

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด (ตารางที่ 2) ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลอง คือ สันฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ เซลล์วิทยา แบบแผน allozyme และ การวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ข้อมูล 4 การทดลองร่วมกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 2 พืชตระกูลขิง 15 ชนิดและแหล่งที่มา

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญไทย	ชื่อสามัญอังกฤษ	แหล่งที่มา
<i>Boesenbergia pandurata</i> Holtt.	กระชาย	-	สวนพฤกษฯ ¹
<i>Kaempferia parviflora</i> Wall. ex Baker	กระชายดำ	-	ห้วยฮ่องไคร้ ²
<i>Amomum krervanh</i> Pierre	กระวานขาว	siam cardamom	เกษตรหลวงฯ ³
<i>Zingiber zerumbet</i> Smith	กะทือ	-	เกษตรหลวงฯ
<i>Curcuma mangga</i> Valetton	ขมิ้นขาว	-	เกษตรหลวงฯ
<i>Curcuma longa</i> Linn.	ขมิ้นชัน	turmeric	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb.	ขมิ้นดำ	-	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Curcuma zedoaria</i> Roscoe	ขมิ้นอ้อย	zedoary	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Alpinia galanga</i> Sw.	ข่า	galanga	สวนพฤกษฯ
<i>Alpinia allughas</i> Roscoe	ข่าน้ำ	-	เกษตรหลวงฯ
<i>Alpinia nigra</i> (Gaerth) B.L. Burt	ข่าหยาบ	-	เกษตรหลวงฯ
<i>Alpinia siamensis</i> Schum.	ข่าใหญ่	-	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	ขิง	ginger	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.	ไพล	-	ห้วยฮ่องไคร้ฯ
<i>Zingiber ottensii</i> Valetton	ไพลดำ	-	ห้วยฮ่องไคร้ฯ

¹ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

² ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

³ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.หางดง จ.เชียงใหม่

การทดลองที่ 1 ลักษณะวิทยา

ปลูกทดสอบและเก็บข้อมูลพืชจากแหล่งที่มาและแหล่งปลูกทดสอบ ลักษณะวิทยาของพืชตระกูลขิง 15 ชนิดโดยทั่วไปมีดังนี้ นิสัยการเจริญเติบโต เป็นพืชล้มลุก อายุหลายปี ลำต้นใต้ดินเรียกว่า แง่ง (rhizome) มีลักษณะอวบน้ำ ทำหน้าที่สะสมน้ำ อาหาร และขยายพันธุ์ ใบเกิดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้ม เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ลำต้นเหนือดินเป็นลำต้นเทียมเกิดจากกาบใบรวมตัวกันอัดแน่น ใบเรียง 2 แบบ คือ แบบสลับ หรือแบบเวียน ใบเดี่ยวรูปไข่ หรือรูปใบหอก สีเขียวหรือสีเขียวอ่อน ฐานใบมนหรือรูปกลม ปลายใบแหลมหรือเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวเรียบเป็นมัน พืชที่มีใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ ขมิ้นอ้อย และพืชที่มีใบที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ ไพล เส้นกลางใบและกาบใบด้านบนเป็นร่อง ด้านล่างนูนเป็นสันขนาดใหญ่ ระหว่างก้านใบและกาบใบมีลิ้นใบ (ligule) ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกดอกที่ปลายยอด ได้แก่ กระชาย กระชายดำ ขมิ้นอ้อย และข่าใหญ่ และช่อดอกแทงขึ้นมาจากแง่งใต้ดิน ได้แก่ กะทือ ไพล และไพลดำ ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ โครงสร้างดอกมีลักษณะร่วมกัน คือกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ เกสรเพศผู้ 1 อัน และเกสรเพศเมียประกอบด้วยรังไข่มี 3 ช่องเชื่อมติดกัน อยู่ใต้วงกลีบดอกหรือเหนือวงกลีบดอก

1.1 กระชาย	(ภาพที่ 1 และ 2)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Boesenbergia pandurata</i> Holtt.
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	กะแอน ระแอน (ภาคเหนือ) ชิงทราย (มหาสารคาม) จี๊ปู ชีพู (เงี้ยว - แม่ฮ่องสอน) ว่านพระอาทิตย์ (กรุงเทพฯ) (เต็ม, 2523)

แง่งออกเป็นกระจุก รูปทรงกระบอก ปลายเรียว เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.08 (0.80 – 1.40 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 7.80 (7.00 – 9.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 11.10 (10.00 – 14.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาล เนื้อสีเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมฉุน ความยาวปล้องเฉลี่ย 1.39 (1.25 – 1.60 เซนติเมตร) ใบเกิดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลเข้ม ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 78.60 (60.00 – 93.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 35.90 (30.00 – 40.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.96 (0.85 – 1.10 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่ง ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปไข่ สีเขียวซีด ฐานใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 12.72 (11.70 – 15.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 36.00 (32.00 – 42.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.017 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) ก้านใบ

เรียบ กาบใบสีเขียว จำนวนใบ 3 – 5 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกที่ปลายยอด ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 6.30 (6.00 – 7.00 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 1.55 (1.50 – 2.00 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 2.45 (2.20 – 2.60 เซนติเมตร) แต่ละดอกมีใบประดับ 2 ใบ รูปใบหอก ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงสีขาวหรือสีขาวอมชมพูอ่อน ส่วนโคนติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอกสีขาวหรือสีชมพูอ่อน มี 3 กลีบ ขนาดไม่เท่ากัน กลีบใหญ่ 1 กลีบ อีก 2 กลีบขนาดเท่ากัน เกสรเพศผู้ 6 อัน เป็นเกสรเพศผู้ทำหน้าที่ 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก และเกสรเพศผู้เป็นมัน 5 อันที่ลดรูปไปเป็นกลีบปาก และเกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน

1.2 กระชายดำ

(ภาพที่ 3 และ 4)

ชื่อวิทยาศาสตร์

Kaempferia parviflora Wall. ex Baker

ชื่อสามัญอังกฤษ

-

ชื่อท้องถิ่น

ว่านกระชายดำ

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.52 (1.26 – 1.80 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 3.24 (2.80 – 3.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 5.44 (4.50 – 6.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาล เนื้อสีดำหรือม่วงดำ มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.46 (0.30 – 0.60 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบางสีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 26.00 (23.00 – 29.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 39.60 (32.00 – 43.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 (0.65 – 0.90 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มิ ใบเรียงแบบสลับใบเดี่ยวรูปไข่ สีเขียว ฐานใบรูปกลม ปลายใบแหลม ขอบเป็นคลื่น ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 11.17 (8.50 – 13.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 23.50 (20.00 – 27.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.016 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 3 – 4 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกที่ปลายยอด ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 1.30 (1.25 – 1.45 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 0.50 (0.48 – 0.52 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 1.05 (0.90 – 1.20 เซนติเมตร) ใบประดับ 2 ใบ รูปใบหอก ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงสีขาว เชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอกมีลักษณะคล้ายปาก มี 3 กลีบขนาดไม่เท่ากัน กลีบใหญ่ 1 กลีบ อีก 2 กลีบขนาดเท่ากันและมีขนาดเล็กกว่า ตรงกลางสีดำ ด้านข้างสีชมพู เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์มี 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก และเกสรเพศผู้เป็นมัน 5 อันที่ลดรูปไปเป็นกลีบปาก และเกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน ยอดเกสรเพศเมียเป็นรูปปากแตรเกลี้ยง ไม่มีขน

1.3 กระวานขาว	(ภาพที่ 5)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Amomum krervanh</i> Pierre
ชื่อสามัญอังกฤษ	siam cardamom, camphor seed
ชื่อท้องถิ่น	กระวานโพธิสัตว์ กระวานดำ

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.50 (2.00 – 3.00 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 3.90 (3.50 – 5.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 6.90 (5.50 – 8.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาลแดง เนื้อสีเหลือง ไม่มีกลิ่น ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.34 (0.20 – 0.50 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 84.60 (72.00 – 97.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 37.90 (32.00 – 52.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.17 (1.00 – 1.40 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบตั้งฉากกับแ่ง ใบเรียงสลับระนาบเดียว ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียว ฐานใบรูปลิ้ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 7.44 (5.50 – 9.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 28.10 (23.00 – 38.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.013 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 4 – 8 ใบต่อดัน ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.4 กะทือ	(ภาพที่ 6 และ 7)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Zingiber zerumbet</i> Smith
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	กะแวน กะแอน (ภาคเหนือ) เฮียวข่า เฮียวแดง แหวดำ (แม่ฮ่องสอน)

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.60 (2.20 – 3.00 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 6.70 (5.50 – 8.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 13.14 (10.50 – 16.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาล เนื้อสีม่วงอ่อน มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.48 (0.40 – 0.60 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลเข้ม ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 116.80 (110.00 – 120.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 54.20 (50.00 – 60.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีแดง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.48 (1.35 – 1.60 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแ่ง ใบเรียงสลับระนาบเดียว ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียว ฐานใบรูปลิ้ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 6.82 (6.50 – 7.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 34.10

(32.00 – 39.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.013 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 11 – 18 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกจากง่ามใต้ดิน รูปทรงกระบอก ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 22.00 (20.00 – 24.00 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 5.50 (4.50 – 6.50 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 8.50 (7.50 – 9.00 เซนติเมตร) จำนวนชั้นเฉลี่ย 10.00 (9.00 – 11.00 ชั้น) ใบประดับสีแดง ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกย่อยสีเหลืองเป็นหลอดโผล่ขึ้นจากซอกใบประดับ กลีบเลี้ยง 3 กลีบเชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอก 3 กลีบมีส่วนโคนเชื่อมติดกัน ปลายใบแยกเป็น 3 แฉก เกสรเพศผู้มีอับเรณูโค้งเรียวยาว เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่เหนือวงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน

1.5 ขมิ้นขาว	(ภาพที่ 8)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Curcuma mangga</i> Valetton
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	-

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.91 (1.70 – 2.10 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 7.96 (6.50 – 9.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 13.40 (12.00 – 15.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 1.16 (1.25 – 1.50 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบางสีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 118.40 (115.00 – 122.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 45.90 (42.00 – 50.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.27 (1.15 – 1.40 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มิ ใบเรียงแบบเวียนใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวอ่อน ฐานใบรูปลิ้ม ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 15.14 (12.80 – 17.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 54.70 (48.00 – 59.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.018 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 5 – 6 ใบต่อดัน ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.6 ขมิ้นชัน	(ภาพที่ 9)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Curcuma longa</i> Linn. ; <i>C. domesticum</i> Valetton
ชื่อสามัญอังกฤษ	turmeric
ชื่อท้องถิ่น	เช่าขมิ้น (พายัพ) ขมิ้นป่า ขมิ้นหัว ขมิ้นหยวก ขมิ้นแกง (เชียงใหม่) ขี้มิ้น (ภาคใต้)

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.74 (1.40 – 1.95 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 7.70 (6.50 – 9.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 13.60 (10.00 – 17.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองปนส้ม เนื้อสีเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมฉุน ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.75 (0.55 – 1.00 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลเข้ม ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 95.40 (80.00 – 105.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 61.40 (50.00 – 70.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.19 (0.95 – 1.50 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มิใบเรียงแบบเวียน ใบเดี่ยวรูปไข่ สีเขียวอ่อน ฐานใบมน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 12.13 (9.50 – 14.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 46.50 (40.00 – 51.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.018 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 4 – 6 ใบต่อดัน ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.7 ขมิ้นดำ	(ภาพที่ 10)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Curcuma aeruginosa</i> Roxb.
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	ว่านมหามง

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.59 (1.50 – 1.65 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 6.00 (5.00 – 7.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 13.00 (10.50 – 15.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.62 (0.50 – 0.70 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลดำ ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 128.40 (120.00 – 134.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 49.90 (40.00 – 59.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีแดง มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.52 (1.30 – 1.70 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มิใบเรียงแบบเวียน ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวอ่อน กลางใบมีสีน้ำตาลดำ ฐานใบรูปกลม ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 14.94 (12.00 – 17.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 52.90 (43.00 – 62.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.015 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 4 – 7 ใบต่อดัน ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.8 ขมิ้นอ้อย	(ภาพที่ 11 และ 12)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Curcuma zedoaria</i> Roscoe
ชื่อสามัญอังกฤษ	zedoary
ชื่อท้องถิ่น	ขมิ้นหัวขึ้น ขมิ้นขึ้น ขมิ้นเจดีย์ ว่านเหลือง

แง่มี่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.74 (1.60 – 2.20 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 7.18 (5.00 – 8.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 11.12 (8.50 – 15.00 เซนติเมตร) ผิวด้านบนออกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.79 (0.70 – 0.90 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 122.00 (112.00 – 130.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 57.70 (53.00 – 65.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.71 (1.60 – 2.00 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มี่ ใบเรียงแบบเวียน ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวอ่อน ฐานใบมน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 17.63 (16.00 – 19.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 59.40 (53.00 – 63.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.025 เซนติเมตร (0.020 – 0.030 เซนติเมตร) จำนวนใบ 5 – 7 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกที่ปลายยอด รูปทรงกระบอก ความกว้างเฉลี่ย 4.50 (4.00 – 5.00 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 11.00 (10.00 – 12.00 เซนติเมตร) จำนวนชั้นเฉลี่ย 7 (6 – 9 ชั้น) ใบประดับรูปไข่ เชื่อมกันที่ส่วนล่าง มีสีขาวปลายสีชมพู เรียงสลับในแต่ละชั้น ปลายกลีบแหลม ใบประดับ 1 อันมีดอกอยู่ 3 ดอก จะบานครั้งละ 1 ดอก ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยง 3 กลีบเชื่อมต่อกันเป็นหลอด กลีบดอกเชื่อมติดกัน มี 3 กลีบ ขนาดไม่เท่ากัน รูปร่างขอบขนาน สีขาว กลีบดอกที่มีลักษณะคล้ายปาก เป็นรูปไข่กลับ ปลายแยกออกเป็น 2 พู สีเหลืองเข้ม เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์มี 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก เกสรเพศเมียมีรังไข่ 3 ช่อง อยู่ใต้วงกลีบ

1.9 ข่า	(ภาพที่ 13)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Alpinia galanga</i> Sw. ; <i>Languas galanga</i> Sw.
ชื่อสามัญอังกฤษ	galanga
ชื่อท้องถิ่น	ข่าตาแดง กุฎกโรหิณี (ภาคกลาง) สะเอเซย สะเออเตย (ภาคเหนือ)

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.90 (2.50 – 3.50 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 4.70 (4.00 – 5.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 6.80 (5.50 – 7.50 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลือง เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมฉุน ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.36 (0.30 – 0.50 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 115.20 (95.00 – 129.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 56.30 (50.00 – 60.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.12 (0.90 – 1.20 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบตั้งฉากกับแ่ง ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวอ่อน ฐานใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 7.28 (6.00 – 8.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 34.70 (30.00 – 38.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.015 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 7 – 11 ใบต่อต้น ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.10 ข่าน้ำ

(ภาพที่ 14)

ชื่อวิทยาศาสตร์

Alpinia allughas Roscoe

ชื่อสามัญอังกฤษ

-

ชื่อท้องถิ่น

เร่วน้อย หน่อกะลา

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.90 (0.80 – 1.00 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 2.30 (1.50 – 3.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 7.46 (6.50 – 8.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองปนส้ม เนื้อสีเหลือง ไม่มีกลิ่น ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.34 (0.20 – 0.40 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลเข้ม ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 133.60 (115.00 – 150.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 60.00 (53.00 – 70.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.22 (1.15 – 1.30 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบตั้งฉากกับแ่ง ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอกกลับ สีเขียวเข้ม ฐานใบรูปลิ้ม ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 7.16 (6.50 – 7.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 35.70 (32.00 – 39.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.017 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 9 – 13 ใบต่อต้น ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.11 ข้าหยวก	(ภาพที่ 15)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Alpinia nigra</i> (Gaerth) B.L.Burt
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	-

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.48 (3.00 – 4.00 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 5.80 (5.50 – 6.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 8.60 (8.00 – 9.50 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองเข้ม เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมฉุน ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.30 (0.20 – 0.40 เซนติเมตร) ใบแก่มีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 114.20 (98.00 – 121.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 55.10 (50.00 – 59.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.14 (1.10 – 1.20 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบตั้งฉากกับแง่มิ ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวเข้ม ฐานใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบ เป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 7.28 (6.90 – 7.90 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 35.30 (32.00 – 38.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.014 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 7 – 9 ใบต่อต้น ไม่ปรากฏ ดอกตลอดการทดลอง

1.12 ข้าใหญ่	(ภาพที่ 16 และ 17)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Alpinia siamensis</i> Schum.
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	ไผ่กะ

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.50 (3.00 – 4.00 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 6.20 (5.50 – 7.00 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 10.50 (9.00 – 12.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองเข้ม เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอมฉุน ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.28 (0.20 – 0.40 เซนติเมตร) ใบแก่มีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 155.40 (120.00 – 190.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 69.60 (57.00 – 92.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.33 (1.10 – 1.70 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบตั้งฉากกับแง่มิ ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวเข้ม ฐานใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดใหญ่ กว้างเฉลี่ย 9.66 (8.00 – 11.60 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 43.20 (38.00 – 48.00 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.016 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 7 – 13 ใบต่อต้น

ช่อดอกแบบช่อกระจะออกที่ปลายยอด ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 12.75 (10.50 – 15.70 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 9.80 (8.00 – 12.00 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 22.00 (18.00 – 25.00 เซนติเมตร) ดอกย่อยมีจำนวนมาก ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อน ส่วนโคนติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอกสีขาว 3 กลีบแยกกัน มีริ้วสีม่วงแดง เกสรเพศผู้มี 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน

1.13	ขิง	(ภาพที่ 18)
	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe
	ชื่อสามัญอังกฤษ	ginger
	ชื่อท้องถิ่น	ขิงแกลง (จันทบุรี) ขิงบ้าน ขิงเขา ขิงดอกเดี่ยว (ภาคกลาง) ขิงเผือก (เชียงใหม่)

แง่มิขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.00 (2.50 – 3.50 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 5.36 (4.80 – 6.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 12.80 (11.50 – 14.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.80 (0.50 – 1.20 เซนติเมตร) ใบเกล็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 39.90 (35.00 – 45.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 27.30 (20.00 – 32.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.53 (0.42 – 0.62 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแง่มิ ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวเข้ม ฐานใบมน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดเล็ก กว้างเฉลี่ย 1.94 (1.70 – 2.20 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 12.96 (12.00 – 13.80 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.012 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 12 – 14 ใบต่อต้น ไม่ปรากฏดอกตลอดการทดลอง

1.14	ไพล	(ภาพที่ 19 และ 20)
	ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.
	ชื่อสามัญอังกฤษ	-
	ชื่อท้องถิ่น	ปลูย ปลูย (ภาคเหนือ) ว่านไฟ (ภาคกลาง)

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3.26 (2.50 – 3.80 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 7.50 (6.50 – 8.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 15.20 (13.00 – 17.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.42 (0.30 – 0.50 เซนติเมตร) ใบแก่ดัดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 99.60 (80.00 – 115.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม 54.30 (48.00 – 60.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.19 (1.10 – 1.25 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแ่ง ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอก สีเขียวอ่อน ฐานใบมน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดเล็ก กว้างเฉลี่ย 4.07 (3.10 – 4.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 12.96 (12.00 – 13.80 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.016 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 11 – 18 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกจากแ่งใต้ดิน หัวท้ายเรียวแหลม ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 11.00 (10.00 – 13.00 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 3.50 (3.20 – 3.75 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 9.50 (9.00 – 12.50 เซนติเมตร) จำนวนชั้นเฉลี่ย 14.00 (13.00 – 15.00 ชั้น) ใบประดับสีน้ำตาลแดง ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกย่อยสีเหลือง เป็นหลอดโผล่ขึ้นจากซอกใบประดับ กลีบเลี้ยงส่วนโคนเชื่อมติดกัน มี 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ เกสรเพศผู้ทำหน้าที่สมบูรณ์มี 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่เหนือวงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน

1.15 ไพลดำ	(ภาพที่ 21 และ 22)
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Zingiber ottensii</i> Valetton
ชื่อสามัญอังกฤษ	-
ชื่อท้องถิ่น	ไพลสีม่วง ไพลม่วง (กรุงเทพฯ)

แ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.70 (2.00 – 3.20 เซนติเมตร) กว้างเฉลี่ย 9.60 (8.00 – 12.50 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 15.80 (14.00 – 17.00 เซนติเมตร) ผิวด้านนอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง มีกลิ่นหอม ความยาวปล้องเฉลี่ย 0.82 (0.60 – 1.00 เซนติเมตร) ใบแก่ดัดมีลักษณะบาง สีน้ำตาล ความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 111.60 (83.00 – 130.00 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 61.70 (52.00 – 70.00 เซนติเมตร) ลำต้นเหนือดินเป็นกาบใบรวมตัวอัดแน่นเป็นชั้นๆ สีแดง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.30 (1.20 – 1.45 เซนติเมตร) แนวการเรียงใบขนานกับแ่ง ใบเรียงแบบสลับ ใบเดี่ยวรูปใบหอกกลับ สีเขียวเข้ม ฐานใบรูปปลี ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบเป็นมัน ใบขนาดปานกลาง กว้างเฉลี่ย 7.80 (7.20 – 8.80 เซนติเมตร) ยาวเฉลี่ย 33.46 (26.50 – 36.70 เซนติเมตร) หนาเฉลี่ย 0.012 (0.010 – 0.020 เซนติเมตร) จำนวนใบ 8 – 15 ใบต่อดัน ช่อดอกแบบช่อเชิงลดออกจากแ่งใต้ดิน รูปทรงกระบอก หัวท้ายมน ความยาวก้านช่อดอกเฉลี่ย 34.00 (30.00 –

37.00 เซนติเมตร) ความกว้างเฉลี่ย 4.20 (3.00 – 5.00 เซนติเมตร) ความสูงเฉลี่ย 6.50 (6.00 – 7.20 เซนติเมตร) จำนวนชั้นเฉลี่ย 12.00 (10.00 – 14.00 ชั้น) ใบประดับสีเขียว ดอกได้สมมาตรด้านข้าง ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกย่อยสี่เหลี่ยมเป็นหลอด โผล่ขึ้นมาจากชอกใบประดับ กลีบเลี้ยงส่วนโคนเชื่อมติดกันมี 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์มี 1 อันเชื่อมติดกับกลีบดอก เกสรเพศเมีย มีรังไข่อยู่เหนือวงกลีบมี 3 ช่องเชื่อมติดกัน

เมื่อนำข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของพืชทดลองทั้ง 15 ชนิดมาเปรียบเทียบกับสรุปลักษณะที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ชนิดพืช	แฉ่ง		ใบ			
	สีผิวด้านนอก	สีเนื้อ	การเรียง	รูปร่างใบ	ฐานใบ	ปลายใบ
กระชาย	น้ำตาล	เหลืองเข้ม	แบบสลับ	รูปไข่	มน	แหลม
กระชายดำ	น้ำตาล	ดำหรือม่วงดำ	แบบสลับ	รูปไข่	รูปกลม	แหลม
กระวานขาว	น้ำตาลแดง	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	รูปกลม	แหลม
กะทือ	น้ำตาล	ม่วงอ่อน	แบบสลับ	รูปใบหอก	รูปกลม	แหลม
ขมิ้นขาว	น้ำตาลอ่อน	เหลือง	แบบเวียน	รูปใบหอก	รูปกลม	เรียวแหลม
ขมิ้นชัน	เหลืองส้ม	เหลืองเข้ม	แบบเวียน	รูปไข่	มน	เรียวแหลม
ขมิ้นดำ	เหลืองอ่อน	เหลือง	แบบเวียน	รูปใบหอก	รูปกลม	เรียวแหลม
ขมิ้นอ้อย	น้ำตาลอ่อน	เหลือง	แบบเวียน	รูปใบหอก	มน	เรียวแหลม
ข่า	เหลือง	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	มน	แหลม
ข่าน้ำ	เหลืองส้ม	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอกกลับ	รูปกลม	เรียวแหลม
ข่าหขวก	เหลืองเข้ม	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	มน	แหลม
ข่าใหญ่	เหลือง	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	มน	แหลม
ขิง	น้ำตาลเหลือง	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	มน	เรียวแหลม
ไพล	เหลืองน้ำตาล	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอก	มน	เรียวแหลม
ไพลดำ	น้ำตาลอ่อน	เหลือง	แบบสลับ	รูปใบหอกกลับ	รูปกลม	แหลม

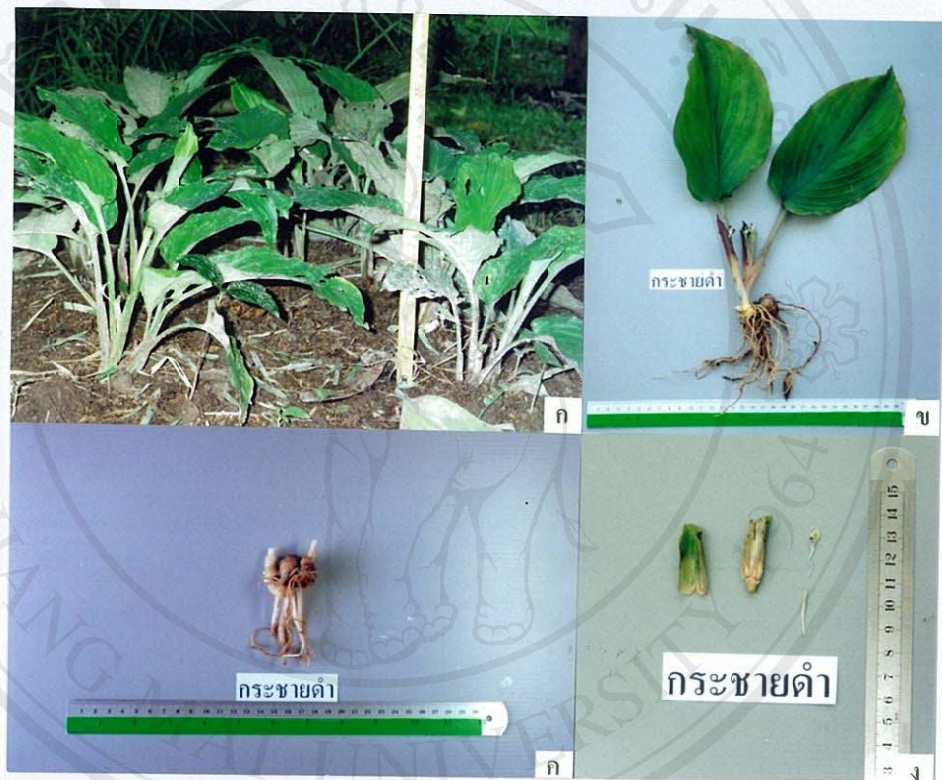


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

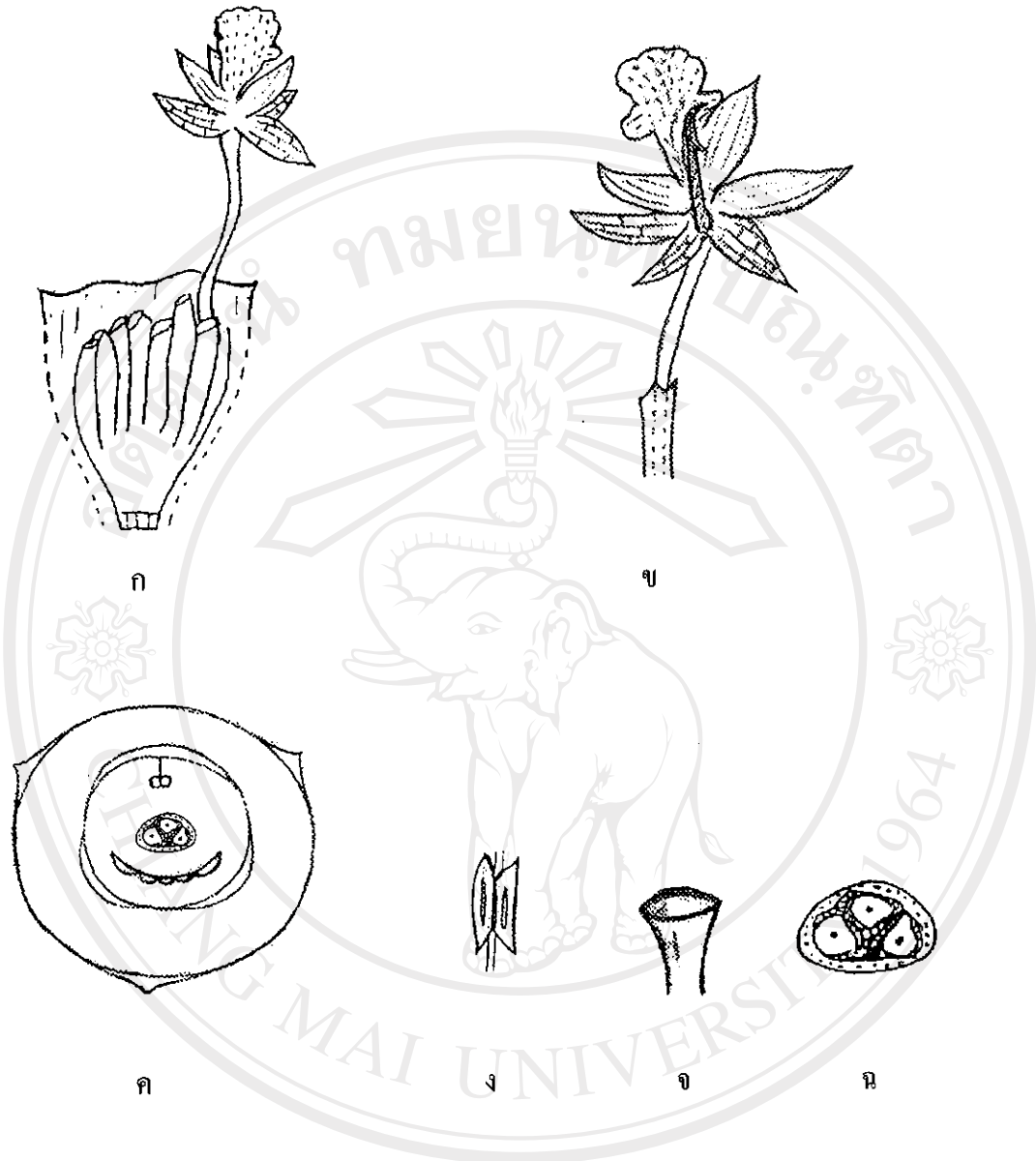
ภาพที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของกระชาย

Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ก = กอ
 ข = ลำต้น
 ค = แง่ง
 ง = ใบ
 จ = ช่อดอก
 ฉ = ดอกย่อย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ภาพที่ 3 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของกระชายดำ
 ก = กอ
 ข = ลำต้น
 ค = แง่ง
 ง = ช่อดอก
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาพที่ 4 ภาพวาดลักษณะของดอกกระชายดำ

ช ↑ $K_{(3)} C_{(3)} A_1 \bar{G}_{(3)}$

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ก = ช่อดอก | ข = ดอกย่อย |
| ค = แฉกเลี้ยงดอก | ง = อับเรณู |
| จ = ยอดเกสรเพศเมีย | ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง) |
| ช = สู่ตรดอก | |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาพที่ 5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของกระวานขาว

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ก = กอ
- ข = ลำต้น
- ค = แง่ง
- ง = ใบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ภาพที่ 6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของกะทือ

Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ก = กอ
 ข = แฉ่ง
 ค = ใบ
 ง = ช่อดอก
 จ = ดอกย่อย



ช ↑ $K_{(3)} C_{(3)} A_1 G_{(3)}$

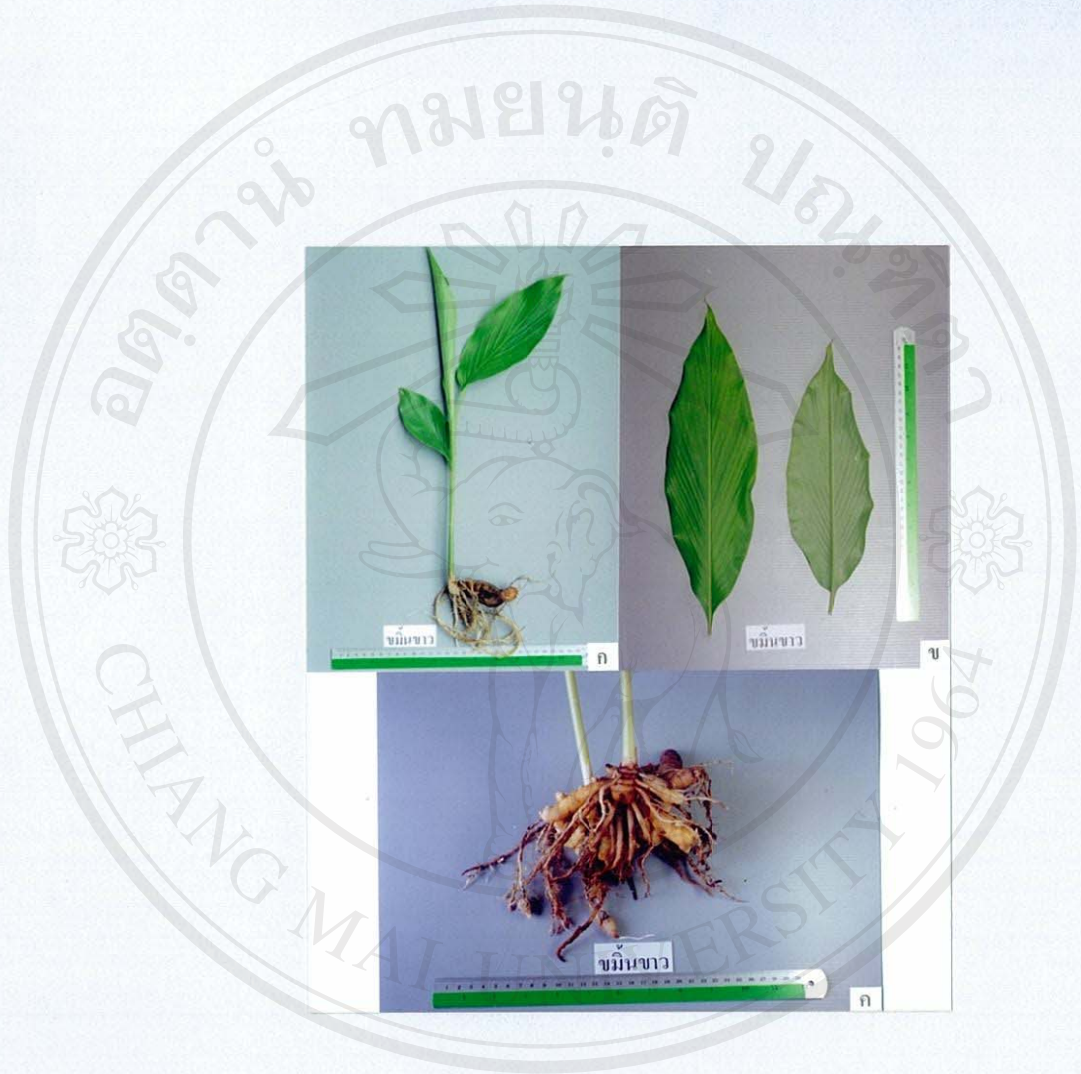
ภาพที่ 7 ภาพวาดลักษณะของดอกกะทือ

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ก = ช่อดอก | ข = ดอกย่อย |
| ค = แขนงดอก | ง = อับเรณู |
| จ = ยอดเกสรเพศเมีย | ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง) |
| ช = สุธรรดอก | |

๖๖๖.๕๓

เลขหมู่..... พ321 ด

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพที่ 8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของขมิ้นขาว

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ก = ลำต้น
- ข = ใบ
- ค = แง่ง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภาพที่ 9 ลักษณะต้นฐานวิทยาของขมิ้นชัน

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved
ก = กอ
ข = แฉ่ง
ค = ลำต้น
ง = ใบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภาพที่ 10 ลักษณะสัณฐานวิทยาของขมิ้นดำ

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

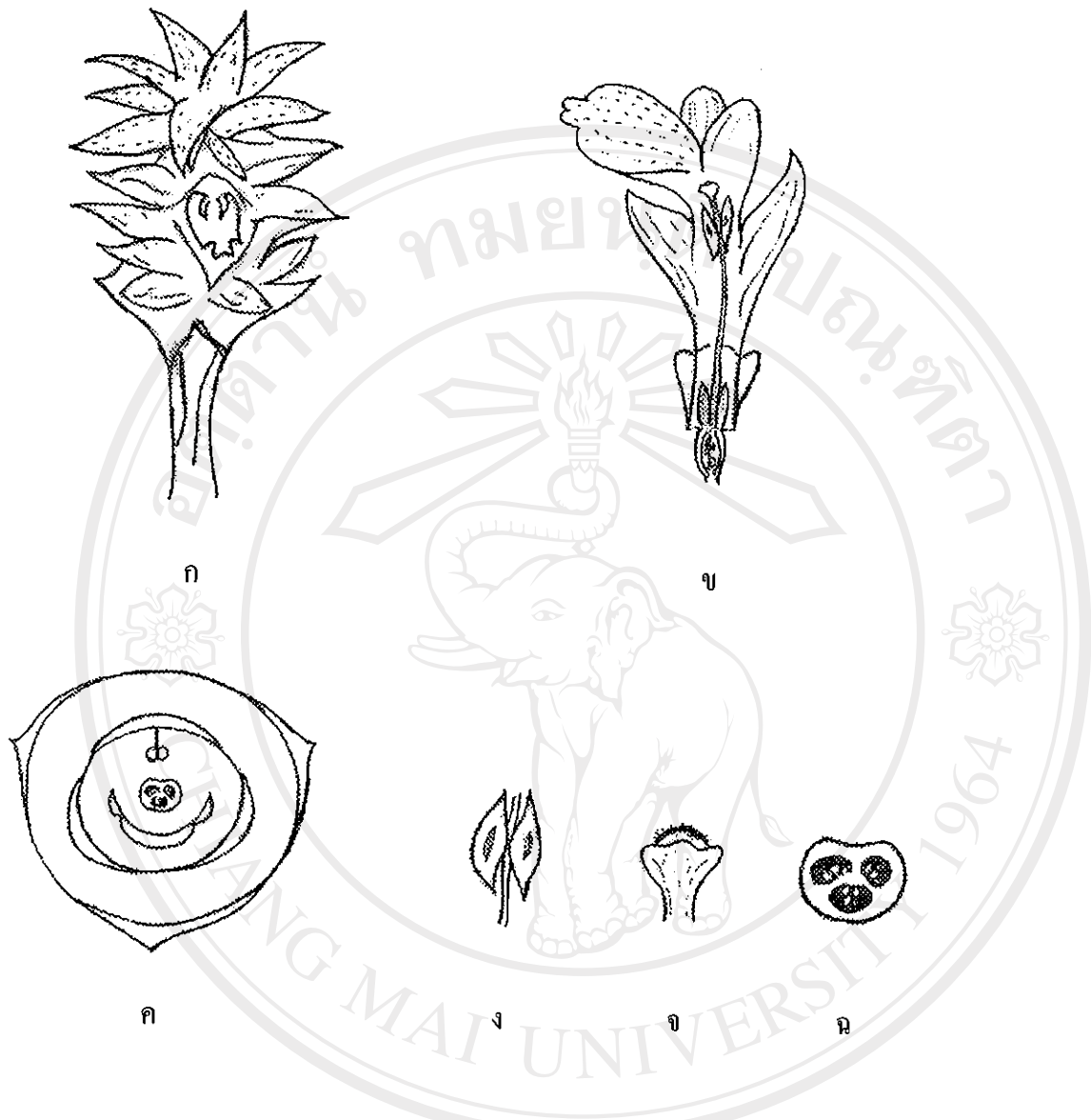
- ก = กอ
- ข = แฉ่ง
- ค = ลำต้น
- ง = ใบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพที่ 11 ลักษณะต้นฐานวิทยาของขมิ้นอ้อย

- Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved
- ก = กอ
 - ข = แฉ่ง
 - ค = ลำต้น
 - ง = ใบ
 - จ = ดอกย่อย



ช ↑ $K_{(3)} C_{(3)} A_1 \bar{G}_{(3)}$

ภาพที่ 12 ภาพวาดลักษณะของดอกขมื่นอ้อย

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ก = ช่อดอก | ข = ดอกย่อย |
| ค = แฉกเลี้ยงดอก | ง = อับรณู |
| จ = ยอดเกสรเพศเมีย | ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง) |
| ช = สุธรรคอก | |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาพที่ 13 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของข่า

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ก = กอ
- ข = ลำต้น
- ค = แฉ่ง
- ง = ใบ



ภาพที่ 14 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของข่าน้ำ

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

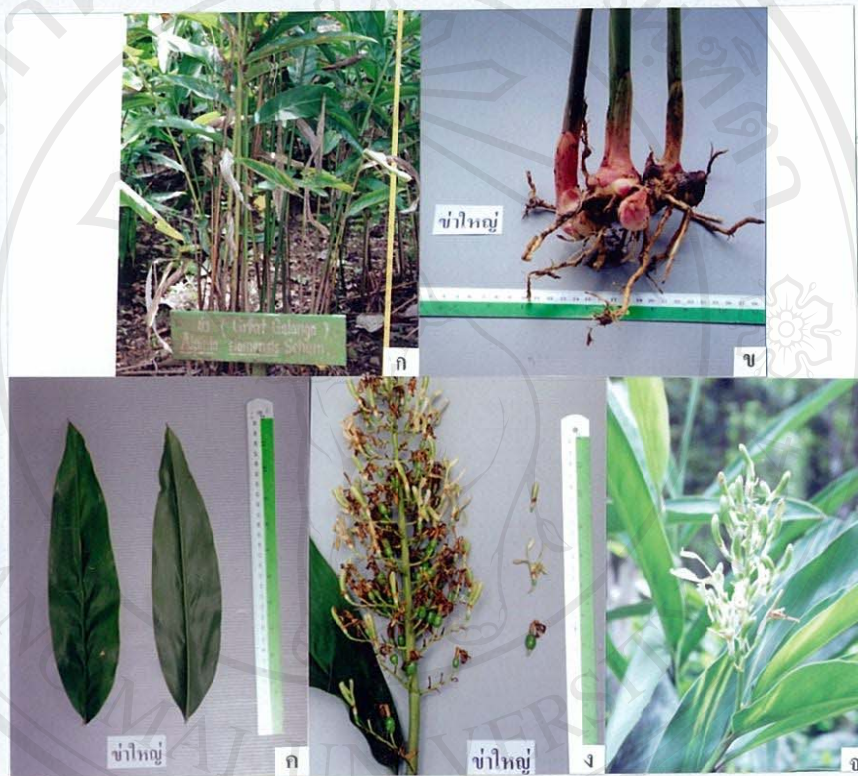
ก = กอ

ข = ลำต้น

ค = ใบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภาพที่ 15 ลักษณะสัณฐานวิทยาของข่าหยวก
ก = กอ
ข = แฉ่ง
ค = ใบ
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 16 ลักษณะสัณฐานวิทยาของข่าใหญ่
ก = กอ
ข = แง่ง
ค = ใบ
ง = ช่อดอก
จ = ดอกย่อย



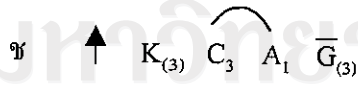
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาพที่ 17 ภาพวาดลักษณะของดอกขำใหญ่

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ก = ช่อดอก | ข = ดอกย่อย |
| ค = แขนงดอก | ง = อับเรณู |
| จ = ยอดเกสรเพศเมีย | ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง) |
| ช = สูตรดอก | |

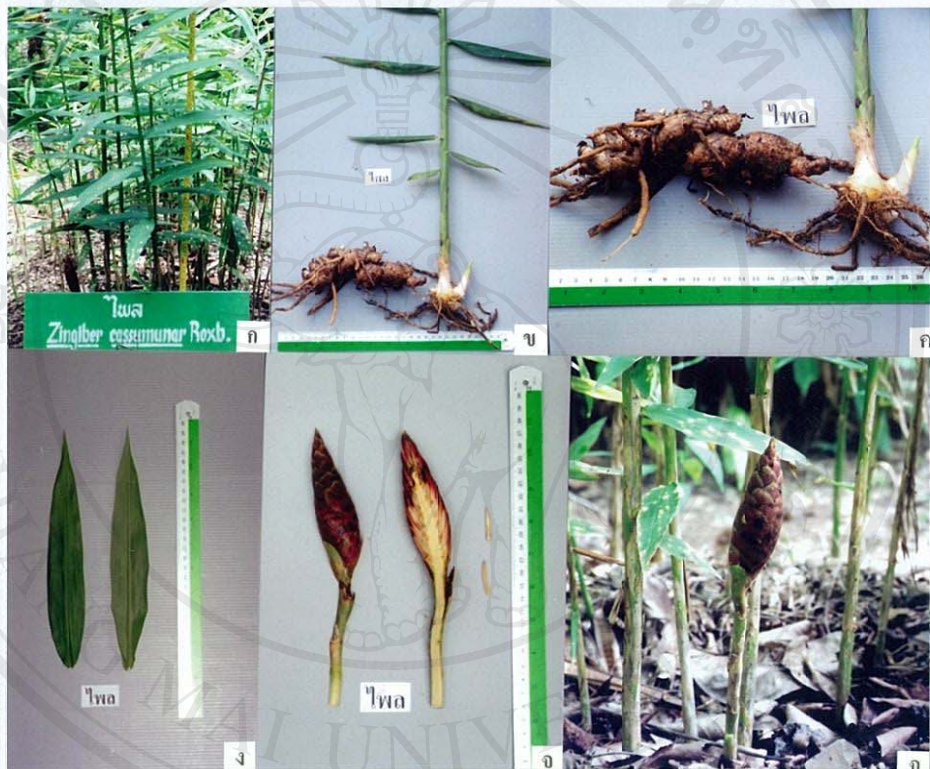




ภาพที่ 18 ลักษณะสัณฐานวิทยาของขิง

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- ก = กอ
- ข = แฉ่ง
- ค = ใบ
- ง = ลำต้น



ภาพที่ 19 ลักษณะสัณฐานวิทยาของไพล

- ก = กอ
- ข = ลำต้น
- ค = แฉ่ง
- ง = ใบ
- จ = ช่อดอก
- ฉ = ดอกย่อย

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved



ช ↑ $K_{(3)} C_{(3)} A_1 G_{(3)}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพที่ 20 ภาพวาดลักษณะของดอกไพล

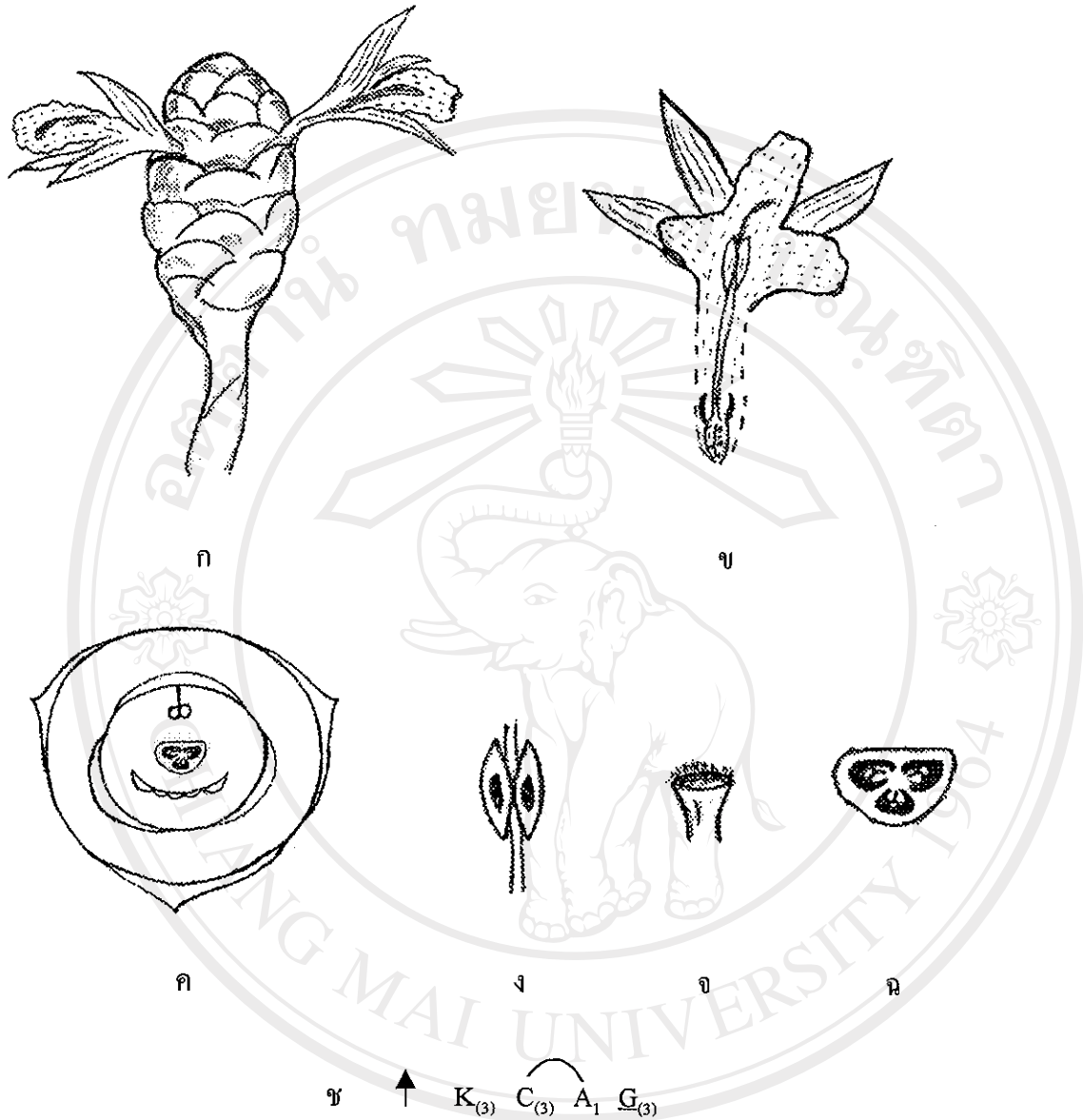
- ก = ช่อดอก
- ข = ดอกย่อย
- ค = แขนงดอก
- ง = อับเรณู
- จ = ยอดเกสรเพศเมีย
- ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง)
- ช = สุธรรดอก

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาพที่ 21 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของไพล์ดำ

- Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved
- ก = กอ
 - ข = ลำต้น
 - ค = แง่ง
 - ง = ใบ
 - จ = ช่อดอก
 - ฉ = ดอกย่อย



ภาพที่ 22 ภาพวาดลักษณะของดอกไพลด้า

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ก = ช่อดอก | ข = ดอกย่อย |
| ค = แผ่นผังกดอก | ง = อับเรณู |
| จ = ยอดเกสรเพศเมีย | ฉ = รังไข่ (ผ่าตามขวาง) |
| ช = สูตรดอก | |

การบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชจำเป็นต้องบรรยายลักษณะต่างๆ ของพืช เช่น ลักษณะลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด เป็นต้น เพื่อนำมาสร้างรูปวิธานสู่ชนิด (ก่องกานดา, 2541) การทดลองนี้นำข้อมูลแนวการเรียงใบ การเรียงใบ รูปร่างใบ ฐานใบ ปลายใบ ขนาดใบ สัดส่วนใบ สีกาบใบ สีผิวของแฉ่ง ตำแหน่งการแทงช่อดอก และสีใบประดับ สร้างรูปวิธานดังนี้ (ภาพที่ 23)

1. ใบขนานกับแฉ่ง

2. ใบเรียงแบบสลับ

3. ช่อดอกแทงออกจากปลายยอด

4. ฐานใบรูปกลม ขอบใบเป็นคลื่น.....กระชายดำ

4. ฐานใบมน ขอบใบเรียบ.....กระชาย

3. ช่อดอกแทงออกจากแฉ่งใต้ดิน

4. ฐานใบรูปกลม

5. ใบประดับสีแดง.....กะทือ

5. ใบประดับสีเขียว.....ไพลดำ

4. ฐานใบมน

5. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 1 : 3.....ไพล

5. อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 1 : 6.....จิง

2. ใบเรียงแบบเวียน

3. ใบรูปไข่.....ขมิ้นชัน

3. ใบรูปใบหอก

4. ฐานใบรูปกลม

5. กาบใบสีเขียว.....ขมิ้นขาว

5. กาบใบสีแดง.....ขมิ้นดำ

4. ฐานใบมน.....ขมิ้นอ้อย

1. ใบตั้งฉากกับแฉ่ง

2. ใบรูปหอก

3. ช่อดอกแทงออกจากแฉ่งใต้ดิน.....กระวานขาว

3. ช่อดอกแทงออกจากปลายยอด

4. ใบมีขนาดใหญ่ (มากกว่า 9.01 เซนติเมตร).....ข่าใหญ่

4. ใบมีขนาดปานกลาง (5.01 – 9.00 เซนติเมตร)

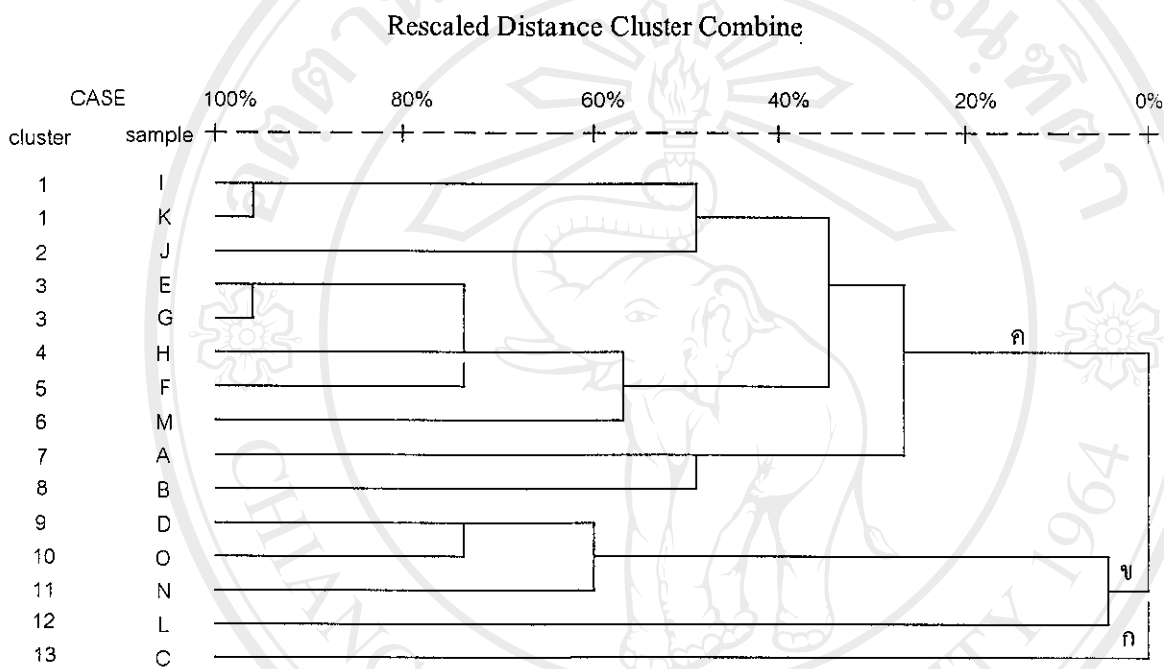
5. ผิวแฉ่งสีเหลือง.....ข่า

5. ผิวแฉ่งสีเหลืองเข้ม.....ข่าหยวก

2. ใบรูปใบหอกกลับ.....ข่าน้ำ

ภาพที่ 23 รูปวิธานสู่ชนิดของพืชตระกูลจิง 15 ชนิด

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพารามตริก ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS release 6.0 กำหนดหาระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อจัดกลุ่มของพืชตามระดับความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด
โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

A = กระชาย B = กระชายดำ C = กระวานขาว D = กะทือ E = ขมิ้นขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ
H = ขมิ้นอ้อย I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหยวก L = ข่าใหญ่ M = ขิง N = ไพล O = ไพลดำ

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชทดลอง โดยใช้ค่า % similarity แบ่งกลุ่มพืช คือ กลุ่มใหญ่มีค่า % similarity อยู่ระหว่าง 0 – 25% และกลุ่มย่อยอยู่ระหว่าง 35 – 96% จัดกลุ่มพืชได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก มีเพียงชนิดเดียว คือ C = กระวานขาว.....(0% similarity)

กลุ่ม ข มีจำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย D = กะทือ L = ข่าใหญ่ N = ไพล และ O = ไพลดำ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ข 1. มีเพียงชนิดเดียว คือ L = ข่าใหญ่.....(4% similarity)

กลุ่ม ข 2. มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ข 2.1 มีเพียงชนิดเดียว คือ N = ไพล.....

.....(60% similarity)

กลุ่ม ข 2.2 มี 2 ชนิด คือ D = กะทือ และ O = ไพลดำ.....

.....(73% similarity)

กลุ่ม ค มีจำนวน 10 ชนิด ประกอบด้วย A = กระชาย B = กระชายดำ E = ขมิ้นขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ H = ขมิ้นอ้อย I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหยวก และ M = จิง แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ค 1. มี 2 ชนิด คือ A = กระชาย และ B = กระชายดำ.....

.....(49% similarity)

กลุ่ม ค 2. มี 8 ชนิด แบ่งกลุ่มได้อีก 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ค 2.1 มี 5 ชนิด แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. มีเพียงชนิดเดียว คือ M = จิง.....(57% similarity)

2. มี 2 ชนิด คือ F = ขมิ้นชัน และ H = ขมิ้นอ้อย...

.....(73% similarity)

3. มี 2 ชนิด คือ E = ขมิ้นขาว และ G = ขมิ้นดำ....

..... (96% similarity)

กลุ่ม ค 2.2 มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. มีเพียงชนิดเดียว คือ J = ข่าน้ำ.....(49% similarity)

2. มี 2 ชนิด คือ I = ข่า และ K = ข่าหยวก.....

.....(96% similarity)

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชตระกูลขิง 15 ชนิดที่รวบรวมได้สามารถแบ่งได้เป็น 3 เผ่า และจัดสกุลของพืชได้ดังนี้ (1) เผ่า Alpinieae ได้แก่สกุลข่า (*Alpinia*) และ สกุลกระวาน (*Amomum*) (2) เผ่า Hedychieae ได้แก่สกุลกระชาย (*Boesenbergia*) สกุลขมิ้น (*Curcuma*) และ สกุลเปราะหอม (*Kaempferia*) และ (3) เผ่า Zingibereae พบเพียงสกุลเดียว คือ สกุลขิง (*Zingiber*) ซึ่งแต่ละสกุลมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน และสามารถนำข้อมูลมาช่วยในการจัดจำแนกพันธุ์พืชตระกูลขิงได้ (สุรพล และคณะ, 2545) เช่นเดียวกับชวลิต (2543) ใช้ลักษณะเด่นของดอก คือ การเชื่อมติดกันของใบประดับ ความสูงของก้านเกสรตัวผู้ จำนวนดอกย่อยที่อยู่ในใบประดับ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้แยกสกุลต่างๆ ออกจากกันคือ สกุลขมิ้น สกุลปุดเดือน สกุลชมพูกาสลัก สกุลเปราะหอม และสกุลกระชาย

จากผลการทดลอง พืชตระกูลขิงแต่ละสกุลมีลักษณะสัณฐานวิทยาอธิบายได้ดังนี้

ก. นิสัยการเจริญเติบโต : โดยทั่วไปเป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีขนาดทรงพุ่มขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ Burt and Smith (1972) ได้กล่าวไว้ว่า สกุลกระวาน และสกุลข่า มีความสูงถึง 5 เมตร ลำต้นเหนือดินมีลักษณะเป็นลำต้นเทียมเกิดจากกาบใบรวมตัวกันอัดแน่น สกุลกระชายมีความสูง 60 – 93 เซนติเมตร สกุลขมิ้นมีความสูง 80 – 134 เซนติเมตร สกุลเปราะหอมมีความสูง 23 – 29 เซนติเมตร นอกจากนี้ Purselove (1985) ได้จำแนกสกุลขิง สกุลขมิ้น และสกุลกาหลา (*Etingera*) พบว่า สกุลขมิ้น สกุลขิงอยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความสูง 30 – 100 เซนติเมตรและสกุลกาหลามีความสูง 2.0 – 5.0 เมตร

ข. แง่ง : เป็นลำต้นใต้ดินที่มีการแตกแขนง มีการเจริญเติบโตทางข้าง (sympodium) (Holtum, 1950) จากการศึกษาพบว่า สกุลกระชายมีแง่งขนาดสั้น รูปทรงกระบอก ปลายเรียว ออกเป็นกระจุก ผิวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลืองมีกลิ่นหอมฉุน (Sirirugsa, 1992a) ซึ่งต่างกับสกุลขมิ้น ซึ่งมีลักษณะป้อม และโป่งออกทางด้านข้างมากกว่าที่จะเรียวยาว สีเนื้อที่พบของ ขมิ้นชัน และขมิ้นอ้อย มีเนื้อสีเหลืองส้ม หรือสีเหลืองเข้ม (หทัยรัตน์, 2545) ส่วนสกุลเปราะหอม มีแง่งขนาดเล็ก สั้น เช่นเดียวกับกระชายดำที่มีขนาดเล็ก เนื้อมีสีม่วงดำ และสกุลขิง แง่งมีสีเหลือง มีกลิ่นหอม เห็นข้อปล้องชัดเจน (Sirirugsa, 1992b)

ค. ใบ : เป็นใบเดี่ยว ซึ่งมีการเรียงใบ 2 แบบ คือ แบบเวียนได้แก่ สกุลขมิ้น แบบสลับได้แก่ สกุลกระชาย สกุลกระวาน สกุลเปราะหอม และสกุลขิง จากการศึกษาพบว่า สกุลขมิ้นมีใบขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับวรรณภา (2540) ซึ่งกล่าวว่า สกุลขมิ้น มีใบรูปไข่หรือรูปรี ปลายใบแหลม ฐานใบมนหรือรูปกลม และพบแถบสีน้ำตาลดำบริเวณเส้นกลางใบของขมิ้นดำ สำหรับสกุลอื่นๆ พบว่า ใบมีขนาดเล็กถึงปานกลาง ใบรูปไข่หรือรูปใบหอก ฐานใบรูปกลมหรือมน ปลายใบแหลม หรือเรียวแหลม

ง. ช่อดอกและดอกย่อย : การเกิดของช่อดอกมี 2 แบบ คือ ช่อดอกออกที่ปลายยอด ได้แก่ สกุกกระชาย สกุกเปราะหอม และสกุกขมิ้น ช่อดอกออกจากแฉ่งโดยตรง ได้แก่ สกุกกระวาน และสกุกชิง ช่อดอกมีแกนช่อดอกแตกออกมาด้านข้างสั้นๆ จำนวนหลายแขนง แต่ละแขนงมีดอกจำนวนมาก แขนงช่อดอกแต่ละอันมีใบประดับหลัก (primary bract) รองรับ โดยใบประดับหลักเรียงรอบแกนช่อดอก ในสกุกกระชายพบว่าใบประดับหลักเรียงเป็น 2 แถว (Sirirugsa, 1987) ในกรณีดอกที่มีจำนวนหลายดอกในแขนงช่อดอกแต่ละอัน ทุกดอกจะมีใบประดับรอง (secondary bract) รองรับ ลักษณะของใบประดับรองนี้เชื่อมเป็นหลอด หรือเป็นรูปถ้วย ลักษณะของใบประดับรองที่เชื่อมเป็นหลอดพบได้ในสกุกข่า สกุกกระวาน และใบประดับรูปถ้วย พบได้ในสกุกกระชาย สกุกเปราะหอม และสกุกขมิ้น (Burt and Smith, 1972) เช่นเดียวกับ ชวลิต (2543) ได้จัดรูปวิธานพืชตระกูลชิง โดยใช้ชนิดของช่อดอก พบว่า ช่อดอกหนาแน่นเป็นรูปกรวย ใบประดับเหลื่อมซ้อนกัน คือ สกุกปลูเคียง (*Hornstedtia*) ส่วนช่อดอกหลวม ใบประดับไม่เหลื่อมซ้อนกัน คือ สกุก *Geostachys*

การหาความสัมพันธ์โดยใช้ % similarity แบ่งกลุ่ม ได้ 3 กลุ่ม โดยใช้ % similarity ที่ 25% เช่นเดียวกับ หทัยรัตน์ (2545) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาในระดับสกุกขมิ้น ด้วยวิธี unweighted pair-group method with arithmetic average (UPGMA) ระดับค่า similarity ที่ 0.40 แบ่งพืชสกุกขมิ้นได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ เทพอัสพร (*C. thorelii* Gagnep) บัวลายลาว (*C. rhabdota* Sirirugsa and M.F. Newman) ช่อมรกต (*C. harmandii* Gagnep) กระเจียวส้ม (*C. roscoeana* Wall.) ปทุมมา (*C. alismatifolia* Gagnep) บัวลายปราจีน ปทุมรัตน์ ทับทิมสยาม และเทพรำลึก (*C. parviflora* Wall.) กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ว่านทรหด ว่านชักมดลูก บัวชัน ว่านมหาเมฆ (*C. aeruginosa* Roxb.) ว่านนางคำ (*C. aromatica* Roxb.) ขมิ้นชัน (*C. longa* Linn.) และขมิ้นอ้อย (*C. zedoaria* Rosc.)

การทดลองที่ 2 กายวิภาคศาสตร์

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ กายวิภาคศาสตร์ของราก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) เป็นเซลล์ชั้นเดียวล้อมรอบรากเป็นวงแหวนโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น เซลล์มีผนังบางมีเซลล์โลสเป็นส่วนใหญ่ ชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) อยู่ถัดชั้นผิวเข้าไป ประกอบด้วยชั้นเซลล์ของพารังคิมา (parenchyma) ที่มีผนังบาง และมีช่องว่างขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายน้ำ ธาตุอาหาร และแกนท่อลำเลียง (vascular cylinder) เป็นชั้นของเซลล์ที่อยู่กลางราก ประกอบด้วยเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นระบบท่อลำเลียง

กายวิภาคศาสตร์ของใบ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิวอยู่นอกสุด รูปร่างเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมเรียงเป็นแถวเดียวไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์พบได้ทั้งด้านบนใบ และท้องใบ ชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) เป็นเนื้อเยื่อเซลล์พารังคิมา อยู่บริเวณกลางใบมีรูปร่างแตกต่างกัน

กายวิภาคศาสตร์ของปลายยอด ประกอบด้วย จุดเจริญที่ปลายยอด (growth apex) เป็นเนื้อเยื่อที่มีลักษณะโค้งงอ เซลล์มีผนังบาง และมีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสตลอดเวลา เนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอดมีจุดกำเนิดของใบ (leaf primordia) เนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ใกล้ปลายยอดมีขนาดเล็ก และเนื้อเยื่อที่ไกลปลายยอดมีขนาดใหญ่

2.1 กระชาย

ราก (ภาพที่ 25 ก และ ข)

เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยมติดสี่เหลี่ยม ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พารังคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่โนสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มิส (en) เป็นเซลล์ชั้นโนสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติด

กับเอนโดเดอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราคีมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 25 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) หนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านท้องใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านท้องใบ มีจำนวนชั้น 3 - 4 ชั้น แพลลิเมซอไฟลล์ (palisade mesophyll) ไม่ชัดเจน ส่วนสปองจีมีไซฟิลล์ (spongy mesophyll) อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ด้านบน โฟลเอ็มอยู่ด้านล่าง มีสเกลอเรนคิมา (sc) จำนวน 3 - 4 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

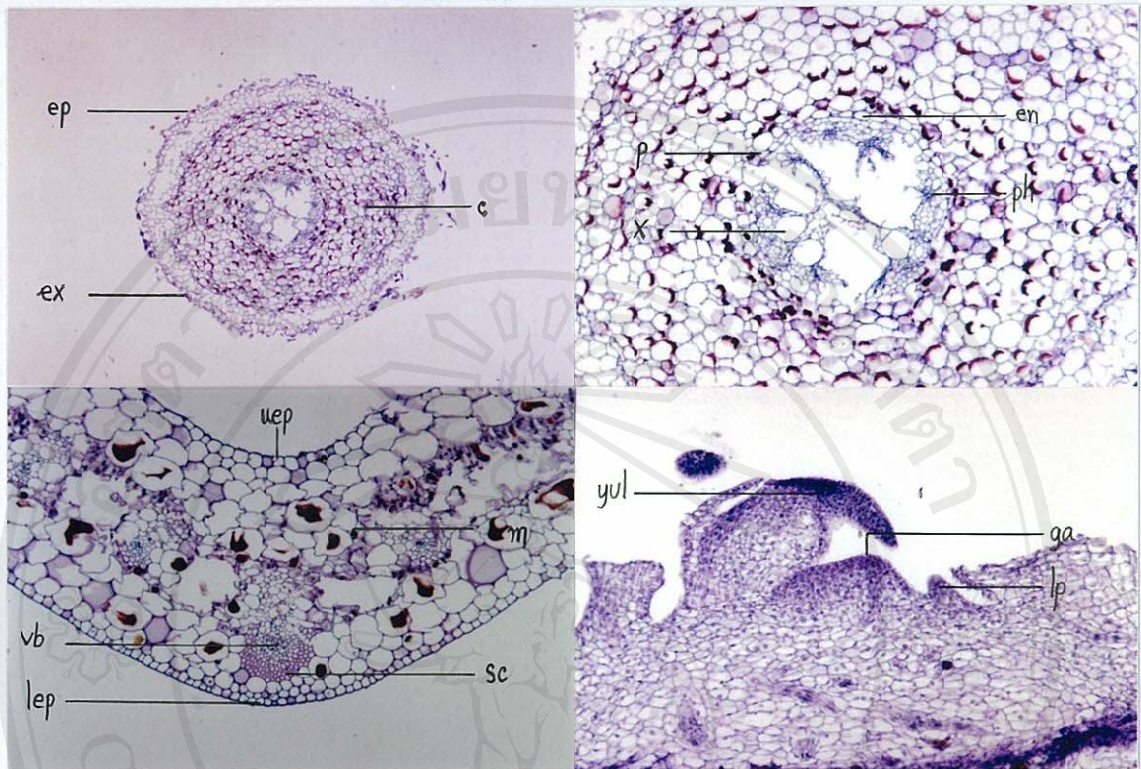
ปลายยอด (ภาพที่ 25 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยื่นขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด และถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yul)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพที่ 25 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของกระชาย

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

2.2 กระจายคำ

ราก (ภาพที่ 26 ก และ ข)

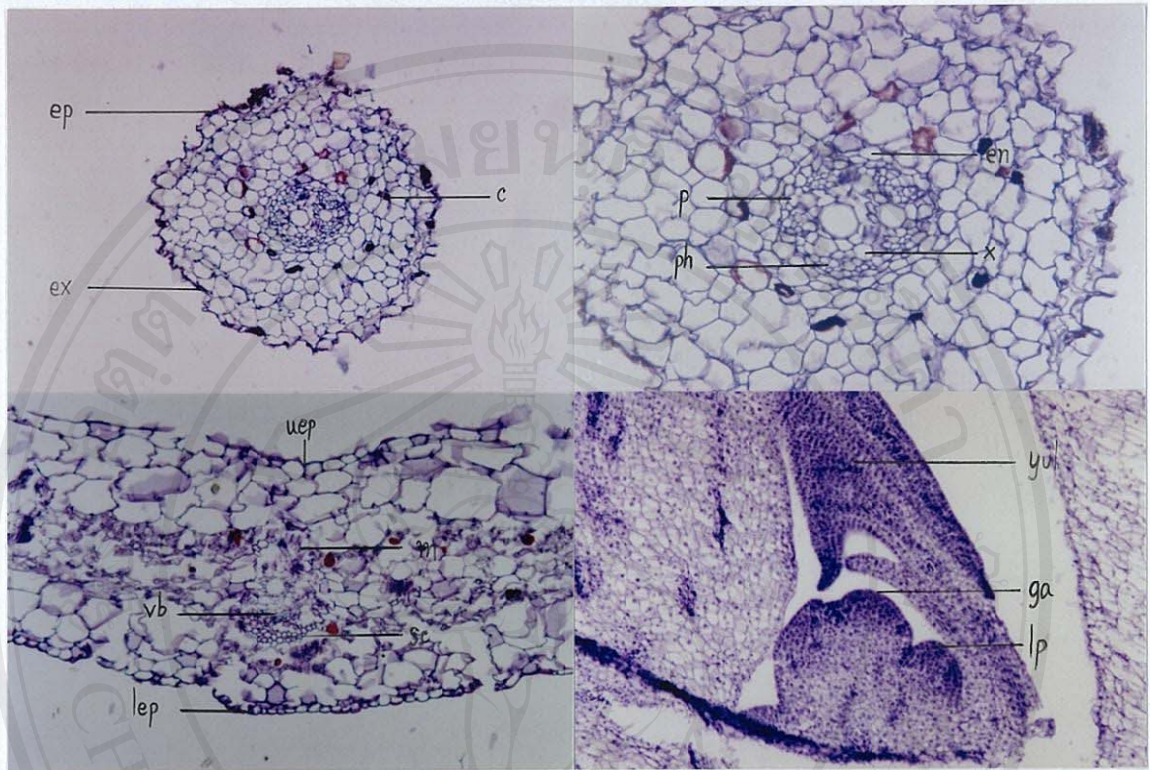
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดสีจาง ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 1 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเควมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเควมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 26 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 - 4 ชั้น แพลซิเดมมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสปองจีมีไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็ม อยู่ส่วนบน โฟลเอ็มอยู่ส่วนล่าง มีสเกลอเรนคิม่า (sc) จำนวน 1 - 2 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 26 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด และถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu)



ภาพที่ 26 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของกระชายดำ

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

2.3 กระวานขาว

ราก (ภาพที่ 27 ก และ ข)

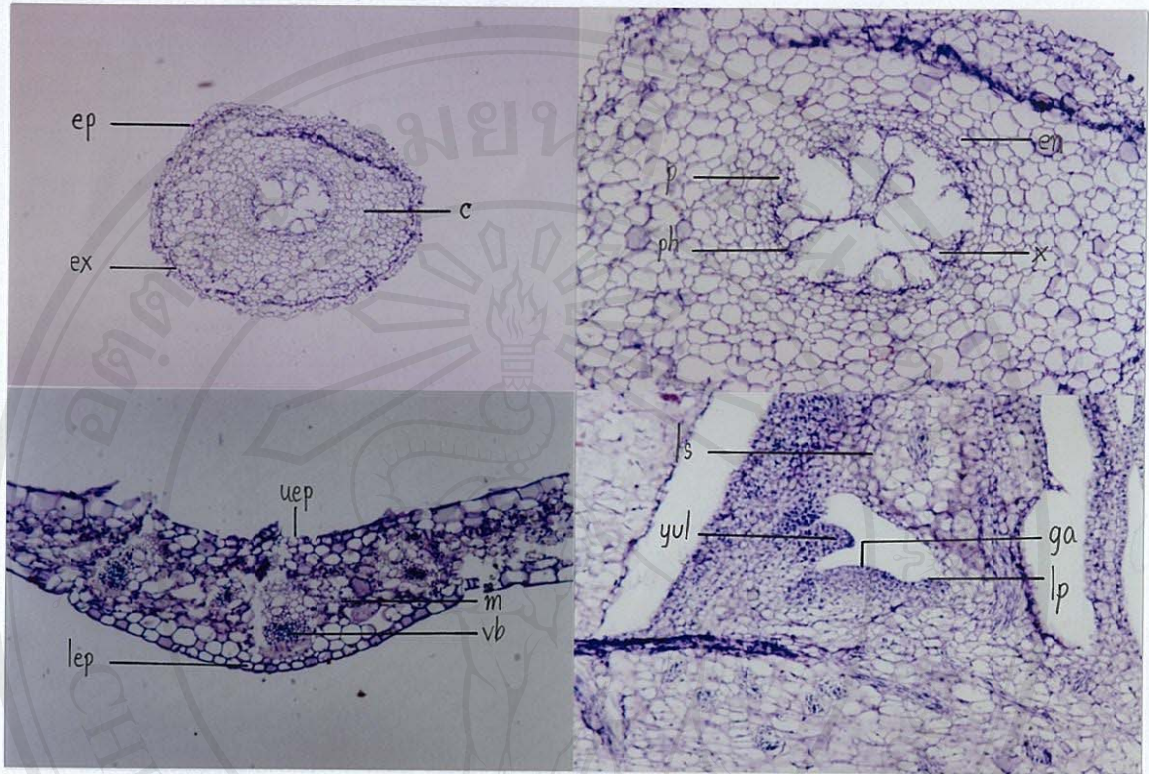
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดสีจาง ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (em) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีส เป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 2 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเรงคิมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 27 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 - 4 ชั้น แพลซิซมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiform ไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ส่วนบน โฟลเอ็มอยู่ส่วนล่าง มีสเกลอเรงคิมาเห็นไม่ชัดเจน ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 27 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้ม มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 27 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของกระวานขาว

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ep = epidermis
 ex = exodermis
 c = cortex

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

en = endodermis
 p = pericycle
 ph = phloem
 x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

uep = upper epidermis
 lep = lower epidermis
 m = mesophyll
 vb = vascular bundle

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

ga = growth apex
 lp = leaf primordia
 yul = young unexpanded leaf
 ls = leaf sheath

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

2.4 กะทือ

ราก (ภาพที่ 28 ก และ ข)

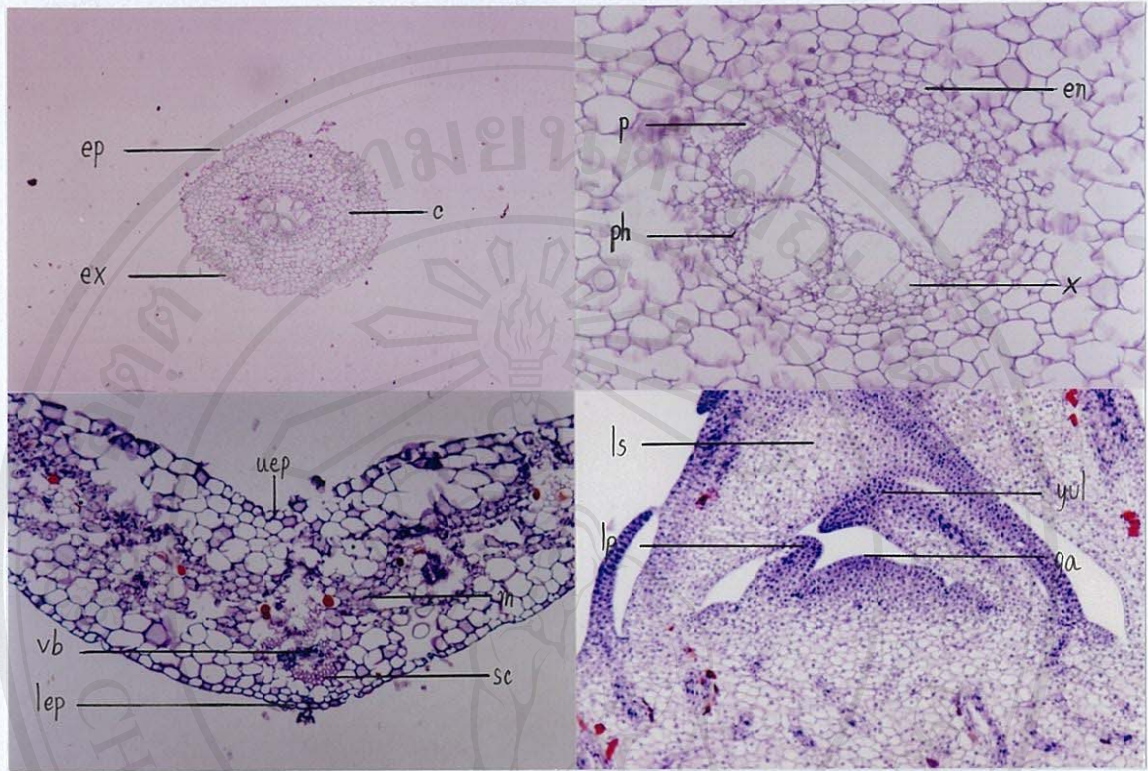
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดสีจาง ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์ทิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พารังคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ปลายสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์ทิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์ทิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์ทิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พารังคิมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 28 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พารังคิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 – 4 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ด้านบน โฟลเอ็มอยู่ส่วนล่าง มีสเกลอเรนคิมา (sc) จำนวน 1 – 2 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 28 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu1) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 28 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของกะทือ

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

ls = leaf sheath

sc = sclerenchyma

ลิขสิทธิ์โดย Chiang Mai University
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 ขมิ้นขาว

ราก (ภาพที่ 29 ก และ ข)

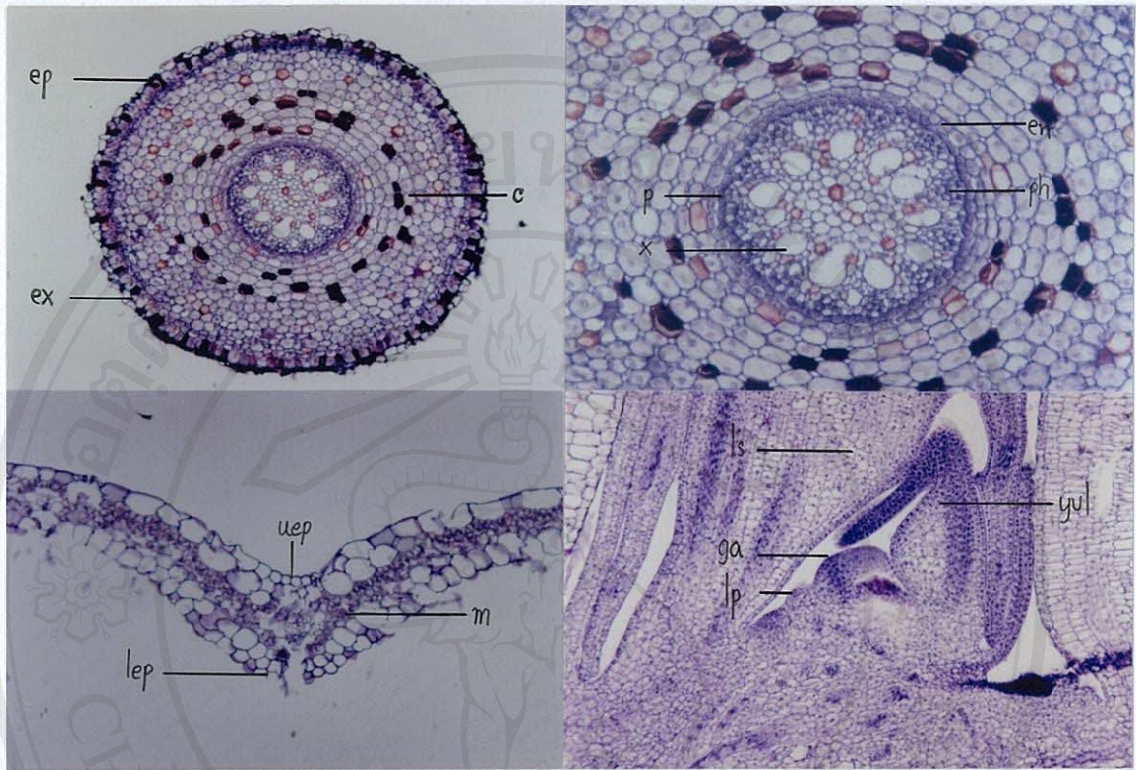
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยม ดัดโค้งเข้ามาก ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเควมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่สิ้นสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเควมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 29 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านท้องใบ (lep) มี 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านท้องใบ มีจำนวนชั้น 1 – 2 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก สกลอเรนจิม่าเห็นไม่ชัดเจน

ปลายยอด (ภาพที่ 29 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสดัดโค้งเข้ามาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 29 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของขม้นขาว

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

ls = leaf sheath

2.6 ขมื่นชั้น

ราก (ภาพที่ 30 ก และ ข)

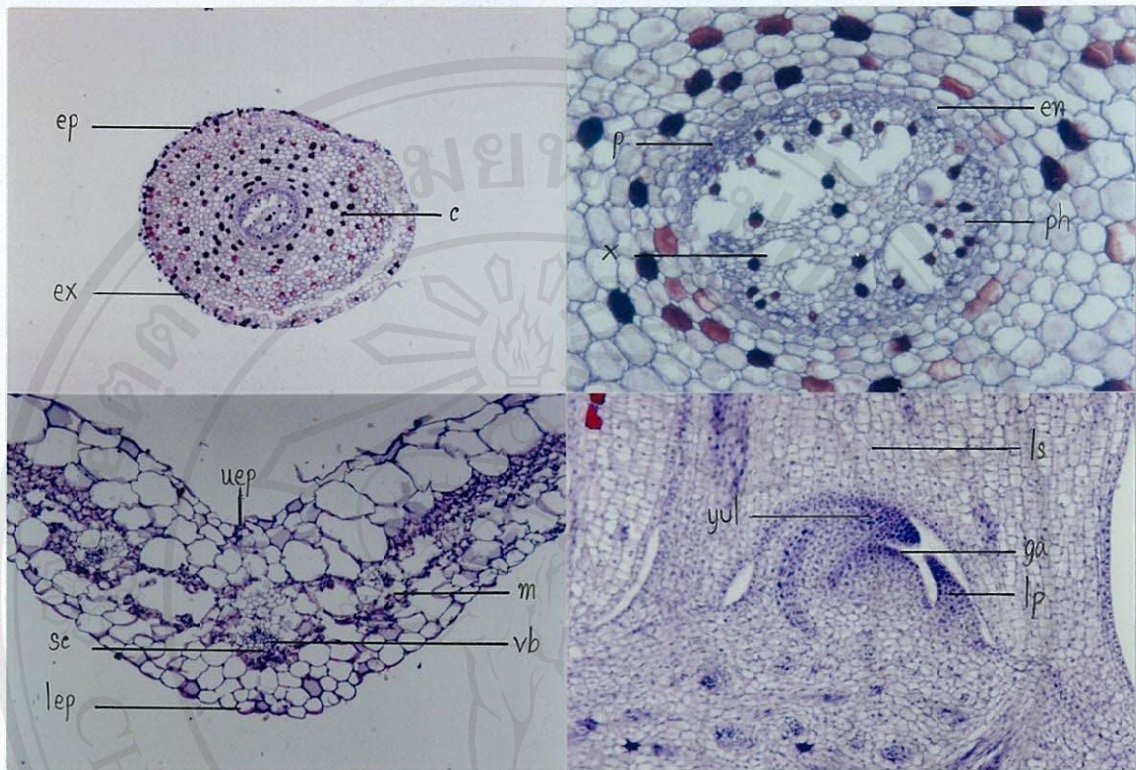
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดสีเข้ม ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3-4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคลิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเรงคิมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโพลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 30 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3-4 ชั้น แพลซิเดมไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ด้านบน โพลเอ็มอยู่ด้านล่าง มีสเกลอเรงคิมา (sc) จำนวน 1-2 ชั้น

ปลายยอด (ภาพที่ 30 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านขวาและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 30 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของขมิ้นชัน

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

ls = leaf sheath

sc = sclerenchyma

2.7 ขมิ้นดำ

ราก (ภาพที่ 31 ก และ ข)

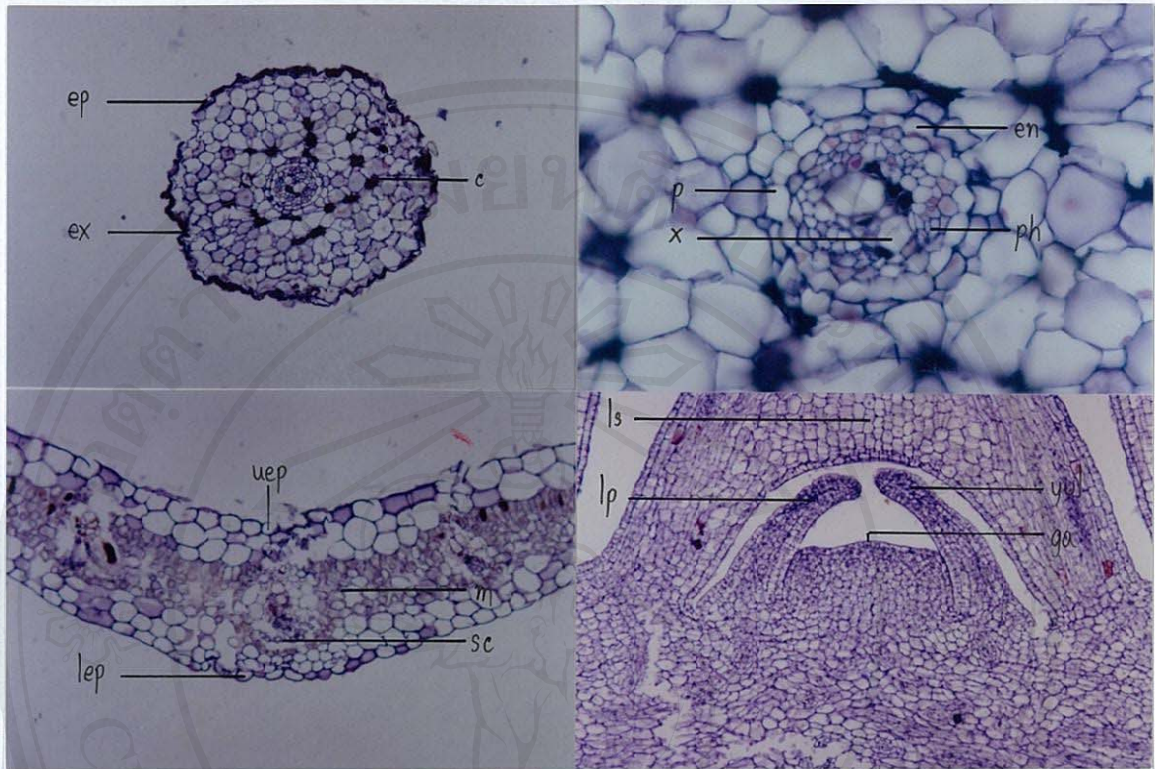
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ตัดสี่เหลี่ยมมาก ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราควิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราควิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ปลายสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราควิมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 31 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราควิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 1 - 2 ชั้น แพลลิเซดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มีสเกลอเรนควิมา (sc) จำนวน 1 - 2 ชั้น

ปลายยอด (ภาพที่ 31 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสตัดสี่เหลี่ยม มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยืดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (ym) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 31 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของขมิ้นค้ำ

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x) ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

ex = exodermis

c = cortex

en = endodermis

p = pericycle

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

uep = upper epidermis

lep = lower epidermis

m = mesophyll

sc = sclerenchyma

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

ga = growth apex

lp = leaf primordia

yul = young unexpanded leaf

ls = leaf sheath

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 ขมิ้นอ้อย

ราก (ภาพที่ 32 ก และ ข)

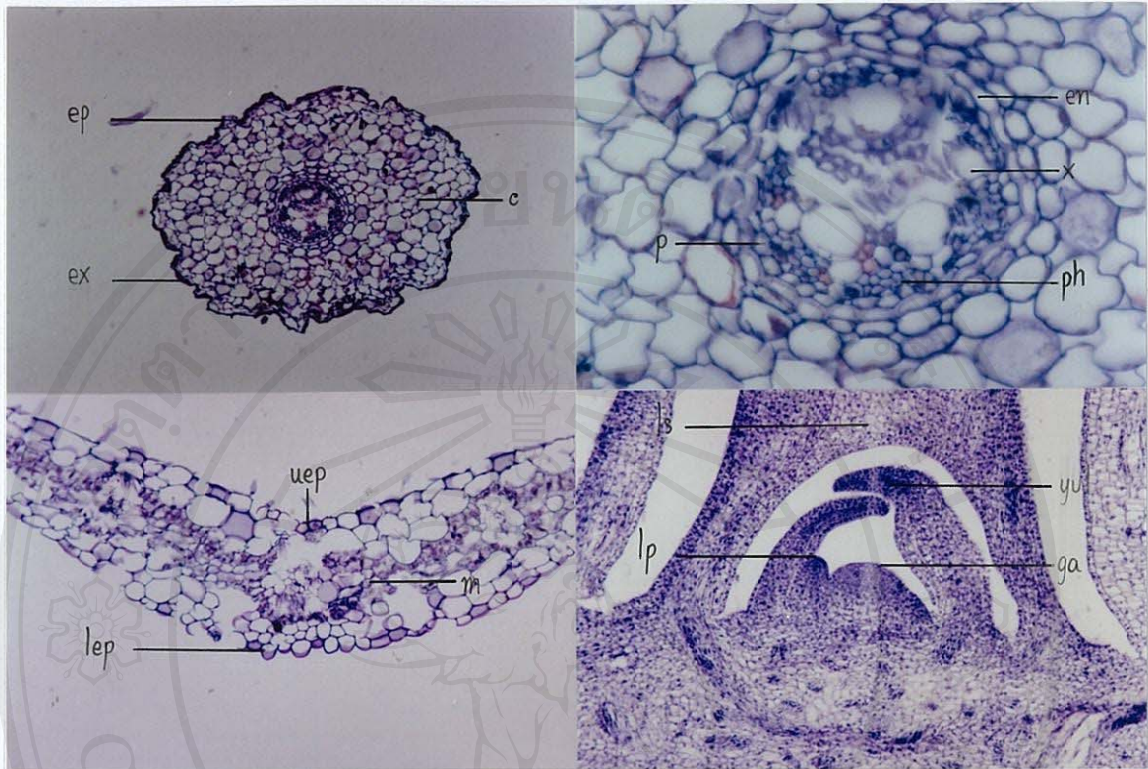
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ดัดสีเข้มมาก ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ปลายสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแฉกเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราคิมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 32 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราคิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 - 4 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก สกลอเรนคิมาเห็นไม่ชัดเจน

ปลายยอด (ภาพที่ 32 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสดัดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 32 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของขมื่นอ้อย

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ep = epidermis

ex = exodermis

c = cortex

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

en = endodermis

p = pericycle

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

uep = upper epidermis

lep = lower epidermis

m = mesophyll

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

ga = growth apex

lp = leaf primordia

yul = young unexpanded leaf

ls = leaf sheath

2.9 ข้ำ

ราก (ภาพที่ 33 ก และ ข)

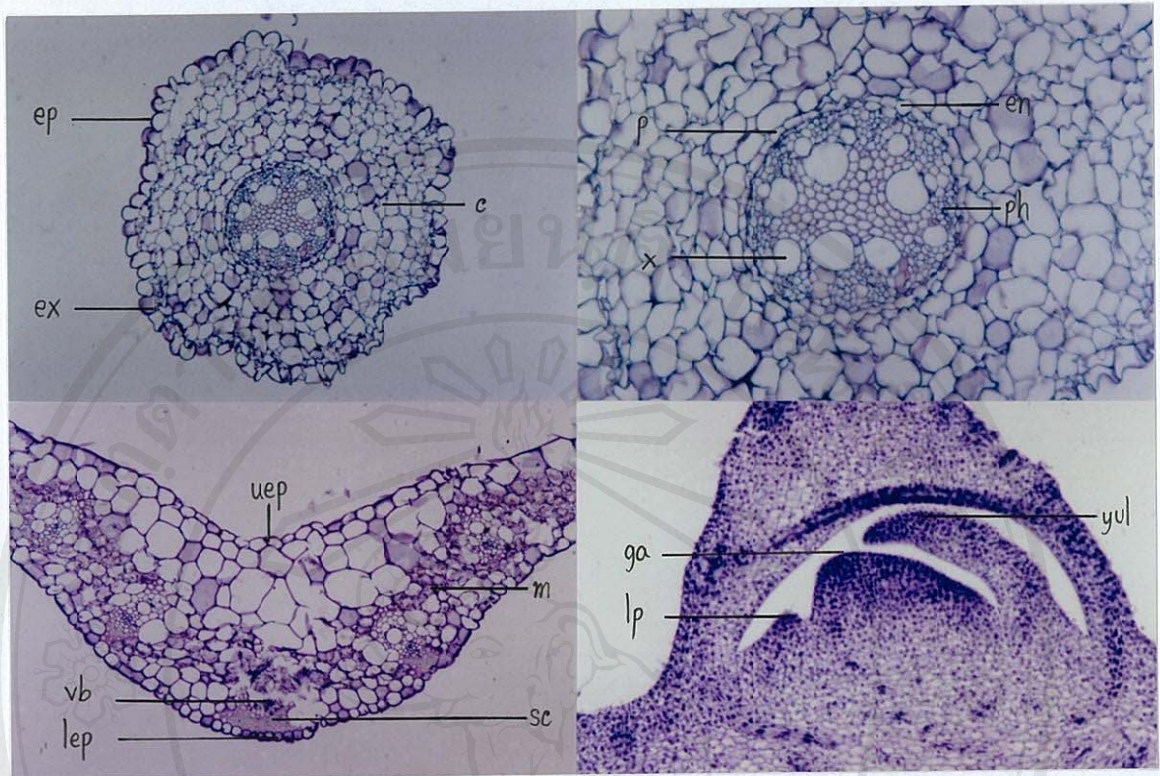
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยม ติดสีเข้มจาง ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พวงเครียวที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวงเครียวเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พวงเครียวรูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 33 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พวงเครียวที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 1 – 2 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ด้านบน โฟลเอ็มอยู่ด้านล่าง มีสเกลอเรนจิม (sc) จำนวน 1 – 2 ชั้น

ปลายยอด (ภาพที่ 33 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งนูนเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด และถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yul)



ภาพที่ 33 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของง่า

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ep = epidermis

ex = exodermis

c = cortex

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

uep = upper epidermis

lep = lower epidermis

m = mesophyll

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

en = endodermis

p = pericycle

ph = phloem

x = xylem

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

ga = growth apex

lp = leaf primordia

yul = young unexpanded leaf

2.10 ข่าน้ำ

ราก (ภาพที่ 34 ก และ ข)

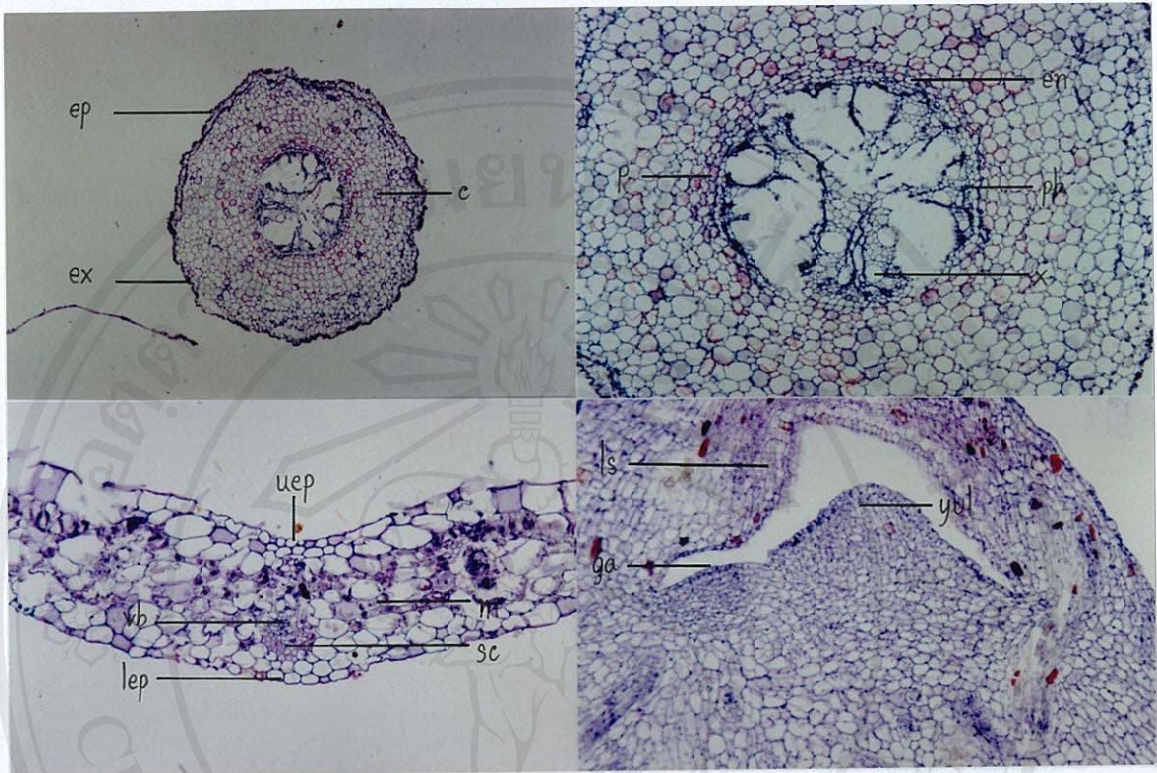
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ดัดโค้งเข้ามาก ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์เทกซ์ (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราคีมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์เทกซ์ (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์เทกซ์เป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคลิล (p) มีจำนวนแถว 2 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์เทกซ์ เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราคีมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 34 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านท้องใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านท้องใบ มีจำนวนชั้น 1 - 2 ชั้น แพลิวคินมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiform มีไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ด้านบน โฟลเอ็มอยู่ด้านล่าง มีสเกลอเรนคิมา (sc) จำนวน 1 - 2 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 34 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสดัดโค้งเข้า มีจุดกำเนิดใบ ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu1) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 34 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของข่าน้ำ

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

yul = young unexpanded leaf

m = mesophyll

ls = leaf sheath

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.11 ขำหยวก

ราก (ภาพที่ 35 ก และ ข)

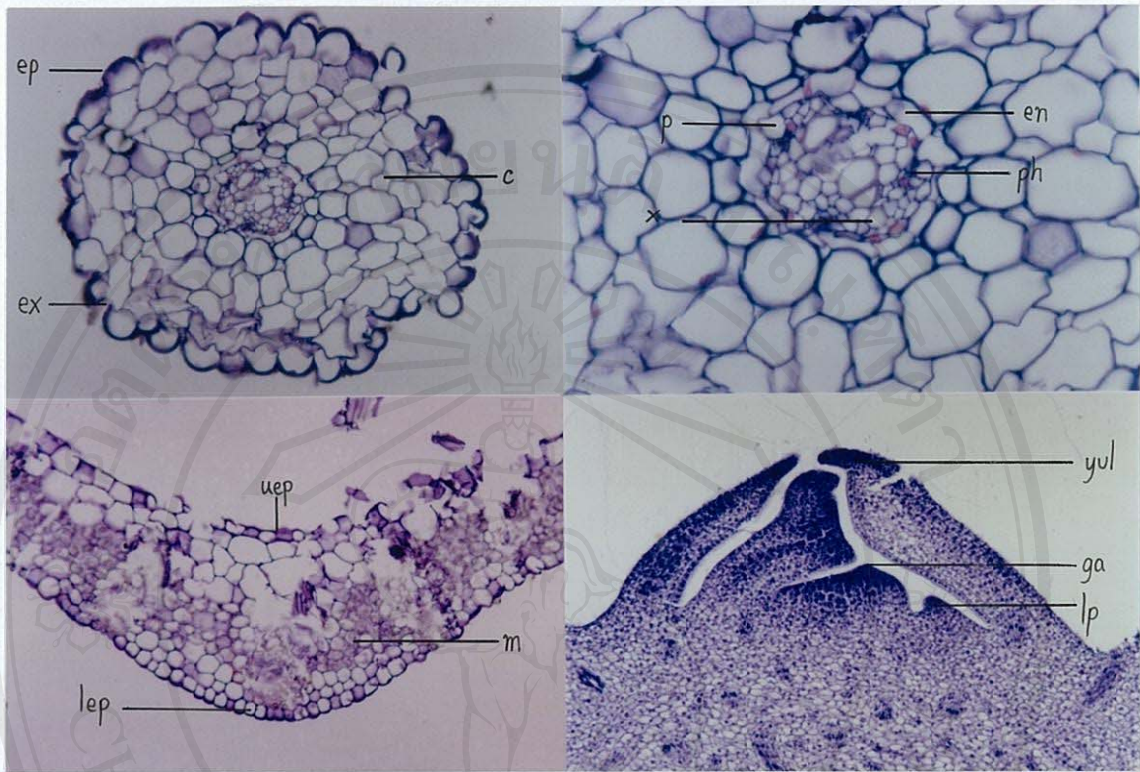
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยม คีดคีบเข้ามา ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซเคอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเควมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดเคอร์มิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดเคอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดเคอร์มิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเควมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 35 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 – 4 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสปองจีมีไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก สเกลอเรนคิมาเห็นไม่ชัดเจน

ปลายยอด (ภาพที่ 35 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสคีดคีบเข้ามา มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yl)



ภาพที่ 35 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของข้าวหอยก

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามขวางของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

2.12 ข้ำใหญ่

ราก (ภาพที่ 36 ก และข)

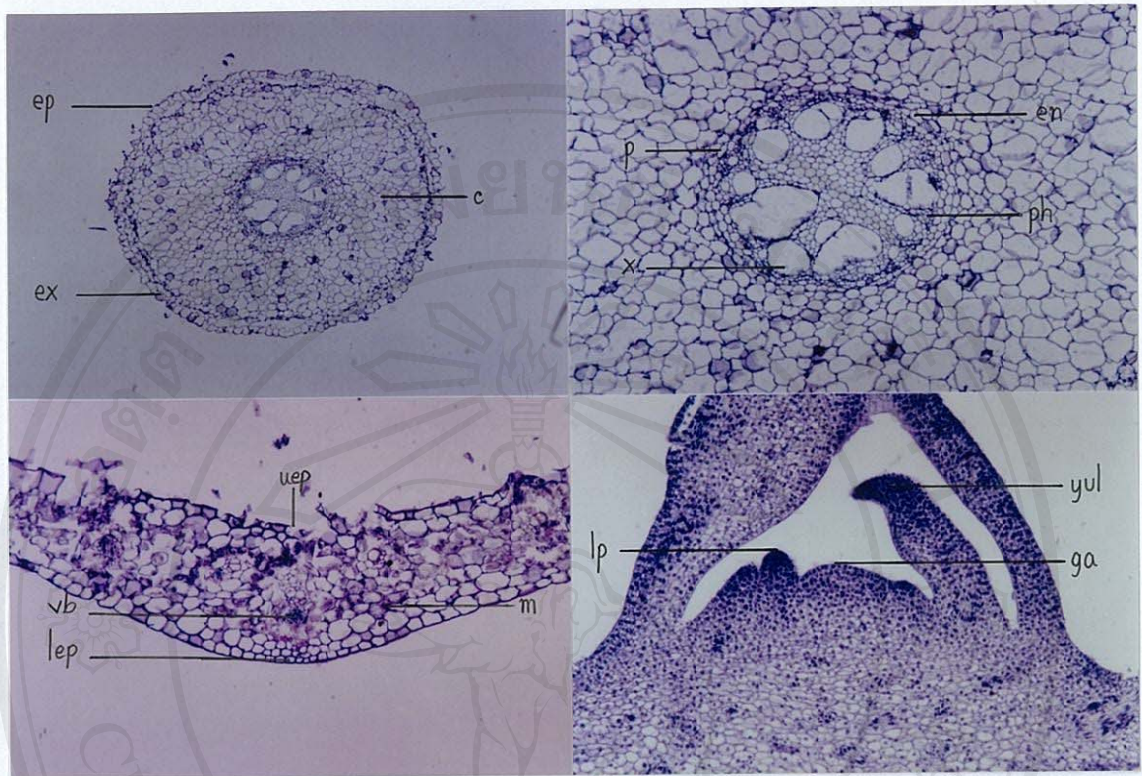
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยม ติดสัใจง ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์เทกซ์ (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราคีมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์เทกซ์ (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์เทกซ์เป็นบริเวณที่แคบกว่า ชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคลิล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์เทกซ์ เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราคีมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโพลีเอ็ม (pb) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 36 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 1 - 2 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ส่วนบน โพลีเอ็มอยู่ส่วน สกลอเรนคิมาเห็นไม่ชัดเจน

ปลายยอด (ภาพที่ 36 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสัใจงมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด และถัคออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yul)



ภาพที่ 36 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของลำไม้ใหญ่

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามขวางของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

2.13 ขิง

ราก (ภาพที่ 37 ก และข)

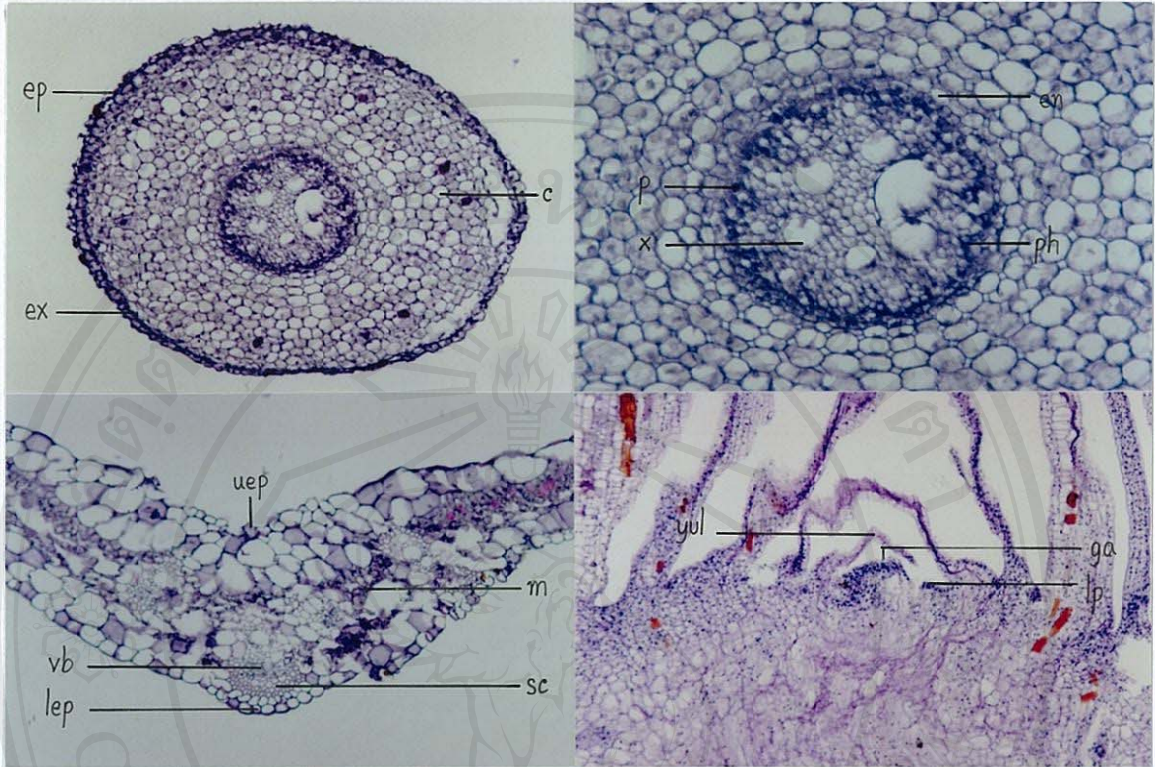
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยม ติดสีเข้มมาก ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซคอร์มีส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างสี่เหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่สิ้นสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดคอร์มีส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียวเรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดคอร์มีสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 2 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดคอร์มีส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเรงคิมา รูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 37 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 1 – 2 ชั้น แพลชีดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็ม อยู่ส่วนบน โฟลเอ็มอยู่ส่วนล่าง มีสเกลอเรงคิมา (sc) จำนวน 3 – 4 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 37 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้มมาก มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yul)



ภาพที่ 37 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของขิง

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามขวางของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

2.14 ไซล

ราก (ภาพที่ 38 ก และ ข)

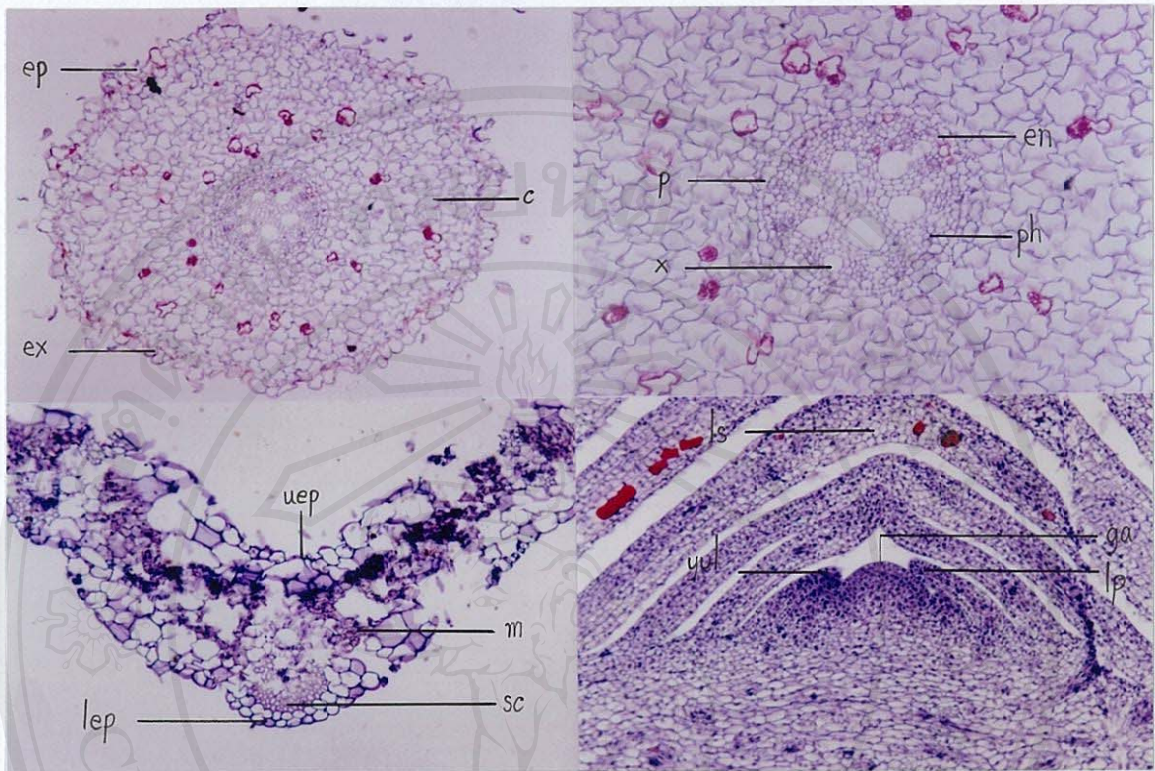
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดตึงงอ ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซเดอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 – 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราคีมาเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบางมีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดเดอร์มิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดเดอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดเดอร์มิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราคีมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างไซลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 38 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมาที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 1 – 2 ชั้น แพลกซ์เคมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongifiedไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มีสเกลอเรนคิมา (sc) จำนวน 3 – 4 ชั้นล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 38 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดตึงแน่นมาก มีจุกกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด ถัดออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yu) และเนื้อเยื่อกาบใบ (ls)



ภาพที่ 38 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของไพล

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามยาวของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

sc = sclerenchyma

ls = leaf sheath

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.15 ไพลด้า

ราก (ภาพที่ 39 ก และข)

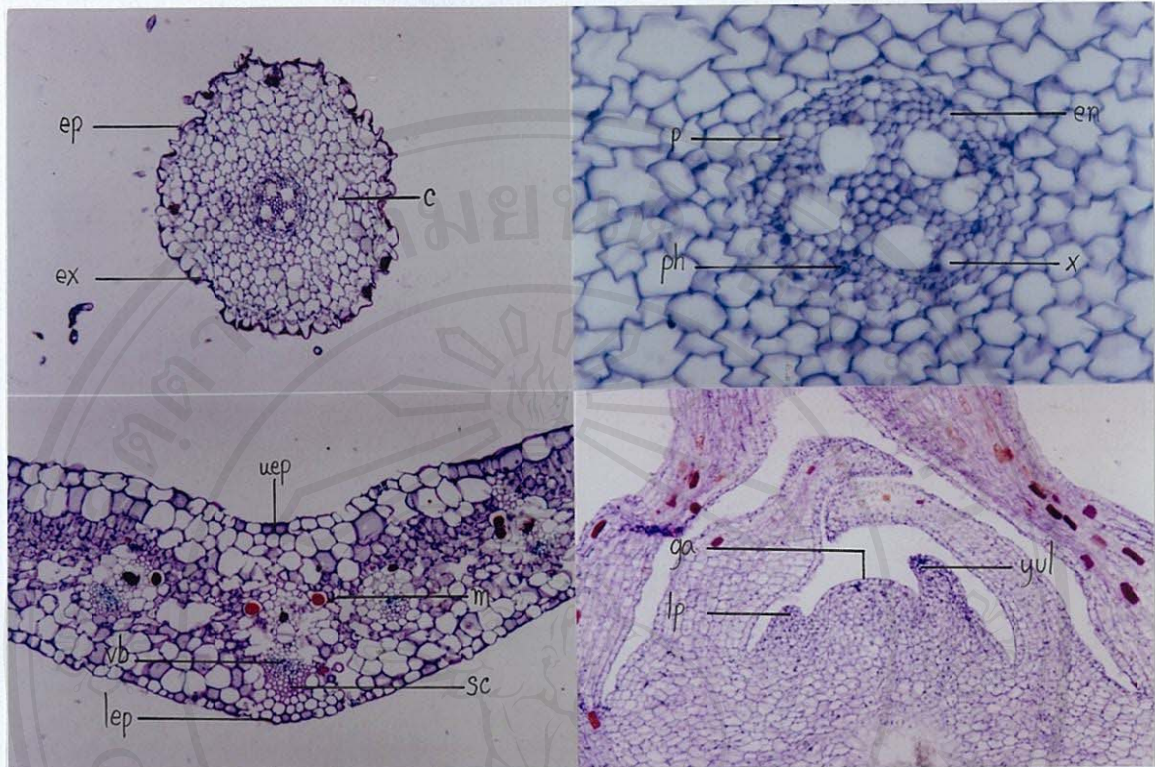
เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) อยู่ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่ล้อมรอบรากโดยเรียงติดกันค่อนข้างแน่น ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างหลายเหลี่ยม ติดสีเข้ม ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ เรียกว่า เอกโซเคอร์มิส (ex) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิม่าที่มีผนังบางและมีช่องว่างขนาดใหญ่ โดยมีการเรียงตัวของเซลล์จำนวน 3 - 4 ชั้น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ (c) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเรงคิม่าเป็นส่วนใหญ่ เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง มีรูปร่างหกเหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เซลล์ชั้นเดียวที่อยู่ในสุดของคอร์เทกซ์เรียกว่า เอนโดเคอร์มิส (en) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ มีแถวเดียว เรียงเป็นวงรอบ และชั้นสตีล เป็นบริเวณถัดจากชั้นเอนโดเคอร์มิสเป็นบริเวณที่แคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเพอริไซเคล (p) มีจำนวนแถว 1 แถว เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ติดกับเอนโดเคอร์มิส เซลล์เหล่านี้มีอยู่เพียงชั้นเดียวซึ่งอยู่รอบเนื้อเยื่อมัดท่อลำเลียง มีเซลล์พาราเรงคิมารูปร่างกลมแทรกตัวอยู่ระหว่างโฟลเอ็ม (ph) และไซเล็ม (x)

ใบ (ภาพที่ 39 ค)

เนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นเซลล์เรียงต่อกันไปเป็นแถวยาวแถวเดียว รูปร่างของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก มีผิวเคลือบคิวทินหนา ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ทั้งด้านบนใบ (uep) และด้านล่างใบ (lep) มีจำนวน 1 ชั้น มีไซฟิลล์ (m) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิม่าที่อยู่ระหว่างด้านบนใบและด้านล่างใบ มีจำนวนชั้น 3 - 4 ชั้น แพลซิเดมีไซฟิลล์ไม่ชัดเจน ส่วนสpongiformไซฟิลล์ อยู่บริเวณใกล้ๆ กับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก มัดท่อลำเลียง (vb) ประกอบด้วยไซเล็มอยู่ส่วนบนโฟลเอ็มอยู่ส่วนล่าง มีสเกลอเรงคิม่า (sc) จำนวน 3 - 4 ชั้น ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง

ปลายยอด (ภาพที่ 39 ง)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อปลายยอด (ga) มีลักษณะโค้งงอเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้ม มีจุดกำเนิดใบ (lp) ซึ่งยึดขยายทางด้านยาวและด้านข้างของปลายยอด และถักออกไปเป็นเนื้อเยื่อของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ใบ (yul)



ภาพที่ 39 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของไหลดำ

ก	ข
ค	ง

ก ภาพตัดตามขวางของราก (28x)

ข ภาพตัดตามขวางของราก (70x)

ep = epidermis

en = endodermis

ex = exodermis

p = pericycle

c = cortex

ph = phloem

x = xylem

ค ภาพตัดตามขวางของใบ (70x)

ง ภาพตัดตามขวางของปลายยอด (70x)

uep = upper epidermis

ga = growth apex

lep = lower epidermis

lp = leaf primordia

m = mesophyll

yul = young unexpanded leaf

vb = vascular bundle

sc = sclerenchyma

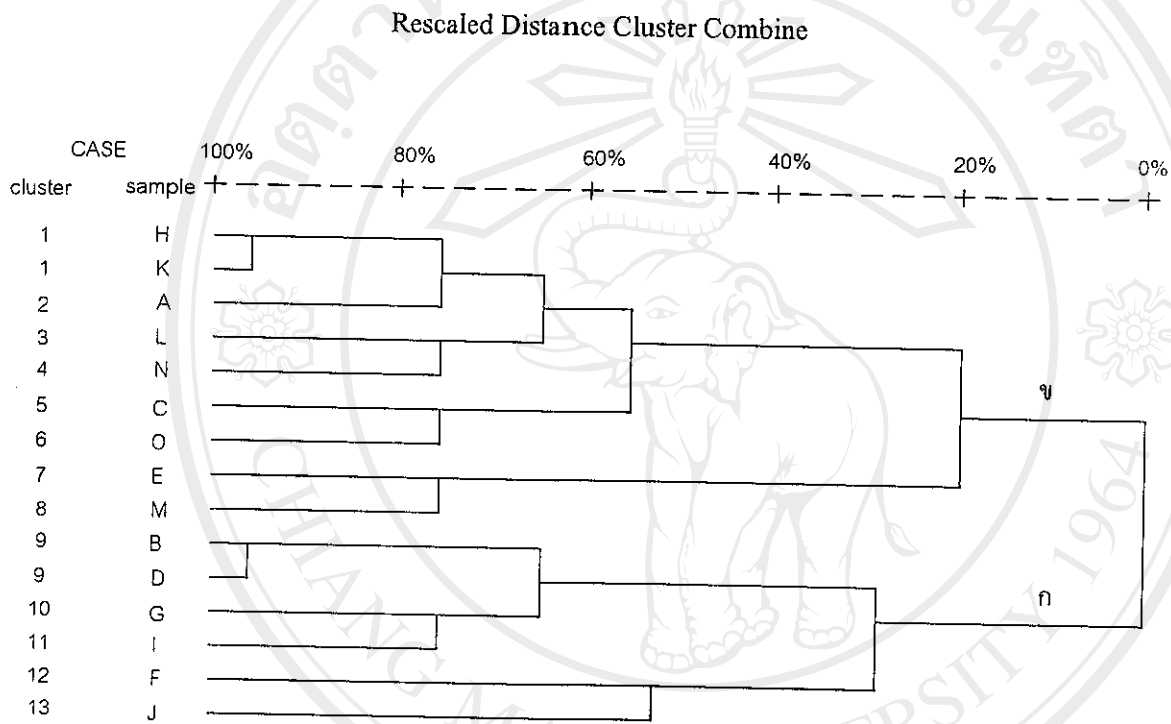
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชทดลองทั้ง 15 ชนิด (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่า กายวิภาคศาสตร์ของราก มีรูปร่างลักษณะเซลล์พารังคิมาในชั้นคอร์เทกซ์ส่วนใหญ่เป็นเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม การเรียงตัวของเซลล์ที่เป็นระเบียบและมีรูปร่างสี่เหลี่ยม พบได้ใน ขมิ้นขาว ขมิ้นชัน ข่าน้ำ และจิง พืชทดลองชนิดอื่นๆ มีรูปร่างเซลล์เป็นรูปหกเหลี่ยม และการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบ เนื้อเยื่อมีไซฟิลล์เป็นเซลล์พารังคิมา อยู่ระหว่างด้านบนใบ และท้องใบ พบว่า กระชาย กระชายดำ กระวานขาว กะทือ ขมิ้นชัน ขมิ้นอ้อย ข่าหยวก และไพลดำ มีจำนวนชั้น 3-4 ชั้น ส่วนขมิ้นขาว ขมิ้นดำ ข่า ข่าน้ำ ข่าใหญ่ จิง และไพล มีจำนวน 1-2 ชั้น นอกจากนี้พบเซลล์สเกลอเรนคิมา มีจำนวน 1-2 ชั้น ได้แก่ กระชายดำ กะทือ ขมิ้นชัน ขมิ้นดำ ข่า และข่าน้ำ และมีจำนวน 3-4 ชั้น ได้แก่ กระชาย จิง ไพล และไพลดำ สำหรับกระวานขาว ขมิ้นขาว ขมิ้นอ้อย ข่าหยวก และข่าใหญ่ เห็นเซลล์ไม่ชัดเจน

ตารางที่ 4 รูปร่าง การเรียงตัวของเซลล์ราก และจำนวนชั้นเซลล์ของใบ

ชนิดพืช	ราก (เซลล์พารังคิมาชั้นคอร์เทกซ์)		ใบ (จำนวนชั้นเซลล์)	
	รูปร่าง	การเรียงตัว	พารังคิมา	สเกลอเรนคิมา
กระชาย	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	3-4
กระชายดำ	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	1-2
กระวานขาว	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	ไม่ชัดเจน
กะทือ	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	1-2
ขมิ้นขาว	สี่เหลี่ยม	เป็นระเบียบ	1-2	ไม่ชัดเจน
ขมิ้นชัน	สี่เหลี่ยม	เป็นระเบียบ	3-4	1-2
ขมิ้นดำ	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	1-2	1-2
ขมิ้นอ้อย	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	ไม่ชัดเจน
ข่า	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	1-2	1-2
ข่าน้ำ	สี่เหลี่ยม	เป็นระเบียบ	1-2	1-2
ข่าหยวก	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	ไม่ชัดเจน
ข่าใหญ่	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	1-2	ไม่ชัดเจน
จิง	สี่เหลี่ยม	เป็นระเบียบ	1-2	3-4
ไพล	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	1-2	3-4
ไพลดำ	หกเหลี่ยม	ไม่เป็นระเบียบ	3-4	3-4

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ และใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพารามตริกด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS release 6.0 คำนวณหาระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อจัดกลุ่มของพืชตามระดับความสัมพันธ์ สามารถแสดงผลได้ดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

โดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์

- A = กระชาย B = กระชายดำ C = กระวานขาว D = กะทือ E = ขมิ้นขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ
 H = ขมิ้นอ้อย I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหวน L = ข่าใหญ่ M = ขิง N = ไพล O = ไพลดำ

การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชทดลอง โดยใช้ค่า % similarity แบ่งกลุ่มพืช คือ กลุ่มใหญ่มีค่า % similarity อยู่ระหว่าง 0 – 20% และกลุ่มย่อยอยู่ระหว่าง 29 – 96% จัดกลุ่มพืชได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก มีจำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย B = กระชายดำ D = กะทือ F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ I = ข่า และ J = ข่าน้ำ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ก 1. มี 2 ชนิด คือ F = ขมิ้นชัน และ J = ข่าน้ำ....(52% similarity)

กลุ่ม ก 2. มี 4 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก 2.1 มี 2 ชนิด คือ G = ขมิ้นดำ และ I = ข่า.....
.....(76% similarity)

กลุ่ม ก 2.2 มี 2 ชนิด คือ B = กระชายดำ และ D = กะทือ....
.....(96% similarity)

กลุ่ม ข มีจำนวน 9 ชนิด ประกอบด้วย A = กระชาย C = กระวานขาว E = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นอ้อย K = ข่าหยวก L = ข่าใหญ่ M = ขิง N = ใพล และ O = ใพลดำ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ข 1. มี 2 ชนิด คือ E = ขมิ้นขาว และ M = ขิง.....(76% similarity)

กลุ่ม ข 2. มี 7 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ข 2.1 มี 2 ชนิด คือ C = กระวานขาว และ O = ใพลดำ....
.....(76% similarity)

กลุ่ม ข 2.2 มี 5 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. มี 2 ชนิดคือ L = ข่าใหญ่ และ N = ใพล.....
.....(76% similarity)

2. มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

2.1 มีเพียงชนิดเดียว คือ A = กระชาย.....
.....(76% similarity)

2.2 มี 2 ชนิด คือ H = ขมิ้นอ้อย และ K = ข่าหยวก...
.....(96% similarity)

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด พบว่า ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของราก ใบ และปลายยอด มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งสอดคล้องกับดวงทิพย์ (2539) และ Wilson and Loomis (1957) ผลการทดลองกล่าวสรุปได้ดังนี้

ก. กายวิภาคศาสตร์ของราก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิว มีรูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยม ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งมีการเรียงตัวชั้นเดียว ถัดเข้าไป คือเอกไซเดอร์มิส และชั้นคอร์เทกซ์ ถัดเข้าไปคือ เอนโดคอร์มิส มีลักษณะคล้ายกับเพอร์ไซเคิล และชั้นในสุด คือ สตีล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อท่อลำเลียง เป็นเซลล์พาราความา นอกจากนี้ลักษณะชั้นคอร์เทกซ์ของพืชแต่ละชนิดมีขนาดกว้างมีเซลล์เก็บอาหารเป็นจำนวนมาก ส่วนมากเซลล์ที่มีการสะสมแป้งภายในเซลล์ และมีเซลล์ที่เก็บสะสมน้ำมันหอมระเหย สารที่พบขึ้นอยู่กับพืชแต่ละชนิด Purselove (1985) ได้รายงานว่า กะทือ และขิง มีสารที่ประกอบด้วย monoterpenes, sesquiterpene และ zingiberene ส่วนไขมันชั้นสารที่พบคือ curcumin

ข. กายวิภาคศาสตร์ของใบ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นนอกสุด มีการเรียงตัวเป็นแถวเดียว มีรูปร่างเซลล์รูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก พบได้ทั้งด้านบนใบและท้องใบ ชั้นมีโซฟิลล์ประกอบไปด้วยเซลล์พาราความา เช่นเดียวกับ กิริมย์ (2544) ได้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของใบโกลนินา พบเนื้อเยื่อชั้นผิวมีอยู่หนึ่งชั้น เซลล์สเกลอเรนความา มีรูปร่างกลมหรือกลมรี และมีลักษณะคล้ายกับก้านใบหน้าวัว แต่ไม่พบเซลล์สเกลอเรนความา เนื่องจากการพัฒนาของก้านใบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ชั้นมีโซฟิลล์เซลล์พาราความาที่มีลักษณะภายในเซลล์สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดง เช่น กระชาย กระชายดำ กะทือ เป็นต้น ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีแทนนิน (tannin) มีสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) เรียกว่า ซิสโทลิท (cystolith) (เทียมใจ, 2542)

ค. กายวิภาคศาสตร์ของปลายยอด พบจุดเจริญที่ปลายยอด เป็นจุดเจริญทางใบ มีเนื้อเยื่อเจริญประกอบไปด้วยกลุ่มเซลล์ขนาดเล็ก นิวเคลียสติดสีเข้ม ช่องว่างระหว่างเซลล์มีขนาดเล็ก

นอกจากนี้ดวงทิพย์ (2539) กล่าวว่า การศึกษาเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ของพืชสามารถใช้เปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างพืชแต่ละชนิดได้ และข้อมูลทางกายวิภาคศาสตร์เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยส่งเสริมงานด้านการเจริญเติบโต หรือด้านอื่นๆ ได้

การทดลองที่ 3 เซลล์วิทยา

เซลล์วิทยาของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยการนับจำนวนโครโมโซมในระยะเมตาเฟสของการแบ่งตัวแบบไมโทซิส มีจำนวนโครโมโซมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนโครโมโซมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ชนิดพืช	จำนวนโครโมโซม
กระชาย	36
กระชายดำ	36
กระวานขาว	48
กะทือ	22
ขมิ้นขาว	32
ขมิ้นชัน	63
ขมิ้นดำ	63
ขมิ้นอ้อย	42
ข่า	48
ข่าน้ำ	48
ข่าหยวก	48
ข่าใหญ่	48
ขิง	22
ไพล	22
ไพลดำ	22

ลักษณะการโอไทป์ของพืชทดลองจากเซลล์ปลายรากโดยเลือกเซลล์ที่มีรูปร่างลักษณะของเซลล์ที่สมบูรณ์ และมีการกระจายตัวของโครโมโซมภายในเซลล์ที่สามารถนับได้อย่างชัดเจน โดยบันทึกค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Li) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ของโครโมโซมแต่ละแท่ง คำนวณค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) จัดขนาดโครโมโซมเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ระบุชนิดของโครโมโซม คือ acrocentric, submetacentric, metacentric และ telocentric เขียนสูตรการโอไทป์และทำอิดิโอแกรม ผลมีดังนี้

3.1 กระชาย

โครโมโซมของกระชาย ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 7.380 – 5.175 ไมครอน จำนวน 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 4 และ 6 เป็น submetacentric คู่ที่ 2 เป็น acrocentric และคู่ที่ 3 5 และ 7 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 5.174 – 3.690 ไมครอน จำนวน 10 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 8 9 และ 16 เป็น metacentric และ คู่ที่ 10 11 12 13 14 15 และ 17 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 3.689 – 2.969 ไมครอน จำนวน 1 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 18 เป็น submetacentric (ตารางที่ 6 และ 7 ; ภาพที่ 41 และ 42) สูตรคาริโอไทป์ คือ

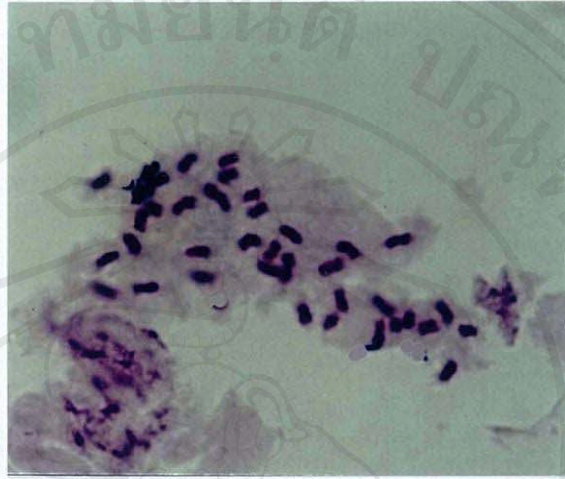
$$\text{กระชาย (2n = 36)} = L_6^{sm} + L_2^a + L_6^m + M_6^m + M_{14}^{sm} + S_2^{sm}$$

ตารางที่ 6 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของกระชาย

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 7.380 – 5.175 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.174 – 3.690 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.689 – 2.969 ไมครอน
คู่ที่ 1 submetacentric	คู่ที่ 8 metacentric	คู่ที่ 18 submetacentric
คู่ที่ 2 acrocentric	คู่ที่ 9 metacentric	
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 10 submetacentric	
คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 11 submetacentric	
คู่ที่ 5 metacentric	คู่ที่ 12 submetacentric	
คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 13 submetacentric	
คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 14 submetacentric	
	คู่ที่ 15 submetacentric	
	คู่ที่ 16 metacentric	
	คู่ที่ 17 submetacentric	

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Li) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของกระชาย

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Li (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.121	5.259	7.380	0.081	0.713
2	1.697	5.175	6.871	0.075	0.753
3	2.545	3.732	6.277	0.069	0.595
4	2.036	3.902	5.938	0.065	0.657
5	2.290	3.563	5.853	0.064	0.609
6	1.697	3.817	5.514	0.060	0.692
7	2.036	3.393	5.429	0.059	0.625
8	2.121	2.799	4.920	0.054	0.569
9	1.866	3.011	4.878	0.053	0.617
10	1.697	3.139	4.835	0.053	0.649
11	1.697	2.969	4.666	0.051	0.636
12	1.357	3.223	4.581	0.050	0.704
13	1.527	2.969	4.496	0.049	0.660
14	1.442	2.969	4.411	0.048	0.673
15	1.442	2.884	4.326	0.047	0.667
16	1.527	2.545	4.072	0.045	0.625
17	1.188	2.799	3.987	0.044	0.702
18	1.018	1.951	2.969	0.032	0.657
Σ	31.302	60.101	91.403	1.000	



ภาพที่ 41 โครโมโซมของกระชาย $2n = 36$ (1177x)



ภาพที่ 42 อิติโอแกรมของกระชาย

3.2 กระษายดำ

โครโมโซมของกระษายดำ ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่มีความยาวระหว่าง 7.380 – 5.387 ไมครอน จำนวน 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 3 4 และ 5 เป็น metacentric และคู่ที่ 2 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 5.386 – 3.690 ไมครอน จำนวน 12 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 6 7 9 10 13 15 16 และ 17 เป็น submetacentric และคู่ที่ 8 11 12 และ 14 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 3.689 – 3.393 ไมครอน จำนวน 1 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 18 เป็น submetacentric (ตารางที่ 8 และ 9 ; ภาพที่ 43 และ 44) สูตรคาร์ิโอไทป์ คือ

$$\text{กระษายดำ}(2n = 36) = L^m_8 + L^{sm}_2 + M^{sm}_{16} + M^m_8 + S^{sm}_2$$

ตารางที่ 8 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของกระษายดำ

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 7.380 – 5.387 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.386 – 3.690 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.689 – 3.393 ไมครอน
คู่ที่ 1 metacentric	คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 18 submetacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 7 submetacentric	
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 8 metacentric	
คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 9 submetacentric	
คู่ที่ 5 metacentric	คู่ที่ 10 submetacentric	
	คู่ที่ 11 metacentric	
	คู่ที่ 12 metacentric	
	คู่ที่ 13 submetacentric	
	คู่ที่ 14 metacentric	
	คู่ที่ 15 submetacentric	
	คู่ที่ 16 submetacentric	
	คู่ที่ 17 submetacentric	

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของกระชายดำ

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Ll (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.799	4.581	7.380	0.082	0.621
2	1.866	4.411	6.277	0.070	0.703
3	2.290	3.478	5.768	0.064	0.603
4	2.545	3.139	5.684	0.063	0.552
5	2.290	3.308	5.599	0.062	0.591
6	1.951	3.393	5.344	0.060	0.635
7	1.697	3.393	5.090	0.057	0.667
8	2.036	2.969	5.005	0.056	0.593
9	1.697	3.266	4.962	0.055	0.658
10	1.527	3.139	4.666	0.052	0.673
11	1.866	2.884	4.750	0.053	0.607
12	1.697	2.799	4.496	0.050	0.623
13	1.357	3.054	4.411	0.049	0.692
14	1.697	2.630	4.326	0.048	0.608
15	1.527	2.715	4.241	0.047	0.640
16	1.357	2.799	4.157	0.046	0.673
17	1.357	2.715	4.072	0.045	0.667
18	1.272	2.121	3.393	0.038	0.625
Σ	32.829	56.793	89.621	1.000	



ภาพที่ 43 โครโมโซมของกระชายดำ $2n = 36$ (1177x)



ภาพที่ 44 อิติโอแกรมของกระชายดำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

3.3 กระวานขาว

โครโมโซมของกระวานขาว ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่มีความยาวระหว่าง 6.489 – 4.517 ไมครอน จำนวน 8 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น acrocentric คู่ที่ 2 3 4 และ 5 เป็น metacentric และคู่ที่ 6 7 และ 8 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 4.516 – 3.245 ไมครอน จำนวน 13 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 9 และ 17 เป็น submetacentric คู่ที่ 10 11 12 13 14 15 16 18 19 และ 20 เป็น metacentric และคู่ที่ 21 เป็น acrocentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 3.244 – 2.545 ไมครอน จำนวน 3 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 22 และ 24 เป็น submetacentric และคู่ที่ 23 เป็น metacentric (ตารางที่ 10 และ 11 ; ภาพที่ 45 และ 46) สูตรคาร์ิโอไทป์ คือ

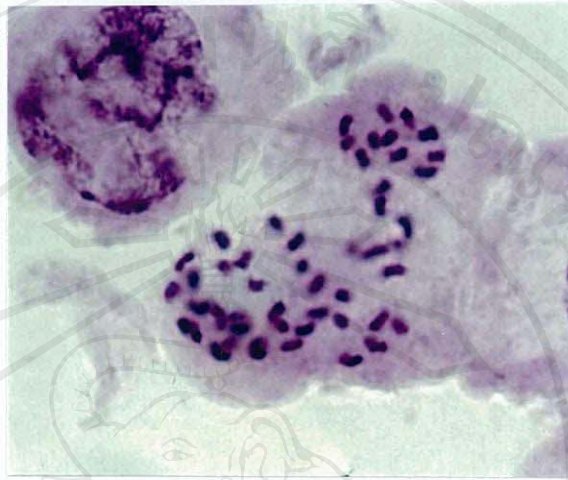
$$\text{กระวานขาว (2n=48)} = L_2^a + L_8^m + L_6^{sm} + M_4^{sm} + M_{20}^m + M_2^a + S_4^{sm} + S_2^m$$

ตารางที่ 10 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของกระวานขาว

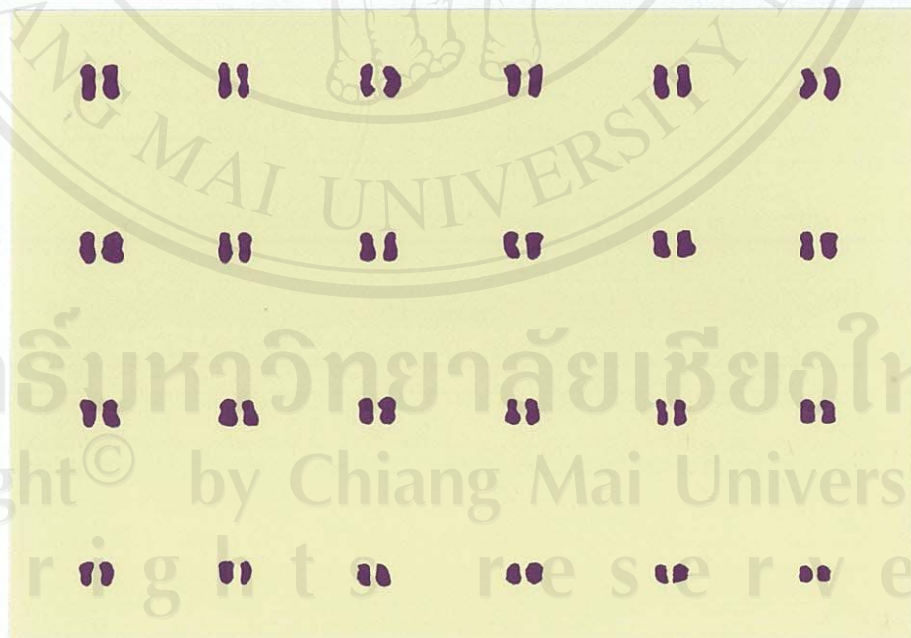
โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 6.489 – 4.517 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 4.516 – 3.245 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.244 – 2.545 ไมครอน
คู่ที่ 1 acrocentric	คู่ที่ 9 submetacentric	คู่ที่ 22 submetacentric
คู่ที่ 2 metacentric	คู่ที่ 10 metacentric	คู่ที่ 23 metacentric
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 11 metacentric	คู่ที่ 24 submetacentric
คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 12 metacentric	
คู่ที่ 5 metacentric	คู่ที่ 13 metacentric	
คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 14 metacentric	
คู่ที่ 7 submetacentric	คู่ที่ 15 metacentric	
คู่ที่ 8 submetacentric	คู่ที่ 16 metacentric	
	คู่ที่ 17 submetacentric	
	คู่ที่ 18 metacentric	
	คู่ที่ 19 metacentric	
	คู่ที่ 20 metacentric	
	คู่ที่ 21 acrocentric	

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความยาวของแกนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แกนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของกระวานขาว

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	LI (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	1.612	4.878	6.489	0.064	0.752
2	2.206	3.139	5.344	0.053	0.587
3	2.290	2.799	5.090	0.051	0.550
4	1.866	3.054	4.920	0.049	0.621
5	1.866	3.011	4.878	0.048	0.617
6	1.697	3.139	4.835	0.048	0.649
7	1.697	2.969	4.666	0.046	0.636
8	1.357	3.223	4.581	0.045	0.704
9	1.612	2.884	4.496	0.045	0.642
10	1.697	2.545	4.241	0.042	0.600
11	1.697	2.460	4.157	0.041	0.592
12	1.612	2.502	4.114	0.041	0.608
13	1.951	2.121	4.072	0.040	0.521
14	1.527	2.502	4.029	0.040	0.621
15	1.951	2.036	3.987	0.040	0.511
16	1.612	2.290	3.902	0.039	0.587
17	1.442	2.418	3.860	0.038	0.626
18	1.527	2.290	3.817	0.038	0.600
19	1.697	1.951	3.648	0.036	0.535
20	1.442	2.163	3.605	0.036	0.600
21	0.848	2.630	3.478	0.035	0.756
22	1.018	2.121	3.139	0.031	0.676
23	1.103	1.781	2.884	0.029	0.618
24	0.933	1.612	2.545	0.025	0.633
Σ	38.258	62.519	100.776	1.000	



ภาพที่ 45 โครโมโซมของกระวานขาว $2n = 48$ (1177x)



ภาพที่ 46 อิดิโอแกรมของกระวานขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 กะทือ

โครโมโซมของกะทือ ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 10.264 – 7.656 ไมครอน จำนวน 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น acrocentric และ คู่ที่ 2 3 4 และ 5 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 7.655 – 5.132 ไมครอน จำนวน 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 6 7 8 และ 9 เป็น metacentric และคู่ที่ 10 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 5.131 – 5.047 ไมครอน จำนวน 1 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 11 เป็น submetacentric (ตารางที่ 12 และ 13 ; ภาพที่ 47 และ 48) สูตรคาริโอไทป์ คือ

$$\text{กะทือ } (2n = 22) = L_2^a + L_8^{sm} + M_8^m + M_2^{sm} + S_2^{sm}$$

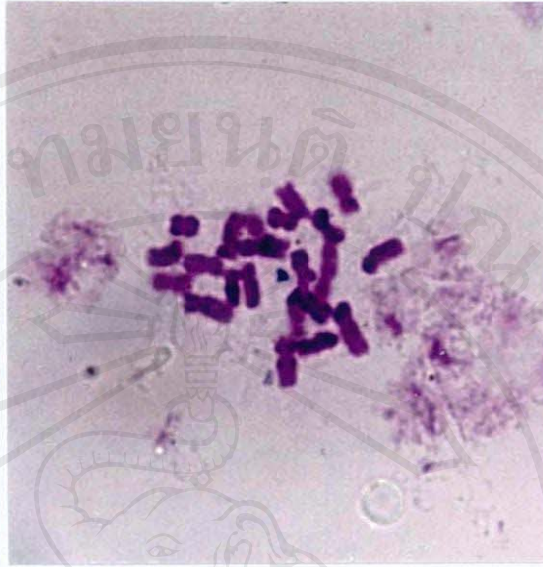
ตารางที่ 12 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของกะทือ

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 10.264 – 7.656 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 7.655 – 5.132 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.131 – 5.047 ไมครอน
คู่ที่ 1 acrocentric	คู่ที่ 6 metacentric	คู่ที่ 11 submetacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 7 metacentric	
คู่ที่ 3 submetacentric	คู่ที่ 8 metacentric	
คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 9 metacentric	
คู่ที่ 5 submetacentric	คู่ที่ 10 submetacentric	

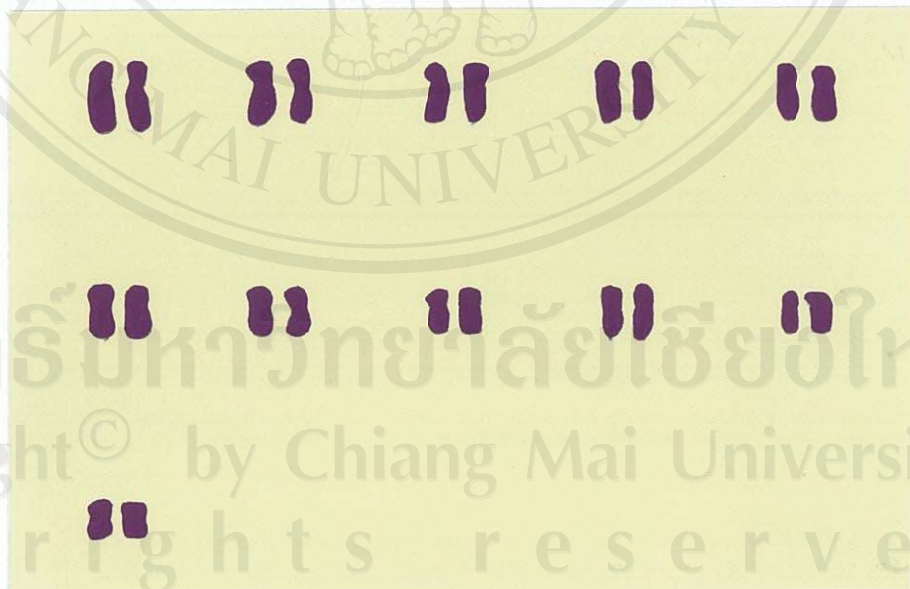
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของกะทือ

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	LI (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.545	7.719	10.264	0.122	0.752
2	3.139	6.192	9.331	0.111	0.664
3	2.460	6.108	5.568	0.102	0.713
4	2.799	5.684	8.483	0.101	0.670
5	2.375	5.684	8.059	0.096	0.705
6	2.884	4.750	7.635	0.091	0.622
7	2.799	4.326	7.126	0.085	0.607
8	2.715	4.072	6.786	0.081	0.600
9	2.969	3.775	6.744	0.080	0.560
10	1.781	4.072	5.853	0.070	0.696
11	1.866	3.181	5.047	0.060	0.630
Σ	28.333	55.563	83.895	1.000	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาพที่ 47 โครโมโซมของกะทือ $2n = 22$ (1177x)



ภาพที่ 48 อิติโอแกรมของกะทือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 ขมิ้นขาว

ขมิ้นขาวมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมดเท่ากับ 32 แท่ง ($2n = 32$) ดังภาพที่ 49 เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้



ภาพที่ 49 โครโมโซมของขมิ้นขาว $2n = 32$ (1177x)

3.6 ขมิ้นชัน

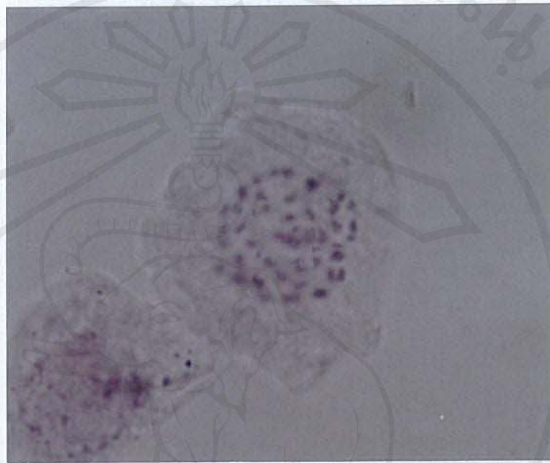
ขมิ้นชันมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมดเท่ากับ 63 แท่ง ($2n = 63$) ดังภาพที่ 50 เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้



ภาพที่ 50 โครโมโซมของขมิ้นชัน $2n = 63$ (1177x)

3.7 ขมิ้นดำ

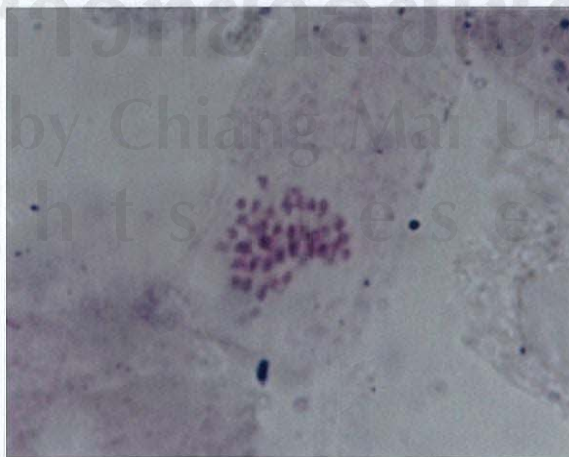
ขมิ้นดำมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมดเท่ากับ 63 แท่ง ($2n = 63$) ดังภาพที่ 51 เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้



ภาพที่ 51 โครโมโซมของขมิ้นดำ $2n = 63$ (1177x)

3.8 ขมิ้นอ้อย

ขมิ้นอ้อยมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมดเท่ากับ 42 แท่ง ($2n = 42$) ดังภาพที่ 52 เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้



ภาพที่ 52 โครโมโซมของขมิ้นอ้อย $2n = 42$ (1177x)

3.9 ข่า

โครโมโซมของข่า ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 4.411 – 3.096 ไมครอน จำนวน 8 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น metacentric คู่ที่ 2 และ 5 เป็น acrocentric และ คู่ที่ 3 4 6 7 และ 8 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลาง มีความยาวระหว่าง 3.095 – 2.206 ไมครอน จำนวน 9 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 9 10 11 12 13 และ 14 เป็น submetacentric และคู่ที่ 15 16 และ 17 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 2.205 – 1.781 ไมครอน จำนวน 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 18 19 20 21 22 23 และ 24 เป็น metacentric (ตารางที่ 14 และ 15 ; ภาพที่ 53 และ 54) สูตรคาริโอไทป์ คือ

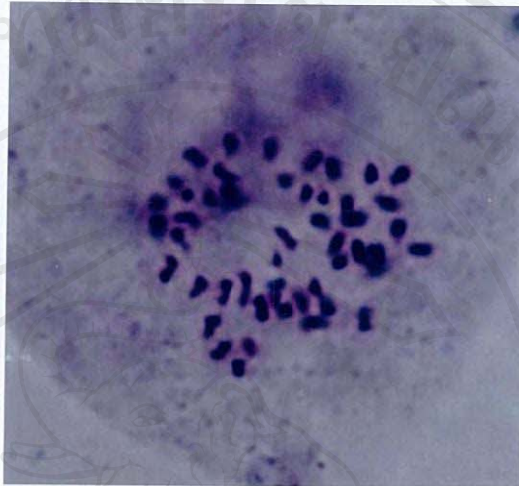
$$\text{ข่า } (2n = 48) = L^m_2 + L^a_4 + L^{sm}_{10} + M^{sm}_{12} + M^m_6 + S^m_{14}$$

ตารางที่ 14 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของข่า

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 4.411 – 3.096 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.095 – 2.206 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.205 – 1.781 ไมครอน
คู่ที่ 1 metacentric	คู่ที่ 9 submetacentric	คู่ที่ 18 metacentric
คู่ที่ 2 acrocentric	คู่ที่ 10 submetacentric	คู่ที่ 19 metacentric
คู่ที่ 3 submetacentric	คู่ที่ 11 submetacentric	คู่ที่ 20 metacentric
คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 12 submetacentric	คู่ที่ 21 metacentric
คู่ที่ 5 acrocentric	คู่ที่ 13 submetacentric	คู่ที่ 22 metacentric
คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 14 submetacentric	คู่ที่ 23 metacentric
คู่ที่ 7 submetacentric	คู่ที่ 15 metacentric	คู่ที่ 24 metacentric
คู่ที่ 8 submetacentric	คู่ที่ 16 metacentric	
	คู่ที่ 17 metacentric	

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของข้าว

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	LI (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	1.697	2.715	4.411	0.065	0.615
2	1.018	3.223	4.241	0.062	0.760
3	1.442	2.545	3.987	0.059	0.638
4	1.357	2.545	3.902	0.057	0.652
5	0.891	2.757	3.648	0.054	0.756
6	1.188	2.375	3.563	0.052	0.667
7	1.103	2.290	3.393	0.050	0.675
8	1.018	2.121	3.139	0.046	0.676
9	0.933	2.121	3.054	0.045	0.694
10	0.933	2.036	2.969	0.044	0.686
11	0.976	1.951	2.927	0.043	0.667
12	1.018	1.824	2.842	0.042	0.642
13	0.933	1.781	2.715	0.040	0.656
14	0.933	1.612	2.545	0.037	0.633
15	0.933	1.527	2.460	0.036	0.621
16	1.060	1.315	2.375	0.035	0.554
17	0.933	1.357	2.290	0.034	0.593
18	0.848	1.272	2.121	0.031	0.600
19	0.891	1.145	2.036	0.030	0.563
20	0.806	1.188	1.993	0.029	0.596
21	0.848	1.103	1.951	0.029	0.565
22	0.763	1.145	1.909	0.028	0.600
23	0.848	1.018	1.866	0.027	0.545
24	0.763	1.018	1.781	0.026	0.571
Σ	24.134	43.984	68.117	1.000	



ภาพที่ 53 โครโมโซมของง่า $2n = 48$ (1177x)



ภาพที่ 54 อิติโอแกรมของง่า

3.10 ข่าน้ำ

โครโมโซมของข่าน้ำ ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 8.398 – 5.641 ไมครอน จำนวน 9 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น acrocentric คู่ที่ 2 4 6 และ 9 เป็น submetacentric และ คู่ที่ 3 5 7 และ 8 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 5.640 – 4.199 ไมครอน จำนวน 11 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 10 14 15 16 19 และ 20 เป็น metacentric และคู่ที่ 11 12 13 17 และ 18 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 4.198 – 2.884 ไมครอน จำนวน 4 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 21 เป็น metacentric และคู่ที่ 22 23 และ 24 เป็น submetacentric (ตารางที่ 16 และ 17 ; ภาพที่ 55 และ 56) สัตว์คาร์ิโอไทป์ คือ

$$\text{ข่าน้ำ } (2n = 48) = L_2^a + L_8^{sm} + L_8^m + M_{12}^m + M_{10}^{sm} + S_2^m + S_6^{sm}$$

ตารางที่ 16 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของข่าน้ำ

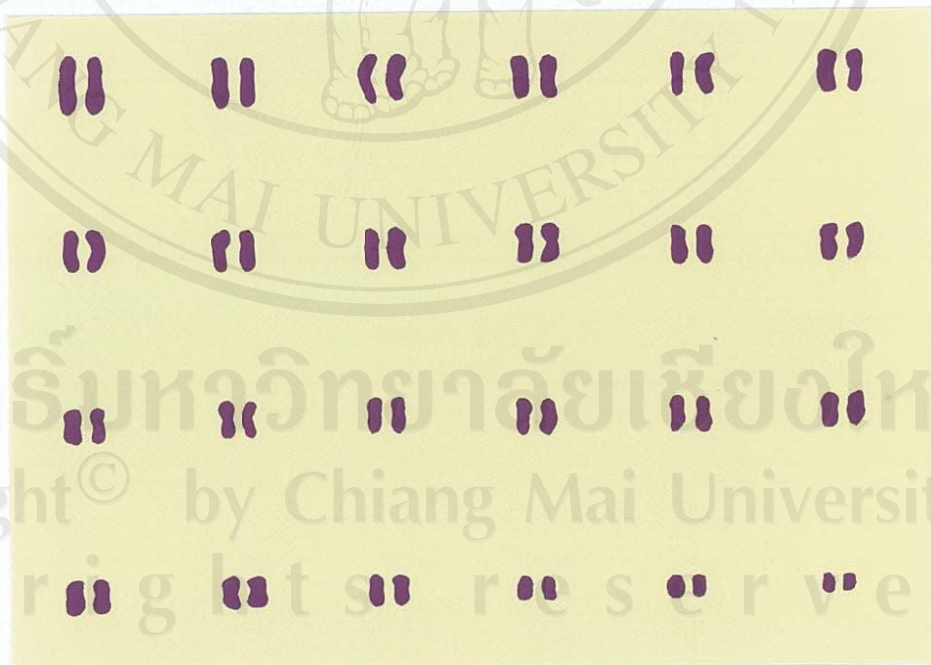
โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 8.398 – 5.641 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.640 – 4.199 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 4.198 – 2.884 ไมครอน
คู่ที่ 1 acrocentric	คู่ที่ 10 metacentric	คู่ที่ 21 metacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 11 submetacentric	คู่ที่ 22 submetacentric
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 12 submetacentric	คู่ที่ 23 submetacentric
คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 13 submetacentric	คู่ที่ 24 submetacentric
คู่ที่ 5 metacentric	คู่ที่ 14 metacentric	
คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 15 metacentric	
คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 16 metacentric	
คู่ที่ 8 metacentric	คู่ที่ 17 submetacentric	
คู่ที่ 9 submetacentric	คู่ที่ 18 submetacentric	
	คู่ที่ 19 metacentric	
	คู่ที่ 20 metacentric	

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของข่าน้ำ

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Ll (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	1.951	6.447	8.398	0.066	0.768
2	2.545	5.005	7.550	0.060	0.663
3	2.715	4.241	6.956	0.055	0.610
4	1.951	4.326	6.277	0.050	0.689
5	2.290	3.817	6.108	0.048	0.625
6	2.121	3.902	6.023	0.048	0.648
7	2.375	3.478	5.853	0.046	0.594
8	2.290	3.478	5.768	0.046	0.603
9	2.121	3.563	5.684	0.045	0.627
10	2.121	3.478	5.599	0.044	0.621
11	2.036	3.478	5.514	0.044	0.631
12	1.866	3.223	5.090	0.040	0.633
13	1.781	3.266	5.047	0.040	0.647
14	2.121	2.799	4.920	0.039	0.569
15	1.951	2.927	4.878	0.039	0.600
16	1.697	3.139	4.835	0.038	0.649
17	1.527	3.223	4.750	0.038	0.679
18	1.697	3.011	4.708	0.037	0.640
19	1.781	2.884	4.666	0.037	0.618
20	1.697	2.545	4.241	0.034	0.600
21	1.612	2.545	4.157	0.033	0.612
22	1.188	2.206	3.393	0.027	0.650
23	1.018	2.206	3.223	0.025	0.684
24	0.933	1.951	2.884	0.023	0.676
Σ	45.383	81.138	126.522	1.000	



ภาพที่ 55 โครโมโซมของข่าน้ำ $2n = 48$ (1177x)



ภาพที่ 56 อิติโอแกรมของข่าน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.11 ข่าหยวก

โครโมโซมของข่าหยวก ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่มีความยาวระหว่าง 5.684 – 3.987 ไมครอน จำนวน 12 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 2 3 4 5 6 7 11 และ 12 เป็น metacentric และ คู่ที่ 8 9 และ 10 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 3.986 – 2.842 ไมครอน จำนวน 9 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 13 17 18 19 20 และ 21 เป็น metacentric และคู่ที่ 14 15 และ 16 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 2.841 – 2.290 ไมครอน จำนวน 3 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 22 และ 23 เป็น metacentric และ คู่ที่ 24 เป็น submetacentric (ตารางที่ 18 และ 19 ; ภาพที่ 57 และ 58) สูตรการโอโทปี คือ

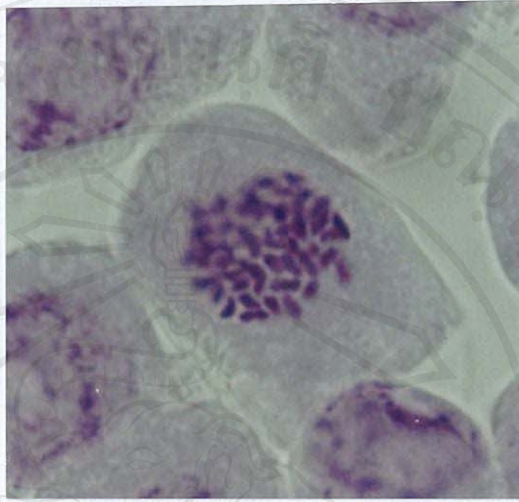
$$\text{ข่าหยวก (2n = 48)} = L_{18}^m + L_6^{sm} + M_{12}^m + M_6^{sm} + S_4^m + S_2^{sm}$$

ตารางที่ 18 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของข่าหยวก

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.684 – 3.987 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.986 – 2.842 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 2.841 – 2.290 ไมครอน
คู่ที่ 1 metacentric	คู่ที่ 13 metacentric	คู่ที่ 22 metacentric
คู่ที่ 2 metacentric	คู่ที่ 14 submetacentric	คู่ที่ 23 metacentric
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 15 submetacentric	คู่ที่ 24 submetacentric
คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 16 submetacentric	
คู่ที่ 5 metacentric	คู่ที่ 17 metacentric	
คู่ที่ 6 metacentric	คู่ที่ 18 metacentric	
คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 19 metacentric	
คู่ที่ 8 submetacentric	คู่ที่ 20 metacentric	
คู่ที่ 9 submetacentric	คู่ที่ 21 metacentric	
คู่ที่ 10 submetacentric		
คู่ที่ 11 metacentric		
คู่ที่ 12 metacentric		

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของข้าหยาวก

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	LI (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.375	3.308	5.684	0.060	0.582
2	2.206	3.223	5.429	0.058	0.594
3	2.036	2.969	5.005	0.053	0.593
4	2.036	2.799	4.835	0.051	0.579
5	1.951	2.630	4.581	0.049	0.574
6	1.824	2.715	4.538	0.048	0.598
7	1.781	2.545	4.326	0.046	0.588
8	1.527	2.715	4.241	0.045	0.640
9	1.527	2.672	4.199	0.045	0.636
10	1.484	2.630	4.114	0.044	0.639
11	1.612	2.460	4.072	0.043	0.604
12	1.527	2.502	4.029	0.043	0.621
13	1.484	2.375	3.860	0.041	0.615
14	1.357	2.460	3.817	0.041	0.644
15	1.272	2.375	3.648	0.039	0.651
16	1.188	2.375	3.563	0.038	0.667
17	1.527	1.951	3.478	0.037	0.561
18	1.697	1.697	3.393	0.036	0.500
19	1.400	1.951	3.351	0.036	0.582
20	1.442	1.866	3.308	0.035	0.564
21	1.188	1.781	2.969	0.032	0.600
22	1.272	1.527	2.799	0.030	0.545
23	1.018	1.527	2.545	0.027	0.600
24	0.848	1.442	2.290	0.024	0.630
Σ	37.579	56.496	94.075	1.000	



ภาพที่ 57 โครโมโซมของง่าหยวค $2n = 48$ (1177x)



ภาพที่ 58 อิดิโองแรมของง่าหยวค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.12 ข่าใหญ่

โครโมโซมของข่าใหญ่ ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือโครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 7.974 – 5.641 ไมครอน จำนวน 13 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 – 6 และ 7 เป็น metacentric และ คู่ที่ 2 – 3 – 4 – 5 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 และ 13 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 5.640 – 3.987 ไมครอน จำนวน 8 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 14 – 15 – 16 และ 17 เป็น submetacentric และ คู่ที่ 18 – 19 – 20 และ 21 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 3.986 – 3.308 ไมครอน จำนวน 3 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 22 – 23 และ 24 เป็น metacentric (ตารางที่ 20 และ 21 ; ภาพที่ 59 และ 60) สูตรคาร์ิโอไทป์ คือ

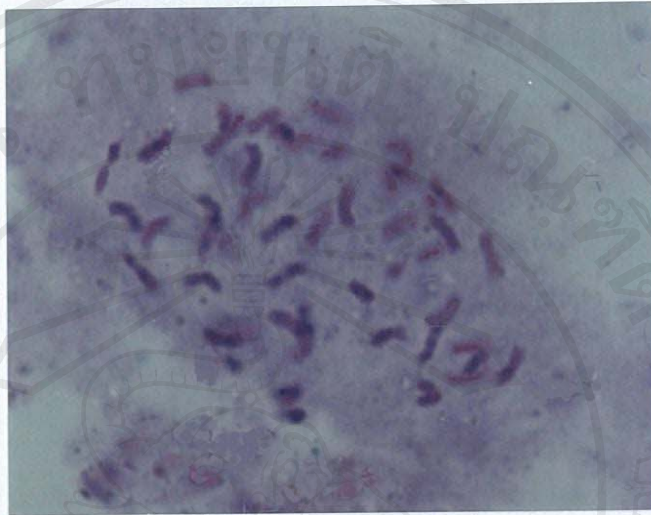
$$\text{ข่าใหญ่ (2n = 48)} = L_6^m + L_{20}^{sm} + M_8^{sm} + M_8^m + S_6^m$$

ตารางที่ 20 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของข่าใหญ่

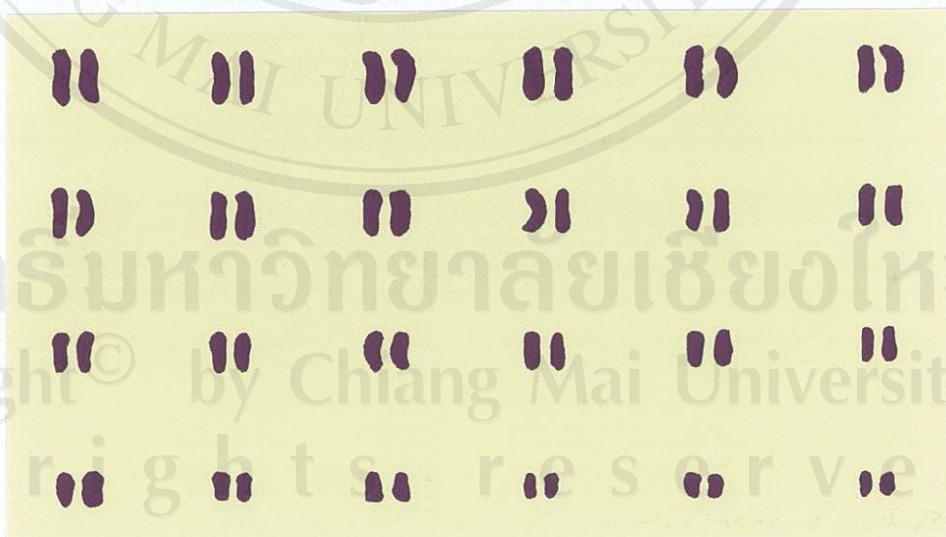
โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 7.974 – 5.641 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.640 – 3.987 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 3.986 – 3.308 ไมครอน
คู่ที่ 1 metacentric	คู่ที่ 14 submetacentric	คู่ที่ 22 metacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 15 submetacentric	คู่ที่ 23 metacentric
คู่ที่ 3 submetacentric	คู่ที่ 16 submetacentric	คู่ที่ 24 metacentric
คู่ที่ 4 submetacentric	คู่ที่ 17 submetacentric	
คู่ที่ 5 submetacentric	คู่ที่ 18 metacentric	
คู่ที่ 6 metacentric	คู่ที่ 19 metacentric	
คู่ที่ 7 metacentric	คู่ที่ 20 metacentric	
คู่ที่ 8 submetacentric	คู่ที่ 21 metacentric	
คู่ที่ 9 submetacentric		
คู่ที่ 10 submetacentric		
คู่ที่ 11 submetacentric		
คู่ที่ 12 submetacentric		
คู่ที่ 13 submetacentric		

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยความยาวของแกนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แกนโครโมโซมข้างยาว (Li) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของข้าวใหญ่

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Li (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	3.054	4.920	7.974	0.059	0.617
2	2.545	5.005	7.550	0.055	0.663
3	2.290	4.920	7.210	0.053	0.682
4	2.630	4.411	7.041	0.052	0.627
5	2.587	4.369	6.956	0.051	0.628
6	2.799	3.902	6.701	0.049	0.582
7	2.799	3.732	6.532	0.048	0.571
8	2.375	4.072	6.447	0.047	0.632
9	2.206	4.157	6.362	0.047	0.653
10	2.206	4.072	6.277	0.046	0.649
11	1.866	4.326	6.192	0.045	0.699
12	2.375	3.648	6.023	0.044	0.606
13	1.781	3.902	5.684	0.042	0.687
14	1.866	3.478	5.344	0.039	0.651
15	1.866	3.393	5.259	0.039	0.645
16	1.612	3.563	5.175	0.038	0.689
17	1.697	3.393	5.090	0.037	0.667
18	2.206	2.715	4.920	0.036	0.552
19	2.290	2.460	4.750	0.035	0.518
20	1.951	2.290	4.241	0.031	0.540
21	1.951	2.206	4.157	0.031	0.531
22	1.527	2.036	3.563	0.026	0.571
23	1.442	2.036	3.478	0.026	0.585
24	1.357	1.951	3.308	0.024	0.590
Σ	51.279	84.956	136.234	1.000	



ภาพที่ 59 โครโมโซมของข่าใหญ่ $2n = 48$ (1177x)



ภาพที่ 60 อิติโอแกรมของข่าใหญ่

3.13 จิง

โครโมโซมของจิง ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 11.113 – 8.017 ไมครอน จำนวน 4 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น submetacentric คู่ที่ 2 เป็น acrocentric และคู่ที่ 3 และ 4 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 8.016 – 5.557 ไมครอน จำนวน 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 5 และ 6 เป็น submetacentric และ คู่ที่ 7 8 และ 9 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 5.556 – 4.920 ไมครอน จำนวน 2 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 10 และ 11 เป็น metacentric (ตารางที่ 22 และ 23 ; ภาพที่ 61 และ 62) สูตรการโอโทปี คือ

$$\text{จิง (2n = 22)} = L_2^{sm} + L_2^a + L_4^m + M_4^{sm} + M_6^m + S_4^m$$

ตารางที่ 22 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของจิง

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง
11.113 – 8.017 ไมครอน	8.016 – 5.557 ไมครอน	5.556 – 4.920 ไมครอน
คู่ที่ 1 submetacentric	คู่ที่ 5 submetacentric	คู่ที่ 10 metacentric
คู่ที่ 2 acrocentric	คู่ที่ 6 submetacentric	คู่ที่ 11 metacentric
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 7 metacentric	
คู่ที่ 4 metacentric	คู่ที่ 8 metacentric	
	คู่ที่ 9 metacentric	

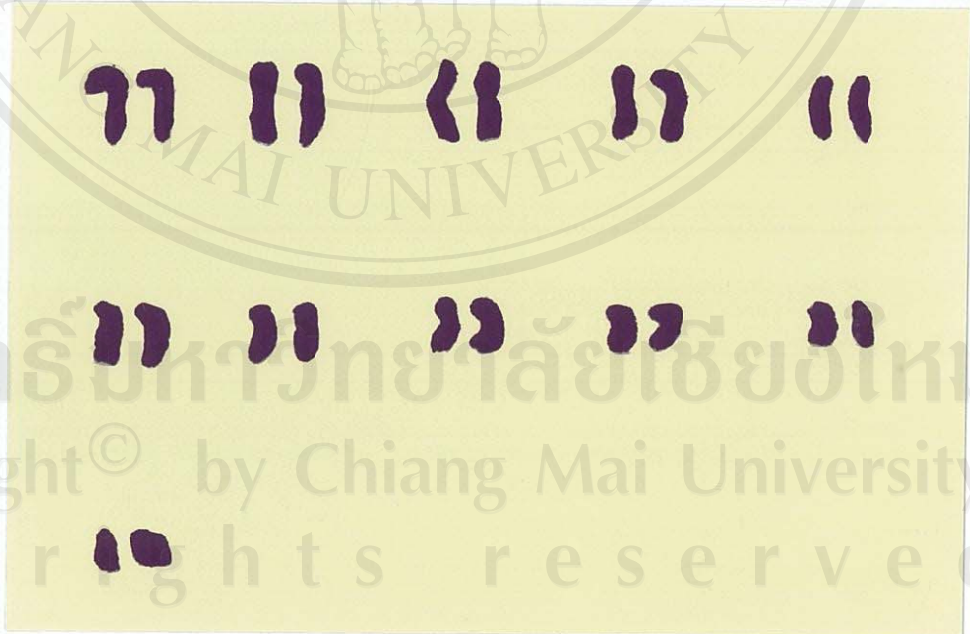
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความยาวของแกนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แกนโครโมโซมข้างยาว (Li) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของขิง

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Li (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	3.987	7.126	11.113	0.132	0.641
2	2.460	7.550	10.010	0.118	0.754
3	3.902	5.429	9.331	0.110	0.582
4	3.732	5.344	9.077	0.107	0.589
5	2.545	5.259	7.804	0.092	0.674
6	2.460	5.005	7.465	0.088	0.670
7	2.545	4.241	6.786	0.080	0.625
8	2.545	3.902	6.447	0.076	0.605
9	2.375	3.732	6.108	0.072	0.611
10	2.290	3.139	5.429	0.064	0.578
11	2.036	2.884	4.920	0.058	0.586
Σ	30.878	53.612	84.489	1.000	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาพที่ 61 โครโมโซมของขิง $2n = 22$ (1177x)



ภาพที่ 62 อิติโอแกรมของขิง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.14 ไพล

โครโมโซมของไพล ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 11.282 – 8.441 ไมครอน จำนวน 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น acrocentric คู่ที่ 2 4 6 และ 7 เป็น submetacentric และ คู่ที่ 3 และ 5 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดกลาง มีความยาวระหว่าง 8.440 – 5.641 ไมครอน จำนวน 3 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 8 เป็น metacentric และ คู่ที่ 9 และ 10 เป็น submetacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 5.640 – 5.599 ไมครอน จำนวน 1 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 11 เป็น submetacentric (ตารางที่ 24 และ 25 ; ภาพที่ 63 และ 64) สูตรการโอโทปี คือ

$$\text{ไพล } (2n=22) = L_2^a + L_8^{sm} + L_4^m + M_2^m + M_4^{sm} + S_2^{sm}$$

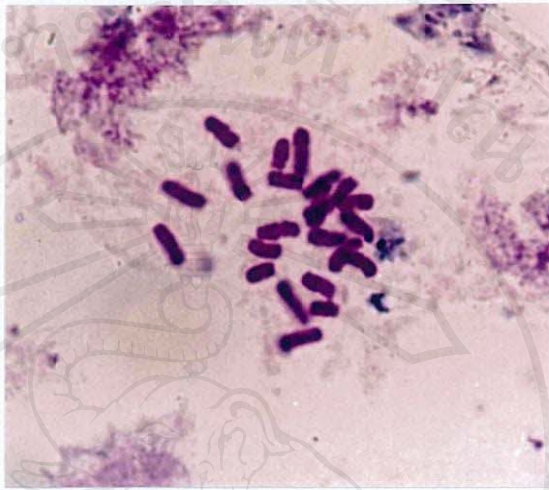
ตารางที่ 24 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของไพล

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง
11.282 – 8.441 ไมครอน	8.440 – 5.641 ไมครอน	5.640 – 5.599 ไมครอน
คู่ที่ 1 acrocentric	คู่ที่ 8 metacentric	คู่ที่ 11 submetacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 9 submetacentric	
คู่ที่ 3 metacentric	คู่ที่ 10 submetacentric	
คู่ที่ 4 submetacentric		
คู่ที่ 5 metacentric		
คู่ที่ 6 submetacentric		
คู่ที่ 7 submetacentric		

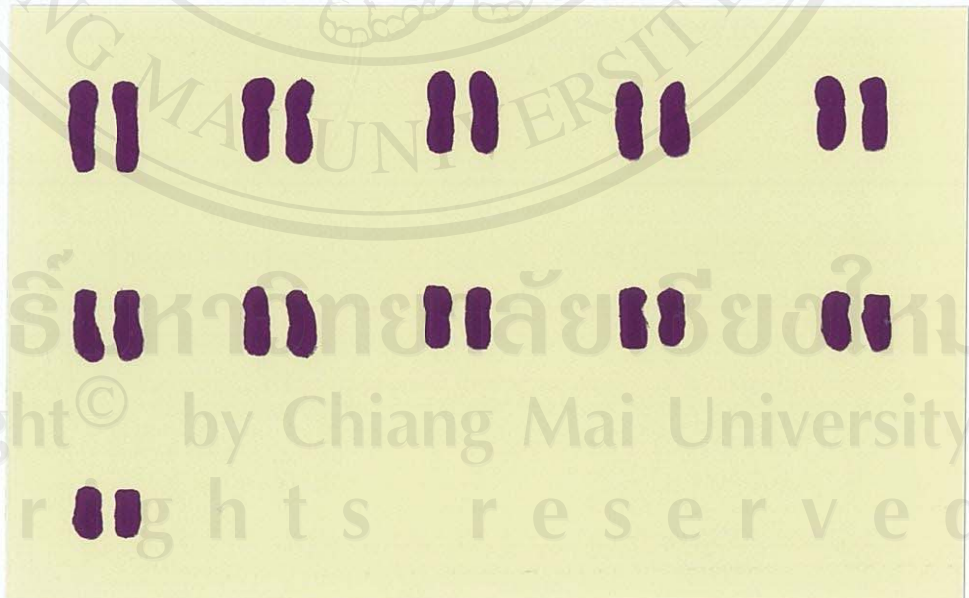
ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Li) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของไฟล

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Li (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.799	8.483	11.282	0.118	0.752
2	3.902	6.701	10.604	0.111	0.632
3	4.157	5.853	10.010	0.105	0.585
4	2.884	6.532	9.416	0.099	0.694
5	3.648	5.514	9.161	0.096	0.602
6	2.715	6.108	8.822	0.092	0.692
7	3.139	5.344	8.483	0.089	0.630
8	3.223	4.326	7.550	0.079	0.573
9	2.715	4.666	7.380	0.077	0.632
10	1.781	5.344	7.126	0.075	0.750
11	1.951	3.648	5.599	0.059	0.652
Σ	32.913	62.519	95.432	1.000	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาพที่ 63 โครโมโซมของไพล $2n = 22$ (1177x)



ภาพที่ 64 อิติโอแกรมของไพล

3.15 ไพลด้า

โครโมโซมของไพลด้า ประกอบด้วยโครโมโซม 3 ขนาด คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีความยาวระหว่าง 10.604 – 7.508 ไมครอน จำนวน 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1 เป็น acrocentric คู่ที่ 2 3 และ 5 เป็น submetacentric และคู่ที่ 4 6 และ 7 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวระหว่าง 7.507 – 5.302 ไมครอน จำนวน 3 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 8 9 และ 10 เป็น metacentric โครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวระหว่าง 5.301 – 4.411 ไมครอน จำนวน 1 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 11 เป็น metacentric (ตารางที่ 26 และ 27 ; ภาพที่ 65 และ 66) สูตรคาร์ิโอไทป์ คือ

$$\text{ไพลด้า } (2n = 22) = L_2^a + L_6^{sm} + L_6^m + M_6^m + S_2^m$$

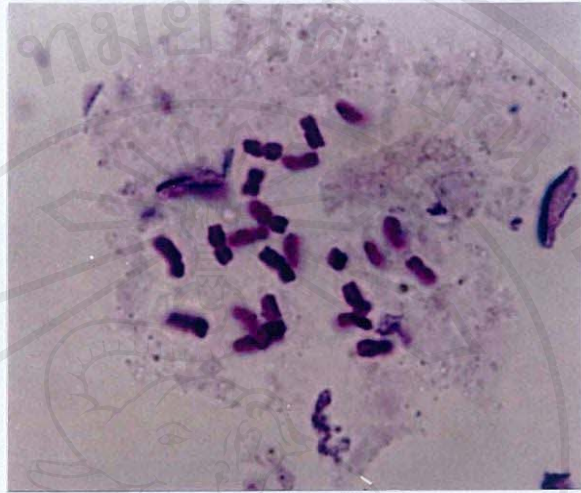
ตารางที่ 26 ขนาดและชนิดของโครโมโซมของไพลด้า

โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 10.604 – 7.508 ไมครอน	โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 7.507 – 5.302 ไมครอน	โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ยของ LT ระหว่าง 5.301 – 4.411 ไมครอน
คู่ที่ 1 acrocentric	คู่ที่ 8 metacentric	คู่ที่ 11 metacentric
คู่ที่ 2 submetacentric	คู่ที่ 9 metacentric	
คู่ที่ 3 submetacentric	คู่ที่ 10 metacentric	
คู่ที่ 4 metacentric		
คู่ที่ 5 submetacentric		
คู่ที่ 6 metacentric		
คู่ที่ 7 metacentric		

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นไมครอน ค่าเฉลี่ย Relative Length (RL) และ Centromeric Index (CI) ของโพลต้า

โครโมโซมคู่ที่	Ls (μ)	Ll (μ)	LT (μ)	RL	CI
1	2.630	7.974	10.604	0.124	0.752
2	3.308	6.532	9.840	0.115	0.664
3	3.139	5.938	9.077	0.106	0.654
4	3.563	5.005	8.568	0.100	0.584
5	2.545	5.768	8.313	0.097	0.694
6	3.393	4.241	7.635	0.089	0.556
7	2.969	4.623	7.592	0.089	0.609
8	2.799	4.326	7.126	0.083	0.607
9	2.884	3.902	6.786	0.079	0.575
10	2.460	2.969	5.429	0.064	0.547
11	2.121	2.290	4.411	0.052	0.519
Σ	31.811	53.569	85.380	1.000	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาพที่ 65 โครโมโซมของไฟลต๋า $2n = 22$ (1177x)



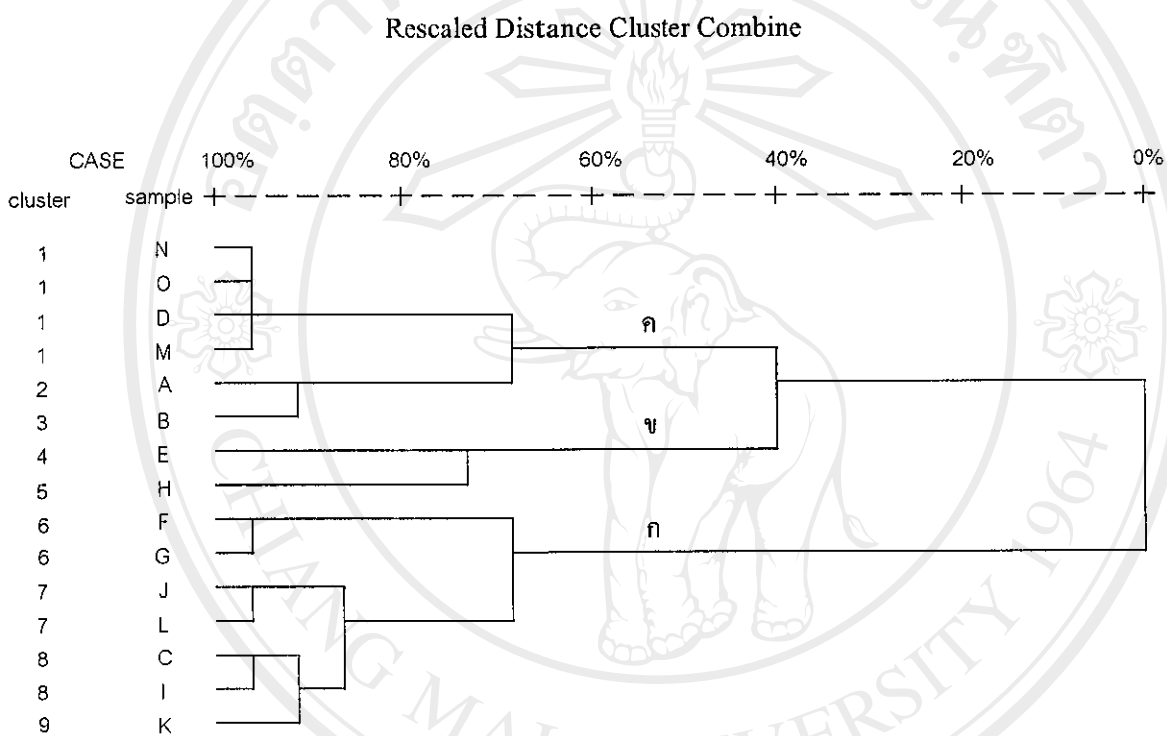
ภาพที่ 66 อิติโอแกรมของไฟลต๋า

จากศึกษาลักษณะการไอโทปีของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด พบว่าโครโมโซมชนิด metacentric และ submetacentric พบได้ทุกพืช โครโมโซมชนิด acrocentric พบได้ ดังนี้ กระจาย กระวานขาว กะทือ ข่า ข่าน้ำ ขิง ไพล และไพลดำ และทุกพืชไม่พบโครโมโซมชนิด telocentric เมื่อจัดขนาดโครโมโซมพบได้ทั้ง 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก เมื่อทำการวัดความยาวโครโมโซมทั้งหมด พบว่า ข่าใหญ่มีความยาวมากที่สุด คือ 136.234 ไมครอน และโครโมโซมสั้นที่สุดคือ กะทือ 83.895 ไมครอน สำหรับขมิ้นขาว ขมิ้นชัน ขมิ้นดำ และขมิ้นอ้อย มีโครโมโซมขนาดเล็กไม่สามารถจัดทำคาริโอโทปีได้ (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 สูตรคาริโอโทปี และค่าเฉลี่ยความยาวโครโมโซมทั้งหมดของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ชนิดพืช	สูตรคาริโอโทปี	ความยาวโครโมโซมทั้งหมด (μ)
กระจาย	$L_6^{sm} + L_2^a + L_6^m + M_6^m + M_{14}^{sm} + S_2^{sm}$	91.403
กระจายดำ	$L_8^m + L_2^{sm} + M_{16}^{sm} + M_8^m + S_2^{sm}$	89.621
กระวานขาว	$L_2^a + L_8^m + L_6^{sm} + M_4^{sm} + M_{20}^m + M_2^a + S_4^{sm} + S_2^m$	100.776
กะทือ	$L_2^a + L_8^{sm} + M_8^m + M_2^{sm} + S_2^{sm}$	83.895
ขมิ้นขาว	-	-
ขมิ้นชัน	-	-
ขมิ้นดำ	-	-
ขมิ้นอ้อย	-	-
ข่า	$L_2^m + L_4^a + L_{10}^{sm} + M_{12}^{sm} + M_6^m + S_{14}^m$	68.117
ข่าน้ำ	$L_2^a + L_8^{sm} + L_8^m + M_{12}^m + M_{10}^{sm} + S_2^m + S_6^{sm}$	126.522
ข่าหยวก	$L_{18}^m + L_6^{sm} + M_{12}^m + M_6^{sm} + S_4^m + S_2^{sm}$	94.075
ข่าใหญ่	$L_6^m + L_{20}^{sm} + M_8^{sm} + M_8^m + S_6^m$	136.234
ขิง	$L_2^{sm} + L_2^a + L_4^m + M_4^{sm} + M_6^m + S_4^m$	84.489
ไพล	$L_2^a + L_8^{sm} + L_4^m + M_2^m + M_4^{sm} + S_2^{sm}$	95.432
ไพลดำ	$L_2^a + L_6^{sm} + L_6^m + M_6^m + S_2^m$	85.380

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้ลักษณะเซลล์วิทยา และใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพารามตริก ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS release 6.0 คำนวณหาระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อจัดกลุ่มของพืชตามระดับความสัมพันธ์ แสดงได้ดังภาพที่ 67



ภาพที่ 67 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

โดยใช้ลักษณะทางเซลล์วิทยา

A = กระจชย B = กระจชยดำ C = กระจชยขาว D = กะทือ E = ขมิ้นขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ

H = ขมิ้นอ้อย I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหยวก L = ข่าใหญ่ M = ขิง N = ไพล O = ไพลดำ

All rights reserved

การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชทดลอง โดยใช้ค่า % similarity แบ่งกลุ่มพืช คือ กลุ่มใหญ่มีค่า % similarity อยู่ระหว่าง 0 – 40% และกลุ่มย่อยอยู่ระหว่าง 68 – 96% จัดกลุ่มพืชได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก มีจำนวน 7 ชนิด ประกอบด้วย C = กระวานขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ
I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหยวก และ L = ข่าใหญ่ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ก 1. มี 5 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก 1.1 มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. มีเพียงชนิดเดียว คือ K = ข่าหยวก....(91% similarity)

2. มี 2 ชนิด คือ C = กระวานขาว และ I = ข่า.....

.....(96% similarity)

กลุ่ม ก 1.2 มี 2 ชนิด คือ J = ข่าน้ำ และ L = ข่าใหญ่.....

.....(96% similarity)

กลุ่ม ก 2. มี 2 ชนิดคือ F = ขมิ้นชัน และ G = ขมิ้นดำ.....

.....(96% similarity)

กลุ่ม ข มีจำนวน 2 ชนิด ประกอบด้วย E = ขมิ้นขาว และ H = ขมิ้นอ้อย.....

.....(72% similarity)

กลุ่ม ค มีจำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย A = กระชาย B = กระชายดำ D = กะทือ

M = ขิง N = ไพล และ O = ไพลดำแบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ค 1. มี 2 ชนิด คือ A = กระชาย และ B = กระชายดำ.....

.....(91% similarity)

กลุ่ม ค 2. มี 4 ชนิด คือ D = กะทือ M = ขิง N = ไพล และ

O = ไพลดำ.....(96% similarity)

การศึกษาเซลล์วิทยาพืชตระกูลขิง 15 ชนิด พบว่า มีจำนวน 5 สกุล ได้แก่ กระชาย และกระชายดำ อยู่ในสกุลกระชาย มีจำนวนโครโมโซม $2n = 36$ ซึ่งตรงกับรายงานของ Eksomtramage *et al.* (1996) ที่ทำการศึกษา *B. rotunda* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 36$ เป็นพืช triploid นอกจากนี้ยังศึกษา *B. curtisii* ชนิดที่มีก้านขาวและก้านดำ โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เหมือนกันแต่ต่างกันที่สีของก้านใบ เมื่อนับจำนวนโครโมโซมมีจำนวนเท่ากันคือ $2n = 24$ เนื่องจากลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏ (phenotype) ของพืชไม่ได้ถูกควบคุมโดยจำนวนโครโมโซมเพียงอย่างเดียว ยังมีปัจจัยอื่นด้วย เช่น ขนาดของโครโมโซม รูปร่างโครโมโซม และตำแหน่งยีน บนแท่งโครโมโซม พืชต่างชนิดกันจึงสามารถมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือต่างกันได้ (กัญญา, 2537)

พืชสกุลกระวาน ที่ศึกษามีจำนวน 1 ชนิด คือกระวานขาว มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ซึ่งสุรพล และคณะ (2545) ได้ศึกษาพืชสกุลนี้จำนวน 2 ชนิดคือ *A. hastilabium* Ridl. และ *A. uliginosum* Kaenig มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ $2n = 48$ ทั้งนี้ Chen and Huang (1996) ที่รายงานว่าพืชสกุลนี้เป็น tetraploid ($2n = 4x = 48$)

พืชสกุลข่า ที่ศึกษามีจำนวน 4 ชนิดคือ ข่า ข่าน้ำ ข่าหยวก และข่าใหญ่ พบว่ามีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ $2n = 48$ ซึ่งสอดคล้องกับ Beltran and Kiew (1984) ที่ได้รายงานจำนวนโครโมโซมของพืชสกุลนี้จำนวน 14 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n = 48$ โดยส่วนใหญ่มีค่า $n = 24$ นอกจากนี้ Chen and Huang (1996) ศึกษา *A. henryi* พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 4x = 48$

พืชสกุลขมิ้น พบว่า ขมิ้นขาว มีจำนวนโครโมโซม $2n = 32$ ขมิ้นชัน ขมิ้นดำ มีจำนวนโครโมโซม $2n = 63$ และขมิ้นอ้อย มีจำนวนโครโมโซม $2n = 42$ ซึ่ง Eksomtramage *et al.* (1996) ได้รายงานว่าพืชสกุลนี้มีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน บางชนิดมีจำนวน $2n = 28$ 32 36 56 63 และ 64 นอกจากนี้พืชบางชนิดมีจำนวนโครโมโซมขนาดเล็กและเห็นตำแหน่งเซนโทรเมียร์ไม่ชัดเจน จึงไม่สามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้ วรรณภา (2540) กล่าวว่า พืชสกุลนี้ ได้แก่ กระเจียวแดง กระเจียวส้ม และขมิ้นอ้อยมีจำนวนโครโมโซม $2n = 42$ กระเจียวท่าอ่าง และกระเจียวสูงเนิน มีจำนวนโครโมโซม $2n = 56$ และขมิ้นชัน มีจำนวนโครโมโซม $2n = 63$ นอกจากนี้กล่าวว่า พืชสกุลนี้มีขนาดของโครโมโซมเล็กมาก แม้อุณหภูมิที่ต้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

พืชสกุลขิง พบว่า มีจำนวนโครโมโซม $2n = 22$ มีความยาวโครโมโซมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 83.895 – 95.432 ไมครอน ซึ่งต่างจาก Omanakumari and Mathew (1985) ที่พบว่า ขิง กะทือ *Z. wightianum* Thw. และ *Z. macrostachyum* Dalz. มีความยาวโครโมโซมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 32.840 – 59.600 ไมครอน และพบชนิดโครโมโซม 3 ชนิด คือ metacentric chromosome submetacentric chromosome และ acrocentric chromosome

การทดลองที่ 4 แบบแผน allozyme

ลักษณะรูปแบบไอโซไซม์ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยศึกษาไอโซไซม์ 4 ชนิด ได้แก่ acid phosphatase, esterase, malate dehydrogenase และ peroxidase จากตำแหน่ง จำนวน และขนาดของแถบ แสดงรายละเอียดเป็นภาพถ่ายการแสดงผลของไอโซไซม์ แผนภาพไอโซไซม์ หรือไซโมแกรม และรูปแบบไซโมแกรมของเอนไซม์แต่ละชนิด ดังนี้

4.1 รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase

รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase มีแถบที่สามารถพบได้ 10 แถบ เมื่อวัดค่า Rm ของ แถบ ได้ตำแหน่งของแถบที่ Rm มีค่าเท่ากับ 0.133 0.237 0.311 0.348 0.407 0.422 0.444 0.896 0.956 และ 0.985 ความหนาของแถบ 1 – 5 มิลลิเมตร โดยแต่ละชนิดมีจำนวน 1 – 4 แถบ ปრაกฏ 1 แถบ คือ A = ข่า ปრაกฏ 2 แถบ คือ B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ H = ขม้นดำ I = ขิง K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ ปრაกฏ 3 แถบ คือ D = ข่าน้ำ F = ขม้นอ้อย G = ขม้นขาว และ J = ไพล ปრაกฏ 4 แถบ คือ E = ขม้นชัน ดังรายละเอียดในภาพที่ 68 69 และ จัดกลุ่มพืชออกได้เป็น 13 กลุ่ม (ภาพที่ 70) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ A ข่า ปრაกฏแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.985 ความหนาของแถบเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ B ข่าหยวก ปრაกฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.311 และ 0.348 ความหนาของแถบ 2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ C ข่าใหญ่ ปრაกฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.896 และ 0.956 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 3 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ D ข่าน้ำ ปრაกฏแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.348 0.896 และ 0.956 ความหนาของแถบ 5 5 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ E ขม้นชัน ปრაกฏแถบ 4 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.237 0.348 0.896 และ 0.956 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 6 ได้แก่ F ขม้นอ้อย ปრაกฏแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.237 0.348 0.985 ความหนาของแถบ 3 2 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 ได้แก่ G ขมิ้นขาว ปรากฏแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.348 และ 0.896 และ 0.985 ความหนาของแถบ 3 4 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 8 ได้แก่ H ขมิ้นดำ และ K ไพลดำ ปรากฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.407 และ 0.896 ความหนาของแถบ 3 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับในขมิ้นดำ และความหนาของแถบ 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับในไพลดำ

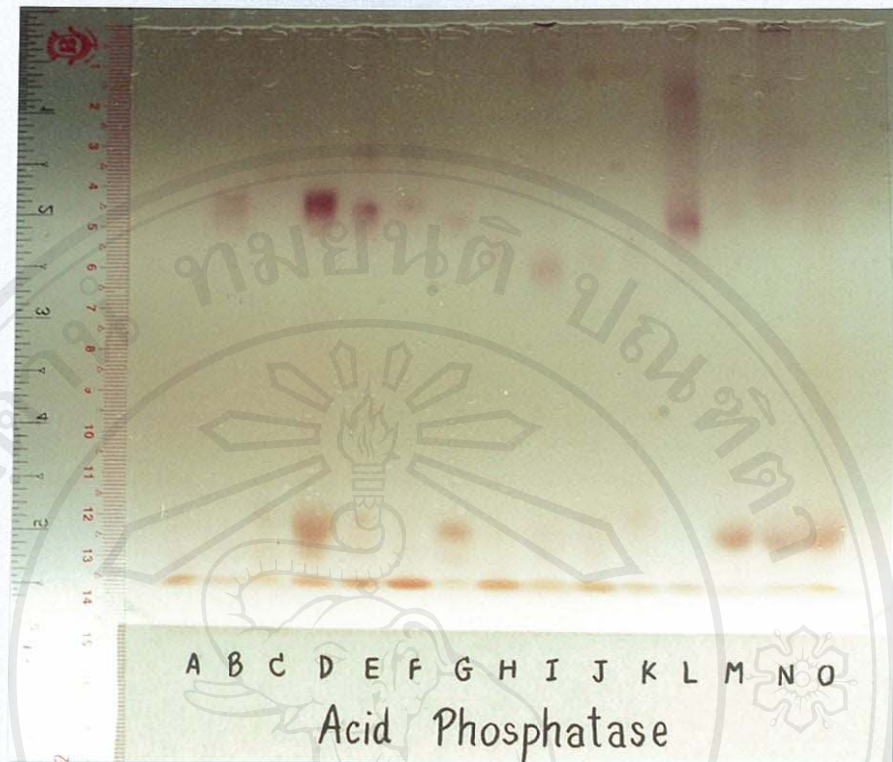
กลุ่มที่ 9 ได้แก่ I จิง ปรากฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.444 และ 0.985 ความหนาของแถบ 4 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 10 ได้แก่ J ไพล ปรากฏแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.422 0.896 และ 0.985 ความหนาของแถบ 2 3 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 11 ได้แก่ L กะทือ ปรากฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.133 และ 0.348 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 4 มิลลิเมตร

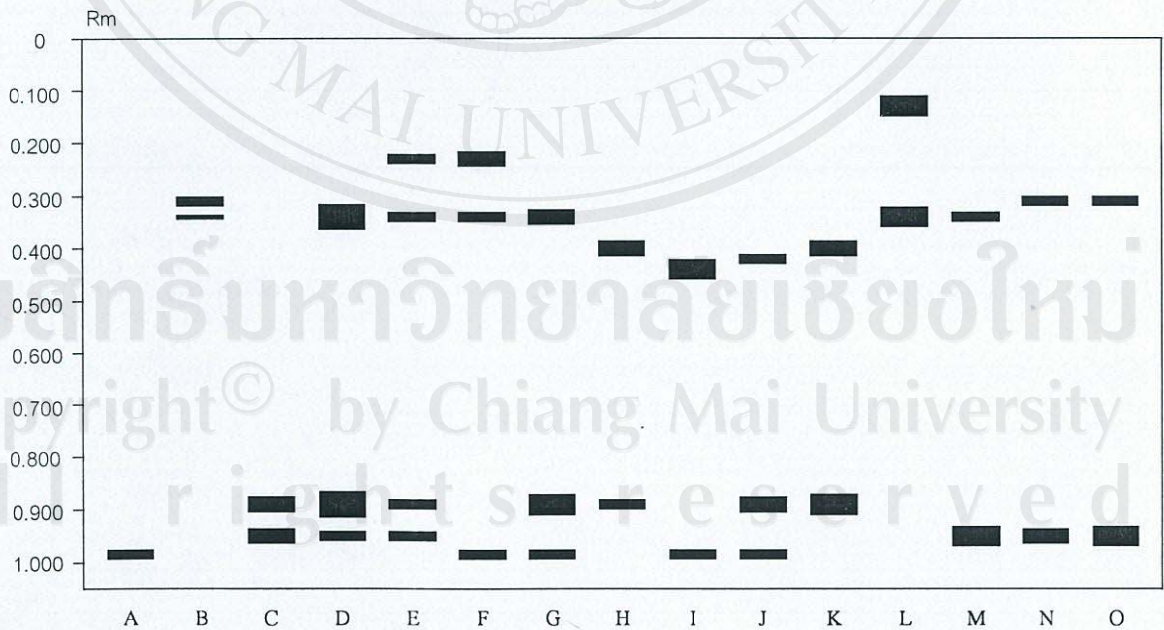
กลุ่มที่ 12 ได้แก่ M กระวานขาว ปรากฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.348 และ 0.956 ความหนาของแถบ 2 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 13 ได้แก่ N กระชาย และ O กระชายดำ ปรากฏแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า Rm เท่ากับ 0.311 และ 0.956 ความหนาของแถบ 2 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับในกระชาย และความหนาของแถบ 2 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับในกระชายดำ



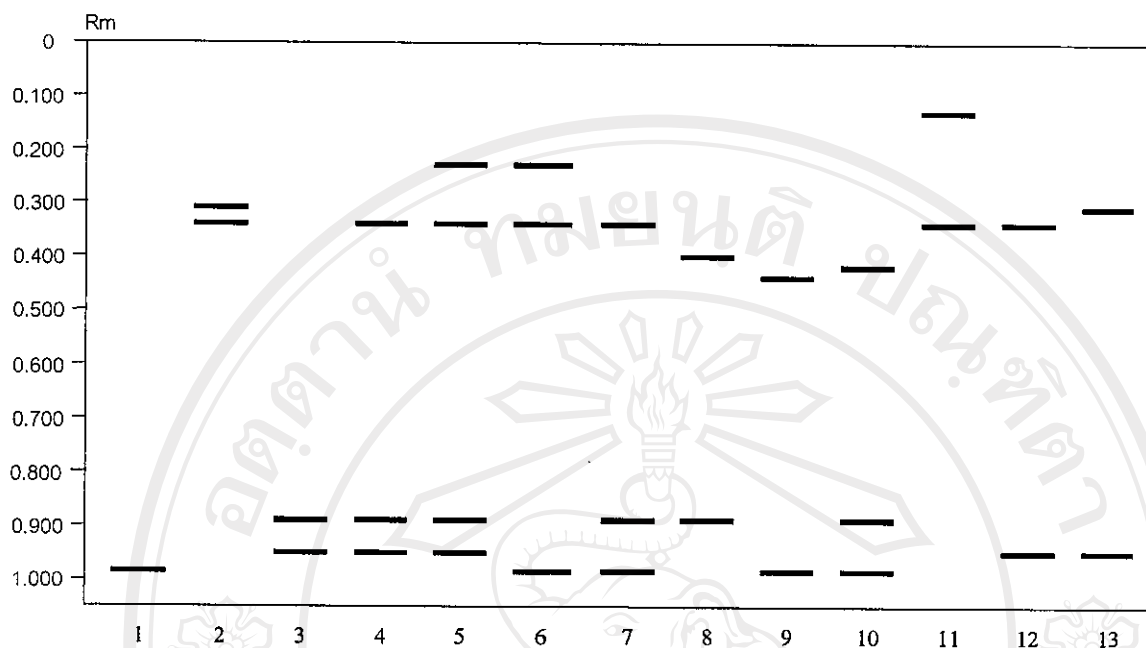
ภาพที่ 68 การแสดงออกของไอโซไซม์ acid phosphatase ของพืชตระกูลบิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = จิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 69 ไซโมแกรมของไอโซไซม์ acid phosphatase ของพืชตระกูลบิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = จิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

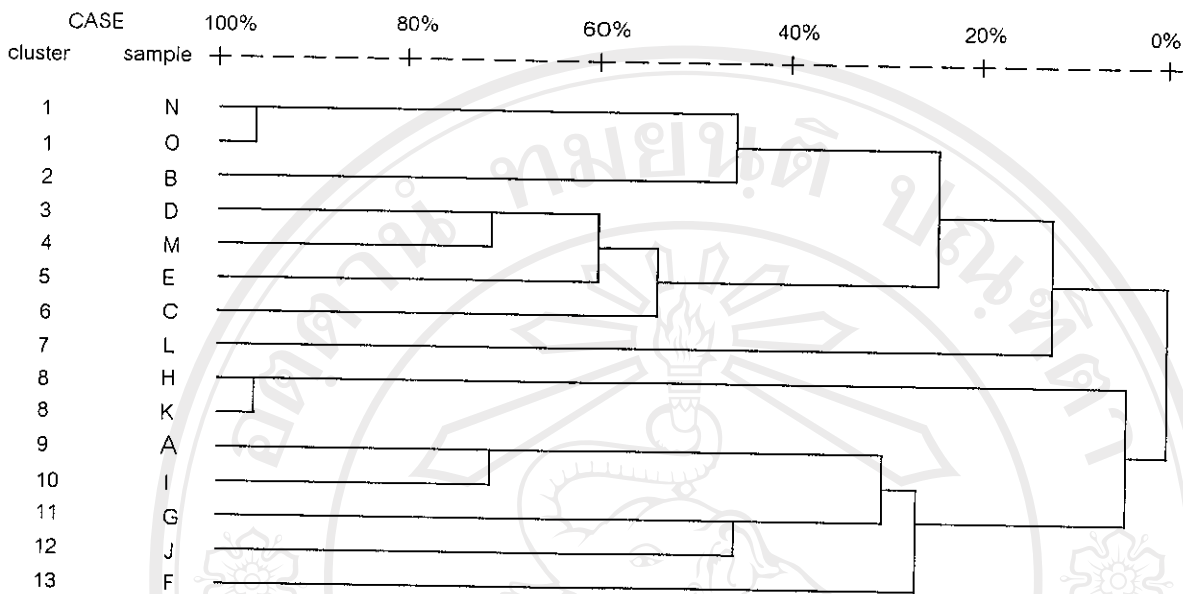


ภาพที่ 70 รูปแบบไซโมแกรมของไอโซไซม์ acid phosphatase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ในการวิเคราะห์กลุ่มพืชโดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase หาความแตกต่างและการหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิงทั้ง 15 ชนิด ที่ค่าความคล้ายคลึงกัน 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกพืชได้ 13 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประกอบด้วยพืชเพียงชนิดเดียว มี % similarity อยู่ระหว่าง 0 - 52% จำนวน 11 กลุ่ม ได้แก่ B = ข่าหยวก D = ข่าน้ำ M = กระวานขาว E = ขมิ้นชัน C = ข่าใหญ่ L = กะทือ A = ข่า I = ขิง G = ขมิ้นขาว J = ไพล F = ขมิ้นอ้อย และกลุ่มพืชที่ประกอบด้วยพืช 2 ชนิดมี % similarity ที่ 96% จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) N = กระชาย O = กระชายดำ (2) H = ขมิ้นดำ K = ไพลดำ ดังรายละเอียดในภาพที่ 71

All rights reserved

Rescaled Distance Cluster Combine



ภาพที่ 71 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

4.2 รูปแบบไอโซไซม์ esterase

รูปแบบไอโซไซม์ esterase มีแถบที่พบได้ 14 แถบ เมื่อวัดค่า Rm ของแถบ ได้ตำแหน่งของแถบที่ Rm มีค่าเท่ากับ 0.148 0.178 0.237 0.274 0.333 0.348 0.407 0.444 0.481 0.519 0.570 0.593 0.630 และ 0.667 ความหนาของแถบ 1 - 6 มิลลิเมตร โดยแต่ละชนิดมีจำนวนแถบ 1 - 4 แถบ ปรากฏ 1 แถบ คือ A = ข่า C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ H = ขมิ้นดำ ปรากฏ 2 แถบ คือ B = ข่าหยวก M = กระวานขาว N = กระชาย ปรากฏ 3 แถบ คือ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว J = ไพล L = กะทือ O = กระชายดำ และปรากฏ 4 แถบ คือ I = ขิง K = ไพลดำ ดังรายละเอียดในภาพที่ 72 73 และจัดกลุ่มพืชออกได้เป็น 14 กลุ่ม (ภาพที่ 74) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ A ข่า และ C ข่าใหญ่ ปราบกฎแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.593 ความหนาของแถบ เท่ากับ 2 มิลลิเมตรเท่ากันทั้ง 2 ชนิด

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ B ข่าหยาบ ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.570 และ 0.593 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ D ข่าน้ำ ปราบกฎแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.667 ความหนาของแถบ เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ E ขมื่นชัน ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.570 0.593 และ 0.667 ความหนาของแถบ เท่ากัน คือ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ F ขมื่นอ้อย ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.148 0.593 และ 0.667 ความหนาของแถบ 1 2 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 ได้แก่ G ขมื่นขาว ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.148 0.593 และ 0.630 ความหนาของแถบ 1 2 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 ได้แก่ H ขมื่นดำ ปราบกฎแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.333 ความหนาของแถบ เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 8 ได้แก่ I จิง ปราบกฎแถบ 4 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.148 0.444 0.481 และ 0.519 ความหนาของแถบ 1 2 3 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 9 ได้แก่ J ไพล ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.593 0.630 และ 0.667 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 10 ได้แก่ K ไพลดำ ปราบกฎแถบ 4 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.237 0.274 0.333 และ 0.348 ความหนาของแถบ 2 2 2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 11 ได้แก่ L กะทือ ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.333 0.444 และ 0.630 ความหนาของแถบ 6 2 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 12 ได้แก่ M กระวานขาว ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.237 และ 0.333 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 3 มิลลิเมตร

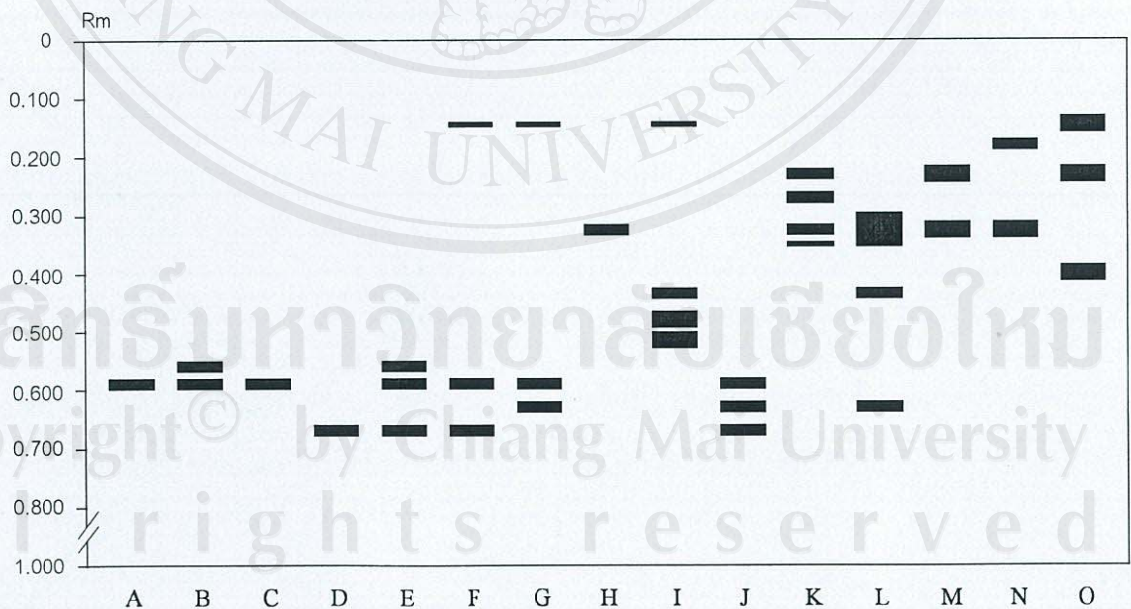
กลุ่มที่ 13 ได้แก่ N กระชาย ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.178 และ 0.333 ความหนาของแถบ 2 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 14 ได้แก่ O กระชายดำ ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.148 0.237 และ 0.407 ความหนาของแถบเท่ากัน คือ 3 มิลลิเมตร



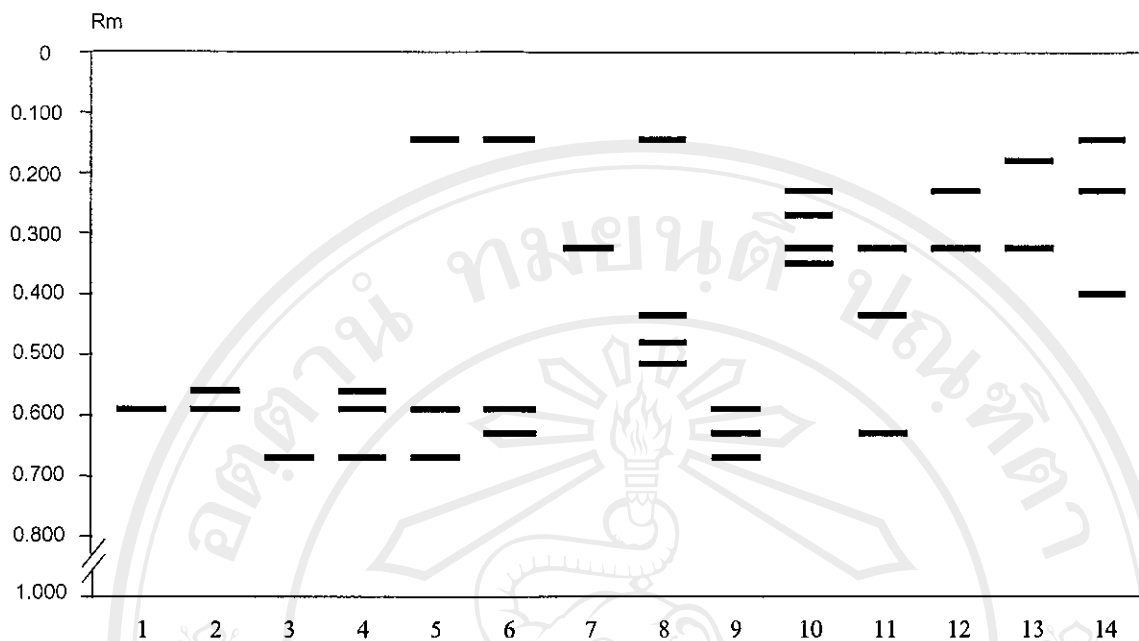
ภาพที่ 72 การแสดงออกของไอโซไซม์ esterase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 73 ไซโมแกรมของไอโซไซม์ esterase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

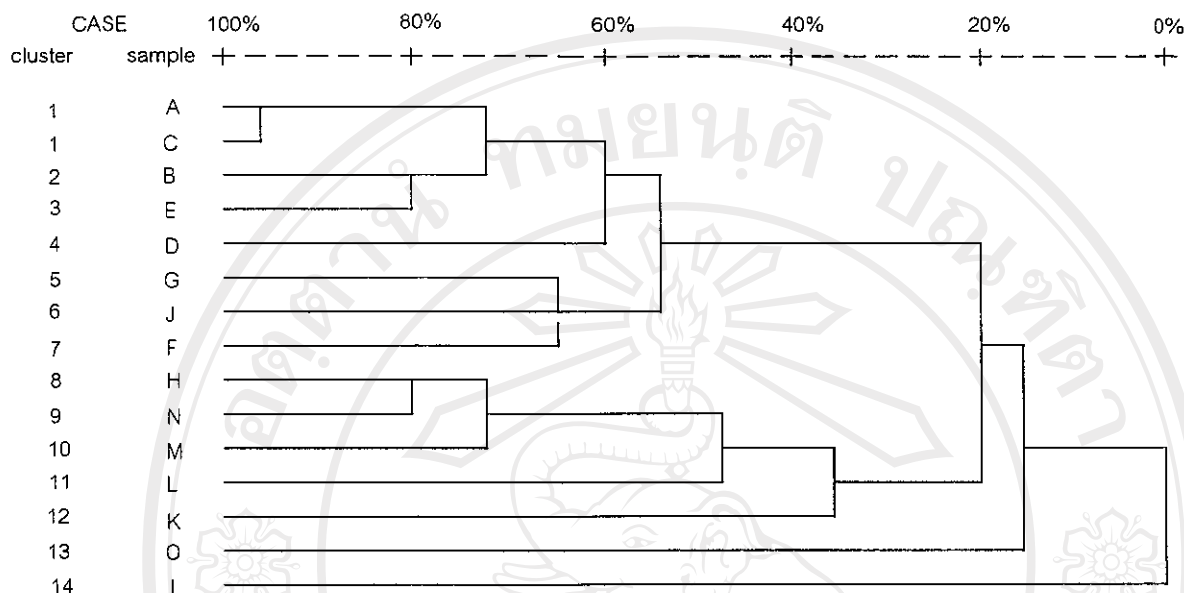


ภาพที่ 74 รูปแบบไอโซแกรมของไอโซไซม์ esterase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ในการวิเคราะห์กลุ่มพืชโดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ esterase หาความแตกต่างและการหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด ที่ค่าความคล้ายคลึงกัน 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกพืชได้เป็น 14 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประกอบด้วยพืชเพียงชนิดเดียวมี % similarity อยู่ระหว่าง 0 - 80% จำนวน 13 กลุ่ม ได้แก่ B = ข่าหยวก E = ขมิ้นชัน D = ข่าน้ำ G = ขมิ้นขาว J = ไพล F = ขมิ้นอ้อย H = ขมิ้นดำ N = กระชาย M = กระวานขาว L = กะทือ K = ไพลดำ O = กระชายดำ I = ขิง และกลุ่มพืช 2 ชนิดมี % similarity ที่ 96% จำนวน 1 กลุ่ม คือ A = ข่า และ C = ข่าใหญ่ ดังรายละเอียดในภาพที่ 75

All rights reserved

Rescaled Distance Cluster Combine



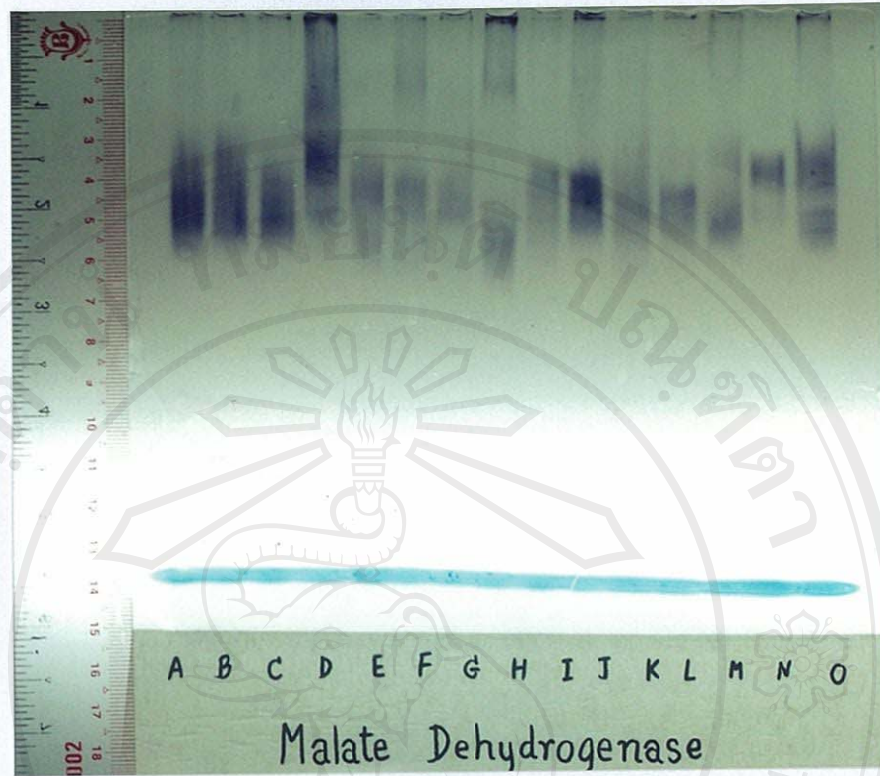
ภาพที่ 75 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด
โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ esterase

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

4.3 รูปแบบไอโซไซม์ malate dehydrogenase

รูปแบบไอโซไซม์ malate dehydrogenase มีแถบสีที่สามารถพบได้ 7 แถบ เมื่อวัดค่า Rm ของแถบ ได้ตำแหน่งของแถบที่ Rm มีค่าเท่ากับ 0.146 0.255 0.292 0.328 0.350 0.365 และ 0.409 ความหนาของแถบ 3 - 10 มิลลิเมตร โดยแต่ละชนิดมีจำนวนแถบ 1 - 3 แถบ ปรากฏ 1 แถบ คือ A = ข่า B = ข่าหยวก G = ขมิ้นขาว I = ขิง K = ไพลดำ L = กะทือ N = กระชาย ปรากฏ 2 แถบ คือ C = ข่าใหญ่ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย H = ขมิ้นดำ J = ไพล M = กระวานขาว O = กระชายดำ ปรากฏ 3 แถบ คือ D = ข่าน้ำ ดังรายละเอียดในภาพที่ 76 77 และจัดกลุ่มพืชออกได้เป็น 11 กลุ่ม (ภาพที่ 78) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ได้แก่ A ขำ B ขำหยวก G ขมิ้นขาว I จิง และ L กะทือ ปรางกุญ
แถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.350 ความหนาของแถบ 10 10 6 6 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 2 ได้แก่ C ขำใหญ่ ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.292 และ
0.365 ความหนาของแถบ 4 และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 3 ได้แก่ D ขำน้ำ ปรางกุญแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.146 0.255
และ 0.365 ความหนาของแถบ 4 8 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 4 ได้แก่ E ขมิ้นชัน ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.328 และ
0.409 ความหนาของแถบ 6 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 5 ได้แก่ F ขมิ้นอ้อย ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.146 และ
0.328 ความหนาของแถบ 3 และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 6 ได้แก่ H ขมิ้นดำ ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.146 และ
0.409 ความหนาของแถบ 3 และ 8 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 7 ได้แก่ J ไพล ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.146 และ 0.365
ความหนาของแถบ 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 8 ได้แก่ K ไพลดำ ปรางกุญแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.365 ความ
หนาของแถบ เท่ากับ 8 มิลลิเมตร
- กลุ่มที่ 9 ได้แก่ M กระวานขาว ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.255
และ 0.365 ความหนาของแถบ 4 และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- กลุ่มที่ 10 ได้แก่ N กระชาย ปรางกุญแถบ 1 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.292 ความ
หนาของแถบ เท่ากับ 8 มิลลิเมตร
- กลุ่มที่ 11 ได้แก่ O กระชายดำ ปรางกุญแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.292 และ
0.409 ความหนาของแถบ 10 และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ



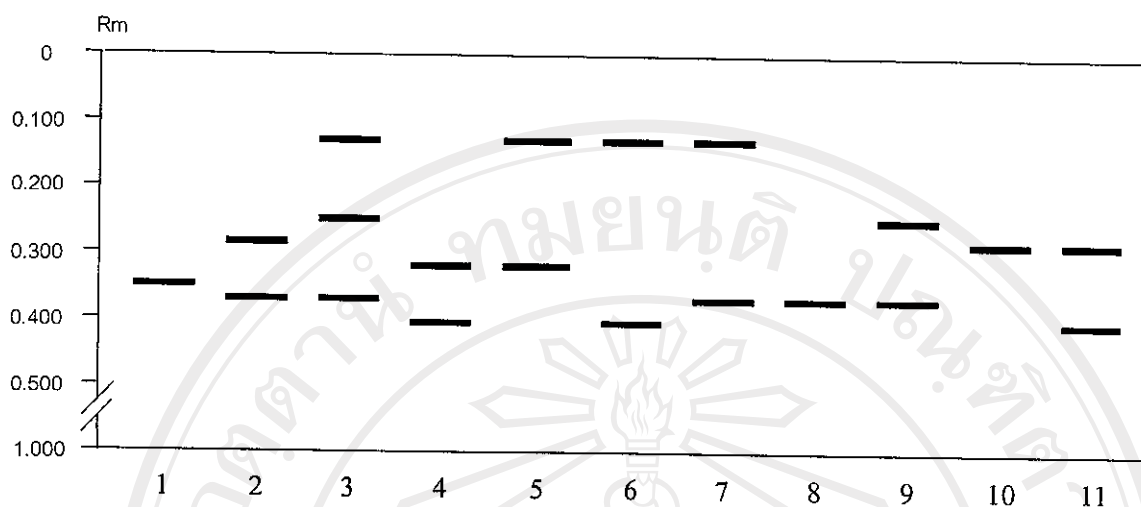
ภาพที่ 76 การแสดงออกของไอโซไซม์ malate dehydrogenase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 77 ไซโมแกรมของไอโซไซม์ malate dehydrogenase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

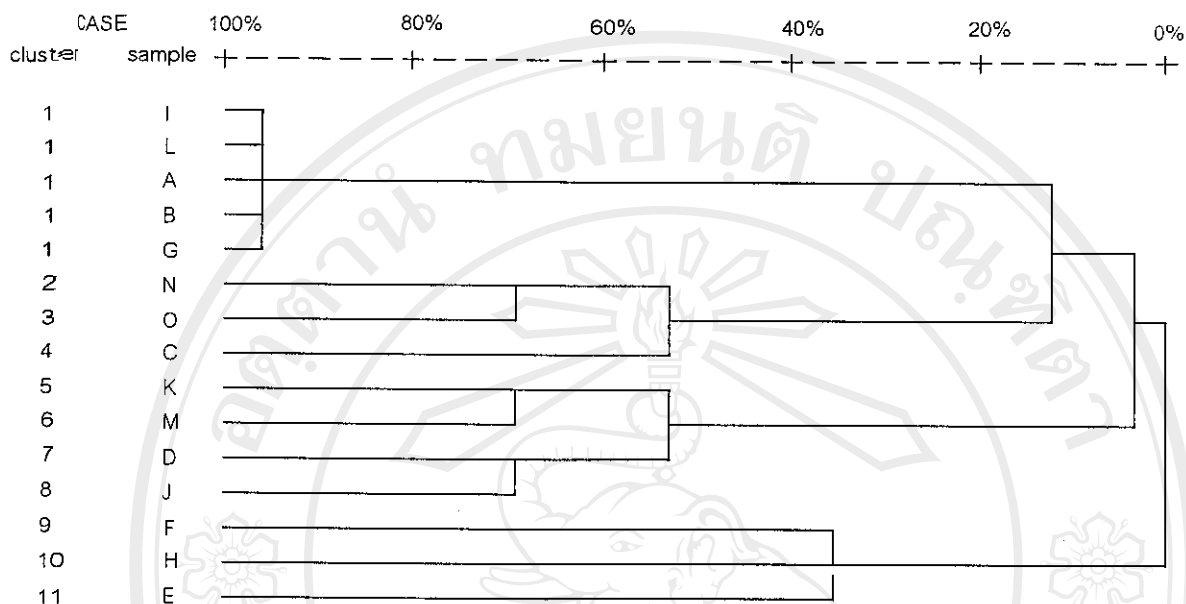
A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 78 รูปแบบไอโซเอนไซม์ของไอโซไซม์ malate dehydrogenase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ในการวิเคราะห์กลุ่มพืชโดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ malate dehydrogenase หาความแตกต่างและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด ที่ค่าความคล้ายคลึงกันที่ 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกพืชได้เป็น 11 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประกอบด้วยพืชเพียงชนิดเดียว มี % similarity อยู่ระหว่าง 0 - 49% จำนวน 10 กลุ่ม มีดังนี้ N = กระชาย O = กระชายดำ C = ข่าใหญ่ K = ไพลดำ M = กระวานขาว D = ข่าน้ำ J = ไพล F = ขมิ้นอ้อย H = ขมิ้นดำ E = ขมิ้นชัน และกลุ่มพืชที่มี 5 ชนิด มี % similarity ที่ 96% จำนวน 1 กลุ่ม คือ I = ขิง L = กะทือ A = ข่า B = ข่าหยวก และ G = ขมิ้นขาว ดังรายละเอียดในภาพที่ 79

Rescaled Distance Cluster Combine



ภาพที่ 79 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ malate dehydrogenase

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

4.4 รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase

รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase มีแถบที่สามารถพบได้ 11 แถบ เมื่อวัดค่า R_m ของแถบ ได้ตำแหน่งของแถบที่ R_m มีค่าเท่ากับ 0.105 0.140 0.175 0.210 0.287 0.315 0.350 0.385 0.420 0.434 และ 0.469 ความหนาของแถบ 2 - 10 มิลลิเมตร โดยแต่ละชนิดมีจำนวน 2 - 4 แถบ แถบที่ปรากฏ 2 แถบ คือ A = ข่า C = ข่าใหญ่ E = ขมิ้นชัน J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ ปรากฏ 3 แถบ คือ B = ข่าหยวก D = ข่าน้ำ F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ และปรากฏ 4 แถบ คือ I = ขิง ดังรายละเอียดในภาพที่ 80 81 และจัดกลุ่มพืชออกได้เป็น 12 กลุ่ม (ภาพที่ 82) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ A ข่า และ C ข่าใหญ่ ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.140 และ 0.434 ความหนาของแถบ 3 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับในข่า ความหนาของแถบ 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับในข่าใหญ่

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ B ข่าหยาบ ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.140 0.420 และ 0.469 ความหนาของแถบ 4 3 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ D ข่าน้ำ ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 0.385 และ 0.420 ความหนาของแถบ 2 2 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ E ขมื่นชัน ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.315 และ 0.350 ความหนาของแถบเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ F ขมื่นฮ้อย ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 0.315 และ 0.350 ความหนาของแถบ 2 3 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 ได้แก่ G ขมื่นขาว ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.140 0.287 และ 0.350 ความหนาของแถบ 2 4 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 ได้แก่ H ขมื่นดำ ปราบกฎแถบ 3 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 0.287 และ 0.315 ความหนาของแถบเท่ากับ 2 มิลลิเมตร

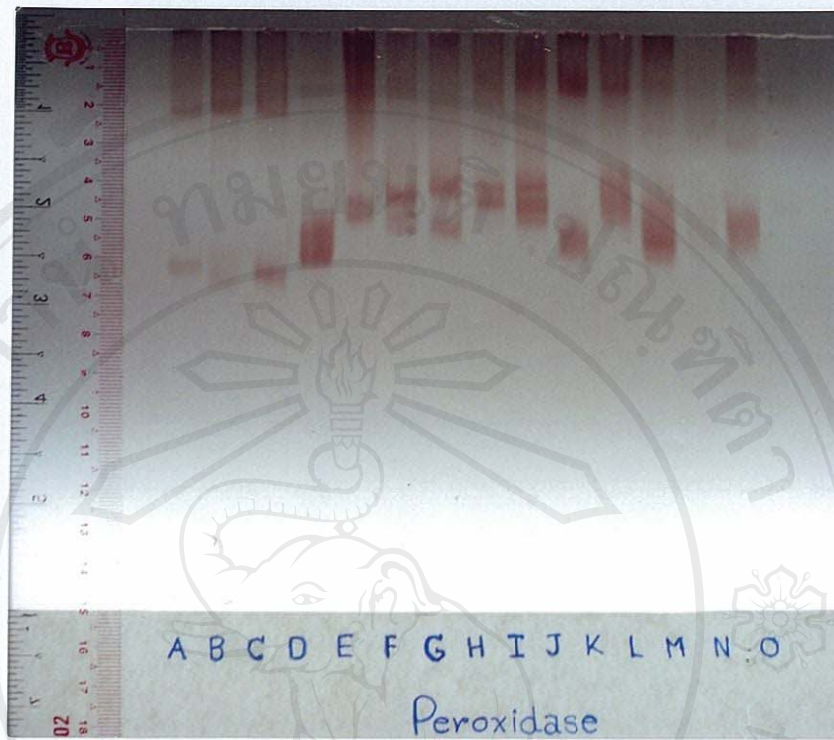
กลุ่มที่ 8 ได้แก่ I ขิง ปราบกฎแถบ 4 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 0.287 0.315 และ 0.350 ความหนาของแถบ 2 2 3 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 9 ได้แก่ J ไพล และ L กะทือ ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 และ 0.385 ความหนาของแถบ 4 และ 8 มิลลิเมตร ตามลำดับในไพล และความหนาของแถบ 2 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับในกะทือ

กลุ่มที่ 10 ได้แก่ K ไพลดำ และ O กระชายดำ ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.105 และ 0.315 ความหนาของแถบ 3 และ 8 มิลลิเมตร ตามลำดับในไพลดำ และความหนาของแถบ 2 และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับในกระชายดำ

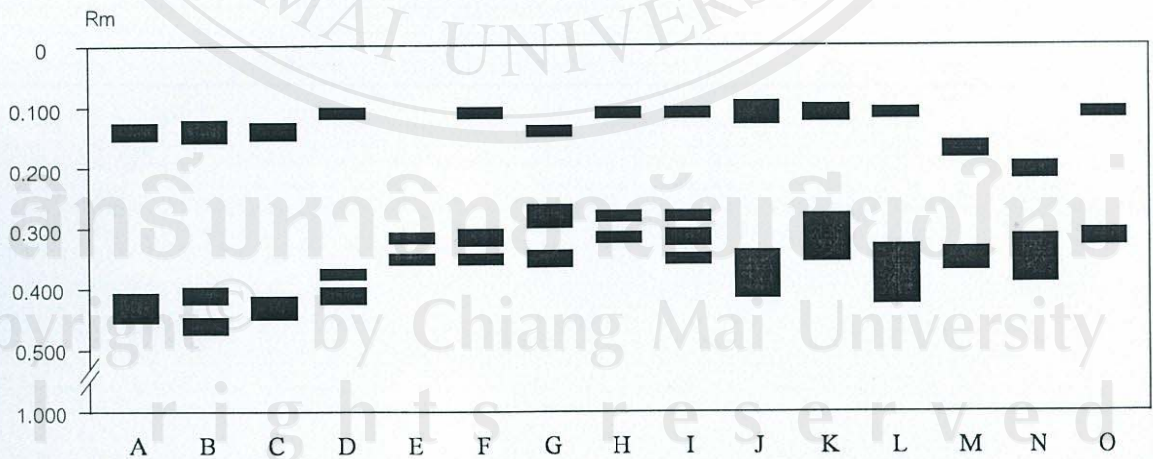
กลุ่มที่ 11 ได้แก่ M กระวานขาว ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.175 และ 0.350 ความหนาของแถบ 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 12 ได้แก่ N กระชาย ปราบกฎแถบ 2 แถบ ซึ่งมีค่า R_m เท่ากับ 0.210 และ 0.350 ความหนาของแถบ 3 และ 8 มิลลิเมตร ตามลำดับ



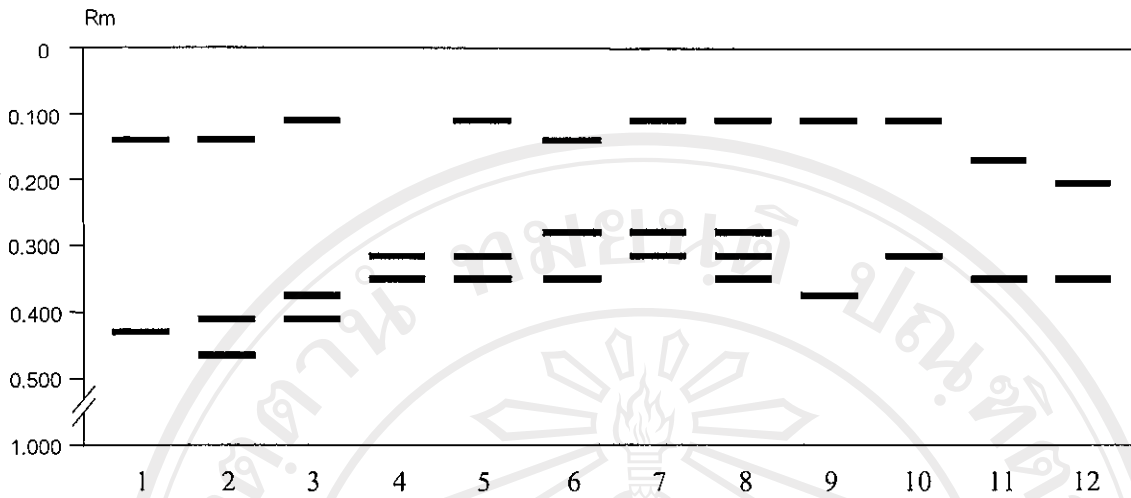
ภาพที่ 80 การแสดงออกของไอโซไซม์ peroxidase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 81 ไซโมแกรมของไอโซไซม์ peroxidase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

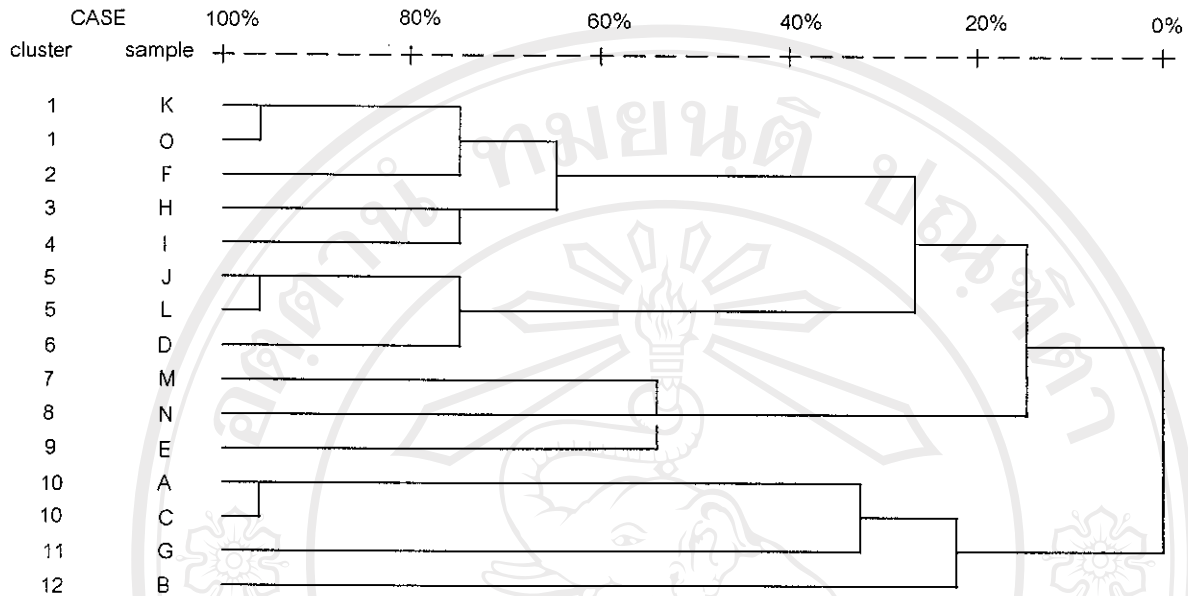
A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ



ภาพที่ 82 รูปแบบไซโมแกรมของไอโซไซม์ peroxidase ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

ในการวิเคราะห์กลุ่มพืชโดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase หาความแตกต่างและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด ที่ค่าความคล้ายคลึงกัน 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกพืชได้เป็น 12 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีชนิดพืชเพียงชนิดเดียวมี % similarity อยู่ระหว่าง 0 - 76% จำนวน 9 กลุ่ม ดังนี้ F = ขมิ้นอ้อย H = ขมิ้นดำ I = ขิง D = ข่าน้ำ M = กระวานขาว N = กระชาย E = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นขาว B = ข่าหยวก กลุ่มพืชที่ประกอบด้วยพืช 2 ชนิดมี % similarity ที่ 96% จำนวน 3 กลุ่ม คือ (1) K = ไพลดำ O = กระชายดำ (2) J = ไพล L = กระเทียม และ (3) A = ข่า C = ข่าใหญ่ ดังรายละเอียดในภาพที่ 83

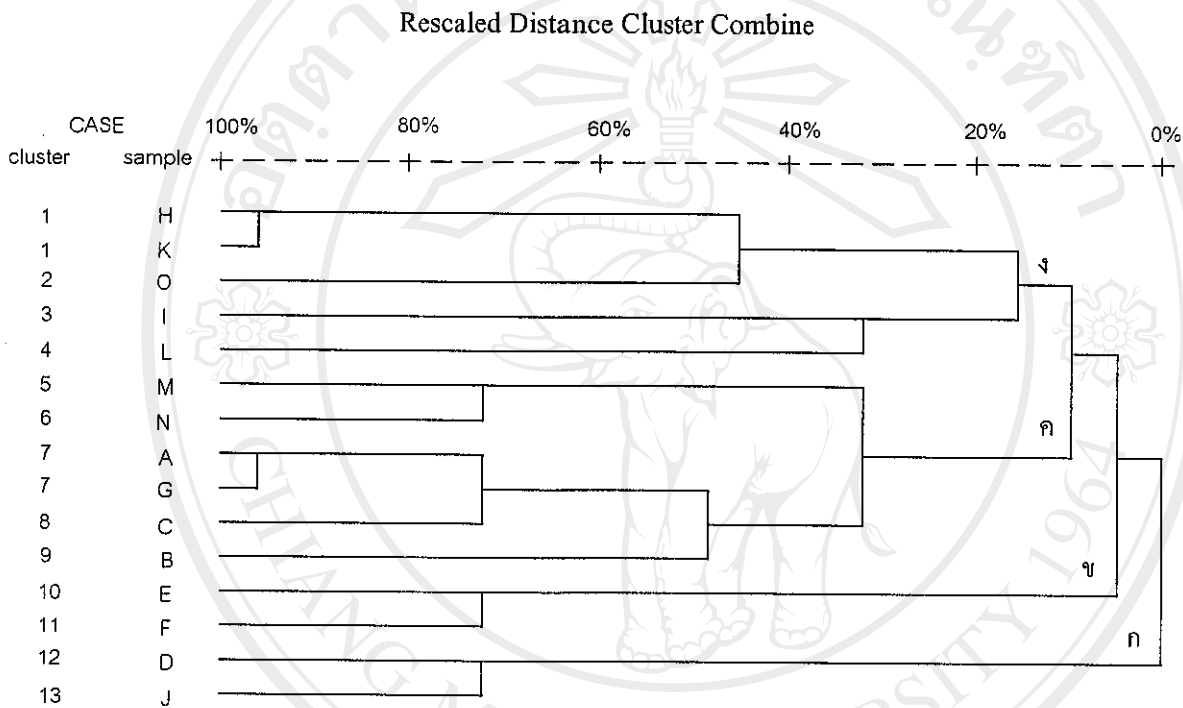
Rescaled Distance Cluster Combine



ภาพที่ 83 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด
โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กะทือ M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ทั้ง 4 ชนิด และค่า % similarity แบ่งกลุ่มพืช ได้ดังนี้ กลุ่มใหญ่มีค่า % similarity อยู่ระหว่าง 0 – 16% และกลุ่มย่อย อยู่ระหว่าง 32 – 96% จัดแบ่งกลุ่มพืชได้ 4 กลุ่ม ดังรายละเอียดในภาพที่ 84



ภาพที่ 84 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ 4 ชนิด

A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่ D = ข่าน้ำ E = ขมิ้นชัน F = ขมิ้นอ้อย G = ขมิ้นขาว H = ขมิ้นดำ
I = ขิง J = ไพล K = ไพลดำ L = กระเทียม M = กระวานขาว N = กระชาย O = กระชายดำ

กลุ่ม ก มี 2 ชนิด ประกอบด้วย D = ข่าน้ำ และ J = ไพล.....(72% similarity)

กลุ่ม ข มี 2 ชนิด ประกอบด้วย E = ขมิ้นชัน และ F = ขมิ้นอ้อย.....(72% similarity)

กลุ่ม ค มีจำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย A = ข่า B = ข่าหยวก C = ข่าใหญ่
G = ขมิ้นขาว M = กระวานขาว และ N = กระชาย แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย
คือ

กลุ่ม ค 1. มี 4 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ค 1.1 มีเพียงชนิดเดียว คือ B = ข่าหยวก.....
.....(48% similarity)

กลุ่ม ค 1.2 มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. มีเพียงชนิดเดียว คือ C = ข่าใหญ่.....(72% similarity)

2. มี 2 ชนิด คือ A = ข่า และ G = ขมิ้นขาว.....
.....(96% similarity)

กลุ่ม ค 2. มี 2 ชนิด คือ M = กระวานขาว และ N = กระชาย.....
.....(72% similarity)

กลุ่ม ง มีจำนวน 5 ชนิด ประกอบด้วย H = ขมิ้นดำ I = ขิง K = ไพลดำ
L = กะทือ และ O = กระชายดำ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ง 1. มี 2 ชนิด คือ I = ขิง และ L = กะทือ..... (32% similarity)

กลุ่ม ง 2. มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ง 2.1 มีเพียงชนิดเดียว คือ O = กระชายดำ.....
.....(45% similarity)

กลุ่ม ง 2.2 มี 2 ชนิด คือ H = ขมิ้นดำ และ K = ไพลดำ.....
.....(96% similarity)

ในการศึกษาแบบแผน allozyme สารตัวกลางที่ใช้คือ โพลีอะคริลามายด์ เจล (polyacrylamide gel) ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไอโซไซม์ที่ทำการทดลองในพืชตระกูลขิง 15 ชนิด มีลักษณะที่แตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมพืชโดยตรง โดยไอโซไซม์แต่ละชนิดมีความเกี่ยวข้องกับจำนวนโลกัส (locus) จำนวนรูปแบบของยีนต่อโลกัส และโครงสร้างโมเลกุลของเอนไซม์ (Simpson and Withers, 1986) แถบสีของไอโซไซม์ที่มีความเข้มไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากการแสดงออกของยีน หรืออัลลีล (allele) ที่แตกต่างกัน พบว่าเอนไซม์ malate dehydrogenase และ peroxidase มีแถบไอโซไซม์ที่เข้มมาก แสดงว่ามีปริมาณและกิจกรรมของเอนไซม์มากกว่า ซึ่งเปรียบเทียบกับเอนไซม์ acid phosphatase และ esterase นอกจากนี้ มีสารบางชนิดที่ปนอยู่ในสารสกัดมีผลต่อจำนวนแถบของไอโซไซม์ด้วย เช่น แทนนิน (tannin) ฟีนอล (phenol) สารเหล่านี้จะมีผลทำให้เห็นแถบไอโซไซม์เป็นแถบเดียวกัน หรือเป็นปื้น (Anderson, 1968) เช่นเดียวกับไอโซไซม์ esterase มีลักษณะเป็นปื้นสีดำ ซึ่งสามารถกำจัดโดยการเติมสาร polyvinylpyrrolidone (PVP) ในขั้นตอนการสกัด (ชวนพิศ, 2531)

การเลือกใช้อิโซไซม์ชนิดใดนั้นจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อนเพื่อเป็นการเลือกไอโซไซม์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกพันธุ์พืช ซึ่งไอโซไซม์ที่นิยมใช้ได้แก่ amino peptidase, amylase, catalase, dehydrogenase, leucinase, peroxidase, phosphatase, phosphorylase และ transaminase ตัวอย่างเช่น การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วย พบว่า ไอโซไซม์ glutamic oxaloacetic transaminase และ peroxidase ให้รูปแบบชัดเจนมากกว่าไอโซไซม์อื่นๆ (เกษมศักดิ์, 2535) เช่นเดียวกับ ชีระพล (2536) ศึกษาแบบไอโซไซม์ของถั่วเขียวพบว่า acid phosphatase, alkaline phosphatase และ esterase ให้รูปแบบที่ชัดเจน มากกว่าเอนไซม์อื่น

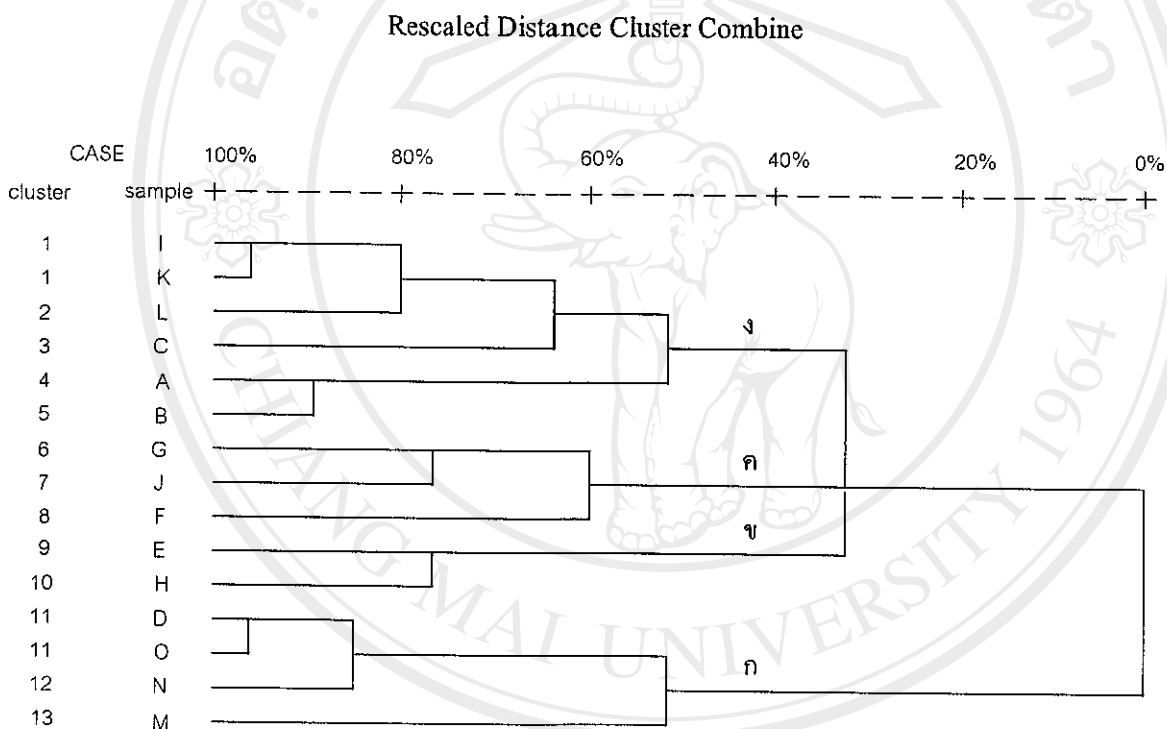
อนึ่ง การเกิดแถบสีของไอโซไซม์มีปัจจัยต่างๆเกี่ยวข้อง เช่น การเก็บตัวอย่างพืชมาจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อายุของพืช และส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้นจึงควรใช้ส่วนของพืช อายุของพืช และสภาวะขณะทำการวิเคราะห์ที่เหมือนกัน ซึ่งจะสามารถนำผลมาเปรียบเทียบกันได้ (ชีระพล, 2536) ดังเช่นการเกิดแถบสีของไอโซไซม์ esterase ที่ขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของมันฝรั่งพบว่า หากพืชมีการสร้างสาร glycosylated สูงจะส่งผลต่อเอนไซม์ esterase มีแถบสีที่ไม่ชัดเจนเพราะว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ที่ต่ำ หรือพืชมีการสร้างคาร์โบไฮเดรตที่สูง จะส่งผลต่อเอนไซม์ esterase มีแถบสีที่ชัดเจน (Racusen and Racusen, 1992) นอกจากนี้ Weeden and Wendel (1989) พบว่าโครงสร้างโมเลกุลของเอนไซม์มีผลต่อการเกิดแถบสีด้วย เช่น เอนไซม์ acid phosphatase มีโครงสร้างแบบ dimer โดยทั่วไปมีจำนวนแถบไอโซไซม์ 1 – 3 แถบ เอนไซม์ malate dehydrogenase มีโครงสร้างแบบ dimer มีจำนวนแถบไอโซไซม์ 3 แถบ และเอนไซม์ esterase มีโครงสร้างแบบ monomer หรือ dimer มีจำนวนแถบไอโซไซม์ 2 – 10

แถบ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง พบว่า เอนไซม์ acid phosphatase และเอนไซม์ esterase มีจำนวนแถบ 1 – 4 แถบที่เท่ากัน ส่วนเอนไซม์ malate dehydrogenase มีจำนวนแถบ 1 – 3 แถบ และ peroxidase มีจำนวนแถบ 2 – 4 แถบ เช่นเดียวกับ Paisooksantivatana *et al.* (2001) ได้ศึกษาพืชสกุลขมิ้น พบว่า เอนไซม์ alcohol dehydrogenase (ADH), leucine aminopeptidase (LAP) และ glutamate dehydrogenase (GDH) มีจำนวนแถบ 2 – 3, 1 – 2 และ 1 – 3 แถบ ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม พบว่า ขมิ้นอ้อยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมน้อยที่สุด เนื่องจากปัจจุบันขมิ้นอ้อยนิยมปลูกเป็นการค้ามากขึ้น ทำให้มีการคัดเลือกพันธุ์มาก ส่วนชนิดอื่นมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก เพราะพันธุ์ที่นำมาปลูกเป็นพันธุ์ป่า ซึ่งปลูกตามธรรมชาติ และไม่ได้คัดเลือกพันธุ์ (หทัยรัตน์, 2545)

ปัจจุบันข้อมูลทางด้านไอโซไซม์ (isozyme markers) ของพืชตระกูลขิงแต่ละชนิดมีจำนวนน้อย ซึ่งบางครั้งข้อมูลทางด้านไอโซไซม์ สามารถนำมาช่วยสนับสนุนทางด้านสัตววิทยา เพราะข้อมูลการด้านไอโซไซม์สามารถระบุความแตกต่างของพืช ทั้งพันธุ์พืช (varieties) และพันธุ์ปลูก (cultivar) ได้ นอกจากนี้ ยังเป็นประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการของพืชแต่ละชนิดได้ (Roxas *et al.*, 1993 ; Rahman and Nito, 1994)

การทดลองที่ 5 การวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ เซลล์วิทยา และแบบแผน allozyme ร่วมกัน วิเคราะห์ทางสถิติแบบนอนพารามตริก ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS release 6.0 คำนวณหาระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อจัดกลุ่มของพืชตามระดับความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 85



ภาพที่ 85 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด

โดยใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ เซลล์วิทยา และแบบแผน allozyme

- A = กระชาย B = กระชายดำ C = กระวานขาว D = กะทือ E = ขมิ้นขาว F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ
 H = ขมิ้นอ้อย I = ข่า J = ข่าน้ำ K = ข่าหยวก L = ข่าใหญ่ M = ขิง N = ไพล O = ไพลดำ

การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความแตกต่าง และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชทดลอง โดยใช้ค่า % similarity แบ่งกลุ่มพืช คือ กลุ่มใหญ่มีค่า % similarity อยู่ระหว่าง 0 – 32% และกลุ่มย่อยอยู่ระหว่าง 52 – 96% จัดกลุ่มพืชได้ 4 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ก มีจำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย D = กะทือ M = ชิง N = ไพล และ O = ไพลดำ แบ่งได้ 3 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ก 1. มีเพียงชนิดเดียว คือ M = ชิง.....(51% similarity)

กลุ่ม ก 2. มีเพียงชนิดเดียว คือ N = ไพล.....(85% similarity)

กลุ่ม ก 3. มี 2 ชนิด คือ D = กะทือ และ O = ไพลดำ....(96% similarity)

กลุ่ม ข มีจำนวน 2 ชนิด ประกอบด้วย E = ขมิ้นขาว และ H = ขมิ้นอ้อย.....
.....(76% similarity)

กลุ่ม ค มีจำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วย F = ขมิ้นชัน G = ขมิ้นดำ และ J = ข่าน้ำ
แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ค 1. มีเพียงชนิดเดียว คือ F = ขมิ้นชัน.....(60% similarity)

กลุ่ม ค 2. มี 2 ชนิด คือ G = ขมิ้นดำ และ J = ข่าน้ำ....(76% similarity)

กลุ่ม ง มีจำนวน 6 ชนิด ประกอบด้วย A = กระจाय B = กระจायดำ C = กระจायขาว
I = ข่า K = ข่าหยวก และ L = ข่าใหญ่ แบ่งได้ 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่ม ง 1. มี 2 ชนิด คือ A = กระจाय และ B = กระจायดำ.....
.....(90% similarity)

กลุ่ม ง 2. มี 4 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม ง 2.1 มีเพียงชนิดเดียว คือ C = กระจायขาว.....
.....(64% similarity)

กลุ่ม ง 2.2 มี 3 ชนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. มีเพียงชนิดเดียว คือ L = ข่าใหญ่.....(80% similarity)

2. มี 2 ชนิด คือ I = ข่า และ K = ข่าหยวก.....
.....(96% similarity)

เมื่อนำข้อมูลทั้ง 4 การทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ แบ่งกลุ่มพืชได้ 4 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีลักษณะต่างๆ อธิบายได้ ดังนี้

กลุ่ม ก ได้แก่ กะทือ จิง ไพล และไพลดำ จัดอยู่ในสกุลจิง ลักษณะสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน คือ ผิวแ่งสีน้ำตาล เนื้อสีเหลือง ส่วนกะทือมีเนื้อสีม่วงอ่อน กะทือ จิง และไพล ใบเรียงแบบสลับ รูปใบหอก ส่วนไพลดำรูปใบหอกกลับ กะทือและไพลดำฐานใบรูปกลม ส่วนจิงและไพลฐานใบมน กะทือและไพลดำปลายใบแหลม จิงและไพลส่วนปลายใบเรียวแหลม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากมีรูปร่างเซลล์พาราคีมารูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม เซลล์วิทามีจำนวนโครโมโซม 22 แท่ง ($2n = 22$) เท่ากัน จำนวนแถบไอโซไซม์ทั้ง 4 ชนิด มี 1 - 4 แถบ

กลุ่ม ข ได้แก่ ขมิ้นขาว และขมิ้นอ้อย จัดอยู่ในสกุลขมิ้น ลักษณะสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน คือ ผิวแ่งสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีเหลือง ใบเรียงแบบเวียน รูปใบหอก ฐานใบรูปกลมหรือมน ปลายใบเรียวแหลม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากมีรูปร่างเซลล์พาราคีมารูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม เซลล์วิทามีจำนวนโครโมโซม 32 แท่ง ($2n = 32$) และขมิ้นอ้อยมีจำนวนโครโมโซม 42 แท่ง ($2n = 42$) จำนวนแถบไอโซไซม์ทั้ง 4 ชนิด มี 1 - 3 แถบ

กลุ่ม ค ได้แก่ ขมิ้นชัน ขมิ้นดำ จัดอยู่ในสกุลขมิ้น ข่าน้ำ จัดอยู่ในสกุลข่า ลักษณะสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน คือ ผิวแ่งสีเหลืองส้ม เนื้อสีเหลืองหรือเหลืองเข้ม ขมิ้นชันและขมิ้นดำใบเรียงแบบเวียน รูปใบไข่หรือรูปใบหอก ฐานใบมนหรือรูปกลม ปลายใบเรียวแหลม ข่าน้ำใบเรียงแบบสลับ รูปใบหอกกลับ ฐานใบรูปกลม ปลายใบเรียวแหลม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากมีรูปร่างเซลล์พาราคีมารูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม เซลล์วิทามีจำนวนโครโมโซม 63 แท่ง ($2n = 63$) เท่ากัน ข่าน้ำมีจำนวนโครโมโซม 48 แท่ง ($2n = 48$) จำนวนแถบไอโซไซม์ทั้ง 4 ชนิด มี 1 - 4 แถบ

กลุ่ม ง ได้แก่ กระจाय จัดอยู่ในสกุลกระจाय กระจायดำ จัดอยู่ในสกุลเปราะหอม กระจायขาว จัดอยู่ในสกุลกระจाय ข่า ข่าหยวก และข่าใหญ่ จัดอยู่ในสกุลข่า ซึ่งแต่ละชนิดมีลักษณะสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน คือ ผิวแ่งสีน้ำตาลหรือสีเหลือง เนื้อสีเหลืองหรือสีม่วงดำ ใบเรียงแบบสลับ ใบรูปไข่หรือรูปใบหอก ฐานใบรูปกลมหรือมน ปลายใบแหลม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากมีรูปร่างเซลล์พาราคีมารูปร่างสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม เซลล์วิทามีจำนวนโครโมโซม 36 แท่ง ($2n = 36$) เท่ากัน กระจायขาว ข่า ข่าหยวก และข่าใหญ่มีจำนวนโครโมโซม 48 แท่ง ($2n = 48$) เท่ากัน จำนวนแถบไอโซไซม์ทั้ง 4 ชนิด มี 1 - 3 แถบ