ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ | ชีววิทยาป่าไม้

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง กายวิภาคของใบยูคาลิปตัสที่ต้านทานแตนสร้างปม

Leaf Anatomy of The Eucalyptus Tolerating to Gall Wasp (*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle)

นามผู้วิจัย นางสาววันวิสา ภูไชยศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สมคิด สิริพัฒนดิลก, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์สุธีร์ ดวงใจ, Dr.rer.net.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจักขณ์ ฉิมโฉม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

กายวิภาคของใบยูคาลิปตัสที่ต้านทานแตนสร้างปม

Leaf Anatomy of The Eucalyptus Tolerating to Gall Wasp (*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle)

โดย

นางสาววันวิสา ภูไชยศรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันวิสา ภูไชยศรี 2556: กายวิภาคของใบยูคาลิปตัสที่ต้านทานแตนสร้างปม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมคิด สิริพัฒนดิลก, Ph.D. 100 หน้า

การปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสประสบกับปัญหาจากแตนสร้างปม (*Leptocybe invasa*) ที่ระบาดอย่างหนักในประเทศไทย จากปัญหานี้จึงได้ทำการศึกษาการถ่ายทอดและกายวิภาคของยูคาลิปตัสสายต้นที่ทนและไม่ทนแตนสร้างปม แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะจากแม่ไปสู่ลูก โดยการเตรียมกล้าจากเมล็ดที่เก็บจากแม่ไม้สายต้น D1, K25, K51, ซึ่งเป็นสายต้นที่อ่อนแอ และ T5, 18A30 และ CT168 เป็นสายต้นที่ทน แล้วปล่อยให้แตนสร้างปมเข้าทำลาย ติดตามการถูกทำลายและการเกิดปม สำหรับการศึกษาทางกายวิภาค โดยเลือกท่อนพันธุ์จากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้นคือ H4, CT76 ซึ่งได้จากบริษัทสยามฟอเรสทรีจำกัด และ K7, K25, K51, T5 จากหน่อจากการกานโคนต้นแม่ไม้ภายในคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สายต้น H4 และ T5 มีความทน ส่วนสายต้นที่เหลือ อ่อนแอต่อแตนสร้างปม โดยเก็บใบอ่อนอายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ นำแช่ในกลูตาราลดีไฮด์ 3 % ในน้ำ ย้อมสีชิ้นบางด้วย safranin O นำชิ้นบางที่ได้ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การศึกษาพบมีการถ่ายทอดความอ่อนแอและความทนต่อแตนสร้างปมที่ผลิตกล้าจากแม่ไม้ที่ทน พบมีความทนลดลง ส่วนลักษณะทางกายวิภาคของแผ่นใบยูคาลิปตัส 6 สายต้น คล้ายกัน คือมีชั้นเนื้อเยื่อผิว ชั้นเดียวอยู่ด้านนอก ข้างใต้มีพาลิเซด 2 ชั้น หนา ใกล้เคียงกันทั้งด้านบนและด้านล่าง ระหว่างพาลิเซดเป็นชั้นพาเรงคิมาเรียงอัดแน่นไม่มีช่องว่าง เส้นใบย่อยขนาดเล็กมีพาเรงคิมาหุ้ม 1 ชั้น และมีพาเรงคิมาต่อออกมาติดผิวใบด้านล่าง ส่วนก้านใบและเส้นกลางใบทำการศึกษาลักษณะเดียวกัน คือแบ่งเป็นเนื้อเยื่อด้านบนและด้านล่าง เนื้อเยื่อผิวในแต่ละสายต้นรูปร่างลักษณะคล้ายกันแต่ความสูงแตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 12.625- 14.563 ไมครอน ความสูงของเนื้อเยื่อผิวไม่มีความสัมพันธ์กับความทนและไม่ทนแตนสร้างปม เนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบและเส้นกลางใบมีลักษณะทางกายวิภาคทั่วไปคล้ายกันทุกสายต้น เนื้อเยื่อพื้นด้านบนประกอบด้วยคอลเลงคิมา และพาเรงคิมา คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular parenchyma) 4-8 ชั้น ปรากฏใต้ชั้นเนื้อเยื่อผิว จำนวนชั้นผันแปรในแต่ละสายต้นและแต่ละตัวอย่าง เนื้อเยื่อพื้นด้านล่างมีส่วนประกอบคล้ายกัน ในสายต้นที่อ่อนแอต่อแตนสร้างปม ประกอบ ด้วยพาเรงคิมาล้วนๆ ต่างจากสายต้นที่ทน คือ H4 และ T5 ประกอบด้วยคอลเลงคิมาและพาเรงคิมา 7-12 ชั้น มัดท่อลำเลียงมีขนาดใหญ่ เป็นแบบ bicollateral bundle ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนและด้านล่าง ของก้านใบและเส้นกลางใบมีความผันแปรไปตามสายต้นและไม่สัมพันธ์กับความทนและอ่อนแอต่อแตนสร้างปม ความหนาของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนามาก ใน H4 และ T5 มีค่า 7.60 และ 6.27 ไมครอน สายต้นที่ไม่ทนผนังเซลล์บางกว่ามาก มีค่า 2.26- 3.49 ไมครอน การมีคอลเลงคิมาเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อและผนังเซลล์ที่ติดกัน บ่งบอกถึงความทนแตนสร้างปม

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wanwisa Bhuchaisri 2013: Leaf Anatomy of The Eucalyptus Tolerating to Gall Wasp (*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle), Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science, Department of Forestry Biology. Thesis Advisor: Associate Professor Somkid Siripatanadilok, Ph.D. 100 pages.

Leptocybe invasa, a gall wasp is a devastating of eucalyptus plantation in Thailand. The study was to determine the inheritant and anatomical characteristics of eucalyptus tolerant and susceptible to gall wasp. The studies were in two parts, part one involved the inheritance of seedlings collected from six clones which D1, K25, K51 were the susceptible clones and the T5, 18A30 and CT168 were the tolerant clones. One hundred seedlings from each clones were left for gall wasp damage. Damaging wounds and number gall produced were scored. Part two involved anatomical characteristics. Six eucalyptus commercial clones were selected. H4 and T5 were tolerant clones while K7, K25, K51 and CT76 were gall wasp susceptible clones. Rooted cutting material of H4 and CT76 were from Siam Forestry company. The other from stump coppices of the mature trees standing at the Faculty of Forestry, Kasetsart University. Leaf samples of 1-2 weeks old and fixed in 3 % glutaraldehyde in water were collected. Thin sections of petiole, leaf laminar and mid-rib were obtained by free hand cutting with razor blades. The section were further stained with safranin O and investigating under a compound microscope.

Anatomical structural of laminar was similar for six studied clones of which epidermis was one layer, mesophyll was bifacial type with two layers palisade parenchyma at both side. The gall wasp did not damage the leaf laminar. The anatomical structure of petiole and mid-rib were similar which composed epidermis, ground tissue and vascular tissue. The epidermis was similar for both petiole and mid- rib and for all clones while epidermal height varied from 12.62- 14.56 µm. Ground tissue of both petiole and mid-rib differed between adaxial and abaxial . Angular collenchymas 4-8 layers were found at the adaxial ground tissue of both petiole and mid-rib for all clones.The ground tissue differed between the gall wasp tolerant and susceptible clones, the susceptible clones consist of only thin wall parenchyma while the tolerant clones, H4 and T5, consist of 7-12 layers of angular collenchyma and few layers of parenchyma. Vascular bundle was at the middle between ground tissue xylem was flanked by phloem called bicollateral bundle. Width of ground tissue and cell size in ground tissue of both petiole and mid-rib and of all clones did not correlate to gall wasp tolerance. Double wall thickness was thin, 2.263- 3.493 µm, for the susceptible clones while was very thick, 7.60 and 6.27 µm for the tolerant clones of H4 and T5 respectively. Therefore the present of collenchyma and increasing wall thickness in ground tissue exhibited gall wasp tolerance in the tolerant clones.

_____ / ____ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สมคิด สิริพัฒนดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. สุธีร์ ดวงใจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณผู้แทนจากบัณฑิตวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิทย์ แสงทองพราว ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระ วีนิน ประธานการสอบ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ

ขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากรภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนมอบความรู้อันมีประโยชน์และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา อีกทั้งขอขอบคุณบริษัทสยามฟอเรสทรี ที่อนุเคราะห์ต้นกล้ายูคาลิปตัสสำหรับการทดลอง ขอขอบคุณ พี่ศศิธร หาสิน
พี่ฉัตรพรรษ พงษ์เจริญ พี่ยุทธภูมิ เกียรติอุ้มสม พี่ๆเพื่อนๆ (วนศาสตร์ รุ่นที่ 70) และน้องๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ ที่คอยอบรมสั่งสอน สนับสนุนเรื่องการเรียนตั้งแต่เด็กจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งน้องๆทั้งสองคน ที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา และกราบขอบพระคุณและระลึกถึงคุณพ่อ ที่สนับสนุนทุกๆอย่างให้กับข้าพเจ้าในขณะที่คุณพ่อยังมีชีวิตอยู่

วันวิสา ภูไชยศรี

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	27
สรุปและข้อเสนอแนะ	85
สรุป	85
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	94
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความทนทานต่อแตนสร้างปมที่พบในชนิด สายต้นและการผสมข้ามชนิดของยูคาลิปตัส	14
2	ประวัติลักษณะทางสัณฐานและการทนต่อแตนสร้างปมของแม่ไม้ สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30	27
3	ลักษณะทางสัญฐานและการถูกทำลายของยูคาลิปตัสต้นลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่มาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้นแม่ (ตารางที่ 2) T5, D1, CT168, K25,K51 และ 18A30	29
4	ข้อมูลจากการประเมินค่าความเสียหายของยูคาลิปตัสกลุ่มต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้นได้แก่สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30	32
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาของคิวติเคิล บริเวณเส้นกลางใบของใบอ่อนด้านบนของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มต้นกล้า	33
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความหนาคิวติเคิล บริเวณเส้นกลางใบของใบอ่อนด้านล่างของยูคาลิปตัส 6 สายต้น	33
7	ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวติเคิลด้านบนของเส้นกลางใบ ใบที่ขยายเต็มที่ของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มกล้า	34
8	ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวติเคิลด้านล่างของเส้นกลางใบ ใบอ่อนและใบที่ขยายเต็มที่ของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มกล้า	35
9	ค่าเฉลี่ยองความหนาชั้นคิวติเคิลด้านบนและด้านล่างของแผ่นใบของใบอ่อนและใบที่ขยายเต็มที่ของต้นลูกที่เพาะจากเมล็ดของแม่ไม้ยูคาลิปตัส 6 สายต้น ได้แก่กลุ่มกล้า T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 8A30-1	35
10	การประเมินการถ่ายทอดลักษณะบางประการจากต้นแม่ไปสู่ต้นลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ด	37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ลักษณะทางสัณฐานและการถูกทำลายของยูคาลิปตัสสายต้นที่ได้มีการปลูกและผลิตกล้าในเชิงพาณิชย์	39
12	ค่าเฉลี่ยความสูงของเซลล์ผิวของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น ที่ถูฏแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่ง	69
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความสูงของเซลล์ผิวบริเวณเส้นกลางใบทางด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	70
14	ค่าเฉลี่ยความสูงเซลล์ผิวด้านหน้าตัดบริเวณเส้นกลางใบทางด้านล่างวัด 5 ตำแหน่งของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชจำนวน 6 สายต้น	71
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	72
16	ค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	73
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	74
18	ค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	75
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง ของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ค่าเฉลี่ยของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่ที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ K25, T5, K7, H4, CT76 และ K51	77
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของผนังเซลล์ด้านที่ติดกันของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	79
22	ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังเซลล์ด้านที่ติดกันที่เส้นกลางใบทางด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	79
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น	80
24	ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบยูคาลิปตัส 6 สายต้น	81
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	82
26	ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบยูคาลิปตัสที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงการสำรวจต้นกล้าที่กำหนดความเสียหายเป็นดัชนีความเสียหายโดยใช้ความรุนแรงของการทำลายโดยแตนสร้างปมของต้นกล้ายูคาลิปตัส (ต้นลูก)	95
2	ค่าเฉลี่ยของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่าง ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น	96
3	ระยะความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	98
4	ค่าเฉลี่ยของความกว้างของเส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, H4, CT76 และ T5	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของแตนสร้างปมตัวเมีย (*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle)	6
2	ระยะของการพัฒนาของปมที่เกิดจากแตนสร้างปม 5 ระยะ	8
3	เพาะเมล็ดเพื่อเตรียมต้นกล้า	20
4	การเตรียมต้นกล้าเพื่อประเมินความเสียหายจากการทำลายของแตนสร้างปม	21
5	เส้นกลางใบตัดจากบริเวณตรงกึ่งกลางใบของยูคาลิปตัส	26
6	ลักษณะของยอดอ่อนยูคาลิปตัสกลุ่มต้นลูก T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 18A30-1 ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้น คือสายต้นแม่ T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30	30
7	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของใบกับการแทงด้วยอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ของแตนสร้างปม	31
8	ค่าเฉลี่ยของชั้นคิวติเคิลด้านบนและด้านล่างที่เส้นกลางใบของใบอ่อนและใบที่ขยายเต็มที่ของกลุ่มต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดจากแม่ไม้ยูคาลิปตัส 6 สายต้น ได้แก่ กลุ่มกล้า T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ18A30-1	36
9	ลักษณะใบอ่อนและใบกำลังขยายของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น T5, H4, CT76, K25, K51 และ K7	40
10	ลักษณะกายวิภาคทั่วไปด้านหน้าตัดของแผ่นใบ และเส้นกลางใบของยูคาลิปตัส	42
11	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ (petiole) ของยูคาลิปตัส	43
12	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้น K25	46
13	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้น K25	48
14	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัส สายต้น K51	50
15	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบยูคาลิปตัสสายต้น K51	52
16	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้น K7	54
17	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ ของสายต้น K7	56
18	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบสายต้น CT76	58

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบยูคาลิปตัสสายต้น CT76	60
20	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัส สายต้น T5	62
21	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบยูคาลิปตัสสายต้น T5	64
22	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้น H4	66
23	ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ ยูคาลิปตัสสายต้น H4	68
24	ค่าเฉลี่ยของขนาดความสูงของเซลล์ผิวด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	71
25	ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	73
26	ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	75
27	ค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์ในเนื้อเยื่อพื้นที่เส้นกลางใบ ทำการวัด 5 ตำแหน่งของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	78
28	ค่าเฉลี่ยของผนังของเซลล์ด้านที่ติดกันที่เส้นกลางใบของยูคาลิปตัส ที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	80
29	ค่าเฉลี่ยความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	82
30	ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น	84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กายวิภาคของใบยูคาลิปตัสที่ต้านทานแตนสร้างปม

Leaf Anatomy of The Eucalyptus Tolerating to Gall Wasp

(*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle)

คำนำ

ยูคาลิปตัสเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีประโยชน์หลายอย่าง จึงนิยมปลูกในหลายพื้นที่ของประเทศไทย การปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในปัจจุบันมักพบปัญหาที่เกิดจากโรคและแมลงตลอดเวลาโรคที่เกิดจากเชื้อรา และแมลง สามารถเข้าทำลายยูคาลิปตัสได้ตั้งแต่ระยะที่เป็นเมล็ด กิ่งชำ กล้าไม้ และต้นโตเต็มวัย ซึ่งระดับความรุนแรงของการทำลายขึ้นอยู่กับความต้านทานแต่ละสายต้น

การระบาดอย่างหนักของแมลงที่ก่อให้เกิดปมกับส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นยูคาลิปตัส สร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง จากการศึกษาและค้นหาสาเหตุของการระบาดของแมลงที่ทำให้เกิดปมกับต้นกล้า ยูคาลิปตัสพบว่ามีสาเหตุมาจากแมลงชื่อแตนฝอยปม (*Leptocybe invasa* Fisher & La Salle) Mendel *et al*. (2004) สร้างความเสียหายโดยตรง (Nyeko *et al*., 2009) ตั้งแต่การทำให้เกิดปมในต้นกล้า และทำให้ต้นกล้าที่ปลูกใหม่แตกพุ่มเป็นใบเล็กๆหรือแตกใบลักษณะต่างๆ (คนัญญา, 2549) ปัจจุบันยังไม่พบว่ามีวิธีการกำจัดแตนฝอยปมให้ได้ผลอย่างทันทีทันใด เนื่องจากแตนฝอยปมเป็นแมลงศัตรูชนิดใหม่ที่พึ่งปรากฏเมื่อไม่นานมานี้

การศึกษากายวิภาคของยูคาลิปตัสที่ถูกแตนฝอยปมทำลายมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากแตนฝอยปมเป็นแมลงชนิดที่มีการแทงอวัยวะวางไข่ (ovipositor) เข้าไปในส่วนต่างๆของยูคาลิปตัส เช่น เส้นกลางใบ ก้านใบและกิ่งอ่อน ก่อให้เกิดปมขึ้นในส่วนของพืช ซึ่งตัวอ่อนของแมลงมีการเจาะรูภายในเนื้อเยื่อ แมลงจะมีการเจาะเข้าไปจนกว่าจะพบแหล่งอาหารที่เหมาะสมและทำการฝังตัวอยู่ในนั้น เพื่อให้ตัวอ่อนพัฒนาต่อไป โดยเนื้อเยื่อที่แมลงใช้พื้นที่นั้น ต้องเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงต่อตัวอ่อนของแมลง ภายในเซลล์นั้นตามปกติมักมีความเข้มข้นของ แป้ง น้ำตาล ลิปิดและโปรตีนสูง ตัวอ่อนของแมลงจะได้รับอาหารทางมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) ที่อยู่ภายในปม (Mendel *et al*, 2004)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อแตนฝอยปมเข้าทำลายก่อให้เกิดความเสียหายกับยูคาลิปตัสอย่างมากการศึกษาเส้นกลางใบ (mid-rib) และก้านใบ (petiole) จึงมีความจำเป็นเนื่องจากแตนฝอยปมทำลายทั้งสองส่วนนี้ของยูคาลิปตัสอย่างรุนแรง และทำให้เกิดปมขึ้น ส่งผลต่อการลำเลียงอาหารของใบ ทำให้รบกวนต่อการเติบโต หรือเมื่อเกิดกับส่วนอื่นๆมักทำให้การเติบโตผิดปกติไปในรูปแบบต่างๆได้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของส่วนที่อ่อนของยูคาลิปตัสที่ทนและไม่ทนแตนฝอยปมเพื่อทราบลักษณะที่มีผลต่อการทนแตนฝอยปม เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาสายต้นยูคาลิปตัสให้มีความแข็งแรง ต้านทานต่อแมลง เพื่อลดความเสียหายของยูคาลิปตัสที่ปลูกจากแตนฝอยปมที่กำลังระบาดในขณะนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดของลักษณะการทนและไม่ทนของยูคาลิปตัสต่อแตนสร้างปม

2. เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและลักษณะทางกายวิภาคของใบยูคาลิปตัสที่ทนและไม่ทนแตนสร้างปม 6สายต้น คือ K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4

3. เพื่อให้ได้ลักษณะของใบยูคาลิปตัสที่มีความเฉพาะเพื่อใช้ชี้วัดถึงความต้านทานแตนสร้างปมได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus sp.*) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นไม้ยืนต้นความสูงประมาณ 15-30 เมตร ใบมีความผันแปรไปตามช่วงอายุ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ (alternate) แต่ในต้นอ่อนใบเรียงตัวแบบตรงกันข้าม (opposite) ใบรูปเรียวยาวหรือรูปหอก ในใบอ่อนใบเป็นรูปหอกหรือหอกกว้าง ขนาด 10 -30 x 2-6 เซนติเมตร ดอกเกิดเป็นช่อตามซอกใบ ในแต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 7-11 ดอก ดอกย่อยเป็นรูปกระสวยมีขนาด 0.5-1.1 x 0.3 – 0.5 เซนติเมตร ฐานรองดอก (hypanthium) เป็นรูปถ้วย กลีบเลี้ยงและกลีบดอกปรับสภาพเป็นฝาปิด (operculum) และมีจำนวนฝาปิด 2 ชั้น ชั้นนอกเกิดจากกลีบเลี้ยง ส่วนชั้นในเกิดจากกลีบดอก ฐานรองดอกมีขนาด 0.2-0.3 x 0.4-0.5 เซนติเมตร สำหรับฝาปิดชั้นในมีขนาด 0.5-1.2 เซนติเมตร ในแต่ละดอกมีเกสรเพศผู้จำนวนมาก ก้านชูอับเรณูมีลักษณะตรง รังไข่มี 4 คาร์เพล แต่ละคาร์เพลมีออวุลจำนวนมาก (Parnell *et al*., 2002) ยูคาลิปตัสออกดอกเกือบตลอดทั้งปี ผลเป็นรูปถ้วย มีขนาด 0.5-0.8 x 0.5-0.8 เซนติเมตร ผลแห้งแตก เมล็ดมีความยาว 0.16 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลหรือสีเหลือง (FAO, 1979) ยูคาลิปตัสเป็นไม้ต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ถิ่นกำเนิดเดิมเป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย ในสภาพตามธรรมชาติของประเทศออสเตรเลียยูคาลิปตัส มีอาณาเขตการกระจายที่กว้างขวางในเขตร้อน (tropical) และเขตอบอุ่น (temperate) ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ใกล้ลำห้วยที่มีน้ำไหลพอเพียงชั่วฤดูหนึ่งหรือตามแม่น้ำที่ไหลตลอด ซึ่งสามารถพบได้ทุกรัฐของประเทศออสเตรเลีย (ประสิทธิ์, 2527)

สวนป่ายูคาลิปตัส

FAO (1975) รายงานว่าได้มีการปลูกยูคาลิปตัสในทั้งหมด 68 ประเทศรวมเนื้อที่ 111.63 ล้านไร่ โดยประเทศไทยในปี 2540 พบเฉพาะส่วนภาคเอกชนมีการปลูกยูคาลิปตัสเป็นพื้นที่ถึง 2,740,773 ไร่ การปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสนั้น ต้นกล้าที่ใช้ปลูก ผลิตมาจาก 3 วิธี 1) ผลิตกล้าโดยวิธีการเพาะเมล็ด สามารถทำได้ง่ายในปริมาณมากตามที่ต้องการ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถกำหนดคุณภาพของกล้าไม้ได้ เนื่องจากเมล็ดมีความผันแปรทางพันธุกรรมสูงมาก มักพบปัญหาการกลายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมภายในกลุ่มที่มีลักษณะพันธุกรรมใกล้ชิดทำให้เกิดลักษณะที่เลวลง (hybrid breakdown) 2) การผลิตโดยใช้วิธีปักชำยอด (shoot cutting) เป็นการแก้ปัญหาการกลายพันธุ์ของกล้าที่มาจากเมล็ด แต่มีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณซึ่งต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเตรียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้ามากกว่าการเตรียมกล้าจากเมล็ด 3) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) เป็นการแก้ข้อจำกัดของการผลิตกล้าโดยวิธีเพาะเมล็ดและวิธีปักชำ (บุญกิจ, 2535) ในปัจจุบันสวนป่ายูคาลิปตัสที่ปลูกโดยภาคเอกชนทั้งหมดใช้กล้าจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหรือการปักชำ หรือใช้กล้าที่ผลิตโดยทั้งสองวิธี นอกจากนี้ก่อนที่จะมีการนำเอาต้นแม่พันธุ์มาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้มีการทำการผสมข้ามระหว่างสายต้นเพื่อคัดเลือกสายต้น (clone) ที่มีความต้านทานต่อโรคและแมลง ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้บัญญัติศัพท์ภาษาไทยของคำว่า clone ไว้ดังนี้คือ 1) สายต้น 2) สายยีนเดิม โดยที่ สุรินทร์ (2539) ได้อธิบายความหมายของศัพท์คำว่า clone ไว้ว่า ในกรณีที่เป็นคำนามหมายความถึงกลุ่มของเซลล์หรือสิ่งมีชีวิตที่กำเนิดจากเซลล์เดียวกัน ดังนั้นจึงมียีน (gene) หรือมีคุณสมบัติเหมือนกัน คำว่า clone ใช้กับพืชปลูกที่มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นคำที่มาจากภาษากรีก หมายถึง กิ่งหรือแขนงของพืชซึ่งหักออกจากต้นแม่ใช้เพื่อการขยายพันธุ์ (สมปอง, 2539) โดยตัดกิ่งแม่ไม้ที่คัดเลือกได้ นำมาปักชำให้แตกยอด แล้วนำปลายยอดและตาข้างที่แตกขึ้นใหม่นำไปเลี้ยงโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) (ชัยรัตน์, 2542)

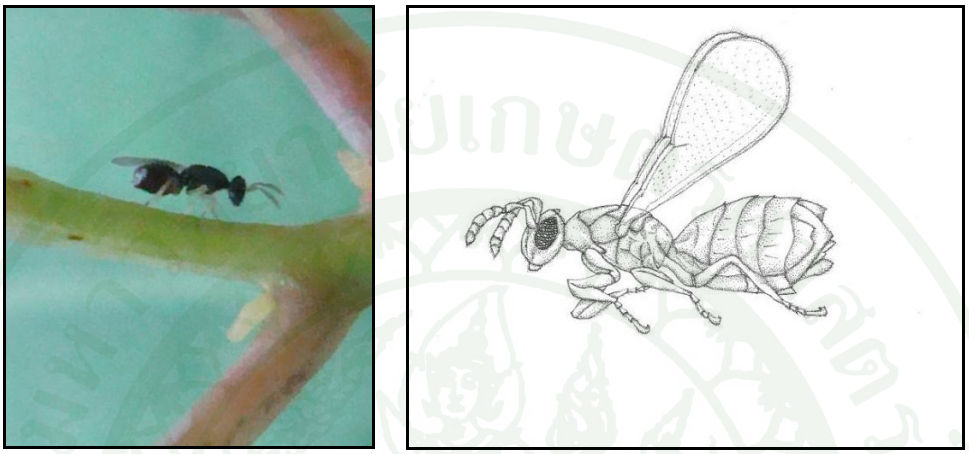
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแตนสร้างปม

การระบาดอย่างหนักของแมลงที่ก่อให้เกิดปมในต้นยูคาลิปตัสสร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง จากการศึกษาและค้นหาสาเหตุของการเกิดแมลงระบาดที่ทำให้เกิดปมกับต้นกล้ายูคาลิปตัสมีสาเหตุเกิดจากแมลงชื่อ แตนสร้างปม (*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle) Mendel *et al.* (2004) ชื่อเรียกโดยทั่วไปเรียกว่า แตนฝอยปมหรือแตนปมฝอย แตนสร้างปมสร้างความเสียหายโดยตรงต่อยูคาลิปตัส Nyeko et al. (2009) รายงานว่า ตั้งแต่การทำให้เกิดปมในต้นกล้า และทำให้ต้นกล้าที่ปลูกใหม่แตกพุ่มเป็นใบเล็กๆ (คนัญญา, 2549) ปัจจุบันยังไม่พบว่ามีวิธีการกำจัดแตนสร้างปมให้ได้ผลอย่างทันทีทันใด เนื่องจากแตนสร้างปมเป็นแมลงชนิดใหม่ที่พึ่งมีการรายงานการปรากฏเมื่อปี 2004 (กฤษณา, 2549)

แตนสร้างปมมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle อยู่ในอันดับ Hymenoptera สกุล Eulophidae ซึ่งเป็นสกุลและชนิดที่ถูกค้นพบขึ้นใหม่ (Fisher and LaSalle, 2004) มีจุดกำเนิดมาจากประเทศออสเตรเลีย แตนสร้างปมเป็นแมลงที่มีการสร้างปมไว้ที่ส่วนของต้นพืช ตัวเมียที่โตเต็มวัยมีขนาดลำตัวยาว 1.1-1.4 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อน และลำตัวมีลักษณะสีน้ำเงินแกมเขียวมันวาวคล้ายโลหะ มีคอเซ (coxae) สีเหลือง ส่วนตรงกลางคอเซ (mid coxae) และ hide coxae เป็นสีน้ำตาล ส่วนของแอนเทนนี (antennae) เป็นสีเหลืองและส่วนของข้อและปล้องเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 1) ส่วนข้อมูลของตัวผู้ไม่ปรากฏ (Wiley and Skell,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2008) ต่อมา Sangtongpraow, 2011 มีการศึกษาลักษณะของตัวผู้พบว่ามีลำตัวเล็กกว่าตัวเมีย ส่วนหัวมีความกว้าง 1.16 มิลลิเมตร หัวและมีโซโซมา (head and mesosoma) สีน้ำตาล ปนน้ำเงินหรือเป็นสีเขียวมันวาว แอนเทนนาสีน้ำตาลอ่อน เส้นหลักของปีกเป็นสีน้ำตาลสว่าง ขามีสีเหลือง ส่วนกลางของคอเซ เป็นมันวาว



ภาพที่ 1 ลักษณะของแตนสร้างปมตัวเมีย (*Leptocybe invasa* Fisher & LaShalle)

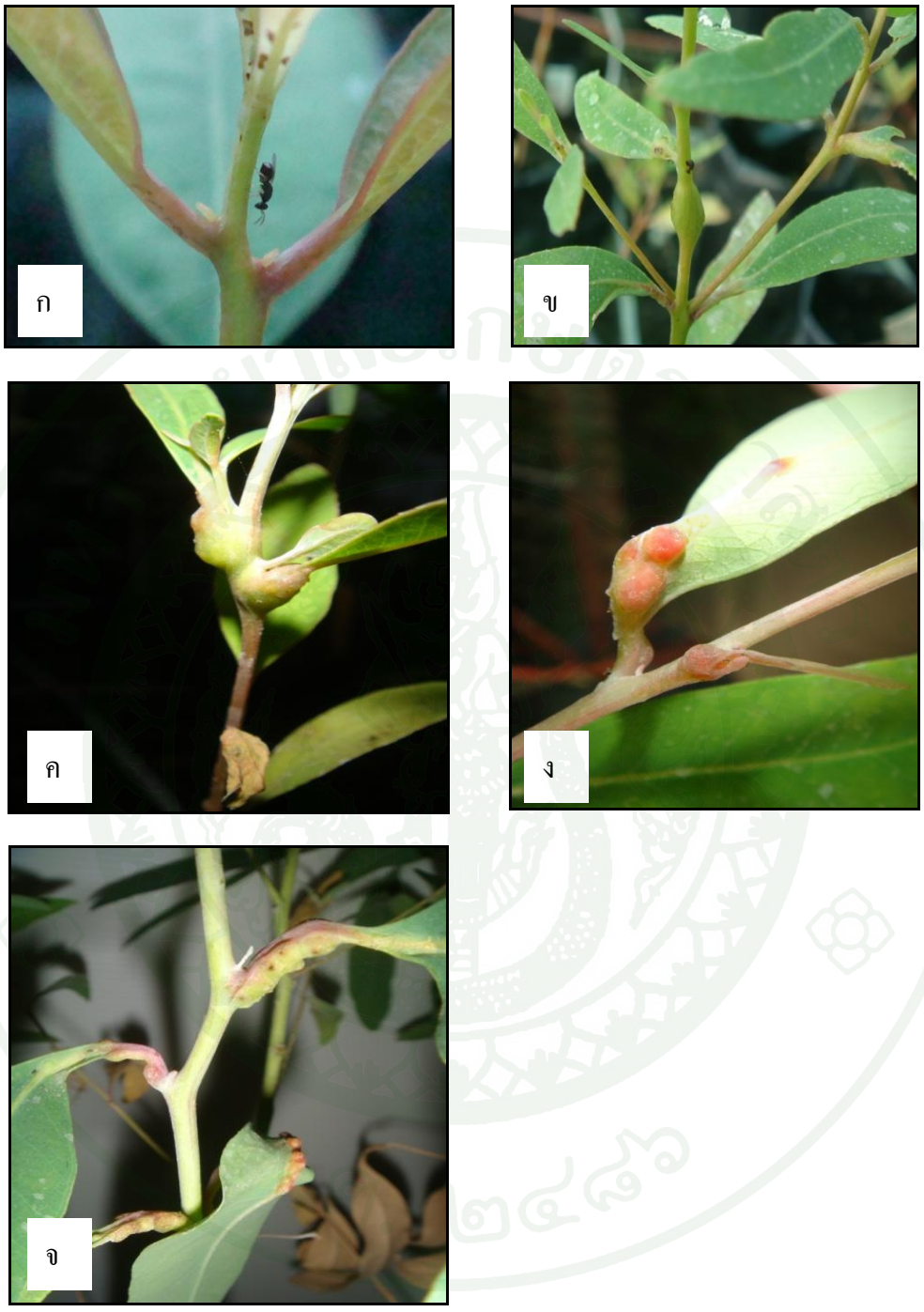
พบรายงานการปรากฏของแตนสร้างปม ในประเทศแถบตะวันออกกลางและขยายไปยังประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน ข้ามไปยังตอนเหนือของประเทศในทวีปแอฟริกาและกระจายไปยังหลายประเทศทั่วโลก (Sanchez, 2003) การเข้าไปวางไข่ของแตนสร้างปม ในต้นกล้าที่ยังเล็กหรือส่วนอ่อนของพืชที่พึ่งพัฒนาขึ้นใหม่ โดยมีการวางไข่ที่บริเวณผิวด้านบนของแผ่นใบ โดยใบที่เกิดขึ้นมาใหม่ มีขนาดความยาวของใบประมาณ 0.5-5 เซนติเมตร ส่วนที่พบว่ามีการทำลายมากที่สุดคือก้านใบ เส้นกลางใบและลำต้นอ่อนของยูคาลิปตัส (Villar and Flinch, 2004) หลังจากนั้นตัวอ่อนเริ่มพัฒนาขึ้นภายในปมที่โตขึ้นบนส่วนของก้านใบ เส้นกลางใบและลำต้นอ่อนของยูคาลิปตัส และเมื่อถึงขั้นตัวโตเต็มวัย มีการเจาะรูและบินออกไปจากปมนั้น เพื่อทำการผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป (EPPO, 2007)

การแพร่กระจายของแตนสร้างปมเป็นไปอย่างรวดเร็วเป็นระยะทางที่ไกลด้วยการเคลื่อนย้ายกล้าไม้ไปยังที่ต่างๆ เมื่อการระบาดเกิดขึ้นจึงเริ่มมีการศึกษาแตนสร้างปม จากรายงานการศึกษาปมที่เกิดในยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสในประเทศอิสราเอลได้แบ่งระยะของการพัฒนาของปมที่อยู่บนต้นยูคาลิปตัสออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้ (Mendel *et al.*, 2004) (ภาพที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 1 เริ่มจากการเข้าไปวางไข่หลังจากนั้น 1-2 สัปดาห์ จะปรากฏร่องรอยที่เป็นจุดสีดำขึ้น ซึ่งระยะนี้อยู่ในระยะของการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานวิทยา (morphology) การวางไข่ทำให้มีการรบกวนเนื่อเยื่อภายในของยูคาลิปตัสน้อยมาก จุดรอยแผลที่เกิดขึ้นนั้นมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ เส้นกลางใบตรงบริเวณที่มีการวางไข่จะเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวกลายเป็นสีชมพู ระยะที่ 2 มีการพัฒนาของปมไปจนถึงขนาดโตเต็มที่ (กว้าง = 2.7 ± 0.5 มิลลิเมตร) ระยะที่ 3 สีของปมจะเริ่มเปลี่ยนไปจากสีเขียวเป็นมันวาวกลายเป็นสีชมพู ระยะที่ 4 พื้นผิวที่มันวาวของปมจะหายไปและจะเปลี่ยนจากสีชมพูกลายไปเป็นสีแดงคล้ำ และจะเห็นปมได้ชัดขึ้นที่ใบหรือลำต้น ระยะที่ 5 ปรากฏเห็นรูเกิดขึ้นที่พื้นผิวของปม ซึ่งเป็นรูที่จะบ่งบอกได้ว่ามีตัวแตนสร้างปมที่โตเต็มวัยอยู่ข้างในปมและตัวแตนสร้างปมเจาะออกจากปม และสีของปมที่พบอยู่บนใบจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ส่วนสีของปมที่พบบนลำต้นนั้นมีสีแดงปนน้ำตาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ระยะของการพัฒนาของปมที่เกิดจากแตนสร้างปม 5 ระยะ (Mendel *et al.*, 2004) ก) ระยะที่ 1 การหาแหล่งวางไข่ของแตนสร้างปม ข) ระยะที่ 2 เกิดปมและพัฒนาไปจนถึงขนาดโตเต็มที่ ค) ระยะที่ 3 สีของปมเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพูมันวาว ง) ระยะที่ 4 ปมเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีแดงคล้ำ จ) ระยะที่ 5 ปรากฏรูที่ผิวของปม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาการของปมในระยะที่หนึ่งเริ่มจากการเกิดรอยแผลขึ้นตามพื้นผิวใบโดยมีสาเหตุมาจากการวางไข่ของแตนสร้างปม และรอยแผลมีขนาดเพิ่มขึ้นทำให้สีตรงบริเวณนั้นเปลี่ยนจากสีเขียวกลายเป็นสีชมพู เมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะที่สองการเปลี่ยนแปลงภายในปมเกิดรวดเร็วขึ้น ขนาดของปมขยายขนาดขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่อยู่ในช่วงไฮเปอร์พาสซี่ (hyperplasy) และเมตาพาสซี่ (metaplasy phases) ของการเกิดปมเป็นการขยายขนาดขึ้นอย่างรวดเร็วของเซลล์ ความยาวของปมเดี่ยว ประมาณ 2.1 มิลลิเมตร และเมื่อปมมีการเชื่อมต่อกันมากกว่าหนึ่งปมมีขนาดยาวถึง 3.6 มิลลิเมตร จำนวนแตนสร้างปมต่อใบ (Multitu, 2008) ขึ้นอยู่กับจำนวนปมซึ่งมีความผันแปรสูง โดยการเชื่อมกันของปมอาจเชื่อมกันได้ถึง 1-65 ปม และในหนึ่งกิ่งอาจมีปมที่เชื่อมกันนี้ได้ 3-6 กลุ่มขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของใบในกิ่งนั้นๆด้วย น้ำหนักของปมเมื่อเข้าสู่ระยะที่สองไม่ได้เปลี่ยนไปมากนัก ซึ่งน้ำหนักของตัวอ่อน (larvae) เพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 และ 3 ซึ่งในระหว่างนี้ larvae จะเปลี่ยนไปเป็นระยะก่อนเป็นตัวอ่อน (prepupae) เมื่อเข้าสู่ระยะที่ 4 จะเปลี่ยนเป็นตัวอ่อน (pupae) และเป็นระยะก่อนตัวเต็มวัย (preadults) และจะเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย (adults)ในระยะที่ 5 โดยระยะนี้แมลงจะออกมาจากปมเป็นครั้งแรก ระยะเวลาของการเกิดปมจนถึงโตเต็มวัย ใช้เวลาทั้งหมด 132± 8.1 วัน ระยะที่ 1 ใช้เวลายาวนานที่สุด คิดเป็น 40% ของการพัฒนาทั้งหมด ระยะที่ 2 และ 3 เป็นระยะที่สั้นที่สุดขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพอากาศของพื้นที่ (Nyeko, 2008)

อาหารของแตนสร้างปมที่เป็นสารละลายน้ำหวานทำให้มีชีวิตอยู่ได้ 6.5± 0.2 วัน ถ้าอาหารเป็นดอกไม้ มีชีวิตอยู่ได้ 4.5± 0.2 วัน ให้น้ำเป็นอาหาร มีชีวิตอยู่ได้ 3.7± 0.2 วัน หรือให้อาหารเป็นใบอ่อนพืช (young foliage) มีชีวิตอยู่ได้ 3.5± 0.2 วัน (Mendel *et al.*, 2004) แตนสร้างปมตัวเมียจะใช้อวัยวะวางไข่ (ovipositor) แทงเข้าไปยังส่วนอ่อนของยูคาลิปตัสใน 5 วันแรก (Benjakhun, 2011) โดยเริ่มจากการใช้อวัยวะวางไข่ หาตำแหน่งที่อ่อนนุ่มและเหมาะสมบนเนื้อเยื่อของพืชเพื่อแทงอวัยวะวางไข่ลงไปก่อนที่จะวางไข่ ซึ่งตำแหน่งที่เหมาะสมและมีการแทงอวัยวะวางไข่มากที่สุดคือที่เส้นกลางใบ (mid-rib) และก้านใบ (petiole) ส่วนบริเวณแผ่นใบไม่พบว่ามีการแทงอวัยวะวางไข่

จากการศึกษา (Mendel *et al.*, 2004) โดยทำการทดลองกับยูคาลิปตัส 36 ชนิด พบว่ามียูคาลิปตัส 10 ชนิดที่มีการเข้าทำลายจากแตนสร้างปม ดังต่อไปนี้คือ *Eucalyptus camaldulensis*, *E. bridgesiana*, *E. globulus*, *E. gunii*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. maidenii*, *E. robusta*, *E. tereticornis* และ *E. viminalis*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสร้างปมของแมลง

การศึกษาการสร้างปมของแมลง (insect induced gall) บนผิวใบของพืช Muller (2006) พบว่าปมในพืชมีความหลากหลาย แมลงสร้างปมเพื่อวางไข่หรือเป็นแหล่งอาหาร เพื่อหลบหลีกศัตรู เพื่อซ่อนตัวจากผู้ล่าหรือเหล่าปรสิต แมลงเข้าทำลายหรือวางไข่ที่พื้นที่ผิวของพืชผ่านชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ซึ่งเซลล์ผิวของพืชมีคิวติเคิล (cuticle) เคลือบอยู่ โดยจะช่วยป้องกันแมลงได้ เนื่องจากคิวติเคิล ประกอบด้วยชั้นของคิวติคูลา (cuticular layer) มีคุณสมบัติทางเคมีและลักษณะทางกายภาพที่พืชสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติที่มีความเหมาะสม (Muller and Riderer, 2006)

การศึกษาการสร้างปมของแมลง (cecidology) คือการศึกษาการเกิดปมหรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับพืช โดยปมที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างเนื้อเยื่อพืช และอวัยวะที่มีชีวิตอื่นๆจึงเกิดเป็นโครงสร้างของปมขึ้น พัฒนาจากปมขนาดเล็กจนขยายใหญ่ขึ้นในส่วนของพืช เริ่มจากมีการยกตัวขึ้นจากเนื้อเยื่อของพืช เมื่อมองปมอย่างผิวเผินจะเห็นว่ามีลักษณะคล้ายกับอวัยวะและส่วนของเนื้อเยื่อพืช เช่น คล้ายกับผลของพืช หรือคล้ายกับดอกที่กำลังพัฒนา ซึ่งบางปมที่พบมีการบวมขึ้นอย่างมาก ซึ่งจะคล้ายกับอวัยวะและส่วนของเนื้อเยื่อของพืช แมลงชักนำให้สร้างปมเพื่อให้ตัวอ่อนได้พักพิงและเพื่อให้เป็นแหล่งอาหาร โดยที่แมลงจะเจาะรูเข้าไปภายในเนื้อเยื่อพืช จนกว่าจะพบแหล่งอาหารที่เหมาะสม เช่นการใช้อวัยวะวางไข่เจาะลงไปจนถึงมัดท่อน้ำ (xylem) มัดท่ออาหาร (phloem) เมื่อพบแหล่งอาหารที่สมบูรณ์แล้วจึงฝังไปอยู่ในนั้นเพื่อให้ตัวอ่อนได้เติบโตและพัฒนาต่อไป (Dreger and Jauffret, 1992)

การเกิดปมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด (Kuster, 1991) คือ ปมแบบออกานอยด์ (organoid) และการเกิดปมแบบฮิสทรอยด์ (histoid) ซึ่งปมแบบออกานอยด์ เป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (proferation) ในอวัยวะซึ่งถูกรบกวนจากปัจจัยต่างๆ ส่วนปมแบบฮิสทรอยด์เกิดจากการเพิ่มจำนวนเซลล์อย่างรวดเร็ว และเซลล์พืชมีการปรับตัวจึงนำไปสู่การเกิดอวัยวะใหม่

Kuster (1991) จำแนกปมไว้หลายรูปแบบเช่น ปมที่เกิดขึ้นที่ขนบนอิพิเดอมิส (filz galls) เป็นปมที่ส่วนใหญ่จะสร้างอยู่ใต้แผ่นใบ (leaf blade) ปมที่พัฒนาครั้งแรกมาจากแผ่นใบ (pouch gall) มักเกิดขึ้นกับใบอ่อน ปมบางๆที่เกิดขึ้นรอบแผ่นใบ (pit gall หรือ blister galls) เกิดเป็นแผลพุพองเป็นหย่อมๆอยู่เหนืออิพิเดอมิสเป็นปมที่มีความแข็งแรงมาก ปมที่พองตัวขึ้นตามลำต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และใบ (mark gall) เมื่อแมลงวางไข่แล้วตัวอ่อนของแมลงจะถูกฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อและพัฒนาขึ้นเรื่อยๆพร้อมกับการบวมขึ้นของเนื้อเยื่อที่อยู่โดยรอบ

Pham *et al*. (2009) ทำการทดสอบยูคาลิปตัส 18 ชนิดกับแตนสร้างปม (*Leptocybe invasa*) ทั้งในเรือนเพาะชำและต้นอ่อนยูคาลิปตัสในสวนป่า ที่ประเทศเวียดนาม เนื่องจากสวนป่ายูคาลิปตัสในประเทศเวียดนามมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น และมีผลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ต่อประเทศเป็นอย่างมาก จึงให้ความสำคัญต่อการศึกษาเรื่องโรคและแมลงที่สร้างความเสียหายที่เกิดขึ้นกับยูคาลิปตัส การพบการระบาดของแตนสร้างปมในประเทศเวียดนามครั้งแรกในปี ค.ศ. 2000 โดยพบการทำลายในเรือนเพาะชำและต้นอ่อนของยูคาลิปตัสในสวนป่า พบการเกิดปมในลูกผสมที่เกิดจากยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) คือสายต้น U6, PN2 และ PN14 และพบในลูกผสมที่เกิดจากยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) ด้วยเช่นเดียวกัน การทดลองแตนสร้างปมกับยูคาลิปตัส 18 ชนิดเพื่อทดสอบความต้านทานและความทนทานต่อแตนสร้างปม เริ่มจากการเพาะเมล็ดที่ได้จากศูนย์กลางเมล็ดพรรณไม้แห่งออสเตรเลีย (Australian Tree Seed Centerage) ผลการศึกษาทำให้ทราบถึง ค่าเฉลี่ยของการถูกทำลาย ดัชนีการถูกทำลาย ความรุนแรงของการถูกทำลาย จากแตนสร้างปมในยูคาลิปตัสชนิดต่างๆทั้ง 18 ชนิด ซึ่งค่าที่ได้พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างสูง และพบชนิดที่มีความทนทานต่อแตนสร้างปมและไม่พบว่ามีการสร้างปมขึ้นคือ *Corymbia henryi*, *C. citriodora*, *C. tessellaris* และ *E. cloeziana* ส่วนชนิดที่ถูกทำลายแต่มีการทำลายที่อยู่ในระดับต่ำ คือ *E. pellita*, *E. mycrocorys*, *E. pilularis*, *E. robusta*, *E. coolabah*, *E. globulus*, *E. smithii*, *E. moluccana* และ *C. polycarpa* ส่วนชนิดที่มีการถูกทำลายในระดับปานกลางได้แก่ *E. saligna* และการถูกทำลายในระดับที่รุนแรง คือ *E. tereticornis* และพบชนิด *E. grandis* 2 สายต้น และ *E. camaldulensis* 3 สายต้น นั้น มีการถูกทำลายที่รุนแรงที่สุด สำหรับ *E. urophylla* ไม่มีการถูกทำลาย จากการทดลองในภาคสนามพบว่า ต้นกล้าที่รอดตายมีความผันแปรภายในระหว่างชนิดสูงมากและมีการรอดตายน้อยกว่า 50% และชนิดที่รอดตายคือ *E. robusta*, *E. grandis*, *E. tereticornis* และ *E. camaldulensis*

Nyeko *et al*. (2009) ทำการศึกษาในพื้นที่ภาคสนามและศึกษาต้นกล้าในเรือนเพาะชำเริ่มศึกษาเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในปี ค.ศ. 2006 ใช้ยูคาลิปตัสจากสวนป่าอายุ 2 ปี โดยตัดเพื่อให้ยูคาลิปตัสแตกหน่อใหม่ จากนั้นปล่อยให้แตนสร้างปมเข้าทำลาย ทำการทดลอง 154 หมู่ไม้ เพื่อดูความรุนแรงของการถูกทำลาย ของยูคาลิปตัสที่นำมาทดลอง 5 ชนิด คือ *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. robusta, E. saligna* และ *E. maidenii* และของลูกผสม คือ *E. grandis x E. camaldulensis* (GC) และ *E. grandis x E. urophylla* (GU) โดยได้ศึกษาที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคสนาม โดยใช้วิธีการ ดูความรุนแรงจากการถูกทำลายจากแตนสร้างปม โดยวิธีนับการปรากฏของปมบนต้นยูคาลิปตัส ซึ่งความรุนแรงของการเกิดปม แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่พบปม รุนแรงน้อย (พบปมน้อยกว่า 50% ของปมทั้งหมด) ผลการทดลองพบว่า *E. grandis* พบการเกิดปมมากที่สุด (70%) รองลงมาคือ *E. camaldulensis* และเกิดปมน้อยที่สุด คือ *E. maidenii* (1%) จากการศึกษาในประเทศอูกานดาพบว่ามีการระบาดของแตนสร้างปมขยายเป็นบริเวณกว้าง อีกทั้งมีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งจะพบมากในพื้นที่เขตร้อนและแห้งมากกว่าในเขตหนาว จากการศึกษา สายต้น GC 784, GC540 และ GC796 เป็นสายต้นที่ถูกทำลายมาก โดยมีต้นแม่มาจาก *E. grandis*, *E. camaldulensis* และ *E. robusta* ตามลำดับ ซึ่งสายต้นดังกล่าวไม่สามารถนำเข้าไปปลูกในพื้นที่สวนป่าในเขตร้อน ในทางตรงกันข้ามสายต้น GC578 มีความต้านทานต่อแตนสร้างปมได้ดี เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบรอบด้านแล้ว พบว่าการระบาดของแตนสร้างปมสร้างความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก จึงต้องทำการศึกษาและวิจัยต่อไป

ความต้านทานของพืชต่อแมลง

ปิยะดา (2554) จำแนกขบวนการเลือกพืชอาศัย (host-section process) ของแมลง มี 5 ขั้นตอนคือ 1) การค้นหาแหล่งที่อยู่ของพืช 2) การค้นหาพืชอาศัยโดยอาศัยกลไกรับรู้ระยะไกล เช่น การเห็นและการดมกลิ่น ซึ่งมีศัตรูพืชบางชนิดเช่นตั๊กแตนเมื่อมาถึงพืชอาศัยใช้ตัวรับสัญญาณบนขาและหนวด รับรู้สิ่งกระตุ้นซึ่งเป็นสัญญาณว่าพบพืชอาศัยที่เหมาะสมแล้ว 3) การจดจำพืชอาศัย จำเป็นสำหรับการหาอาหารของตัวอ่อน และการวางไข่ (ovipositor) ของตัวเมีย 4) การยอมรับพืชอาศัย 5) ความเหมาะสมของพืชอาศัย ซึ่งประกอบด้วยคุณค่าทางอาหารของพืชอาศัย ความต้านทานต่อศัตรูพืชหมายถึงความสามารถของพืชในการไล่หรือทนต่อศัตรูพืช รวมทั้งการฟื้นตัวจากความเสียหายจากการเข้าทำลาย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยที่ส่วนประกอบทางชีวเคมีหรือลักษณะทางสัญฐานวิทยาของพืชมีผลต่อพฤติกรรมเมตทาบอลิซึม (metabolism) ของศัตรูพืชทำให้เกิดการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของประชากรของศัตรูพืชได้ (ปิยะดา, 2554)

Smith (2006) ศึกษาความต้านทาน จาก Mycosphaerella ในใบอ่อน (juvenile) ของ *E. nitens* จากลักษณะทางกายวิภาค พบว่าใบที่มีความต้านทานต่อโรคและแมลง มีคิวติเคิล (cuticle) หนา มากกว่าใบที่อ่อนแอ ในใบที่มีความต้านทานสูงมีสัดส่วนของพาลิเซดเซลล์ (palisade cell) ที่สูงกว่าและมีสัดส่วนของสปองจี มีโซฟิลล์ (spongy mesophyll) ที่ต่ำ หมายถึงว่าพาลิเซด (กว้างและยาว) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองลักษณะ เมื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปรียบเทียบกับลักษณะที่อ่อนแอชนิดที่ทนทานจะมีพาลิเซด เรียงตัวแบบอัดแน่น และมีอินเตอร์เซลลูล่า แอร์สเปซ (intercellular airspace) น้อย ทั้งด้านบนและด้านล่างของชั้นพาลิเซด

ความต้านทานในใบอ่อน (juivenile) จะเพิ่มขึ้นเมื่อใบแก่ (adult) ขึ้นโดยที่ในขั้นตอนที่เป็นใบอ่อน ใบมีการสร้างขึ้นใหม่ๆ มีความอ่อนนุ่ม จึงทำให้มีความอ่อนซึ่งตรงกันข้ามกับใบที่มีอายุมาก มีความต้านทานดีกว่า โดยที่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของใบ (Heteroblastic) ในยูคาลิปตัสเป็นลักษณะหน้าที่ที่หลากหลาย เช่นการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ การปลดปล่อยพลังงานอื่นๆ ออกมา ซึ่งในใบอ่อน การปลดปล่อยพลังงานแสงทางด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) คล้ายกัน จากการศึกษาลักษณะทางสรีระวิทยาพบว่ามีความสัมพันธ์กันกับลักษณะทางกายวิภาค และพบว่า ขนาดและอายุของใบมีความแตกต่างกันทางด้าน photochemical และ biochemical limitations (Velikova, 2008) การแลกเปลี่ยนแก๊สในใบอ่อนและใบแก่ก็มีคามแตกต่างกัน (Jame & Bell, 2001) จากการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างของพาลิเซดมีโซฟิลล์ ที่ปรากฏระหว่าง *Eucalyptus nitens* และ *Eucalyptus globulus* ซึ่งทำให้ทราบถึงว่าทำไมสวนป่า *Eucalyptus nitens* จึงมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าและมีความรุนแรงจากโรคที่เกิดในใบพืชที่มาจาก *Mycosphae rella* (MLD) ในทางตอนใต้ของออสเตรเลีย (Smith, 2007)

ยูคาลิปตัสมีความแตกต่างกันทางด้านสัณฐานวิทยาในใบอ่อน และใบแก่ (Johnson, 1926) ขนาดและรูปร่างของใบอ่อน แต่ละลักษณะ (trait) ทางอนุกรมวิธานแตกต่างกันออกไป ซึ่งในใบอ่อนลักษณะที่แสดงออกมานั้นมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป (70.3-88.9% ระหว่างแปลงทดลอง) ซึ่งการทดสอบทางสถิติแสดงให้เห็นว่ายูคาลิปตัสวงศ์เดียวกันแม้เป็นชนิดเดียวกันและปลูกในพื้นที่เดียวกันก็ตามก็มีความแตกต่าง (Potts, 2001) สัณฐานวิทยาของใบพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ใบของต้นยูคาลิปตัสแบ่งได้เป็น 4 ระยะ คือใบในระยะต้นกล้า (seedling) ระยะต้นอ่อน (juvenile) ระยะ intermediate และระยะใบแก่ (adult) บางชนิดในระยะใบแก่จะหายากเมื่อต้นโตเต็มวัย (Boland *et al*, 1992) ดังนั้นความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาระหว่างใบอ่อนและใบแก่ จึงมีความจำเพาะที่ต้องพิจารณาอย่างพิถีพิถัน เช่นใบอ่อนของ *E. globulus* spp. *globulus* เป็นแบบ falcate, lanceolate หรือ narrow lanceolate alternate (Jordan *et al*, 1999) จากการศึกษาการใช้อวัยวะสืบพันธุ์ (ovipositor) ของ *Mnesampela private* วางไข่ที่ใบอ่อนและที่โตเต็มที่ พบว่าความพึงพอใจของแมลงที่ไปวางไข่ในใบอ่อนและใบแก่มีความแตกต่างกัน โดยที่ตัวเมียเลือกที่จะวางไข่ที่ใบอ่อนซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นใบแก่ เนื่องจากใบอ่อนมีความอ่อนนุ่มและประกอบไปด้วยน้ำในปริมาณที่สูงและมีองค์ประกอบของไนโตรเจนอีกด้วย (Steinbauer, 2002) จากการศึกษาความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทนทานต่อแตนสร้างปมที่พบในชนิด สายต้น และลูกผสมข้ามชนิดของยูคาลิปตัส ดังแสดงในตารางที่ 1 (Kulkani, 2010)

ตารางที่ 1 ความทนทานต่อแตนสร้างปมที่พบในชนิด สายต้นและลูกผสมข้ามชนิดของยูคาลิปตัส

ชนิด และสายต้น	ความทนทาน
Corymbia citriodora ssp. citriodora	ต้านทาน (resistant)
Corymbia henryi	ต้านทาน (resistant)
Corymbia maculata	ต้านทาน (resistant))
Corymbia torelliana	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus alba	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus botryoides	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus bridgesiana	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus camaldulensis	ทนทาน- อ่อนแอ (tolerant – susceptible)
Eucalyptus camaldulensis ssp. simulata	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus camaldulensis var. camaldulensis	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus camaldulensis var. obtusa	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus cladocalyx	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus cloeziana	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus dunnii	ต้านทาน- ทนทาน (resistant – tolerant)
Eucalyptus globules ssp maidenii	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus globulus	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus gomphocephala	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus grandis	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus leucoxylon	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus microcorys	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus nitens	ต้านทาน (resistant)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด และสายต้น	ความต้านทาน
Eucalyptus pellita	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus pilularis	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus robusta	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus saligna	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus sideroxylon	ต้านทาน (resistant)
Eucalyptus smithii	ทนทาน- อ่อนแอ (tolerant – susceptible)
Eucalyptus tereticornis	ทนทาน- อ่อนแอ (tolerant – susceptible)
Eucalyptus tereticornis ssp. tereticornis	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus urograndis	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus urophylla	ทนทาน- อ่อนแอ (tolerant – susceptible)
Eucalyptus viminalis	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus grandis x E. camaldulensis	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus grandis x E. nitens	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus nitens x E. grandis	อ่อนแอ (susceptible)
Eucalyptus grandis x E. urophylla	ต้านทาน- อ่อนแอ (resistant – susceptible)
Eucalyptus saligna x E. urophylla	ต้านทาน- ทนทาน (resistant – tolerant)

ที่มา: (Kulkani, 2010)

กายวิภาคของใบพืช

ลักษณะทางกายวิภาคของใบพืช (lamilar) โดยทั่วไปประกอบด้วยแผ่นใบด้านบน (adaxial) และแผ่นใบด้านล่าง (abaxial) โดยที่แผ่นใบด้านบนประกอบไปด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ซึ่งเป็นชั้นที่ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอก (เทียมใจ, 2539) เช่นเดียวกับลักษณะทางกายวิภาคของยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสจากด้านนอกเข้าไปยังด้านใน Sangtongpraow (2011) อธิบายว่าใบของยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสนั้นประกอบด้วย ชั้นเซลล์ผิว ชั้นเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) ซึ่งชั้นเนื้อเยื่อพื้น ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchymas cell) และเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) และถัดเข้าไปคือมัดท่อลำลียง (vascular bundle) ที่ประกอบไปด้วย ท่ออาหาร (phloem) และท่อน้ำ (xylem) ซึ่งบนผนังเซลล์ของเซลล์ผิวด้านนอกมีชั้นของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารพวกคิวติน (cutin) ซึ่งเป็นสารคล้ายขี้ผึ้งฉาบอยู่ เป็นการป้องกันการระเหยของน้ำ เรียกว่า คิวติเคิล (cuticle) เซลล์ของอิพิเดอมิส จะเรียงติดกันแน่นมาก และมักจะมีคิวติเคิลหนา จึงเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้พืช (Esau, 1953) คิวติเคิลไม่มีในส่วนของรากที่กำลังเจริญ ในระยะแรกของการเติบโตเซลล์ผิว คิวติเคิลของทุกเซลล์จะยังไปไม่ถึงขอบเซลล์ แต่ภายหลังจะรวมเป็นชั้นติดต่อกันและคลุมไปทั้งเซลล์ผิว คิวติเคิลเกิดขึ้นบนผนังเซลล์เรียกว่าคิวติไนท์เซชัน (cutinization) ส่วนการเกิดคิวติเคิลเรียกคิวติคูลาไรเซชัน (cuticularization) คิวตินเป็นสารประกอบพวกไขมันที่สามารถย้อมสีด้วยซูดานโฟร์ (sudan IV) แล้วติดสีแดงที่ผนังด้านนอกของคิวติเคิล (Hall *et al*., 1993) คิวติเคิลมีความทนทานต่อแรงกดดันจากการทับถมจากตะกอนได้นับล้านปีในพืชโบราณบางชนิดซึ่งอยู่ในสภาพดึกดำบรรพ์ (fossil) คิวติเคิลยังคงรูปอยู่ทำให้สามารถศึกษาโครงสร้างของชั้นเซลล์ผิวได้ส่วนของคิวติเคิลที่เก็บรักษาไว้นี้ จะใช้ในการจำแนกพืชได้แม้กระทั่งถึงทุกวันนี้ Edwards *et al*. (1997) กล่าวว่ามีความเป็นไปได้ที่คิวติเคิลจะทำหน้าที่ในการต่อต้านพวกปรสิต รวมถึงการป้องกันและต้านทานรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) และการระเหยของน้ำออกไปจากพืช

Sant' Anna (2006) ศึกษากายวิภาคของ *S.dulcis* พบว่ามีเซลล์ผิวเป็นแบบ uniseriate epidermis รูปร่างของเซลล์ผิวที่ถูกทำลายจากเชื้อโรค SAR นั้นมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอนลักษณะของเซลล์จะล้มติดกัน ส่วนบริเวณที่เซลล์ผิวเรียงตัวตามแนวตั้งนั้น จะไม่พบการเข้าทำลายของเชื้อโรค และเมื่อศึกษา การเกิดจุด (spot) ที่เกิดจากเชื้อโรคบนใบพืช *M.artemisiana* และ *G. integrifolia* พบว่ามีการถูกทำลายอย่างรุนแรงบนพื้นผิวของใบ แต่พบว่าในชนิดที่มี trichome อยู่บนเซลล์ผิวไม่พบการถูกทำลายโดยเชื้อโรค จึงกล่าวได้ว่า ลักษณะของเซลล์ผิวและการพบ trichome บนพืชนั้น ป้องกันการทำลายจากเชื้อโรคและแมลงได้

ในใบยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสที่โตเต็มวัยจากการศึกษาของ Chaisalee (2000) พบว่ามีชั้นเซลล์ผิวชั้นเดียว โดยพบทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ และพบว่ามีคิวติเคิลหนาทั้ง 2 ด้าน (เดชา, 2547) ถัดจากชั้นเซลล์ผิวของใบพืชคือชั้นมีโซฟิลล์ซึ่งประกอบไปด้วยพาลิเซดพาเรงคิมาและสปองจีพาเรงคิมา พาลิเซดพาเรงคิเรียงตัวกันมีรูปร่างเป็นแท่งยาวและอยู่กันค่อนข้างแน่นกว่าสปองจีพาเรงคิมา ส่วนสปองจีพาเรงคิมามีรูปร่างไม่คงที่และมีช่องว่างระหว่างเซลล์ใหญ่มาก ในใบพืชทั่วไปพาลิเซดพาเรงคิมาจะอยู่ด้านบนของใบเสมอ ส่วนสปองจีพาเรงคิมาอยู่ทางด้านล่าง อาจมีแถวเดียวหรือหลายแถว แถวที่อยู่ติดเซลล์ผิวนอกสุดจะมีรูปร่างยาวสุด ในพืชบางชนิดอาจมีพาลิเสดเกิดขึ้นสองด้าน เรียกว่า unifacial, isobilateral หรือ isolateral (Esau, 1953) ถ้าพาลิเซด อยู่ด้านบน และถ้าสปองจีอยู่ด้านล่าง เรียก bifacial หรือ dorsiventral (Diane *et al*, 2003) ซึ่งใบของยูคาลิปตัสบางชนิดเป็นแบบ bifacial สำหรับในยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสที่โตเต็มวัยพบทั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พาลิเซดพาเรงคิมาและ สปองจีพาเรงคิมาซึ่งจะพบพาลิเซดพาเรงคิมาทั้งสองด้านเรียงกันหนา โดยที่ในแต่ละด้านจะพบว่ามีพาลิเซดเรียงกัน 2 ชั้นเรียงยาวไปตามเซลล์ผิว ส่วนสปองจีพาเรงคิมามีการเรียงตัวอยู่ถัดจากชั้นพาลิเซดพาเรงคิมาแต่ไม่เป็นระเบียบ นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) กระจายอยู่ทั่วทั้งแผ่นใบบริเวณชั้นพาลิเซดพาเรงคิมา (Chaisalee, 2000)

ชมพูนุช (2531) ศึกษากายวิภาคของใบยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส พบว่าการเรียงตัวของมีโซฟิลล์ เป็นแบบ unifacial ประกอบด้วยเซลล์ผิวด้าน upper epidermis รูปร่างผันแปรหลายแบบ มีทั้งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทีทมีด้านยาวขนานกับผิวใบ เซลล์รูปร่างค่อนข้างกลมเรียงปะปนกัน เซลล์ผิวชั้นนี้เรียงเป็นแถวเดียวตลอดแนว ผนังเซลล์บาง เซลล์สูง 10.25± 0.79 – 13.00 ± 1.05 ไมครอน เซลล์ผิวทางด้าน lower epidermis ผนังเซลลืบางและเรียงตัวเป็นแถวเดียวตลอดแนว พบคิวติเคิลฉาบอยู่บริเวณเหนือผิวใบทั้งสองด้าน นอกจากนี้ยังพบสิ่งปกคลุมใบทางด้านท้องใบ มีโซฟิลล์ประกอบด้วยพาลิเซดและสปองจี ซึ่งพาลิเซดปรากฏทั้งด้านบนและด้านล่าง ลักษณะแท่งคล้ายเสาเรียงตัวกันแน่น 2-3 แถว เซลล์ลำเลียงมี bundle sheath ล้อมรอบ และมี bundle sheath extention เชื่อมต่อระหว่างเซลล์ผิวกับ bundle sheath นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) กระจายอยู่ทั่วไป ในส่วนมีโซฟิลล์ ต่อมน้ำมันมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก และปรากฏอยู่ทั้งด้าน upper epidermis และ lower epidermis

ภายในใบพืชบางสกุลเช่น สกุล *Salsola* sp. พบว่ามีชั้นพาลิเซดมีโซฟิลล์ 2-3 ชั้น ซึ่งมีชื่อเรียกว่าเป็นแบบ Sympegmoid type (Wen, 2011) ถัดจากชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) เข้าไปคือชั้นเนื้อเยื่อพื้นโดยมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่มีรูปร่างกลม หรือรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะพบในชั้นคอร์เทกซ์และใส้ในของลำต้นและราก ใน ชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) ของใบพาเรงคิมาเป็นเซลล์ที่มีชีวิตซึ่งเซลล์ของพาเรงคิมายังคงมีชีวิตอยู่เมื่อเจริญเต็มที่ (Foster, 1949) ในใบก็เช่นเดียวกันจะพบเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่จะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไป โดยภายในเซลล์ของพาเรงคิมา อาจจะมี ผลึกที่เกิดจากแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate crystals) ที่หลากหลายอยู่ภายใน เช่น crystals druse (Diane *et al*., 2003)

โดยทั่วไปแผ่นใบของพืชจะประกอบไปด้วยเส้นใบ (venetion) ประกอบไปด้วยเส้นกลางใบและเส้นใบย่อยที่อยู่ภายใน ซึ่งจะมีระบบท่อลำเลียงที่ประกอบไปด้วยท่ออาหาร และท่อน้ำ โดยมีหลายรูปแบบเช่น รูปแบบที่มีท่ออาหารอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง และมีเนื้อเยื่อท่อน้ำท่อน้ำอยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงซึ่งเป็นแถบขนานไปกับรูปร่างของมัดท่อลำเลียง เรียกรูปแบบของมัดท่อลำเลียงแบบนี้ว่า bicallateral bundle (Esau, 1953) มัดท่อลำเลียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(vascular bundle) ของใบยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสใบที่โตเต็มที่เป็นแบบ simple pararellel vein ซึ่งมีขนาดขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของแผ่นใบยูคาลิปตัสเอง มัดท่อลำเลียงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจะอยู่ตรงกลางก้านใบ และมีมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กอยู่ตรงกันข้ามที่แผ่นใบของทั้งสองข้างซึ่งมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กจะฝังตัวอยู่ในชั้นมีโซฟิลล์ โดยที่มัดท่อลำเลียงขนาดเล็กจะมี bundle sheath อยู่รอบๆ มัดท่อลำเลียง และ พบว่ามี bundle sheath extention อยู่ระหว่าง bundle sheath และชั้นเซลล์ผิว (Chaisalee, 2000)

เมื่อแตนสร้างปมวางไข่ไปยังส่วนที่เหมาะสมแล้วตัวอ่อนก็จะถูกฝังไว้ในมัดท่อลำเลียงหรือใกล้เคียงเพื่อให้ตัวอ่อนได้พัฒนาและเติบโตเป็นแตนสร้างปมที่โตเต็มวัยพร้อมที่จะสืบต่อพันธุ์ต่อไป โดยปมที่เกิดในก้านใบ เส้นกลางใบ และกิ่งอ่อนของยูคาลิปตัสนั้นเป็นแบบ bump- shape นั่นเอง (Sangtongpraow, 2011)

คอลเลงคิมา (collenchymas) เป็นเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงที่เกิดขึ้นในลำต้นอ่อน ใบและส่วนของดอก และยังเป็นเนื้อเยื่อหลักที่ให้ความแข็งแรงแก่ใบ (Wen *et al*., 2011) และส่วนที่มีสีเขียวของพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิด คอลเลงคิมา เป็นเนื้อเยื่อที่ยังมีชีวิตอยู่ (เทียมใจ, 2539) โดยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาเป็นเนื้อเยื่อที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับใบและส่วนอ่อนของยูคาลิปตัส (Sangtongpraow, 2011) ด้วยเช่นกัน ลักษณะของคอลเลงคิมาคือมีผนังหนาไม่เท่ากันภายในเซลล์เดียวกันและจะเกิดขึ้นใต้ใกล้ชั้นเซลล์ผิวเท่านั้น โดยทั่วไปไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) (สมคิด, 2529) พิจารณาจากลักษณะความหนาของผนังเซลล์สามารถแยกคอลเลงคิมาออกเป็น 4 ชนิด คือผนังหนาเฉพาะที่มุม (angular collenchyma) ผนังหนาเฉพาะผนังด้านสัมผัส (lamella collenchymas) ผนังหนารอบหน้าเซลล์ (annular collenchyma) และผนังหนาแบบใดแบบหนึ่ง แต่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (lacunar collenchyma) (Esau, 1953) คอลเลงคิมาที่พบบ่อยและพบทั่วไปคือแบบที่หนาที่มุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กล้องถ่ายภาพ

2. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก มีด กรรไกร ยางรัด และไม้สอย

3. อุปกรณ์สำหรับตัดชิ้นบางและเตรียมสไลด์ เช่น โฟม, ใบมีดโกน, hand microtome, ปากคีบ, จานเลี้ยงเชื้อ, แผ่นสไลด์, กระจกปิดสไลด์ และน้ำยาทาเล็บชนิดใส

4. สารเคมีสำหรับเตรียมชิ้นบาง (section) เช่น glutaraldehyde (3 % ในน้ำ), safranin O (ละลายในแอลกอฮอล์ 50%), glycerol 50 % (glycerol 50% ในน้ำ), Sudan IV (ละลาย 0.5 กรัม ของ Sudan IV ในแอลกอฮอล์ 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร)

5. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound พร้อมกล้องถ่ายภาพ Cannon Power Short A640 และ soft ware (Carl Zeiss: Axio vision) สำหรับวัดขนาดและถ่ายภาพ

6. เมล็ดยูคาลิปตัสที่เก็บจากต้นแม่สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30

7. ยูคาลิปตัสสายต้นที่ได้มีการปลูกและผลิตกล้าในเชิงพาณิช จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4

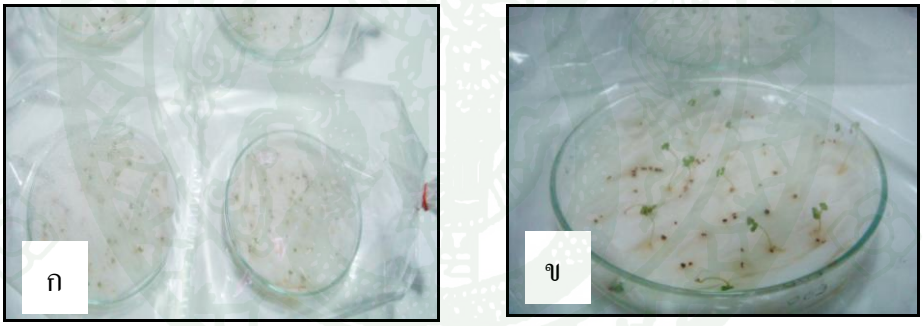
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. ศึกษาลักษณะการถ่ายทอดการทนต่อแตนสร้างปม

1. 1 การเตรียมต้นกล้า

1.1.1 ทำการเลือกแม่ไม้จำนวน 6 สายต้น (clone) คือสายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ18A30 เลือกเก็บผลที่แก่จากต้น นำผลมาผึ่งให้แตกในถุงพลาสติก แยกแม่ไม้ คัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ และนำเมล็ดไปเพาะ ในจานเลี้ยงเชื้อ โดยนำกระดาษทิชชูไปวางลงบนจานเลี้ยงเชื้อพรมน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้น ให้นำเมล็ดยูคาลิปตัสที่ถูกเลือกจำนวน 100 เมล็ดไปวางเรียงลงบนกระดาษทิชชูชุ่มน้ำที่อยู่ในจานเลี้ยงเชื้อ โดยวางเมล็ดให้เหมาะสมกับพื้นที่ในจานเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นนำจานเพาะเมล็ดไปใส่ในถุงพลาสติก (ภาพที่ 3ก) มัดปากถุง แล้วนำไปวางในที่มีแสงแต่ไม่ส่องถูกจานโดยตรง ทิ้งไว้ จนกระทั่งเมล็ดงอกและพร้อมที่จะนำไปย้ายปลูก (ภาพที่ 3ข)



ภาพที่ 3 เพาะเมล็ดเพื่อเตรียมต้นกล้า ก) การเพาะเมล็ดโดยวิธีเพาะบนกระดาษทิชชูในจานเลี้ยงเชื้อแล้วห่อด้วยถุงพลาสติก ข) กล้ายูคาลิปตัสอายุประมาณ 1 สัปดาห์

1.1.2 เตรียมหลอดปลูกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร บรรจุวัสดุปลูก (ดิน:แกลบ) ย้ายต้นกล้าจากจานปลูกไปยังหลอดปลูก (ภาพที่ 4 ก) ดูแล รดน้ำ โดยใช้ระบบน้ำอัตโนมัติ ใส่ปุ๋ยออสโมโคส สูตรเสมอ (14:14:14) คลุมต้นกล้าด้วยผ้าตาข่ายชนิดถี่ (ภาพที่ 4ข) เพื่อป้องกันแตนสร้างปมเข้าทำลายก่อนที่จะนำไปทดลอง เมื่อต้นกล้า อายุประมาณ 3 เดือน ทำการคัดเลือกต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงนำไปย้ายปลูกในถุงดำที่บรรจุดิน เลือกต้นกล้าที่แข็งแรงจากแต่ละแม่ไม้ทั้ง 6 สายต้น จำนวนต้นกล้าจากสายต้นแม่ละ 100 ต้น สุ่ม วางต้นกล้าทั้งหมดไว้บนโต๊ะที่ทำจากลวดตาข่ายตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomize design, CRD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(อนันตชัย, 2539) (ภาพที่ 4 ค) แล้วปล่อยให้แตนสร้างปมที่อยู่บริเวณเรือนเพาะชำเข้าไปทำลายต้นกล้าตามธรรมชาติ นอกจากนั้นได้นำต้นยูคาลิปตัสที่ถูกแตนสร้างปมทำลายอย่างหนัก จากที่อื่นมาวางไว้เพื่อเป็นการกระจายแมลงให้มีจำนวนมากพอที่จะเข้าทำลายต้นกล้า

ภาพที่ 4 การเตรียมต้นกล้าเพื่อประเมินความเสียหายจากการทำลายของแตนสร้างปม ก) ต้นกล้าที่ถูกย้ายมาจากจานเพาะกล้าปลูกในหลอดปลูก ข) ต้นกล้าที่ถูกคลุมด้วยผ้าตาข่ายชนิดถี่เพื่อป้องกันแตนสร้างปมเข้าทำลาย ค) ต้นกล้าที่นำมาจาก ข. และย้ายชำลงถุงดำและถูกจัดเรียงตาม แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomize design, CRD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ประเมินค่าความเสียหายจากการเข้าทำลาย

1.2.1 ประเมินดัชนีความเสียหาย (damage index) สำรวจความเสียหายของต้นกล้าที่นำมาทดลอง และได้กำหนดความเสียหายเป็นระดับการทำลายโดยแตนสร้างปม ดังต่อไปนี้

ระดับการถูกทำลาย	ลักษณะการถูกทำลาย
1	พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ ต่ำกว่า 10 จุดต่อต้นและไม่พบปม
2	พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่มากกว่า10 จุดต่อต้น และแต่ไม่พบปม
3	พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ มากกว่า 30 จุดต่อต้นและพบปม 10-20 ปมต่อต้น
4	พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ มากกว่า 30 จุดต่อต้นและพบปมที่ต้นกล้ามากกว่า 20 ปมต่อต้น
5	พบการแทงอวัยวะวางไข่แต่ไม่พบปม

เมื่อประเมินระดับการถูกทำลายพื้นฐานของต้นกล้าทุกต้น แล้วนำไปคำนวณดัชนีความเสียหายเฉลี่ย ซึ่งคำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (Pham *et al*, 2009)

$$R = \frac{\sum_i n_i v_i}{NV} \times 100 \qquad (1)$$

R = ดัชนีความเสียหายเฉลี่ย (average damage index) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

n_i = จำนวนต้นที่ถูกทำลายที่ระดับการถูกทำลาย i

v_i = ระดับการถูกทำลายที่ระดับ i

N = จำนวนต้นที่ประเมิน

V = ระดับการถูกทำลายที่สูงที่สุด (ระดับ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 ประเมินระดับความรุนแรงที่ได้จากค่าดัชนีความเสียหายเฉลี่ย นำค่าดัชนีความเสียหายเฉลี่ยที่คำนวณได้จากสูตร (1) มาจัดระดับความรุนแรง ดังนี้

ระดับความรุนแรง (%)	ดัชนีความเสียหาย
0	1 (ไม่พบการถูกทำลาย)
< 25	2 (การถูกทำลายต่ำ)
25-50	3 (การถูกทำลายปานกลาง)
51-75	4 (การถูกทำลายรุนแรง)
> 75	5 (การถูกทำลายรุนแรงมาก)

1.3 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของกล้ายูคาลิปตัสและพฤติกรรมการเข้าทำลายของแตนสร้างปม

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยูคาลิปตัสและพฤติกรรมการเข้าทำลายของแตนสร้างปมบนกลุ่มกล้ายูคาลิปตัสที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่เก็บจากต้นแม่จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 โดยการสังเกตตำแหน่งบนต้นกล้าที่ถูกแทงโดยอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ทำการติดเครื่องหมายไว้ที่ใบของต้นกล้าที่ถูกเลือกจำนวนสายต้นแม่ละ 10 ต้น ติดตามการเติบโตของใบพร้อมกับนับจำนวนรอยแผลที่เพิ่มขึ้นบนใบเป็นเวลาสามสัปดาห์ และสังเกตการพัฒนาของรอยแผลจนกลายไปเป็นปม

1.4 ศึกษาคิวติเคิลของใบ

ทำการศึกษาคิวติเคิล (cuticle) ทั้งด้านบนและด้านล่างของเส้นกลางใบ (mid-rib) จากต้นกล้าที่เพาะเมล็ดจาก สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 โดยการเก็บใบสดของยูคาลิปตัสจากต้นกล้า ตัดชิ้นบางจากใบสดโดยวิธีตัดด้วยใบมีดโกนและ ย้อมสีชิ้นบางด้วย Sudan IV (ละลาย 0.5 กรัม ของ Sudan IV ในแอลกอฮอล์ 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร) เนื่องจากคิวติเคิล ติดสีแดงส้มของซูดานโฟร์ แต่ผนังเซลล์ของเซลล์ผิวไม่ติดสีจึงสามารถแยกคิวติเคิล (cuticle) กับผนังเซลล์ออกจากกันได้ หลังจากนั้นหยดกลีเซอรอล (glycerol 50% ในน้ำ) ลงไปให้ท่วมชิ้นบาง (cross section) และวางแผ่นปิดสไลด์ทับลงไป หลังจากนั้นทาน้ำยาทาเล็บชนิดใสลงไปทับรอบแผ่นปิดสไลด์ ทำการเตรียมแผ่นสไลด์ของชิ้นบางจากใบจำนวน 10 ใบ จากกล้า 10 ต้น จากแต่ละสายต้นแม่ สุ่มเลือกชิ้นตัวอย่างจำนวน 10 สไลด์ จากแต่ละสายต้นแม่แล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำแผ่นสไลด์ที่เสร็จสมบูรณ์ไปศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์วัดความหนาของชั้นคิวติเคิลที่บริเวณเส้นกลางใบทั้งด้านบนและด้านล่าง นำค่าความหนาของชั้นคิวติเคิลที่วัดได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความหนาของคิวติเคิลที่บริเวณเส้นกลางใบทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ของใบ

1.5 การประเมินการถ่ายทอด

ประเมินการถ่ายทอดลักษณะจากต้นแม่ไปสู่ต้นลูก คือดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นลูกว่ามีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างจากสายต้นแม่อย่างไร

2. ศึกษาสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของใบจากสายต้นที่มีการปลูกและผลิตในเชิงพาณิชย์

2.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานของใบจากสายต้นที่มีการปลูกและผลิตในเชิงพาณิชย์

ตัวอย่างต้นกล้ายูคาลิปตัสที่ได้มีการปลูกและผลิตในเชิงพาณิชย์จำนวน 6 สายต้น ได้แก่สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 ซึ่งได้มา 2 วิธี คือได้รับการอนุเคราะห์ ต้นกล้าสายต้น CT76 และ H4 จากบริษัทสยามฟอเรสทรีในเครือ SCG และสายต้น K25, K51, K7 และ T5 จากหน่อที่เกิดจากโคนต้นโดยวิธีกานที่โคนต้นจากต้นขนาดใหญ่ที่ปลูกบริเวณคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานของใบจากสายต้นที่มีการปลูกเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ดังกล่าว โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในต้นยูคาลิปตัสที่นำมาศึกษา คือ 1) สัณฐานวิทยาของใบ สีของใบอ่อนและใบแก่ 2) สารที่เคลือบบนผิวใบ (cuticle) 3) ตรวจสอบตำแหน่งการเข้าทำลายจากแตนสร้างปมที่ส่วนอ่อนของต้นยูคาลิปตัส เช่น กิ่ง ใบ เพื่อศึกษาการเข้าทำลายในยูคาลิปตัสและ 4) ติดตามลักษณะแผลและการเปลี่ยนแปลงใบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การเตรียมชิ้นบางเพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาค

ศึกษากายวิภาคของใบยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 จากต้นตัวอย่างและหน่อจากโคนของแต่ละสายต้น ใบที่เก็บ มีอายุ 1-2 สัปดาห์ ซึ่งมีขนาดความกว้าง 1-3 มิลลิเมตร โดยเก็บสายต้นละ 10 ใบ นำไปผ่านกระบวนการตัดเพื่อให้ได้ชิ้นบาง โดยใช้วิธีการตัดด้วยใบมีดโกน (freehand cross section) เพื่อศึกษากายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) และก้านใบ (petiole) เช่น ศึกษาเนื้อเยื่อผิว (epidermis) เนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) และความหนาของผนังเซลล์ (double wall thick) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1 เตรียมตัวอย่างใบสำหรับตัดขวาง (cross section) โดยการเก็บใบอ่อนจากต้นกล้าและจากหน่อที่แตกยอดจากโคนต้นขนาดใหญ่

2.2.2 ฆ่าและคงสภาพตัวอย่าง (killing and fixing) โดยนำตัวอย่างใบแช่ใน glutaraldehyde 3% (ละลายในน้ำ) ใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง (สมคิด, 2526)

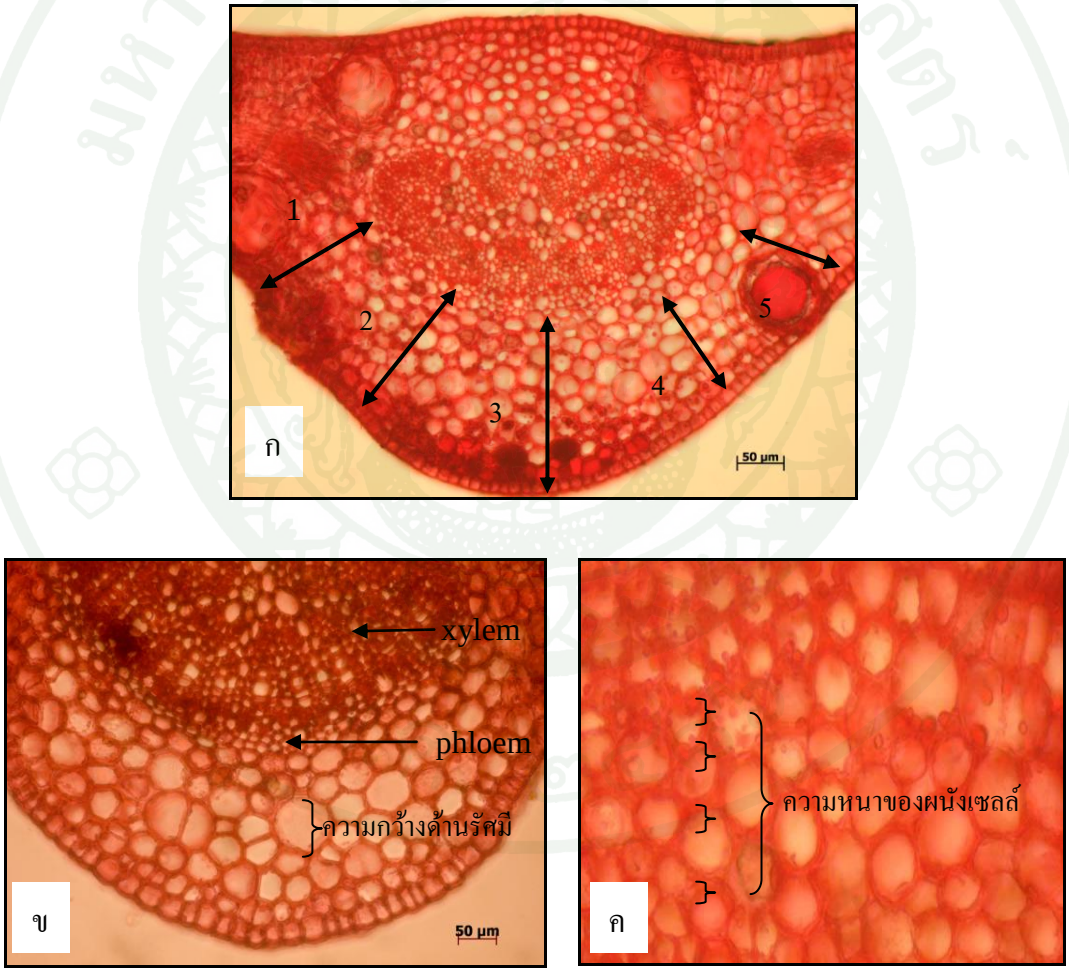
2.2.3 นำใบยูคาลิปตัสสด หรือใบที่ผ่านกระบวนการฆ่าและคงสภาพ ไปยึดด้วยโฟม ใช้มือจับโฟมและใช้ใบมีดโกนตัดด้วยมือเพื่อให้ได้ชิ้นบาง สำหรับนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป นอกจากนั้น ยังสามารถใช้เครื่อง hand microtome จับโฟมที่มีชิ้นตัวอย่างใบและใช้ใบมีดโกนตัดด้วยมือซึ่งทำให้การตัดชิ้นบางมีประสิทธิภาพได้ชิ้นบางคุณภาพดีจำนวนมาก

2.2.4 ย้อมสีตัวอย่างด้วย safranin O ซึ่งเซลล์จะติดสีแดงเมื่อย้อมสีเสร็จสิ้น นำตัวอย่างวางบนสไลด์หยดด้วยกลีเซอรอล (glycerol) 50 เปอร์เซ็นต์ (glycerol 50% ในน้ำ) ปิดทับด้วยแผ่นปิดสไลด์ (cover slide) นำตัวอย่างสไลด์ที่ได้ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (compound microscope) พร้อมกับถ่ายภาพและบันทึกภาพที่มีความคมชัดและมีรายละเอียดที่ต้องศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การศึกษาชั้นเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้น และ ความหนาผนังเซลล์ (double wall thick) บริเวณเส้นกลางใบและก้านใบ

สุ่มเลือกชิ้นบางเพื่อนำไปศึกษา จำนวนสายต้นละ 10 ใบ (ซ้ำ) แบ่งเส้นกลางใบด้านล่างออกเป็น 5 ตำแหน่ง และวัดความกว้างของเนื้อเยื่อพื้น (ภาพที่ 5ก) วัดความสูงของเซลล์ผิว ความกว้างและความหนาของผนังเซลล์ (double wall thickness) ของเนื้อเยื่อพื้นทั้ง 6 สายต้น (ภาพที่ 5ข) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และจัดกลุ่มความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DNMRT)



ภาพที่ 5 เส้นกลางใบตัดจากบริเวณกึ่งกลางใบของยูคาลิปตัส ก) การแบ่งพื้นที่เส้นกลางใบออกเป็น 5 ตำแหน่งเพื่อวัดขนาดความหนาของบริเวณเนื้อเยื่อเซลล์ทางด้านรัศมี ข) แสดงการวัดขนาดของเซลล์ ค) การวัดความหนาของผนังเซลล์ทางด้านรัศมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การถ่ายทอดลักษณะการทนต่อแตนสร้างปม

1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยูคาลิปตัสและพฤติกรรมการเข้าทำลายของแตนสร้างปมต่อยูคาลิปตัสต้นแม่และลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ด

1.1.1 ลักษณะทางสัณฐานและความทนแตนสร้างปมของสายต้นแม่ ไม้สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 ที่ได้จากการสังเกตและการศึกาประวัติของแม่ไม้แต่ละต้นโดยมีสายต้น T5, CT168 และ 18A30 เป็นสายต้นที่มีความทนต่อแตนสร้างปม และสายต้น K25, K51 และ D1 เป็นสายต้นที่ไม่ทนต่อแตนสร้างปมแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประวัติลักษณะทางสัณฐานและการทนต่อแตนสร้างปมของแม่ไม้ สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30

สายต้นแม่	ประวัติ	ลักษณะทางสัณฐานและลักษณะการถูกทำลายโดยแมลง
T5	เป็นชนิด *E.camaldulensis* คัดเลือกมาจากสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ตะกั่วป่า	เป็นยูคาลิปตัสที่ทนแล้ง ยอดอ่อนแดงใบแก่สีเขียวนวล แตนเข้าทำลายมีแผลแต่ไม่พัฒนาเป็นปม
D1	เป็นชนิด *E.camaldulensis* สายต้นที่ผลิตในเชิงพาณิชจากบริษัท STD อำเภอสัตหีบจังหวัดชลบุรี มีการปลูกกว้างขวางในภาคตะวันออกและภาคอีสานตอนล่าง	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่หนาสีเขียวเข้ม แตนเข้าทำลายและพบเป็นปมขนาดเล็ก
CT168	สายพันธุ์ที่คัดเลือกและปลูกทดสอบโดยบริษัท SFT-SCG	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวเข้มหนา แตนเข้าทำลาย มีแผลแต่ไม่พัฒนาเป็นปม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สายต้นแม่	ประวัติ	ลักษณะทางสัณฐานและลักษณะการถูกทำลายโดยแมลง
K25	เคยมีการผลิตและปลูกในเชิงพาณิชอย่างกว้างขวางเกือบทุกภาคโดยบริษัทสวนกิตติ	ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่มีสีเขียวอมเหลือง แตนเข้าทำลายอย่างรุนแรง เกิดปมจำนวนมาก ถ้าใบพัฒนาขึ้นจะเสียรูปร่าง ยอดอ่อนที่ถูกทำลายมีลักษณะใบขนาดเล็กเป็นฝอยและใบร่วงขณะยังอ่อน
K51	เป็นชนิด *E.camaldulensis* เคยเป็นสายต้นที่ผลิตในเชิงพาณิชของบริษัทสวนกิตติ และปลูกอย่างกว้างขวางเกือบทุกภาคโดยบริษัทสวนกิตติ	ยอดอ่อนสีเขียวอมชมพู ใบแก่เขียวนวล แตนเข้าทำลายอย่างรุนแรง เกิดปมขนาดใหญ่ติดกันต่อเนื่องทั้งก้านใบและเส้นกลางใบจนใบเสียรูปร่าง
18A30	เป็นลูกผสมระหว่างสายต้น T5 และ *E. urophylla* โดยโครงการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ยอดอ่อนมีสีแดงใบอ่อนและใบแก่รูปไข่กว้าง ใบแก่สีเขียว แตนเข้าทำลาย แต่ไม่มีการสร้างปม หรือมีจำนวนน้อย

หมายเหตุ T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 เป็นยูคาลิปตัสสายต้นแม่ที่ปลูกอยู่ภายในคณะวนศาสตร์

ลักษณะทางสัณฐานและการทนต่อแตนสร้างปมของยูคาลิปตัสกลุ่มต้นลูก สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 (ภาพที่ 6) ที่ได้จากการเพาะเมล็ด โดยมีสายต้น T5, CT168 และ 18A30 เป็นสายต้นที่มีความทนต่อแตนสร้างปม และสายต้น K25, K51 และ D1 เป็นสายต้นที่ไม่ทนต่อแตนสร้างปม แสดงในตารางที่ 3

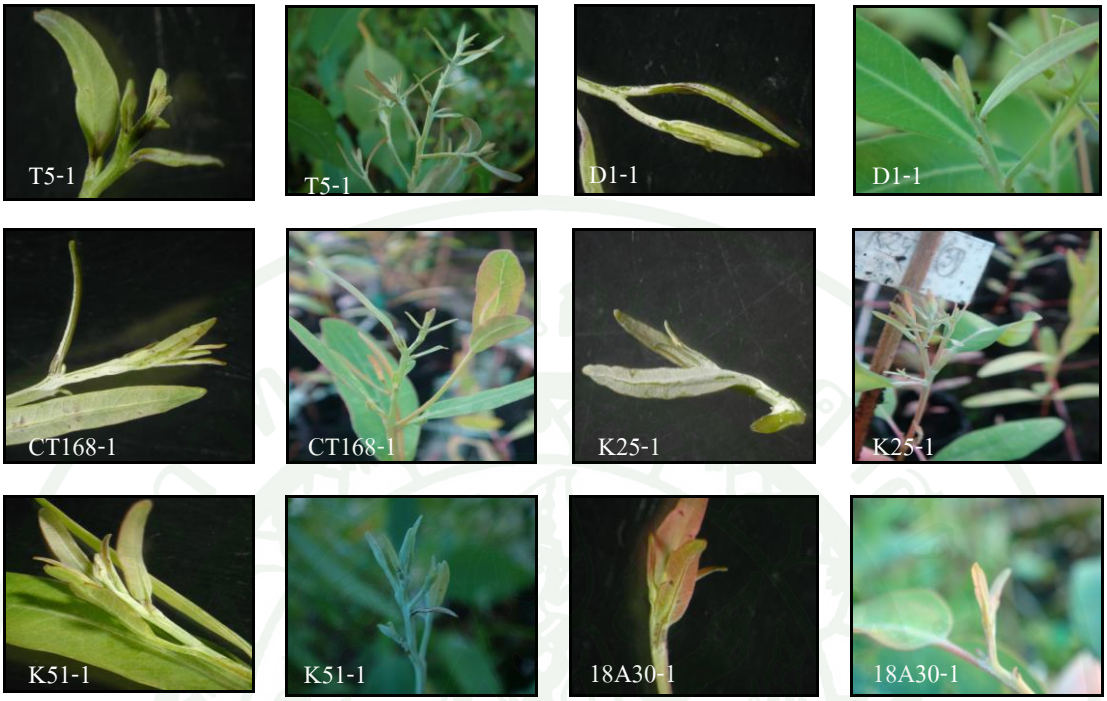
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานและการถูกทำลายของยูคาลิปตัสต้นลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่มาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้นแม่ (ตารางที่ 2) กลุ่มต้นลูกที่ศึกษาคือ T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30

กลุ่มต้นลูก	ลักษณะทางสัณฐานและลักษณะการเข้าทำลายของแตน			
	สีของใบ	สิ่งปกคลุมใบ	รอยแผล	อาการของต้นลูก
T5-1	ยอดอ่อนนวลใบอ่อนสีเขียวนวล	มีสิ่งปกคลุมสีขาวทั่วทั้งใบ	พบรอยแผลที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านหลัง	แตนเข้าทำลายมีแผลแต่พัฒนาเป็นปมน้อยมาก
D1-1	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวนวล	มีสิ่งปกคลุมสีขาวค่อนข้างหนา	มีรอยแผลจำนวนมากที่ด้านข้างของเส้นกลางใบด้านหลังใบ	แตนเข้าทำลาย มีรอยแผล และพัฒนาเป็นปมขนาดเล็ก
CT168-1	ใบอ่อนสีเขียวอ่อนใบแก่หนาสีเขียวเข้ม	มีสิ่งปกคลุมที่ใบสีขาว ค่อนข้างหนา	มีรอยแผลมากที่ก้านใบและเส้นกลางใบ	รอยแผลพัฒนาไปเป็นปมน้อย
K25-1	ยอดอ่อนสีม่วงอมเทา	มีสิ่งปกคลุมสีขาวทั่วทั้งใบ	มีรอยแผลมากที่ก้านใบและเส้นกลางใบ	แตนเข้าทำลายมีแผลเมื่อใบพัฒนาจะเสียรูปร่าง ใบร่วงขณะยังอ่อน ใบฝอย เกิดปมจำนวนมาก
K51-1	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อนอมชมพู	มีสิ่งปกคลุมสีขาวไม่มาก	มีรอยแผลกระจายทั้งก้านใบและเส้นกลางใบด้านหลัง	แตนเข้าทำลายรุนแรงเกิดปมขนาดใหญ่ ปมติดต่อเนื่องกัน
18A30-1	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อนถึงสีแดง	มีสิ่งปกคลุมสีขาวไม่มาก	พบรอยแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่พบเยื่อเหนียว สีขาวปรากฏรอบรอยแผล	แตนเข้าทำลายและสร้างปมน้อย

หมายเหตุ T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 18A30-1 เป็นกลุ่มกล้าที่ผลิตจากเมล็ดที่เก็บจากต้นแม่ T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

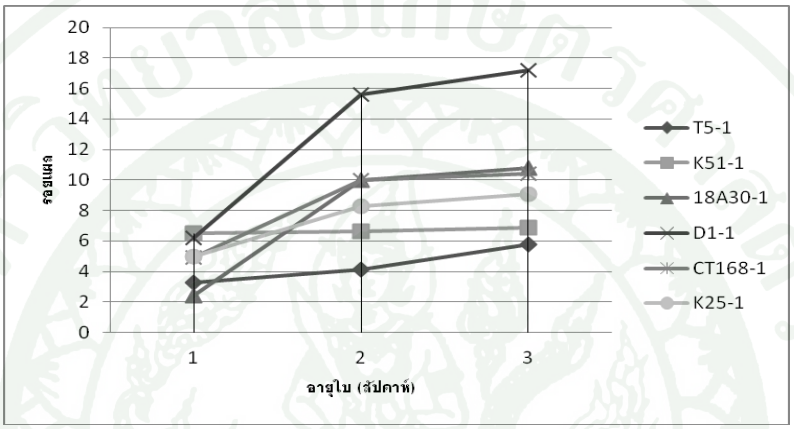


ภาพที่ 6 ลักษณะของยอดอ่อนยูคาลิปตัสกลุ่มต้นลูก (T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 18A30 ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้น คือ สายต้นแม่ T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30

จากการศึกษาติดตามการแทงอวัยวะวางไข่ของแตนสร้างปมและการนับจำนวนรอยแผลที่พบที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านล่างของกล้ายูคาลิปตัสกลุ่มต้นลูก T5-1, K51-1, 18A30-1, D1-1, CT168-1 และ K25-1 ในสัปดาห์แรกพบว่า K51-1 มีจำนวนแผลสูงสุด D1-1 มีแผลรองลงมาแต่ใกล้เคียงกัน ส่วน K25-1 และ CT168-1 มีจำนวนแผลรองลงมาและใกล้เคียงกัน 18A30-1 และ T5-1 มีแผลน้อยที่สุด ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 D1-1 มีรอยแผลเพิ่มขึ้นมากที่สุดและเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มกล้าอื่นมาก T5-1 มีรอยแผลน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่น่าสนใจคือ K51-1 ซึ่งในสัปดาห์แรกมีจำนวนแผลมากที่สุดแต่มีการเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 น้อยมากอาจเป็นผลมาจากการเกิดปมขนาดใหญ่ทำให้ใบเสียรูปร่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพ (ภาพที่ 7) พบว่าแตนสร้างปมเริ่มมีการแทงอวัยวะวางไข่ตั้งแต่ใบยูคาลิปตัสผลิใบในสัปดาห์แรกและแทงอวัยวะวางไข่เพิ่มขึ้นมากในสัปดาห์ที่ 2 และจำนวนแผลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 3 เนื่องจากในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 3 เป็นระยะที่ใบยูคาลิปตัสยังเป็นใบอ่อน จึงทำให้แตนสร้างปมแทงอวัยวะวางไข่ได้ง่าย และเริ่มทำการฝังไข่เข้าไปในสายต้นที่มีความต้านทานต่ำ หลังจากที่วางไข่เข้าไปในยูคาลิปตัสแล้ว รอยแผลที่พบที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านล่างของกล้ากลุ่มที่มีความทนน้อยจะพัฒนาไปเป็นปม



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของใบกับการแทงด้วยอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ของแตนสร้างปม

1.2 การประเมินความเสียหายของกลุ่มต้นกล้า (ต้นลูก)

การประเมินค่าความเสียหายของกลุ่มต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดต้นแม่สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 ซึ่งมีประวัติการทนแตนสร้างปมดังตารางที่ 2

ความเสียหายของกลุ่มต้นกล้าไม้ (ต้นลูก)โดยการใช้ค่าดัชนีความเสียหาย (%) โดยวิธีของ(Pham *et al*, 2009) ข้อมูลจาก เรียงลำดับกลุ่มกล้าเรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้ CT168-1 (18.7 %), D1-1 (29 %), 18A30-1 (30.5 %), T5-1 (34 %), K51-1 (41 %) และ K25-1 (71 %) กล้าที่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อยถือว่ามีความต้านทานมากหรือแมลงทำลายได้น้อย (ตารางที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ข้อมูลจากการประเมินค่าความเสียหายของยูคาลิปตัสกลุ่มต้นกล้า ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาจากต้นแม่ จำนวน 6 สายต้นได้แก่สายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30

กลุ่มต้นกล้ากล้า	ดัชนีความเสียหายเฉลี่ย (%)	ระดับความรุนแรงของการถูกทำลาย
T5-1	34	การถูกทำลายปานกลาง
D1-1	29	การถูกทำลายปานกลาง
CT168-1	18.7	การถูกทำลายต่ำ
K25-1	71	การถูกทำลายรุนแรง
K51-1	41	การถูกทำลายปานกลาง
18A30-1	30.5	การถูกทำลายปานกลาง

1.3 คิวติเคิล (cuticle) ที่ปกคลุมใบของกลุ่มต้นกล้า (ต้นลูก)

ศึกษาคิวติเคิลของแผ่นใบซึ่งรวมทั้งคิวติเคิลของทั้งแผ่นใบและเส้นกลางใบจากกลุ่มกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดของยูคาลิปตัสจากต้นแม่จำนวน 6 สายต้น ได้แก่กลุ่มกล้า T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 18A30-1 จากการวัดความหนาของชั้นคิวติเคิล (cuticle) ใบอ่อนจากต้นกล้า 10 ต้น จากกลุ่มต้นกล้าจากแต่ละสายต้นแม่ พบว่าค่าความหนาของชั้นคิวติเคิลของใบอ่อนด้านบนและด้านล่างของใบยูคาลิปตัส 6 กลุ่มกล้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน ($p< 0.05$) (ตารางที่ 5 และ 6)

ใบอ่อนด้านบน ของกลุ่มกล้า T5-1, D1-1, CT168-1,K25-1, K51-1 และ 18A30-1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5) และมีความหนาเฉลี่ยของคิวติเคิลเท่ากับ 0.0054, 0.0033, 0.0063, 0.0018, 0.0040 และ 0.0105 ไมครอน (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาของคิวติเคิล บริเวณเส้นกลางใบของใบอ่อนด้านบนของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มต้นกล้า

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
ใบอ่อนด้านบน	189.041	5	37.808	1.356	0.257
Error	1337.868	48	27.872		
Total	1526.909	53			

ใบอ่อนด้านล่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางที่ 6) และมีความหนาของคิวติเคิลของกลุ่มกล้าเรียงจากมากไปน้อยคือ D1-1, T5-1, K25-1, K51-1, 18A30-1 และ CT168-1 มีค่าเท่ากับ 0.0016, 0.0020, 0.0033, 0.0040, 0.0051 และ 0.0066 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาของคิวติเคิล บริเวณเส้นกลางใบของใบอ่อนด้านล่างของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มต้นกล้า

Source	Sum of Square	df	Mean Square	$F^{/1}$	Sig.
ใบอ่อนด้านล่าง	1977.895	5	395.579	9.591*	0.000
Error	1979.793	48	41.246		
Total	3957.688	53			

หมายเหตุ $^{1/}$F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P< 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของใบที่ขยายเต็มที่ด้านบน พบว่าความหนาของชั้นคิวติเคิล มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 7) ค่าเฉลี่ยของใบที่ขยายเต็มที่ด้านบนสามารถแบ่งกลุ่มค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวคิเคิลได้ 2 กลุ่ม (ตารางที่ 9) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ D1-1 และ K25-1 มีค่าเท่ากับ 0.0024 และ 0.0022 ไมครอนตามลำดับ กลุ่มที่ 2 ได้แก่ CT168-1, 18A30-1, K51-1 และ T5-1 มีค่าเท่ากับ 0.0037, 0.0048, 0.0061 และ 0.0100 ไมครอนตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวติเคิลด้านบนของเส้นกลางใบ ใบที่ขยายเต็มที่ของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มกล้า

Source	Sum of Square	df	Mean square	F[1/]	Sig.
ใบขยายเต็มที่ด้านบน	513.162	5	102.632	2.713*	0.031
Error	1815.832	48	37.830		
Total	2329.00	53			

หมายเหตุ ค่า [1/]F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P< 0.05$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของใบที่ขยายเต็มที่ด้านล่าง พบว่าความหนาของชั้นคิวติเคิล มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 8) ใบที่ขยายเต็มที่ด้านล่าง แบ่งกลุ่มค่าเฉลี่ยของคิวติเคิลได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ D1-1, K51-1, K25-1, 18A30-1 และ CT168-1 มีค่าเท่ากับ 0.0022, 0.0027, 0.0032, 0.0045 และ 0.0058 ไมครอน ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 คือ T5-1 มีค่าเท่ากับ 0.0188 ไมครอน (ตารางที่ 9)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวติเคิลด้านล่างของเส้นกลางใบ ใบที่ขยายเต็มที่ของยูคาลิปตัส 6 กลุ่มกล้า

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F[1/]	Sig.
ใบขยายเต็มที่ด้านล่าง	1977.895	5	395.579	9.591*	0.000
Error	1979.793	48	41.246		
Total	3957.688	53			

หมายเหตุ ค่า [1/]F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P< 0.05

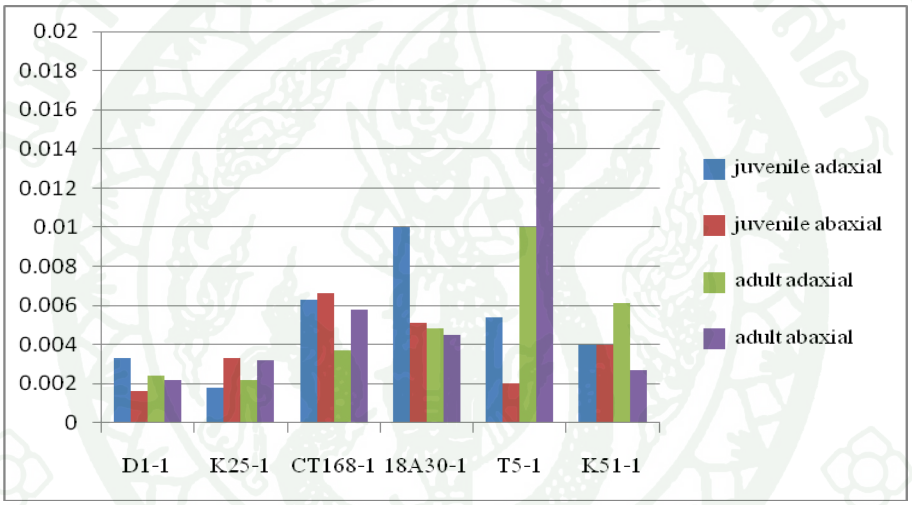
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นคิวติเคิลด้านบนและด้านล่างของแผ่นใบของ ใบอ่อนและใบที่ขยายเต็มที่ของกลุ้มต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดของแม่ไม้ยูคาลิปตัส 6 สายต้น ได้แก่กลุ่มต้นกล้า T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ 18A30-1

กลุ่มต้นกล้า	ความหนาของชั้นคิวติเคิล (μm)			
	ใบอ่อนด้านบน	ใบอ่อนด้านล่าง	ใบขยายเต็มที่ด้านบน	ใบขยายเต็มที่ด้านล่าง
T5-1	0.0054	0.0020	0.0100[b]	0.0188[b]
D1-1	0.0033	0.0016	0.0024[a]	0.0022[a]
CT168-1	0.0063	0.0066	0.0037[b]	0.0058[a]
K25-1	0.0018	0.0033	0.0022[a]	0.0032[a]
K51-1	0.0040	0.0040	0.0061[b]	0.0027[a]
18A30-1	0.0105	0.0051	0.0048[b]	0.0045[a]

หมายเหตุ [1/]ความหนาของชั้นคิวติเคิลที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและกำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple rang test (DNMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหนาของคิวติเคิลของใบอ่อนที่มีการขยายขนาดเล็กน้อยด้านบนของกลุ่มกล้ายูคาลิปตัสจากต้นแม่ทั้ง 6 สายต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกันกับใบอ่อนด้านล่างที่ไม่มีความแตกต่างกันของความหนาของคิวติเคิล ส่วนค่าเฉลี่ยของคิวติเคิลในใบที่ขยายเต็มที่ทั้งด้านบนและด้านล่าง พบว่าความหนาของคิวคิเคิลเฉลี่ยของใบที่ขยายเต็มที่ด้านบนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มต้นกล้าจากต้นแม่ 6 สายต้น ในขณะที่ความหนาของคิวติเคิลของใบที่ขยายเต็มที่ด้านล่าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มกล้ายูคาลิปตัสเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าในใบอ่อนมีคิวติเคิลที่บางมาก และบางใบไม่พบว่ามีคิวติเคิลซึ่งมีลักษณะเดียวกันในทุกกลุ่มต้นกล้า ส่วนใบที่ขยายเต็มพบว่ามีชั้นคิวติเคิลสมบูรณ์ในทุกใบ ซึ่งความหนาของคิวติเคิลแตกต่างกันไปตามกลุ่มกล้า (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของชั้นคิวติเคิลด้านบนและด้านล่างที่เส้นกลางใบของใบอ่อนและใบที่ขยายเต็มที่ของกลุ่มต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดได้จากแม่ไม้ยูคาลิปตัส 6 สายต้น ได้แก่ กลุ่มกล้า T5-1, D1-1, CT168-1, K25-1, K51-1 และ18A30-1

1.4 การประเมินการถ่ายทอด

จากการประเมินค่าความเสียหายจากการเข้าทำลายยูคาลิปตัสของแตนสร้างปม ที่ได้ทดสอบกับต้นกล้าที่มาจากการเพาะเมล็ดที่คัดเลือกมาจากแม่ไม้จำนวน 6 สายต้น คือสายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 พบว่าต้นกล้าได้รับลักษณะบางประการมาจากต้นแม่โดยลักษณะที่ปรากฏในต้นลูกคือลักษณะทางสัณฐานวิทยา และความทนทานที่ต้นลูกได้รับ (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 การประเมินการถ่ายทอดลักษณะบางประการจากต้นแม่ไปสู่ต้นลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ด

สายต้น	ลักษณะทางสัณฐานและลักษณะการเข้าทำลายของแตนฝอยปม	
	ต้นแม่	ต้นลูก
T5	ยอดอ่อนสีแดง แตนเข้าทำลายมีแผลแต่ไม่พัฒนาเป็นปม	ยอดอ่อนสีเขียวนวลอมชมพู แตนเข้าทำลาย พบรอยแผลและเกิดปมแต่น้อยมาก
D1	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวนวล แตนทำลายพบปมขนาดเล็ก	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อนใบแก่สีเขียวนวล แตนทำลายมีรอยแผลและพัฒนาเป็นปมขนาดเล็ก
CT168	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่หนาสีเขียวเข้ม แตนทำลายพบรอยแผลแต่ไม่พัฒนาเป็นปม	ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวเข้มหนา แตนทำลาย รอยแผลพัฒนาเป็นปม แต่น้อย
K25	ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวอมเหลือง แตนเข้าทำลายรุนแรง เกิดปมจำนวนมาก เมื่อใบพัฒนาขึ้นจะเสียรูปร่าง ใบร่วงขณะยังอ่อน ใบขนาดเล็กเป็นฝอย	ใบอ่อนสีม่วงอมเทา แตนเข้าทำลาย มีรอยแผลเกิดปมจำนวนมาก เมื่อใบพัฒนาขึ้นจะเสียรูปร่าง ใบอ่อนร่วง ใบขนาดเล็กเป็นใบฝอย
K51	ใบอ่อนสีเขียวอมชมพู ใบแก่สีเขียวนวล แตนเข้าทำลายรุนแรง เกิดปมขนาดใหญ่ปมเกิดติดต่อเนื่องกันทั้งก้านใบและเส้นกลางใบจนทำให้ใบเสียรูปร่าง	สีเขียวอ่อนอมชมพู แตนเข้าทำลายรุนแรงเกิดปมขนาดใหญ่ ปมเกิดติดต่อเนื่องกัน
18A30	ใบอ่อนสีแดง ใบแก่ขนาดใหญ่สีเขียว แตนเข้าทำลายแต่ไม่มีการสร้างปม	ใบอ่อนสีแดง แตนเข้าทำลายและเกิดปมแต่จำนวนน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นได้ว่าลักษณะที่ต้นลูกได้รับการถ่ายทอดมาจากต้นแม่คือสีของใบอ่อน เนื่องจากได้รับลักษณะสีของใบที่ถ่ายทอดมาจากต้นแม่ แต่ใน K25 พบว่าต้นลูกมีสีใบที่ต่างไปจากต้นแม่ ส่วนความทนทานพบว่า T5 ที่เป็นต้นแม่มีความทนต่อแตนฝอยปมมาก โดยไม่พบปม แต่พอถึงต้นลูกกลับพบว่า T5 (ลูก) พบปมในกลุ่มกล้าต้นลูก แต่จำนวนปมไม่มาก เช่นเดียวกันกับสายต้น CT168 ที่ต้นแม่มีรอยแผลจากการถูกทำลายแต่ไม่พัฒนาเป็นปม แต่ในต้นลูก พบรอยแผล และพัฒนาเป็นปม แต่พบปมจำนวนน้อยมาก และ 18A30 ในต้นแม่พบรอยแผลจากการทำลายโดยแตนสร้างปม แต่รอยแผลนั้นไม่พัฒนาเป็นปม แต่ในต้นลูกพบว่าพบรอยแผลจำนวนมาก และพบปมเกิดขึ้น

จะเห็นได้ว่าการถ่ายทอดลักษณะจากต้นแม่สู่ต้นลูก สีของใบอ่อนของต้นลูกคล้ายกันกับต้นแม่ แต่ลักษณะการทนต่อแตนสร้างปมของต้นลูกลดน้อยลง เป็นที่น่าสังเกตว่าสายต้นแม่ที่ไม่ทนต่อแตนสร้างปมและถูกทำลายอย่างรุนแรงต้นลูกส่วนใหญ่มีการถูกทำร้ายโดยแตนอย่างรุนแรงและเกิดปมขนาดใหญ่จำนวนมาก ซึ่งแสดงว่าลักษณะการทนและไม่ทนต่อการทำลายของแตนสร้างปมมีการถ่ายทอดจากต้นแม่สู่ต้นลูก

2. ลักษณะทางสัณฐานของใบของสายต้นที่เคยและกำลังมีการปลูกและผลิตกล้าในเชิงพาณิช

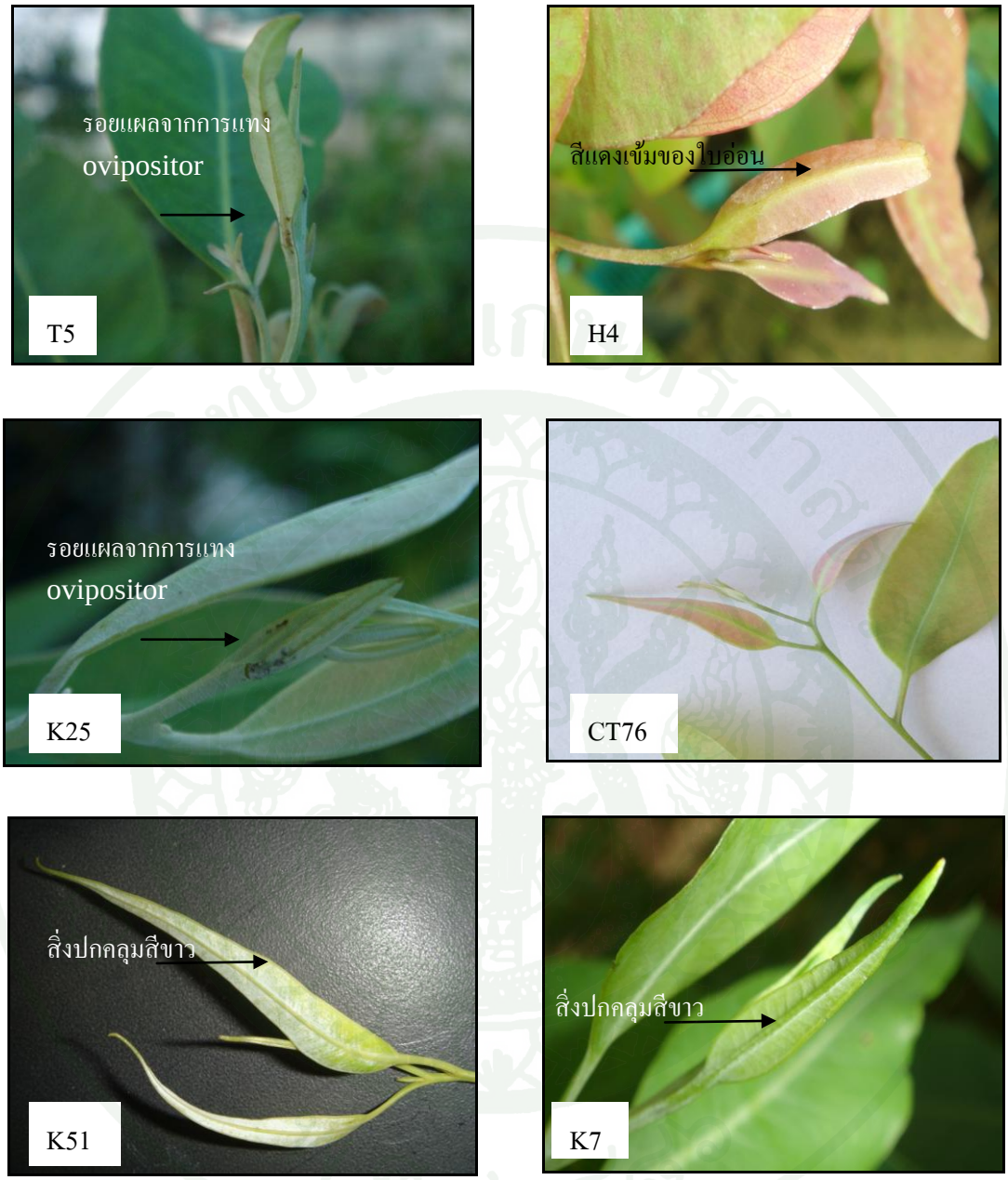
ลักษณะทั่วไปของยูคาลิปตัสสายต้นที่ได้มีการปลูกและผลิตกล้าในเชิงพาณิช (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 9)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ลักษณะทางสัณฐานและการถูกทำลายของยูคาลิปตัสสายต้นที่ได้มีการปลูกและผลิตกล้าในเชิงพาณิช

ต้นลูก	ลักษณะทางสัณฐานและลักษณะการเข้าทำลายของแตน			
	สีของใบ	สิ่งปกคลุมใบ	รอยแผล	อาการทั่วไป
T5	ยอดอ่อนสีแดง ใบแก่สีเขียวนวล	มีสิ่งปกคลุมสีขาวทั่วทั้งใบ	มีรอยแผลทางด้านหลังใบที่เส้นกลางใบ	รอยแผลไม่พัฒนาเป็นปม
H4	ยอดอ่อนสีแดงเข้ม ใบแก่สีเขียว	ไม่พบสิ่งปกคลุมสีขาว	มีรอยแผลจำนวนมากที่เส้นกลางใบด้านหลังใบ	รอยแผลไม่พัฒนาเป็นปม
CT76	ยอดอ่อนสีเขียวอมเหลือง ใบแก่สีเขียว	มีสิ่งปกคลุมที่ใบสีขาวน้อย	พบรอยแผลจำนวนมากที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านหลังใบ	รอยแผลพัฒนาเป็นปมน้อย ปลูกในสวนป่าใบเกิดปมขนาดใหญ่ติดกันเป็นแถวยาว
K25	ยอดอ่อนมีสีเขียวอ่อนใบแก่สีเขียวอมเหลือง	มีสิ่งปกคลุมสีขาวทั่วทั้งใบ	มีรอยแผลจำนวนมากที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านหลังใบ	รอยแผลพัฒนาเป็นปมจำนวนมาก ใบที่ถูกทำลายมีลักษณะใบขนาดเล็กเป็นฝอยและใบร่วงขณะยังอ่อน
K51	ยอดอ่อนสีเขียวอ่อนอมชมพู ใบแก่สีเขียวนวล	มีสิ่งปกคลุมสีขาวไม่มาก	มีรอยแผลกระจายที่ก้านใบและเส้นกลางใบด้านหลังใบ	เกิดปมขนาดใหญ่ติดต่อเนื่องกันทั้งก้านใบและเส้นกลางใบจนใบเสียรูปร่าง
K7	ยอดอ่อนสีเขียวอมชมพู ใบแก่สีเขียวเข้มเป็นมัน	มีสิ่งปกคลุมสีขาวเล็กน้อย	มีรอยแผลจำนวนมากที่เส้นกลางใบและก้านใบด้านหลังใบ	มีปมขนาดใหญ่ติดต่อกันทั้งก้านใบและเส้นกลางใบ ทำให้ใบเสียรูปร่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ลักษณะใบอ่อนและใบกำลังขยายของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิช จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น T5, H4, CT76, K25, K51 และ K7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ลักษณะทางกายวิภาคเชิงบรรยายด้านหน้าตัดของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์

3.1 ลักษณะทางกายวิภาคทั่วไปของใบยูคาลิปตัส

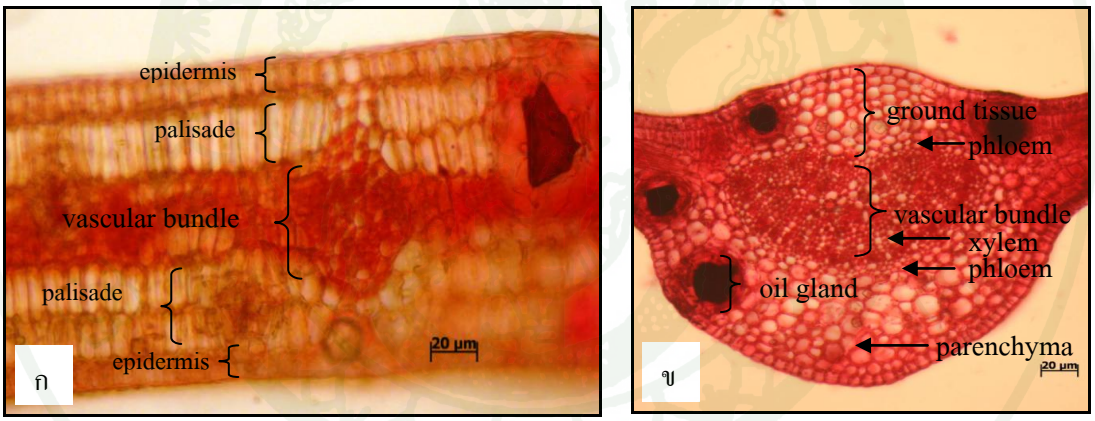
จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของแผ่นใบ (lamina) (ภาพที่ 10 ก) และเส้นกลางใบ (mid-rib) ของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆที่ใช้ในการทดลองนี้ (ภาพที่ 10 ข) พบว่าลักษณะทางกายวิภาคของแผ่นใบโดยทั่วไปมีลักษณะที่คล้ายกันซึ่งชิ้นบางที่ศึกษาด้วยวิธีตัดด้วยมือ (freehand cross section) และย้อมด้วยสีแดงของ safranin O พบว่าแผ่นใบด้านบน (adaxial) มีชั้นเนื้อเยื่อผิว (epidermis) เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เรียงตัวเป็นระเบียบ การศึกษาในใบอ่อนบางสายต้นพบคิวติเคิล (cutitcle) เคลือบอยู่ แต่คิวติเคิลที่พบบนชั้นเนื้อเยื่อผิวบางมาก ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิวคือชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) ในใบยูคาลิปตัสที่ทำการศึกษาพบพาลิเซดพาเรงคิมา (palisade parenchyma) รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงสูงหรือรูปทรงกระบอก เรียงตัวเป็นระเบียบ และถัดจากชั้นพาลิเซดพาเรงคิมาคือชั้นเนื้อเยื่อพื้น ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cells) อยู่ตรงกลางแผ่นใบคั่นกลางระหว่างแผ่นใบด้านบนและด้านล่าง ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นคือแผ่นใบด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อผิวด้านล่าง มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวเป็นระเบียบและถัดเข้าไปคือชั้นพาลิเซดพาเรงคิมามีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงสูงเรียงตัวเป็นระเบียบ 1-2 ชั้น จากการนำแผ่นใบยูคาลิปตัสที่ศึกษาครั้งนี้พบว่ามีพาลิเซดพาเรงคิมาอยู่ ทั้งสองด้าน ซึ่งใบที่มีพาลิเซดพาเรงคิมาอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างนี้ เรียกว่า unifacial หรือ isobilateral หรือ isolateral และพบว่าที่แผ่นใบด้านบนและด้านล่าง มีต่อมน้ำมัน รูปร่างกลมหรือรูปร่างรี ขนาดแตกต่างกัน กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบ

เส้นกลางใบ (mid-rib) คือเส้นที่อยู่ตรงกลางแผ่นใบขนาดใหญ่ต่อเป็นเส้นเดียวกันกับก้านใบ (petiole) ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อผิวซึ่งพบว่าบางสายต้นมีคิวติเคิล (cuticle) เคลือบอยู่ แต่คิวติเคิลที่เคลือบอยู่บนชั้นเนื้อเยื่อผิวของเส้นกลางใบอ่อนนั้นบางมาก และถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิวคือชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงติดกัน เป็นเซลล์คอลเลงคิมา มีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน ในใบยูคาลิปตัสที่นำมาศึกษาพบ คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และถัดจากชั้นคอลเลงคิมาคือชั้นพาเรงคิมา (parenchyma cell) ซึ่งมีรูปร่างกลมและมีขนาดแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อเยื่อด้านล่าง ของเส้นกลางใบ มีชั้นเนื้อเยื่อผิว เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในใบอ่อนพบคิวติเคิลเคลือบอยู่บางมาก และถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่างส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีรูปร่างกลมมีขนาดแตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสบางสายต้น โดยเฉพาะสายต้นที่ทนต่อการทำลายของแตนสร้างปม เช่น สายต้น H4 มีคอลเลงคิมา เรียงตัวอยู่ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิวเข้าไป

กลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง มีเนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียง ซึ่งเป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง มัดท่อลำเลียงขนาดเล็กพบกระจายภายในแผ่นใบ กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงขนาดเล็ก (bundle sheath) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาชนิดหนึ่ง และพบว่าที่ท่อลำเลียงขนาดเล็กนั้น มี bundle sheath extention อยู่ทางด้านล่างของมัดท่อลำเลียงขนาดเล็ก



ภาพที่ 10 ลักษณะกายวิภาคทั่วไปด้านหน้าตัดของแผ่นใบ และเส้นกลางใบ ของยูคาลิปตัส
ก) กายวิภาคทั่วไปของแผ่นใบยูคาลิปตัสซึ่งเป็นแบบ unifacial mesophyll
ข) กายวิภาคทั่วไปของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัส

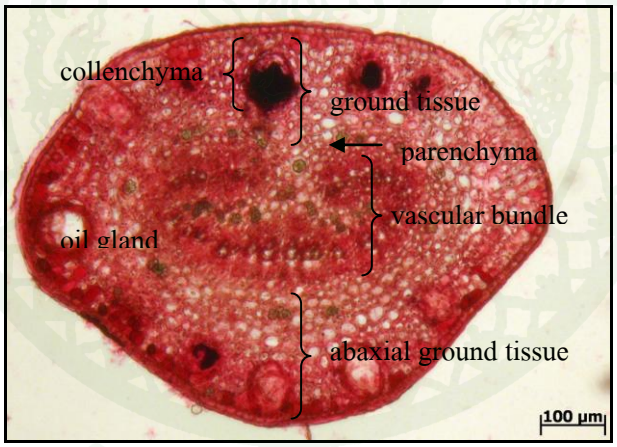
ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ เนื้อเยื่อก้านใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิวเรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอนหรือรูปร่างสี่เหลี่ยมแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวในทุกสายต้น พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchymas cell) เรียงตัว 2-5 ชั้น เรียงติดกันแน่นเซลล์มีขนาดเล็ก ผนังหนาบริเวณที่มุมมาเรียงติดกันโดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับยูคาลิปตัสของแต่ละสายต้น และบางสายต้นพบผลึก (druse) บรรจุอยู่ข้างใน และจะพบกระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 11)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน คือชั้นชั้นมัดท่อลำเลียง อยู่ตรงกลางเส้นใบ (petiole) มีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่ออาหาร เนื้อเยื่อท่อน้ำ อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงซึ่งเป็นแถบขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง (abaxial tissue) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวคือชั้นเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาขนาดต่างๆ ยกเว้นสายต้น H4 ที่พบชั้นคอลเลงคิมา ผนังหนาบริเวณมุม (angular collenchyma) ถัดไปคือชันพาเรงคิมา รูปร่างกลม ขนาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายต้น นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลมขนาดใหญ่ กระจายทั่วทั้งก้านใบ



ภาพที่ 11 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ (petiole) ของยูคาลิปตัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ลักษณะทางกายวิภาคของใบ เชิงบรรยายของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิช

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกและผลิตในเชิงพาณิชย์ของยูคาลิปตัส 6 สายต้น ได้ศึกษาเน้นที่เส้นกลางใบ (mid-rib) และก้านใบ (petiole) เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ถูกทำลายโดยแตนสร้างปม ซึ่งแมลงไม่เข้าทำลายที่แผ่นใบซึ่งลักษณะทางกายวิภาคของแผ่นใบทั่วไปคล้ายกันในสายต้นต่างๆ ดังได้บรรยายในข้อ 3.1

3.2.1 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น K25

ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1- 0.3 เซนติเมตร เส้นกลางใบ (mid-rib) ชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) กลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) แสดงในภาพที่ 12 ก

ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบด้านบน (ภาพที่ 12 ข) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้งหรือเป็นรูปสี่เหลี่ยมทรงแคบ และรูปวงกลมเรียงสลับกัน ถัดจากชั้นเซลล์ผิวไปหนึ่งชั้นพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงตัว 5-7 ชั้น รูปร่างกลมเรียงติดกันแน่น เซลล์มีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณที่มุมมาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) ที่เรียงตัวสลับกับชั้นคอลเลงคิมา รูปร่างของเซลล์พาเรงคิมากลม เซลล์ขนาดเล็ก และภายในเซลล์พบมีผลึก (druse) บรรจุอยู่ โดยที่พบผลึกกระจายอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมาทั่วทั้งเส้นกลางใบ
(ภาพที่ 12 ข)

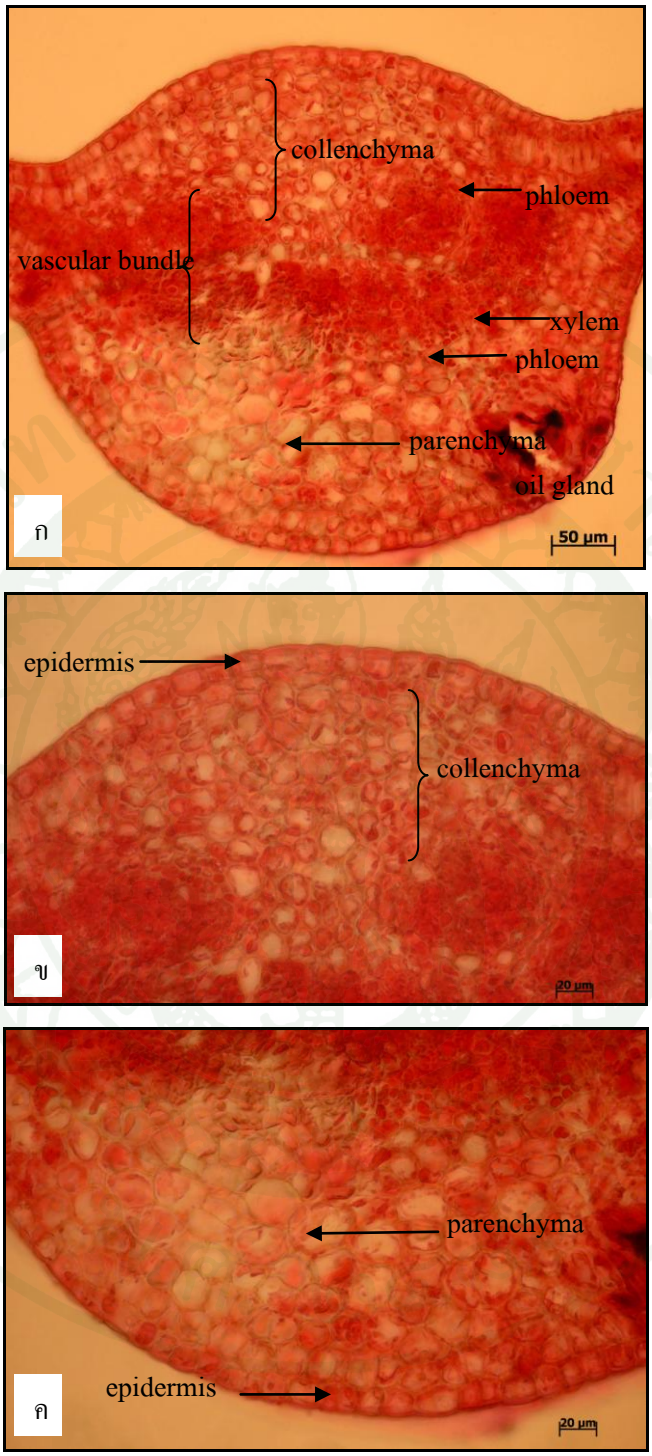
ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ โดยมีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีมัดท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง ของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงเป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง (abaxial tissue) ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้งหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปร่างกลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาดแตกต่างกัน ส่วนที่ถัดเข้าไป จากชั้นเซลล์ผิวคือชันเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา และถัดเข้าไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม และพบว่า ขนาดของเซลล์ที่อยู่ถัดจากชั้นเซลล์ผิวเข้าไปด้านใน เซลล์มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ที่อยู่ใกล้มัดท่อลำเลียง ซึ่งขนาดของเซลล์ใหญ่กว่าเซลล์ที่เล็กที่สุดถึงสองเท่า ภายในเซลล์พาเรงคิมามีผลึก (druse) บรรจุอยู่ภายใน นอกจากนั้นพบว่า ผนังเซลล์ที่ติดกัน (double wall thickness) ของ K25 นั้น บางมาก นอกจากนี้ยังพบว่ามีต่อมน้ำมันรูปร่างกลมกระจายทั่วทั้งเส้นกลางใบ (ภาพที่ 12 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้น K25
ก. เส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้น K25 ข. เนื้อเยื่อพื้นทางด้านบน
ค. เนื้อเยื่อพื้นทางด้าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น K25

ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 13 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อก้านใบ ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา เรียงตัว 5-8 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์ขนาดเล็กผนังเซลล์หนาบริเวณที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม เซลล์มีขนาดเล็กผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนา พบคลอโรพลาสต์ (chloroplast) กระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 13 ข)

ถัดจากเนื้อเยื่อด้านบน คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางก้านใบ โดยมีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีมัดท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงเป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา ถัดจากชั้นเซลล์ผิวเป็นส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม เซลล์ขนาดใหญ่กว่าเซลล์ผิว ผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) บาง ภายในพาเรงคิมาพบผลึก (druse) บรรจุภายในเซลล์ และพบทั่วทั้งก้านใบและพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลมขนาดใหญ่กว่าเนื้อเยื่อพาเรงคิมากระจายอยู่ด้วย (ภาพที่ 13 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 13 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ ของยูคาลิปตัสสายต้น K25 ก) ก้านใบ ข) เนื้อเยื่อพื้นทางด้านบน ค) เนื้อเยื่อพื้นทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น K51

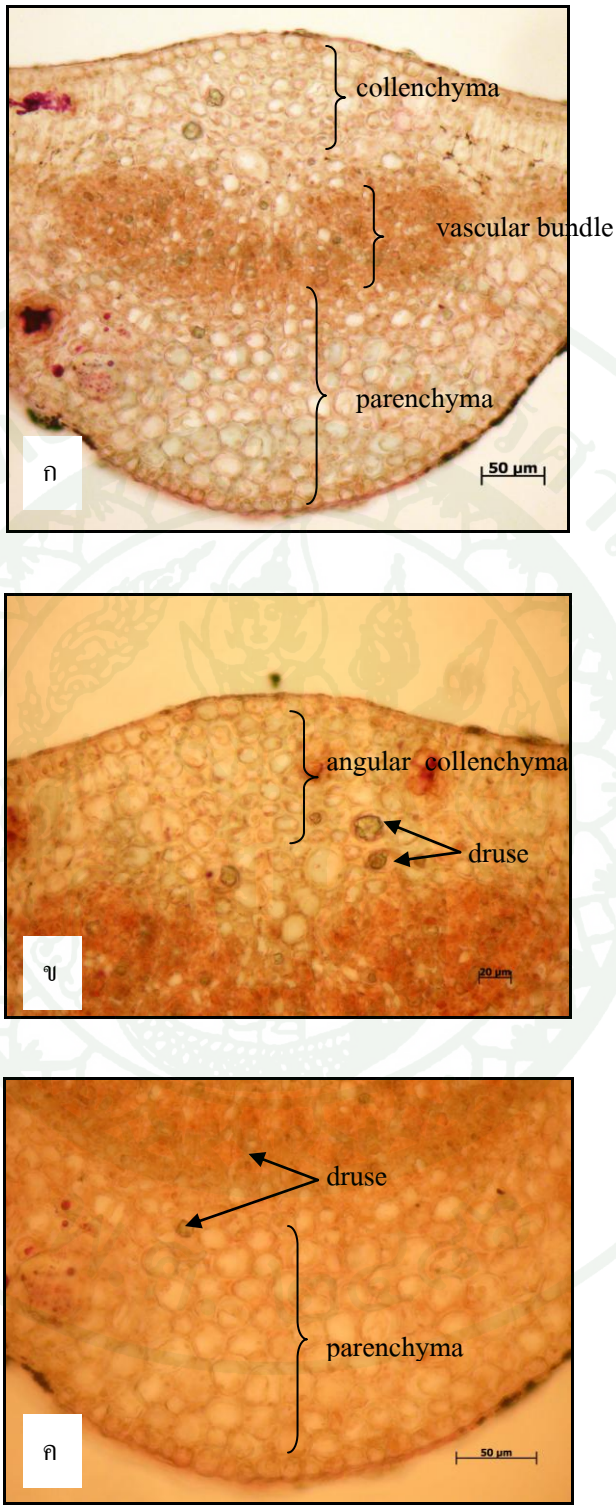
ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.3- 0.5 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 14 ก)

เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม หรือเป็นรูปหลายเหลี่ยม ใต้เนื้อเยื่อผิวถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา ชนิดหนาที่มุม 2-3 ชั้น แต่ผนังไม่หนามาก ด้านบนถัดจากชั้นคอลเลงคิมาเข้าไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม ขนาดของเซลล์ที่อยู่ติดกับชั้นเซลล์ผิวมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่ถัดเข้าไป นอกจากนี้พบว่าผนังเซลล์ด้านที่อยู่ติดกัน (double wall thickness) บาง และภายในเซลล์พาเรงคิมา พบว่ามีผลึก (druse) บรรจุอยู่อยู่ภายในซึ่งกระจายอยู่ทั่วทั้งเนื้อเยื่อพื้น นอกจากนี้ยังพบสารเทนนิน (tannin) แทรกอยู่เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 14 ข)

มัดท่อลำเลียง (vascular bundle) อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ biacallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง มีเนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียง เป็นแถบแบนขนานไปกับมัดท่อลำเลียง และพบว่าภายในมัดท่อลำเลียงมีผลึกแทรกอยู่ด้วย

เนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน และมีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง เรียงเป็นระเบียบ และถัดจากชั้นเซลล์ผิวคือชั้นของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม ขนาดเซลล์ใหญ่ โดยที่เซลล์ที่อยู่ติดกับชั้นเซลล์ผิวมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไป แต่ขนาดเซลล์ก็ไม่แตกต่างกันมาก และผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) บาง นอกจากนี้ยังพบผลึก (druse) แทรกอยู่ภายในเซล์จำนวนมาก ในสายต้น K51 ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลม กระจายอยู่ทั้งเส้นกลางใบและแผ่นใบ (ภาพที่ 14 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัสสายต้น K51
ก. เส้นกลางใบ ข. เนื้อเยื่อพื้นทางด้านบน ค. เนื้อเยื่อพื้นทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.4 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น K51

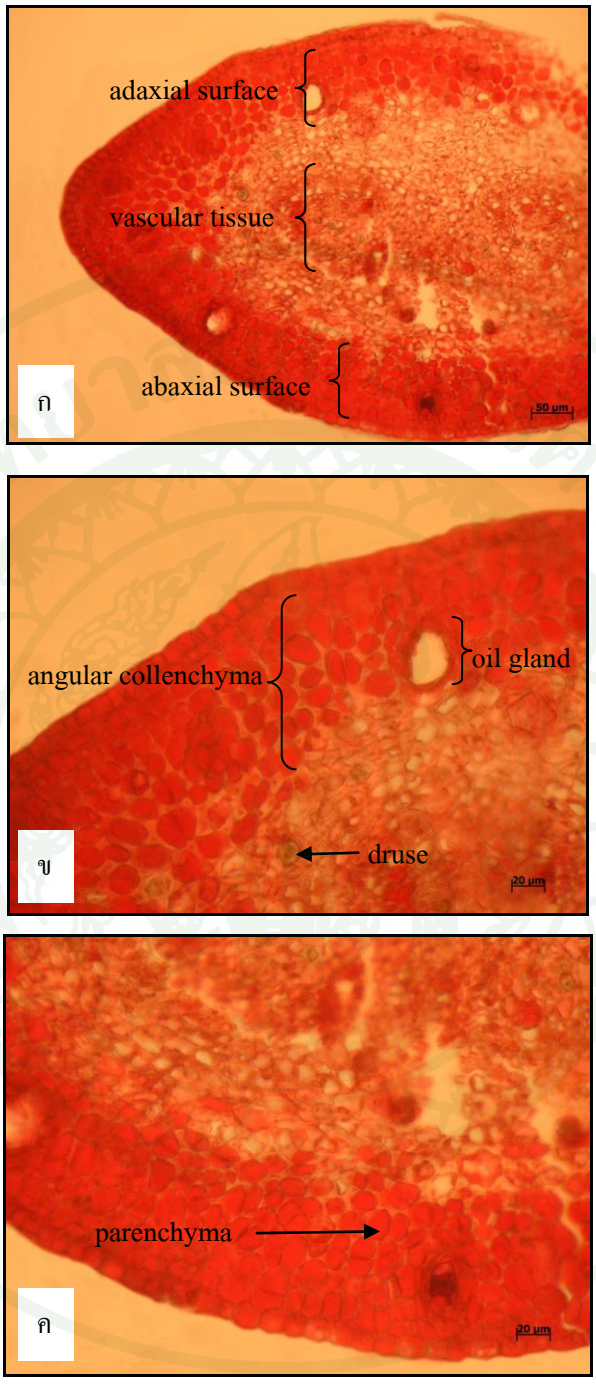
ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 15 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อก้านใบด้านบน (adaxial petiole tissue) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงตัว 5-7 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์ขนาดเล็กผนังหนาบริเวณที่มุมมาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchymas) และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างกลมขนาดใหญ่ ผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double waal thickness) บาง พบผลึก (druse) บรรจุอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมา (ภาพที่ 15 ข)

ถัดจากเนื้อเยื่อด้านบน (adaxial tissue) คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางก้านใบ โดยมีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีมัดท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงเป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง (adaxial tissue) ประกอบด้วยเซลล์ผิว (epidermis) เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง สายต้น K51 ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchymas cells) ถัดเข้าไปคือชั้นพาเรงคิมา (parenchyma cells) เซลล์มีรูปร่างกลม ขนาดเซลล์เล็กผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) บาง นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลมกระจายอยู่อยู่ทั้งก้านใบ (ภาพที่ 15 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ สายต้น K51 ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบนของเส้นกลางใบ ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่างของเส้นกลางใบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.5 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น K7

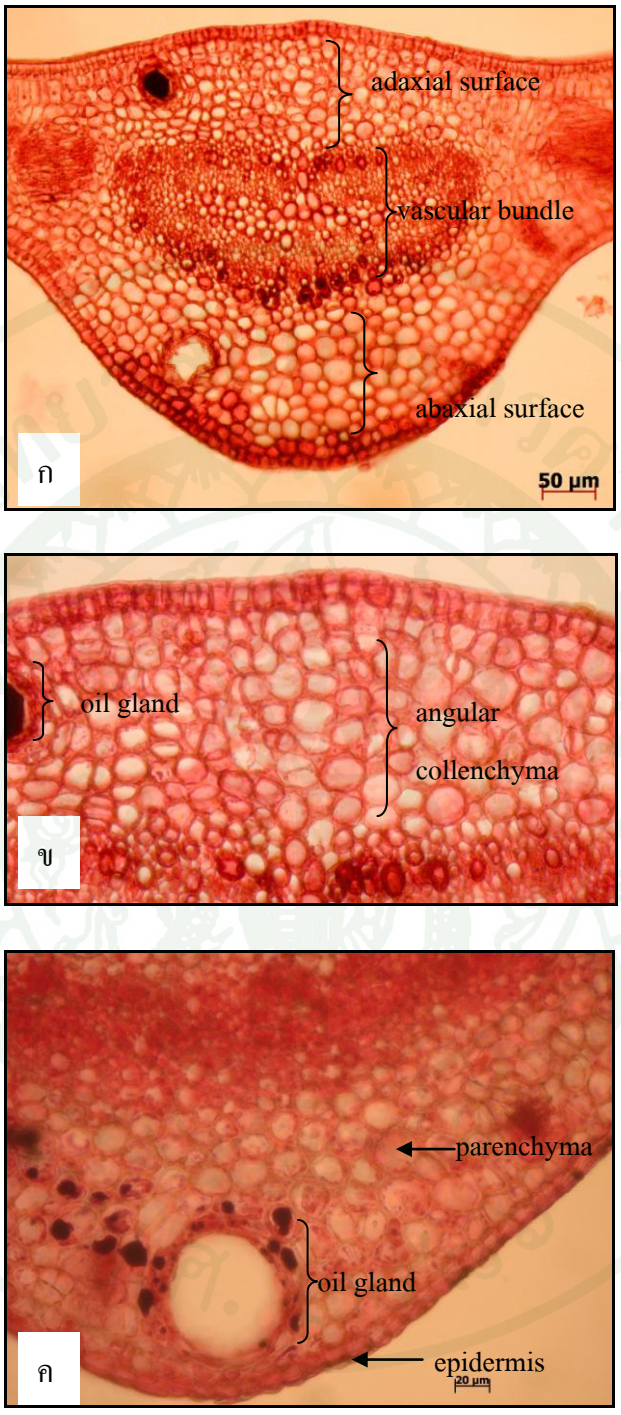
ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) ที่ศึกษา คือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial mid-rib tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 16 ก)

เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านบน (adaxial ground tissue) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิวชั้นเดี่ยวรูปร่างของชั้นเซลล์ผิวที่อยู่ส่วนกลางของเส้นกลางใบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน ส่วนเซลล์ผิวที่อยู่ติดกับแผ่นใบรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง ถัดจากชั้นเซลล์ผิวเข้าไปพบว่ามีชั้นคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงตัวกัน 4-7 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์มีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาที่พบเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) ถัดจากชั้นคอลเลงคิมาคือส่วนของชั้นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างของพารเงคิมา กลม หรือรี ขนาดของเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่อยู่ติดกับชั้นคอลเลงคิมามีขนาดเล็ก ส่วนเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไปมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย แต่ขนาดของเซลล์ไม่ต่างกันมาก (ภาพที่ 16 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน คือชั้นของมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ biacallateral bundle โดยมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ พบอยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียง เป็นแถบแบนขนานไปกับรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน และรูปวงกลม มีขนาดไม่เท่ากัน และถัดจากชั้นเซลล์ผิวเข้าไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างกลม เซลล์ที่ติดกับชั้นเซลล์ผิวมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่ถัดเข้าไป และเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมักจะพบอยู่ตรงกลางของชั้นเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) ส่วนผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) บาง ในสายต้น K7 ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchymas cell) โดยทั่วไปพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลม หรือรี กระจายอยู่ทั่วเส้นกลางใบ (ภาพที่ 16 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัส สายต้น K7
ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านบน ค) เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.6 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น K7

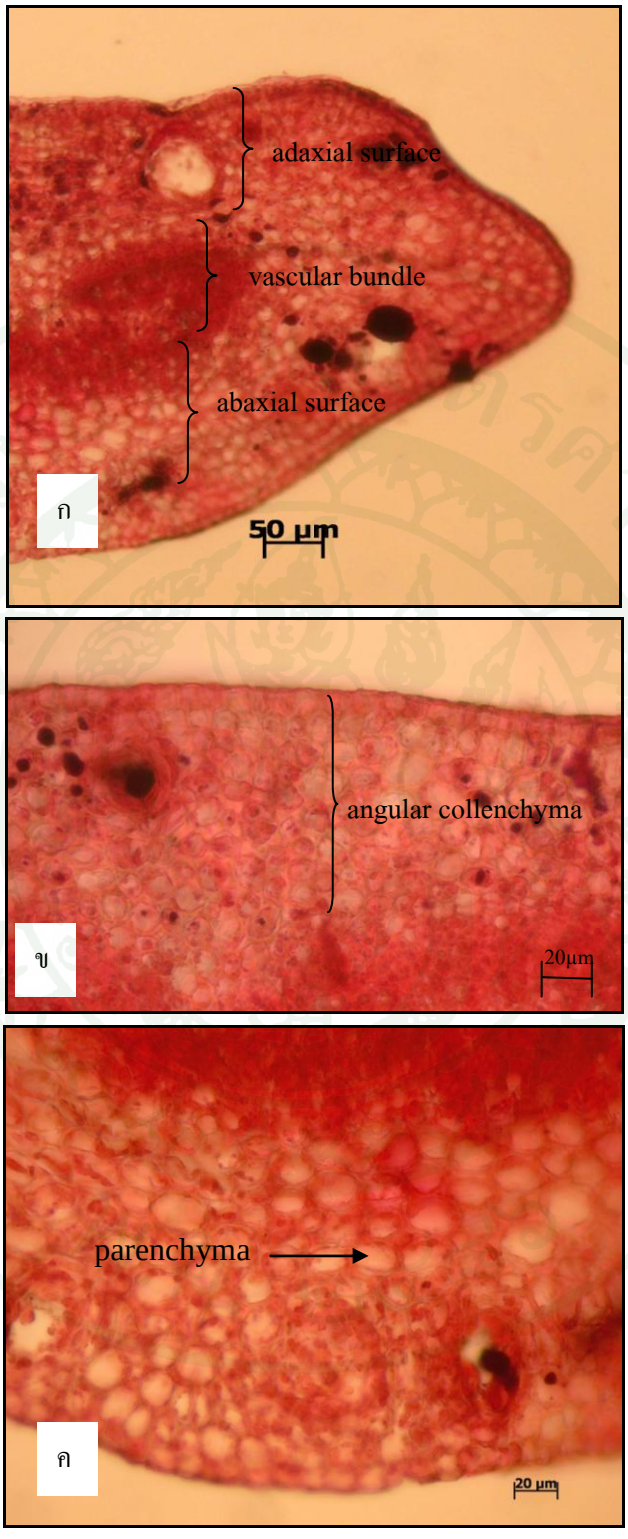
ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 17 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคก้านใบด้านบน (adaxial petiole tissue) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchymas cells) เรียงตัว 5-8 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์มีขนาดเล็กผนังหนาบริเวณที่มุมมาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมา เป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchymas) พบคอลเงคิมาเรียงกันหลายชั้นซึ่งสลับกับพาเรงคิมาเรียงกันจนเกือบถึงมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) และชั้นถัดไปคือส่วนของชั้นพาเรงคิมา (parenchyma cells) เซลล์มีขนาดใหญ่ รูปร่างกลม ผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) บาง ภายในเซลล์พาเรงคิมาพบผลึก (druse) บรรจุอยู่และกระจายทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 17 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางก้านใบ (petiole) มีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงซึ่งเป็นแถบขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง (abaxial tissue) ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) เรียง 1 ชั้น รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน ในสายต้น K7ไม่พบชั้นคอลเลงคิมา (collenchymas cells) ส่วนที่อยู่ถัดไปคือชั้นพาเรงคิมา (parenchyma cells) รูปร่างกลม เซลล์ขนาดใหญ่ และมีขนาดไม่ต่างกันมาก ผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double waal thickness) บาง นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) อยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 17 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ สายต้น K7 ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบนของเส้นกลางใบ ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่างของเส้นกลางใบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.7 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น CT76

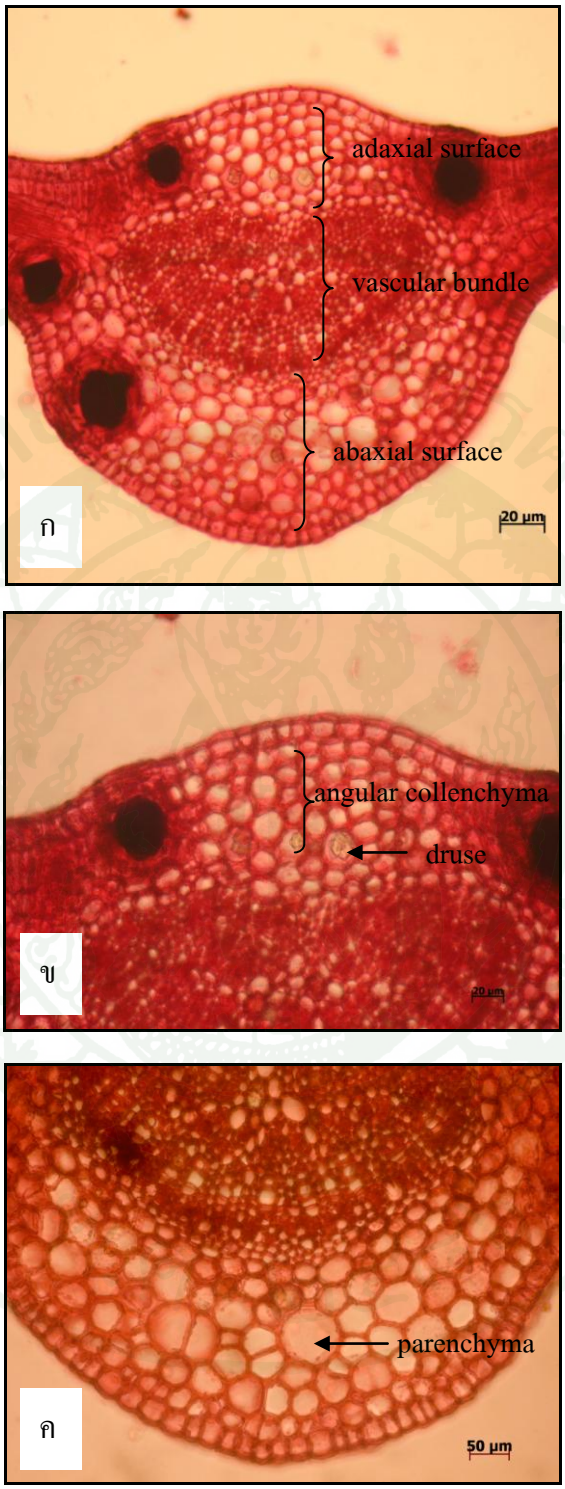
ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) ที่ศึกษาคือชั้นเนื้อเยื่อผิวทั้งด้านบน (adaxial epidermis) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 18 ก)

เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว (epidermis) เรียงเป็นระเบียบชั้นเดียว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม ถัดเข้าไปพบชั้นคอลเลงคิมา (collenchymas cell) 4-6 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์คอลเลงคิมามีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchymas) และถัดไปเป็นส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างกลม เซลล์พารเรงคิมามีขนาดเล็ก ขนาดของเซลล์มีความใกล้เคียงกันทั้งชั้นเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) นอกจากนี้ยังพบผลึกแทรกอยู่ภายในเซลล์
(ภาพที่ 18 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนคือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) อยู่ตรงกลางของเส้นกลางใบโดยที่มัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง มีเนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงเป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปสี่หลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม บางเซลล์พบเป็นรูปหลายเหลี่ยม เรียงสลับกันในชั้นเนื้อเยื่อผิว ส่วนของเนื้อเยื่อพารเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างกลม เซลล์พาเรงคิมาที่อยู่ติดกับชั้นเซลล์ผิวมีขนาดเล็ก ส่วนเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไปมีขนาดใหญ่ขึ้นและสลับกับเซลล์ที่มีขนาดเล็ก ภายในเซลล์พาเรงคิมาพบมีผลึก (druse) แทรกอยู่ภายในเซลล์ ส่วนผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double waal thickness) บาง ที่ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างเส้นกลางใบของสายต้น CT76 ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลมกระจายอยู่ทั่วเส้นกลางใบ (ภาพที่ 18 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบ สายต้น CT76
ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบน ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.8 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น CT76

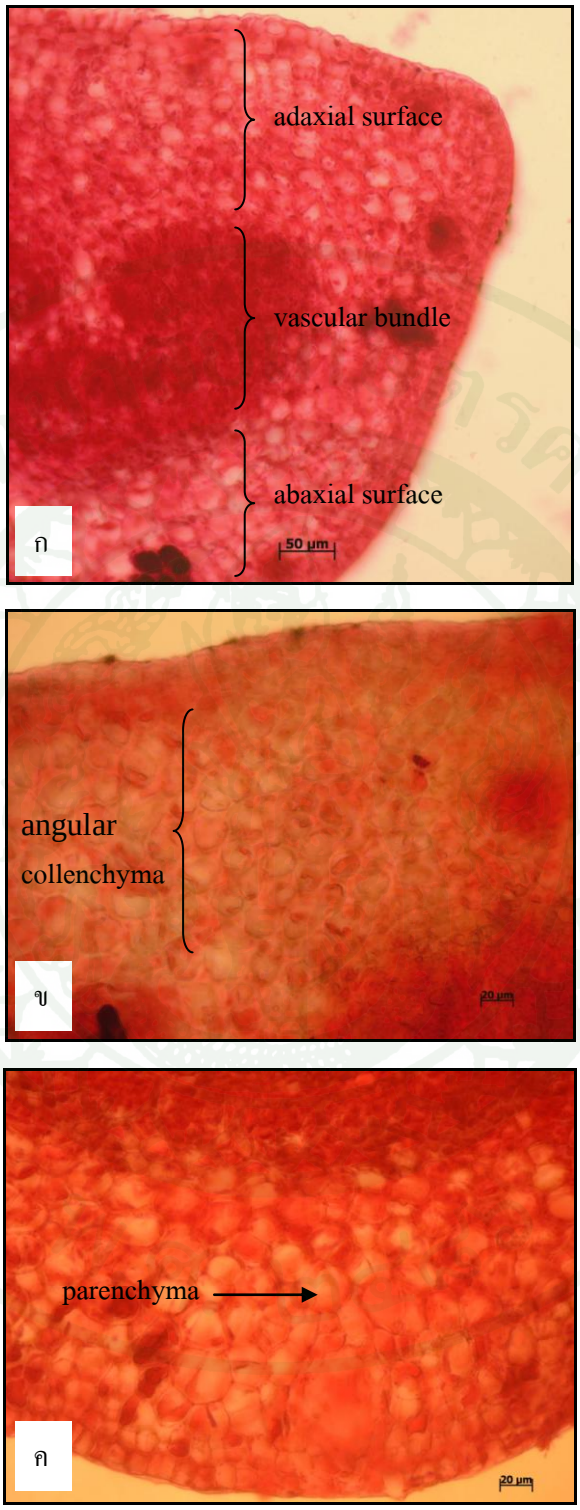
ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 19 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเนื้อเยื่อก้านใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cells) เรียงตัว 4-6 ชั้น เรียงติดกันแน่นเซลล์มีขนาดเล็กรูปร่างกลม โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และชั้นถัดไปคือเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma cell) รูปร่างกลมมีขนาดเล็กขนาดของแต่ละเซลล์ไม่แตกต่างกันมาก ผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) ค่อนข้างบาง ภายในเซลล์พบผลึก (druse) กระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 19 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางก้านใบ (petiole) มีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร (phloem) อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงซึ่งเป็นแถบขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้งหรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิว คือชั้นเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) ไม่พบคอลเลงคิมา (collenchyma cells) ถัดเข้าไปคือชั้นพาเรงคิมา เซลล์รูปร่างกลม เซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์ผิวมีขนาดเล็ก ส่วนเซลล์ที่ถัดเข้าไปข้างในมีขนาดใหญ่กว่า และมีเซลล์ขนาดเล็กเรียงตัวอยู่ เซลล์พาเรงคิมามีผนังเซลล์ (double wall thickness) หนา และภายในเซลล์พบผลึก (druse) กระจายทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 19 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ สายต้น CT76
ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบน ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.9 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น T5

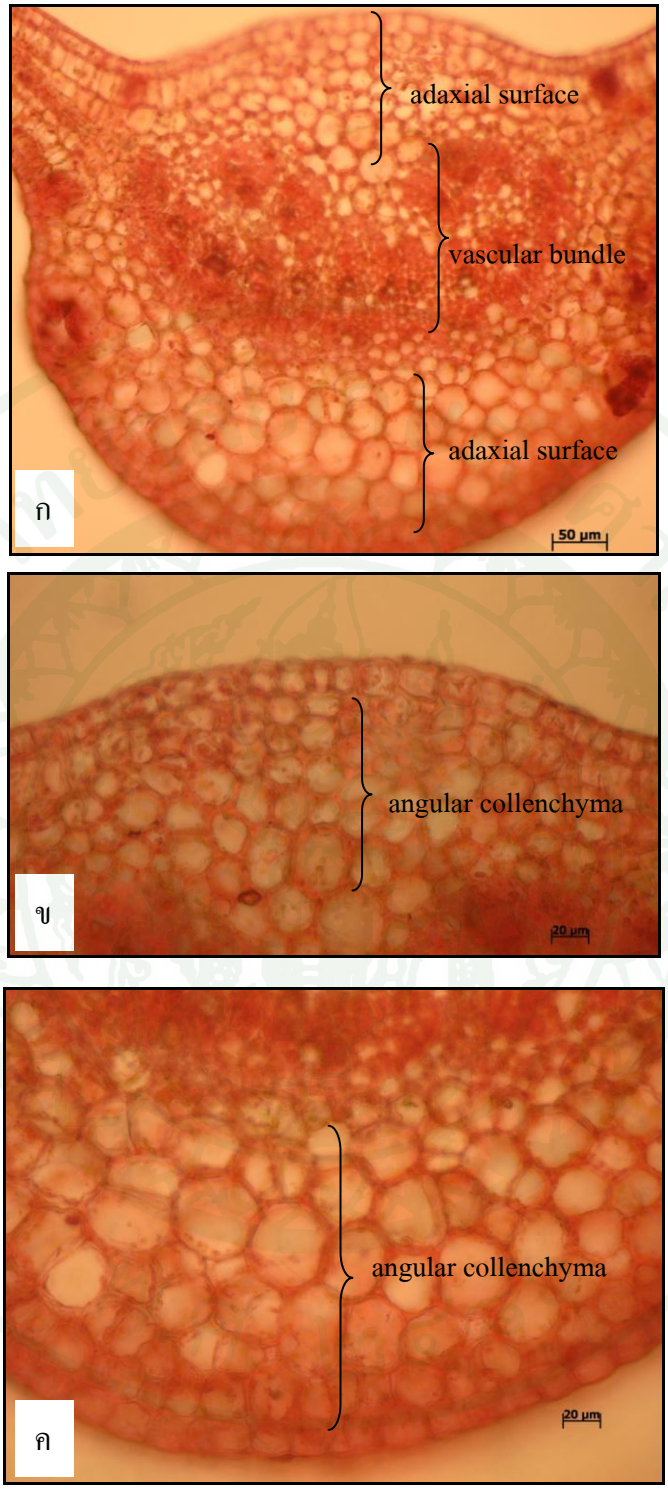
ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบ (mid-rib) ที่ศึกษาคือชั้นเนื้อเยื่อผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 20 ก)

เนื้อเยื่อด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียงเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงตัว 5-8 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์คอลเลงคิมามีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) ถัดจากชั้นคอลเลงคิมาของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนเป็นส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เซลล์รูปร่างกลม เซลล์มีขนาดเล็กขนาดของเซลล์ใกล้เคียงกันทั้งเนื้อเยื่อพื้น ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์ (chloroplast) กระจายอยู่ (ภาพที่ 20 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนคือกลุ่มของมัดท่อลำเลียง อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ biacalateral bundle โดยมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ เป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียงเป็นระเบียบรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน และรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปวงกลม ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิว เข้าไปพบว่ามีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา เรียงตัว 5-7 ชั้น เรียงติดกันแน่น พบคอลเลงคิมาเรียงตัวเข้าไปจนเกือบจะถึงมัดท่อลำเลียง คอลเลงคิมาที่พบใน T5 เป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) แต่ผนังหนาที่มุมไม่มากเท่ากับผนังของคอลเลงคิมาที่เนื้อเยื่อพื้นด้านบน ถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม ขนาดของเซลล์พาเรงคิมาที่อยู่นอกสุดมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไป และภายในเซลล์พบคอลโรพลาสต์อยู่จำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลม หรือรี กระจายทั่วทั้งเส้นกลางใบ (ภาพที่ 20 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบ สายต้น T5 ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านบน ค) เนื้อเยื่อของเส้นกลางใบด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.10 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น T5

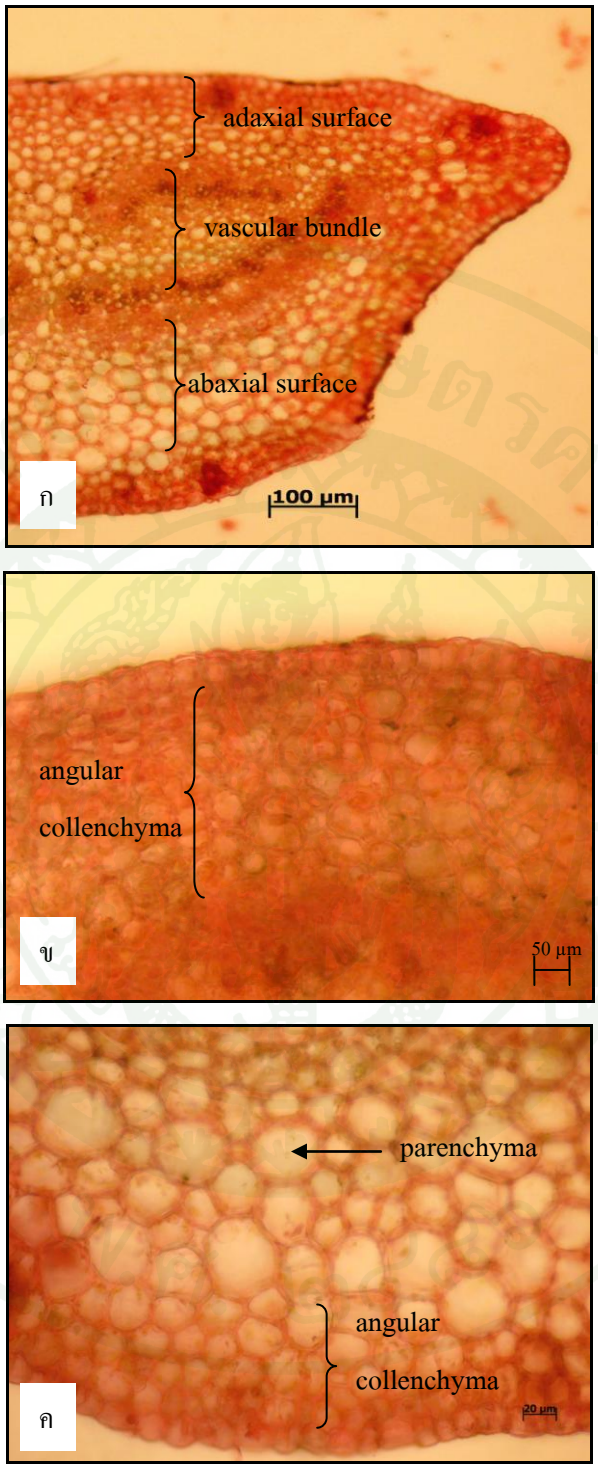
ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์ ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 21 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเนื้อเยื่อก้านใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถวรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cells) เรียงตัว 5-7 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์มีขนาดเล็กผนังหนาบริเวณที่มุมมาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม เซลล์ขนาดเล็กผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนา พบคลอโรพลาสต์ (chloroplast) อยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมาทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 21 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน คือชั้นมัดท่อลำเลียง (vascular tissue) อยู่ตรงกลางก้านใบ (petiole) มีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicallateral bundle ซึ่งมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ อยู่ตรงกลางมัดท่อลำเลียงซึ่งเป็นแถบขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปร่างกลม พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) เรียง 7-12 ชั้น โดยที่คอลเลงคิมาเรียงตัวเข้าไปจนเกือบถึงมัดท่อลำเลียง สลับกับเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ที่มีรูปร่างกลม เซลล์ที่อยู่ติดกับชั้เนื้อเยื่อผิวมีขนาดเล็กส่วนพาเรงคิมาเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไปมีขนาดใหญ่กว่า ภายในเซลล์พบคลอโรพลาสต์ (chloroplast) กระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ ผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนา นอกจากนี้พบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลม กระจายทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 21 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้น T5 ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบน ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.11 ลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบ (mid-rib) สายต้น H4

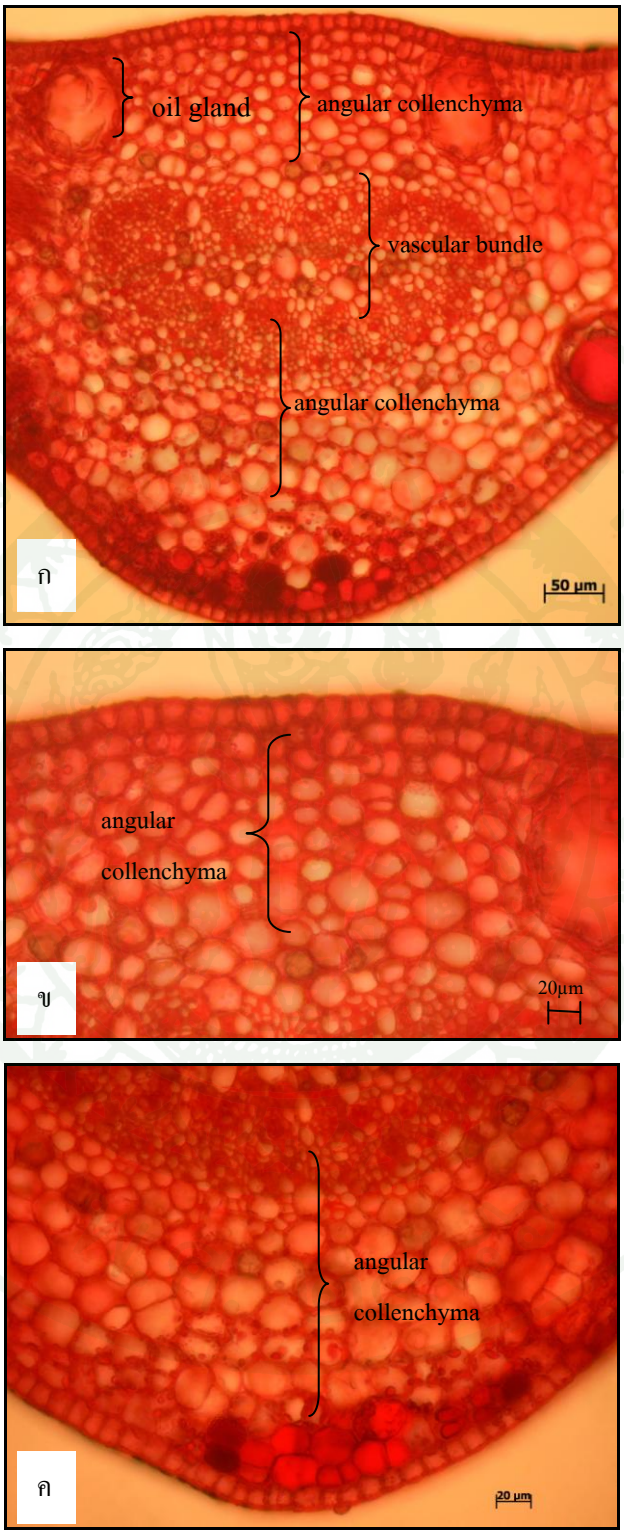
ใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบ (mid-rib) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 22 ก)

เนื้อเยื่อด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียงเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม หรือรูปหลายเหลี่ยมลักษณะบิดเบี้ยว เนื้อเยื่อถัดเข้าไปคือเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา (collenchyma cell) เรียงตัว 3-4 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์คอลเลงคิมามีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) ถัดจากชั้นคอลเลงคิมาของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนเป็นส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เซลล์รูปร่างกลม เซลล์มีขนาดเล็กขนาดของเซลล์ใกล้เคียงกันทั้งเนื้อเยื่อพื้น ภายในมีผลึก (druse) กระจายอยู่ในเซลล์จำนวนมาก (ภาพที่ 22 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนคือกลุ่มของมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ bicollateral bundle โดยมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ เป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่างของเส้นกลางใบ ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียงเป็นระเบียบ 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวนอน หรือรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง และรูปวงกลม ในสายต้น H4 พบเซลล์คอลเลงคิมา โดยมีการเรียงตัว 8-12 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์มีขนาดเล็กผนังหนามากบริเวณมุมที่เซลล์มาเรียงติดกัน โดยที่คอลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม ส่วนเซลล์ผิวที่อยู่ติดกับชั้นคอลเลงคิมาพบว่าเซลล์มีการยืดและเบนเข้าหาคอลเลงคิมาจึงเกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เรียงตัวตามแนวนอนแบบบิดเบี้ยว ถัดจากชั้นคอลเลงคิมาคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลมขนาดเซลล์เล็กและเซลล์มีขนาดใกล้เคียงกัน ภายในเซลล์พาเรงคิมาพบผลึก (druse) แทรกอยู่ภายใน ส่วนผนังด้านที่เซลล์มาติดกัน (double wall thickness) หนามาก นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลมอยู่ทั่วทั้งเส้นกลางใบ (ภาพที่ 22 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัส สายต้น H4 ก) เส้นกลางใบ ข. เนื้อเยื่อเส้นกลางใบด้านบน ค) เนื้อเยื่อเส้นกลางใบด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.12 ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) สายต้น H4

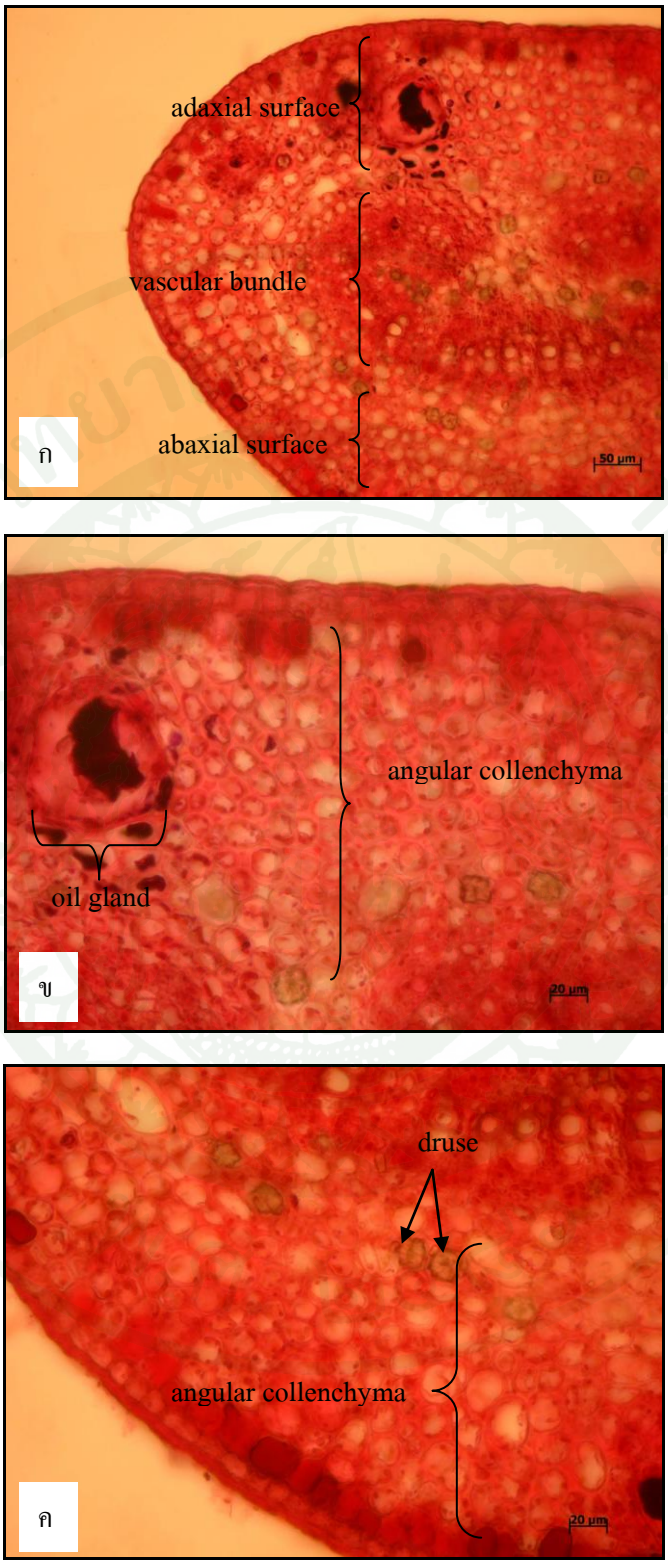
ก้านใบที่ทำการศึกษามีอายุ 1-2 สัปดาห์แผ่นใบกว้างประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบ (petiole) ที่ศึกษาคือชั้นเซลล์ผิว (epidermis) ทั้งด้านบน (adaxial) และด้านล่าง (abaxial) ชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน (adaxial ground tissue) และชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (abaxial ground tissue) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) (ภาพที่ 23 ก)

ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบด้านบน ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิวเรียง 1 แถว รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเซลล์ผิวพบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา เรียงตัว 8-10 ชั้น เรียงติดกันแน่น เซลล์รูปร่างกลมมีขนาดเล็ก โดยคอลเลงคิมา เป็นแบบหนาที่มุม (angular collenchyma) และชั้นถัดไปคือชั้นของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา รูปร่างกลม มีผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนา ภายในพาเรงคิมาพบผลึก (druse) บรรจุอยู่ภายในและพบกระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 23 ข)

ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนคือกลุ่มของมัดท่อลำเลียง อยู่ตรงกลางเส้นกลางใบ ซึ่งมัดท่อลำเลียงเป็นแบบ biacalateral bundle โดยมีท่ออาหาร อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่างของมัดท่อลำเลียง เนื้อเยื่อท่อน้ำ เป็นแถบแบนขนานไปตามรูปร่างของมัดท่อลำเลียง

เนื้อเยื่อด้านล่าง ประกอบด้วยชั้นเซลล์ผิว เรียง 1 แถวรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวตามแนวตั้ง หรือรูปร่างกลม ถัดจากชั้นเนื้อเยื่อผิวคือชั้นเนื้อเยื่อพื้น พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา เรียงตัว 3-7 ชั้น เรียงตัวกันแน่น เซลล์รูปร่างกลม ขนาดเล็ก ผนังหนามาก บริเวณที่มุมมาเรียงติดกัน โดยที่คอลลเลงคิมาเป็นแบบหนาที่มุม และชั้นถัดไปคือส่วนของเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีรูปร่างกลม ขนาดเล็กขนาดของเซลล์สม่ำเสมอและผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน (double wall thickness) หนามาก ภายในเซลล์พาเรงคิมาพบผลึก (druse) กระจายอยู่ในเซลล์และพบทั่วทั้งก้านใบ นอกจากนี้ยังพบต่อมน้ำมัน (oil gland) รูปร่างกลม กระจายอยู่ทั่วทั้งก้านใบ (ภาพที่ 23 ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 ลักษณะทางกายวิภาคด้านหน้าตัดของก้านใบ สายต้น H4 ก) เส้นกลางใบ ข) เนื้อเยื่อทางด้านบน ค) เนื้อเยื่อทางด้านล่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 ลักษณะทางกายวิภาคเชิงปริมาณของสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์

3.3.1 ความสูงของเซลล์ผิว (epidermis)

ค่าเฉลี่ยของขนาดความสูงของเซลล์ผิว ทางด้านหน้าตัด แบ่งความสูงของเซลล์ผิวออกเป็น 5 ตำแหน่ง ที่เส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น จากการวัดความสูงของเซลล์ผิวที่ถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่งของแต่ละสายต้น ความสูงเฉลี่ยของชั้นเซลล์ผิวมีความผันแปรและแตกต่างกันในตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละสายต้นคือ K7, K25, K51,CT76, T5 และ H4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความสูงของเซลล์ผิวบริเวณเส้นกลางใบที่ถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่ง พบว่าความสูงของเซลล์ผิวเฉลี่ยที่ถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่งของทุกสายต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 12) เนื่องจากการเข้าทำลายของแตนสร้างปมส่วนใหญ่เข้าทำลายที่เส้นกลางใบทางด้านล่างและเลือกเข้าทำลายที่ด้านข้าง เพราะฉะนั้นเมื่อความสูงของเซลล์ผิวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแล้ว ความสูงของเซลล์ผิวที่ถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่งจึงไม่มีความสัมพันธ์กับการเลือกเข้าทำลายของแตนสร้างปม

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความสูงของเซลล์ผิวของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น ที่ถูกแบ่งออกเป็น 5 ตำแหน่ง

ตำแหน่ง	สายต้น					
	K7	K25	K51	H4	T5	CT76
1	1.37± 1.66	1.09± 2.36	1.47± 1.98	1.20± 1.83	1.50± 2.82	1.46± 1.02
2	1.37± 1.65	1.21± 2.73	1.48± 0.64	1.32± 2.98	1.40± 4.16	1.73± 1.04
3	1.17± 0.88	1.34± 1.17	1.43± 2.52	1.70± 3.77	1.37± 3.29	1.45± 1.02
4	1.25± 1.47	1.28± 2.32	1.50± 3.11	1.59± 4.05	1.36± 1.82	1.50± 1.21
5	1.34± 2.47	1.36± 0.76	1.45± 1.18	1.45± 2.72	1.19± 0.96	1.47± 1.73
p-value	p= 0.260	p= 0.097	p= 0.315	p= 0.131	p= 0.008	p= 0.547

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความสูงเซลล์ผิว ทางด้านล่างของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ ระหว่าง 6 สายต้น พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของเซลล์ผิวระหว่างสายต้นมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 13) สามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของเนื้อเยื่อผิวตามวิธีของ Duncan's new multiple rang test สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ K25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.625± 2.091 ไมครอน กลุ่มที่ 2 ได้แก่ K7 มีค่าเท่ากับ 13.060 ± 1.746 ไมครอน กลุ่มที่ 3 ได้แก่ T5, H4, K51 และ CT76 มีค่าเท่ากับ 13.679± 2.793, 14.563 ± 3.431, 14.707 ± 1.814 ไมครอน และ 15.273 ± 1.566 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 14) (ภาพที่ 24)

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความสูงของเซลล์ผิว บริเวณเส้นกลางใบทางด้านล่าง ของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์จำนวน 6 สายต้น

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F[1/]	Sig.
สายต้น	26.560	5	5.312	3.246*	0.026
error	32.728	20	1.636		
Total	59.288	25			

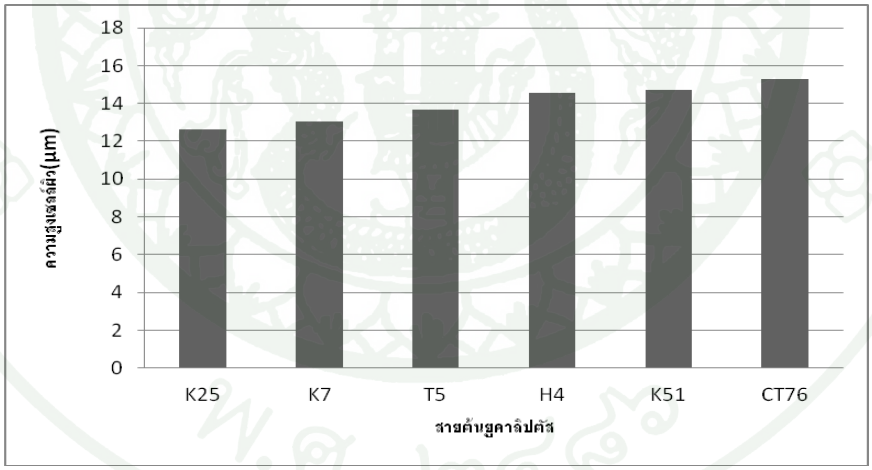
หมายเหตุ [1/]F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความสูงของเซลล์ผิว ด้านหน้าตัดบริเวณเส้นกลางใบทางด้านล่าง วัด 5 ตำแหน่ง ของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

สายต้น	ค่าเฉลี่ยความสูงของเซลล์ผิว[1/] (µm)
K7	$13.060^{b} \pm 1.746$
K25	$12.625^{a} \pm 2.091$
K51	$14.707^{c} \pm 1.814$
CT76	$15.273^{c} \pm 1.566$
T5	$13.679^{c} \pm 2.793$
H4	$14.563^{c} \pm 3.431$

หมายเหตุ [1/] ความสูงของเซลล์ผิวที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)



ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยของขนาดความสูงของเซลล์ผิวด้านหน้าตัดของเส้นกลางใบยูคาลิปตัส สายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

K25 เป็นสายต้นที่มีการถูกทำลายรุนแรง และมีความสูงของเซลล์ผิวน้อยที่สุดอีกด้วย ส่วนสายต้น K51 และ CT76 มีความรุนแรงของการถูกทำลายสูงแต่กลับพบว่ามีชั้นเซลล์ผิวสูงที่สุด ดังนั้นความสูงของชั้นเซลล์ผิวเพียงอย่างเดียวจึงไม่น่าจะบ่งบอกถึงความทนต่อแตนสร้างปมได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้น

ก) ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของเส้นกลางใบ

ค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ที่ทำการวัดบริเวณกึ่งกลางเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 พบว่าสายต้น H4 มีความหนาชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน มากที่สุด รองลงมาได้แก่สายต้น K7, K51, T5, CT76 และ K25 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน พบว่าสายต้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

source	Sum of Square	df	Mean Square	F[1/]	Sig.
สายต้น	23308.619	5	4661.724	5.974*	0.000
error	42140.256	54	780.375		
Total	65448.875	59			

หมายเหตุ [1/]ค่า F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P< 0.05$

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 ตามวิธีของ Duncan's new multiple range test สามารถจัดกลุ่มของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ได้ 4 กลุ่ม (ตารางที่ 16) กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สายต้น K25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 109.41 ± 26.12 ไมครอน กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สายต้น CT76, T5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 123.80 ± 23.29, 135.14 ± 26.13 ไมครอนตามลำดับ กลุ่มที่ 3 ได้แก่สายต้น K51 และ K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.87± 24.52 และ 145.52± 35.82 ไมครอน และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ H4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173.33 ± 29.80 ไมครอน เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแสดงในภาพที่ 25พบว่าสายต้น H4 มีความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนมากที่สุด รองลงมาคือสายต้น K25, K7, K51, T5 และ CT76 ตามลำดับ

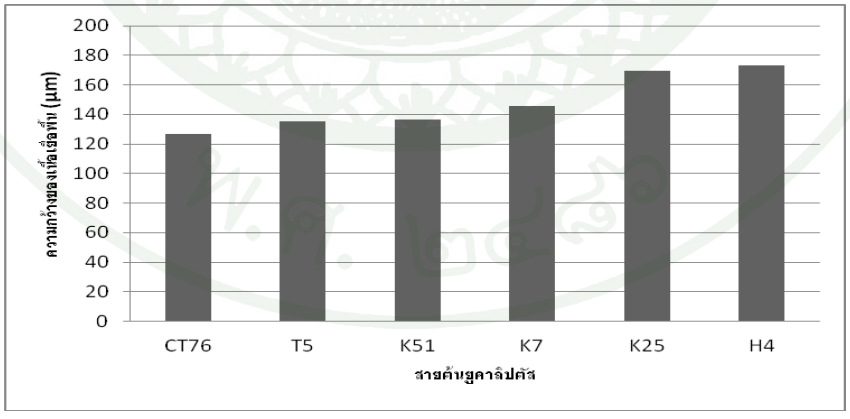
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งสายต้น H4 มีความทนต่อแตนสร้างปมมากที่สุดแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าสายต้น T5 มีความทนมากกว่า K7 แต่มีความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนน้อยกว่าดังนั้นเพียงแค่เนื้อเยื่อพื้นลักษณะเดียวไม่น่าจะมีผลต่อการทนแตนสร้างปม (ภาพที่ 25)

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

สายต้น	ความหนาชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน [1/](µm)
K25	109.41[a] ±26.127
CT76	123.00[b] ± 23.29
T5	135.14[b] ± 26.13
K51	136.87[c] ± 24.52
K7	145.52[c] ± 35.82
H4	173.33[d] ± 29.80

หมายเหตุ [1/]ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)



ภาพที่ 25 ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่างของใบยูคาลิปตัส จากยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ แต่ละสายต้น จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง พบว่าสายต้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

souce	Sum of Square	df	Mean Square	$F^{1/}$	Sig.
สายต้น	18414.640	5	3682.928	3.006*	0.018
error	66161.602	54	1225.215		
Total	84576.242	59			

หมายเหตุ ค่า $^{1/}$F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p< 0.05$)

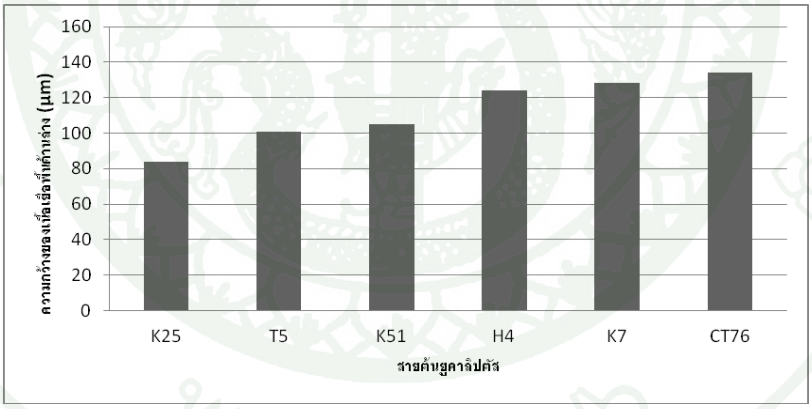
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, T5, K51, H4, K7 และ CT76 ตามวิธีของ Duncan's new multiple range test สามารถจัดกลุ่มของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง ได้ 3 กลุ่ม (ตารางที่ 18) คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สายต้น K25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.076 ± 26.87 ไมครอน กลุ่มที่ 2 ได้แก่สายต้น T5 และ K51 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.020 ± 33.86, 104.980 ± 43.22 ไมครอน และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ H4, K7 และ CT76 มีค่าเท่ากับ 123.864 ± 27.54, 128.082 ± 33.68 และ 134.26 ± 41.84 ไมครอน ตามลำดับ (ภาพที่ 26) สายต้น H4 ซึ่งมีความทนต่อแตนสร้างปมมากที่สุดแต่มีความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของเส้นกลางใบอยู่ในกลุ่มเดียวกับสายต้น K7 และ CT76 ซึ่งอ่อนแอต่อการทำลายของแตนสร้างปม ดังนั้นความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างจึงไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กับความทนแตนสร้างปมเช่นเดียวกับด้านบน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

สายต้น	ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง[1/](µm)
K25	$84.076^{a} \pm 26.86$
T5	$101.02^{b} \pm 33.86$
K51	$104.98^{b} \pm 43.22$
H4	$123.864^{c} \pm 27.54$
K7	$128.082^{c} \pm 33.68$
CT76	$134.26^{c} \pm 41.84$

หมายเหตุ [1/]ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)



ภาพที่ 26 ความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.3 ขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของเส้นกลางใบ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์เนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดของเซลล์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

Source	Sum of Square	df	Mean Square	$F^{1/}$	Sig.
สายต้น	85.682	5	170.912	20.209*	0.000
Error	16.959	20	10.789		
Total	102.641	25			

หมายเหตุ ค่า $^{1/}F$ ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p< 0.05$)

จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนนำค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์ไปเปรียบเทียบตามวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test สามาถจัดกลุ่มของค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์ได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ K25 มีค่าเท่ากับ 11.795 ไมครอน กลุ่มที่ 2 ได้แก่ T5 และ H4 มีค่าเท่ากับ 13.905 ไมครอน และ 14.899 ไมครอน กลุ่มที่ 3 ได้แก่ H4, K7 และ K51 มีค่าเท่ากับ 14.899, 15.326 และ 16.017 ไมครอน ตามลำดับ และกลุ่มที่ 4 คือ K51 และ CT76 มีค่าเท่ากับ 16.017 ไมครอน และ 17.147 ไมครอน (ตารางที่ 20)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

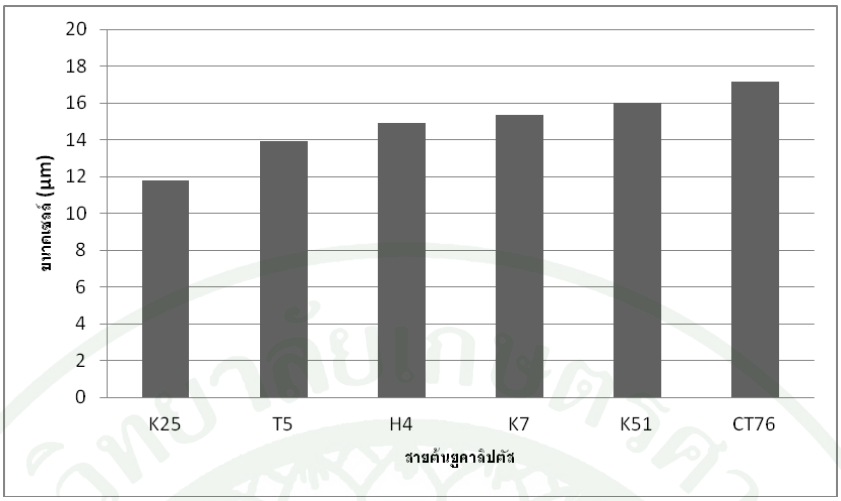
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชจำนวน 6 สายต้นได้แก่ สายต้น K25, T5, K7, H4, CT76 และ K51

สายต้น	ขนาดเซลล์[1/] (μm)
K25	11.795[a]
T5	13.905[b]
K7	15.326[c]
H4	14.899[b, c]
CT76	17.147[d]
K51	16.017[c, d]

หมายเหตุ [1/]ขนาดของเซลล์ ที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)

สายต้นที่ต่างกันมีขนาดของเซลล์ที่ต่างกันออกไป โดยเฉพาะสายต้นที่มีความทนแตนสร้างปม เช่น H4 และ T5 พบว่ามีเซลล์ขนาดเล็ก ส่วนสายต้นที่ไม่ทนเช่น K51, K7 และ CT76 พบว่ามีเซลล์ขนาดใหญ่ และเป็นที่น่าสังเกตว่า K25 ซึ่งเป็นสายต้นที่ไม่ทนแต่กลับพบว่ามีเซลล์ขนาดเล็ก ดังนั้นขนาดของเซลล์จึงไม่มีผลต่อความทนทานของยูคาลิปตัส แต่ทั้งนี้ การจะตัดสินว่าสายต้นใดมีความทนต่อแตนฝอยปมนั้น ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะอื่นๆด้วยเช่นกัน และจะเห็นได้ว่าขนาดของเซลล์ของเนื้อเยื่อพื้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเซลล์ เนื่องจากในตำแหน่งต่างๆมีเซลล์รูปร่างที่แตกต่างกันอีกทั้งมีขนาดที่ไม่เท่ากัน (ภาพที่ 27)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยของขนาดเซลล์ในเนื้อเยื่อพื้น ที่เส้นกลางใบ ทำการวัดที่ 5 ตำแหน่ง ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิช 6 สายต้น

3.3.4 ค่าเฉลี่ยความหนาผนังเซลล์ที่ติดกัน (double wall thickness) ของเนื้อเยื่อพื้นทางด้านล่าง ของเส้นกลางใบ จากการวัดความหนาของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน ในสายต้น H4 มีความหนามากกว่าสายต้น K7, K25, K51, CT76 และ T5 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาของผนังเซลล์ บริเวณเส้นกลางใบพบว่าความหนาของผนังเซลล์ที่ติดกันมีความแตกต่างกันระหว่างสายต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p< 0.05$) (ตารางที่ 21)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของผนังของเซลล์ที่ติดกันของเส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัสทั้ง 6 สายต้น ตามวิธีของ Duncan's new multiple range test สามารถจัดกลุ่มความหนาผนังเซลล์ที่ติดกัน ซึ่งความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สายต้น K25 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สายต้น K51, CT76 และ K7 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สายต้น T5 และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ สายต้น H4 โดยที่สายต้น H4 มีความหนาของผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน มากที่สุด รองลงมาได้แก่ T5, CT76, K51, K25 และ K7 ตามลำดับ และมีความหนาเท่ากับ 7.608, 6.276, 3.545, 3.494, 3.173 และ 2.262 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 22) และเปรียบเทียบความหนาของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน ดังภาพที่ 28 สายต้น H4 มีความหนาของผนังเซลล์ที่ติดกันของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างมากที่สุด (7.608 ไมครอน) สายต้น T5 มีความหนารองลงมา (6.276 ไมครอน) ซึ่งสองสายต้นนี้มีผนังเซลล์ด้านที่ติดกันหนากว่าสายต้นอื่นมาก ความหนาของผนังเซลล์ของทั้งสองสายต้นนี้น่าจะมีผลมาจากความหนาของผนังเซลล์คอลเลงคิมา สายต้น H4 และ T5 เป็นสายต้นที่ทนต่อการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำลายของแตนสร้างปม ความหนาของผนังเซลล์ที่ติดกันด้านรัศมีน่าจะมีผลกระทบต่อการวางไข่และการพัฒนาของตัวอ่อนของแตนสร้างปม จึงน่าจะเป็นลักษณะทางกายวิภาคที่สัมพันธ์และบ่งชี้ถึงความทนต่อแตนสร้างปม

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย ของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน ของเส้นกลางใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F[1/]	Sig.
สายต้น	2208.099	5	441.620	117.097*	0.000
Error	2176.091	557	3.771		
Total	4384.190	582			

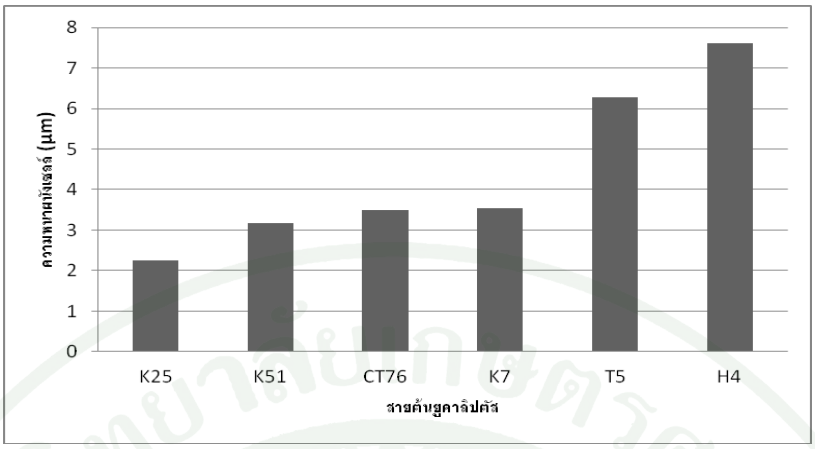
หมายเหตุ [1/]F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ ($p< 0.05$)

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน ที่เส้นกลางใบทางด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

สายต้น	ขนาดของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน [1/] (μm)
K25	$2.262^{a} \pm 0.98$
K51	$3.173^{b} \pm 1.11$
CT76	$3.493^{b} \pm 0.92$
K7	$3.545^{b} \pm 1.03$
T5	$6.276^{c} \pm 2.36$
H4	$7.60\ 8^{d} \pm 3.27$

หมายเหตุ [1/]ขนาดของผนังเซลล์ด้านที่ติดกัน ที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยของผนังของเซลล์ด้านที่ติดกัน ที่เส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัส สายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

3.3.5 ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบ ของยูคาลิปตัส

ค่าเฉลี่ยความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ที่ทำการวัดบริเวณกึ่งกลางของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่สายต้น K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนพบว่าสายต้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.05$) ตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

source	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
สายต้น	13884.892	5	2776.978	11.232*	0.000
Error	2966.954	12	247.246		
Total	16851.847	17			

หมายเหตุ [1/]F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p< 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

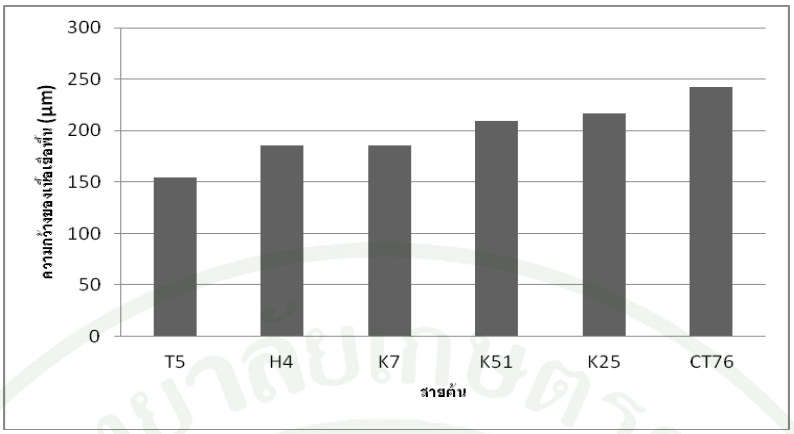
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบของยูคาลิปตัส 6 สายต้น โดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range สามารถจัดกลุ่มของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ T5 มีค่าเท่ากับ 154.59 ± 9.01 ไมครอน กลุ่มที่ 2 คือ H4 และ K7 มีค่าเท่ากับ 185.91 ± 4.07 และ 185.91 ± 16.91 ไมครอน กลุ่มที่ 3 คือ K51 และ K25 มีค่าเท่ากับ 209.06 ± 26.86 และ 216.60 ± 16.28 ไมครอน กลุ่มที่ 4 คือ CT76 มีค่าเท่ากับ 246.62 ± 10.60 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 24) และแสดงในภาพที่ 29

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบยูคาลิปตัส 6 สายต้น

สายต้น	ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบ[1/] (μm)
T5	154.59[a] ± 9.01
H4	185.91[b] ± 4.07
K7	185.91[b] ± 16.91
K51	209.06[c] ± 26.86
K25	216.60[c] ± 16.28
CT76	242.62[d] ± 10.60

หมายเหตุ [1/]ค่าเฉลี่ยของความกว้างเนื้อเยื่อพื้นด้านบนที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

3.3.6 ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบของยูคาลิปตัส

ค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบที่ทำการวัดบริเวณกึ่งกลางก้านใบทางด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ K25, K51, K7, CT76, T5 และ H4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบพบว่าสายต้นที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.05$) ตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบด้านล่างของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

source	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
สายต้น	15244.978	5	3048.996	12.435*	0.000
Error	2942.318	12	245.193		
Total	18187.297	17			

หมายเหตุ 1/F ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ * แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p< 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

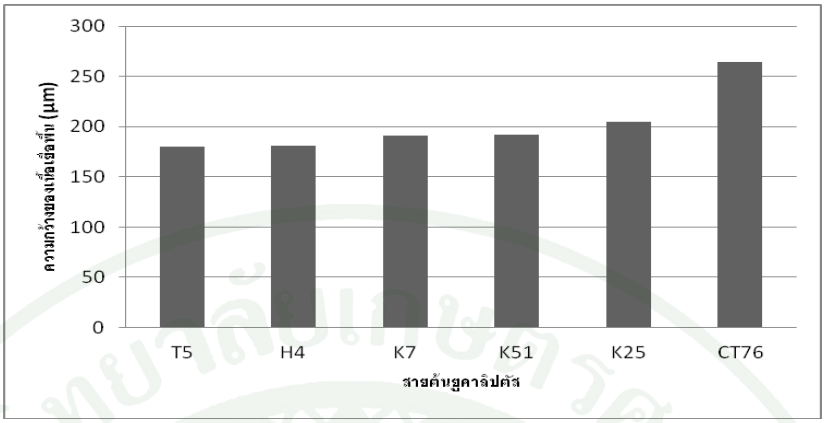
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิช จำนวน 6 สายต้นตามวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test สามารถจัดกลุ่มของความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบได้ 2 กลุ่ม (ตารางที่ 26) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ สายต้น K51, H4, K7, T5 และ K25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 179.98 ± 7.93, 181.18 ± 16.73, 191.18 ± 10.45, 192.39 ± 23.35 และ 204.38 ± 21.30 ไมครอน ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สายต้น CT76 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 264.84 ± 4.46 ไมครอน ซึ่งสายต้น H4 มีความทนแตนสร้างปมมากที่สุดแต่เป็นที่น่าสังเกตว่ามีความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบน้อยกว่าสายต้นที่ไม่ทน เช่นสายต้น CT76, K25 และ K7 ดังนั้นความกว้างของชั้นเนื้อเยื่อพื้นเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถที่จะบ่งบอกถึงความทนและไม่ทนแตนสร้างปมของยูคาลิปตัสสายต้นต่างๆได้ แต่ความทนแตนสร้างปมจะต้องขึ้นกับลักษณะอื่นๆมาประกอบการพิจารณาด้วย และค่าเฉลี่ยของความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นทางด้านล่างของก้านใบแสดงดังภาพที่ 30

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบยูคาลิปตัสที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

สายต้น	ความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบ[1/] (μm)
K51	179.98[a] ± 7.93
H4	181.18[a] ± 16.73
K7	191.18[a] ± 10.45
T5	192.39[a] ± 23.35
K25	204.38[a] ± 21.30
CT76	264.84[b] ± 4.46

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยของความกว้างเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดย Duncan's New Multiple Rang Test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 ค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของก้านใบของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การทนและไม่ทนแตนสร้างปมของยูคาลิปตัสที่ศึกษาจากกล้าที่ผลิตจากเมล็ดของสายต้น T5, D1, CT168, K25, K51 และ 18A30 พบว่าแม่ไม้ที่อ่อนแอต่อแตนสร้างปมเช่นแม่ไม้สายต้น D1, K25, K51 ให้ลูกส่วนใหญ่อ่อนแอ แม่ไม้ที่ทน เช่น แม่ไม้สายต้น T5, CT168 และ 18A30 ให้ลูกที่มีความทนลดลง การแทงอวัยวะวางไข่ (ovipositor) ของแตนสร้างปมมีความสัมพันธ์กับอายุของใบ มีการแทงอวัยวะวางไข่ตั้งแต่ยูคาลิปตัสผลิใบในสัปดาห์แรก เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 แต่มีจำนวนลดลงในสัปดาห์ที่ 3 ในสายต้นที่มีความต้านทานต่ำรอยแผลจะพัฒนากลายไปเป็นปม

ลักษณะทางกายวิภาคของใบอ่อนโดยทั่วไปคล้ายกับใบยูคาลิปตัสทั่วๆไป แต่ใบอ่อนมีคิวติเคิล (cuticle) เคลือบบางมากเซลล์ผิวมีลักษณะเหมือนใบทั่วไปแผ่นใบมี มีโซฟิลล์ (mesophyll) เป็นแบบพาลิเซด (palisade mesophyll) ทั้งด้านล่างและด้านบน (unifacial mesophyll) เส้นกลางใบของ เซลล์ของเนื้อเยื่อพื้นด้านบนประกอบด้วยแอนกูลาคอลเลงคิมา (angular collenchyma) อยู่ใต้ชั้นผิวและพาเรงคิมา (parenchyma) ในชั้นถัดเข้าไป เนื้อเยื่อพื้นด้านล่างอาจประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้วนๆหรือมีคอลเลงคิมา (collenchyma) ปนอยู่ด้วยขึ้นอยู่กับแต่ละสายต้น สายต้นที่พบคอลเลงคิมาทางด้านล่างคือ T5 และ H4

ลักษณะทางสัญฐานวิทยาของใบอ่อนของสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น ซึ่งประกอบด้วยสายต้นที่ไม่ทนแตนสร้างปมคือ K25, K51, K7, CT76 และที่ทนแตนสร้างปมคือ T5 และ H4 ไม่สัมพันธ์กับการทนและไม่ทนแตนสร้างปม ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ศึกษาประกอบด้วยสีของใบ สิ่งปกคลุมผิวใบ ขนาดและรูปร่างของใบ

แตนสร้างปมตัวเต็มวัยเข้าทำลายเฉพาะยอดที่อ่อนมากๆซึ่งรวมถึงกิ่งและใบ โดยที่ใบจะเข้าทำลายเฉพาะก้านใบเส้นและกลางใบด้านล่าง (adaxial surface) เท่านั้น ลักษณะทางกายวิภาคของก้านใบและเส้นกลางใบของสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ทั้ง 6 สายต้น พบว่าความหนาของชั้นเนื้อเยื่อผิว (epidermis) ความหนาของเนื้อเยื่อพื้นทั้งด้านบนและด้านล่าง ขนาดของเซลล์ในเนื้อเยื่อพื้น ต่อมน้ำมัน (oil gland) ผลึก (druse) สารแทรก (extractive) อื่นๆไม่มีความสัมพันธ์กับการทนแตนสร้างปม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การมีคอลเลงคิมา เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) และความหนาของผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบ (petiole) และเส้นกลางใบ (mid-rib) มีความสัมพันธ์กับการทนแตนสร้างปมอย่างมีนัยสำคัญ ไม่มีการทำลายของแตนสร้างปมจากด้านบนของเส้นกลางใบทั้ง 6 สายต้น เนื่องจากทุกสายต้นเนื้อเยื่อพื้นด้านบนประกอบด้วยคอลเลงคิมา เนื้อเยื่อพื้นของเส้นกลางใบด้านล่างของสายต้น K25, K51, K7, CT76 ซึ่งอ่อนแอต่อแตนสร้างปมไม่ปรากฏเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในเนื้อเยื่อพื้น แต่สายต้น T5 และ H4 ซึ่งทนต่อแตนสร้างปมมีชั้นเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างของเส้นกลางใบ ความหนาของผนังเซลล์ที่ติดกันของเนื้อเยื่อพื้นด้านล่างเฉลี่ยของสายต้น T5 และ H4 เท่ากับ 6.276 ไมครอน และ 7.608 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งหนากว่าสายต้นที่อ่อนแอคือ K25, K51, K7 และ CT76 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.262, 3.176, 3.545 และ 3.493 ไมครอน ตามลำดับ

การมีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในเนื้อเยื่อพื้นเป็นผลให้ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อพื้นหนา ซึ่งน่าจะเป็นอุปสรรคต่อการแทงอวัยวะวางไข่และการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนของแตนสร้างปมเข้าไปใกล้แหล่งอาหารหรือท่ออาหาร (phloem) ในมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) การปรากฏของคอลเลงคิมาในเนื้อเยื่อพื้นของก้านใบและเส้นกลางใบเป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงความทนทานต่อแตนสร้างปมของยูคาลิปตัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการทดลองกับยูคาลิปตัสสองส่วนคือ ยูคาลิปตัสต้นลูกที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่มาจากต้นแม่พันธุ์ คือ สายต้น K25, K51, CT168, T5 และ 18A30 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าต้นแม่มีการถ่ายทอดลักษณะความทนให้กับต้นลูก แต่ลักษณะดังกล่าวนั้นจะลดลงในรุ่นลูก แต่ต้นลูกก็มีความผันแปรแม้จะมาจากต้นแม่เดียวกันก็ตาม ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านของการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัส โดยสามารถการคัดเลือกต้นลูกที่ทนทานไปพัฒนาต่อไป ส่วนที่สองคือการศึกษายูคาลิปตัสที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ คือ สายต้น H4, K7, K25, K51, T5 และ CT76 ซึ่งประกอบด้วยสายต้นที่ทนและไม่ทนแตนสร้างปม ดังนั้นจึงพบว่า สายต้นที่ทนแตนสร้างปมนั้นมีลักษณะทางกายวิภาคที่แตกต่างจากสายต้นที่ไม่ทน มีคอลเลงคิมาเป็นส่วนประกอบซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญของตัวอ่อน เพราะฉะนั้นประโยชน์ที่จะได้รับคือ สามารถนำลักษณะที่มีความเฉาะของสายต้นที่มีความทนทานต่อแตนสร้างปม ไปพัฒนาและปรับปรุงสายต้นยูคาลิปตัสเพื่อให้มีความทนทานต่อแตนสร้างปมได้ในอนาคต

เนื่องจากการศึกษานี้เน้นเฉพาะสายต้นที่ปลูกในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้ข้อมูลนี้มีความถูกต้องและนำไปใช้อย่างมั่นใจจึงควรมีการศึกษาในสายต้นอื่นๆ ทั้งที่ทนและไม่ทนต่อแตนสร้างปม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา พงษ์พานิช. 2549. จากโรคเชื้อราถึงแตนฝอยปม ศูนย์วิจัยป่าไม้คณะวนศาสตร์, *ใน* **สัมนา โรคและแมลงในสวนป่ายูคาลิปตัส** . สำนักวิจัยและการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

คณัญญา ปัญญาหล้า. 2549. จากโรคเชื้อราถึงแตนฝอยปม, *ใน* **โรคและแมลงในสวนป่ายูคาลิปตัส** . ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชมภูนุช โสดาจันทร์. 2531 . **ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานของใบกับการใช้น้ำของกล้าไม้ป่าบางชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยรัตน์ อร่ามศรี. 2542. **การวิเคราะห์การเติบโตของสายต้นยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสอายุ 5 ปี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา ดวงนามน. 2547. **การคัดเลือกสายต้นยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสที่ต้านทานต่อโรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทียมใจ คมกฤส. 2529. **กายวิภาคของพฤกษ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญกิจ ด่านอนุพันธ์. 2535. การผลิตกล้าไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสให้มีคุณภาพ, *ใน* **เอกสารสัมนาวิชาการชีววิทยาป่าไม้** . ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประสิทธิ์ สอาดวุธ. 2527. การทดสอบถิ่นกำเนิดของไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิสในประเทศไทย, *ใน* **การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2527 เล่ม 3** . กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน. 2541. **ศัพท์พฤกษศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ฉบับบราชบัณฑิตยสถาน.** ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สมคิด สิริพัฒนดิลก. 2526. **เทคนิคในการเตรียมตัวอย่างพืชเพื่อศึกษาในกล้องจุลทรรศน์.** ครั้งที่ 1. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมคิด สิริพัฒนดิลก. 2529. **กายวิภาคของไม้ยืนต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมปอง เตชะโต. 2539. **เทคโนโลยีชีวภาพของพืชปลูก.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ปิยะดา ตันตสวัสดิ์. 2554. **การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานศัตรูพืช (Breeding for Plant Pest Resistance).** พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก. โคราชมาร์เก็ตติ้งแอนด์โปรดักส์ชัน, นครราชสีมา.

สุรินทร์ ปิยโชคคณากุล. 2539. **พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ชัย เชื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Boland, D.J., M.I.H. Brooker, G.M. Chippendale, B.P.M. Hyland, R.D. Hleining and J.D. Turner. 1992. **Forest Trees of Australia.** 1 ed. CSIRO, Melbourne.

Bolton, MD. 2009. Primary Metabolism and Plant Defense-Fuel for the Fire. **Molecular Plant Microbe Interactions** 22: 487-497.

Chaisalee, N. 2000. **Leaf Morphology, Gas Exchange Characteristics and Water Deficit Response of Four Tropical Tree Species.** Master Thesis thesis, Kasetsart University.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Diane N., C. Jacob. And H.H.Hilger. 2003. Leaf anatomy and foliar trichomes in Heliotropiaceae and their systematic relevance. **Flora** 198: 468-485.

Dreger-jauffret, F. and Shorthouse, J.D. 1992. **Diversity of Gall-Inducing Insects and Their Galls**, pp. 8-33. *In* J.D. Shorthouse and O. Rohfritsch, eds. **Biology of Insect-Induced Galls**. Oxford University Press, United State of American.

EPPO reporting service. 2007. Pest & Diseases, *In* **First Record of leptocybe invasa in Protugal 2007/012. ed.**Protugal.

Esau, K. 1960. **Anatomy of Seed Plant**. 2th ed. John Willy and Sons.Inc., New York .

FAO,. 1975. Pulping and Papermalcing Propertics of Fast-growing Plantation Wood species. Food and Agriculture organization of the United Nation, Rome.

FAO,. 1979. Eucalyptus for Planting. Food and Agreculture organization of the United Nation, Rome.

Fisher, N. and J. LaSalle. 2004. The Taxonomy and natural history of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera:Eulophidae)gen.& sp.nov., an invasa gall inducer on Eucalyptus. **Australian Journal of Entomology** 43: 101-113.

Foster, A.S. 1949. **Practical Plant Anatomy.** 2 ed. D. Van Nosrand company, INC., India.

Hall, D.O., J.M.O. Scarlock, H.R. Bolhar-Nordenkampf, R.C. Leegood and S.P. Long. 1993. **Photosynthesis and Production in a Changing Environment A Field and Laboratory Mannual.** 1 ed. Chapman & Hal l, United Kingdom.

James, S.A. and D.T. Bell. 2001. Leaf morphology and antomical characteristic of heteroblastic *Eucalypus globulus* spp. globulus (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany** 49: 259-269.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Johnson, E.D. 1926. A comparison of the juvinile and adult leves of *Eucalyptus globulus*. **New Phytologist** 25: 202-212.

Jordan, G.J., B.M. Potts and R.J.E. Wiltshire. 1999. Strong, Independent, Guantitative genetic control of the timing of vegetative phase change and first flowering in *Eucalyptus globulus* spp. globulus (Tasmanian blue gum). **Heredity** 83: 179 187.

Kulkarni, HD. 2010. Screening *Eucalyptus* clones againt *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae). Kanataka **Journal of Agricultural Science** 23 87-90

Kuster, E. 1991. Die Gallen der Pflanzen. Hirzel, Leipzig. *Cited* J.D. Shorthouse and O. Rohfritsch, eds. **Biology of Insect-Induced Galls**. Oxford University Press, United State of American.

Mendel, Z., A. Protosov, N. Fisher and J. LaSalle. 2004. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* (Hyminoptera: Eulophidae) gen.& sp. nov. an invasive gall inducer on *Eucalyptus.* **Australian Journal of Entomology** 43: 101-113.

Muller, C. 2006. Plant-Insect Interactions on cuticular surfaces, p. 398. *In* Markus Riederer and Caroline Muller, comps. **Biology of the Plant Cuticle.** Blackwell Plublishing Ltd., United Kingdom.

Muller, C. 2006. **Biology of The Plant Cuticle.** Blackwell Publishing Ltd., United Kingdom. *Cited* G. Kersteins. 1996. **Plant cuticle-An Integrated Functional Approach.** BIOSS Scientific Publishing, United king Kingdom.

Multitu, K.E., Nyeko, P., Day, R.K., Otieno, B.O. and Oeba, V., 2008, **Distribution, incidence and severity patterns of blue gum chalcid, *Leptocybe invasa* in east Africa**,

Nyeko, P. and Nakabonge, G., 2008, **Occurrence of peasts and diseases in tree nurseries and plantations in Uganda**, **In SPGS Plantation Guideline**, 18-MAY 2008 pp. 5-6.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nyeko, P., Muttitu Eu Day., R.K. 2009. *Eucalyptus* infestation by *Leptocybe invasa* in Uganda. **African Journal Ecology** 47: 299-307.

Parnell, J. and P., Chantaranothai. 2002. **Flora of Thailand volume seven part four.** 1 ed. The Forest Herbarium, Bangkok.

Potts, B.M. and G.J. Jordan. 1994. Genetic variation in the juvenile leaf Morphology of *Eucalyptus globulus* Labill. ssp *globulus*. **Forest Genetics** 1: 81-95.

Pham. QT., Dell.,B. and TI. Burgess. 2009. Susceptibility of 18 eucalyps to the wasp *Leptocybe invasa* in the nursry and young plantations in Vietnam. **Scienceasia**. 35: 113-117.

Sangtongpraow, Benjakhun. 2011. **Biological Aspect of Eucalyptus Gall Wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) and Its Parasitoids in *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Planttations, Tha Muang and Phanom Thuan Districts, Kanchanaburi Province.** Doctor of Philosophy thesis, Kasetsart University.

Sant' Anna-Santos, BF, LC da Silva, AA. A zevedo, JM de Araujo, EF Alves, EAM da Silva and R. Agulan. 2006. Effect of simulated acid rain on the foliar micromorphology and anatomy of tree tropical species. **Environmental and Experimental Botany** 58: 158-168.

Smith, A.H., E.A. Wingfield and M.J. Mohammed. 2006. Anatomical variation and defense of juvenile *Eucalyptus nitens* leaves to Mycosphaerella leaf disease. **Australasian Plant Pathology** (35): 725-731.

Smith, A.H., W.M. Gill, E.A. Pinkard and C.L. Mohammed. 2007. Anatomical and histochemical defence respones induced in juvinile leaves of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens* by Mycosphaerella infection. **Forest Pathology** 37: 361-373.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Steinbauer, M.J. 2002. Oviposition preference and neonate performance of *Mnesampela* private in relation to heterophylla in *Eucalyptus dunnii* and *Eucalyptus globulus*. **Agricultural and Forest Entomology** 4: 245-253.

Velikova, V, F Loreto, F Brilli, D Stefanov and I Yordanov. 2008. Characteristic of juvenile and adult leaves of *Eucalyptus globulus* showing distinct heteroblastic development: photosynthesis and valatile isoprenoids. **Plant Biology** 10: 55- 64.

Wiley, J. and P. Skelly. 2008. A *Eucalyptus* Pest, *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hyminoptera: Eulophidae) Genus and Species new to Florida and Nort America. Divition of Plant Industry

Z. Wen and M. Zhang M. 2011. Anatomical types of leaves and assimilating shoots and carbon 13C/ 12C isotope fractionation in chainese representative of Salsolease s.l. (Chenopodiaceae). **Flora**. 206: 720- 730.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 แสดงการสำรวจต้นกล้าที่กำหนดความเสียหายเป็นดัชนีความเสียหายโดยใช้ความรุนแรงของการทำลายโดยแตนสร้างปมของต้นกล้ายูคาลิปตัส (ต้นลูก)

สายต้น	กำหนดความเสียหายเป็นดัชนีความเสียหาย				
	0	1	2	3	4
T5-1	32	25	17	6	20
CT168-1	80	9	4	3	4
D1-1	54	15	10	2	19
K25-1	13	2	5	6	13
K51-1	26	5	2	3	9
18A30-1	33	14	2	0	1
จำนวนต้นกล้า	100	100	100	100	100

หมายเหตุ 1 = พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ ต่ำกว่า 10 จุดต่อต้นและไม่พบปม

2 = พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่มากกว่า10 จุดต่อต้น และแต่ไม่พบปม

3 =พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ มากกว่า 30 จุดต่อต้นและพบปม 10-20 ปมต่อต้น

4 = พบแผลจากการแทงอวัยวะวางไข่ มากกว่า 30 จุดต่อต้นและพบปมที่ต้นกล้ามากกว่า 20 ปมต่อต้น

5 = พบการแทงอวัยวะวางไข่แต่ไม่พบปม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อพื้น ของเส้นกลางใบด้านล่างของยูคาลิปตัส สายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น

สายต้น/		ขนาดความกว้างของเซลล์ที่วัด (μm)									
ตำแหน่ง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	14.51	15.13	17.57	13.08	12.30	11.52	18.00	14.84	16.58	17.13
		±3.86	±3.24	±5.50	±6.04	±5.51	±3.63	±3.32	±2.46	±2.24	±2.76
	2	16.64	19.22	21.55	19.47	12.62	11.87	17.73	12.57	16.51	12.42
K		±3.79	±6.18	±7.36	±4.62	±3.14	±4.39	±7.06	±1.63	±2.62	±3.43
5	3	16.12	20.64	24.16	22.90	18.12	13.63	18.74	16.28	17.02	10.43
1		±4.73	±4.29	±4.76	±3.57	±5.46	±3.94	±7.51	±2.78	±1.36	±4.11
	4	15.54	19.43	17.61	15.61	19.31	14.53	22.19	16.98	17.03	11.84
		±3.17	±4.42	±2.35	±4.53	±8.10	±4.88	±5.36	±4.64	±1.36	±3.51
	5	12.97	13.10	13.40	15.27	12.72	14.86	14.53	15.22	16.48	12.97
		±3.32	±1.95	±2.35	±6.37	±7.87	6.03±	±0.97	±4.03	±2.00	±3.22
	1	19.20	16.22	12.62	12.76	15.43	19.40	13.8	13.81	16.02	20.26
		±3.99	±4.5	±4.41	±3.25	±1.60	±8.06	±7.45	±7.45	±4.78	±8.06
	2	14.02	15.65	14.61	11.69	14.96	21.07	14.29	14.29	15.38	20.47
K		±3.24	±4.87	±3.46	±5.16	±5.63	±3.66	±6.15	±6.15	±6.22	±5.77
7	3	15.77	18.84	13.53	14.82	15.46	22.70	15.38	15.38	14.75	22.96
		±3.44	±5.98	±4.66	±6.00	±4.62	±6.61	±5.81	±5.81	±6.10	±10.61
	4	15.6	16.71	13.39	11.36	17.72	18.98	13.28	13.28	14.12	19.47
		±1.5	±4.03	±1.77	±4.10	±5.61	±5.48	±9.26	±9.26	±7.31	±5.48
	5	12.94	17.75	13.19	13.08	13.80	14.75	15.87	15.8	18.44	15.63
		±5.59	±2.73	±1.77	±2.12	±0.64	±4.51	±8.31	±8.31	±3.60	±5.16
	1	19.16	14.50	17.02	16.10	10.98	12.43	13.64	11.35	13.84	16.40
		±1.69	±12.35	±4.24	±6.69	±4.05	±5.96	±5.98	±5.99	±7.79	±5.15
	2	19.07	14.98	15.57	13.40	16.20	18.72	13.46	12.64	13.27	14.59
H		±2.53	±11.69	±4.28	±6.18	±4.48	±6.70	±5.96	±4.42	±5.93	±4.24
4	3	14.85	16.46	15.83	14.47	13.51	18.56	16.94	14.82	13.18	14.04
		±6.58	±3.55	±4.07	±5.17	±4.20	±8.14	±6.51	±6.57	±4.48	±3.56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

สายต้น/ตำแหน่ง		จำนวนซ้ำ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	18.02	14.97	13.20	13.77	13.20	14.75	11.43	13.39	12.94	13.12
H		±2.83	±10.73	±3.89	±6.59	±5.17	±6.33	±6.44	±4.06	±4.04	±1.84
4	5	19.80	15.23	18.13	9.33	12.14	18.06	14.57	11.50	17.37	20.07
		±1.81	±12.71	±3.07	±3.36	±7.09	±7.87	±5.15	±6.66	±7.92	±3.26
	1	11.32	13.49	18.03	15.50	12.08	8.46	8.65	12.4	15.36	15.36
		±1.88	±2.99	±2.61	±3.19	±6.79	±1.37	±5.49	±3.60	±1.11	±1.11
	2	10.87	14.75	20.84	13.57	11.76	15.87	11.11	10.54	12.52	12.52
		±1.70	±1.38	±8.27	±0.98	±8.99	±4.44	±6.88	±2.51	±4.35	±4.35
T	3	15.57	13.31	22.27	11.51	17.36	12.03	12.00	13.31	13.84	14.17
5		±2.06	±4.60	±6.69	±2.83	±11.29	±2.48	±5.38	±5.81	±3.14	±3.30
	4	13.31	13.49	29.91	13.52	11.91	12.95	12.31	9.63	14.69	14.69
		±3.59	±1.16	±4.10	±3.56	±6.74	±3.15	±6.82	±1.13	±2.77	±2.77
	5	13.60	10.18	19.18	13.44	13.53	17.36	11.74	11.52	13.72	14.21
		±0.59	±1.87	±4.52	±3.43	±8.63	±2.44	±7.46	±3.26	±1.72	±1.73
	1	22.47	21.06	19.41	12.55	14.59	11.23	11.40	14.88	13.84	11.22
		±4.48	±7.22	±4.19	±5.53	±4.46	±5.29	±5.03	±3.10	±3.39	±4.15
	2	23.72	20.91	29.00	17.33	16.77	14.63	14.94	14.68	13.81	12.24
		±5.44	±13.7	±20.82	±5.04	±6.13	±4.62	±5.17	±4.32	±4.74	±4.46
C	3	22.78	25.65	36.52	20.07	15.24	17.92	16.59	13.39	13.84	10.30
T		±10.37	±6.41	±5.89	±3.31	±7.44	±7.80	±6.55	±4.64	±3.70	±4.49
7	4	24.03	19.32	23.56	18.02	14.47	14.39	15.54	14.03	13.84	15.85
6		±8.85	±11.5	±7.07	±4.18	±4.46	±5.52	±10.88	±3.71	±3.93	±4.57
	5	22.47	21.53	18.35	13.67	15.24	15.69	11.47	13.66	13.81	15.44
		±4.89	±4.63	±4.37	±2.87	±7.44	±2.90	±4.8	±3.06	±4.74	±3.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

สายต้น/		จำนวนซ้ำ									
ตำแหน่ง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	14.13	10.55	9.32	9.20	9.60	10.95	10.06	10.81	11.41	11.41
		±3.66	±1.99	±3.19	±4.02	±4.8	±0.96	±3.00	±3.23	±1.47	±1.47
	2	12.78	14.02	12.69	10.32	10.97	13.42	11.66	8.37	8.37	8.58
		±1.78	±3.60	±4.90	±4.05	±3.46	±3.25	±2.76	±2.37	±2.37	±2.68
K2	3	11.70	13.80	12.43	11.74	14.34	13.07	11.97	13.17	13.51	13.62
5		±2.88	±2.50	±5.48	±4.24	±4.59	±1.89	±2.44	±1.72	±1.61	±1.77
	4	14.14	15.66	13.37	9.43	12.25	12.79	11.93	11.088	12.09	12.09
		±3.16	±4.36	±4.89	±3.87	±4.87	1.94±	±2.57	±4.73	±4.81	±4.81
	5	12.78	13.58	10.97	12.81	13.13	14.68	10.6	8.41	9.98	10.05
		±1.78	±2.88	±5.69	±4.07	±4.83	±1.33	±1.30	±2.78	±1.62	±1.98

ตารางผนวกที่ 3 ระยะความกว้างของเนื้อเยื่อพื้นด้านบน ของเส้นกลางใบ ของยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ 6 สายต้น

จำนวน	สายต้น					
ซ้ำ	K25	K51	K7	CT76	T5	H4
1	153.25	151.19	127.09	106.67	104.86	138.34
2	110.82	142.8	104.31	123.05	147.33	209.71
3	70.88	150.10	151.42	147.18	151.71	158.82
4	103.33	100.97	148.59	97.94	154.47	135.01
5	122.83	131.15	168.93	115.81	146.86	200.09
6	117.00	167.14	226.81	89.10	98.11	187.72
7	129.49	138.06	113.72	141.13	181.89	187.69
8	93.32	144.45	152.67	111.93	130.7	194.20
9	123.70	154.80	151.12	154.45	110.2	130.11
10	69.48	88.08	110.50	150.72	125.29	191.64
ค่าเฉลี่ย	109.41	136.874	145.516	123.798	135.142	173.333

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความกว้างของเส้นกลางใบด้านล่างยูคาลิปตัสสายต้นที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ สายต้น K25, K51, K7, H4, CT76 และ T5

จำนวนซ้ำ	สายต้น					
	K25	K51	K7	H4	CT76	T5
1	129.08	80.12	141.99	163.43	205.03	93.42
2	124.23	136.37	169.63	119.16	167.84	79.87
3	58.32	138.97	122.38	128.74	146.08	179.73
4	76.75	178.43	113.6	144.14	180.64	103.66
5	98.77	145.13	108.26	94.4	121.99	136.05
6	52.29	101.26	181.66	115.52	135.97	72.66
7	59.89	90.01	86.36	167.91	108.34	69.62
8	92.21	81.41	107.71	108.89	120.55	93.21
9	81.09	51.07	88.53	112.16	79.9	96.91
10	68.13	47.09	160.7	84.29	76.29	85.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	วันวิสา ภูไชยศรี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 มิถุนายน 2528
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด
ที่อยู่ปัจจุบัน	43/ 11 ต. คลองขาม อ. ยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ 46120
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (วนศาสตร์)
ประวัติการทำงาน	ผู้ช่วยนักวิจัยสำนักงานหอพรรณไม้
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพรรณพืช
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา เพื่อการตีพิมพ์ใน วารสารวิชาการ ปีงบประมาณ 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์