# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เก็บเกี่ยวใหม่เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยเก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส และชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม มีการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

## 5.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ค่า Water activity คุณภาพการสี และค่าสี พบว่า

1.ความชื้นของข้าวเปลือกมีแนวโน้มลดลงจากก่อนเริ่มต้นการทดลองไม่ว่าจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิใด โดยจะลดลงจาก 13.21 เหลือ 12.92 ,11.19 และ 8.73 ในชุดควบคุมอุณหภูมิที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส และชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อมตามลำดับ

2. ค่า Water activity ในชุดควบคุมอุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่า 0.7 และในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม ต่ำกว่า 0.54

3.ปริมาณต้นข้าวมีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา ในชุดควบคุมอุณหภูมิ โดยลดลงจากร้อยละ 45 เหลือร้อยละ 31 ในชุดควบคุมอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 42 ในชุดควบคุมอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เนื่องจากเมล็ดข้าวเกิดความเครียดเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (Chilling stress) เมื่อนำมาสีทำให้มีโอกาสที่จะเกิดการแตกหักได้ง่าย ทำให้คุณภาพการสีลดลง ส่วนในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 49.76

4.ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ในข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า ข้าวกล้องเพิ่มขึ้นประมาณ 1.9 เท่า และข้าวสารเพิ่มขึ้นประมาณ 1.4 เท่าในชุดควบคุมอุณหภูมิ และ 1.6 เท่าในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม

## 5.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลส และปริมาณสาร 2 - Acetyl - 1 - pyrroline (2AP) พบว่า

1. ข้าวที่เก็บรักษาไว้ในชุดควบคุมอุณหภูมิทั้ง 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณอะไมโลส คงที่ประมาณร้อยละ 13.1 – 13.5 ส่วนข้าวที่เก็บรักษาโดยการระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มจากร้อยละ 13.1 เป็น 14.68 แสดงว่าความแข็งของข้าวสุกน่าจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติของโรงสีทั่วไป ที่นิยมเก็บข้าวเปลือกเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 เดือน จึงจะสีเป็นข้าวสารขาย เพื่อไม่ให้ข้าวแฉะเกินไปเวลานำไปหุง

2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร 2 - Acetyl - 1 - pyrroline (2AP) ในข้าวกล้อง พบว่า เริ่มต้นปริมาณสาร 2AP เท่ากับ 2.57 μg/g มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในเก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถชะลอการลดลงของสาร 2AP ของข้าวกล้องได้ดีกว่าชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม ในระยะเวลา 4 เดือนแรก โดยจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 87.94 ในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และ 91.44 ในอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ส่วนชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อมลดลงเหลือประมาณร้อยละ 70.43 หลังจากนั้นปริมาณสารในทุกการทดลองจะลดลงเหลือปริมาณที่เท่ากันประมาณร้อยละ 50 ในเดือนสุดท้าย

ในข้าวสาร เริ่มต้นปริมาณสาร 2AP เท่ากับ 1.92 μg/g การที่พบในปริมาณที่น้อยกว่าทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการสีทำให้เกิดความร้อนขึ้น สาร 2AP ซึ่งเป็นสารระเหยอาจจะระเหยออกมาได้บางส่วน โดยใน 4 เดือนแรกของการเก็บรักษา ปริมาณสารค่อนข้างคงที่ และจะลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนที่ 5 และ 6 ในเดือนสุดท้ายลดลงเหลือประมาณร้อยละ 57.76 ,66.64 และ 64.32 ในชุดควบคุมอุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส และชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม ตามลำดับ

## 5.3 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการหุงต้มของข้าวกล้องและข้าวสาร

อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการดูดน้ำ ระยะเวลาในการหุง และลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า

1. การดูดน้ำของข้าวกล้อง ข้าวกล้องเริ่มต้นดูดน้ำประมาณ 1.55 เท่าของน้ำหนักข้าวกล้อง หลังจากนั้นจะดูดน้ำได้สูงสุดประมาณ 1.75 เท่าของน้ำหนักข้าวกล้อง เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 เดือน จากนั้นเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้นความสามารถในการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้นเป็น 1.57 ,1.62 และ 1.70 เท่าของน้ำหนักข้าวกล้อง ในการเก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส และชุดระบายความ

ร้อนด้วยอากาศแวดล้อมตามลำดับ ในเดือนสุดท้าย ส่วนข้าวสารเริ่มต้นดูดน้ำประมาณ 2.59 เท่าของน้ำหนักข้าวสารหลังจากนั้นจะดูดน้ำได้สูงสุดประมาณ 3.1 เท่าของน้ำหนักข้าวสาร เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 เดือนเช่นกัน ในเดือนสุดท้ายความสามารถในการดูดน้ำจะประมาณ 2.64 ,2.76 และ 2.86 เท่าของน้ำหนักข้าวสาร ในการเก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส และชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อมตามลำดับ

2. ระยะเวลาในการหุง การหุงข้าวสารใช้ระยะเวลาสั้นกว่าการหุงข้าวกล้อง ประมาณ 2 เท่า แสดงว่า น้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่ข้าวสารได้ง่ายกว่าข้าวกล้อง ระยะเวลาในการหุงข้าวกล้องและข้าวสารจะเพิ่มขึ้นตามอายุข้าว และปริมาณอะไมโลสภายในข้าว ข้าวที่เก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิจะใช้ระยะเวลา ในการหุงเร็วกว่าในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม

3.ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องสุกและข้าวสวยจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา ในช่วง 3 เดือนแรกมีการเปลี่ยนแปลงสูงมาก โดยในเดือนที่ 0 ข้าวจะมีความแข็ง (hardness) น้อยหรือมีความนุ่มมาก หลังจากนั้นความแข็งจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่การเก็บรักษาไว้ในชุดควบคุมอุณหภูมิจะมีความแข็งน้อยกว่าเก็บในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม ส่วนความเหนียวของข้าวสุก (Stickiness และ Adhesiveness) ข้าวที่เก็บรักษาโดยการระบายด้วยอากาศแวดล้อมจะมีความเหนียวน้อยกว่าข้าวที่เก็บรักษาในชุดควบคุมอุณหภูมิอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยข้าวสุกจะร่วนไม่ยึดเกาะติดกันหรือเรียกว่าข้าวไม่มียาง เห็นได้ชัดเจนในข้าวกล้องสุก แสดงว่า ถ้าอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า ความเหนียวลดลง

ดังนั้นการเก็บรักษาไว้ในชุดควบคุมอุณหภูมิที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส สามารถที่จะชะลอการลดลงของสาร 2AP ใน 4 เดือนแรกของการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาความสามารถในการดูดน้ำ, ระยะเวลาในการหุง และลักษณะเนื้อสัมผัส ข้าวยังสามารถที่จะดูดน้ำได้น้อยกว่าหรือมีความต้องการน้ำน้อยกว่า ใช้ระยะเวลาในการหุงเร็วกว่า มีความนุ่มกว่าและมีความเหนียวกว่าข้าวที่เก็บรักษาในชุดระบายความร้อนด้วยอากาศแวดล้อม ทั้งในข้าวกล้องและข้าวสาร แต่การเก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส จะดีกว่าเพราะได้ปริมาณต้นข้าวที่สูงกว่าและใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิอากาศน้อยกว่า

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ในชุดควบคุมอุณหภูมิมีการใช้พัดลมดูดอากาศ (Blower) ร่วมกัน ดังนั้น อากาศขาออกที่จะย้อนกลับมาเข้าสู่ห้องทำความเย็นจึงเป็นอุณหภูมิผสม ทำให้ภาระการทำงาน (load) ของชุดควบคุมอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียสหนักขึ้น จึงควรที่จะแยกพัดลมของแต่ละชุดการทดลองออกจากกัน

2.ในระบบควบคุมความเย็นได้ควบคุมแต่อุณหภูมิอย่างเดียว ไม่ได้ทำการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เมล็ดข้าวจึงมีโอกาสที่จะดูดและคายความชื้นตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมความชื้นสัมพันธ์ของอากาศเย็นที่จะเข้าสู่ถังเก็บ โดยควบคุมไม่เกินร้อยละ 60 เพื่อรักษาปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกให้คงที่

3. ถ้าเป็นถังเก็บขนาดใหญ่ (Silo) การควบคุมอุณหภูมิควรที่จะควบคุมอุณหภูมิอากาศเย็นขาเข้าเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับความเครียดเนื่องจากความเย็น (Chilling stress) เมื่อนำไปสีจะลดปัญหาเกี่ยวกับข้าวหักลงได้

4.ในการเก็บตัวอย่างออกจากถังเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำ ในห้องปฏิบัติการควรที่จะนำตัวอย่างเก็บใส่ในหม้อดูดความชื้น (Desiccater) รอให้อุณหภูมิทำกับอุณหภูมิห้องเพื่อป้องกันการดูดความชื้นของข้าวก่อนนำไปสี

5. ควรมีการศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน และไขมัน เนื่องจากเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

6. ควรศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory) ของข้าวสุกควบคู่ไปด้วย เพื่อที่จะดูการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณภาพของข้าวสุก