

# บทที่ 1

## ปฏิบัติการเรื่อง ข้าว

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ศึกษารู้จักลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของข้าว
2. เพื่อให้ศึกษาจำแนกประเภทข้าวชนิดต่างๆ ได้
3. เพื่อให้ศึกษาบอกความแตกต่างของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ได้

### วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์ (Sterio micriscope)
2. ตัวอย่างต้นข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ
3. แผนภาพ
4. จานแก้ว (Petri disc)
5. ใบมีด
6. เข็มเขี่ย

### บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่คนไทยรับประทานเป็นอาหารหลัก และในปัจจุบันข้าวยังจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศอย่างมหาศาล ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) ซึ่งจัดอยู่ในสกุล (genus) *Oryza* สกุลนี้ ประกอบด้วยชนิด (species) ต่าง ๆ ถึง 25 ชนิด แต่ชนิดที่เพาะปลูกเป็นอาหารมีเพียง 2 ชนิด คือ ชนิด *sativa* ซึ่งปลูกทั่วไปในเขตต่าง ๆ ของโลก และ ชนิด *glaberrima* ซึ่งปลูกอยู่บ้างในแอฟริกาตะวันตก *O. glaberrima* แตกต่างจาก *O. sativa* ตรงที่ไม่มี การแตก secondary branch ของ panicle และมีความแตกต่างเล็กน้อยในส่วน of ขนบน lemma และความยาวของ ligule

ชนิด *sativa* มีการปรับตัวเข้ากับสภาพท้องถิ่นต่าง ๆ สามารถจำแนกได้เป็น 3 subspecies คือ subspecies *indica*, *japonica* และ *javanica* ลักษณะความแตกต่างของ 3 subspecies นี้แสดงในตารางที่ 1.1

ข้าวทั้ง 3 subspecies ดังกล่าว จะมีแหล่งปลูกต่างกันกล่าวคือ ข้าว *indica* นั้น รวมถึงพันธุ์จากศรีลังกา, จีนทางใต้และตอนกลาง, ชาว, ปากีสถาน, ฟิลิปปินส์, ไต้หวัน และประเทศในเขตร้อนอื่น ๆ ในขณะที่ *japonica* เป็นพันธุ์ที่มีอยู่ทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกของจีน ในญี่ปุ่น และในเกาหลี subspecies *javanica* ซึ่งมีการกำหนดเพิ่มเติมภายหลังหมายถึงข้าวพวก bulu และ gundil ของอินโดนีเซีย (bulu มีหนวดข้าวยาว ส่วนข้าว gundil ไม่มีหนวดข้าว) ต่อมาเมื่อมีการรวบรวมพันธุ์ข้าวจำนวนมาก ๆ พันธุ์เข้าก็พบว่า ลักษณะต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วนั้น เป็นลักษณะที่มีความแปรปรวนอย่างต่อเนื่อง และการที่เกิดการเป็นหมัน (sterility) เมื่อผสมระหว่างพันธุ์ก็ไม่สามารถใช้เป็นข้อสรุปได้ว่าเป็นข้าวคนละ subspecies กัน เพราะการเป็นหมัน เป็นเรื่องซับซ้อน และอาจเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ ด้วยไม่ใช่เป็นเพราะต่าง subspecies กันเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการจำแนกข้าวเป็น 3 subspecies ตามสภาพท้องถิ่นที่ก่อย ่ ลดความสำคัญลง เพราะมีพันธุ์บางพันธุ์ที่จัดว่าอยู่ใน japonica group ขึ้นอยู่แถบเนปาล, รัฐ Orissa ในอินเดีย และทางภาคเหนือของไทย

อย่างไรก็ดี นักวิทยาศาสตร์ทางข้าวในแถบเอเชียก็ยังนิยมที่จะจัดกลุ่มของข้าวเป็น *indica*, *japonica* และ *javanica* เพื่อสะดวกในการบอกถึงลักษณะของต้นและเมล็ด

ตารางที่ 1.1 ลักษณะความแตกต่างระหว่าง subspecies *indica*, *japonica* และ *javanica*

ลักษณะ	<i>indica</i>	<i>japonica</i>	<i>Javanica</i>
1. ใบ	ใบกว้าง สีเขียวอ่อน	ใบแคบ สีเขียวเข้ม	ใบกว้าง, แข็ง สีเขียวอ่อน
2. เมล็ด	เรียวยาว, แบน	สั้นและป้อม	กว้างและหนา
3. การแตกกอ	แตกกอมาก	แตกกอปานกลาง	แตกกอน้อย
4. ทรงต้น	สูง	เตี้ย	สูง
5. หนวดข้าว	มักไม่มีหนวด	ไม่มีหนวดข้าว จนถึงมีหนวดยาว	ไม่มีหนวดข้าว จนถึงมีหนวดยาว

6. ขนบนเปลือกเมล็ด	ขนสั้นมีเพียงบาง เบา	ขนยาวและดก	ขนยาว
7. การร่วงของเมล็ด	ร่วงง่าย	ร่วงยาก	ร่วงยาก
8. ความแข็งของเนื้อเยื่อ	อ่อน	แข็ง	แข็ง
9. การตอบสนองต่อช่วงแสง	แตกต่างกันในระดับ การตอบสนองต่อ ช่วง แสง	แตกต่างกันในระดับ ของการตอบสนอง ต่อช่วงแสง	ตอบสนองต่อ ช่วงแสงเพียง เล็กน้อย

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าว

#### 1. ราก (Root)

ข้าวมีรากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) รากอันแรกที่เจริญมาจาก ส่วนของ radicle เรียกว่า primary seminal root ซึ่งรากนี้จะทำหน้าที่เป็นรากชั่วคราว นอกจาก รากชั่วคราวที่เจริญจาก radicle แล้ว ยังมีรากชั่วคราวอันอื่นอีก 2-3 ราก ซึ่งเกิดตามมา เรียกว่า secondary seminal roots ซึ่งจะพัฒนาไปเป็น lateral roots รากชั่วคราวเหล่านี้จะเนาเปื่อยไป และถูกแทนที่ด้วยระบบรากชุดที่สองที่เรียกว่า "adventitious roots" ซึ่งเกิดจากส่วนของข้อ ของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน ข้าวขึ้นน้ำ (floating rice varieties) สามารถเกิดรากที่ข้อของลำต้นที่อยู่ สูงขึ้นมา แต่อยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ราก adventitious อาจเกิดจากส่วนอื่น ๆ ของลำต้นได้ เช่น เกิด ที่ข้อเหนือดินก็เป็น prop roots หรืออาจจะเกิดตามปล้องของต้นข้าว เช่น mesocotyl roots ซึ่ง เกิดจากปล้อง mesocotyl และเกิดเฉพาะเมื่อเมล็ดถูกฝังไว้ก่อนข้างลึก หรือเมื่อเมล็ดถูกอบหรือ คลุกด้วยสารเคมีบางอย่าง

รากพิเศษ (adventitious roots) แต่ละอันจะมีการแตกแขนงออกไปเป็น ลำดับ จาก primary root เป็น secondary root จาก secondary root แตกออกเป็น tertiary root และในสภาพที่มีน้ำขัง รากอาจแตกแขนงออกได้ถึง 6 ลำดับ

ลักษณะพิเศษประการหนึ่งของรากข้าวคือ การที่มีช่องอากาศขนาดใหญ่ในราก ที่เติบโตเต็มที่แล้ว เรียกว่า lysigenous intercellular space ซึ่งช่องอากาศนี้จะเชื่อมต่อกับช่อง อากาศในลำต้นและใบ ทำให้อากาศส่งผ่านจากส่วนยอดมาสู่ส่วนรากได้

## 2. ลำต้น (Culm)

ลำต้นของข้าวประกอบด้วยซุดของข้อ (node) และปล้อง (internode) ตรงส่วนของข้อจะเป็นที่เกิดของใบและตา ตาอาจเจริญขึ้นเป็นแขนง (tiller) เยื่อที่อยู่ภายในข้อซึ่งเรียกว่า nodal septum จะแบ่งปล้องออกจากกัน ปล้องของลำต้นที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะกลวง ความยาวของปล้องจะแตกต่างกันโดยปล้องที่อยู่บน ๆ จะยาวกว่าปล้องที่อยู่ล่าง ๆ ปล้องล่าง ๆ หลายปล้องอยู่ติด ๆ กัน ทำให้ลำต้นส่วนล่างมีลักษณะตัน

แขนง (tiller) จะแตกออกจากลำต้นหลัก (main culm) โดยแตกในลักษณะสลับข้างกัน (alternate pattern) แขนงที่แตกจากลำต้นหลักเรียกว่า primary tiller ซึ่งจะเริ่มเกิดจากข้อที่อยู่ล่างสุดก่อน และ primary tiller จะแตกแขนงออกไปได้อีกเป็น secondary tiller แขนงที่แตกออกจาก secondary tiller จะเรียกว่า tertiary tiller แบบแผนการแตกกอของต้นข้าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.1

ระหว่างแขนงกับต้นจะมี prophyll หรือ prophyllum prophyll นี้มีลักษณะคล้าย ๆ กาบใบแต่มีสีเขียวอ่อนข้างใส และมีสันตรงขอบ 2 สัน การแตกกอจะเริ่มประมาณเมื่อข้าวอายุ 10 วัน หลังปักดำ และจะถึงจุดการแตกกอสูงสุดเมื่ออายุ 50-60 วันหลังปักดำ

## 3. ใบ (Leaf)

ใบจะประกอบด้วยกาบใบ (sheath) และแผ่นใบ (blade) กาบใบจะหุ้มส่วนของลำต้นไว้ จุดที่ฐานของกาบใบซึ่งพองนูนออกเรียกว่า sheath pulvinus แผ่นใบจะอยู่ต่อจากกาบใบมีความยาว ความกว้าง รูปปร่าง สี และขนบนใบแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ใบที่อยู่บนสุด (ใบสุดท้าย) ที่อยู่ถัดลงมาจากรวงเรียกว่า ใบธง (flag leaf) ใบธงมักมีลักษณะผิดแผกไปจากใบอื่น ๆ ในต้นในเรื่องของรูปปร่าง ขนาด และมุมใบ พันธุ์ต่างกันมักมีจำนวนใบแตกต่างกันไปด้วย

ตรงผิวบนของใบจะมีสันเล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใบที่ขนานกัน (parallel veins) และสันที่ใหญ่ที่สุดอยู่ตรงแนวกลางของผิวใบด้านล่างเป็นส่วนของเส้นกลางใบ (midrib)

หูใบ หรือเขี้ยวใบ (auricles) ซึ่งเป็นระยางมีขนลักษณะรูปเคียว จะติดอยู่กับฐานของแผ่นใบทั้ง 2 ขอบ รอยต่อระหว่างแผ่นใบและกาบใบจะเป็นแถบสีขาว ๆ ซึ่งเรียกว่า collar หรือ junctura และที่รอยต่อนี้จะมีเยื่อบาง ๆ ผิวเกลี้ยงเรียบ หรือมีขนตอนปลายเยื่ออยู่ เรียกว่า เยื่อกันฝน (ligule)

ลำต้นหลักจะมีจำนวนใบมากที่สุด จำนวนใบบนต้นแขนงจะลดลงตามลำดับ การเกิดของแขนง ที่ฐานของต้นหลักจะมีใบที่ไม่สมบูรณ์ (rudimentary leaf) คือไม่มีแผ่นใบและมีลักษณะเป็นสัน 2 สัน ที่เรียกว่า prophyll (หรือ prophyllum) ดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งขอบของ prophyllum จะห่อหุ้มแขนงอ่อนที่แตกออกจากต้นหลัก ในขณะที่อีกด้านหนึ่งจะแนบติดกับต้นหลัก แขนงชนิด secondary และ tertiary tiller จะมี prophyllum เช่นเดียวกัน

#### 4. ช่อดอก (Inflorescence, panicle)

ช่อดอกข้าวหรือรวงข้าวจะเกิดอยู่เหนือปล้องสุดท้ายของลำต้น ซึ่งปล้องนี้เรียกว่า uppermost internode ข้อที่เป็นฐานของช่อดอกเรียกว่า panicle base แขนกกลางช่อดอกเรียกว่า panicle axis หรือ rachis ช่อดอกข้าวจะแตกแขนงแบบ racemose โดยที่แต่ละข้อของแกนกลางช่อดอกจะแตกแขนงออกเป็น primary branch และ primary branch แตกแขนงออกเป็น secondary branch

โดยทั่วไป primary branch ที่ฐานของช่อดอกจะมีเพียงกิ่งเดียว แต่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น มีแสงแดดจ้า มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดี อาจจะมี primary branch จากฐานของช่อดอกได้ 2-3 กิ่ง

ในระยะเวลา 2-3 วันหลังการเริ่มกำเนิดช่อดอก(panicle initiation) ช่อดอกจะมีขนาดยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งอาจสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือด้วยแว่นขยายเมื่อผ่าต้นข้าวตามยาวถึงปลายยอด

#### 5. ดอกข้าว (Spikelet)

ดอกข้าวมีขนาดเล็กเรียกว่า spikelet จะเกิดอยู่บนก้านดอก (pedicel) ปลายของก้านดอกจะพองเป็นปุ่มนูนซึ่งเป็นเปลือกนอก (glume) ที่แท้จริงของ spikelet เราเรียกปุ่มนูน 2 ปุ่มนี้ว่า rudimentary glumes

Spikelet ของพืชในสกุล *Oryza* จะประกอบด้วยดอกย่อย (floret) 3 ดอกย่อย ซึ่งดอกย่อย 2 ดอกจะไม่เจริญ

Spikelet หนึ่ง ๆ จะมีแกนเล็ก ๆ ที่ต่อกจากก้านดอก เรียกว่า rachilla บน rachilla จะมี 1 ดอกย่อยเกิดอยู่ระหว่างกลีบรองดอก (bracts) 2 ชั้น กลีบรองชั้นล่าง 1 คู่ มีขนาดสั้นกว่ากลีบรองชั้นบน กลีบรองชั้นล่างนี้เป็นดอกย่อยที่ไม่เจริญ เราเรียกว่า sterile

Lemma, palea และดอก (flower) ที่อยู่ภายในรวมกันเรียกว่า ดอกย่อย (flore)

Sterile lemma จะสั้นกว่า lemma และ palea โดยมีความยาวไม่ถึง 1 ใน 3 ของ lemma และ palea

Lemma จะเป็นกลีบรองที่แข็งมีขนาดใหญ่กว่า palea และครอบ palea ไว้บางส่วน ปลายแหลมที่ยอดของ lemma และ palea เรียกว่า apiculi ส่วนหนวดข้าว หรือหางข้าว (awn) เป็นขนที่เกิดจากการยืดขยายจากสัน (nerve) กลางของ lemma

ดอกประกอบด้วย stamen 6 อัน pistil และ lodicules stamen จะมีอับเรณู (anther) ที่มีลักษณะเป็นพู่สองพู่อยู่บนก้านอับเรณู (filament) pistil ประกอบด้วย stigma, styles และรังไข่ (ovary) stigma มีลักษณะเป็นพู่ (plumose) บนส่วนปลายของก้าน styles ที่มีปลายแยกออกเป็น 2 แฉก

Lodicules เป็นส่วนเล็ก ๆ ที่ฐานของรังไข่ มีลักษณะเป็นรูปไข่ มีอยู่ 1 คู่ ในขณะดอกบาน lodicules จะเต่ง ทำให้ lemma และ palea กางออก อับเรณูจะหลุดออกจากก้านชูเกสรตัวผู้ พร้อม ๆ กับการบานของดอก เมื่ออับเรณูแตกออกและโปรยละอองเกสรแล้ว ดอกข้าวจะหุบกลับ ข้าวจึงเป็นพืชผสมตัวเอง (self pollinated crop)

## 6. เมล็ดข้าว (Rice fruit, Rice grain, Rice seed)

เมล็ดข้าวเป็นผลชนิด caryopsis ซึ่งจะมีเมล็ด (seed) ติดกับผนังรังไข่ที่สุกแล้ว (pericarp) เมล็ดข้าวประกอบด้วยรังไข่ที่สุกแล้วพร้อมทั้งมี lemma, palea rachilla, sterile lemmas และหนวดข้าว (ถ้ามี) ติดอยู่ ส่วนที่เป็นเปลือกคือ lemma, palea, sterile lemma, rachilla และหนวดข้าว รวมเรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk)

เมล็ดข้าวที่แยกส่วนแกลบออกเรียกว่า caryopsis หรือ ข้าวกล้อง (brown rice) ชั้นนอกสุดของข้าวกล้องคือชั้นของ pericarp ซึ่งแบ่งย่อยออกได้เป็น 3 ชั้น คือ epicarp, mesocarp และ endocarp ถัดจาก pericarp เข้ามาจะเป็นชั้นของ tegmen หรือ seed coat ถัดจาก tegment เข้ามาจะเป็นชั้นของ aleurone layer aleurone layer จะเป็นเยื่อชั้นในสุดที่ห่อหุ้ม endosperm และ คัพภะ (embryo)

คัพภะ ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของเมล็ดทางด้าน lemma จะประกอบด้วยส่วนที่จะเจริญเป็นต้นเรียกว่า plumule และส่วนที่จะเจริญเป็นรากเรียกว่า radicle

Plumule จะถูกหุ้มด้วย coleoptile และ radicle จะมี coleorhiza ห่อหุ้ม ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 นี้ รวมเรียกว่า embryonic axis ซึ่งจะถูกยึดทางด้านในโดย scutellum (cotyledon) ซึ่งอยู่ติดกับ endosperm ส่วนของ coleoptile จะถูกล้อมรอบด้วย scutellum และ epiblast ซึ่งเป็นท่อส่งน้ำส่งอาหารที่เชื่อมติดกับด้านข้างของ scutellum

Endosperm จะประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่อยู่ปะปนกับโปรตีน ข้าวเหนียวจะมีแป้งชนิด amylopectin เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน-โปตัสเซียม ไอโอไดด์ จะให้สีน้ำตาลแดง ส่วนแป้งข้าวเจ้าจะมีทั้ง amylose และ amylopectin ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน-โปตัสเซียมไอโอไดด์ จะให้สีน้ำเงินเข้ม ใน endosperm นอกจากจะประกอบด้วย แป้งและโปรตีนแล้วยังประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่าง ๆ, ไขมัน, เยื่อใย และสารอินทรีย์

## ภาคปฏิบัติการ

ให้นักศึกษา เรียนรู้ส่วนต่าง ๆ ของข้าวจากตัวอย่างจริง แล้วลงรายการส่วนต่าง ๆ ของข้าวจากรูปที่ให้ แล้วลงรายการในตารางข้างล่าง

ราก (root)	ลำต้น (stem)	ใบ (leaf)	ดอก (flower)	ผล (fruit)

**ภาพที่ 1.1** แสดงการเกิดรากของต้นกล้าข้าว และการเกิดหน่อแรก

**ภาพที่ 1.2** แสดงลักษณะใบข้าว

**ภาพที่ 1.3** แสดงลักษณะใบข้าวของต้นแม่

**ภาพที่ 1.4** ลักษณะช่อดอกข้าวและโครงสร้างดอก

ภาพที่ 1.5 ลักษณะเมล็ดข้าว

ภาพที่ 1.6 ข้าวเจ้า (*Oryza sativa* L.) (A) โคนต้นข้าว (B) ส่วนลำต้นที่มีกาบหุ้ม  
ข้อ (C) โคนใบซึ่งมี ligule และ auricle (D) ช่อดอกที่กำลังตรวง (E)  
ส่วนช่อดอกที่กำลังบาน (F) ดอกย่อยกำลังบาน (G) เมล็ด (ผล)

