

ลักษณะทางนิเวศสรีรวิทยาของกล้าไม้ต่างชนิด

The Ecophysiological Characteristics of Bamboo Seedlings

ลดาวัลย์ พวงจิตร¹

ชลิตา ศรีสัตตดา¹

บุญวงศ์ ไทยอุตุส่าห์¹

สุธีรา พักตร์วิไล¹

Ladawan Puangchit¹

Chalita Sriladda¹

Bunvong Thaiutsa¹

Sutheera Phakvilai¹

¹ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

The study on ecophysiological characteristics of 7 bamboo species were carried out at the Royal Agricultural Station Pang Da, Chiang Mai. The seedlings were planted in 20-cm-diameter pots. Net photosynthetic rates of all seedlings were measured using Portable Photosynthesis System (ADC - LCA4). Bamboo water uses were measured gravimetrically, and stomatal resistances were measured using Steady State Porometer. The net photosynthetic rates of *Dendrocalamus latiflorus* propagated by seeds and stumps were highest in the morning and showed substantial diurnal variation, particularly *D. latiflorus* from seeds. *D. asper* showed the weakest variation of net photosynthetic rates between morning and afternoon. Net photosynthetic rates of all bamboo species were decreased in the afternoon.

The highest water use of bamboo seedlings were found in *D. latiflorus* (from stump), *Bambusa* sp., and *D. latiflorus* (from seed) with the value of 2.02, 2.01, and 1.73 mm day⁻¹, respectively. Bamboo water stress can be classified into 3 groups, including severe water stress (*D. latiflorus*), intermediate water stress (*B. oldhamii* and *Phyllostachys makinoi*) and mild water stress (*Bambusa* sp., *Thyrsostachys siamensis*, *D. hamiltonii*, and *D. asper*). Most bamboo species showed distinguishable water stress at the 4th day of stress period. Variations of stomatal resistance were similar for all species, the values were higher in the morning, then decreased through the late morning and early afternoon, and increased again in the evening. *Bambusa* sp., *D. latiflorus* (from stump) and *D. hamiltonii* showed the distinguishable responses in stomatal resistance at the 4th day of stress period. The result implied that bamboo seedlings must not be kept unwatering more than 4 days, since the physiological processes may be affected.

Key words: bamboo, ecophysiological characteristic, photosynthesis, water use

บทคัดย่อ

ลักษณะทางนิเวศรีวิทยาของกล้าไฟ 7 ชนิด ที่ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ จังหวัดเชียงใหม่ โดยวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิด้วยเครื่อง Portable Photosynthesis System (ADC - LCA4) วัดอัตราการใช้น้ำด้วยการชั่งน้ำหนักที่หายไปในแต่ละวัน และวัดค่าการด้านการเปิดปากใบด้วยเครื่อง Steady State Porometer ผลการศึกษา พบว่า ในช่วงเช้าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยของกล้าไฟหวานอ่างช้างทั้งที่ได้จากการเพาะด้วยเมล็ดและเหง้ามีค่าสูงกว่าไฟชนิดอื่นๆ แต่มีความผันแปรค่อนข้างสูงในรอบวันโดยไฟหวานอ่างช้างที่ได้จากการเพาะด้วยเมล็ดมีความแตกต่างระหว่างช่วงเช้าและบ่ายมากที่สุด ในขณะที่ไฟตงมีความผันแปรระหว่างช่วงวันต่ำสุด กล้าไฟทุกชนิดมีอัตราการสังเคราะห์สุทธิเฉลี่ยลดลงในช่วงบ่าย

ไฟหวานอ่างช้าง (เหง้า) ไฟบงหวานเมืองเลย และไฟหวานอ่างช้าง (เมล็ด) มีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าไฟชนิดอื่นๆ โดยมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย เท่ากับ 2.02, 2.01 และ 1.73 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ความเครียดจากการขาดน้ำของกล้าไฟสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่แสดงอาการเครียดอย่างรุนแรง คือ ไฟหวานอ่างช้างจากเมล็ดและเหง้า กลุ่มที่แสดงอาการเครียดปานกลาง ได้แก่ ไฟหยก และไฟมาทินหน้อย และกลุ่มที่แสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย ได้แก่ ไฟบงหวานเมืองเลย ไฟรวก ไฟหกวานลำปาง และไฟตง โดยกล้าไฟส่วนใหญ่จะแสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำในช่วงวันที่ 4 ของการขาดน้ำ ความผันแปรรอบวันของค่าการด้านการเปิดปากใบของกล้าไฟทุกชนิดมีความคล้ายคลึงกัน โดยมีค่าสูงในช่วงเช้าและลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีค่าสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเย็น โดยพบว่า ไฟบงหวานเมืองเลย ไฟหวานอ่างช้าง (เหง้า) และไฟหกวานลำปาง มีการตอบสนองของค่าการด้านการเปิดปากใบเนื่องจากการขาดน้ำสูงขึ้นอย่างเด่นชัดตั้งแต่วันที่ 4 ของการขาดน้ำ แสดงให้เห็นว่าในการเพาะกล้าไฟไม่ควรปล่อยให้กล้าไฟมีการขาดน้ำเกิน 4 วัน เพราะจะทำให้กล้าไฟได้รับความกระทบกระเทือน

คำสำคัญ: ไฟ ลักษณะนิเวศรีวิทยา การสังเคราะห์แสง การใช้น้ำ

คำนำ

ไฟเป็นพืชที่คนไทยคุ้นเคยและมีการใช้ประโยชน์มาช้านาน ในปี พ.ศ. 2529 มุณินิธิโครงการหลวงได้ทดลองนำไม้ไฟต่างถิ่นจากประเทศไต้หวันมาปลูกบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างช้าง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ควบคู่กับไม้พื้นเมืองของประเทศไทยหลายชนิด โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตหน่อเพื่อบริโภค และใช้ลำเพื่อค้ำยันไม้ผล ซึ่งผลจากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า ไฟบางชนิดสามารถเติบโตได้ดีบนพื้นที่สูง เช่น ไฟหวานอ่างช้าง (*Dendrocalamus latiflorus*) ไฟหยก (*Bambusa oldhamii*) ไฟมาทินหน้อย (*Phyllostachys makinoi*) ไฟหกว (*Dendrocalamus*

hamiltonii) และไฟบงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) เป็นต้น (Thaiutsa, 2000)

ไฟเป็นพืชที่มีการใช้น้ำมาก อย่างไรก็ตาม ไฟต่างชนิดกันมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน การใช้น้ำของพืชมีความสัมพันธ์กับการสร้างผลผลิตของพืช (Beadle, 1997) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ 7 ของพืชที่สำคัญได้แก่ กระบวนการคายน้ำ (transpiration) โดยปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการคายน้ำที่สำคัญได้แก่ ปริมาณพื้นที่ผิวใบ ลักษณะของปากใบ และการเปิดของปากใบ นอกจากนั้น ยังมีปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องได้แก่ ปริมาณน้ำที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ การคายระเหยแสง อุณหภูมิ ความชื้น และลม เป็นต้น (Kramer and Kozlowski, 1979)

การศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการทางสรีรวิทยาของไผ่จะเป็นข้อมูลสำคัญในการคัดเลือกชนิดไผ่ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตไผ่ สำหรับวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ อัตราการใช้น้ำ และค่าการต้านทานการเปิดปากใบของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ ทั้งไผ่ที่นำมาจากประเทศไต้หวันและไผ่พื้นเมืองของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการศึกษาลักษณะทางนิเวศสรีรวิทยาของกล้าไผ่จำนวน 7 ชนิด ที่ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร ณ แปลงเพาะชำกล้าไผ่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ไผ่บงหวานเมืองเลย (*Bambusa sp.*) ไผ่หยก (*B. oldhamii*) ไผ่ตง (*D. asper*) ไผ่หกหวานลำปาง (*D. hamiltonii*) ไผ่หวานอ่างขาง (*D. latiflorus*) ไผ่มาหินน้อย (*Phyllostachys makinoi*) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) กล้าไผ่ทั้งหมดได้จากการแยกเหง้า ยกเว้นกล้าไผ่หวานอ่างขางซึ่งแบ่งออกเป็นกล้าที่ได้จากการแยกเหง้า และกล้าที่ได้จากเมล็ด ดำเนินการศึกษาลักษณะต่างๆ ดังนี้

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ

สุ่มเลือกกล้าไผ่ในกระถางซึ่งมีการรดน้ำอย่างสม่ำเสมอทุกวัน ชนิดละ 3 กระถาง ทำการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงด้วยเครื่อง Portable Photosynthesis System (ADC - LCA4) โดยทำการวัดใน 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า (10.30 - 11.30 น.) เพื่อเป็นตัวแทนของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วงเช้า และช่วงบ่าย (13.30 - 14.30 น.) เพื่อเป็นตัวแทนของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วงบ่าย โดยสุ่มเลือกใบไผ่ที่มีขนาดโตเต็มที่ และได้รับแสงเต็มที่ กระถางละ 3 ใบ

อัตราการใช้น้ำและแรงต้านทานการเปิดปิดปากใบของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ

เตรียมกล้าไผ่ที่จะทำการศึกษานชนิดละ 6 กระถาง รดน้ำกล้าไผ่ทุกกระถางให้ชุ่มจนถึงระดับความจุความชื้น

สนาม (field capacity) แบ่งกล้าไผ่แต่ละชนิดออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 กระถาง กลุ่มที่ 1 รดน้ำและรักษาระดับความชื้นในดินให้ใกล้เคียงกับระดับความจุความชื้นสนาม (control) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา และกลุ่มที่ 2 ไม่มีการรดน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา (stress) ใช้พลาสติกหุ้มกระถางทั้งหมดไม่ให้มีการคายระเหยของน้ำนอกเหนือจากการคายระเหยที่เกิดขึ้นที่ใบ ทำการชั่งน้ำหนักของกล้าไผ่ในกระถางทุกกระถาง บันทึกน้ำหนักของน้ำที่หายไปในแต่ละวัน คำนวณอัตราการใช้น้ำในรูปของปริมาตรต่อวันและในรูปของความลึกของน้ำต่อวัน โดยการหารด้วยพื้นที่ผิวใบทั้งหมดของกล้าไผ่

วัดค่าการต้านทานการเปิดปากใบ (stomatal resistance) ด้วยเครื่อง Steady State Porometer (Li-1600) โดยสุ่มตัวอย่างใบไผ่ของกล้าไผ่ทุกกระถางที่มีขนาดโตเต็มที่และได้รับแสงแดดเต็มที่ กระถางละ 3 ใบ วัดค่าความต้านทานการเปิดปากใบในเวลา 10.00 น. เพื่อเป็นตัวแทนในช่วงเช้า และวัดอีกครั้งในเวลา 13.00 น. เพื่อเป็นตัวแทนในช่วงบ่าย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเปรียบเทียบอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ อัตราการใช้น้ำ และค่าการต้านทานการเปิดปากใบของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการใช้น้ำ และค่าการต้านทานการเปิดปากใบระหว่างกล้าไผ่ที่รดน้ำและไม่รดน้ำ และเปรียบเทียบความผันแปรของค่าการต้านทานการเปิดปากใบในรอบวัน โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

ผลและวิจารณ์

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของกล้าไผ่ทุกชนิดอันได้แก่ ไผ่หวานอ่างขาง (*D. latiflorus*) ไผ่ตง (*D. asper*) ไผ่หยก (*Bambusa oldhamii*) ไผ่หกหวานลำปาง (*D. hamiltonii*) ไผ่บงหวานเมืองเลย (*Bambusa sp.*) ไผ่รวก (*Thyrsostachys*

siamensis) และไผ่มากินหน้อย (*Phyllostachys makinoi*) มีความแตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงเช้า ซึ่งเป็นช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เมื่อปริมาณความเข้มแสงอยู่ในช่วง $346 - 518 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และอุณหภูมิอยู่ในช่วง $30.60 - 34.02$ องศาเซลเซียส โดยกล้าไผ่หวานอ่างช้างที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $15.46 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Table 1) ในขณะที่ไผ่รวกซึ่งโดยธรรมชาติกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยมักพบว่าขึ้นอยู่ในพื้นที่แห้งแล้ง หรือที่สูงบนภูเขา อากาศร้อน และไม่ชอบน้ำขัง (รุ่งนภา และคณะ, 2544) มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยต่ำที่สุด ($5.12 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ทั้งนี้อาจเป็นการปรับตัวตามธรรมชาติของไผ่รวกเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่แห้งแล้ง

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยในช่วงบ่ายของกล้าไผ่ทุกชนิดมีค่าต่ำกว่าในช่วงเช้า คล้ายคลึงกับที่พบในไม้ต้น (ประนอม, 2542) การลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงบ่ายอาจเนื่องมาจากปัจจัยทางแสงและอุณหภูมิซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อขีดความสามารถของการสังเคราะห์แสงที่ชั้นเซลล์ mesophyll (Lowlor, 1993) เนื่องจากปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิในช่วงบ่ายมีค่าค่อนข้างสูงเท่ากับ $755 - 1,781 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และ $33.13 - 45.79$ องศาเซลเซียส ตามลำดับ ไผ่ตงเป็นชนิดที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยสูงสุดในช่วงบ่าย เท่ากับ $10.65 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ โดยมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วงเช้า ในขณะที่กล้าไผ่หวานอ่างช้างซึ่งมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงเช้า แต่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในช่วงบ่ายที่ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะกล้าไผ่หวานอ่างช้างที่เพาะจากเมล็ด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของกล้าไผ่หวานอ่างช้างต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงบ่าย ความผันแปรของอัตราการสังเคราะห์แสงของกล้าไผ่ทุกชนิดที่ทำการศึกษานี้ครั้งนี้มีลักษณะสอดคล้องกับ เฉลิมพร (2549) ซึ่งทำการศึกษานี้ในแปลงทดสอบชนิดพันธุ์ไผ่ 4 ชนิด ที่จังหวัดตราด ซึ่งอยู่ในที่ราบและมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ

เมื่อพิจารณาค่าอัตราการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยในรอบวัน พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยในรอบวันของไผ่ตงและไผ่หวานอ่างช้าง (จากการเพาะเมล็ด) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10.65 และ $10.09 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาศึกษาของ เฉลิมพร (2549) ซึ่งรายงานไว้ในช่วงฝน (เดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน) ไผ่ตงและไผ่หวานอ่างช้างมีอัตราการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยในรอบวันเท่ากับ 9.24 และ $9.25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนไผ่รวกและไผ่หยกมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันเท่ากับ 9.65 และ $11.77 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ สูงกว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของไผ่รวก ($3.39 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) และไผ่หยก ($5.11 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ที่ทำการศึกษานี้ในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ไผ่แต่ละชนิดมีการปรับตัวทางสรีรวิทยาในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ไผ่ที่มีการเติบโตดีในพื้นที่หรืออาจมีการเติบโตไม่ดีในอีกพื้นที่หนึ่ง ความสามารถในการสังเคราะห์แสงของไผ่มีผลต่อการเติบโตและการสร้างผลผลิต (ลดาวัลย์ และคณะ, 2548)

อัตราการใช้น้ำของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ

อัตราการใช้น้ำของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ มีความผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ อัตราการคายระเหย และความชื้นในดิน เป็นต้น จากการศึกษานี้ครั้งนี้ พบว่า ไผ่แต่ละชนิดมีอัตราการใช้น้ำแตกต่างกันและแตกต่างกันในแต่ละวัน ไผ่หวานอ่างช้าง (จากการขยายพันธุ์โดยเหง้า) ไผ่บงหวานเมืองเลย และไผ่หวานอ่างช้าง (เมล็ด) มีอัตราการใช้น้ำต่อวันค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่ชนิดอื่นๆ เท่ากับ $2.02, 2.01$ และ 1.73 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ไผ่ตง ไผ่หยก ไผ่รวก และไผ่หวานอ่าปางมีอัตราการใช้น้ำต่อวันในระดับปานกลางเท่ากับ $1.30, 0.91, 0.86$ และ 0.71 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ไผ่มากินหน้อยมีอัตราการใช้น้ำต่อวันค่อนข้างต่ำเท่ากับ 0.43 มิลลิเมตรต่อวัน เมื่อพิจารณาถึงอัตราการใช้น้ำและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของกล้าไผ่แต่ละชนิด จะพบว่า ไผ่มากินหน้อยมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำเพื่อสร้างผลผลิตในรูปของกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ดี

กล่าวคือใช้น้ำน้อยแต่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเฉลี่ยสูง ในขณะที่ใหลหวนอ่างขางแม้จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่าใหลชนิดอื่นๆ แต่ก็มีอัตราการใช้น้ำสูงด้วยเช่นกัน ความต้องการน้ำของใผ่แต่ละชนิดจะมีผลต่อความสำเร็จของการปลูกใผ่ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการของใผ่แต่ละชนิด ใหลหวนอ่างขางเป็นใผ่ที่มีความต้องการใช้น้ำมาก เมื่อนำมาปลูกที่จังหวัดตราด ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนมากจึงมีการเติบโตดีมาก (เฉลิมพร, 2549)

จาก Figure 1 (a) และ (b) กล้าใผ่ในส่วนที่ไม่ได้รับการรดน้ำอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ทำการศึกษแสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำ (water stress) แตกต่างกันไปเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำที่เปลี่ยนแปลงไปของกล้าใผ่แต่ละชนิดเมื่อไม่มีการรดน้ำกับอัตราการใช้น้ำของกล้าใผ่ที่อยู่ในสภาพที่ได้รับน้ำอย่างต่อเนื่อง สามารถแบ่งกว้างๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่แสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำอย่างรุนแรงเมื่อเปรียบเทียบกับใผ่ชนิดอื่นๆ ที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ ใหลหวนอ่างขาง (เหง้า) และใหลหวนอ่างขาง (เมล็ด) อย่างไรก็ตาม ใหลหวนอ่างขาง (เหง้า) มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ นอกเหนือจากการขาดน้ำค่อนข้างมาก ดังจะเห็นได้จากความผันแปรของอัตราการใช้น้ำระหว่างวันที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ กลุ่มที่แสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำปานกลาง ได้แก่ ใผ่หยก และใผ่มากินหน้อย และกลุ่มที่แสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย ได้แก่ ใผ่บงหวานเมืองเลย ใผ่รวก ใผ่หกวานลำปาง และใผ่ตง

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำของกล้าใผ่ทุกชนิดที่รดน้ำเต็มที่และไม่ได้รับน้ำพบว่ากล้าใผ่ส่วนใหญ่จะแสดงอาการเครียดเนื่องจากการขาดน้ำเด่นชัดตั้งแต่วันที่ 4 ของการขาดน้ำ ยกเว้น ใหลหวนอ่างขาง (เมล็ด) ที่แสดงอาการเครียดเนื่องจากการขาดน้ำอย่างเด่นชัดตั้งแต่วันที่ 3 ของการขาดน้ำ ดังนั้น การรดน้ำกับกล้าใผ่ควรเว้นช่วงห่างไม่เกิน 3 วัน ไม่เช่นนั้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ ของกล้าใผ่ได้ และหากปล่อยให้กล้าขาดน้ำเป็นระยะเวลานานอาจทำให้กล้าใผ่เหี่ยวอย่างถาวร โดยเฉพาะใหลหวนอ่างขางซึ่งมีอัตรา

การใช้น้ำสูงกว่าใผ่ชนิดอื่นๆ หากไม่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอจะแสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำอย่างเด่นชัด

ค่าการต้านทานการเปิดปากใบ

ค่าการต้านทานการเปิดปากใบ (stomal resistance) มีความหมายตรงข้ามกับค่าการชักนำการเปิดปากใบ (stomal conductance) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของก๊าซและไอน้ำผ่านเข้าออกทางช่องว่างของปากใบในระหว่างที่มีการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ (Kozłowski *et al.*, 1991) กล่าวคือ ถ้าพืชมีค่าการต้านทานการเปิดปากใบมากแสดงว่าพืชจะเกิดการแพร่กระจายของก๊าซและไอน้ำผ่านเข้าออกทางช่องว่างของปากใบได้ยาก ทำให้ก๊าซผ่านเข้าไปได้น้อย จึงมีกิจกรรมในการสังเคราะห์แสงลดลง ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กล้าใผ่ชนิดต่างๆ มีรูปแบบความผันแปรของค่าการต้านทานการเปิดปากใบในรอบวันคล้ายคลึงกัน โดยมีค่าลดลงในช่วงเช้าเมื่อความเข้มแสงเริ่มเพิ่มมากขึ้นและมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วง 09.00 - 15.00 น. หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นชักนำให้กล้าใผ่มีการเปิดปากใบเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเย็น (15.00 - 17.00 น.) ดังแสดงใน Figure 2 รูปแบบความผันแปรของค่าการต้านทานการเปิดปากใบของใผ่มีลักษณะสอดคล้องกับความผันแปรของค่าการชักนำการเปิดปากใบของใผ่กระถินณรงค์ที่ศึกษาโดย ประพนธ์ (2542) ซึ่งค่าการชักนำการเปิดปากใบมีค่าสูงในช่วงเช้าและลดลงเรื่อยๆ ในช่วงบ่าย จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วลดลงในช่วงเย็น แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการตอบสนองของปากใบต่อปัจจัยแวดล้อมในช่วงวันที่แตกต่างกันระหว่างกล้าใผ่และไม้ยืนต้น อย่างไรก็ตาม ค่าการต้านทานการเปิดปากใบของใผ่รวก และใผ่มากินหน้อย มีรูปแบบความผันแปรในรอบวันที่แตกต่างจากใผ่ชนิดอื่นๆ โดยมีค่าสูงในช่วง 09.00 - 13.00 น. สอดคล้องกับผลการศึกษาในใผ่ตง ใผ่รวก ใหลหวนอ่างขาง และใผ่หยก ของเฉลิมพร (2549) ที่พบว่า ใผ่รวกมีค่าการชักนำการเปิดปากใบต่ำ (ค่าการต้านทานการเปิดปากใบสูง) กว่าใผ่ชนิดอื่นๆ ในช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00 - 18.00 น. ในขณะที่

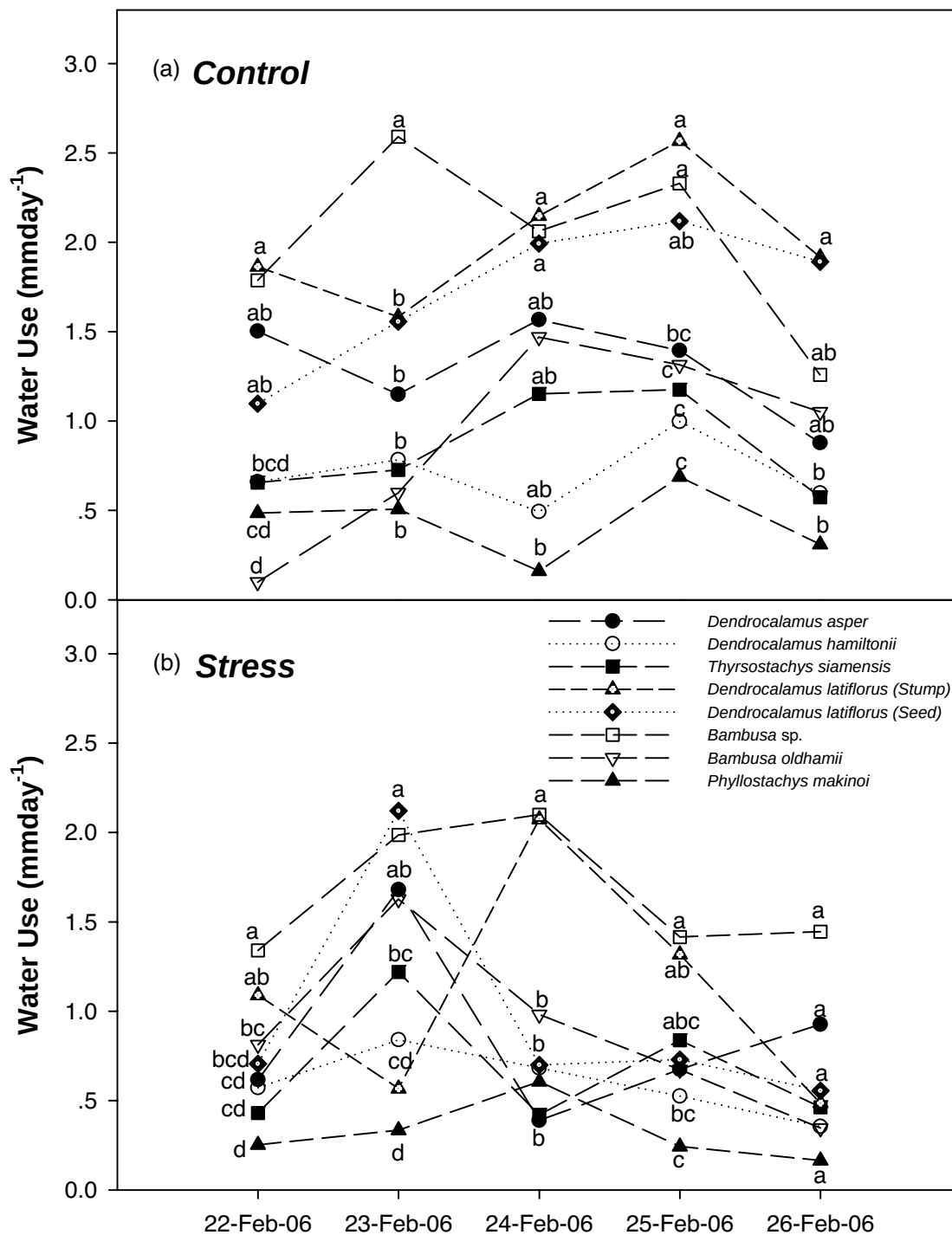


Figure 1. Water uses of eight bamboo species grown in pots at the Royal Agricultural Station Pang Da, Chiang Mai, (a) watered daily and (b) no watering. Species data points for each date separated by a letter are significantly different at $p < 0.05$. Adjacent data points with the same letter are not significantly different.

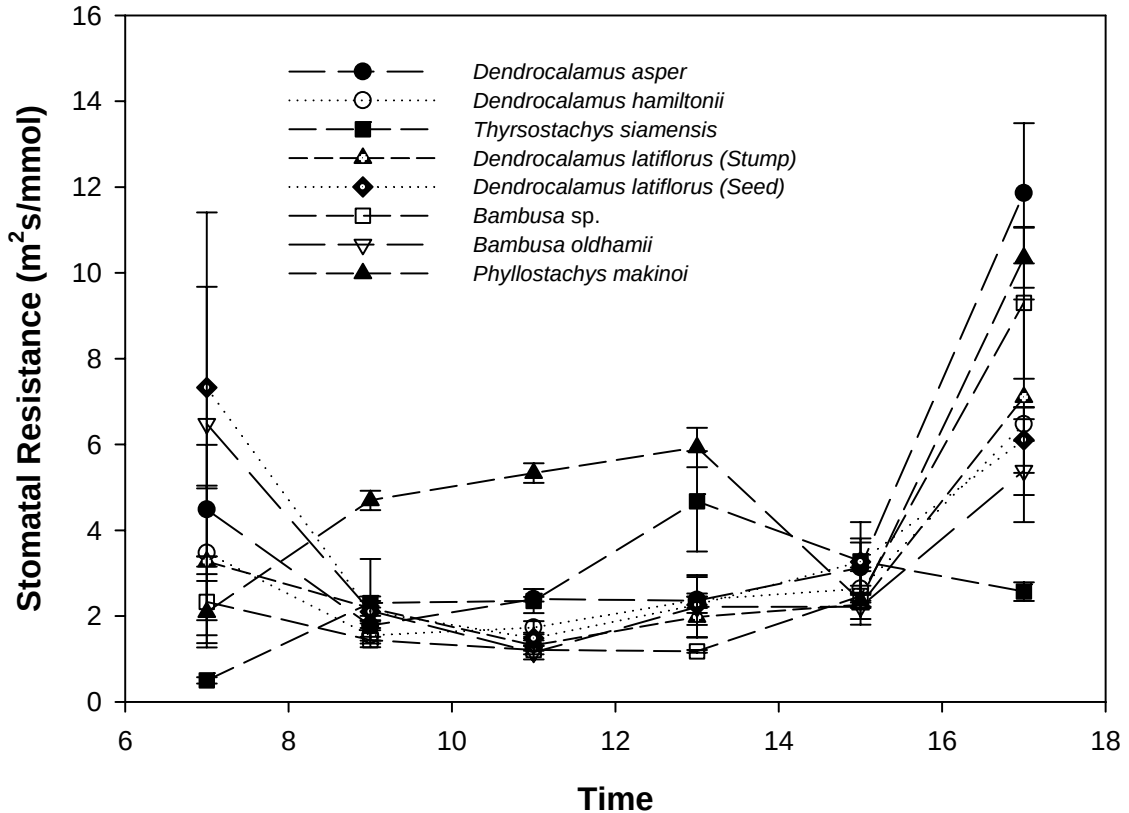


Figure 2. Diurnal stomatal resistance of eight bamboo seedlings, used as bamboo seedlings in The Royal Agricultural Station Pang Da, Chiang Mai.

ไผ่ชนิดอื่นมีค่าการชักนำการเปิดปากใบสูงกว่าไผ่รวกในช่วงเวลาเดียวกัน ความแตกต่างของค่าการด้านการเปิดปากใบของไผ่รวกและไผ่มากินน้อยอาจมีสาเหตุมาจากลักษณะโครงสร้างภายในใบที่แตกต่างจากไผ่ชนิดอื่นๆ ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

กล้าไผ่ทั้ง 7 ชนิด มีการตอบสนองของค่าการด้านการเปิดปากใบต่อระดับความเครียดจากการขาดน้ำที่แตกต่างกัน โดยไผ่หวานเมืองเลย ไผ่หวานอ่างขาง (เหง้า) และไผ่หวานลำปางมีการตอบสนองต่อการขาดน้ำอย่างต่อเนื่องในช่วงวันที่ 3 ก่อนข้างเด่นชัดกว่าไผ่ชนิดอื่นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการด้านการเปิดปากใบของกล้าไผ่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ ค่าการด้านการเปิดปากใบที่สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่า กล้าไผ่เริ่มมีการปิดปากใบเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำทางใบ โดยค่าการด้านการเปิดปากใบมี

ค่าสูงในช่วงบ่ายและมีค่าสูงสุดในกล้าไผ่หวานอ่างขาง (เหง้า) ที่ไม่ได้รดน้ำ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับการใช้น้ำของกล้าไผ่ชนิดดังกล่าวที่มีการใช้น้ำลดลงเมื่อทำการชั่งน้ำหนักในวันถัดมา

ไผ่รวกเป็นไผ่ที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่าไผ่ชนิดอื่นๆ ที่ทำการศึกษา ในขณะที่มีอัตราการใช้น้ำปานกลางและมีอัตราการใช้น้ำลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะที่ขาดน้ำ รวมทั้งไม่ได้มีการตอบสนองอย่างเด่นชัดของค่าการด้านการเปิดปากใบเมื่ออยู่ในสภาพที่ขาดน้ำอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่าไผ่รวกเป็นพืชที่มีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้เป็นอย่างดี ต้องการการดูแลเอาใจใส่น้อยกว่าไผ่ชนิดอื่นอีกทั้งไผ่รวกอาจเป็นชนิดที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกในสภาพพื้นที่ที่ต้องการปลูกพืชเพื่ออนุรักษ์ดิน

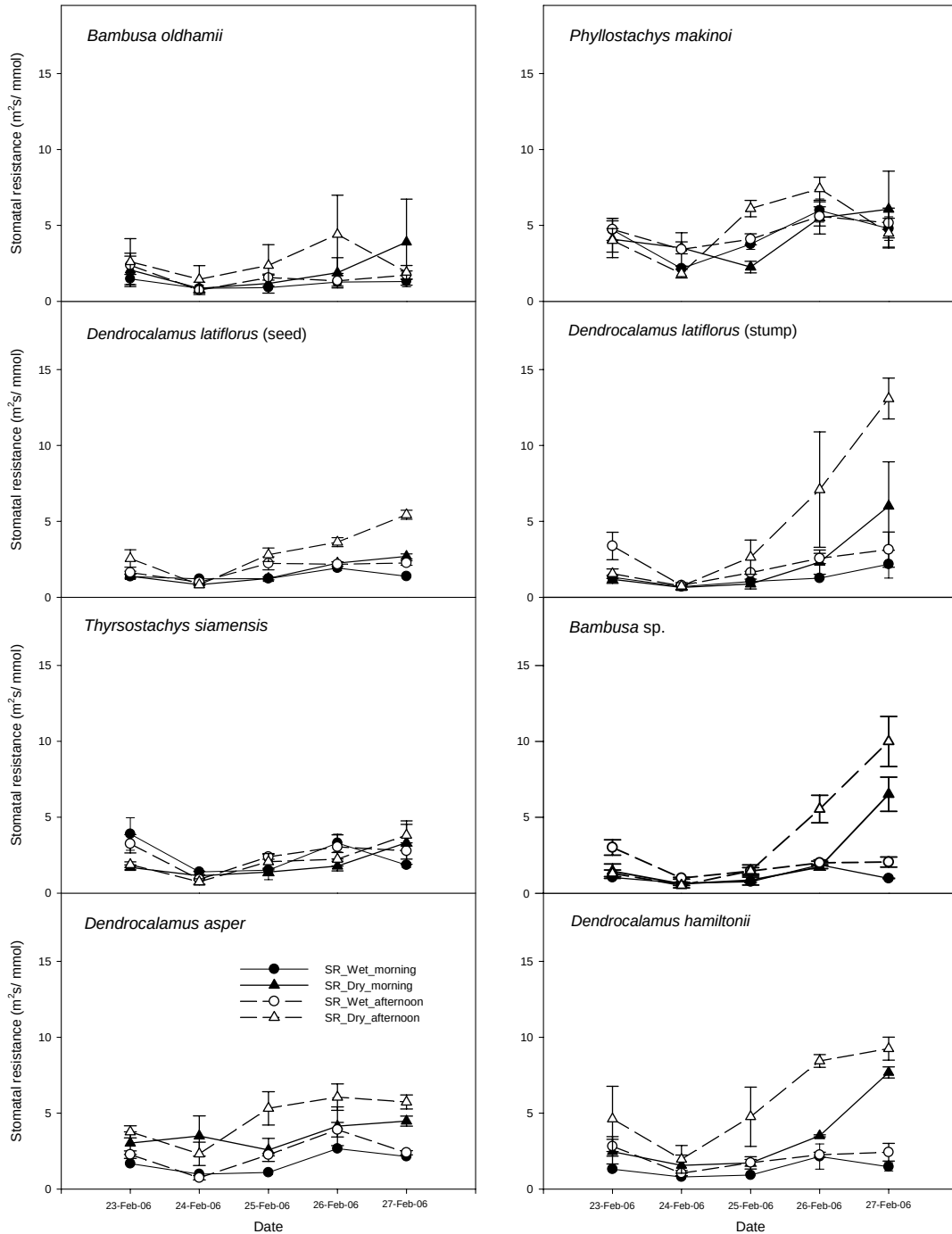


Figure 3. Stomatal resistances of eight bamboo species grown in pots under well - watered (control) and non - watered (stress) conditions at the Royal Agricultural Station Pang Da, Chiang Mai. Measurement was carried out in the morning and in the afternoon.

Table 1. Net photosynthetic rates of bamboo seedlings at the Royal Agricultural Station Pang Da, Chiang Mai

Seedlings	Net Photosynthetic Rate (Mean + SE, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
	Morning (10.30 - 11.30)	Afternoon (13.30 - 14.30)
<i>Dendrocalamus latiflorus</i> (Seed)	15.46 $\pm$ 0.84 ^a	4.73 $\pm$ 0.68 ^{bc}
<i>Dendrocalamus latiflorus</i> (Stump)	15.40 $\pm$ 0.19 ^a	8.35 $\pm$ 2.37 ^{ab}
<i>Dendrocalamus asper</i>	11.01 $\pm$ 0.43 ^{ab}	10.65 $\pm$ 0.63 ^a
<i>Bambusa oldhamii</i>	9.51 $\pm$ 0.16 ^c	5.11 $\pm$ 1.48 ^{bc}
<i>Thyrsostachys siamensis</i>	5.16 $\pm$ 0.79 ^d	3.39 $\pm$ 0.78 ^c
<i>Bambusa</i> sp.	11.69 $\pm$ 0.35 ^b	8.70 $\pm$ 1.07 ^{ab}
<i>Dendrocalamus hamiltonii</i>	12.02 $\pm$ 0.42 ^b	8.82 $\pm$ 1.49 ^{ab}
<i>Phyllostachys makinoi</i>	15.02 $\pm$ 0.54 ^a	8.69 $\pm$ 2.13 ^{ab}
F - value	45.695**	2.644*

Remark: Different letters along the same column are significantly different at the level of $p < 0.05$

และน้ำหรือในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ส่วนไผ่หวานอ่างขางที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีการตอบสนองด้วยการปิดปากใบน้อยกว่าไผ่หวานอ่างขางที่ได้จากเหง้าชำ โดยที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ อัตราการใช้น้ำและปริมาณการใช้น้ำที่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาพที่ขาดน้ำไม่แตกต่างกัน อาจกล่าวได้ว่า ไผ่หวานอ่างขางซึ่งได้จากการเพาะเมล็ดน่าจะมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพขาดน้ำได้ดีกว่าไผ่หวานอ่างขางที่ได้จากเหง้าชำ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจนต่อไป

สรุป

ลักษณะทางนิเวศรีวิทยาของกล้าไผ่ต่างชนิดมีความแตกต่างกันในทุกลักษณะ ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ อัตราการใช้น้ำ ค่าการด้านการเปิดปากใบ รวมทั้งการตอบสนองเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ โดยพบว่า ไผ่หวานอ่างขางทั้งที่ได้จากการเพาะเมล็ดและเหง้าชำมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในช่วงเช้า (15.46 และ 15.40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) และมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการ

สังเคราะห์แสงสุทธิของไผ่มากินน้อย (15.02 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ไผ่รวกมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำสุด (5.16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) อย่างไรก็ตาม ไผ่ทุกชนิดมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงในช่วงบ่าย โดยไผ่ตงมีอัตราการลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 11.01 และ 10.65 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ในช่วงเช้าและบ่าย ตามลำดับ

ไผ่หวานอ่างขาง (เหง้า) ไผ่บงหวานเมืองเลย และไผ่หวานอ่างขาง (เมล็ด) มีอัตราการใช้น้ำต่อวันค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่ชนิดอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 2.02, 2.01 และ 1.73 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ไผ่มากินน้อยมีอัตราการใช้น้ำต่ำสุด (0.43 มิลลิเมตรต่อวัน) ทำให้ไผ่มากินน้อยมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำเพื่อการสร้างผลผลิตได้ดีกว่าไผ่ชนิดอื่นๆ และเมื่อกล้าไผ่อยู่ในสภาพที่ขาดน้ำอย่างต่อเนื่องพบว่า ไผ่มากินน้อยแสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำด้วยการใช้น้ำลดลงในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับไผ่ชนิดอื่นๆ เช่นเดียวกับไผ่หยก ส่วนไผ่บงหวานเมืองเลย ไผ่รวก ไผ่หกวานลำปาง และไผ่ตง แสดงอาการเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อย และไผ่หกวานลำปางแสดงอาการเครียดจาก

การขาดน้ำอย่างชัดเจน โดยจะแสดงอาการขาดน้ำอย่างชัดเจนในวันที่ 4 ของการขาดน้ำ

ค่าการต้านการเปิดปากใบของกล้าไผ่ชนิดต่างๆ ในรอบวันมีค่าสูงในช่วงเช้า (07.00 - 09.00 น.) จากนั้นค่าการต้านการเปิดปากใบจะมีค่าลดลงต่อเนื่องไปจนถึงช่วงบ่าย (15.00 น.) และมีค่าเพิ่มอีกครั้งหลังจากนั้น โดยไผ่บงหวานเมืองเลย ไผ่หวานอ่างทอง (เหง้า) และไผ่หกหวานลำปางมีการตอบสนองต่อการขาดน้ำอย่างต่อเนื่องในช่วงวันที่ 3 ก่อนข้างเด่นชัดกว่าไผ่ชนิดอื่น เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการต้านการเปิดปากใบของกล้าไผ่ที่ได้รับน้ำอย่างเต็มที่ ส่วนไผ่รวกไม่มีการตอบสนองด้วยการปิดปากใบอย่างเด่นชัดเมื่อกกล้าไผ่อยู่ภายใต้สภาพที่ขาดน้ำ และเมื่อพิจารณาถึงลักษณะทางนิเวศสรีรวิทยาของกล้าไผ่ต่างชนิดที่ได้ทำการศึกษาจากกล่าวได้ว่า ไผ่หวานอ่างทองซึ่งให้ผลผลิตหน่อค่อนข้างสูงจำเป็นต้องมีการดูแลเอาใจใส่ โดยเฉพาะการให้น้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ ส่วนไผ่รวกน่าจะมีความเหมาะสมกับการปลูกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัยมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอบคุณเจ้าหน้าที่มูลนิธิโครงการหลวงทุกท่านที่ทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- เฉลิมพร เกรว่อง. 2549. ลักษณะทางนิเวศสรีระบางประการของไผ่สี่ชนิด ณ สถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประนอม ผาสุข. 2542. ความผันแปรของ stomatal conductance ลักษณะของปากใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของไม้กระถินณรงค์จากต่างถิ่นกำเนิด. ปญหาพิเศษ. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์ บุญฤทธิ์ ภูริยากร และ วลัยพร สติติวิบูลย์. 2544. ไม้ไผ่ในประเทศไทย. สำนักวิชาการป่าไม้กรมป่าไม้. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ลดาวัลย์ พวงจิตร บุญวงศ์ ไทยอุดสาหกรรม วาทีณี ทองเชตุขลิตา ศรีลัดดาสุธีรา พัทธวัชโรไล สมาน ณ ลำปาง กิตติศักดิ์ จินดาวงศ์ และ ธนศักดิ์ ประทุม. 2548. รายงานความก้าวหน้าปีที่ 2 : นิเวศสรีรวิทยาเพื่อการจัดการดินและน้ำของสวนไผ่บนที่สูง. มูลนิธิโครงการหลวง.
- Beadle, C.L. 1997. Dynamics of leaf and canopy development, pp. 169 - 212. In: E.K.S. Nambiar and A.G. Brown (eds.). **Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation.** ACIAR Monograph No. 43.
- Kozlowski, T.T., P.J. Kramer and S.G. Pallardy. 1991. **The Physiological Ecology of Woody Plants.** Academic Press Inc., California. USA.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants.** Academic Press, New York.
- Lowlor, D.W. 1993. **Photosynthesis : Molecular, Physiological and Environmental Process.** Longman Scientific and Technical, England.
- Thaiutsa, B. 2000. Bamboo plantation of the Royal Project, pp. 1 - 5. In: **Proceedings of the International Symposium BAMBOO 2000.**