

บทที่ 11

ปฏิบัติการเรื่อง ฝ้าย

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ศึกษารูปร่างลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของฝ้าย
2. เพื่อให้ศึกษาจำแนกประเภทฝ้ายชนิดต่างๆ ได้
3. เพื่อให้ศึกษาบอกความแตกต่างของฝ้ายพันธุ์ต่าง ๆ ได้

วัสดุอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์ (Sterio micriscope)
2. ตัวอย่างฝ้ายสายพันธุ์ต่าง ๆ
3. แผนภาพ
4. จานแก้ว (Petri disc)
5. ไบมีด
6. เข็มเย็บ

Scientific name : ฝ้ายปุยยาวอเมริกันอัฟแลนต์ *Gossypium hirsutum* L.

ฝ้ายปุยสั้น *Gossypium herbaceum* L.

ฝ้ายอะบอเรียม *Gossypium aboreum* L.

ฝ้ายเกาะ *Gossypium barbadense* L.

Common name : Cotton

พืชใน genus *Gossypium* มีมากกว่า 30 species ซึ่งมีลักษณะการเจริญเติบโตทั้งเป็นพวกอายุปีเดียวและอายุหลายปี บางชนิดเป็นพืชป่าไม่มีปุย (lintless) บางชนิดมีปุย (lint) สามารถแบ่งพืชใน genus *Gossypium* ออกได้ 3 พวกคือ

1. ฝ้ายป่าไม่มีปุย (Wild lintless cotton) $2n = 26$ เป็นฝ้ายป่าที่ไม่มีปุย มีอายุยาวนานหลายปี มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา แพร่กระจายไปสู่แถบประเทศอาระเบีย เอเชียตะวันตกเฉียงใต้ ออสเตรเลียและอเมริกา ขึ้นได้ดีในที่แห้งแล้งและบนภูเขา ระบบรากหยั่งลึก ใบมีขน (hair) หรือไข (wax) หุ้มทำให้ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี สมอ (boll) มีขนาดเล็กและแตกอ้าเมื่อแก่จัด เมล็ดไม่มีปุยแต่อาจมีขนสั้น ๆ (fuzz) สีดำหรือสีน้ำตาล ซึ่งไม่สามารถนำไปปั่นเอาเส้นใยได้ แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม (section) คือ

กลุ่มที่ 1 **Sturtiana** มี genome ชุด C (ตารางที่ 11.1) ได้แก่ *G. sturtii*, *G. robinsonii*, *G. australe* เป็นฝ้ายพื้นเมืองของทวีปออสเตรเลีย

กลุ่มที่ 2 **Erioxyla** มี genome ชุด D ได้แก่ *G. aridum*, *G. armourianum*, *G. barknensii* เป็นฝ้ายพื้นเมืองทางตอนเหนือของทวีปอเมริกา

กลุ่มที่ 3 **Klotzschiana** มี genome ชุด D ได้แก่ *G. klotzschiana*, *G. raimondii* เป็นฝ้ายพื้นเมืองของทวีปอเมริกา

กลุ่มที่ 4 **Thurberana** มี genome ชุด D ได้แก่ *G. thurberi*, *G. gossypoides*, *G. trilobum*, *G. lobatum* เป็นฝ้ายพื้นเมืองทางตอนเหนือของทวีปอเมริกา

กลุ่มที่ 5 **Anomala** มี genome ชุด B ได้แก่ *G. anomalum*, *G. triphyllum*, *G. barbosanum* เป็นฝ้ายพื้นเมืองของทวีปอเมริกา

กลุ่มที่ 6 **Stocksiana** มี genome ชุด E ได้แก่ *G. stocksii*, *G. somalense*, *G. areysianum*, *G. longicalyx* เป็นฝ้ายพื้นเมืองของประเทศปากีสถานและอาระเบีย

2. ฝ้ายพันธุ์ดั้งเดิมที่มีปุย (The old world linted cotton) $2n = 26$ เป็นฝ้ายปลูกดั้งเดิมของทวีปเอเชียและแอฟริกา มีทั้งพวกอายุปีเดียวและหลายปี มีปุยซึ่งสามารถนำไปปั่นเอาเส้นใยได้ ฝ้ายโลกเก่ามักมีลำต้นใหญ่แตกกิ่งก้านสาขามาก อาจสูงมากกว่า 2 เมตรขึ้นไป ใบมีขนน้อย ขอบใบเว้าเป็นหยัก 5-6 หยัก ปัจจุบันใช้เป็นฝ้ายปลูกอยู่ 2 species จัดเป็นกลุ่มที่ 7 (section 7) **Herbaceum** มี genome ชุด A ได้แก่ ฝ้าย 2 species คือ

2.1 **G. herbaceum** ฝ้ายชนิดนี้ขึ้นอยู่ทั่วไปในทวีปเอเชียและแอฟริกา เจริญ

เติบโตเป็นไม้พุ่มสูงประมาณ 1.5 เมตร แตกกิ่งก้านสาขาปานกลาง ลักษณะของ epicalyx กลมกว้าง และมีหยัก 6-8 หยัก สมอกลมผนังส่วนข้างเรียบมีต่อมน้ำมันน้อย และไม่แตกอำเมื่อแก่ แบ่งเป็น 5 races คือ

2.1.1 africanum มีอายุหลายปี กิ่งแขนงเล็กและสั้น พบขึ้นมากในทวีปแอฟริกาตะวันออก

2.1.2 acerifolium มีอายุหลายปี ต้นใหญ่ ทรงพุ่มกลมแข็งแรง มีกิ่งแขนงมาก พบขึ้นมากในทวีปแอฟริกาทางตอนเหนือ และเอธิโอเปีย อียิปต์ ลิเบีย ซาอุดีอาระเบีย เคยเป็นฝ้ายที่ใช้ปลูกเป็นการค้าในอดีต

2.1.3 persicum มีอายุปีเดียว เคยใช้ปลูกเป็นการค้าในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน อียิปต์ ซีเรีย ตุรกี กรีซ

2.1.4 kuljianum มีอายุปีเดียว ไม่ค่อยแตกกิ่งแขนงหรือมีน้อยทรงต้นเล็ก อายุสั้น 60-70 วัน ชอบอากาศอบอุ่นหรือหนาวเย็น พบมากแถบประเทศรัสเซีย จีน และอินเดียทางตะวันตก

2.1.5 wightianum มีอายุปีเดียว ทรงพุ่มและลำต้นใหญ่กว่าพวกที่ 4 พบมากในประเทศอินเดีย และเปอร์เซีย

2.2 G. aboreum ฝ้ายชนิดนี้มีทั้งที่มีอายุหลายปีและปีเดียว ทรงพุ่มสูงกว่า 2 เมตร สมอเป็นรูปทรงสามเหลี่ยมคล้ายปิรามิด และแตกอำเมื่อแก่ epicalyx อยู่ติดฐานดอกมากกว่า *G. herbaceum* แบ่งเป็น 6 races คือ

2.2.1 indicum เป็นฝ้ายปุยุที่เก่าแก่ดั้งเดิมมากที่สุด อายุหลายปี พบมากทางตะวันตกของประเทศอินเดีย

2.2.2 burmanicum พบมากทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย พม่า อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฝ้ายดั้งเดิมของไทยที่ปลูกซึ่งเรียกว่า ฝ้ายเขมร หรือฝ้ายปุยุสั้น ก็จัดอยู่ในพวกนี้

2.2.3 cernum เป็นฝ้ายอายุปีเดียว พบปลูกมากแถบ Garo hill ของรัฐอัสสัมประเทศอินเดีย และเบงกอลตะวันออก

2.2.4 sinensis เป็นฝ้ายอายุปีเดียว พบมากในประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน

2.2.5 bangalense เป็นฝ้ายอายุปีเดียว คุณภาพเส้นใยค่อนข้างสูง พบปลูกแพร่หลายทางตอนกลางและตอนเหนือของประเทศอินเดีย

2.2.6 sudanense เป็นฝ้ายอายุหลายปี มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในอินเดีย แต่ปลูกและแพร่หลายได้ดีในประเทศอียิปต์ และทวีปแอฟริกา

3. **ฝ้ายใหม่ที่มีปุย หรือฝ้ายโลกใหม่ที่มีปุย** (The new world linted cotton) $2n = 52$ เป็นฝ้ายที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ เกิดจากการผสมโดยธรรมชาติของฝ้ายพันธุ์ดั้งเดิม 2 พวก เช่น *G. herbaceum* x *G. raimondii* หรือ *G. thurberi* ทำให้มี genome ชุด AD จัดฝ้ายกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ **8 (Section 8) Hirsuta** ประกอบด้วย ฝ้าย 3 species คือ

3.1 ***G. barbadense*** เป็นฝ้ายอายุปีเดียว เจริญเติบโตเป็นพุ่มใหญ่ แตกกิ่งแขนงมาก ดอกมีขนาดใหญ่ พบมากแถบภูเขาทางตอนเหนือของประเทศเปรู และหมู่เกาะอินดีส คุณภาพเส้นใยสูง มักเรียกกันว่าเป็นฝ้ายเกาะ (Sea Island cotton)

3.2 ***G. hirsutum*** เป็นฝ้ายอายุปีเดียว เจริญเติบโตเป็นพุ่มขนาดกลางไม่แตกกิ่งแขนงมากเท่าพวกแรก พบมากแถบทวีปอเมริกากลาง และปลูกแพร่หลายมากในปัจจุบันเรียกว่า ฝ้ายอเมริกันอัปแลนด์ (American Upland cotton)

3.3 ***G. tomentosum*** เป็นฝ้ายอายุหลายปี ไม่ได้ปลูกเป็นการค้า ปุยมีสีน้ำตาลและติดแน่นกับเมล็ด พบขึ้นเฉพาะในหมู่เกาะฮาวายเพียงแห่งเดียว

ฝ้ายที่ปลูกเป็นการค้าเพื่อผลิตเส้นใยปัจจุบันนี้ปลูกอยู่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 7 และ 8 คือ

ฝ้ายอเมริกันอัปแลนด์	<i>G. hirsutum</i> L.
ฝ้ายปุยสั้น	<i>G. herbaceum</i> L.
ฝ้ายเกาะ	<i>G. barbadense</i> L.
ฝ้ายอะบอเรียม	<i>G. aboreum</i> L.

ตารางที่ 11.1 ลักษณะและจำนวนโครโมโซม และแหล่งกำเนิดของฝ้ายกลุ่มต่าง ๆ ใน genus *Gossypium*

species	โครโมโซม		สัญลักษณ์ ของ	แหล่งกำเนิด	พันธุ์ ป่า/ ปลูก
	จำนวน (2n)	ขนาด			
<u>สายพันธุ์จากเอเชีย แอฟริกา และออสเตรเลีย</u>					
<i>herbaceum</i>	26	ใหญ่	A ₁	แอฟริกา	ปลูก
<i>aboreum</i>	26	ใหญ่	A ₂	อินเดีย	ปลูก
<i>anomalum</i>	26	ใหญ่	B ₁	แอฟริกา	ป่า
<i>stocksii</i>	26	ใหญ่	E ₁	อินโด-อาระเบีย	ป่า
<i>sturtianum</i>	26	ปานกลาง	C ₁	ออสเตรเลีย	ป่า
<i>longicalyx</i>	26	ใหญ่	F ₁	แอฟริกา	ป่า
<u>สายพันธุ์จากอเมริกา</u>					
<i>thurberi</i>	26	เล็ก	D ₁	อเมริกา	ป่า
<i>armourianum</i>	26	เล็ก	D ₂	อเมริกา	ป่า
<u>สายพันธุ์ที่มีโครโมโซม 4 ชุด</u>					
<i>hirsutum</i>	52	26ใหญ่ 26 เล็ก	(AD) ₁	อเมริกา	ปลูก
<i>barbadense</i>	52	26ใหญ่ 26 เล็ก	(AD) ₂	อเมริกา	ปลูก
<i>tomentosum</i>	52	26ใหญ่ 26 เล็ก	(AD) ₃	ฮาวาย	ป่า
<i>caicoense</i>	52	26ใหญ่ 26 เล็ก	(AD) ₄	บราซิล	ป่า

ที่มา : Poehlman, 1983.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของฝ้าย

1. ราก (Root)

เป็นระบบรากแก้ว สามารถหยั่งลึกลงไป在地ได้ 1.5-2.0 เมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์และเนื้อดินที่ปลูก รากแขนงและรากฝอยแตกออกจากรากแก้ว และราก

2. ลำต้น (Stem)

ฝ้ายปลูกส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีอายุปีเดียว สูง 0.8-1.5 เมตร เจริญเติบโตเป็นทรงพุ่ม ตามลำต้นและกิ่งแขนงมีขนหรือไม่มีก็ได้ แล้วแต่พันธุ์ การแตกกิ่งแขนงมีทั้งแบบที่เจริญไปเป็นใบหรือกิ่งแขนง เรียกว่ากิ่งกระโดง (monopodial) และแบบที่การแตกกิ่งแขนง ซึ่งสามารถเจริญเป็นดอก ผล และใบ หรือกิ่งย่อย เรียกว่ากิ่งผล (sympodial) การเจริญของกิ่งผลจะขนานกับพื้นหรือโน้มลู่ลง

ตรงซอกมุมใบ (leaf axis) ของฝ้ายมีตา 2 ชนิดคือ ตาแท้ (true axillary bud) และตาพิเศษ (extra axillary bud) หรือตาข้าง (lateral bud) ตาเหล่านี้ถ้าอยู่บริเวณโคนกิ่ง หรือบนลำต้น (main stem) จะเจริญเฉพาะตาแท้ ซึ่งจะกลายเป็นกิ่งกระโดง (monopodial vegetative branch) แต่ถ้าอยู่สูงถัดมาหรือตอนปลายกิ่งแขนง จะสามารถเจริญทั้ง 2 ตา และให้กิ่งผลที่มีดอก (sympodial fruiting branch) โดยตาแท้จะเจริญไปเป็นใบหรือกิ่งแขนง ส่วนตาพิเศษจะเจริญไปเป็นกิ่งที่มีดอก

3. ใบ (Leaf)

เป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ก้านใบ (petiole) ยาว และมีหูใบ (stipule) ลักษณะยาวเรียวยู่ตรงโคนก้านใบ ตัวใบค่อนข้างกลม แต่หยักเป็นแฉก 3-7 แฉก ขอบใบเรียบ เส้นใบ (vein) แยกออกตามแฉกของใบมีการเรียงตัวแบบ palmate ใบที่เกิดบนลำต้นมักจะเวียนรอบ ๆ ต้นโดยมีการเรียงตัว (phyllotaxy) แบบ 3/8 หรือ 5/13 แต่ใบบนกิ่งซึ่งมีดอกมักเกิดแบบสลับ บนก้านใบตรงบริเวณรอยต่อของก้านใบกับตัวใบมีจุดสีแดง นอกจากนั้นบนเส้นใบมีจุดต่อมน้ำหวาน (nectary gland) สีดำเห็นได้ชัดเจน บนตัวใบและก้านใบอาจมีขนหรือไม่มีก็ได้

4. ดอก (Square)

เกิดจากกิ่งที่เจริญจากตาพิเศษ ลักษณะเป็นดอกเดี่ยว มีก้านดอก (peduncle) ยาว โคนดอกถัดจากก้านดอกขึ้นไปเป็นกลีบเลี้ยงหรือริวประดับ (epicalyx or bracts) 3-4 ใบ ลักษณะเป็นแผ่น สีเขียวรูปสี่เหลี่ยม (square) ขอบเป็นหยัก (lanceolate) ถัดขึ้นไปคือชั้นของกลีบรองดอก (calyx) 5 กลีบ รูปร่างสามเหลี่ยม ตรงฐานของกลีบรองดอกมีต่อมน้ำมัน (oil gland) เป็นจุดสีแดงหรือม่วง ถัดจากชั้นของกลีบรองดอกขึ้นไปคือชั้นของกลีบดอก จำนวน 5 กลีบ สีเหลือง ม่วง หรือแดงเข้ม ก้านเกสรตัวผู้เชื่อมติดกันเป็นท่อ (staminal column) มีอับละอองเกสร 100-150 อัน ติดอยู่บริเวณตอนปลาย เป็นสีเหลืองอ่อนถึงเข้ม ชั้นในสุดคือเกสรตัวเมีย โดยก้าน (style) ถูกโอบหุ้มโดยท่อของเกสรตัวผู้ โผล่เฉพาะส่วนยอดเกสรตัวเมียออกมา มีลักษณะเป็นแฉก 5 แฉก

ดอกฝ้ายมักผสมตัวเองในทันทีที่ดอกเริ่มบาน แต่ฝ้ายก็มีโอกาสในการผสมข้ามพันธุ์สูง 20-25 % การผสมเกสรมักเกิดเวลาเช้าตรู่ ในระยะเวลาหลังการผลิติดอก 30 วัน หลังการผสมเกสรแล้วส่วนของกลีบดอก กลีบรองดอก ก้านชูเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย จะหลุดร่วงไปในเวลา 3 วัน เหลือแต่ส่วนของรังไข่ (ovary) และ กลีบเลี้ยง เจริญกลายเป็นสมอหรือปี่ต่อไป

5. สมอ (Boll)

คือรังไข่ที่เจริญภายหลังได้รับการผสมเกสร หรือผลฝ้าย ภายในสมอมี 3-5 ช่อง (locule) แต่ละช่องมีเมล็ด 8-12 เมล็ด (seed) เมล็ดฝ้ายมีสีดำ ลักษณะทรงกลมรูปไข่ สมอจะสุกแก่หลังผสมเกสร 50 วัน และจะแตกอัดันส่วนปุยฝ้ายโผล่ออกมา

6. ปุยฝ้าย (Lint)

คือเซลล์ผนังของเมล็ดฝ้ายซึ่งเจริญยาวออกมา เป็นเส้นใยละเอียดอ่อนสีขาว การเจริญเติบโตของเส้นใยเริ่มตั้งแต่หลังการผสมเกสร โดยพบว่าในช่วง 25 วันแรกจะเจริญเติบโตทางด้านความยาวเป็นส่วนใหญ่ หลังจากนั้นจะเป็นการสะสมเซลลูโลสในผนังเซลล์ เพื่อเพิ่มความหนาและแข็งแรงของเส้นใยให้มากขึ้นจนแก่จัด (รูปที่ 9.1)

เมื่อฝ้ายแก่จัด ปุยจะดันให้สมอแตกอ้า การเก็บเกี่ยวจะต้องเก็บทั้งปุยฝ้ายทั้งเมล็ด (linted seed) หรือฝ้ายดอก (seed cotton) จากนั้นจึงต้องนำไปหีบ (ginning) เพื่อแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายโดยส่วนเมล็ดจะยังมีขนสั้น ๆ ติดอยู่เรียกว่า fuzz

7. เมล็ด (Seed)

เจริญมาจากไข่ที่ได้รับการผสมเกสร เปลือกด้านนอกมีสีดำหรือน้ำตาล ภายในมีต้นอ่อน (embryo) และใบเลี้ยง (cotyledons) ขนาด 4-6 x 8-10 มิลลิเมตร

ผลิตภัณฑ์จากฝ้าย

1. **เส้นใย หรือปุยฝ้าย (Lint)** คือ ส่วนของเส้นใยที่ได้จากการหีบเอาเมล็ดออกแล้ว โดยเฉลี่ยมีน้ำหนักราว 35% ของฝ้ายดอก เส้นใยที่ได้จะถูกนำไปอัดเบล (baling) โดยเครื่องจักรด้วยแรงอัด 28 ปอนด์ต่อนิว ซึ่งมีความกว้างยาวและสูงมาตรฐาน 40 x 32 x 24 นิ้ว³ เส้นใยเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทำเป็นเส้นด้าย สำลี อัดหมอน พูก เบาะ หรือใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ

การซื้อขายเส้นใยฝ้ายจะคำนึงถึงคุณภาพคือ ความยาวของเส้นใย ความละเอียดอ่อน อายุการแก่ ความเหนียว ความสม่ำเสมอ สี ความสะอาด และปริมาณของสิ่งเจือปน

2. **เมล็ด (Seed)** หมายถึงเมล็ดฝ้ายที่ผ่านการหีบเอาปุยออกแล้ว สามารถนำไปใช้เป็นเมล็ดพันธุ์สำหรับปลูกในปีต่อไป หรือขายเพื่อสกัดน้ำมัน

3. **น้ำมันดิบจากเมล็ดฝ้าย (Crude cotton seed oil)** ได้จากการนำเมล็ดฝ้ายมาสกัดน้ำมันด้วยการใช้แรงอัด (hydraulic press) หรือหีบคั้น (expell) หรือสกัดด้วย hexane น้ำมันดิบจะมีสีแดงเข้มหรือดำ สามารถนำไปสกัดให้เป็นน้ำมันบริสุทธิ์ (refined oil) หรือน้ำมันสลัด (salad oil)

4. กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed cake) คือ ส่วนกากที่ได้จากเมล็ดฝ้ายสกัดเอาน้ำมันดิบออกแล้ว ประกอบด้วย เนื้อในเมล็ดฝ้ายและเยื่อใย มีโปรตีนประมาณ 36% สามารถใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์ได้ดี กากเมล็ดฝ้ายมี 2 ชนิดคือ กากเมล็ดฝ้ายอัดแผ่น (cotton seed cake) และกากเมล็ดฝ้ายป่น (cotton seed meal)

บทปฏิบัติการ

1. ศึกษาส่วนต่าง ๆ ของต้นฝ้ายจากตัวอย่างจริงเทียบกับภาพที่จัดให้ นำตัวอย่างพืชติดบนกระดาษพร้อม label ลักษณะส่วนต่าง ๆ แล้วส่งเป็นรายงาน
2. ศึกษาและเขียนรายงานเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ของฝ้ายมา 2 พันธุ์

ให้นักศึกษา เรียนรู้ส่วนต่าง ๆ ของฝ้ายจากตัวอย่างจริง แล้วลงรายการส่วนต่าง ๆ ของฝ้ายจากรูปที่ให้ แล้วลงรายการในตารางข้างล่าง

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

ภาพที่ 11.1 ลักษณะฝ้ายเอเชีย (Asiatic cotton) *Gossypium herbaceum*
(A) กิ่งที่มีผล (B) สมอฝ้าย (C) ฝ้ายที่แตกแล้ว

ภาพที่ 11.2 ลักษณะของฝ้ายยืนต้น (tree cotton) *G. aboreum*, (A) กิ่งที่มีผล
(B) สมอฝ้าย (C) สมอฝ้ายที่แตกแล้ว

ภาพที่ 11.3 ลักษณะของฝ้ายชาวเกาะ (sea island cotton) (A) กิ่งที่มีผล
(B) ดอกที่ตั้งกลีบเลี้ยงออก(C) ดอกผ่าตามยาว (D) สมอฝ้าย

ภาพที่ 11.4 ลักษณะของฝ้ายอเมริกันอัปแลนด์ (American upland cotton)

G. hirsutum (A) กิ่งที่มีผล (B) ดอก (C) กลีบดอกมองจากด้านบน
(D) ดอกผ่าตามยาว (E) สมอฝ้ายและ (F) สมอฝ้ายที่แตกแล้ว

