

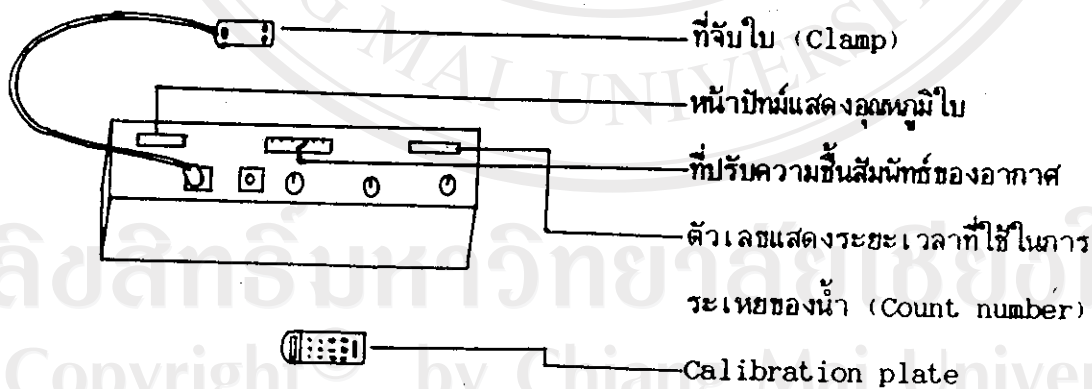
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ก. พืชทดลอง

1. ต้นกาแฟอาราบิก้า อายุ 3 ปี จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ คาร์ทิเมอร์ แอลซี 1662 (Catimor LC. 1662) , เรดคาทัว (Red Catuai) , มุนโดโนโว (Mundo Novo) , อิกาทุ (Icatu) และเรด แคทัวรา (Red Caturra) พันธุ์ละ 5 ต้น รวมทั้งหมด 25 ต้น ปลูกอยู่กลางแจ้งในศูนย์วิจัยและพัฒนามากาแฟบนที่สูง สถานีทดลองขุนช่างเคี่ยน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,200 เมตร
2. ต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า อายุ 6 เดือน จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ คาร์ทิเมอร์ แอลซี 1662 , อิกาทุ และ เรด แคทัวรา ใช้ในการตรวจสอบการตอบสนองของปากใบต่อสภาพการขาดน้ำ

ข. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 1) Automatic Porometer MK3 Delta - T Devices



ใช้วัดค่า Stomatal resistance และ Leaf temperature ของใบกาแฟ Automatic Porometer มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้จับกับใบ (Clamp) และส่วนตัวเครื่องควบคุม ก่อนที่จะนำ Porometer ไปใช้วัดจะต้องมีการวัดจำนวน Count จาก Calibration plate ซึ่งประกอบด้วยช่องพรุน ขนาดต่าง ๆ กัน 6 ขนาด เรียงกระจายอยู่เต็มพื้นที่เท่ากัน มีค่าความต้านทาน (Resistance) ต่างกันที่อุณหภูมิ 20 °ซ. ค่า Resistance ของ Calibration plate มีดังนี้คือ

จำนวนช่อง	1	2	3	4	5	6
Resistance (s/cm)	22.5	10.9	6.5	2.9	1.3	0.4

ในกรณีที่อุณหภูมิใบสูงกว่า 20 °ซ. จะใช้ค่า Resistance ที่ปรับค่าตามอุณหภูมิดังนี้

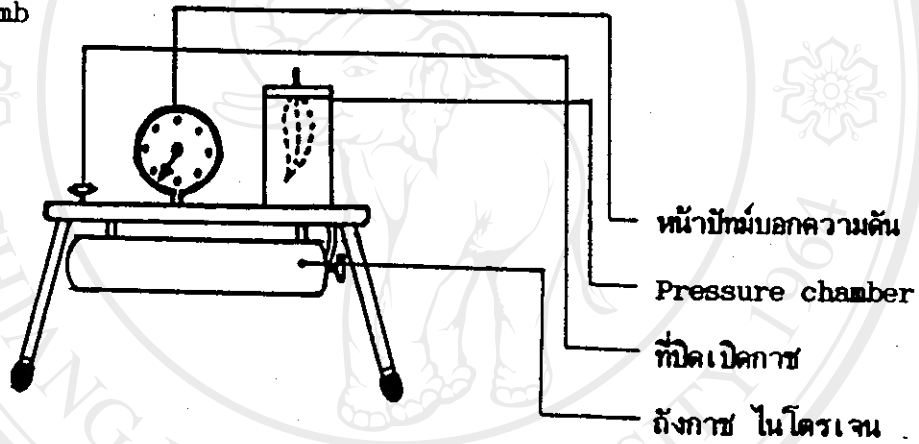
จำนวนช่อง	1	2	3	4	5	6
Resistance ที่ 25 °ซ.	21.825	10.573	6.305	2.813	1.261	0.388
Resistance ที่ 30 °ซ.	21.15	10.246	6.11	2.726	1.222	0.376

จากนั้นหาสมการเส้นตรง  $a+bx$  ของ Calibration graph ระหว่าง ค่า Resistance ของช่องพรุน กับค่า Count โดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Curfit (รายละเอียดในภาคผนวก)

เมื่อทำการวัดค่า Count จากใบพืชซึ่งอาศัยหลักการตรวจวัดระยะเวลาที่ใช้สำหรับการ  
ระเหยของน้ำภายในใบผ่านปากใบออกมาสู่อากาศหนึ่งใน Clamp จนความชื้นในอากาศหนึ่งนั้น  
เต็มถึงจุดที่กำหนด โดยการใส่ Clamp จับที่ใบพืช ระยะเวลาที่ใช้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับขนาด  
ของรูปากใบ ค่า Resistance สามารถหาได้โดยการป้อนค่า Count เข้าไปในโปรแกรม  
Curfit จะแปรออกมาเป็นค่า Stomatal resistance (s/cm) และคำนวณค่าการเปิดของ  
ปากใบ (Stomatal conductance) โดยใช้สมการ

$$\text{Stomatal conductance} = \frac{1}{\text{Stomatal resistance}}$$

## 2. Pressure bomb



ใช้วัดค่าศักย์ของน้ำภายในใบ หรือ Leaf water potential ( $\psi_l$ ) Pres-  
sure bomb ประกอบด้วย ส่วน Chamber ที่ทนแรงอัดของอากาศได้ หน้าปัดบอกค่าความดัน  
มีหน่วยเป็นบาร์ (bar) และถังกาซไนโตรเจน วิธีการคือ ตัดใบกานพืชที่ต้องการหาค่าศักย์ของ  
น้ำภายในใบ ใส่ลงใน Pressure chamber ที่ปิดฝาสนิท โดยให้ก้านใบโผล่ออกจากฝาของ  
Chamber หลังจากนั้นปล่อยกาซไนโตรเจน (กาซไต่ความดันที่ทราบโดยอ่านจากหน้าปัดบอกความ  
ดัน) เข้าไปใน Chamber อย่างช้า ๆ เมื่อความดันของกาซที่ปล่อยเข้าไปมากพอจนทำให้ Sap  
ของใบพืชไหลกลับมายาจนถึงรอยตัดที่ก้านใบ จนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ปริมาณความดัน ณ จุดนั้น

ถือเป็นจุดของ Water potential ของใบพืช มีหน่วยเป็นบาร์ (bar) ซึ่งจะนำไปคำนวณต่อเป็นค่า MPa ( $1 \text{ MPa} = 10^{-5} \text{ bar}$ )

### 3. Photometer Li - cor , inc ; Li -188 B

ใช้วัดความเข้มข้นของแสง ที่ตกกระทบบนระนาบผิวใบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวเครื่อง และ Quantum sensor Quantum sensor เป็นส่วนที่ใช้รับแสงตกกระทบ ซึ่งส่วนนี้จะนำไปวัดที่ตำแหน่งที่ต้องการจะวัดแสงตกกระทบ คือ ระนาบพื้นผิวใบที่รับแสง ค่าที่อ่านได้เป็น Photon flux density มีหน่วยเป็น  $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

### 4. Assman's Psychrometer

ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative humidity) ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ของกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก วิธีการก็คือ แขน Assman's Psychrometer ในแนวระดับด้วยความสูงประมาณ 1 เมตร จากพื้นดินไว้สักครู่ จากนั้นอ่านค่าอุณหภูมิของกระเปาะแห้ง และกระเปาะเปียก แล้วนำผลต่างระหว่างอุณหภูมิของกระเปาะทั้งสองมาเทียบกับตารางมาตรฐาน (Aspiration Psychrometer's Table) ก็จะทราบค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในขณะนั้น มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

### 5. Freezing microtome

เป็นเครื่องมือที่ใช้ตัดใบพืช เป็น Section ขนาดต่าง ๆ ตามต้องการ ( $20, 30, 40 \mu\text{m}$ ) เพื่อใช้ในการดูภาพตัดขวางของใบ (Cross section) วิธีการคือ นำใบกาแฟ ที่ตัดเป็นชิ้นขนาด  $0.5 \times 1.0$  ซม. มายึดติดแน่นบนส่วนที่รับใบมีดโดยใช้ Parafin หลังจากนั้นปรับขนาดความหนาของ Section ที่ต้องการจะตัด แล้วใช้มือหมุนให้ใบมีดทำงาน ใบมีดจะตัดใบกาแฟได้ขนาดตามต้องการ แล้วนำ Section ที่ได้วางบน Slide และนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ และถ่ายภาพ

### 6. Soil extractor apparatus membrane

ใช้หา Soil moisture characteristic เครื่องมือประกอบด้วย 3 ส่วนคือ หนึ่ง

โลหะที่มีฝาปิด งานที่มีลักษณะพูน (Plate) และ หน้าปัทม์บอกความดันอากาศ วิธีทดลอง โดย เจาะดินที่ระดับความลึกที่ต้องการ ด้วย Soil core ห่อด้วยกระดาษกรองแล้วทำให้อิ่มตัวด้วย น้ำ ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปวางบน Plate ใน Soil extractor apparatus membrane โดยปรับความดันภายในที่ 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10.0 และ 15.0 บาร์ ตามลำดับ ทุก ๆ ระดับความดัน ซึ่งน้ำหนักของตัวอย่างดินทุกครั้งหลังจากที่น้ำได้ระเหยออก หมดแล้ว และนำดินไปอบแห้งในตู้อบดิน เพื่อหาน้ำหนักแห้ง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว จากนั้น เขียนกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยปริมาตรของดิน กับ ความดันที่ใช้ และจะหา Soil water potential ( $\Psi_s$ ) ได้เมื่อทราบ Soil moisture content (% by volume)

7. ตู้อบดิน (Soil oven)

ใช้อบดินเพื่อหาน้ำหนักแห้ง โดยปรับที่อุณหภูมิ 80 °ซ. ใช้เวลา 24 ชั่วโมง

8. Soil auger

ใช้เจาะดินที่ระดับความลึกที่ต้องการ เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน ในที่นี้ใช้ เจาะดินถึงระดับความลึก 15 ซม.

9. Soil core

ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาหา Soil moisture characteristic ของดิน

10. กล้องจุลทรรศน์ชนิดถ่ายภาพได้

ใช้ถ่ายภาพจากสไลด์ของชิ้นส่วนในพืช สามารถถ่ายภาพได้เมื่อใช้กำลังขยายของกล้อง จุลทรรศน์ต่าง ๆ กัน