

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

รายงานผลการศึกษา กระจาย *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.

สนองพระราชดำริโดย

โรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 2

บทคัดย่อ

โรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคมดำเนินงานตามองค์ประกอบที่ 3 ของงานสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียน ได้คัดเลือกพืชหลักที่ใช้ศึกษา คือ กระจ่าง (Kra-Chai) อยู่ในวงศ์ ZINGIBERACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. โดยศึกษาข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระจ่างในห้องปฏิบัติการ ทั้งรูปลักษณ์และคุณสมบัติของราก ลำต้น ใบ และ ดอก ศึกษาข้อมูลของกระจ่างในพื้นที่ปลูกเกี่ยวกับรูปลักษณ์ พฤติกรรม ธรรมชาติแห่งชีวิต และสรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยวกับกระจ่าง การศึกษาใช้วิธีการสังเกต ทักษะการวัด และการสำรวจ

ผลการศึกษาพบว่ารากของกระจ่างเป็นรากฝอยมีลักษณะเป็นกระจุก เป็นรากสะสมอาหาร ส่วนโคนสีน้ำตาลเข้มตัวปลายมีสีเหลืองอ่อน ทุกส่วนมีจุดสีน้ำตาลดำ ปลายสุดทั้งสองด้านแหลม ผิวสากขรุขระ มีรสเผ็ดร้อน ฝาด แสบและคันลิ้น มีกลิ่นฉุน ลำต้น เป็นลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า (rhizome) มีข้อ (node) และปล้อง (internode) มีสีน้ำตาลเข้ม มีรูพรุน สัมผัสผิวขรุขระมีกลิ่นฉุน รสขมเผ็ดแสบลิ้น บริเวณข้อมีหน่อ (Shoot) มีเกล็ดหุ้มหน่อ หน่อมีสีแดงหรือสีชมพูปนขาว ลำต้นใหม่เกิดจากลำต้นเดิมสร้างข้อและปล้องให้ขนานกับพื้นดิน ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงสลับระนาบเดียว ก้านใบเป็นกาบใบเรียงสลับหุ้มซ้อนกัน ใบเป็นรูปวงรี ปลายใบแหลม ขอบเรียบ ฐานใบมนหรือรูปลิ้น เส้นใบแตกแขนงจากเส้นกลางใบขนานกันไปหาขอบใบ หน้าใบสีเขียวเข้ม เส้นกลางใบเป็นร่อง เส้นใบนูนและมีจุดเล็ก ๆ สีขาวกระจายทั่วใบ หลังใบสีอ่อนกว่าหน้าใบ เส้นกลางใบนูนเป็นสัน เส้นใบเป็นร่อง มีขนเล็ก ๆ โคนเป็นกระจุกคล้ายไหมพรม ใบมีกลิ่นฉุน รสฝาดและขม ดอก ออกที่ยอดระหว่างกาบใบคู่ในสุด ดอกเป็นช่อเชิงหลั่น มีกาบสีเขียวอ่อนอมขาวหุ้ม 1-2 กาบ ดอกบานเวลากลางคืน บานครั้งละ 1 ดอก แต่ละดอกมีใบประดับรูปใบหอก 2 ใบ สีขาวหรือขาวอมชมพูอ่อน ดอกสมมาตรด้านข้าง กลีบเลี้ยงรูปร่างเป็นหลอดปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอก โคนติดกันเป็นหลอดปลายแยกเป็น 3 กลีบ รูปหอก กลีบใหญ่ 1 กลีบ อีก 2 กลีบ ขนาดเท่ากัน มีสีชมพูอ่อน เกสรตัวผู้มี 6 อัน แต่ 5 อัน เปลี่ยนเหมือนกลีบดอก 2 กลีบ เป็นรูปไข่กลับ ขนาดเท่ากัน สีชมพูม่วงอ่อน เกสรตัวผู้ 3 อันแปลงเป็นกลีบรูปไข่กลับโค้งออกเป็นกระพุ้งปลายแยก 2 พู สีด้านบนเป็นสีชมพูอ่อนและเป็นสีชมพูเข้มที่ปลายล่าง สีขอบกลีบเข้มกว่าบริเวณใกล้เคียง บริเวณกลางกลีบมีจุดแต้มสีแดงจำนวนมาก ปลายกลีบขอบจัดไม่เป็นระเบียบบอบบาง ปลายแผ่กว้าง ผิวด้านนอกกลีบสีขาว เกสรตัวผู้โค้งงอขึ้นไปด้านหลัง ปลายแหลม ก้านชูมีสีขาว อับเรณูมีสีเหลืองรูปทรงกระบอกมี 2 พู ขนาดเท่ากัน ก้านชูหุ้มยอดเกสรตัวเมียไว้ ก้านชูอับเรณูเชื่อมติดกับกลีบดอก ดอกมีกลิ่นฉุน รสขม แต่ส่วนของเกสรมีกลิ่นหอม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานผลการศึกษา กระจาย *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. เป็นกิจกรรมหนึ่งของการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน องค์ประกอบที่ 3 การศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ “เห็นความแตกต่าง รู้ความหลากหลาย” ของโรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาได้รับความสำเร็จเป็นอย่างดียิ่ง เนื่องจากได้รับความรู้ ความเข้าใจในการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนจากการอบรม โดยได้รับความกรุณาให้ความรู้จากท่าน ดร.พิศิษฐ์ วรอุไร ประธานคณะที่ปรึกษาประสานงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ คุณพรชัย จุฑามาศ รองผู้อำนวยการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ขอขอบคุณ คุณธานีรินทร์ สันคะนุช เจ้าหน้าที่บริหารงานในพระองค์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำและให้ความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงาน และได้รับการสนับสนุนจากนายโสภณ สุรโยธี ผู้อำนวยการโรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคม รองผู้อำนวยการโรงเรียนทุกท่าน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมืออุปกรณ์ในการวิจัยและทดลอง ขอขอบคุณครูโรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคมที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณชาวบ้านหมู่บ้านป่าเพ็ด ตำบลห้วยแถลง อำเภอห้วยแถลง จังหวัดนครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการสำรวจและวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชุมนุมส่งเสริมอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนทุกคนของโรงเรียนห้วยแถลงพิทยาคมที่ช่วยกันสำรวจ วิจัย เรียนรู้ ดำเนินการจนงานสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญภาพ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	5
บทที่ 4 ผลการศึกษา	33
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	107
ภาคผนวก	118

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รากที่มีบางส่วนของงอกที่ส่วนปลายราก (บน) และรากที่มีลักษณะเรียวยาวทั้งราก (ล่าง)	7
2	รากใหม่ที่งอกออกจากลำต้น (บน) และรากเก่าที่ไม่มีรากชุดใหม่งอกออกมาจากลำต้น (ล่าง)	7
3	แขนงของรากที่งอกออกจากรากเดิม	7
4	รากที่มีบางส่วนของงอก (บน) และรากที่มีลักษณะเรียวยาวทั้งราก (ล่าง) ตัดออกเป็น 3 ส่วน	8
5	รากใหม่ที่งอกออกจากลำต้น (บน) และรากเก่าที่ไม่มีรากใหม่งอกออกมาจากลำต้น (ล่าง) ตัดออกเป็น 3 ส่วน	8
6	รากกระชายตัดตามขวาง (transverse section)	8
7	รากกระชายตัดตามยาว (longitudinal section)	8
8	นักเรียนจัดทำสไลด์เนื้อเยื่อของรากกระชาย	9
9	นักเรียนศึกษาเนื้อเยื่อของรากกระชายจากกล้องจุลทรรศน์	9
10	ลำต้นที่ยังไม่มีหน่องอกออกมา (ซ้าย) และ ลำต้นที่มีหน่องอกออกมา (ขวา)	10
11	ลำต้นใหม่ที่มีลำต้นเทียม (บน) ลำต้นเก่าที่มีลำต้นเทียม (ล่าง)	10
12	ลำต้นที่ไม่มีหน่องอกออกมา (ซ้าย) และลำต้นที่มีหน่องอกออกมา (ขวา) ตัดออกเป็น 3 ส่วน	11
13	ลำต้นเก่าที่มีลำต้นเทียม (ซ้าย) ลำต้นใหม่ที่มีลำต้นเทียม (ขวา) ตัดออกเป็น 3 ส่วน	11
14	ลำต้นกระชายตัดตามขวาง (transverse section)	11
15	ลำต้นกระชายตัดตามยาว (longitudinal section)	11
16	นักเรียนจัดทำสไลด์เนื้อเยื่อของลำต้นกระชาย	12
17	นักเรียนศึกษาเนื้อเยื่อของลำต้นกระชายจากกล้องจุลทรรศน์	12
18	การกำหนดตำแหน่งของใบกระชายบนต้นเทียม	13
19	ใบล่างซ้ายด้านหน้า (ซ้าย) และใบล่างขวาด้านหน้า (ขวา)	14
20	ใบล่างซ้ายด้านหลัง (ซ้าย) และใบล่างขวาด้านหลัง (ขวา)	14
21	ใบล่างซ้ายด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และ ใบล่างขวาด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	14

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	ใบล่างซ้ายด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และ ใบล่างขวาด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	14
23	ใบกลางซ้ายด้านหน้า (ซ้าย) และใบกลางขวาด้านหน้า (ขวา)	14
24	ใบกลางซ้ายด้านหลัง (ซ้าย) และใบกลางขวาด้านหลัง (ขวา)	14
25	ใบกลางซ้ายด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และใบกลางขวาด้านหน้า ทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	15
26	ใบกลางซ้ายด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และใบกลางขวาด้านหลัง ทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	15
27	ใบบนซ้ายด้านหน้า (ซ้าย) และใบบนขวาด้านหน้า (ขวา)	15
28	ใบบนซ้ายด้านหลัง (ซ้าย) และใบบนขวาด้านหลัง (ขวา)	15
29	ใบบนซ้ายด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และใบบนขวาด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	15
30	ใบบนซ้ายด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และ ใบบนขวาด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	15
31	ใบอ่อนด้านหน้า (ซ้าย) และใบแก่ด้านหน้า (ขวา)	16
32	ใบอ่อนด้านหลัง (ซ้าย) และใบแก่ด้านหลัง (ขวา)	16
33	ใบอ่อนด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และใบแก่ด้านหน้าทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	16
34	ใบอ่อนด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ซ้าย) และใบแก่ด้านหลังทั้ง 3 ส่วน (ขวา)	16
35	นักเรียนกำลังศึกษารูปลักษณะภายนอกของใบกระชาย	17
36	นักเรียน section เนื้อเยื่อของใบกระชายเพื่อศึกษารูปลักษณะภายใน จากกล้องจุลทรรศน์	17
37	ก้านใบล่างขวา (บน) และก้านใบล่างซ้าย (ล่าง)	18
38	ก้านใบถูกตัดออกเป็น 3 ส่วน เปรียบเทียบรูปลักษณะด้านนอก (บน) และด้านใน (ล่าง)	18
39	ก้านใบล่างซ้ายด้านนอกส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง(กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	19
40	ก้านใบล่างซ้ายด้านใน ส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	19
41	ก้านใบล่างขวาด้านนอกส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	19
42	ก้านใบล่างขวาด้านใน ส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	19
43	ก้านใบกลางซ้ายส่วนโคน (ขวา) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ซ้าย)	19
44	ก้านใบกลางขวาส่วนโคน (ขวา) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	ก้านใบบนซ้ายส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	20
46	ก้านใบบนขวาส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	20
47	ก้านใบแก่ทั้ง 3 ส่วน ส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	20
48	ก้านใบอ่อนทั้ง 3 ส่วน ส่วนโคน (ซ้าย) ส่วนกลาง (กลาง) และส่วนปลาย (ขวา)	20
49	กาบใบซ้าย (ซ้าย) และกาบใบขวา (ขวา)	22
50	กาบใบซ้ายตัดออกเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กัน เปรียบเทียบรูปลักษณ์กาบใบซ้าย ด้านนอก (ซ้าย) และกาบใบซ้ายด้านใน (ขวา)	22
51	กาบใบขวาคัดออกเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กัน เปรียบเทียบรูปลักษณ์กาบใบขวา ด้านนอก (ซ้าย) และกาบใบขวาด้านใน (ขวา)	22
52	หน่อที่งอกออกจากลำต้นจะเติบโตเป็นต้นเทียมอยู่ติดกับต้นเทียมต้นเดิม	24
53	หน่อของ rhizome ที่ยึดขยายออกจากลำต้นเดิม ขนานไปกับพื้นดิน ที่ปลายสุดเติบโตเป็นต้นเทียมต้นใหม่ที่ไกลจากต้นเทียมต้นเดิม	24
54	ลักษณะของหน่อต้นเทียมตัด 2 ส่วน ส่วนปลาย (บน) ส่วนโคน (ล่าง)	24
55	ลักษณะของหน่อ rhizome ตัด 2 ส่วน ส่วนปลาย (บน) ส่วนโคน (ล่าง)	24
56	ขั้นตอนการศึกษารูปลักษณ์ดอกกระชาย	26
57	สำรวจแหล่งปลูกกระชายแหล่งที่ 1 บ้านป่าเฟ็ด ต.ห้วยแกลง อ.ห้วยแกลง จ.นครราชสีมา	30
58	สำรวจแหล่งปลูกกระชายแหล่งที่ 2 โรงเรียนห้วยแกลงพิทยาคม อ.ห้วยแกลง จ.นครราชสีมา	30
59	นักเรียนจึงเชื่อกทำขอบเขตในการสำรวจกระชาย	31
60	นักเรียนกำลังทำการสำรวจเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของกระชายในพื้นที่ปลูก	31
61	การศึกษารวมชาติชีวิตหน่อกระชาย	31
62	ศึกษาพฤติกรรมช่วงการรับแสงที่มีผลต่อการบานของดอก	31
63	หาความสัมพันธ์ของทิศทางการม้วนของใบอ่อนและการคลี่ออกของใบอ่อน	31
64	ศึกษาพฤติกรรมการหันหน้าใบของใบกระชายทุกใบที่หันไปในทิศทางเดียวกัน	31
65	การศึกษารวมชาติชีวิตการเปลี่ยนแปลงของดอกกระชายขณะที่ดอกบาน เวลากลางคืน	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
66	การวิเคราะห์ค่า pH ของดินที่ปลูกกระชาย เพื่อศึกษาสรรพสิ่งพันธุกรรมทางกายภาพ	32
67	การทดสอบแป้งที่สะสมในรากและลำต้นของกระชาย	32
68	เม็ดยางในเซลล์ของรากเปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่อทดสอบสารละลายไอโอดีน	32
69	รากกระชายเป็นรากสะสมอาหาร มีลักษณะเป็นกระจุกบางรากส่วนปลายพองออกเป็นรูปกรวย บางรากเรียวยาวแหลมหัวแหลมท้าย	34
70	รากเก่าสะสมอาหาร (ซ้าย) และรากใหม่ที่ยังงอกออกจากลำต้นมีแขนงของรากมากมาย รากใหม่ดูดน้ำและแร่ธาตุเลี้ยงลำต้น และจะขยายขนาดขึ้นเป็นรากสะสมอาหารต่อไป (ขวา)	34
71	รากกระชายตัดตามขวาง (transverse section)	35
72	เนื้อเยื่อรากกระชายตัดตามขวาง (transverse section) ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์	35
73	รากตัดตามขวางแสดงเนื้อเยื่อ Endodermis และต่อมน้ำมัน	36
74	แขนงรากงอกจาก Pericycle แล้วผ่าน Endodermis ออกมา	36
75	รากกระชายตัดตามยาว (longitudinal section)	36
76	เนื้อเยื่อของรากกระชายตัดตามยาว (longitudinal section) ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์	36
77	ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปของท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) และท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) ของรากกระชายตามอายุของรากที่มากขึ้น	37
78	รากกระชายตัดตามขวางแสดงต่อมน้ำมันที่มีจำนวนมาก	37
79	รากกระชายตัดตามยาวแสดงต่อมน้ำมันที่มีจำนวนมาก	37
80	รากกระชายอายุน้อยยังไม่พบต่อมน้ำมัน	38
81	รากกระชายอายุมากพบต่อมน้ำมันจำนวนมาก ยกเว้นบริเวณท่อลำเลียง	38
82	รากกระชายตัดตามยาวแสดงภาพขยายให้เห็นต่อมน้ำมัน	38
83	รากกระชายตัดตามยาวแสดงต่อมน้ำมันยกเว้นบริเวณท่อลำเลียง	38
84	ลำต้นแท้หรือไรโซม (rhizome) แสดงข้อ (node) ปล้อง (internode) และมีหน่อ (Shoot) งอกออกมาบริเวณข้อที่มีใบเกล็ดหุ้มหน่อปกคลุม	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
85	ลำต้นเทียม รากฝอย และลำต้นแท้ หรือไรโซม (rhizome) ทอดขนานไปกับพื้นดินของกระชาย	41
86	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวาง (transverse section)	42
87	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวาง (transverse section) ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์	42
88	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวาง แสดงการกระจายตัวของกลุ่มท่อลำเลียงมี Xylem ขนาดใหญ่ล้อมรอบด้วย Phloem	43
89	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวาง แสดง Xylem ล้อมรอบด้วย Phloem	43
90	การงอกของรากใหม่จากลำต้น	43
91	การกระจายตัวของต่อมน้ำมันจำนวนมาก	43
92	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาว (longitudinal section)	43
93	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาวแสดงท่อลำเลียงและต่อมน้ำมันจำนวนมาก	43
94	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาว แสดงภาพขยายของกลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (Xylem)	44
95	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาว แสดงกลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) กลุ่มท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) และต่อมน้ำมัน	44
96	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวาง แสดงวงกลมชั้นใน และภายในวงกลมมีจุดเล็ก ๆ มากมาย	45
97	ลำต้น (rhizome) ของกระชายแสดงท่อลำเลียงบริเวณวงกลม และกลุ่มท่อลำเลียงที่กระจายอยู่ภายในวงกลม	45
98	รากกระชายตัดตามขวางแสดงวงกลมของกลุ่มท่อลำเลียง	45
99	รากกระชายตัดตามขวางแสดงท่อลำเลียงมีเฉพาะบริเวณวงกลม	45
100	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาว มีเส้นด้านข้าง 2 เส้น และมีเส้นเป็นขีดเล็ก ๆ มากมาย	45
101	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาว แสดงให้เห็นว่าขีดเล็ก ๆ คือ กลุ่มท่อลำเลียง	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
102	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวางแบบเฉียงแสดงรากใหม่เกิดแทรกขึ้นระหว่างกลุ่มท่อน้ำ-ท่ออาหาร	46
103	รากสะสมอาหารของกระชายตัดตามขวาง แสดงรากเกิดใหม่ออกจาก Pericycle ผ่าน Endodermis ออกมา	46
104	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาวแสดงการยึดออกของเนื้อเยื่อและกลุ่มท่อน้ำเฉียงเพื่อสร้างข้อและปล้องให้ขนานกับพื้นดิน	46
105	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวางแสดงกลุ่มท่อน้ำเฉียงที่มีทิศไปทางเนื้อเยื่อที่ยื่นออกจากลำต้นเดิม	46
106	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามขวางแสดงต่อมน้ำมันจำนวนมากเต็มเนื้อเยื่อ	47
107	รากกระชายตัดตามขวางแสดงต่อมน้ำมันที่พบน้อยกว่าในลำต้น	47
108	ลำต้น (rhizome) ของกระชายตัดตามยาวแสดงต่อมน้ำมันที่มีขนาดใหญ่ และมีจำนวนมากเต็มเนื้อเยื่อ	47
109	รากกระชายตัดตามยาวแสดงต่อมน้ำมันที่พบน้อยกว่าในลำต้น และมีขนาดเล็กกว่า	47
110	รูปลักษณะภายนอกของแผ่นใบกระชาย	50
111	แผ่นใบกระชายด้านหน้าใบเส้นกลางใบเป็นร่อง เส้นใบนูน	51
112	แผ่นใบกระชายด้านหน้าใบมีจุดสีขาวกระจายไปทั่ว	51
113	แผ่นใบกระชายด้านหลังใบมีขนเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากทั่วทุกบริเวณ	51
114	แผ่นใบกระชายด้านหลังใบ ขยายภาพใกล้มากขึ้นพบขนปุยเป็นกระจุกคล้ายไหมพรม	51
115	เนื้อเยื่อเส้นกลางใบแผ่นใบล่างซ้ายตัดตามขวาง (transverse section)	53
116	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างซ้ายตัดตามขวาง (transverse section) แสดงท่อน้ำเฉียงในเส้นใบ	53
117	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างซ้ายด้านหน้า แสดง Palisade mesophyll	53
118	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างซ้ายด้านหน้า แสดง ชั้น Epidermis	53
119	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างซ้ายด้านหลัง แสดงท่อน้ำเฉียงในเส้นใบ ขน และต่อมน้ำมัน	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
120	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างซ้ายด้านหลัง แสดงปากใบ (Stomata)	54
121	เนื้อเยื่อเส้นกลางใบแผ่นใบล่างขวาตัดตามขวางมีลักษณะเดียวกับแผ่นใบล่างซ้าย	54
122	เนื้อเยื่อแผ่นใบล่างขวาตัดตามขวาง แสดงท่อลำเลียงในเส้นใบ และเนื้อเยื่อในแผ่นใบ	54
123	เนื้อเยื่อเส้นกลางใบแผ่นใบกลางซ้าย แสดงกลุ่มท่อลำเลียงด้านนอกเป็นระเบียบและด้านในกระจัดกระจาย	54
124	เนื้อเยื่อแผ่นใบกลางซ้ายแสดง Palisade mesophyll ที่อยู่กันอย่างหนาแน่น	54
125	เนื้อเยื่อแผ่นใบกลางซ้ายด้านหลัง แสดงปากใบ และEpidermis	55
126	เนื้อเยื่อเส้นกลางใบแผ่นใบกลางขวามีลักษณะเดียวกับใบกลางซ้าย	55
127	เนื้อเยื่อแผ่นใบกลางขวาด้านหน้าแสดงเส้นใบ Palisade mesophyll อยู่ใต้ Epidermis	55
128	เนื้อเยื่อแผ่นใบกลางขวาด้านหลังแสดงปากใบจำนวนมาก วางตัวตามความยาวของแผ่นใบ	55
129	เนื้อเยื่อแผ่นใบบนซ้ายด้านหน้า แสดง Palisade mesophyll เส้นใบ และ ปากใบ	55
130	เนื้อเยื่อแผ่นใบบนซ้ายด้านหลัง แสดงปากใบ ต่อมน้ำมัน และเส้นขน	55
131	เนื้อเยื่อเส้นกลางใบแผ่นใบบนขวา แสดงท่อลำเลียงที่ล้อมรอบด้วย Bundle sheath	56
132	เนื้อเยื่อแผ่นใบบนขวาด้านหน้า พบปากใบบนชั้น Epidermis แต่น้อยกว่าหลังใบ	56
133	เนื้อเยื่อแผ่นใบแก่ด้านหน้าแสดงเส้นใบ และ Palisade mesophyll สีเข้ม	56
134	เนื้อเยื่อแผ่นใบแก่ด้านหลังแสดงเส้นใบ ปากใบ และ Spongy mesophyll สีเข้ม	56
135	เนื้อเยื่อแผ่นใบอ่อนด้านหน้า แสดงเส้นใบ และ Palisade mesophyll สีจาง	56
136	เนื้อเยื่อแผ่นใบอ่อนด้านหลัง แสดงเส้นใบ ปากใบ เส้นขน และ Spongy mesophyll สีจาง	56
137	รูปลักษณะของก้านใบ	60
138	เนื้อเยื่อก้านใบบนซ้ายตัดตามขวาง แสดงกลุ่มท่อลำเลียง และช่องว่างเรียงสลับกัน	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
139	เนื้อเยื่อชั้นใบบนซ้าย (ส่วนกลาง) ตัดตามขวาง แสดงต่อมน้ำมัน และรงควัตถุสีแดง	62
140	เนื้อเยื่อชั้นใบบนซ้ายตัดตามยาว แสดง Epidermis ปากใบ แลบนเนื้อเยื่อสีเขียว สีชมพู-ขาว	62
141	เนื้อเยื่อชั้นใบบนซ้ายตามยาวแสดง ชั้น Epidermis ปากใบ และท่อลำเลียง	62
142	เนื้อเยื่อชั้นใบบนขวา แสดงเนื้อเยื่อบริเวณลิ้นใบ	62
143	เนื้อเยื่อชั้นใบบนขวา แสดงท่อลำเลียง ปากใบ ต่อมน้ำมัน	62
144	เนื้อเยื่อชั้นใบกลางซ้าย (ส่วนปลาย) ตัดตามขวาง แสดงกลุ่มท่อลำเลียง สลับกับช่องว่าง	63
145	เนื้อเยื่อชั้นใบกลางซ้าย (ส่วนโคน) ตามขวาง แสดงกลุ่มท่อลำเลียง และรงควัตถุสีแดงจำนวนมาก	63
146	เนื้อเยื่อชั้นใบกลางซ้าย (ส่วนโคน) ตัดตามยาว แสดงกลุ่มปากใบกำลังเปิด และรงควัตถุสีแดงในเซลล์	63
147	เนื้อเยื่อชั้นใบกลางขวา (ส่วนโคน) ตามขวาง แสดงกลุ่มท่อลำเลียง ช่องว่าง และรงควัตถุสีแดง	63
148	เนื้อเยื่อชั้นใบกลางขวา	63
149	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างซ้าย	63
150	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างซ้ายตัดตามยาว แสดงท่อลำเลียง Xylem และ Phloem	64
151	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างซ้าย แสดงท่อลำเลียง สลับกับช่องว่างที่มีเม็ดคลอโรพลาสต์	
152	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างซ้าย (ส่วนโคน) แสดงกลุ่มท่อลำเลียง	64
153	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างซ้ายตามยาวแสดงท่อที่มีเม็ดคลอโรพลาสต์สลับกับ กลุ่มท่อลำเลียง	64
154	เม็ดคลอโรพลาสต์ที่อยู่ภายในท่อ บางตำแหน่งอยู่รวมกันเป็นกระจุกอย่างหนาแน่น	64
155	แสดง Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด ของเนื้อเยื่อชั้นใบล่างขวาผิวนอกเคลือบด้วย Cuticle	64
156	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างขวา (ส่วนโคน) แสดงรงควัตถุสีแดงที่พบมากที่สุด	65
157	เนื้อเยื่อชั้นใบล่างขวาลอกออกเฉพาะชั้น Epidermis แสดงปากใบ	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
158	โคนก้านใบแสดงรงควัตถุสีแดงกระจายทั่วไปไม่ได้อยู่ในท่อ	65
159	ภาพขยายจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงรงควัตถุสีแดงกระจายรอบท่อที่เป็นช่องว่าง	65
160	ปลายก้านใบแสดงท่อสีเขียวสลับกับท่อสีขาว จัดในภาพแสดงกระจุก เม็ดคลอโรพลาสต์	66
161	ภาพขยายจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงตำแหน่งคลอโรพลาสต์ที่อยู่ภายในท่อ	66
162	กาบใบบริเวณโคนต้นเทียม	69
163	เนื้อเยื่อกาบใบซ้ายตามยาว แสดงรงควัตถุสีแดงจำนวนมาก	70
164	เนื้อเยื่อกาบใบซ้ายตามยาว แสดงต่อมน้ำมัน ท่อลำเลียง และรงควัตถุสีแดง	70
165	เนื้อเยื่อกาบใบขวาส่วนปลาย แสดงเม็ดคลอโรพลาสต์ในช่องว่างระหว่าง ท่อลำเลียง	70
166	เนื้อเยื่อกาบใบขวาส่วนโคน แสดงรงควัตถุสีแดงจำนวนมากรอบช่องว่าง ระหว่างท่อลำเลียง	70
167	หน่อที่เกิดจากลำต้น 2 ชนิด	71
168	หน่อที่เติบโตเป็นต้นเทียม (ซ้าย) และ หน่อที่เติบโตเป็นไรโซม (ขวา)	72
169	หน่อต้นเทียมตัดตามยาว (บน) และตัดตามขวาง (ล่าง)	73
170	หน่อไรโซม (rhizome) ตัดตามยาว (บน) และตัดตามขวาง (ล่าง)	73
171	หน่อต้นเทียมส่วนปลายตัดตามขวางแสดงท่อลำเลียงของใบอ่อนที่ม้วนอยู่ภายใน	74
172	หน่อต้นเทียมส่วนโคนสุด ตัดตามยาวแสดงต่อมน้ำมันและท่อลำเลียงกระจาย อยู่ภายในแกนกลาง	74
173	หน่อไรโซมส่วนปลายตัดตามขวางแสดงท่อลำเลียง ต่อมน้ำมันของใบอ่อน ที่ม้วนอยู่ภายในหน่อ	74
174	หน่อไรโซมส่วนโคนตัดตามขวาง แสดงกลุ่มท่อลำเลียงกระจายอยู่ภายใน แกนกลาง และมีต่อมน้ำมันกระจายอยู่จำนวนมาก	75
175	รูปลักษณะภายนอกของดอกกระชาย	76
176	ความยาวของช่อดอก	77
177	ดอกมีใบประดับ 2 ใบ	77
178	ขนาดของใบประดับทั้ง 2 ใบ	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
179	ความยาวของดอกทั้งดอก	77
180	ขนาดของดอกด้านหน้า	77
181	ขนาดของดอกด้านข้าง	77
182	ความยาวของกลีบเลี้ยงทั้งหลอด	77
183	ความยาวของกลีบดอกทั้ง 3 กลีบ	77
184	ความยาวของหลอดกลีบดอก	77
185	ขนาดของกลีบดอกที่แปลงจากเกสรตัวผู้กลีบที่ 1 และ 2	78
186	ขนาดของกลีบดอกที่แปลงจากเกสรตัวผู้กลีบที่ 3	78
187	ความยาวของเกสรตัวผู้ (อับเรณู และก้านชูอับเรณู)	78
188	ความยาวของเกสรตัวเมียตั้งออกจากหลอดกลีบดอก	78
189	ความยาวของรังไข่	78
190	เปรียบเทียบขนาดอับเรณูกับยอดเกสรตัวเมีย	78
191	เนื้อเยื่อของกลีบเลี้ยงแสดงท่อลำเลียง รังควัตถุสีแดง ต่อมน้ำมัน และปากใบ	79
192	เนื้อเยื่อของกลีบดอกแสดงท่อลำเลียง และรังควัตถุสีชมพู	81
193	เนื้อเยื่อของเกสรตัวผู้แปลงเหมือนกลีบดอก	82
194	แสดงท่อลำเลียงในเนื้อเยื่อของกลีบดอกแปลง	82
195	แสดงต่อมน้ำมัน และรังควัตถุสีชมพูม่วง ในกลีบดอกแปลง	82
196	แสดงรังควัตถุสีแดง ชมพูและม่วง ในกลีบดอกแปลง (กลีบปาก)	82
197	อับละอองเรณู 1 อันมี 2 พู และอับเรณูหุ้มก้านชูยอดเกสรตัวเมีย	82
198	ภาพขยายยอดเกสรตัวเมียปลายเป็นแฉกติดกัน 3 แฉก มีต่อมน้ำมันจำนวนมาก และที่ปลายยอดมีขน โคยรอบ	82
199	รังไข่ (Ovary) ตัดตามขวางมีลักษณะ 3 คาร์เพล (Carpels) 3 โลกุล (Locules) ภายในมีไข่ (Ovule) บรรจุหลายใบ	83
200	ภาพขยายจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงคาร์เพล (Carpels) โลกุล (Locules) ที่ภายในมี ไข่ (Ovule) บรรจุอยู่	83
201	รังไข่ตัดตามยาวแสดงไข่ติดอยู่ที่แกนกลางของรังไข่ รังไข่แบบ Axile placentation	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
202	อับเรณูแตกออก ละอองเรณูออกมามากมาย	83
203	อับเรณูตัดตามขวางแสดง อับเรณูมี 2 พู พูละ 2 ช่อง	83
204	รูปลักษณะละอองเรณูของกระชายมีรูปร่างเป็นทรงกลม	83
205	ภายในหลอดของกลีบดอกมีขนจำนวนมาก และกลุ่มท่อลำเลียงสลับกับช่องว่างรอบ ๆ ซิดด้านนอก และต่อมน้ำมันขนาดเล็กจำนวนมากที่ผิวด้านนอกหลอด	84
206	ภาพขยายกลุ่มท่อลำเลียงรอบนอกและมีกระจัดกระจายอยู่ภายใน ภาพขยายทำให้เห็นขนเล็ก ๆ จำนวนมากภายนอกหลอด และพบต่อมน้ำมันขนาดเล็กจำนวนมากทั้งภายใน และภายนอกหลอด	84
207	การม้วนของใบอ่อนและการคลี่ออกของใบกระชาย	86
208	ทิศทางการหันหน้าใบของใบกระชาย	87
209	ลักษณะของใบกระชาย และการคายน้ำของใบกระชาย	88
210	ทดลองศึกษาพฤติกรรมการบานของดอกกระชาย	89
211	การวางตัวของดอกกระชาย	90
212	พฤติกรรมการงอกรากชุดใหม่จากลำต้นของกระชาย	91
213	การงอกของลำต้นใหม่ และการงอกหน่อจากลำต้น	92
214	ธรรมชาติชีวิตของรากเมื่อต้นเทียมเติบโตขึ้น	92
215	ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงของหน่อเมื่อเติบโตเป็นต้นเทียม 5 ใบ	93
216	ลักษณะของลำต้นใหม่ที่งอกออกจากลำต้นเดิม	94
217	การเปลี่ยนแปลงของใบกระชายในอายุต่าง ๆ กัน	95
218	การเปลี่ยนแปลงของดอกกระชายในช่วงเวลาต่าง ๆ	96
219	การเปลี่ยนสีของดอกกระชายในช่วงเวลาต่าง ๆ	97
220	ลักษณะของเกสรที่เปลี่ยนแปลง	97
221	พืชที่ให้ประโยชน์กับกระชาย	98
222	พืชที่ทำให้กระชายเสียประโยชน์	99
223	สิ่งมีชีวิตที่มาทำลายกระชาย	100
224	สิ่งมีชีวิตที่อาศัยกระชายเป็นแหล่งที่อยู่และเป็นแหล่งหาอาหาร	100
225	สิ่งมีชีวิตที่อาศัยกระชายเป็นแหล่งดำรงเผ่าพันธุ์	100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
226	สิ่งมีชีวิตที่อาศัยกระชายเป็นแหล่งหาอาหาร	101
227	สิ่งมีชีวิตที่อาศัยกระชายแสดงพฤติกรรมทางสังคม	101
228	ไส้เดือนที่พบในพื้นที่ปลูกกระชาย	101
229	ลักษณะแสงพันเกี่ยวกับต้นกระชาย	102
230	การทดลองวิเคราะห์สภาพดินที่ปลูกกระชายในพื้นที่ปลูก	103

