

## ความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดของข้าวเหนียวก่ำพื้นเมือง Variation of Grain Development of Native Purple Glutinous Rice

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา<sup>1</sup> และ ศรัณรัักษ์ ปรีรักษ์วิจิตร<sup>1</sup>

Sakda Jongkaewwattana<sup>1</sup> and Sarunrak Parirakwicit<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลำดับและความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดภายในรวง รวมถึงการปรากฏของรงควัตถุแอนโทไซยานินบนเมล็ดของพันธุ์ข้าวเหนียวก่ำ ผลการศึกษาพบว่าข้าวเหนียวก่ำทุกพันธุ์ มีลักษณะการพัฒนาเมล็ดที่คล้ายคลึงกัน โดยหลังจากเมล็ดข้าวปฏิสนธิ 2 วัน เมล็ดข้าวมีการพัฒนาของเมล็ดอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เมล็ดเริ่มมีการแบ่งและขยายเซลล์จากทางโคนเมล็ดก่อนแล้วมีการพัฒนาของเมล็ดทางยาวจากโคนเมล็ดไปยังปลายเมล็ด ในระยะนี้ไม่พบว่ามีปรากฏของรงควัตถุแอนโทไซยานิน รงควัตถุแอนโทไซยานินเริ่มถูกตรวจพบหลังจากข้าวปฏิสนธิ 8 วัน บริเวณขอบเมล็ดที่ถูกห่อหุ้มด้วยกลีบดอกเล็ก (palea) หลังจากเมล็ดข้าวปฏิสนธิ 10 วัน รงควัตถุได้กระจายไปทั่วเมล็ด จากนั้นสีเข้มขึ้นจนถึงระยะสุกแก่ (28 วันหลังปฏิสนธิ) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการสะสมสารแอนโทไซยานิน เริ่มมีการสะสมหลังจากเมล็ดได้สะสมแป้งเต็มเมล็ด ลำดับการพัฒนาเมล็ดบนรวงเดียวกันมีการผสมเกสรจากปลายรวงลงสู่โคนรวง และเริ่มจากกระจ่างปฐุมภูมิ ไปสู่ระแง้ทุติยภูมิ และระแง้ถัดไป การพัฒนาเมล็ดแผ่กระจายไปทั้งรวงเมื่อ 17 วันหลังแทงรวง สำหรับความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดภายในรวง พบว่าข้าวเหนียวก่ำพันธุ์ที่มีเมล็ดยาว มีแนวโน้มของความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดในส่วนปลายและโคนรวงมากกว่าข้าวพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น

คำสำคัญ : ข้าวเหนียวก่ำ แอนโทไซยานิน การพัฒนาเมล็ด

### Abstract

This research aimed to study variation of grain development sequence on a panicle as well as observe the appearance of anthocyanin of purple glutinous rice. Results showed that purple glutinous rice varieties used in this study have similar grain development i.e. there was a continuous rapid accumulation of starch 2 days after anthesis. At this stage cells deviation occurred at lower part of grain then continue upward to the tip. There was no appearance of anthocyanin pigment at this stage. The appearance of anthocyanin can be found 8 days after anthesis in which the pigment

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>1</sup> Department of Crop Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

started spreading upward along grain rim on palea side. Then 10 days after anthesis the anthocyanin covered the whole grain and its concentration increased till maturity (28 days after anthesis). These results indicated that the production of anthocyanin in grain started after the accumulation of grain starch. Grain development on a panicle revealed that development of grain (grain filling) start from grain at the top to the base of panicle and from primary branches to secondary branches. It took 17 days after heading for development of grain of the whole panicle can be observed. It was found that variation of grain development in terms of difference grain weight between grain from top and bottom of panicle were greater in variety with long grain than variety with short grain.

Key Words : purple glutinous rice, anthocyanin, grain development

## บทนำ

ลำดับของการผสมเกสรของเมล็ดข้าวภายในรวงเดียวกันเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยทั่วไปแล้วเมล็ดข้าวบนรวงเดียวกันมีลำดับการผสมเกสรจากปลายรวงลงสู่โคนรวง (Nagato and Chaudhry, 1969; Xu and Vergara, 1986) และเริ่มจากระเบียงปฐมภูมิ ไปสู่ระแนงทุติยภูมิ และระแนงถัดไป (มูทิตา, 2548) จากลำดับการผสมเกสรของข้าวนี้ ส่งผลต่อลำดับการพัฒนาเมล็ดข้าว โดยเมล็ดที่ได้รับการผสมเกสรก่อนมีการสะสมแป้งก่อน ปกติระยะเวลาการผสมเกสรของดอกข้าวภายในรวงนั้น ใช้เวลาประมาณ 9 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนดอกที่อยู่บนรวง และสภาพแวดล้อม (จำรัส, 2534) Jongkaewwattana (1990) ได้ทำการศึกษาความแปรปรวนของระยะพัฒนาการและความสม่ำเสมอของการพัฒนาเมล็ดบนรวงข้าว พบว่าข้าวพันธุ์ที่มีเมล็ดสั้นมีความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดบนรวงน้อยและมีความสม่ำเสมอของการสะสมแป้งในเมล็ดมากกว่าข้าวพันธุ์ที่มีเมล็ดยาว ซึ่งความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดและการสะสมแป้งบนรวงส่งผลถึงคุณภาพเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพการสี โดยข้าวที่มีความสม่ำเสมอของการพัฒนาเมล็ดบนรวงสูง มีโอกาสให้เปอร์เซ็นต์ข้าวตัน (headrice) สูง

ข้าวเหนียวก้าเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะของเมล็ดเป็นสีม่วงดำ ซึ่งเป็นข้าวไวแสง มีความสามารถในการทนแล้ง และมีลักษณะเฉพาะที่ส่วนต่างๆ ของต้นมีสีม่วง และความเข้มของสีแตกต่างกันตามลักษณะของแต่ละพันธุ์ ซึ่งสีม่วงคือรงควัตถุที่มีชื่อว่า แอนโทไซยานิน (anthocyanin) (Koh *et al.*, 1996) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ซึ่งจัดเป็นสารในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ข้าวเหนียวก้ามีความหลากหลายทางพันธุกรรม ทั้งทางจีโนมไทป์ และพีโนมไทป์ซึ่ง ส่งผลต่อความแปรปรวนของผลผลิต และคุณภาพเมล็ด (สายบัว, 2552) โดยเฉพาะปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ด (total phenolic content) และความแปรปรวนของคุณภาพเมล็ดระหว่างพันธุ์ข้าวนี้ อาจมีสาเหตุมาจากลำดับการพัฒนาเมล็ดบนรวงข้าว งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาเมล็ดและการปรากฏรงควัตถุแอนโทไซยานินบนเมล็ด รวมถึงความแปรปรวนของลำดับการพัฒนาเมล็ดของข้าวเหนียวก้าพื้นเมือง

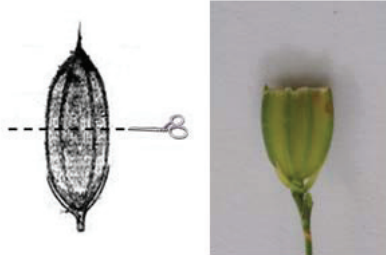
### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง โดยงานทดลองแรก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาเมล็ดและการปรากฏวงควัสดุแอนโทไซยานินบนเมล็ด ของข้าวเหนียวเก่า 6 พันธุ์ (ตารางที่ 1) โดยปลูกในกระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ด้วยการหยอด 3-5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อเมล็ดงอกทำการถอนทิ้งให้เหลือ 3 ต้นต่อกระถาง หลังระยะผสมเกสรทำการเลือกสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวจากรวงทุก ๆ 2 วัน ทำการศึกษาการสะสมแป้งภายในเมล็ดข้าว โดยการนำเมล็ดข้าวมาถ่ายภาพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 8 เท่า พร้อมทั้งทำการศึกษาการปรากฏของแอนโทไซยานินบนเมล็ดข้าวจนถึงระยะสุกแก่ ทำการเลือกสุ่มรวงข้าวหลังระยะผสมเกสร 1 รวง จากแต่ละพันธุ์แล้วตัดปลายเมล็ดข้าว เนื้อส่วนของเอ็มบริโอ (ภาพที่ 1) เพื่อศึกษาการพัฒนาการของเมล็ดและการปรากฏแอนโทไซยานิน

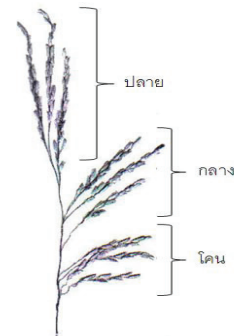
งานทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาความแปรปรวนของลำดับการพัฒนาเมล็ด โดยทำการปลูกข้าวเหนียวเก่า 6 พันธุ์ (ตารางที่ 1) ในแปลงย่อยขนาด 6 x 4.5 เมตร หยอดเมล็ดระยะ 0.25 x 0.30 เมตร 3 เมล็ด/หลุม สุ่มตัวอย่างรวงข้าว 1 รวงของแต่ละพันธุ์ ตั้งแต่ระยะแทงรวง จนถึงระยะสุกแก่ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง แล้วนำรวงข้าวไปเอ็กซ์เรย์โดยใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ขึ้นส่วนกระดูกช่วงรังสีต่ำสุด เพื่อดูลำดับการสะสมแป้งของเมล็ด ส่วนการศึกษาคความแปรปรวนของการผสมน้ำหนักเมล็ดบนรวงข้าว ทำโดยการสุ่มตัวอย่างรวงข้าวจำนวน 3 รวง จากแต่ละพันธุ์ตั้งแต่ระยะแทงรวงจนถึงระยะสุกแก่ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง แบ่งเมล็ดแต่ละรวงออกเป็น 3 ส่วน คือ ปลายรวง กลางรวง และโคนรวง (ภาพที่ 2) นำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแห้งของเมล็ด และนับจำนวนเมล็ดในแต่ละส่วน

ตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวเหนียวเก่าที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	ชื่อพันธุ์	แหล่งที่มา
1	MHS 1	บ้านหนองขาว จ.แม่ฮ่องสอน
2	PGMHS 6	ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน
3	PGMHS 15	ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน
4	PGMHS 16	ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน
5	PGMHS 17	ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน
6	Samoeng No.8	ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการตัดเมล็ดเหนือส่วนเอ็มบริโอ



ภาพที่ 2 การแบ่งตำแหน่งเมล็ดของรวงข้าว

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ข้าวเหนียวเก่าทุกพันธุ์ มีลักษณะการพัฒนาเมล็ดที่คล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 3) โดยเมล็ดข้าวหลังการปฏิสนธิ 2 วัน มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เมล็ดเริ่มมีการแบ่งและขยายเซลล์จากทางโคนเมล็ดก่อนแล้วจึงมีการพัฒนาของเมล็ดทางยาวจากโคนเมล็ดไปยังปลายเมล็ด ในระยะนี้ไม่พบแอนโทไซยานิน เมล็ดข้าวหลังการปฏิสนธิ 4 วันมีการพัฒนาทางด้านกว้างและยาวอย่างต่อเนื่องจนเต็มเมล็ด และยังไม่พบแอนโทไซยานิน เมื่อเมล็ดข้าวมีการพัฒนา 6 วัน หลังการปฏิสนธิพบแอนโทไซยานินในส่วนของขอบเมล็ดที่ถูกห่อหุ้มด้วยกลีบดอกเล็ก (palea) เมล็ดข้าวหลังการปฏิสนธิ 8 วัน มีแอนโทไซยานินกระจายเต็มเมล็ด และเมล็ดข้าวหลังการปฏิสนธิ 10 วัน รงควัตถุได้กระจายไปทั่วเมล็ดและมีสีเข้มขึ้นจนถึงระยะสุกแก่ (28 วันหลังปฏิสนธิ) ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการสะสมแอนโทไซยานิน เริ่มสะสมในเมล็ดหลังการสะสมแบ่งเต็มเมล็ดและพบแอนโทไซยานินเป็นสีม่วงเห็นได้ชัดในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (aleurone layer) ซึ่งสอดคล้องกับ Koh *et al.* (1996) ที่พบสีดำของแอนโทไซยานินสะสมอยู่ที่ผิวของเมล็ด บริเวณเปลือกของเมล็ด จนถึงเยื่อหุ้มเมล็ดที่เป็นชั้นรำ อย่างไรก็ตามจากการปรากฏของแอนโทไซยานินของเมล็ดข้าวที่ถูกตัดปลาย (ภาพที่ 4) พบว่าส่วนของปลายเมล็ดข้าวที่โผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ดมีการปรากฏแอนโทไซยานินก่อน แสดงให้เห็นว่าปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นไปได้ว่าเพราะแสง ที่ส่งผลต่อการสร้างและสะสมรงควัตถุ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงตามพันธุกรรม ซึ่งมีการศึกษาการสร้างสารแอนโทไซยานินของผลองุ่นที่พบว่าองุ่นที่ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงสร้างแอนโทไซยานินมากกว่าองุ่นที่ได้รับแสงที่มีความเข้มต่ำ (Kliwer, 1977) นอกจากนั้นยังพบว่ายังมีการสะสมรงควัตถุแอนโทไซยานินในเปลือกหุ้มเมล็ด (lemma และ palea) ของเมล็ดบนรวงจะเป็นไปตามลำดับของการผสมเกสร (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 3 การปรากฏของควิตูแอนโธไซยานินบนเมล็ดข้าวที่มีอายุการพัฒนาหลังปฏิสนธิ 0- 28 วัน (ตัวเลขในภาพ หมายถึง จำนวนวันหลังปฏิสนธิ)



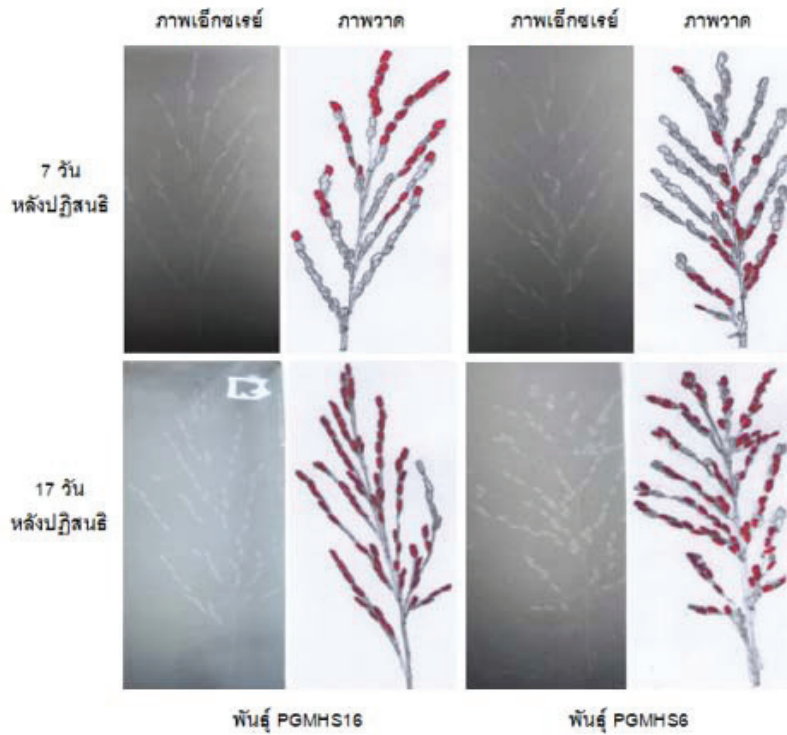
ภาพที่ 4 การพัฒนาเมล็ดและการปรากฏรวงควัตถุนเมล็ดข้าวจากการตัดเปลือกหุ้มเมล็ดเหนือส่วนของ เอ็มบริโอ เริ่มจากวันผสมเกสรจนถึงระยะสุกแก่



ภาพที่ 5 การสะสมรวงควัตถุนเปลือกหุ้มเมล็ด (แก่ลบ)

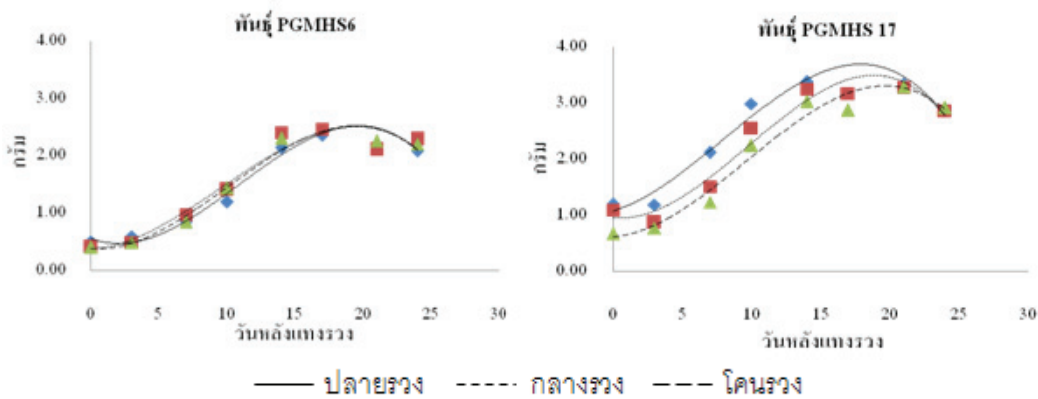
จากผลการสังเกตลำดับการพัฒนาเมล็ด (การสะสมแป้ง) พบว่าข้าวพันธุ์ PGMHS16, PGMHS17, MHS1, PGMHS15 และละเมิง 8 มีลำดับการพัฒนาเมล็ดจากปลายรวงลงสู่โคนรวง และเริ่มจากกระแ่งปทุมภูมิ ไปสู่ระแงะ ทุติยภูมิ และระแงะถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับ Nagato and Chaudhry (1969) และ Xu and Vergara (1986) ที่ รายงานว่าเมล็ดข้าวบนรวงเดียวกันมีการผสมเกสรจากเมล็ดบนปลายรวงมาสู่โคนรวง และจากกระแ่งปทุมภูมิสู่ ระแงะทุติยภูมิ (มุกิตา, 2548) แต่การศึกษารุ่นนี้พบว่า ข้าวพันธุ์ PGMHS6 พบว่าเริ่มมีการพัฒนาเมล็ดในส่วน ของกลางและโคนรวง จากนั้นการพัฒนาเมล็ดแผ่กระจายไปทั้งรวงเมื่อ 17 วันหลังแทงรวง (ภาพที่ 6) ผลดังกล่าว ชี้ให้เห็นถึงความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดระหว่างพันธุ์ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่แล้วการพัฒนา เมล็ดของข้าวภายในรวงมีรูปแบบที่ชัดเจน กล่าวคือ เป็นไปตามลำดับการผสมเกสรจากปลายรวงลงสู่โคนรวง และจากกระแ่งปทุมภูมิสู่ระแงะทุติยภูมิ





ภาพที่ 6 ลำดับการสะสมแป้งของเมล็ดภายในรวง จากภาพถ่ายเอ็กซ์เจอร์และภาพวาดตรงข้าม

สำหรับความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดภายในรวง พบว่าข้าวเหนียวก่ำพันธุ์ที่มีเมล็ดยาว ได้แก่ พันธุ์ PGMHS15, PGMHS16 และ PGMHS17 มีแนวโน้มของความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดในส่วนปลายและโคนรวง มากกว่าข้าวพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น ได้แก่ พันธุ์ MHS1, PGMHS6 และสะเมิง8 (ภาพที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับ Jongkaewwattana (1990) ที่พบว่าความสม่ำเสมอของการพัฒนาเมล็ดภายในรวงข้าวของพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดยาวมีความสม่ำเสมอต่ำกว่าพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น ซึ่งแสดงออกจากความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดในส่วนปลายรวงที่ถูกพัฒนา ก่อน กับน้ำหนักเมล็ดในส่วนโคนรวงที่ถูกพัฒนาทีหลัง



ภาพที่ 7 พลวัตการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดบนรวงในส่วนของ ปลาย กลาง และโคนรวง ที่มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น (พันธุ์ PGMHS6) และข้าวที่มีลักษณะเมล็ดเรียวยาว (พันธุ์ PGMHS17)

## สรุป

การพัฒนาเมล็ดภายในรวงของข้าวเหนียวเก่า มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้าโดยทั่วไป กล่าวคือลำดับการพัฒนาเมล็ดในรวงเริ่มจากเมล็ดที่อยู่ปลายรวง แล้วได้เรียงลงมาสู่เมล็ดที่อยู่ในส่วนของโคนรวง และจากเมล็ดที่อยู่บนระแนงปฐมภูมิได้เรียงเข้ามาสู่ระแนงทุติยภูมิ ซึ่งลำดับการพัฒนาเมล็ดนี้ ส่งผลต่อความแปรปรวนของการสะสมแป้งในเมล็ดภายในรวง และความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดที่เกิดขึ้นบนรวงนั้น พบว่าข้าวพันธุ์ที่มีเมล็ดยาวมีความแปรปรวนสูงกว่าข้าวพันธุ์ที่มีเมล็ดบ่อมนั้น ข้าวเหนียวเก่ามีการสร้างและสะสมรงควัตถุแอนโทไซยานินที่เยื่อหุ้มเมล็ด โดยเริ่มหลังจากเมล็ดสะสมแป้งเต็มเมล็ดแล้ว ซึ่งโดยปกติการสะสมสารแอนโทไซยานินจะเริ่มสะสมจากโคนเมล็ดไปสู่ปลายเมล็ดระหว่างการสะสมแป้ง แต่ผลการศึกษายังพบอีกว่าปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะแสง สามารถกระตุ้นให้เกิดการสะสมสารแอนโทไซยานินให้เร็วขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534. *ความรู้เรื่องข้าว*. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- มูทิตา หย่างถาวร. 2548. ความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดและความสัมพันธ์กับคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สายบัว เข้มเพชร. 2552. ลักษณะทางพีชไรซ์ของข้าวเหนียวเก่าพื้นเมืองที่สัมพันธ์กับผลผลิตและสารฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ด. ใน *รายงานการสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7* วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Jongkaewwattana, S. 1990. A Comprehensive Study of Factors Influencing Rice (*Oryza sativa* L.) Milling Quality. Ph.D. Dissertation. Department of Agronomy and Range Science. College of Agricultural and Environmental Sciences. University of California at Davis, USA. 138 p.
- Kliwer, M.W. 1977. Influence of temperature, soil, radiation and nitrogen on coloration and composition of "Emperor" grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 28 : 96-103.
- Koh, H.J., Y.J. Won, G.W. Cha and M.H. Heu. 1996. Varietal variation of pigmentation and some nutritive characteristics of colored rices. *Korean Journal of Crop Science* 411: 600-607.
- Nagato, K. and F.M. Chaudhry. 1969. A Comparative study of ripening process and kernel development of japonica and indica rice. *Proc. Crop Sci. Jpn.* 38 : 425-433.
- Xu, X.B. and B.S. Vergara. 1986. Morphological changes in rice panicle development : A review of literature. International Rice Research Institute. *Research Paper Series* 117.