บทที่ 4

วิจารณ์

1. ศึกษาโครงสร้างกระพี้จากส่วนของลำต้นยางพารา

จากการศึกษาการจัดเรียงตัวของท่อน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ระยะห่าง และจำนวนท่อน้ำของเนื้อไม้ยางพารา ที่ระดับความลึก 10 20 30 40 และ 50 มิลลิเมตรจากเปลือกไม้ โดยการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด พบว่า ต้นยางพารามีรูปแบบการจัดเรียงตัวของท่อน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ มีทั้งแบบเดี่ยว แบบคู่ และแบบกลุ่ม ซึ่งบริเวณชั้นนอกจากเปลือกไม้มีการจัดเรียงตัวใกล้ชิดกันมากกว่าบริเวณชั้นใน (ภาพที่ 4) เช่นเดียวกับต้นมังคุด เงาะ และลองกอง มีการจัดเรียงตัวของท่อน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ (วิชณีย์, 2543) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำของยางพารา มีขนาดใหญ่และแตกต่างกันในแต่ละระดับ (ภาพที่ 5 และ ตารางที่ 1) แตกต่างจากโครงสร้างกระพี้ของต้นทุเรียน ที่มีการจัดเรียงตัวของท่อน้ำไม่เป็นระเบียบ ท่อน้ำส่วนใหญ่มีการจัดเรียงตัวเป็นแบบกลุ่มมากกว่าแบบเดี่ยว(วิชณีย์, 2543) ในขณะที่ Fernandez และคณะ (2006) กล่าวว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำของต้นมะกอกและพลัมมีขนาดเป็น 2 เท่าของต้นส้ม แต่มีจำนวนเพียงครึ่งหนึ่ง ดังนั้นพืชที่มีท่อน้ำขนาดใหญ่ จึงส่งผลต่อความแปรปรวนของการไหลของน้ำในท่อน้ำ เนื่องจากท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่มีการไหลของน้ำได้มากกว่าท่อน้ำที่มีขนาดเล็ก (สุนทรี, 2535) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ที่ระดับความลึก 10 มิลลิเมตรจากเปลือกไม้ มีขนาดของท่อน้ำใหญ่กว่าที่ระดับความลึกที่ลึกลงไปจากเปลือกไม้ และมีอัตราการไหลของน้ำสูงกว่าที่ระดับอื่นๆ ดังนั้นที่ระดับความลึกดังกล่าว เป็นระดับความลึกที่เหมาะสมในการปักหัววัดอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของน้ำของต้นยางพารา (ภาพที่ 6) ในขณะที่ต้นทุเรียน และต้นไม้ผลอื่นๆ เช่น มะม่วง เงาะ และลองกอง มีระดับความลึกที่เหมาะสมในการปักหัววัดอยู่ที่ระดับความลึก 25 มิลลิเมตรจากเปลือกไม้ ส่วนในต้นมังคุด เหมาะที่จะปักหัววัดที่ระดับความลึกไม่เกิน 20 มิลลิเมตรจากเปลือกไม้ (Lu, 2002 ; Sdoodee *et al.,* 2003) เมื่อมีการศึกษาการวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นสน โดยมีการปักหัววัดที่ระดับความลึก 10 และ 30 มิลลิเมตร พบว่าการไหลของน้ำไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อปักที่ระดับความลึก 10 และ 70 มิลลิเมตรจากเปลือกไม้ พบว่า มีอัตราการไหลแตกต่างกัน (Ford *et al.*, 2004) เทียมใจ (2542) รายงานว่า การลำเลียงน้ำมักเกิดขึ้นได้ดีในเซลล์ที่เกิดขึ้นใหม่ ดังนั้น เมื่อมีการวัดอัตราการไหลของน้ำในลำต้นโดยวิธีพัลส์ความร้อน ในพืชแต่ละชนิด ควรมีการศึกษาระดับความลึกที่เหมาะสมในการปักหัววัดอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของน้ำโดยวิธีพัลส์ความร้อน เพื่อลดความ

แปรปรวนในการวัดอัตราการไหลของน้ำ และควรศึกษาลักษณะทางกายภาพของท่อน้ำและลักษณะการไหลของน้ำในพืชแต่ละชนิด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำ สภาพอากาศ ปริมาณแสง และการตอบสนองทางสรีรวิทยา

จากการศึกษาค่า volume fraction ของเนื้อไม้ยางพารา พบว่า ยางพารามีค่า volume fraction ของเนื้อไม้ 0.58 (ตารางที่ 2) ซึ่งความแตกต่างของเนื้อไม้ขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนระหว่างจำนวนของสารในผนังเซลล์และช่องว่างภายในเซลล์ ไม้ที่มีน้ำหนักมากจะมีผนังเซลล์หนา ช่องว่างภายในเซลล์เล็กและมี fiber จำนวนมาก ในขณะที่พืชที่มีผนังเซลล์บางและช่องว่างภายในเซลล์มีขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักเบา (เทียมใจ, 2542) จากนั้นนำค่า volume fraction ที่ได้เป็นข้อมูลประกอบในการวัดอัตราการไหลของน้ำภายในลำต้นและคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ต่อไป การวัดอัตราการไหลของน้ำในลำต้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับ ชนิดพืช อายุพืช และ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหรือพื้นที่กระพี้ จัดเป็นปัจจัยสำคัญในการวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งพื้นที่กระพี้มีอิทธิพลต่ออัตราการไหล เนื่องจากเป็นบริเวณที่ประกอบด้วยท่อน้ำจำนวนมากที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารต่างๆ จากรากขึ้นสู่ส่วนต่างๆของพืช กล่าวคือ ต้นที่มีพื้นที่กระพี้ขนาดใหญ่จะมีปริมาณการใช้น้ำในปริมาณที่สูงกว่าต้นที่มีพื้นที่กระพี้ขนาดเล็ก (คมสัน และคณะ, 2546 ; Luangjame, 2005 ; Luangjame and Lertsirivorakul, 2005) นอกจากนี้ อัตราการไหลของน้ำ ยังขึ้นอยู่กับ สภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และค่าการระเหยของน้ำ ซึ่งในช่วงการทดลอง (มีนาคม-กรกฎาคม) มีอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ใกล้เคียงกัน แต่ในเดือนเมษายน มีปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุดคือ 192.6 มิลลิเมตร มีค่าการระเหยของน้ำ 112.9 มิลลิเมตร มีปริมาณการใช้น้ำ (ช่วง 8:00-16:00 น.) 40.06 ลิตรต่อวัน ในขณะที่เดือนมีนาคม มีปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่า คือ 147.8 มิลลิเมตร แต่มีค่าการระเหยสูงกว่า คือ 159 มิลลิเมตร มีปริมาณการใช้น้ำ 49.76 ลิตรต่อวัน (ภาพที่ 7 8 9) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าอัตราการใช้น้ำของต้นยางพารา มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนและค่าการระเหยของน้ำ โดยอัตราการใช้น้ำเพิ่มสูงขึ้น เมื่อค่าการระเหยของน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ในทางตรงข้ามกับปริมาณน้ำฝน คือเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นหรือช่วงที่มีฝนตก ทำให้ปริมาณการใช้น้ำของพืชลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาในต้นกระถินดอยของ คมสัน และคณะ (2546) พบว่า ต้นกระถินดอย มีการใช้น้ำในฤดูหนาวมากที่สุด เนื่องจากในฤดูดังกล่าว เป็นช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ มีปริมาณแสงที่พอเหมาะ มีค่าการระเหยของน้ำสูงกว่าฤดูอื่นๆ ไม่มีฝนตก และพืชสามารถดึงน้ำที่สะสมไว้ในดินมาใช้ได้ สุนทรี (2535) กล่าวว่า บรรยากาศที่มีสภาพให้เกิดการระเหยของน้ำได้สูง

เช่น อุณหภูมิสูง รังสีแสงเข้ม ลมแรง และความชื้นในอากาศต่ำ ทำให้พลังงานศักย์ของไอน้ำในบรรยากาศมีค่าต่ำ บรรยากาศมีแรงดึงไอน้ำจากใบได้มากและเร็วขึ้น จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำทางปากใบได้มาก รากพืชจึงต้องดูดน้ำจากดินและเคลื่อนที่ไปสู่ใบเพื่อทดแทนส่วนที่สูญเสียไปจากการคายน้ำ เมื่อพิจารณาอัตราการไหลของน้ำในรอบวัน จะเห็นว่า อัตราการไหลของน้ำ และการตอบสนองทาง สรีรวิทยาของพืช สอดคล้องกับปริมาณแสงในช่วงวัน คือ เมื่อปริมาณแสงเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าและสูงสุดในช่วงเที่ยง ค่าอัตราการไหลของน้ำ และค่าการชักนำปากใบค่อยๆ มีค่าเพิ่มสูงขึ้น จนถึงเที่ยงวัน จากนั้นเมื่อปริมาณแสงลดลง ค่าอัตราการไหลของน้ำ และค่าการชักนำปากใบค่อยๆ มีค่าลดลงจนถึงช่วงเย็น แต่ค่าศักย์น้ำในใบ มีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงในทิศทางตรงข้าม คือ เมื่อปริมาณแสงเพิ่มขึ้น ค่าศักย์น้ำในใบจะลดลง และเมื่อปริมาณแสงลดลง ค่าศักย์น้ำในใบจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณแสงเพิ่มขึ้น การคายน้ำเพิ่มสูงขึ้นจึงส่งผลให้น้ำที่สะสมในใบมีปริมาณลดลงซึ่งก็คือค่าศักย์น้ำในใบ ซึ่งสอดคล้องกับ Ford และคณะ (2004) Tognetti และคณะ (2005) Fiora and Cescatti (2006) Chang และคณะ (2006) ดังนั้น ค่าการชักนำปากใบ หรือ การคายน้ำของพืช สามารถประเมินค่าอัตราการไหลของน้ำหรือปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ (Giorio and Giorio, 2003 ; Nicolas, *et al.,* 2005 ; Dragoni *et al.,* 2005)

เมื่อพิจารณาในด้านการจัดการการให้น้ำแก่ต้นยางพารา พบว่า ต้นที่ให้น้ำ 100 % ของปริมาณการใช้น้ำ มีอัตราการไหลของน้ำและค่าการชักนำปากใบสูงสุด ต้นที่ไม่ให้น้ำ มีอัตราการไหลของน้ำและ ค่าการชักนำปากใบต่ำสุด (ภาพที่ 8 9 10 11 12) ทั้งนี้เนื่องจากต้นที่ไม่ให้น้ำ มีปริมาณน้ำในดินน้อย รากพืชจึงดูดน้ำขึ้นไปใช้ได้น้อยกว่าต้นที่มีการให้น้ำ ทำให้ปริมาณการไหลของน้ำในท่อน้ำและเคลื่อนที่ไปยังใบมีปริมาณน้อย ปากใบจึงปิด เพื่อปกป้องการสูญเสียน้ำออกสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นกลไกการปกป้องตัวเองของพืช สำหรับต้นที่มีการให้น้ำ มีปริมาณน้ำในดินอย่างเพียงพอ รากพืชจึงดูดน้ำขึ้นมาใช้ได้อย่างเต็มที่ จึงมีการไหลของน้ำในท่อน้ำและส่งต่อไปยังใบได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อพืชมีน้ำใช้อย่างเพียงพอปากใบจึงเปิด มีการคายน้ำออกสู่บรรยากาศภายนอกได้อย่างปกติ สอดคล้องกับ สายัณห์ (2534) กล่าวว่า พืชในสภาวะขาดน้ำ มีการตอบสนองโดยการปิดปากใบ เพื่อลดการสูญเสียน้ำออกสู่บรรยากาศ โดยการคายน้ำ และเมื่อมีการให้น้ำแก่พืช พืชจะกลับเข้าสู่สภาวะปกติ (Tognetti *et al.,* 2004 ; Ortuno *et al.,* 2005 ; Tognetti *et al.* 2005)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับผลผลิตน้ำยาง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำในลำต้นกับผลผลิตน้ำยาง พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งไม่มีความแตกต่างในแต่ละสิ่งทดลอง (ภาพที่ 15) สำหรับผลผลิตน้ำยาง

สด พบว่า ต้นที่มีการให้น้ำ 100% ของปริมาณการใช้น้ำ ให้ผลผลิตน้ำยางสดสูงสุด รองลงมา ต้นที่มีการให้น้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำ และต้นที่ไม่ให้น้ำ ตามลำดับ (ภาพที่ 13, 14) ซึ่งสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำ โดยต้นที่มีการให้น้ำ 100% ของปริมาณการใช้น้ำ มีอัตราการไหลของน้ำในลำต้นสูงสุดเช่นกัน รองลงมา ต้นที่มีการให้น้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำ และต้นที่ไม่ให้น้ำตามลำดับ เนื่องจากต้นที่มีการให้น้ำ มีปริมาณน้ำในดินสูง การเปิดปากใบเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำที่บริเวณปากใบ ดังนั้น กระบวนการสังเคราะห์แสงจึงเกิดขึ้นได้ดี พืชสามารถสร้างสารอาหารได้ในปริมาณสูง ซึ่งสอดคล้องกับ ธเนศ (2546) รายงานว่า การให้น้ำแก่ต้นยางไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง แต่มีผลต่อน้ำหนักก้อนยางดิบ และน้ำหนักมวลแห้ง โดยพบการเพิ่มขึ้นของผลผลิตทั้งสองในต้นยางที่มีการให้น้ำสูงกว่ายางตามสภาพน้ำฝน 23 และ 22 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตน้ำยางสด ตามลำดับ สมบุญ (2548) กล่าวว่า ต้นยางสร้างน้ำยางจากกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยพืชสร้างขึ้นระหว่างการเจริญเติบโตและปลดปล่อยออกสู่ภายนอกเมื่อมีบาดแผล โดยการไหลของน้ำยางจากต้นเกิดขึ้นภายใต้สภาวะที่ระบบลำเลียงอาหารมีแรงดันส่งผลต่อน้ำยาง ได้แก่ turgor pressure และ osmotic system การเปลี่ยนแปลงแรงดันจะแปรผันตามค่าความสัมพันธ์ของบรรยากาศ และแปรผกผันตามอุณหภูมิ การขาดดุลของน้ำในใบ และการเปิดปิดปากใบในรอบวัน (Paardekooper, 1989) ดังนั้น เมื่อต้นยางได้รับน้ำอย่างเพียงพอ มีการเปิดปากใบได้อย่างเหมาะสม จึงส่งผลต่อแรงดันในการขับน้ำยางออกสู่ภายนอก สอดคล้องกับการศึกษาของ Rao และคณะ (1998) Vijayakumar และคณะ (1998) พบว่า ต้นยางในสภาพจำกัดน้ำมีปริมาณน้ำในดินต่ำ ส่งผลต่อการเปิดปากใบและการไหลของน้ำยาง โดยทำให้เกิดแรงดันน้ำในเซลล์ท่อน้ำยางปลดปล่อยน้ำยาง ออกมาตามรอยกรีดในปริมาณลดลง เมื่อในดินมีน้ำเพียงพอต่อการใช้ของต้นยาง การเปิดปากใบเพื่อการคายน้ำตามสภาพบรรยากาศจะเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม ส่งผลต่อกระบวนการการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณและอัตราการไหลของของน้ำยางจึงสูงกว่าสภาพที่ดินมีน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ และเมื่อมีการให้น้ำที่เพียงพอในสภาวะที่ยางขาดน้ำ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น และพบว่าค่า latex vessel, water potential และ osmotic potential เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กุมุท และ ธเนศ (2545) พบว่า บริเวณที่มีฝนรายปีน้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตร การให้น้ำทำให้อัตราการไหลของสารละลายในต้นยางสูงกว่าต้นที่เจริญภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน แต่ถ้าบริเวณที่มีฝนรายปีมากกว่า 1,400 มิลลิเมตร การให้น้ำและในสภาพน้ำฝนให้ผลเช่นเดียวกัน และ พบว่า ต้นที่ได้รับน้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำ มีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยางสูงสุด คือ R^2= 0.72 มีสมการเส้นตรงเป็น y = 1.23x + 33.12 (ภาพที่ 23) แสดงว่า ต้นที่ให้น้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำสามารถคาดคะเนผลผลิตน้ำยางสด จากปริมาณการใช้น้ำของต้นยางพาราได้ดีที่สุด เนื่องจากในช่วงของการทดลองมีฝนตกเล็กน้อย ทำให้ต้นที่ได้รับน้ำ 100%

ได้รับน้ำเกินความต้องการการใช้น้ำ จึงมีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยางน้อยกว่า และต้นที่ไม่มีการให้น้ำ เมื่อได้รับน้ำฝน ปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อผลผลิตน้ำยาง ดังนั้นต้นที่ได้รับน้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำ เมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝน ต้นยางจึงได้รับน้ำในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการการใช้น้ำพอดี แต่จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำยางสดในต้นที่มีการให้น้ำในช่วงเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม พบว่า ต้นที่มีการให้น้ำ 100% ของปริมาณการใช้น้ำ มีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตน้ำยางสดสูงสุด เมื่อเทียบกับต้นที่มีการให้น้ำ 50% ของปริมาณการใช้น้ำ เนื่องจากในช่วง 2 เดือนนี้ มีปริมาณน้ำฝนน้อย ดังนั้นการให้น้ำ 100% ของปริมาณการใช้น้ำ ต้นพืชมีการตอบสนองในการสร้างน้ำยางได้มากที่สุด จากการทดลองจึงสามารถกล่าวได้ว่าการวัดอัตราการไหลของน้ำในลำต้นสามารถประเมินผลผลิตน้ำยางสดได้ แต่ทั้งนี้การให้น้ำแก่ต้นยางยังขึ้นกับปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในแต่ละช่วงด้วย เพื่อความแม่นยำและเที่ยงตรงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในช่วงรอบปี