

**ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต**

จากผลการศึกษาพบว่า ข้าวที่ปลูกโดยการปักดำให้ผลผลิตมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับ กาญจน (2540) พิมประไพ (2547) และ มุกิตา (2548) โดยการศึกษาครั้งนี้ พบว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำมีจำนวนเมล็ดสีต่อรวงมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 120 เมล็ดต่อรวง ส่วนข้าวที่ปลูกโดยการหว่านมีจำนวนเมล็ดสีต่อรวงเฉลี่ยเท่ากับ 101 เมล็ดต่อรวง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ในการหว่านเท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีประชากรข้าวสูงในระยะแตกกอ ส่งผลให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างต้น เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวพบว่าจำนวนหน่อต่อพื้นที่ของข้าวที่ปลูกโดยการหว่านมีจำนวนหน่อต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 226 หน่อต่อตารางเมตร ซึ่งมีจำนวนหน่อต่อพื้นที่ใกล้เคียงกับข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ ที่มีจำนวนหน่อต่อพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 236 หน่อต่อตารางเมตร ทั้งนี้สาเหตุของการลดลงของจำนวนหน่อต่อตารางเมตรของข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน จากการศึกษาของ Miller *et al.* (1991) พบว่าในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน มีความหนาแน่นสูง สามารถส่งผลให้ข้าวเกิดการแตกกออย่างรวดเร็ว มีจำนวนหน่อต่อกอมากขึ้น แต่จำนวนหน่อที่อยู่รอดสามารถให้ผลผลิตได้มีเพียง 20-42% ของจำนวนหน่อทั้งหมด ทั้งนี้เป็นสาเหตุเพราะการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างต้นเกิดขึ้น นอกจากนั้นผลการศึกษาครั้งนี้ ยังชี้ให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ว่าการแก่งแย่งแข่งขันดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดจำนวนเมล็ดสีต่อรวงมากขึ้นด้วย ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่าน ไม่พบความแตกต่างกัน เฉลี่ยเท่ากับ 2.57 กรัม ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำหนักเมล็ดนั้นเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม (Yoshida, 1981)

ผลการศึกษาไม่พบว่ามีอิทธิพลของสาร โฟแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และ ไคเมทธิพินต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว ทั้งนี้เป็นไปได้ว่า การฉีดพ่นสาร โฟแทสเซียมไอโอไดด์ และ จิบเบอเรลลิน ที่ระยะกำเนิดช่อดอก ไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ทั้งนี้การฉีดพ่นสาร ไคเมทธิพิน ได้ทำการฉีดพ่นหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีระแล้ว ส่วนบทบาทของจิบเบอเรลลิน ซึ่ง เป็นฮอร์โมนพืชที่ส่งเสริมให้เกิดการยืดขยายเซลล์ของก้านดอกดีขึ้น (Takahashi *et al.*, 1972) จึงไม่น่าที่จะส่งผลต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ในการปลูกโดยการปักดำ มีแนวโน้มว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นจิบเบอเรลลิน ไคเมทธิพินและไม่ได้ฉีดพ่น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของมูทิตา (2548) ทั้งนี้ Kiuchi and Ishizaka (1961) รายงานว่า โพแทสเซียมส่งผลต่อกิจกรรมของกระบวนการทางสรีระของข้าวโดยที่จะช่วยรักษาใบธงของข้าว ให้สามารถดำเนินกิจกรรมทางสรีระวิทยาได้นานยิ่งขึ้น มีผลต่อการสะสมน้ำหนักเมล็ดได้เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนัก 1000 เมล็ดของข้าวสูงขึ้น อย่างไรก็ตามน้ำหนัก 100 เมล็ดที่เพิ่มขึ้นของข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงไม่ส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนในข้าวนาหว่านนั้นที่พบเช่นเดียวกันว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทุกกรรมวิธี แต่ความแปรปรวนของน้ำหนัก 100 เมล็ดน่าจะเป็นผลมาจากอิทธิพลของการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างต้นข้าวเอง

#### ผลของสารเคมีต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นเมล็ดหลังระยะสุกแก่ทางสรีระ

ผลการศึกษาพบว่าความชื้นเมล็ดของข้าวในทุกๆกรรมวิธีลดลงตลอดระยะเวลาหลังจาก ระยะสุกแก่ทางสรีระ และพบว่าเมล็ดข้าวในส่วนโคนรวงจะมีความชื้นเมล็ดมากกว่าส่วนกลาง และปลายรวง ทั้งนี้เป็นเพราะลำดับการผสมเกสรของข้าวจะเริ่มจากปลายรวง ไต่ลงมาถึงโคนรวง (มูทิตา, 2548) ส่งผลให้เมล็ดภายในรวงข้าวมีลำดับการสะสมอาหารไม่พร้อมกัน สอดคล้องกับ รายงานของจรรูวรรณและคณะ (2542) ที่พบว่าลำดับการผสมเกสรดังกล่าวทำให้เมล็ดข้าวในรวงเดียวกันมีการพัฒนาที่ไม่สม่ำเสมอ โดยที่จะเริ่มสะสมอาหารจากเมล็ดบริเวณปลายรวงก่อนลงมาถึงโคน ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความชื้นเมล็ดในส่วนของปลายและโคนรวง ในช่วงที่เมล็ดข้าวมีการพัฒนาในระยะสะสมแป้ง ข้าวจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดสูง และความชื้นเมล็ดของข้าวจะลดลงเมื่อข้าวสะสมแป้งได้มากขึ้น และเมื่อข้าวสะสมแป้งได้เต็มที่เมล็ดข้าวจะระเหยน้ำ ออกจนเหลือแต่แป้งในเมล็ด คือเมื่อข้าวเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีระ (จำรัส, 2534) ผลการศึกษาครั้งนี้พบเช่นเดียวกันว่าเมล็ดส่วนปลายรวงจะพัฒนาถึงระยะสุกแก่ทางสรีระและเมล็ดมีการสูญเสียความชื้นก่อน ในขณะที่เมล็ดในส่วนโคนรวงมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีระช้ากว่า และมีการสูญเสียความชื้นที่ช้ากว่า อย่างไรก็ตามที่ 20 วันหลังสุกแก่ทางสรีระเมล็ดข้าวทุกตำแหน่งภายในรวงมีความชื้นใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.7 เปอร์เซ็นต์

การฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ และจิบเบอเรลลิน ไม่มีผลต่ออัตราการลดความชื้นของเมล็ดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นสารเคมี ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะสารโพแทสเซียมไอโอไดด์และจิบเบอเรลลินทำการฉีดพ่นที่ระยะกำเนิดช่อดอก จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดหลังระยะสุกแก่ทางสรีระ ส่วนการฉีดพ่นสารไคเมทธิพินที่ระยะสุก

แก่ทางสรีระ มีผลทำให้อัตราการลดความชื้นเมล็ดของข้าวเร็วกว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมี โดยมีอัตราการลดลงของความชื้นเมล็ดหลังระยะสุกแก่ทางสรีระ 0.7-0.8เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ในขณะที่ข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมี ความชื้นเมล็ดลดลง 0.5-0.6เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ทั้งนี้เนื่องมาจากไคเมทธิพินเป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชชนิด post-directed herbicide (McIntie, 1977) มีผลต่อการเปิดปิดของ guard cell (Benyak, 1987) ซึ่งหลังจากการฉีดพ่นแล้วทำให้ใบข้าวแห้ง ส่งผลให้ไม่มีสารสังเคราะห์ส่งไปยังเมล็ด และนอกจากนั้นยังทำให้เมล็ดข้าวสูญเสียน้ำได้เร็วขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณรวงไม่มีใบบดบัง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของชมพูนุชและคณะ (2545) ซึ่งพบว่า เมื่อนิพ่นสารไคเมทธิพินสามารถลดความชื้นของข้าวจาก 31.8%-32.6% ลงมาถึง 16% ได้ในเวลาเพียง 5 วัน ในขณะที่เมื่อไม่มีการฉีดพ่นสารความชื้นเมล็ดจะลดลงจาก 38.0% ลงมาถึง 16.4% ในเวลา 11 วัน

#### คุณสมบัติทางกายภาพ

ผลการศึกษพบว่าน้ำหนักเมล็ดที่แบ่งตามตำแหน่งภายในรวงทั้งข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่าน น้ำหนักเมล็ดในส่วนปลายรวงสูงกว่าในเมล็ดในส่วนกลางและโคนรวง ทั้งนี้เนื่องมาจากลำดับการพัฒนาเมล็ดที่พบว่าเริ่มสะสมอาหารจากเมล็ดบริเวณปลายรวงก่อนลงมาถึงโคน ดังนั้นเมล็ดในส่วนปลายรวงซึ่งเป็น sink จึงมีโอกาสที่จะได้รับสารสังเคราะห์เต็มที่ ส่งผลให้มีน้ำหนักเมล็ดสูงกว่าเมล็ดในส่วนกลางและโคนรวง ซึ่งสอดคล้องกับมูทิตา (2548) และ Jongkaewwattana (1990) ส่วนการฉีดพ่นสารเคมีไม่พบว่ามีผลต่อน้ำหนักเมล็ดที่แบ่งตามตำแหน่งภายในรวง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำหนักเมล็ดนั้นเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม (Yoshida, 1981)

ความแข็งของเมล็ดข้าวสารที่แบ่งตามตำแหน่งภายในรวงทั้งข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่านอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือ 68.6-72.7 นิวตันต่อตารางเซนติเมตรต่อเมล็ด และ 67.5-77.3 นิวตันต่อตารางเซนติเมตรต่อเมล็ด ของข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่าน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดข้าวในส่วน โคนรวงมีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์ท้องไข่มากกว่าส่วนกลาง และปลายรวง ความเป็นท้องไขมีความเกี่ยวข้องกับลำดับการสะสมแป้งในเมล็ด (มูทิตา, 2548) เนื่องจากท้องไขเกิดจากสภาพที่แป้งจับตัวกันอย่างหลวมๆ (Srinivas and Bhashyam, 1985) โดยเมล็ดที่ยังไม่แก่เต็มที่ ยังอยู่ในระยะน้ำนมหรือแป้งอ่อน ที่มีความหนาแน่นน้อยเนื่องจากยังสะสมแป้งได้ไม่เต็มที่ และยังไม่แน่นพอ (Steffe *et al.*, 1980) สอดคล้องกับการศึกษาของจิรวรรณ (2544) ที่พบว่าเปอร์เซ็นต์ท้องไขไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เมล็ดอ่อน จากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทางสถิติ

โดยทั่วไปแล้วแสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ท้องไขมีความสัมพันธ์เชิงลบกับน้ำหนักเมล็ด ซึ่งจากผลการศึกษานี้ก็พบว่าน้ำหนักเมล็ดในส่วนโคนรวงน้อยกว่าส่วนปลายและกลางรวง

ค่าดัชนีความขาวนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเมล็ดที่ได้มาจากแต่ละตำแหน่งภายในรวง และไม่พบว่าสารเคมีมีผลต่อค่าดัชนีความขาวเช่นกัน นอกจากนี้ดัชนีความขาวของข้าวที่เก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ จนถึงหลังสุกแก่ทางสรีระ 20 วัน พบว่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 47.33-56.18 ยุทธนา (2548) พบว่าความขาวของข้าวจะเริ่มลดลงเมื่อเก็บรักษาข้าวไว้เป็นเวลา 1 เดือน สำหรับการศึกษานี้ทำการเก็บรักษาข้าวไว้เป็นเวลา 15 วันหลังจากเก็บเกี่ยวภายใต้อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปขัดสี และวัดความขาวของเมล็ดข้าวสาร ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีความขาวของข้าวในทุกๆกรรมวิธี โดยปกติแล้วสาเหตุที่ทำให้สีของข้าวเปลี่ยนไปคือการเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพที่มีความชื้น และอุณหภูมิสูง (Barber, 1981) และการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้อุณหภูมิสูง ซึ่งยุทธนา (2548) พบว่าเมื่อลดความชื้นข้าวโดยการอบที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ความขาวของข้าวต่ำกว่า ข้าวที่ลดความชื้นโดยการตากแดด โดยการเปลี่ยนสีของเมล็ดข้าวเกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในเมล็ดที่เรียกว่า browning reaction (งามชื่น, 2539)

ผลการวิเคราะห์ค่า Setback from trough ซึ่งแสดงถึงการคืนตัวของแป้งข้าว (retrogradation) เป็นปรากฏการณ์ที่แป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดเจลลิตในเซชันแล้วให้ความร้อนต่อไป เมล็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นแล้วแตกออกเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก และเมื่อปล่อยให้เย็นลงโมเลกุลเหล่านั้นจะเรียงตัวใหม่เป็นโครงสร้างที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการควบน้ำเข้าไปอีก เกิดเป็นลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์ม เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการคืนตัว (retrogradation) หรือ setback (Smith, 1979) ซึ่งการคืนตัวของแป้งนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง (Swinkles, 1985) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมล็ดข้าวในส่วนปลายรวงมีค่า Setback from trough สูงกว่าเมล็ดในส่วนกลางและโคนรวง แสดงให้เห็นว่าเมล็ดข้าวในส่วนปลายรวงมีโอกาสที่จะแข็งและร่วนกว่าเมล็ดในส่วนกลางและโคนรวง หลังจากหุงต้ม อาจจะเป็นไปได้ว่าเมล็ดในส่วนปลายรวงซึ่งเป็น sink จึงมีโอกาสที่จะได้รับสารสังเคราะห์เต็มที ส่งผลให้มีน้ำหนักเมล็ด และความหนาแน่นของแป้งสูงกว่าเมล็ดในส่วนกลางและโคนรวง แต่การทดลองครั้งนี้ไม่พบผลของสารเคมีที่มีต่อ ค่า Setback from trough

ค่า Pasting temperature ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเจลลิตในเซชันของแป้งข้าว คือเป็นอุณหภูมิที่แป้งเริ่มเกิดความหนืด และค่าความคงตัวของแป้งสุก ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงความอ่อน ความแข็งของแป้งข้าว ซึ่งค่า Pasting temperature และค่าความคงตัวของแป้งสุก จะแตกต่างกันไปตามชนิดของแป้งด้วย (กล้าณรงค์, 2543) ผลการศึกษาไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทั้ง

ตำแหน่งเมล็ดภายในรวงข้าวและสารเคมี ทั้งนี้เพราะ ข้าวที่ใช้ศึกษาเป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จึงมีค่า Pasting temperature และค่าความคงตัวของแป้งสูง ใกล้เคียงกันในแต่ละกรรมวิธี

### คุณภาพการสี

ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของข้าวที่ปลูกโดยการปักดำของเมล็ดข้าวในทุกตำแหน่งเมล็ดภายในรวงที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน ไดเมทธิพิน และไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมี ลดลงหลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระออกไป ซึ่งระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวคือขณะที่ข้าวอยู่ในระยะพลับพลึง หรือระยะสุกแก่ทางสรีระ (วินิตและคณะ, 2540) โดยผลการศึกษากลับพบว่าเมล็ดข้าวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระมีความชื้นขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 24-28 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะที่ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับ Jongkaewwattana (1990) ที่พบว่าความชื้นขณะเก็บเกี่ยวทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงอยู่ในช่วง 25-30 เปอร์เซ็นต์ การที่ปล่อยให้ข้าวอยู่ในแปลงนานเกินไปจะทำให้เมล็ดข้าวมีการคูดและคายความชื้น เนื่องจากเมล็ดข้าวมีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับสภาพแวดล้อม (hygroscopic) สามารถส่งผลต่อการเกิดรอยร้าวในเมล็ด ซึ่งนำไปขัดสีแล้วสามารถก่อให้เกิดการแตกหัก (Rangawath *et al*; 1970) ส่วนผลของการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไดเมทธิพินพบว่า การลดลงของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจะลดลงในช่วง 4-7 วันหลังสุกแก่ทางสรีระ ในขณะที่ข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมี เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจะเริ่มลดลงจากระยะสุกแก่ทางสรีระภายในช่วงระยะเวลา 1-4 วัน ซึ่งให้เห็นว่าสารเคมีที่ใช้สามารถรักษาคุณภาพการสีของข้าวได้ในระยะที่นานกว่าการไม่ใช้สารเคมี แต่สุดท้ายเมื่อเก็บเกี่ยวหลังสุกแก่ทางสรีระ 20 วันแล้วพบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน

ในการปลูกโดยการหว่านพบเช่นเดียวกันว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นของเมล็ดข้าวในทุกตำแหน่งเมล็ดภายในรวงที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน ไดเมทธิพิน และไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมี ก็ลดลงหลังจากเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระออกไป แต่ผลของสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไดเมทธิพินพบว่า จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นชัดเจนกว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ โดยพบว่า การลดลงของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจากที่ระยะสุกแก่ทางสรีระถึงหลังสุกแก่ทางสรีระ 20 วันของข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นสารเคมีจะลดลงอย่างรวดเร็วจากเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นเฉลี่ย 64% ลงมาถึง 33% ในขณะที่การฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไดเมทธิพินเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงจาก 64%, 63% และ 58% ลงมาถึง 58%, 51% และ 50% ตามลำดับภายในช่วงระยะเวลา 20 วันหลังสุกแก่ทางสรีระ

ผลของสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงนั้น พิมประไพ (2547) ให้เหตุผลไว้ว่าอาจเนื่องมาจากไอโอดีนจากสารประกอบดังกล่าวนี้ เข้าไปอยู่ในเมล็ดใน

ระยะที่มีการสะสมแป้ง แล้วมีการจับตัวกับแป้ง ทำให้แป้งจับตัวกันดีขึ้น ลดโอกาสเกิดการแตกร้าวของเมล็ด ส่วนการฉีดพ่นจิบเบอเรลลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่มีผลต่อการยืดและขยายเซลล์นั้น การฉีดพ่นที่ระยะกำเนิดช่อดอกอาจส่งผลให้ก้านดอกและระแงงของดอกข้าวมีการยืดขยายเซลล์ดีขึ้น (Takahashi *et al.*, 1972; Shimizu, 1996) และจากการทดลองของ Ito *et al.* (1994) ซึ่งพบว่าจิบเบอเรลลินจะทำให้การสุกแก่ของเมล็ดข้าวในรวงพร้อมเพรียงกัน มูทิตา (2548) ให้เหตุผลของอิทธิพลของจิบเบอเรลลินต่อการพัฒนาเมล็ดของข้าวไว้ว่า การฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินส่งผลให้ข้าวมีการสร้างรวงอ่อนที่สมบูรณ์ การสะสมสารสังเคราะห์ในการพัฒนาเมล็ด ตลอดจนการสุกแก่ของเมล็ดสม่ำเสมอขึ้น ทำให้ได้ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวตันสูง ส่วนผลของสารไดเมทธิพินนั้นการศึกษาครั้งนี้พบว่า อัตราการลดความชื้นของเมล็ดข้าวต่อวันมากกว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสาร โปแทสเซียม ไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไม่ได้ฉีดพ่นสาร ทั้งข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่าน ซึ่งอาจส่งผลต่อการลดการแตกหักของข้าวได้เนื่องจาก ความชื้นของเมล็ดลดลงใกล้เคียงกันทั้งรวง มีผลทำให้ความแปรปรวนของความชื้นและระยะสุกแก่ของเมล็ดลดลง

โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ข้าวตันที่ได้จากการปลูกโดยการหว่านจะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวตันสูงกว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของพิมพ์ประไพ (2547) และมูทิตา (2548) ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ข้าวที่ปลูกโดยการหว่านจะมีการแตกกอน้อยกว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ จึงทำให้รวงที่เกิดขึ้นเป็นรวงจากต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกโดยการปักดำซึ่งมีการแตกกอมากจึงมีรวงที่เกิดขึ้นจากหน่อด้วย ซึ่งมีผลต่อความสม่ำเสมอของการสุกแก่ของเมล็ด โดยผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวตันที่ได้จากตำแหน่งภายในรวงของข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน ในทางกลับกันข้าวที่ปลูกโดยการปักดำนั้นพบว่า มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ข้าวตันของเมล็ดในส่วน โคนรวงมากกว่าปลายรวง ซึ่งสอดคล้องกับ Jongkaewwattana (1990) ที่พบเช่นเดียวกันว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวตันของเมล็ดในส่วน โคนรวงสูงกว่าเมล็ดข้าวจากส่วนปลายรวง

การฉีดพ่นทั้งสาร โปแทสเซียม ไอโอไดด์ และจิบเบอเรลลินที่ระยะกำเนิดช่อดอก และการฉีดพ่นสาร ไดเมทธิพินที่ระยะสุกแก่ทางสรีระนั้น พบว่า ในการปลูกโดยการหว่านจะเห็นผลของสารเคมีที่ชัดเจนกว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะรวงที่ได้จากการปลูกโดยการหว่านจะเป็นรวงจากต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีความสม่ำเสมอของการพัฒนาเมล็ดทั้งแปลงมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยการปักดำ ซึ่งมีการแตกกอมาก หน่อแต่ละหน่อมีการเจริญเติบโตที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้การพัฒนาเมล็ดไม่สม่ำเสมอทั้งแปลง เมื่อทำการฉีดพ่นสาร โปแทสเซียม ไอโอไดด์ และจิบเบอเรลลิน จึงทำให้ข้าวที่ปลูกโดยการหว่านได้รับอิทธิพลของสาร ได้สม่ำเสมอทั้งแปลง

ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวหักนั้นพบว่าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมีมีอัตราการเพิ่มขึ้นของข้าวหัก หลังจากระยะสุกแก่ทางสรีระสูงกว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ จิบเบอเรลลิน และไดเมทธิพินทั้งน้ำดำและนาหว่าน นอกจากนี้ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าอิทธิพลของสารเคมีต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเห็นชัดเจนในข้าวที่ปลูกโดยการหว่าน เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ข้าวตัน ทั้งนี้เพราะเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเป็นค่าที่ผกผันกับเปอร์เซ็นต์ข้าวตัน

ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องพบว่าทั้งการปลูกโดยวิธีการปักดำและการปลูกโดยวิธีการหว่านในทุกๆกรรมวิธี มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76% เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ข้าวสารและเปอร์เซ็นต์รำ ที่มีค่าใกล้เคียงกันในทุกๆกรรมวิธี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67% และ 8% ตามลำดับ ทั้งนี้จากโครงสร้างของเมล็ดข้าวเมื่อกะเทาะเอาเปลือกออกจะได้ข้าวกล้อง และจากนั้นเมื่อขัดเอาส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด และเยื่อแอลูโรน ออกจะเหลือส่วนที่เป็นข้าวสาร และส่วนเยื่อดังกล่าวที่ถูกขัดออกไปนั้นจะรวมเป็นส่วนของรำ จากผลการศึกษาที่พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันในทุกๆ กรรมวิธี ทั้งข้าวที่ปลูกโดยการปักดำและหว่าน ทั้งนี้เพราะน้ำหนักเมล็ดเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม (Yoshida, 1981) ดังนั้นเมื่อเปอร์เซ็นต์รำไม่แตกต่างกันของแต่ละกรรมวิธี เปอร์เซ็นต์ข้าวสารและเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องจึงไม่แตกต่างกันด้วย

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์รำมีความสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์ข้าวตัน ซึ่งให้เห็นว่า การขัดสีข้าวที่ขัดเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกมาก มีอิทธิพลต่อการเพิ่มการแตกหักของเมล็ดข้าวสาร นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวสารมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเปอร์เซ็นต์ข้าวตัน ซึ่งสอดคล้องกับ Jongkaewwattana (1990) นอกจากนี้ Jongkaewwattana (1990) ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวสารมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นเมล็ด ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เมื่อขัดสีแล้วเมล็ดข้าวจะแตกหักน้อยลง เนื่องจากเมล็ดข้าวมีความหนาแน่นสูง

เปอร์เซ็นต์ท้องไขพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับน้ำหนักเมล็ด เนื่องจากท้องไขเกิดจากสภาพที่แป้งจับตัวกันอย่างหลวมๆ (Srinivas and Bhashyam, 1985) โดยเมล็ดที่ยังไม่แก่เต็มที่ ยังอยู่ในระยะน้ำนมหรือแป้งอ่อน ที่มีความหนาแน่นน้อยเนื่องจากยังสะสมแป้งได้ไม่เต็มที่และยังไม่แน่นพอ (Steffe *et al.*, 1980) จึงทำให้น้ำหนักเมล็ดน้อยด้วย เมล็ดจึงมีความหนาแน่นต่ำ และเมื่อนำไปขัดสีจึงมีโอกาสที่จะแตกหักมากขึ้น ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ข้าวสารและเปอร์เซ็นต์ข้าวตันต่ำ ในทางตรงกันข้ามพบว่าน้ำหนักเมล็ดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความแข็งเมล็ด ซึ่งน่าจะบ่งบอกว่าเมล็ดมีความหนาแน่นสูง เมื่อขัดสีแล้วมีโอกาสแตกน้อยลง

ความสัมพันธ์ที่พบว่าการเก็บเกี่ยวที่ความชื้นสูงส่งผลทางบวกกับเปอร์เซ็นต์ข้าวตัน ซึ่งหมายความว่าข้าวที่เก็บที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ มีความชื้นสูง เมื่อขัดสีแล้วได้เปอร์เซ็นต์ข้าวตันสูง

ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะ เมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีระมีการพัฒนาสมบูรณ์ทั้งรวงแล้ว อีกทั้งยังไม่เกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นกับสภาพแวดล้อม (hygroscopic) อันจะก่อให้เกิดรอยร้าวในเมล็ด เมื่อนำไปขัดสีจึงได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูง อย่างไรก็ตามผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความแข็งเมล็ด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเก็บเกี่ยวที่ความชื้นสูงทำให้ความแข็งเมล็ดน้อยกว่าที่เก็บเกี่ยวที่ความชื้นต่ำ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าเมล็ดข้าวที่มีความชื้นสูง แป้งในเมล็ดข้าวยังไม่จับตัวกันอย่างสมบูรณ์เต็มที่ ซึ่งผลดังกล่าวขัดแย้งกับเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นขณะเก็บเกี่ยวดังกล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ลดลงเมื่อเก็บเกี่ยวที่ความชื้นต่ำ น่าจะเกิดจากสาเหตุของรอยร้าวในเมล็ดที่เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความชื้นของเมล็ดกับสภาพแวดล้อม ซึ่งถึงแม้ข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังระยะสุกแก่ทางสรีระออกไปจะมีความแข็งมากขึ้น แต่เมื่อขัดสีแล้วจะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักสูงด้วย ทั้งนี้อาจเป็นไปได้เพราะการเกิดรอยร้าวในเมล็ดข้าวดังกล่าว พิมประไพ (2547) พบว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสาร โปแทสเซียมไฮโอไดด์มีรอยร้าวในเมล็ดน้อยกว่าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่น การที่เมล็ดมีรอยร้าวน้อย ทำให้มีโอกาสที่จะแตกหักตกลงด้วย เมื่อทำการขัดสีแล้วจึงได้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นสูงกว่าเมล็ดที่มีรอยร้าวมากกว่า ซึ่งผลการศึกษางานวิจัยครั้งนี้เสนอแนะให้เห็นว่ารอยร้าวที่เกิดขึ้นในเมล็ดข้าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการแตกหักของเมล็ดสูง

#### แบบจำลอง Empirical คุณภาพการสี

จากการนำตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยใช้การวิเคราะห์โดยการ Best Subset Regression ซึ่งประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์รำ เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ท้องไข ความแข็งเมล็ด และน้ำหนักเมล็ด ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ชุดตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ข้าวสาร ซึ่งมีค่า Coefficient of determination ( $R^2$ ) ใกล้เคียง 0.6 การเพิ่มจำนวนตัวแปรมากขึ้นกว่านี้ สามารถเพิ่มค่า Coefficient of determination ( $R^2$ ) ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นปัจจัยสำคัญที่มีส่วนกำหนดคุณภาพการสีของข้าว ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ข้าวสาร ดังนั้นในการที่จะปรับปรุงคุณภาพการสีของข้าว ไม่ว่าจะใช้สารเคมี หรือกรรมวิธีอื่นใดก็ตาม จะต้องคำนึงถึง เปอร์เซ็นต์ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ข้าวสารเป็นหลัก