

การเจริญเติบโตของต้นข้าว

วงจรชีวิตของต้นข้าวเริ่มหลังจากปฏิสนธิ เจริญเติบโตเป็นต้นอ่อน แล้วพัฒนาการเป็นต้นแก่ ออกรวง จนกระทั่งเมล็ดสุกแก่ ในเขตร้อน โดยทั่วไปต้นข้าวจะครบวงจรชีวิตในเวลาประมาณ 100-200 วัน (ทวี คุปต์กาญจนากุล, 2541) อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ (2544) กล่าวว่า ข้าวมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยมีระยะการพัฒนาการและการเจริญเติบโตที่ต่างกันขึ้นกับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

พัฒนาการและการเจริญเติบโตของข้าวแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage)

การเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการดำรงชีวิตและเตรียมสารอาหารต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างส่วนต่างๆ เพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว และส่วนหนึ่งอาจนำไปสะสมไว้ในอวัยวะบางส่วน เช่น ลำต้นและราก เพื่อเตรียมไว้ใช้ในระหว่างการเจริญเติบโตด้านการสืบพันธุ์และช่วงการเจริญเติบโตของเมล็ด การเจริญเติบโตในช่วงนี้ แบ่งได้เป็น 4 ระยะคือ

1.1 ระยะงอก (germination) ข้าวใช้เวลาการเจริญเติบโตในระยะนี้ประมาณ 4-7 วัน การงอกของเมล็ดเริ่มสังเกตได้โดยเห็นการโผล่ของรากอ่อนหรือยอดอ่อนซึ่งห่อหุ้มด้วยปลอกใบหรือปลอกหุ้มต้นอ่อน โดยเริ่มงอกตรงโคนของเมล็ดด้านที่เป็นจุมูกข้าวที่ติดกับก้านดอก ถ้างอกในที่ที่มีออกซิเจนเพียงพอ ปลอกหุ้มรากจะงอกออกมาก่อน ถ้าขาดออกซิเจนหรือมีปริมาณน้อย เช่น งอกใต้น้ำ ปลอกใบจะงอกออกมาก่อน

1.2 ระยะกล้า (seedling emergence) หลังจากเมล็ดงอก จะมีรากเจริญออกมาจากแห่งเดียวกับรากอ่อนอีกประมาณ 2 ราก ทั้งสามรากนี้จัดเป็นรากชุดแรก ซึ่งจะมีรากแขนงเจริญออกมาภายหลังอีกมาก รากชุดแรกจะทำหน้าที่ดูดน้ำเข้าไปเลี้ยงต้นอ่อนในระยะแรกๆ รากชุดแรกจะตายไปเมื่อมีรากชุดที่สองเกิดขึ้น รากชุดที่สองนี้จะเกิดขึ้นจากข้อตอนล่างๆ ของต้นกล้า เมื่อมารากงอกแล้วลำต้นอ่อนจะยึดให้ปลอกใบและใบอ่อนใบแรกโผล่พ้นดิน ใบอ่อนใบแรกนี้แตกต่างกับใบต่อๆ มาคือมีเพียงเฉพาะกาบใบเท่านั้น ทำหน้าที่หุ้มใบอื่นๆ ที่อยู่ภายใน ใบอ่อนจะยึดออกมาประมาณ 1 ซม. ก็จะหุ้ดและมีใบต่อๆ มาโผล่ตรงปลาย เมื่อเกิดใบอ่อนใบแรกไม่นานก็มีลำต้นเกิดขึ้นชัดเจน ประกอบด้วยข้อและปล้อง ใบที่สอง ที่สามและใบต่อๆ ไปจะเกิดขึ้นที่ข้อ ข้อละใบจนถึงใบที่ 5 ในระยะแรกอาหารของต้นอ่อนได้มาจากอาหารที่สะสมในเมล็ด เมื่อมีใบที่ 3 และใบที่ 4 ต้นกล้าจะเริ่มใช้อาหารซึ่งรากดูดขึ้นมาจากดิน และใบเริ่มปรุงอาหารได้เองแล้ว

1.3 ระยะแตกกอ (tillering stage) การแตกกอเริ่มจากปรากฏเห็นหน่อแรกจากตาของข้อล่างสุดในการปลูกข้าวจากเมล็ดโดยตรง ต้นข้าวจะแตกกอจากข้อแรกและข้อต่อๆ ไป ซึ่งอาจจะเริ่มเมื่อข้าวมีใบที่ 4 หรือใบที่ 5

1.4 ระยะยืดปล้อง (stem elongation stage) หลังจากระยะแตกกอหากต้นข้าวยังไม่ก้าวเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอก เนื่องจากยังไม่ถึงกำหนดเวลา (ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง-อายุหนัก) หรือช่วงแสงยัง

ไม่เหมาะสม (ข้าวไวต่อช่วงแสง) ต้นข้าวอาจเริ่มชีคปล้องที่อยู่ทางตอนล่างเพราะยังอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น การชีคปล้องระยะนี้ทำให้ต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นและอาจล้มง่าย แต่ในข้าวพันธุ์อายุสั้นต้นข้าวอาจเข้าสู่ระยะกำเนิดช่อดอกได้โดยไม่มี การชีคปล้องเพราะมีระยะเวลาสั้น หรือมีการชีคปล้องไปพร้อมๆ กับการกำเนิดและพัฒนาการของช่อดอก

2. ระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ (reproductive stage)

เริ่มตั้งแต่ข้าวเริ่มสร้างช่อดอกถึงคอกบาน ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 35 วัน แบ่งได้เป็น 4 ระยะ คือ

2.1 ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle initiation) ช่อดอกกำเนิดที่จุดเจริญ เริ่มแรกจะมีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แต่ประมาณ 10 วันต่อมาจะสามารถมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า มีลักษณะคล้ายขนนกสีขาวยาวประมาณ 2 มม.ซึ่งตามปกติจะเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 60-65 วันก่อนเก็บเกี่ยว หรือประมาณ 55-60 วันหลังจากหว่านเมล็ดข้าวไม่วัยต่อช่วงแสงที่มีอายุเก็บเกี่ยว 120 วัน ในต้นข้าวกอเดียวกัน ช่อดอกข้าวจะเกิดในต้นแม่ก่อนหน่อที่แตกจากต้นแม่และหน่อที่เกิดรองๆ ลงมา

ในระบะนั้นนอกจากจะมีกำเนิดของคอกข้าวแล้ว ยังมีการชีคปล้องที่อยู่ตอนล่างของลำต้นควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะในข้าวอายุสั้นที่ไม่มีโอกาสชีคปล้องในระยะสุดท้ายของช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (ระยะชีคปล้อง)

2.2 ระยะตั้งท้อง (booting) หลังจากกำเนิดช่อดอก รวงอ่อนของข้าวจะเจริญเติบโตและพัฒนาอวัยวะต่างๆ ของรวง มีการสร้างเปลือกดอกใหญ่ เปลือกดอกเล็ก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ก่อนออกดอกประมาณ 15 วัน รวงข้าวจะมีความยาวประมาณ 1.5 ซม. เป็นระยะเริ่มสร้างเรณูและถุงหุ้มไข่ หลังจากนั้นการเจริญจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ก่อนออกดอก 12 วัน รวงอ่อนจะยาวประมาณ 8.0 ซม. และเป็นระยะการแบ่งเซลล์สร้างเรณูและไข่ ก่อนออกดอก 8 วัน ความยาวของรวงอ่อนมีขนาดเกือบเต็มที่อาจยาวถึง 18 ซม. ก่อนครบกำหนดออกดอก 6 วัน รวงอ่อนจะมีความยาว 19 ซม. เรณูจะเจริญเต็มที่มีส่วนต่างๆ ครบสมบูรณ์ ก่อนออกดอก 4 วัน รวงจะยาวถึง 21 ซม. เมื่คเรณูขยายใหญ่ขึ้นจนเห็น ได้ชัด แต่ยังมีคๆ เบี้ยวๆ อยู่ เมื่อการเจริญของรวงข้าวครบและสมบูรณ์เต็มที่ ถุงหุ้มเมล็ดไม่ขยายตัว เซลล์ไข่จะเลื่อนลงมาชิดกับผนังของถุงหุ้มด้านที่อาจสัมผัสกับเชื้อตัวผู้ได้โดยง่าย และเรณูก็เจริญเต็มที่ในอับเกสร โดยปกติช่อดอกข้าวจะเกิดที่ปลายรวงก่อนและคอกต่อๆ มาเกิดขึ้นภายหลังตามลำดับ ใช้เวลาประมาณ 7 วัน จึงอาจจะเต็มรวง คอกที่ปลายรวงจะแข็งแรงกว่าโคนรวง

ในระบะนั้นนอกจากจะมีการพัฒนาของรวงข้าวคั้งที่กล่าวแล้ว ยังมีการชีคปล้องที่อยู่ตอนบนของลำต้นควบคู่ไปด้วยเพื่อที่จะดันให้รวงข้าว โผล่ออกจากกาบใบธง

2.3 ระยะออกรวง (heading) เมื่อถึงกำหนดออกรวง รวงข้าวจะ โผล่ออกจากกาบใบธง ซึ่งจะยื่นออกไปเรื่อยๆ จนประมาณ 90% ของรวงข้าวโผล่ออกจากกาบใบธง

2.4 ระยะดอกข้าวบาน (flowering หรือ anthesis) ในสภาวะปกติดอกข้าวจะบานหลังจากออก
 รวงประมาณ 1 วัน ก้านเกสรตัวผู้จะยืดยาวขึ้นและอับเกสรจะเปิดออก เรณูหรือละอองเกสรตัวผู้จะ
 หล่นลงบนยอดเกสรตัวเมียเกิดการผสมเกสร การบานของดอกปกติอยู่ระหว่าง 7.00 น. ถึง 12.00 น.
 มีระยะหนึ่งที่ดอกข้าวเป็นจำนวนมากบานได้รวดเร็ว ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นระยะพอเหมาะในการ
 บานของดอกที่สุด ซึ่งอาจจะไม่คงที่เสมอไปสำหรับท้องถิ่นหนึ่งๆ และแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น
 ขึ้นอยู่กับความชุ่มชื้นในบรรยากาศ อุณหภูมิและความเข้มของแสง อุณหภูมิที่พอเหมาะอยู่ที่ 30
 องศาเซลเซียส ในวันที่อากาศแจ่มใสและอุณหภูมิสูงการบานจะสม่ำเสมอกว่าในวันที่มีฝนตก หรือ
 ท้องฟ้ามีเมฆมาก และอุณหภูมิต่ำดอกจะบานอยู่เหนือดินและนานประมาณ 2 ชม.

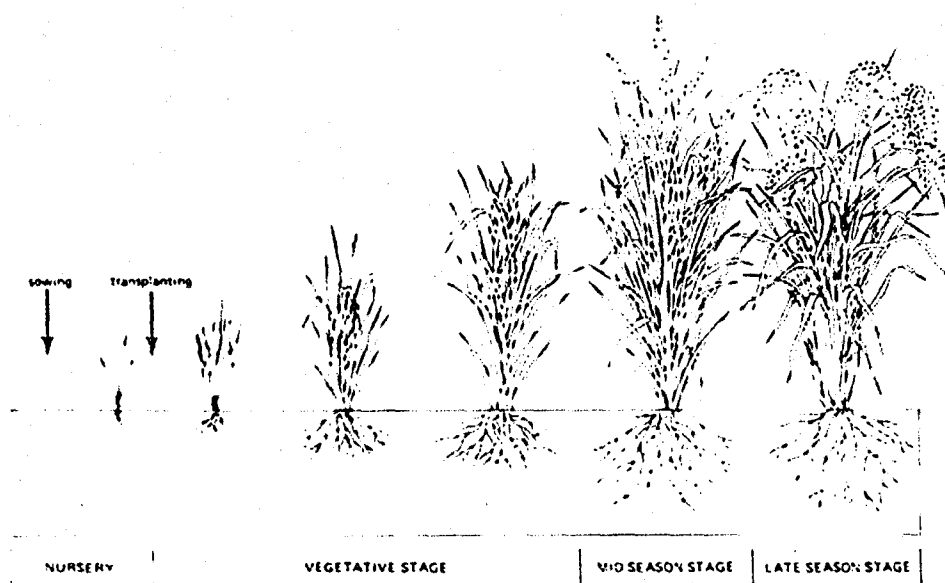
3. ระยะสุกแก่ (ripening stage)

เริ่มหลังจากการผสมเกสรถึงการสุกแก่ของเมล็ด ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 25-35 วัน แบ่งได้
 เป็น 3 ระยะคือ

3.1 ระยะเมล็ดนํ้านม (milk grain stage) เริ่มหลังจากการผสมเกสรจนกระทั่งเมล็ดข้าวเริ่มเต็ม
 เมล็ด แต่อาหารในเมล็ดข้าวยังไม่แข็งตัว มีลักษณะคล้ายนํ้านม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 7-10 วันนับ
 หลังจากการผสมเกสร

3.2 ระยะแป้งในเมล็ดแข็งตัว (dough grain stage) จากระยะนํ้านมจนกระทั่งเนื้อแป้งในเมล็ดมี
 ลักษณะแข็ง ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 14-21 วันนับหลังจากการผสมเกสร

3.3 ระยะเมล็ดสุกแก่ (mature grain stage) เมล็ดข้าวแต่ละเมล็ดจะนับว่าสุกแก่ได้ต้องมี
 พัฒนาการเต็มที่ในเรื่องขนาด ความแข็ง ความใส และสีเขียวจะหมดไป ระยะสุกแก่เริ่มจากระยะที่
 แป้งในเมล็ดแข็งตัวและสิ้นสุดเมื่อ 90 % ของเมล็ดทั้งหมดสุก ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 25-35 วันนับ
 หลังจากการผสมเกสร



ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของข้าว

(ที่มา: <http://www.fao.org/docrep/T7202E/t7202e0e.jpg>)

สภาพดินฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าว

1 ดิน ข้าวสามารถปลูก เจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดีในดินแทบทุกประเภทตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว แต่เหมาะที่จะปลูกในดินที่มีความสามารถอุ้มน้ำได้ดีและมีความอุดมสมบูรณ์สูง ดินมีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5-7 (ดินนาส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-7) (ทวี กุปต์กาญจนากุล, 2541)

2 ฝน (rainfall) โดยเฉลี่ยต้นข้าวที่มีอายุประมาณ 120 วัน ต้องการใช้น้ำตลอดฤดูการผลิต ประมาณ 1,000-2,000 มม.ต่อไร่

3 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการปลูกข้าวมี 3 อย่าง คืออุณหภูมิที่เหมาะสม อุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิสูง อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของข้าวอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไปทำให้ข้าวเจริญเติบโตไม่ดีและให้ผลผลิตต่ำ ผลผลิตข้าวอาจเสียหายทั้งหมดหากมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป โดยเฉพาะในระยะออกรวง เพราะเมล็ดลีบเนื่องจากไม่มีการผสมเกสร ในช่วงการสร้างเมล็ดอุณหภูมิต่ำกว่าปกติเล็กน้อยมีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวมากกว่าอุณหภูมิสูง อุณหภูมิโดยทั่วไปของประเทศไทยจัดว่าเหมาะสมกับการผลิตข้าว

อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการงอกของเมล็ดข้าวอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส เมล็ดข้าวจะงอกน้อยผิดปกติหากมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการแตกกอของต้นข้าวอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ต้นกล้าจะชะงักการแตกกอหากอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการบานของข้าวอยู่ระหว่าง 30-33 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเมล็ดในระยะเมล็ดสุกแก่อยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส (อัญชลี ประเสริฐศักดิ์, 2544; Abraham, H., Eitan, S. and Shvartz, M., 2001; M. Sie, M. Dingkuhn, M. C. S. Wopereis and K. M. Miezian, 1998)

4 แสงแดด (solar radiation) คุณภาพของแสงและความยาวของช่วงวันเป็นสิ่งกำหนดการออกดอก โดยที่ความเข้มของแสงยิ่งมากก็จะทำให้หารสังเคราะห์แสงดีขึ้น จึงมีอาหารมากพอในการออกดอก ส่วนความยาวช่วงวันนั้นก็สำคัญมากเช่นกัน แสงแดดที่ต้นข้าวใช้ในการสังเคราะห์แสงอย่างมีประสิทธิภาพจัดอยู่ในช่วงคลื่นแสงสั้น คือช่วงแสง 380-720 nm ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนจึงมีช่วงแสงนานเพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว ยกเว้นในวันที่ฝนตกหรือท้องฟ้ามีเมฆหนา (หัสไชย บุญจง, 2545)

5 ความยาวนานของวัน (day length หรือ photoperiod) ประกอบด้วย ช่วง daylight และ ช่วง civil twilight ซึ่งช่วง daylight เป็นช่วงระหว่าง sunrise และ sunset ส่วนช่วง civil twilight เป็นช่วงก่อนและหลังพระอาทิตย์ตก เมื่อดวงอาทิตย์ทำมุม 6 องศา ต่ำกว่าขอบฟ้า (horizon) ช่วง

แสง (photoperiod) มีผลต่อการกำเนิดช่อดอกของข้าวที่ไวต่อแสง เนื่องจากข้าวเป็นพืชวันสั้น ที่ต้องการช่วงแสงสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤติในการชักนำให้เกิดช่อดอก การตอบสนองของพันธุ์ข้าว ขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม เช่น ข้าวอินดิกามีการกำเนิดช่อดอก ตั้งแต่ 10.5-76.5 วันหลังปลูก และมีการทดลองข้าว 8 พันธุ์ พบว่า มีรูปแบบการพัฒนาปลายช่อดอกคล้ายคลึงกัน แต่มีระยะเวลาการพัฒนาปลายช่อดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ ความยาวนานของวัน และ วันปลูก สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะออกดอกเมื่อมีช่วงแสงตั้งแต่ 11 ชม. 52 นาที (หัสไชย บุญจุง, 2545; อัญชลี ประเสริฐศักดิ์, 2544; Abraham, H., Eitan, S. and Shvartz, M, 2001; <http://gpsr.ars.usda.gov/products/shootgro.htm>, 2002)

6 ลม (wind) กระแสลมอ่อนอาจมีส่วนช่วยในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสงและลดอุณหภูมิซึ่งช่วยลดอัตราการหายใจของต้นข้าวได้ กระแสลมที่แรงเกินไปทำให้ต้นข้าวหัก โคนเสียหาย เมล็ดลีบและผลผลิตเสียหายได้ (ทวี คุปต์กาญจนากุล, 2541)

7 ความชื้นในอากาศ (%RH) ความชื้นในอากาศไม่มีความสำคัญต่อผลผลิตข้าวโดยตรง แต่ทำให้เกิดน้ำค้างบนใบพืชเป็นระยะเวลานานเป็นสาเหตุทำให้เกิดใบไหม้ (blast) ในข้าว (หัสไชย บุญจุง, 2545)

การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาเป็นลำดับอย่างต่อเนื่องของเนื้อเยื่อเจริญของดอก (floral meristem) ซึ่งเกี่ยวข้องกับเปลี่ยนแปลงสภาพและการเติบโตของอวัยวะจากเนื้อเยื่อเจริญส่วนสืบพันธุ์ (reproductive meristem) เป็นผลจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ของยีนที่ควบคุมอยู่ก่อนที่เนื้อเยื่อเจริญของดอกจะเปลี่ยนแปลงพัฒนาเป็นอวัยวะต่างๆ กับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ได้รับ โดยมีการพัฒนาที่พืชจะเปลี่ยนแปลงจากการเจริญทางด้านลำต้นไปสู่ระยะการสืบพันธุ์ กระบวนการดังกล่าวเรียกว่า floral evocation (ลิลลี่ กาวิตซ์, 2546) ในเชิงเศรษฐกิจแล้วการทำให้พืชออกดอกนอกฤดูกาลปกติย่อมทำรายได้ให้เกษตรกรได้เป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าผลผลิตจะต่ำ แต่เมื่อคำนึงถึงว่า ในขณะที่ข้าวล้มตลาด ขาขยาก การผลิตข้าวคุณภาพดีราคาสูง เพื่อตลาดเฉพาะแห่งก็เป็นสิ่งควรทำ ถ้าสามารถผลิตข้าวให้ออกดอกได้ตามที่ต้องการ โดยการใช้สารเคมีหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช การปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความสั้นยาวของวันของสถานที่ต่างๆ อาจมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดดอกได้เป็นดี

จึงทำการศึกษาพัฒนาการของดอกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ซึ่งสามารถนำภาพถ่ายจาก SEM มาวิเคราะห์ถึงระยะต่างๆ ของการพัฒนาการของดอกได้เป็นอย่างดี เนื่องจากภาพถ่ายจาก SEM จะให้ภาพ 3 มิติ คือเห็นส่วนลึกของตัวอย่าง มีกำลังขยายสูงและมีการแจกแจงรายละเอียดของภาพดี (resolving power) ทำให้สามารถแปลความหมายของภาพได้ถูกต้องใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของ apicities ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

สถานที่ทำการศึกษา

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 (F1)

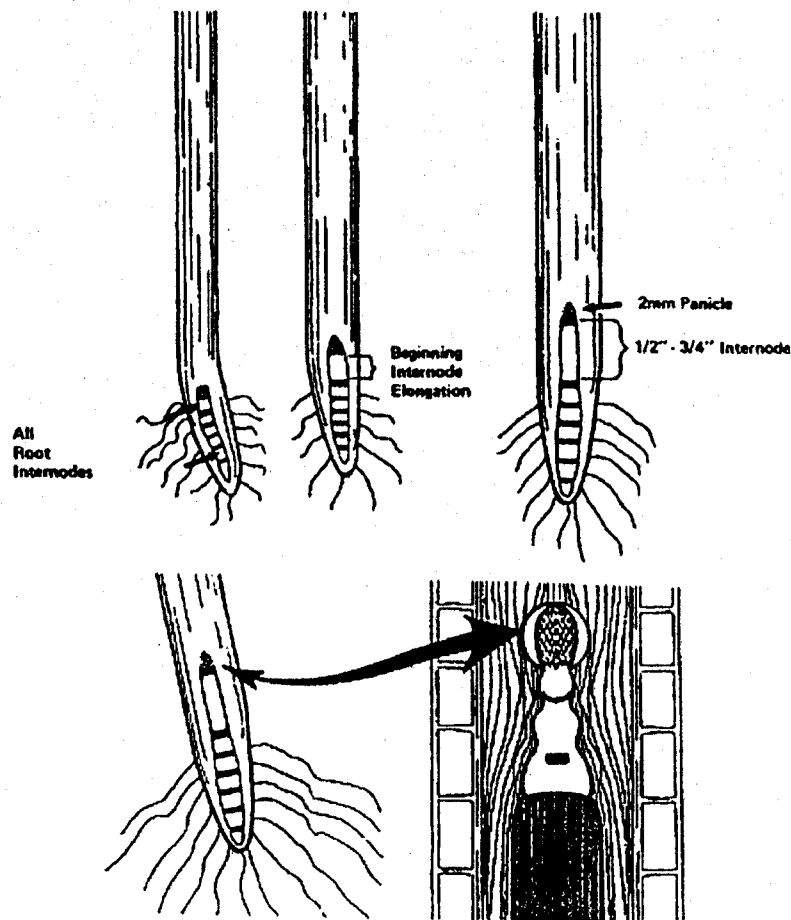
ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืช ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (F3)

วัสดุ อุปกรณ์

- 1) เมล็ดพันธุ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105
- 2) กระจกพลาสติกขนาด 6 นิ้ว
- 3) อ่างพลาสติก
- 4) ดินปลูก มทส.
- 5) ตู้ควบคุมการเจริญเติบโต (growth chamber)
- 6) กล้องจุลทรรศน์ stereo-microscopy
- 7) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)
รุ่น JEOL JSM-6400
- 8) ตู้ดูดความชื้น (desiccator)
- 9) อุปกรณ์เครื่องมือแก้ว มีคีมตัด forceps เข็มเขี่ย vial
- 10) สารละลาย 1% glutaraldehyde ใน 0.1 M phosphate buffer, pH 6.8
- 11) สารละลาย 0.1 M PO_4 pH 6.8
- 12) สารละลาย ethanol ความเข้มข้น 30%-100%
- 13) น้ำกลั่น
- 14) ทอง (Au)
- 15) stub
- 16) เทปกาว 2 หน้า
- 17) เครื่องทำตัวอย่างแห้ง ณ จุดวิกฤติ (critical point dryer รุ่น Samdri PVT-3B)
- 18) เครื่องฉาบผิวตัวอย่างด้วยไอออน (ion sputtering device รุ่น JEOL/JFC 110E)
- 19) เครื่องผสมสาร (single speed rotary shaker รุ่น SPI)

วิธีการศึกษา

- 1) ทำการปลูกข้าวในกระถาง หลังจากนำเมล็ดข้าวแช่ด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 24 ชม. และนำเมล็ดที่แช่น้ำไว้แล้วมาห่อด้วยผ้าขาวเป็นเวลา 48 ชม. เมื่ออายุได้ 5 วันนำ treatment ที่ 1 ไปไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต โดยควบคุมอุณหภูมิ 32/21 °ซ (กลางวัน/กลางคืน) ภายได้สภาพวันสั้น 12/12 (กลางวัน/กลางคืน) ปริมาณแสง 8,000 Lux และนำ treatment ที่ 2 ไปไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต อุณหภูมิ 30/19 °ซ (กลางวัน/กลางคืน) ปริมาณแสง 8,000 Lux
- 2) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเมื่ออายุตั้งแต่ 1 สัปดาห์ และทุก 2 วัน เมื่อข้าวเริ่มมีการแตกกอ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการปลายยอดของข้าว นำชิ้นส่วนตายอดของข้าว ขาวดอกมะลิ 105 จากตู้ควบคุมการเจริญเติบโตและที่ปลูกในสภาวะภายนอกมาลอก (dissecting) ภายใต้อุปกรณ์ stereo-microscopy



ภาพที่ 7 แสดงตำแหน่งของการลอก (dissecting)

(ที่มา:http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/HTML/MP192/1_Rice_Growth_and_Development_Reproductive.asp)

- 3) นำชิ้นตัวอย่างที่ได้จากการลอกมารักษาสภาพใน vial ขนาดเล็กซึ่งบรรจุ 1% glutaraldehyde, 0.1M phosphate buffer pH 6.8 เป็นเวลา 2 ชม. เพื่อคงสภาพของตัวอย่าง ไม่ให้เกิด reduction reaction รักษาคุณลักษณะทาง histochemical และช่วยระงับการเกิด autolysis
- 4) ล้างด้วย 0.1M phosphate buffer ที่ pH 6.8 จำนวน 3 ครั้ง โดยวางไว้บนเครื่องผสมสาร ครั้งละ 15 นาที
- 5) ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง
- 6) คั่งน้ำออกจากเซลล์ (dehydration) ของตายอด โดยใช้ ethanol จากความเข้มข้นต่ำไปสูงตามขั้นตอนดังนี้
 - 30% Alcohol นาน 15 นาที
 - 50% Alcohol นาน 15 นาที
 - 70% Alcohol นาน 15 นาที
 - 80% Alcohol นาน 15 นาที
 - 90% Alcohol นาน 15 นาที
 - 100% Alcohol จำนวน 2 ครั้งๆ ละ 15 นาที
- 7) นำตัวอย่างไปทำแห้งโดยเครื่องทำตัวอย่างแห้ง ณ จุดวิกฤติ (Critical Point Drying, CPD)
- 8) เก็บตัวอย่างไว้ที่ตู้ดูดความชื้น
- 9) นำตัวอย่างไปติดไว้บน stub ที่ติดเทปกาว 2 หน้าไว้ด้านบนโดยติด 6 ตัวอย่างต่อ 1 stub
- 10) นำไปฉาบผิวตัวอย่างด้วยทอง เพื่อป้องกันการ charge up โดยเครื่องฉาบผิวตัวอย่างด้วย ไอออน
- 11) นำไปศึกษาและถ่ายภาพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

เอกสารอ้างอิง

ทวี คุปต์กาญจนากุล. 2541. เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี. กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์. 194 หน้า.

ลิลลี่ กาวิฑีระ. 2546. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

หัสไชย บุญจุง. 2545. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

อัญชติ ประเสริฐศักดิ์. 2544. ความแปรปรวนด้านพัฒนาการของดอกและเมล็ดข้าวพันธุ์ดี. เอกสารประกอบการเสนอผลงาน การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. อุบลราชธานี.

Abraham, H., Eitan, S. and Shvartz, M. (2001). Environmental factors affecting flowering of rice flower (*Ozothamnus diosmifolius*, Vent.). *Journal of Scientia Horticulturae* . (87): 303-309.

Available: <http://www.fao.org/docrep/T7202E/t7202e0e.jpg>

Available: <http://gpsr.ars.usda.gov/products/shootgro.htm>

M. Sie, M. Dingkuhn, M. C. S. Wopereis and K. M. Miezán. (1998). Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. III. Heritability of photothermal traits. *Field Crops Research* . (58): 141-152.

Available: www.uaex.edu/Other_Areas/publications/HTML/MP...