บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การกระจายตัวของลักษณะสีที่ส่วนต่างๆ ของข้าวในประชากรรุ่น F_2

จากการศึกษาพฤติกรรมของยีนควบคุมการเกิดสีม่วงในต้นข้าวรุ่น F_2 พบว่า ในบางลักษณะมีอัตราการกระจายตัวแตกต่างกันไป เนื่องจากการเกิดสีม่วงในส่วนต่างๆ ของต้นข้าวแตกต่างกันตามชนิดและพันธุ์ของต้นข้าว (IRRI, 1996) รวมทั้งจำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะและปฏิกิริยาของยีนที่แสดงออก Chandraratna (1964) ปฏิกิริยาของยีน *C* และ *Sp* ที่ทำงานร่วมกับยีนที่มีความจำเพาะในการเกิดสีที่ส่วนต่างๆ ของต้นข้าว มีผลต่อระดับอ่อน-เข้มและชนิดของสี จึงมีผลต่อสีที่แสดงออกที่ลักษณะต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป นอกจากนั้นสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น แร่ธาตุในดิน รวมทั้งความเครียดต่างๆ มีผลต่อสีที่แสดงออกได้ (กนกพร, 2545) ซึ่งลักษณะต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อการแสดงออกของสีและยังมีผลต่อเนื่องไปถึงการบันทึกลักษณะที่ปรากฏ พร้อมทั้งช่วงเวลาในการบันทึกลักษณะก็มีผลต่อข้อมูลที่ได้ จึงส่งผลกระทบต่อค่าไคสแควร์ ซึ่งในบางกรณีอาจมีผลทำให้ได้อัตราส่วนที่กลับกันจากที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้. เช่น ดำเนิน และสุณิสา (2546) พบว่า สียอดเกสรตัวเมียมีสัดส่วน สีม่วง : สีเขียว เท่ากับ 7 : 9 จากที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้ 9 : 7 และในบางกรณีแม้ว่าเป็นลักษณะเดียวกัน แต่สามารถพบได้หลายอัตราส่วน เช่น การทดลองของ Hector (1922 อ้างโดย Chandraratna, 1964) พบว่า สีปลายดอกและสีกาบใบมีอัตราส่วนสีม่วง : สีเขียว ในสัดส่วน 3 : 1, 9 : 7, 15 : 1 และ 27 : 37 สียอดเกสรตัวเมีย ในสัดส่วน 3 : 1 และ 27 : 37 สี Lemma-Palea และสีเปลือกเมล็ดที่เป็นหมัน ในสัดส่วน 3 : 1 และ 27 : 37 สีปล้อง ในสัดส่วน 3 : 1, 9 : 7 และ 27 : 37 สีข้อและสีเขี้ยวใบ ในสัดส่วน 9 : 7 และสีเยื่อกันน้ำฝน ในสัดส่วน 9 : 7 และ 27 : 37 ส่วน Parnell, *et al.* (1922 อ้างโดย Chandraratna, 1964) พบว่า สีปลายดอกมีอัตราส่วนสีม่วง : สีเขียว ในสัดส่วน 3 : 1, 9 : 7 และ 15 : 1 สียอดเกสรตัวเมีย ในสัดส่วน 3 : 1 สี Lemma-Palea สีปล้องและสีเปลือกเมล็ดที่เป็นหมัน ในสัดส่วน 3 : 1 และ 9 : 7 สีข้อและสีเขี้ยวใบ ในสัดส่วน 9 : 7 จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่ในแต่ละลักษณะมีอัตราส่วนเท่ากับ 3 : 1 และ 9 : 7 หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนอัตราส่วนอื่นๆ พบเพียงในบางลักษณะ แต่เมื่อทำการบันทึกข้อมูลให้ละเอียดขึ้นในบางลักษณะโดยบันทึกเป็นสีม่วง : สีเขียวปนม่วง : สีเขียว ที่ศึกษาโดย ดำเนิน และสุณิสา (2546) ในลักษณะสีม่วงบนต้นกล้า กาบใบและแผ่นใบ พบว่า มีการกระจายตัวในอัตราส่วนเท่ากับ 1 : 8 : 7 เนื่องจากจำนวนและปฏิกิริยาของยีนควบคุมการปรากฏสีม่วงบนส่วนต่างๆ ของข้าว มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสีที่ปรากฏบนส่วนต่างๆ ของต้นข้าวด้วย

และสีที่ปรากฏขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของยีน *C* และ *Sp* ที่ Chandraratna (1964) รายงานว่า เมื่อยีนอยู่ในสภาพ $Sp\ C^B$ มีผลทำให้ปลายดอก เปลือกเมล็ดที่เป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมีย และปล้องมีสีม่วงเข้ม แต่เมื่ออยู่ในสภาพ SpC^{BP} และ *SpSp* มีผลทำให้ปลายดอก เปลือกเมล็ดที่เป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมีย มีสีม่วงอ่อน แต่ปล้องไม่มีสีม่วง เช่นเดียวกับยีน Sp^dC^B และ Sp^dC^{BP} ซึ่งต่างกันที่ยีนเหล่านี้มีผลทำให้เกิดสีแดงอ่อน และเมื่อยีนอยู่ในสภาพ C^BC^{Br} ปลายดอกจะพัฒนาสีในช่วงการสุกแก่ ส่วน $C^{Br}Sp$ มีผลทำให้ปลายดอก เปลือกเมล็ดที่เป็นหมันมี สีแดง แต่ส่วนอื่นๆ ทุกส่วนมีสีเขียว ส่วนการเกิดสีที่แผ่นใบและกาบใบ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างยีน *C* และ *Sp* กับยีนที่เกี่ยวข้องในการปรากฏสีของใบจำนวน 3 ยีน คือ *Pl*, *Pla* หรือ *Plm* ที่มีส่วนในการแพร่สีไปยังแผ่นใบ กาบใบและส่วนอื่นๆ ของต้นข้าวทำให้มีสารแอนโทไซยานินเกิดขึ้นที่ใบ ส่วนยีนในสภาพ C^BC^{Br} และ $C^{BP}C^{Br}$ มีผลทำให้ไม่มีการพัฒนาสารแอนโทไซยานิน โดยในการเกิดสารดังกล่าวมียีนที่เป็นตัวเร่งให้มีการพัฒนา คือ ยีน *Sp* และ Sp^d โดยที่ยีน Sp^d มีผลต่อความเข้มของสีมากกว่ายีน *Sp* ส่วนสีเยื่อกันน้ำฝนมียีน *Pl* และ *Pla* ที่ทำหน้าที่ควบคุมสีที่ใบร่วมกับยีน *C* และ *Sp* มีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏบริเวณเยื่อกันน้ำฝน และสีของปล้องนั้น พบว่ายีนที่อยู่ในสภาพ C^BSp ส่งผลให้ปล้องมีสีม่วง รวมทั้งยีน *Pl* และ *Pla* ที่ทำหน้าที่ควบคุมสีที่ใบและมีอิทธิพลต่อสีของปล้องได้ด้วย นอกจากนี้มียีน *Ntp* ซึ่งเป็นยีนที่ทำหน้าที่จำเพาะต่อสีที่ปรากฏบริเวณปล้อง ส่วนการเกิดสีที่บริเวณข้อนั้น ยีนที่อยู่ในสภาพ C^BC^{Br} และ $C^{BP}C^{Br}$ ทำให้มีสีปรากฏที่บริเวณข้อ ส่วนยีน *Pl* และ *Pla* ที่ทำหน้าที่ควบคุมสีที่ใบ ยังมีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏที่ข้อได้อีก เช่นเดียวกับสีของเยื่อกันน้ำฝนและสีปล้อง ส่วนปฏิกิริยาของยีน *C* และ *Sp* และยีนที่มีความจำเพาะในการเกิดสีที่ส่วนต่างๆ ของต้นข้าวมีผลต่อความอ่อน-เข้ม และชนิดของสีที่แตกต่างกัน เนื่องจากการทำงานของยีน มีผลต่อการแสดงออกของสีที่ส่วนต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และทำให้สีที่ปรากฏในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันโดยจะเห็นได้จากยีนแต่ละตำแหน่งควบคุมและมีผลต่อการเกิดสีได้หลายส่วน

ค่าสีม่วงของเมล็ดข้าวในประชากรรุ่น F_2

จากการศึกษาค่าสีม่วงของเมล็ดข้าวในประชากรรุ่น F_2 โดยวิธีวัดค่าสี และดำเนินการจัดกลุ่มสีของเมล็ดข้าว ซึ่งสามารถแยกได้ 5 สี ได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองแดง สีแดง สีแดงม่วงและสีม่วง พบว่า เมื่อสีของเมล็ดข้าวเข้มขึ้นค่า L*, b*, H° และ C มีค่าเฉลี่ยลดลง แต่ค่า a* มีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และทำการประยุกต์ใช้สูตรดัชนีสี ได้แก่ a*/b*, (1000 x a*)/(L* x b*), (2000 x a*)/(L* x C), (180- H°)/(L* x C) และ (180- H°)/(L* + C) เพื่อใช้ประเมินสีม่วงของเมล็ดข้าว เมื่อคำนวณตามสูตรและหาค่าเฉลี่ยตามสีที่ได้จัดไว้ พบว่า เมื่อสีของเมล็ดข้าวเข้มขึ้น ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้

จากสูตรดัชนีสีสูตรต่างๆ เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Singha, *et al.* (1991) ที่ได้วัดค่าสีของผิวผลแอบเปิ้ล พบว่า เมื่อสีของผิวผลแอบเปิ้ลเข้มมากขึ้นค่า L*, b*, H° และ C มีค่าเฉลี่ยลดลง แต่ค่า a* มีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับ Carreno, *et al.* (1995 และ 1996) ที่ได้ศึกษาลักษณะสีของอุ่นที่รับประทานผลสด พบว่า เมื่อสีของผลอุ่นเข้มขึ้นค่า L*, b*, H° และ C มีค่าเฉลี่ยลดลง แต่ค่า a* มีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งค่าต่างๆ ที่คำนวณได้จากสูตรดัชนีสีต่างๆ แสดงค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสีกับสีของเมล็ดข้าวในประชากรรุ่น F_2

ความสัมพันธ์ของค่าสีที่วัดและสูตรดัชนีสีกับสีของเมล็ดข้าวในประชากรรุ่น F_2 ของคู่ผสมระหว่าง P5 x กข11 พบว่า เมื่อสีของเมล็ดข้าวเข้มขึ้นค่า a* และดัชนีสีสูตรต่างๆ ทุกสูตร มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ค่า L*, b*, H° และ C กลับมีค่าเฉลี่ยลดลงตามลำดับ ในขณะที่ค่า a* มีความสัมพันธ์กับสีเมล็ดข้าวและดัชนีสีสูตรต่างๆ ในทางบวกทางสถิติ แต่ค่า L*, b*, H° และ C มีความสัมพันธ์กับสีเมล็ดและดัชนีสีสูตรต่างๆ ในทางลบทางสถิติ นอกจากนี้ค่า L*, b*, H° และ C มีความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างสูงทางบวกในทางสถิติ รวมทั้งดัชนีสีสูตรต่างๆ ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Carreno, *et al.* (1995) พบว่า เมื่อสีของผลอุ่นเข้มขึ้นค่า a* และดัชนีสีสูตรต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนค่า L*, b*, H° และ C กลับมีค่าเฉลี่ยลดลงตามลำดับ จึงมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ โดยค่า a* มีความสัมพันธ์กับสีเมล็ดข้าวและดัชนีสีสูตรต่างๆ ในทางบวกทางสถิติ ส่วนค่า L*, b*, H° และ C มีความสัมพันธ์กับสีเมล็ดและดัชนีสีสูตร (2000 x a*)/(L* x C), (180- H°)/(L* x C) และ (180- H°)/(L* + C) ในทางลบทางสถิติ

ค่าสีของเมล็ดข้าวในประชากรรุ่น F_2 ที่คำนวณจากสูตรดัชนีสี (2000 x a*)/(L* x C)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินลักษณะสีม่วงของเมล็ดข้าวในทางสถิติ โดยดัชนีสีสูตร (2000 x a*)/(L* x C) เป็นสูตรที่สามารถบ่งบอกและใช้ประเมินลักษณะสีม่วงของเมล็ดข้าวไร่ในทางสถิติได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับสีเมล็ดข้าวสูงสุด และสามารถจำแนกสีได้ดี โดยสอดคล้องกับ Carreno, *et al.* (1995) ที่ได้เลือกดัชนีสีสูตร (180- H°)/(L* + C) ในการประเมินสีของผลอุ่นที่รับประทานผลสด เนื่องจากเป็นสูตรที่สามารถจำแนกสีต่างๆ ได้ทุกสี แม้ว่าบางสีมีความใกล้เคียงกันมาก และสูตรอื่นๆ ไม่สามารถจำแนกได้ เมื่อพิจารณาค่าสีต่างๆ ที่ได้จากการเทียบสีโดยใช้สายตากับค่าสีที่คำนวณได้จากสูตรดัชนีสี พบว่า ค่าที่คำนวณได้ในช่วงของสีม่วงทุกค่า เมื่อพิจารณาจากลักษณะของสีด้วยสายตาแล้ว ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีเมล็ดข้าวที่มี

ความใกล้เคียงกันในแต่ละต้นได้ แต่เมื่อใช้วิธีการคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีสีที่เหมาะสม พบว่าสามารถแยกความแตกต่างของสีเมล็ดข้าวจากแต่ละต้นในทางสถิติได้ทั้งหมด ขณะที่การประเมินสีด้วยสายตาสามารถแยกความแตกต่างของสีเมล็ดข้าวแต่ละต้นได้ เมื่อสีของเมล็ดข้าวมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่เมื่อสีมีความใกล้เคียงกันมาก จะไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ การศึกษาเพื่อหาดัชนีสีที่เหมาะสมในการวัดสีขององุ่นที่รับประทานผลสด โดย Carreno, *et al*. (1995 และ 1996) ที่ได้ใช้สูตรดัชนีสีเพื่อประเมินสีของผลองุ่น เนื่องจากเมื่อประเมินสีด้วยสายตาไม่สามารถแยกสีที่มีความใกล้เคียงกันอย่างมากได้ ดังนั้นการเลือกใช้สูตรคำนวณที่เหมาะสม นอกจากจะสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ดีแล้ว ค่าที่ได้เป็นยังตัวเลขสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างในทางสถิติได้