) ฟิล์มจากสตาร์ช ที่นำมาทำการผลิตฟิล์มจากสตาร์ช โดยตรงมีเพียงฟิล์มที่ผลิตจากสาครข้าวโพดที่มีปริมาณอะไมโลสสูงที่ผ่านการดัดแปร และฟิล์มที่ผลิตจากอะไมโลสซึ่งมีองค์ประกอบของสตาร์ชที่มีคุณลักษณะสามารถเกิดฟิล์มได้ แต่ต้องมีการแยกส่วนออกมาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมฟิล์มแบบออกเล็ต (oblate) คือ ใช้ร่วมกับสตาร์ชและวุ้น ฟิล์มที่ได้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น รส มีความแข็งแรง เป็นมันวาว มีคุณสมบัติต้านทานไขมัน

(grease) สูง และออกซิเจนซึมผ่านฟิล์มได้ต่ำ แต่ข้อเสียฟิล์มชนิดนี้ คือ ปัญหาในการละลายอะไมโลสเพื่อเตรียมฟิล์ม ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิสูงภายใต้ความดัน

## 2.4 สารเคลือบที่ใช้เคลือบบนเมล็ดข้าว

ขนิษฐา ชนะภัย (2538) ได้ทดลองเคลือบข้าวโดยใช้สารเคลือบเคลือบบนข้าวที่เคลือบวิตามินแล้ว สารเคลือบนี้มีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส ได้แก่ สารละลายของเอทานอลหรือไอโซพรอพานอล 31 มิลลิลิตร เซอิน (Zein) 3.4 กรัม กรดพาล์มมิก (palmitic) หรือกรดสเตียริก (stearic) 3.4 กรัม กรดอะบิอิก (abietic acid) 2.9 กรัม และน้ำ 1.8 มิลลิลิตร ผลที่ได้คือ สารเคลือบสามารถป้องกันการสูญเสียวิตามินในขณะล้างข้าวก่อนการหุงต้ม และได้กล่าวถึงวิธีการเคลือบสารหรืออนุภาคว่ามีหลายแบบ เช่นการห่อหุ้ม (wrapping) การแช่ (immersing) การแปรง (brushing) การพ่นเป็นละอองฝอย (spraying) การทำให้สารแขวนลอยในอากาศ (air suspension coating) หรือการห่อหุ้มสารเคลือบในลักษณะแคปซูล

## 2.5 วิธีการเคลือบสารให้กลิ่นหอมบนเมล็ดข้าว

Dziedzak (1988) ได้ทำการเคลือบอนุภาคด้วยสารให้กลิ่นรส โดยวิธีให้อนุภาคแขวนลอยในอากาศ อาศัยแรงลมจากด้านล่างของเครื่องเป่าอนุภาคให้ลอยตัวขึ้น และหมุนเวียนกลับลงมาตามทิศทางเคลื่อนที่ของกระแสลม ขณะเดียวกันหัวฉีดจะพ่นสารเคลือบ (กลิ่นรสและสารพอลิเมอร์) ไปยังอนุภาคของแข็งที่กระจายตัวลอยขึ้นมาข้างบน ในขณะที่มีกระแสลมหมุนเวียนอยู่ในถังนั้น สารเคลือบซึ่งอยู่บนผิวข้าวสารค่อยๆระเหยแห้ง การเคลือบโดยวิธีนี้มีประสิทธิภาพดี โดยอนุภาคของแข็งจะได้รับการเคลือบอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

ขนิษฐา ชนะภัย (2538) ใช้สารให้กลิ่นที่สกัดจากใบเตยหอม เคลือบเมล็ดข้าว กข. 23 ผลปรากฏว่าได้ข้าวหอมที่มีคุณภาพดี จากการทดสอบสารเคลือบ 4 ชนิดในการตรึงกลิ่นใบเตยหอมบนเมล็ดข้าว กข.23 พบว่า ข้าวเคลือบกลิ่นหอมด้วยเจลาติน ให้ผลดีที่สุด รองลงมา คือ สารเคลือบชนิดออกซิไดส์สตาร์ช แป้งมันสำปะหลัง และไข่ขาวผง ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคลือบ 4 ชนิดเพื่อวัดความสามารถในการตรึงกลิ่นหอมที่เคลือบบนเมล็ดข้าว กข.23 ในระยะ 2 สัปดาห์ ข้าวเคลือบกลิ่นหอมด้วยออกซิไดส์สตาร์ช ตรึงกลิ่นหอมได้นานที่สุด รองลงมาคือ สารเคลือบชนิดเจลาติน แป้งมันสำปะหลัง และไข่ขาวผง ตามลำดับ

## 2.6 การเก็บรักษาข้าวหอม

ขนิษฐา ชนะภักย์ (2538) การเก็บรักษาข้าวหอมเพื่อให้มีความหอมอยู่นาน และมีการสูญเสียไปน้อยที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ ประการแรกขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมขณะเก็บรักษา ถ้าเก็บรักษาข้าวหอมไว้ในที่ร้อนและชื้นมากเกินไป ย่อมทำให้คุณภาพเมล็ดเสีย และมีความหอมสูญหายไป ควรเก็บไว้ในที่เย็น หรือไม่ร้อนจัด ความชื้นไม่สูงเกินไป จะช่วยรักษาความหอมไว้ได้นาน และไม่ควรเก็บข้าวหอมไว้ในรูปของข้าวสาร เพราะความหอมจะสูญหายไปเร็วกว่าการเก็บในรูปของข้าวเปลือก ประการที่สองคือ สถานที่ที่เก็บรักษา ต้องเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกไว้ในกระสอบคล้ายกับเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวของทางราชการ คือเก็บไว้ในโรงเรือนที่โปร่ง วางกระสอบข้าวไว้บนพื้นไม้กระดานที่ยกขึ้นสูง จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดและความหอมไว้ได้นาน 1-2 ปี โดยคุณภาพเมล็ดและความหอมไม่เสื่อม ประการที่สาม ขึ้นกับการแปรข้าว Dziezak (1991) กล่าวว่า ข้าวหอมบาสมาดิน และข้าวหอมมะลิสูญเสียความหอมได้ถ้านำไปแปรรูปอีกครั้ง เช่นนำไปทำข้าวหนึ่งหรือข้าวกึ่งสำเร็จรูป ดังนั้น การใช้ข้าวหอมในรูปของข้าวสารหรือข้าวกล้อง เป็นวิธีที่ช่วยป้องกันการสูญเสียความหอมได้ การใช้เทคโนโลยีการบรรจุอย่างเหมาะสม เพื่อรักษาความหอมไว้ให้นานที่สุด ถ้าขายภายในประเทศก็ใช้วิธีการบรรจุกระสอบ หรือถุงพลาสติกอย่างหนา แต่ถ้าต้องขนส่งไปไกลหรือไปขายยังต่างประเทศ ควรบรรจุในภาชนะที่ป้องกันการสูญเสียกลิ่น เช่น บรรจุด้วยระบบสุญญากาศ หรือการบรรจุสองชั้น หรือการบรรจุโดยปรับสภาพบรรยากาศ เช่น บรรจุด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อรอนงค์ นัยกุล (2540) ทดลองเก็บรักษาข้าวสาร และข้าวกล้องระยะยาวการเก็บรักษาข้าวกล้อง และข้าวสารในถุงพลาสติกสุญญากาศช่วยรักษาคุณภาพข้าวได้ดีที่สุด การเก็บในถุงพลาสติกธรรมดาเหมาะสมสำหรับการขายปลีกซึ่งอยู่ในระยะช่วงสั้น และไม่ควรเก็บรักษานานจนถึง 3 เดือน เพราะค่าความเป็นกรดของไขมันขึ้นสูงเร็วมาก แม้ว่าจะเก็บในถุงพลาสติกสุญญากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในข้าวกล้อง ทั้งนี้เพราะในข้าวสารมีส่วนของไขมันที่เกิดการออกซิไดส์เอง (auto oxidation) น้อยกว่าในข้าวกล้อง ถึงแม้ว่าจะเก็บในถุงพลาสติกสุญญากาศก็ยังมีเปลี่ยนแปลงในตัวเองได้

## 2.7 คุณภาพข้าวที่เคลือบด้วยสารเคลือบ

คุณภาพข้าวสุก คือลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวภายหลังผ่านกระบวนการหุงต้ม ได้แก่ ความนุ่ม ความเหนียว ความร่วนของเมล็ดข้าวสุก เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพข้าวหุงสุกจะแตกต่างกันไปตามรสนิยมในการรับประทานข้าวของผู้บริโภค

### 1) ทางด้านกายภาพ

ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกเป็นสมบัติที่สำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกประกอบด้วยสมบัติ 2 ประการ คือ ความแข็ง (Hardness) และความเหนียว (Stickiness) โดยที่ความแข็งหมายถึงสมบัติในการต้านทานแรงที่มากระทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ส่วนความเหนียว หมายถึงสมบัติในการเกาะกันระหว่างเมล็ดข้าว (Jowitt, 1974) ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าว ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส อุณหภูมิแป้งสุกและความชื้นในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ พันธุ์ข้าวฤดูกลาง อายุการเก็บเกี่ยว บรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิการเก็บรักษา ล้วนแล้วแต่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (Okabe, 1979)

วิธีการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกมี 2 แบบ คือ วิธีการวัดโดยตรง (Objective Measurement) และวิธีการวัดโดยอ้อม (Subjective Measurement) วิธีการวัดโดยตรงเป็นการวัดโดยอาศัยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร ได้แก่ เครื่อง Instron Tester เครื่อง Pabster เครื่อง Texturemeter เครื่อง Tensipresser และเครื่อง Texture Analyser เป็นต้น (Juliano, 1982) ส่วนวิธีการวัดโดยอ้อมเป็นการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) โดยอาศัยมนุษย์เป็นเครื่องมือในการวัด (Yau และ Huang, 1996)

ลินดา พงศ์ผาสุก (2537) ได้ศึกษาคุณภาพข้าวเคลือบกลิ่นหอมที่ใช้ออกซิโดสสารีซเป็นส่วนของสารเคลือบ มีลักษณะดังนี้ คือ เมล็ดข้าวมีรอยร้าวเล็กน้อย ไม่มันเงา ไม่ลื่น มีเมล็ดบางส่วนยังเกาะติดกัน มีสีเข้มขึ้นเล็กน้อย สำหรับข้าวเคลือบกลิ่นหอมที่ใช้โปรตีนข้าวโพด เป็นส่วนผสมของสารเคลือบ มีลักษณะดังนี้ คือ เมล็ดข้าวเป็นมันเงา ลื่น มีรอยร้าวเล็กน้อยมาก ข้าวมีสีเข้มขึ้น คือ เป็นสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นต่างไปจากกลิ่นที่นำมาใช้เคลือบข้าว เนื่องจากกลิ่นของโปรตีนข้าวโพดไปบดบังกลิ่นที่ใช้

พงษ์ธร ลิละยุทธสุนทร (2546) ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวในระหว่างกระบวนการหุงต้มมีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลส ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ปริมาณอะไมโลสที่มากกว่าจะช่วยเพิ่มความสามารถของเม็ดแป้งในการดูดซึมน้ำและขยายปริมาตรเนื่องจากพันธะไฮโดรเจนของอะไมโลสมีจำนวนมาก เมื่อเทียบกับอะไมโลเพกติน จึงทำให้ข้าวอะไมโลสสูงดูดซึมน้ำได้สูงกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ (Ortuno และคณะ, 1996) อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อความสามารถในการดูดน้ำของข้าวกล้องและ



ข้าวสาร โดยข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิสูงจะสามารถดูดน้ำได้มากกว่า เมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้น ความสามารถในการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Gujral และ Kumar (2003) รายงานว่าข้าวที่มีปริมาณความชื้นสูง เมื่อหุงเป็นข้าวสุกจะมีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าข้าวที่มีปริมาณความชื้นต่ำ และศึกษาอัตราการยึดตัวของเมล็ดข้าวสุก คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวสุกต่อความยาวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งในระหว่างการหุงต้มข้าวสารเมล็ดจะขยายตัวโดยรอบ โดยเฉพาะด้านยาว ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่ช่วยเสริมการขึ้นหม้อของข้าวสุก ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีการยึดตัวดี ทำให้ข้าวสุกนารับประทาน แต่เนื่องจากเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ข้าวสุกจะนุ่มเหนียวติดกันจึงทำให้ไม่ขึ้นหม้อ การยึดตัวของเมล็ดข้าวสุกสามารถแบ่งข้าวออกเป็น 2 กลุ่ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.1 การแบ่งประเภทข้าวตามอัตราการยึดตัวของเมล็ดข้าวสุก

ประเภทข้าว	อัตราการยึดตัวของเมล็ดข้าวสุก
ข้าวที่ยึดตัวปกติ	น้อยกว่า 1.9
ข้าวที่ยึดตัวมาก	มากกว่า 1.9

ที่มา : พงษ์ธร ลีละยุทธสุนทร, 2546

## 2) ทางด้านประสาทสัมผัส

ชนิษฐา ชนะภักย์ (2538) ได้ศึกษาวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ในข้าวเคลือบกลิ่นหอมพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนข้าวหอมกลิ่นใบเตยสกัดมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวหอมกลิ่นใบเตยสังเคราะห์ และข้าวหอมกลิ่นมะลิสังเคราะห์ สำหรับพันธุ์ข้าวที่นำมาผลิตเป็นข้าวหอมกลิ่นใบเตยสกัด พบว่าผู้ชิมให้คะแนนข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตัวอย่างมาตรฐาน) มากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ กข.23 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนข้าวหอมเส้าให้ ผู้ชิมให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด

Ashok และคณะ (2003) ได้ศึกษาวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ของข้าวสารหุงสุก และข้าวที่ผ่านการแปรรูป (เคลือบด้วย LBG + Xanthan gum + Rice protein concentrate เจือจางด้วย 1:100) ด้วยวิธี ทดสอบแบบ Triangle test ผู้ทดสอบทั้งหมด 36 คนและคณะทำงาน ทำการทดสอบในห้องที่มีสีขาว อาหารหลักของผู้ทดสอบส่วนใหญ่ไม่ใช่ข้าว แต่ละคนได้รับตัวอย่าง 2 งานที่เหมือนกัน และแตกต่างอีก 1 งาน ผลปรากฏว่า ข้าวที่เคลือบด้วยสารเคลือบมีลักษณะปรากฏ,สี,กลิ่น,ความนุ่ม ไม่แตกต่างไปจากข้าวสารหุงสุกปกติ