

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลโดยเทคนิคพัลส์ความร้อน

STUDY ON DETERMINING CONSUMPTIVE USE OF ORCHARD

BY HEAT PULSE TECHNIQUE



โดย

นายทวีชัย

ลิมปทุม

นายพงษ์ศักดิ์

ศรีประสาร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **62384**
วัน,เดือน,ปี. **16 ส.ค. 2549**

b..... **41672039**
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร ณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลโดยเทคนิคพัลส์ความร้อน

STUDY ON DETERMINING CONSUMPTIVE USE OF ORCHARD

BY HEAT PULSE TECHNIQUE

ผู้จัดทำ

1. ทวีชัย ลิ้มปทุม
2. พงษ์ศักดิ์ ศรีประสาร

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ทองวุฒิ แสงจันทร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สุวณี บุญมั่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลโดยเทคนิคพัลส์ความร้อน

ทวิชัย ลัมปทุม
 พงษ์ศักดิ์ ศรีประสาร
 ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
 ดร.สุวณี บุญมั่ง อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผล โดยใช้เทคนิคพัลส์ความร้อน โดยใช้เครื่อง Greenspan ของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อาศัยเทคนิคของ Heat Pulse Velocity (HPV) หรือการวัดอัตราการเคลื่อนที่ของของเหลวด้วยการกระตุ้นด้วยความร้อน แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลที่ได้จากการคำนวณ (Evapotranspiration) และปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลจากเอกสารอ้างอิง จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลที่วัดได้ มีความสอดคล้องกับความต้องการการใช้น้ำของต้นพืช โดยปริมาณการใช้น้ำของมะม่วง และลำไย ที่ไม่มีการให้น้ำก่อนการทดสอบ ค่าที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการคำนวณประมาณ 28% และ 35% ตามลำดับ โดยลำไยที่มีการให้น้ำก่อนการทดสอบ ปริมาณการใช้น้ำที่วัดได้จะมากกว่าปริมาณการใช้น้ำจากการคำนวณประมาณ 38 % แต่น้อยกว่าปริมาณการใช้น้ำจากเอกสารอ้างอิงประมาณ 43 % เนื่องจากลักษณะของลำต้น ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ สภาพอากาศ และความชื้นในดิน จะมีผลต่อปริมาณการใช้น้ำของต้นพืช ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลที่นำมาเปรียบเทียบจึงมีค่าที่แตกต่างกัน

**STUDY ON DETERMINING CONSUMPTIVE USE OF ORCHARD
BY HEAT PULSE TECHNIQUE**

Mr. Thaweechai Limpatum
Mr. Pongsak Sriparsan
Asist.Prof.Songwut Sangchan Advisor
Dr. Suwanee Boonmung Advisor
2005

Abstract

This project aimed to study on determining consumptive use of orchard by a heat pulse technique. The Greenspan technology is a device used to measure the fluid flow rate, based on a heat pulse velocity (HPV). Results obtained from the Greenspan device were compared with both the calculated evapotranspiration and the experimental data from literature. When water was not supplied, experimental results showed that water requirement measured with the Greenspan device was less than the calculated evapotranspiration, approximately 28 % for mango and 35 % for longans. The when water was supplied for longans, the measured water requirement was more than the one obtained from the calculated evapotranspiration approximately 38 %. But it was less than the data from literature, approximately 43 %.

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทางคณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์ขอกราบ
 ขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ และดร.สุวณี บุญมั่ง รวมไปถึงอาจารย์ประจำ
 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน หัวหน้าภาควิชาวนาวิทยา ผศ.ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์บางเขน และคุณคมสัน เรืองฤทธิ์สาระกุล นักวิชาการป่าไม้ 6 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใน
 การใช้เครื่องมือในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นอย่างดียิ่ง อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำปริญญา
 นิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ นายอภัย คำทัง นายเข้ม สมบูรณ์ เจ้าหน้าที่อาคารปฏิบัติการ
 วิศวกรรมเกษตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในการทำงาน ขอขอบ
 พระคุณ คุณจิราพร กังสวัสดิ์ คุณพัชรา เอมอำไพวงศ์ และคุณน้อย ประทีป ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ
 ด้านธุรการ อีกทั้งคณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน และผู้ที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือและคอย
 ช่วยเหลือเป็นอย่างดี รวมถึงกำลังใจที่คณะผู้จัดทำได้รับจนทางคณะผู้จัดทำได้จัดทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้
 จนสำเร็จ

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ทั้งทุนทรัพย์และ
 กำลังใจ ในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ซึ่งทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่าง
 ยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
 คณะผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การวัดอัตราการใช้น้ำพืช	3
2.2 สรีระวิทยาและการลำเลียงน้ำของไม้ยืนต้น	3
2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง	6
2.4 หลักการของวิธีพลัสความร้อน	8
2.5 พฤกษศาสตร์ของลำไย	11
2.6 การปลูกลำไย	12
2.7 ลักษณะทั่วไปของพืช	12
2.8 ปัญหาของพืช ข้อจำกัดและโอกาส	13
2.9 การผลิตลำไยอย่างถูกต้องและเหมาะสม	13
2.10 พันธุ์ลำไย	14
2.11 การปลูก	19
2.12 การดูแลรักษา	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 การให้น้ำแก่ลำไยอายุ3ปีขึ้นไป	21
2.14 ตรวจสอบผลการให้น้ำ	26
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	27
3.1 การทดสอบครั้งที่ 1	27
3.1.1 การทดสอบหาค่าสัดส่วนของน้ำและสัดส่วนของเนื้อไม้ส่วนกระพี้	27
3.1.2 การทดสอบหาค่าพื้นที่ต่อลำเลียงของต้นไม้ทดสอบ	29
3.1.3 การวัดความกว้างทรงพุ่มของไม้ผล	29
3.1.4 การติดตั้งและและใช้งาน	30
3.1.5 เก็บข้อมูลจาก Data logger	32
3.2 การทดสอบครั้งที่ 2	35
3.2.1 การสุ่มหาตัวแทนต้นทดสอบ	35
บทที่ 4 การทดลอง	41
4.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1	41
4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้	41
4.1.2 ผลการทดสอบหาพื้นที่ต่อลำเลียงของไม้ผล	42
4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2	51
4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้	51
4.2.2 ผลการทดสอบหาพื้นที่ต่อลำเลียงของไม้ผล	52
4.3 เปรียบเทียบการใช้น้ำของไม้ผล	62
4.3.1 การคำนวณหาอัตราการใช้น้ำอ้างอิง (Penman equation)	62
4.3.2 อัตราใช้น้ำพืชที่ได้จากงานวิจัย	63
4.3.3 การทดสอบการหาปริมาณการใช้น้ำโดยเทคนิคพัลส์ความร้อน	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการศึกษา	64
5.1.1 ผลการศึกษ้อัตราการใช้น้ำของไม้ผลครั้งที่ 1	64
5.1.2 ผลการศึกษ้อัตราการใช้น้ำของไม้ผลครั้งที่ 2	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
ภาคผนวก	67
ก. ตารางเกี่ยวกับการคำนวณการใช้น้ำของไม้ผล	67
ข. ข้อมูลการใช้โปรแกรมในการทดสอบ	73
เอกสารอ้างอิง	78



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างทั่วไปของไม้ยืนต้น Sapwood (สีจาง) และ Heartwood (สีเข้ม)	3
2.2 การแบ่งตอนของท่อลำเลียงน้ำในลำต้นและกิ่ง	5
2.3 ท่อลำเลียงน้ำ Xylem	6
2.4 tracheary element	6
2.5 perforation plate	6
2.6 ท่อน้ำยาง (resin duct)	6
2.7 อุณหภูมิของหัววัดอุณหภูมิทั้งสอง	9
2.8 แสดงหลักการทำงานของหัววัดและหัวพัลส์ความร้อนที่ฝังอยู่ในเนื้อไม้	10
2.9 ผลลำไยพันธุ์พื้นเมือง	14
2.10 ผลลำไยพันธุ์อีคอง	15
2.11 ผลลำไยพันธุ์สีชมพู	16
2.12 ผลลำไยพันธุ์อีแก้ว	16
2.13 ผลลำไยพันธุ์เขียวเขียว	17
2.14 ผลลำไยพันธุ์เพชรสาครทะวาย	17
2.15 ผลลำไยพันธุ์พวงทอง	18
2.16 ผลลำไยพันธุ์แดงกลม	18
2.17 ผลลำไยพันธุ์ใบคำ	19
3.1 ส่วนเจาะชั้นเนื้อไม้	28
3.2 การเจาะชั้นของเนื้อไม้	28
3.3 ตัวอย่างเนื้อไม้ที่ถูกเจาะ	28
3.4 ตัวอย่างเนื้อไม้บรรจุในหลอดเพื่อรักษาความชื้น	28
3.5 วัดขนาดของลำต้น	29
3.6 วัดขนาดทรงพุ่ม	30
3.7 การติดตั้งเหล็กนำเจาะ	31
3.8 การเจาะลำต้นโดยใช้สว่าน	31
3.9 การติดตั้งหัววัดทั้ง 2 หัว	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.10 ป้อนข้อมูลเบื้องต้น โดยผ่านคอมพิวเตอร์	31
3.12 มะม่วงที่ใช้ทดสอบคันที่ 1	32
3.13 มะม่วงที่ใช้ทดสอบคันที่ 2	33
3.14 มะม่วงที่ใช้ทดสอบคันที่ 3	33
3.15 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 1	34
3.16 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 2	34
3.17 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 3	35
3.18 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 1	36
3.19 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 2	37
3.20 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 3	37
3.21 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 4	38
3.22 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 5	38
3.23 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 6	39
3.24 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 7	39
3.25 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 8	40
4.1 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงคันที่ 1	49
4.2 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงคันที่ 2	49
4.3 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงคันที่ 3	49
4.4 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 1	50
4.5 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 2	50
4.6 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 3	50
4.7 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 1 และ 2	61
4.8 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 3 และ 4	61
4.9 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 5 และ 6	61
4.10 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยคันที่ 7 และ 8	62
ก.1 พื้นที่แปลงปลูกลำไย	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.2 วิธีการให้น้ำในแปลงปลูก	72
ข.1 แสดงโปรแกรมคำนวณค่าอัตราการใช้ปุ๋ยของน้ำในดินพืช	74
ข.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ป้อนข้อมูล	75
ข.3 แสดงหน้าต่างการป้อนข้อมูลของเนื้อไม้และแก่นไม้	75
ข.4 แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม	76



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความลึกของน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ที่ดินอุ้มไว้ให้พืชใช้ได้มากที่สุดในความลึกดิน 50 เซนติเมตร ต่อการให้น้ำ 1 ครั้ง (เซนติเมตร)	22
2.2 รอบการให้น้ำสำหรับสวนลำไยในเดือนต่าง ๆ และดินเนื้อต่าง ๆ	23
2.3 ปริมาณน้ำต่อการให้น้ำครั้งหนึ่ง สำหรับดินเนื้อต่าง ๆ และทรงพุ่มขนาดต่าง ๆ (ลิตร)	24
2.4 ความต้องการน้ำรายวันของลำไยทรงพุ่มขนาดต่าง ๆ	25
4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้	41
4.1.2 แสดงค่าผลการทดสอบหาพื้นที่ที่ต่อลำเลียงของไม้ผล	42
4.1.3 ตารางบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง ไม้ผล ครั้งที่ 1	43
4.1.4 ตารางบันทึกอุณหภูมิและความชื้นดิน	46
4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้	51
4.2.2 แสดงค่าพื้นที่ที่ต่อลำเลียงของต้นพืช	52
4.2.3 ตารางบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่าง ไม้ผล ครั้งที่ 2	53
4.2.4 ตารางบันทึกอุณหภูมิและความชื้นดิน	57
5.1.1 เปรียบเทียบชนิดของไม้ผลกับอัตราการใช้น้ำในการทดสอบ	65
5.1.2 เปรียบเทียบชนิดของไม้ผลกับอัตราการใช้น้ำในการทดสอบ	66
ก.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)	68
ก.2 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration: ET _p) สำหรับจังหวัดต่างๆ	69
ก.3 ปฏิทินการปฏิบัติดูแลรักษาลำไย	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

การศึกษาความต้องการใช้น้ำของพืชจำพวกไม้ผล จะช่วยให้เราสามารถใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงต่อหน่วยการใช้น้ำ เพราะผลผลิตและคุณภาพของผลไม้ มีผลต่อเนื่องมาจากการให้น้ำแก่พืชอย่างไม่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น การให้น้ำแก่ต้นทุเรียน ต้นมังคุด และต้นลำไยมากเกินไป จะทำให้ผลทุเรียนมีลักษณะไส้ซึม ในมังคุดจะทำให้ผลมียางไหล และในลำไยจะมีน้ำในผลมากทำให้เนื้อลำไยแฉะ จะเห็นว่าถ้าสามารถควบคุมการให้น้ำแก่พืชได้ตามความต้องการของพืชแล้ว จะช่วยให้สามารถควบคุมผลผลิตและคุณภาพของผลไม้ได้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้น้ำของไม้ผล โดยการนำหลักการพัลส์ความร้อน ซึ่งหลักการพัลส์ความร้อนเป็นวิธีวัดค่าการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในลำต้น (sap flow) ด้วยเครื่องมือของ Greenspan Technology ของประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อาศัยเทคนิคของ Heat Pulse Velocity (HPV) หรือการวัดอัตราการเคลื่อนที่ของของเหลวด้วยการกระตุ้นด้วยความร้อน มาประยุกต์ในการวัดการใช้น้ำ ซึ่ง Hatton และ Vertessy (1990) รายงานว่าวิธีการวัดค่า sap flow สามารถใช้ในการประมาณปริมาณการใช้น้ำของสวนป่าได้ โดยค่า sap flow สามารถกำหนดได้ว่ามีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับปริมาณการคายน้ำของพรรณไม้จึงนำเครื่อง Greenspan Technology มาประยุกต์ใช้เพื่อหาอัตราการใช้น้ำกับสวนไม้ผล

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการให้น้ำ และปริมาณการใช้น้ำของไม้ผล
2. เพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำของไม้ผล โดยเทคนิคพัลส์ความร้อน
3. เพื่อเปรียบเทียบการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผล

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. กำหนดชนิดของไม้ผล ได้แก่ มะม่วง และลำไยเพื่อทำการศึกษา
2. ใช้เทคนิคพัลส์ความร้อนหาปริมาณการใช้น้ำกับชนิดไม้ผลที่กำหนด
3. เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำที่ทำได้กับวิธีการคำนวณ และข้อมูลการใช้น้ำจากเอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผนการให้น้ำในสวนผลไม้
2. เพื่อใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด
3. เพื่อเผยแพร่ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแก่เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวัดอัตราการใช้น้ำพืช

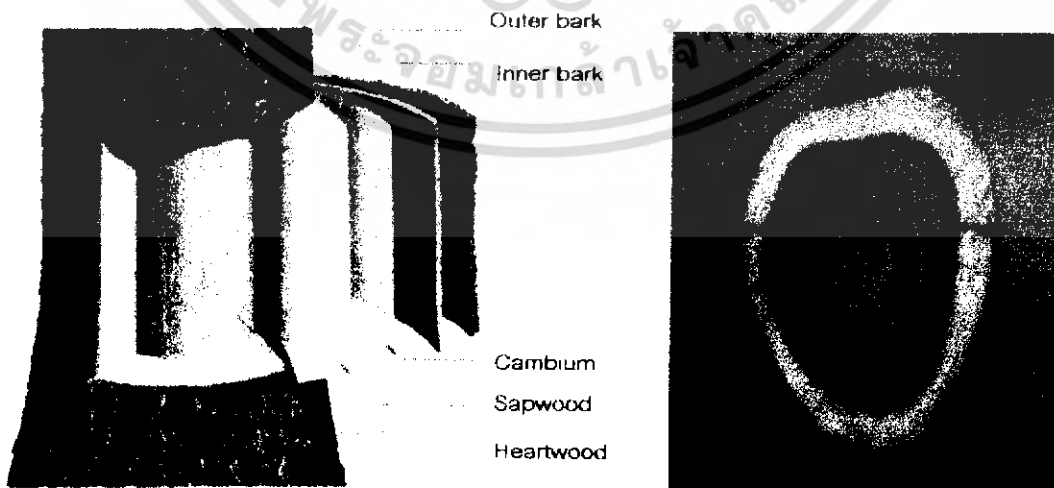
Smith และ Allen (1996) ได้แนะนำวิธีการวัดการใช้น้ำของพืชด้วยวิธีการวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชโดยตรงซึ่งสามารถวัดได้ 4 วิธีคือ

1. วิธีวัดสมดุลความร้อนในต้นพืช (stem heat balance method)
2. วิธีวัดสมดุลในส่วนของลำต้น (trunk sector heat balance method)
3. วิธีพัลส์ความร้อน (heat pulse method)
4. วิธีการกระจายความร้อน (thermal dissipation method)

แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน สำหรับวิธีพัลส์ความร้อนมีข้อดีคือการที่ติดตั้งกับต้นไม้ยืนต้นที่มีผิวขรุขระได้ แต่ขนาดที่เหมาะสมมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 30 มิลลิเมตรขึ้นไป วิธีพัลส์ความร้อนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมในการวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นไม้ป่าและไม้หลายชนิด

ชูศักดิ์ ลิมสกุล และคณะ (1996) ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำที่ใช้เทคนิคพัลส์ความร้อน ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยหัววัดอุณหภูมิ 2 อัน มีขนาด 3 มิลลิเมตร ติดตั้งอยู่ด้านบนและด้านล่างของหัวให้ความร้อน เป็นระยะ 10 มิลลิเมตรและ 5 มิลลิเมตรตามลำดับ หัวจะถูกปักเข้าไปอยู่ในส่วนของกระพี้ของลำต้น เครื่องจะจ่ายกระแสไฟให้ความร้อนเป็นเวลาสั้นๆพร้อมกับวัดช่วงเวลาที่ได้รับกระแส จนกระทั่งหัววัดอุณหภูมิ 2 หัววัดอุณหภูมิได้เท่ากัน ค่าช่วงเวลาที่วัดได้นี้จะนำไปคำนวณอัตราการไหลของน้ำในต้นพืช

2.2 สรีระวิทยาและการลำเลียงน้ำของไม้ยืนต้น



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปของไม้ยืนต้น Sapwood (สีจาง) และHeartwood (สีเข้ม)

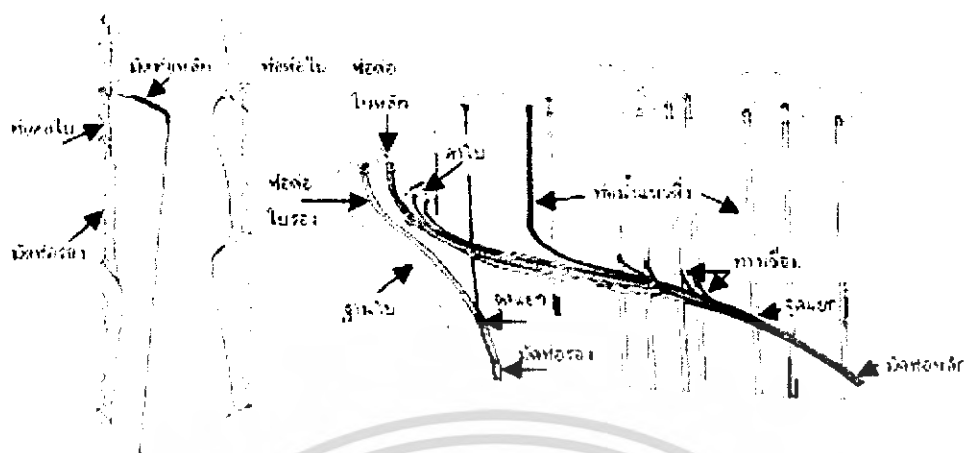
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xylem หรือท่อลำเลียงน้ำ เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน ที่พบมากในเนื้อไม้ส่วนกระพี้ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุที่รากดูดขึ้นมาจากดินส่งไปยังลำต้นและใบ เพื่อสังเคราะห์แสง xylem ที่เกิดระยะแรกเรียกว่า primary xylem กำเนิดมาจาก procambium xylem เมื่อเกิดการเจริญขึ้นที่สอง เกิดมาจาก pascular cambium เรียกว่า secondary xylem สำหรับเนื้อเยื่อพวก fiber และ parachyma ใน xylem จะมีลักษณะรูปร่างคล้ายกับที่พบในส่วนต่างๆ ของต้นพืช และมี parachyma บางตัวที่ลำเลียงน้ำออกทางด้านข้างซึ่งเซลล์จะเรียงตัวออกมาในแนวรัศมี เรียกว่า ray parachyma หรือ xylem ray

เนื้อเยื่อที่พบมากใน xylem ได้แก่ tracheary elements ซึ่งประกอบด้วย vessel members และ tracheid ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำเป็นส่วนใหญ่เนื้อเยื่อทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ Vessel members มีลักษณะเซลล์สั้นและอ้วนกว่า (tracheid) ส่วนปลายเซลล์จะเฉียงออกมีแผ่นรอยบุ่ยที่เรียกว่า perforation plate กันอยู่ มี secondary wall หนา ส่วนมากเป็นพวกเซลล์ลูโลสและลิกนิน ซึ่งการฉาบของผนังเซลล์ไม่สม่ำเสมอ จึงเกิดมีลักษณะของ secondary wall หลายแบบ เช่น แบบวงแหวน, แบบขดลวดสปริง, แบบตาข่าย, แบบขั้นบันได, แบบรู, หลายเซลล์มาต่อกันจะเกิดเป็นท่อขึ้นเรียกว่า ท่อ vessel

Tracheid รูปร่างเรียวยาวกว่า vessel members ปลายเซลล์เฉียงแหลม ไม่มีแผ่นรอยบุ่ยแต่ขนาดใหญ่และสั้นกว่า vessel members fiber secondary wall หนาและมีการฉาบของสารไม่สม่ำเสมอ จึงมีลักษณะคล้ายกับ vessel ซึ่งจะอยู่รวมกันเป็นมัด พบได้ในพืชมีดอก

ในพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อมีอายุมากขึ้นเกิดการเจริญเติบโตขึ้นที่สอง vascular cambium ที่อยู่ระหว่าง primary xylem เกิดการแบ่งตัวเข้าด้านในให้ secondary xylem จำนวนมากและดันกลุ่มของ primary xylem เข้าไปในส่วนของลำต้น secondary xylem ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า เนื้อไม้ ถ้าในปีหนึ่งมีปริมาณน้ำไม่เท่ากัน เช่น ช่วงต้นปี ฝนตกชุก น้ำมาก เซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังบาง ไม่ค่อยแข็งแรง สารสะสมในเซลล์มีน้อย สีค่อนข้างจาง เนื้อไม้ส่วนนี้เรียกว่า เนื้อไม้ต้นฤดู ต่อมาปลายปี ฤดูแล้ง น้ำน้อย vascular cambium แบ่งตัวได้น้อย เซลล์มีขนาดเล็ก ผนังเซลล์หนา มีสารสะสมภายในเซลล์มาก เนื้อไม้ส่วนนี้จะมีสีเข้ม เรียกว่า ไม้ปลายฤดู เมื่อเกิดครบทั้งสองฤดูแล้ว ในปีถัดไปจะเกิดลักษณะเดียวกันอีก ทำให้เนื้อไม้เป็นวงๆ วงของไม้เรียกว่า วงปี หรือวงเจริญเติบโต แต่บางปีมีวงเกิดขึ้นไม่ครบวงเรียกว่า วงชะงัก เนื่องจากอีกด้านหนึ่งไม่มีการแบ่งตัว สาเหตุเกิดจากโรคระบาด ไฟป่า บางกรณีมีน้ำมาก น้อยสลับกัน 2 ครั้ง ต่อปี จึงเกิดเป็นวง 2 วงซ้อนกันอยู่ วงที่เกิดขึ้นใหม่เรียกว่า วงปลอมส่วนไม้ที่ได้รับน้ำสม่ำเสมอตลอดปี จะเห็นการแบ่งสีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื้อไม้ที่ตรงกลางที่มีสีเข้มแดงเรียกว่า แก่นไม้ เป็นเนื้อไม้ที่เกิดขึ้นนาน เล็กลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ เซลล์ไม่มีชีวิต มีสารอื่นสะสมอยู่มาก ส่วนเนื้อที่รอบนอกมีสีจาง เป็นเนื้อไม้ที่เกิดขึ้นใหม่ ยังทำหน้าที่ลำเลียงน้ำอยู่สารสะสมน้อย เรียกส่วนนี้ว่า กระพี้



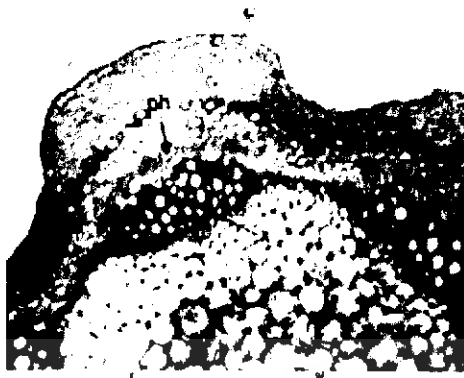
ภาพที่ 2.2 การแบ่งตอนของท่อลำเลียงน้ำในลำต้นและกิ่งไม้

การศึกษาลักษณะ โครงสร้างภายในของเนื้อไม้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ต้องทำการตัดเนื้อไม้เป็นชิ้นบางๆ ด้วยเครื่องตัดเลื่อนไถล ลักษณะการตัดมี 3 ระนาบ คือ

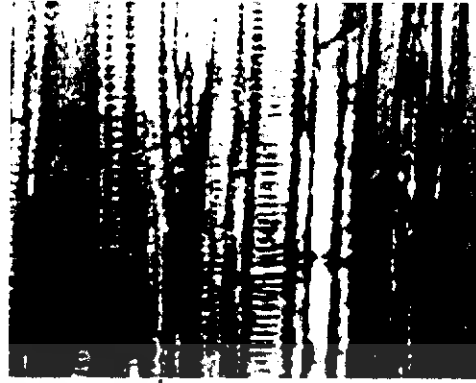
1. Cross section หรือ Transverse section เป็นการตัดตามขวาง จะเห็นว่า latewood และ early wood มีลักษณะเซลล์แตกต่างกันอย่างชัดเจน เป็นเนื้อไม้ของใบเลี้ยงคู่จะเห็นเป็นรูกลมใหญ่ ๆ ที่เรียกว่า pores จำนวนมาก รูเหล่านี้คือ vessel ที่คงเหลืออยู่ บางทีอาจพบโครงสร้างที่เรียกว่า tylose ซึ่งเป็น middle lamella ของ parenchyma ที่อยู่ข้างเคียงยื่นผ่านช่อง pit เข้าไปใน vessel ถ้าเป็นเนื้อไม้ของจิมโนสเปิร์ม เช่น พากสน ไม่มีรูกลมของ vessel เนื้อไม้ส่วนใหญ่เซลล์จะเหมือนกัน แต่มีช่องว่างใหญ่ ๆ ที่มีผนังเซลล์บาง ช่องนี้คือท่อน้ำยางชั้น ซึ่งเป็นลักษณะประจำของพืชจิมโนสเปิร์ม

2. Radial longitudinal section (RL-S) ตัดตามยาวในแนวขนานกับเส้นรัศมีของลำต้นหรือราก สังเกตจากลักษณะการเรียงตัวของ ray cell ซึ่งเห็นทางด้านข้าง vessel และ tracheid เห็นในแนวยาว

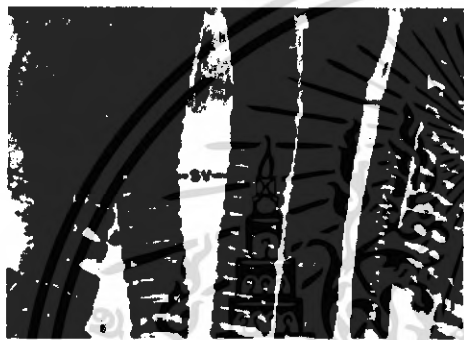
3. Tangential longitudinal section (TL-S) ตัดตามยาวในแนวขนานกับเส้นสัมผัสของลำต้นหรือราก สังเกตกลุ่ม ray cell จะเห็นทางด้านหน้าตัดเป็นมัดรูปรี ๆ



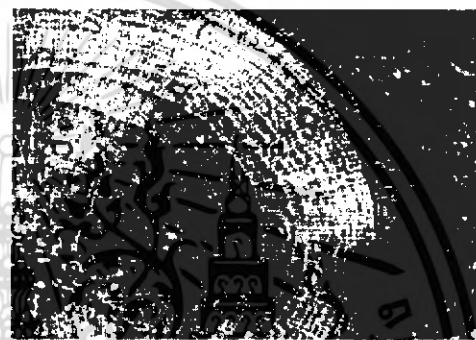
ภาพที่ 2.3 ท่อลำเลียงน้ำ Xylem



ภาพที่ 2.4 tracheary element



ภาพที่ 2.5 perforation plate



ภาพที่ 2.6 ท่อน้ำยาง (resin duct)

2.3 วิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศนั้นทำได้หลายวิธี สำหรับการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะงาน ความละเอียดของงานที่ต้องการ ส่วนวิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่จะกล่าวถึงมีดังนี้

วิธีของ Penman

สำหรับวิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของ Penman นั้นได้รวมเอาพลังงานที่ก่อให้เกิดการระเหยของน้ำทุกอย่างเข้าไว้ด้วยกัน พลังงานดังกล่าวนี้ ได้แก่ พลังงานที่ได้รับจากรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นของอากาศ

ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ สภาพภูมิอากาศรอบๆ ต้นพืช ชนิดและอายุของพืชเอง จำนวนความชื้นและคุณสมบัติของดิน และองค์ประกอบอื่นๆ สำหรับการวัดการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในทุกสภาพภูมิอากาศ ดิน ฯลฯ เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก จึงได้เลือกวิธีที่ง่ายกว่าการวัดโดยตรง โดยเลือกเอาวิธีการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของ Penman เนื่องจากได้รวมเอาพลังงานที่ก่อให้เกิดการระเหยทุกอย่างเข้าไว้ด้วยกัน คือ พลังงานความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของลม และความชื้นของอากาศ ซึ่งมีสูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$ET_p = \frac{\Delta Q_n + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} \quad (1)$$

ET_p = การใช้น้ำของพืชอ้างอิง เป็น มม./วัน

Δ = ความลาดเทของกราฟความดันไอน้ำอิ่มตัวกับอุณหภูมิที่จุดซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเฉลี่ย

γ = Psychrometric constant

Q_n = รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ เทียบให้เป็นอัตราการระเหยของน้ำเป็น มม./วัน

ในกรณีที่ไม่มี การวัดรังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ไว้ คำนี้อาจหาได้จากสูตร (2)

$$Q_n = Q_A (1 - r) (0.26 + 0.5n/N) - \sigma T^4 (0.56 - 0.0797 \sqrt{e_d}) (0.10 + 0.90n/N) \quad (2)$$

Q_A = รังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้รับบนโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมเทียบเป็น การระเหยเป็น มม./วัน

r = สัมประสิทธิ์ของการสะท้อนมีค่า เท่ากับ 2 สำหรับพืชที่เขียวและสด

n = ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด

N = ระยะเวลาที่มีแสงแดดนานที่สุดที่เกิดในช่วงเวลานั้น

อัตราส่วน n/N คำนวณได้โดยใช้ค่าขีดความครึ้มของเมฆจากหนังสือสถิติภูมิอากาศของประเทศไทย

σT^4 = รังสีที่สะท้อนจากวัตถุผิวดำเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ มม./วัน

e_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ เป็นมิลลิบาร์

e_d = ความดันไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของจุดน้ำค้าง เป็นมิลลิบาร์ ถ้าไม่มี การวัดอุณหภูมิคำนวณจากสูตรได้

$$e_d = (\text{ความชื้นสัมพัทธ์}) * e_s$$

E_a = ปริมาณการระเหยของน้ำเนื่องจากการเคลื่อนไหวของลมและความชื้นของอากาศ

U_2 = ความเร็วเฉลี่ยของลม เป็น กม/วัน

$$E_a = 0.262 (e_s - e_d) (1 + 0.0062 U_2) \quad (3)$$

ดังนั้นจึงสามารถหาปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ได้โดยการคูณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ปลูก (K_C) กับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงนั้นๆ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$ET = K_C \times ET_p \quad (4)$$

และข้อมูลดังที่ได้แสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) จากการคำนวณโดยวิธีของ Penman โดยใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาในคาบ 25 ปี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวม 49 แห่ง และรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางทั่วประเทศ ดังนั้นเมื่อจะทำการหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชก็จะใช้ค่า (ET_p) และค่า (K_c) จากตารางข้างล่างนี้ เมื่อได้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชแล้ว นำค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชมาคูณกับขนาดพื้นที่(A)ของท่อลำเลียงน้ำ (Sap wood) ซึ่งได้จากการตัดกิ่งไม้มาตรวจสอบ

ดังนั้นจึงได้สมการสำหรับอัตราการใช้น้ำ (Q) ในหน่วยของ ($\text{mm}^3/\text{วัน}$) คือ

$$Q = ET \times A \quad (5)$$

2.4 หลักการของวิธีพัลส์ความร้อน (Heat pulse method)

หลักการของวิธีพัลส์ความร้อน คือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดความร้อนที่อยู่ภายในหัวให้ความร้อนเป็นเวลาสั้นๆ เป็นช่วงๆตามเวลาที่กำหนดทางโปรแกรมและหัววัดจะทำการวัดค่าจนสองหัวมีค่าเท่ากันโปรแกรมก็จะทำการเก็บข้อมูลมาทำการคำนวณต่อไป หลักการวัดทำได้โดยติดตั้งชุดหัววัดเข้ากับต้นไม้ ซึ่งประกอบด้วยหัววัดอุณหภูมิ 2 อัน อยู่ด้านบนและด้านล่างของหัวให้ความร้อนเป็นระยะ 10 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อป้อนข้อมูลเกี่ยวกับพืชให้กับคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำการสั่งให้วงจรกำหนดความร้อนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหัวให้ความร้อนเป็นเวลาสั้นๆ เพื่อให้เกิดพัลส์ความร้อน พร้อมทั้งเริ่มจับเวลาจนกระทั่งสัญญาณที่ได้รับจากหัววัดอุณหภูมิส่งค่ามาให้กับชุดเก็บข้อมูล (Data Logger) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อ่านค่าในโปรแกรม โดยใช้สูตรตามวิธีของ Green และ Clothier (1998) เพื่อหาค่าต่างๆ คือ ค่าความเร็วของพัลส์ความร้อน (heat pulse velocity ; V)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ความเร็วของพัลส์ความร้อน (heat pulse velocity, V) โดยใช้สูตร

$$V = (X_u + X_b) / 2t_0 \quad (6)$$

เมื่อ X_u = ระยะระหว่างหัวให้ความร้อนกับหัววัดอุณหภูมิด้านล่าง (mm)

X_b = ระยะระหว่างหัวให้ความร้อนกับหัววัดอุณหภูมิด้านบน (mm)

t_0 = เวลาหน่วง (second)

จากนั้นคำนวณหาค่า sap flux density (J) โดยใช้สูตร

$$J = P(0.33+M)V \quad (7)$$

เมื่อ P = ความหนาแน่นเนื้อไม้ส่วนกระพี้

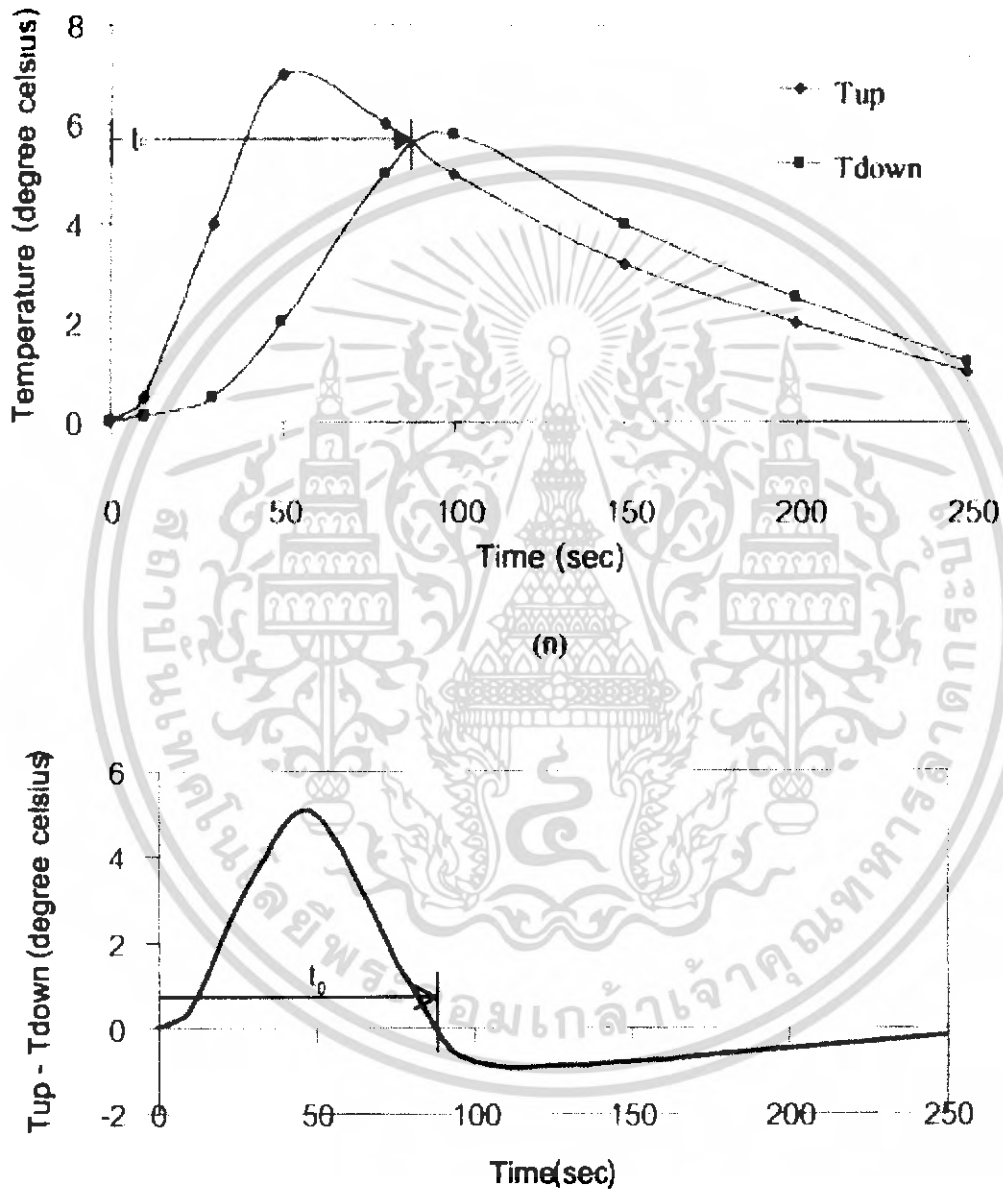
M = ความชื้นของเนื้อไม้สดส่วนกระพี้(มาตรฐานแห้ง)

แล้วทำการคำนวณค่า volume flux (Q) เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำในต้น โดยใช้สูตร

$$Q = \int_0^R 2\pi r J(r) dr \quad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ R = ระยะรัศมีส่วนกระพี้ หรือส่วนเนื้อไม้ระหว่างแก่นไม้และเปลือก
 $J(r)$ = ค่าของ sap flux ที่ระยะ r ให้มีค่าประมาณ sap flux density
 H = รัศมีของแก่นไม้ (heartwood radius)
 R = รัศมีของเปลือกไม้ด้านใน (cambium radius)



(ข)

ภาพที่ 2.7 ก: อุณหภูมิของหัววัดอุณหภูมิทั้งสอง

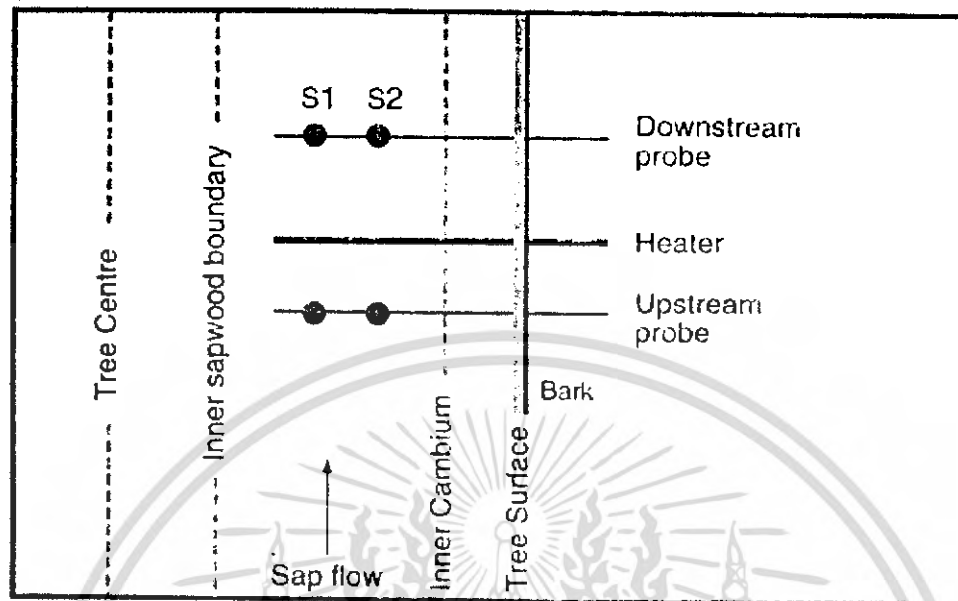
T_{up} = อุณหภูมิของหัววัดอุณหภูมิด้านล่าง

T_{down} = อุณหภูมิของหัววัดอุณหภูมิด้านบน

ข: กราฟแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิ และการหา t_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.8 แสดงหลักการทำงานของหัววัดและหัววัดส่ความร้อนที่ฝังอยู่ในเนื้อไม้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำไย (longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ อยู่หลายชื่อคือ *Euphoria longana* Lam.; *Euphoria longan* Strendl.; *Nephelium longana* Camb. และ *Dimocarpus longan* Lour. พืชร่วมตระกูล ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ เงาะ (*Rambutan* : *Nephelium lappaceum* L.) ลิ้นจี่ (*Lychee*; *Litchi*; *Litchi chinensis* Sonn.; *Nephelium lichi* Camb.; *Scytalia chinensis* Gaertn. *Dimocarpus litchi* Lour) นอกจากนี้ยังมีพืชใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีความสำคัญในแง่การเป็นไม้ผลเศรษฐกิจ แต่อาจใช้ประโยชน์ในแง่การเป็นต้นตอไม้ผลทั้ง 3 ชนิด เช่น คอแลน ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ temperatures. The longan fruit can be eaten fresh, frozen, dried or canned with canned fruits being considered better than canned lychees.

สถานการณ์ทั่วไป

ลำไยเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งชาวไทย และต่างประเทศ ในแต่ละปีมีการส่งออกลำไยและผลิตภัณฑ์รวมมูลค่ามากกว่า 5,000 ล้านบาท ตัวเลขล่าสุด ไทยมีพื้นที่ปลูกลำไยประมาณ 580,000 ไร่ มีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 380,000 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน ลำปาง ตาก แม่ฮ่องสอน และสุโขทัย รวมเป็นประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ ส่วนภาคอื่น ๆ มีการปลูกลำไยกันเล็กน้อย แถบจังหวัดจันทบุรี เลย หนองคาย นครพนม และมุกดาหาร ผลผลิตลำไยในปีนี้อาจจะมีประมาณ 280,000-300,000 ตัน (พันธุ์อีดอ 80%, พันธุ์แก้ว 7%, พันธุ์เขียวเขียว 5% และพันธุ์ชมพู 5%) มากกว่าทุกปีที่ผ่านมา เพราะอากาศหนาวนาน ทำให้ลำไยออกดอกติดผลดี และระหว่างวันที่ 15 กรกฎาคม-15 สิงหาคมนี้ เป็นช่วงที่ผลผลิตลำไยออกสู่ตลาดมากที่สุดถึงร้อยละ 61 ของผลผลิตรวมทั้งหมด

โครงสร้างด้านการตลาดของลำไย มีแหล่งรองรับผลผลิตอยู่ 3 แหล่ง คือ การบริโภคสดภายในประเทศประมาณ 30% ส่งออกลำไยสดประมาณ 20% แปรรูปเป็นลำไยอบแห้งประมาณ 40% และแปรรูปเป็นลำไยกระป๋องประมาณ 10%

เป้าหมายส่วนแหล่งจำหน่ายจะอำนวยความสะดวกจัดหาสถานที่ และประชาสัมพันธ์ให้ผู้เข้าร่วมโครงการจากจังหวัดแหล่งผลิต นอกจากนี้ยังร่วมกับภาคเอกชน เช่น ตลาดกลางผักผลไม้ ห้างสรรพสินค้าซูเปอร์มาเก็ตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายลำไยไปสู่ผู้บริโภค

สำหรับข้อมูลด้านการบริโภคลำไยนั้น ปรากฏว่า เป็นไม้ผลที่น่าสนใจตัวหนึ่ง เพราะเนื้อลำไยมีคุณสมบัติทางยา บำรุงโรคประสาทอ่อน ๆ นอนไม่หลับ หากรับประทานขนาด 10-15 กรัม จะช่วยบำรุงม้าม และหัวใจได้ ส่วนเนื้อลำไยแห้งมีเกลือแร่ที่มีประโยชน์ที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกด้วย เช่น ทองแดง สังกะสี แมงกานีส เป็นต้น ส่วนการคัดเลือกลำไยเพื่อการแปรรูปนั้น หากเป็นลำไยบรรจุกระป๋องหรือบรรจุขวด ควรใช้พันธุ์อีดอ แห้ว และเบี้ยวเขียว หากแปรรูปเป็นลำไยอบแห้งสามารถใช้ได้ทุกสายพันธุ์ แต่พันธุ์อีดอจะได้น้ำหนักเนื้อดีกว่าพันธุ์แดงและแห้ว ส่วนการบริโภคนั้นผู้บริโภคสามารถดัดแปลงผลลำไยมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด เช่น ประเภทขนมไทย ๆ ก็มี ข้าวเหนียวเปียกลำไย บัวลอยลำไยไข่หวาน ฝู้นลำไย ลำไยลอยแก้ว น้ำลำไย หรือจะเป็นขนมอบต่าง ๆ ก็สามารถทำลำไยแห้งมาเป็นส่วนผสมแทนผลไม้ชนิดอื่น ๆ ได้ เช่น คุกกี้ลำไย แพนเค้กลำไย พายลำไย หรือจะนำมาดัดแปลงเป็นอาหารลาวก็ได้ เช่น ซุปไก่ตุ๋นลำไย ซึ่งเมนูนี้มีคุณค่าทางอาหารดีมาก เป็นยาบำรุงสมอง เหมาะสำหรับเป็นอาหารบำรุงในฤดูหนาว ปลาทอดกรอบราดหน้าผลไม้ เป็นต้น ซึ่งบรรดामenuต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถนำมาปรุงและดัดแปลงให้เข้ากับรสนิยมของตัวเองได้ นอกจากนี้จะได้รสชาติอาหารสูตรใหม่แล้ว ยังเป็นการช่วยเกษตรกรผู้ผลิตลำไยอีกด้วย

2.6 การปลูกลำไย

ถิ่นกำเนิดของลำไยสันนิษฐานว่าอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ เนื่องจากมีการปลูกมานานกว่าพันปี ปลูกมาใน มณฑลฟูเกี้ยนกวางตุ้ง ได้หวันและเสฉวน โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่มณฑลฟูเกี้ยน การแพร่กระจายของลำไยจากประเทศจีนนี้ได้แพร่เข้าไปสู่อินเดีย ลังกา พม่า เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ยุโรป สหรัฐอเมริกา(มลรัฐฮาวาย และฟลอริดา) คิวบา หมู่เกาะอินเดียตะวันตกและเกาะมาดากัสกา ส่วนในประเทศไทยนั้นสันนิษฐานว่าลำไยมาจากประเทศจีนตอนใต้ เพราะตามป่าของประเทศไทยในจังหวัด เชียงใหม่และเชียงรายนั้น มีลำไยพื้นเมือง ซึ่งมีผลเล็ก ขึ้นอยู่คุดั่น และเรียกว่าลำไยธรรมชาติ จนกระทั่ง พ.ศ. 2439 มีชาวจีนคนหนึ่งนำลำไยกิ่งตอน 5 กิ่ง จากประเทศจีนมาถวายเจ้าดารารัศมีแห่งลำไยเอาไว้ปลูก ที่กรุงเทพฯ 2 กิ่ง ส่วนอีก 3 กิ่ง ได้มอบให้ เจ้าน้อยต้น ณ เชียงใหม่ ผู้เป็นน้องชายนำไปปลูกที่เชียงใหม่ ณ บ้านท่าจี้เหล็ก ต. สบเม้ง อ. หางดง จ.เชียงใหม่ และได้ขยายแพร่พันธุ์ไปทั่วทั้งจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียง โดยเฉพาะจังหวัดลำพูน หลังจากนั้นจึงทำให้มีพันธุ์ลำไยเกิดขึ้นมากมาย ในประเทศไทย

2.7 ลักษณะทั่วไปของพืช

ลำไยเป็นไม้ผลกิ่งเมื่อร้อน ลำต้นเจริญเต็มที่สูงประมาณ 10 - 12 เมตร ทรงพุ่มแผ่กว้างประมาณ 6 - 8 เมตร เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 100 - 1000 เมตร มีความลาดเอียง 10 - 15 % ดินที่มีหน้าดินลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร มีอินทรีย์วัตถุมาก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5.5 - 6.5 และมีการระบายน้ำดี อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส และในช่วงก่อนออกดอกต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสนานติดต่อกันประมาณ 2 สัปดาห์ ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร/ปี และมีการกระจายของฝนดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญที่รัฐบาลจัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าเพื่อการส่งออก มูลค่าการส่งออกสูงปีละหลายพันล้านบาท ทั้งในรูปลำไยสด อบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง องค์ประกอบหลักของเนื้อลำไยคือ Soluble Substances 79-77% ซึ่งประกอบด้วย กลูโคส 26.91% ซูโครส 0.22% กรดทาทาริก 1.26% สารประกอบไนโตรเจน 6.31% โปรตีน 5.6% ไขมัน 0.5% และธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น Ca, Fe, P, Na, K และวิตามิน

2.8 ปัญหาของพืช ข้อยกเว้นและโอกาส

- การแปรรูปเป็นลำไยอบแห้ง บางส่วนยังไม่ได้คุณภาพมาตรฐาน ก่อให้เกิดปัญหาด้านการส่งออกและส่งผลกระทบต่อราคา
- การรวมวันลำไยสดด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในปริมาณที่มากเกินไป ก่อให้เกิดปัญหาด้านการส่งออกและส่งผลกระทบต่อราคา
- ออกดอกออกผลไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผลผลิตไม่แน่นอนในแต่ละปี
- ขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว
- ผลผลิตต่อไร่ต่ำ
- ผลผลิตกระจุกตัวออกสู่ตลาดพร้อมกันในระยะเวลานาน ส่งผลให้ราคาตกต่ำในช่วงดังกล่าว
- คุณภาพของผลผลิต บางส่วน ไม่ได้มาตรฐานส่งออก
- การกระจายผลผลิตไปสู่ผู้บริโภคภายในประเทศยังไม่ทั่วถึง
- ขาดห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาผลผลิตเพื่อบริการจำหน่าย/แปรรูป
- ผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง ขาดแคลนเงินทุนหมุนเวียน ในการดำเนินการทำให้ขาดอำนาจการต่อรองในการซื้อขาย

2.9 การผลิตลำไยอย่างถูกต้องและเหมาะสม

การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้อง และเหมาะสมสำหรับลำไยเป็นคำแนะนำสำหรับให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติ เพื่อให้ได้ผลผลิตลำไยที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนด

เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

แหล่งปลูก แหล่งปลูกที่เหมาะสมสำหรับลำไย ควรคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1.1 พื้นที่ - มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-1,000 เมตร

- มีความลาดเอียง 10-15 %

- มีการระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ลักษณะดิน - ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง หน้าดินลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร

- มีความเป็นกรดต่าง 5.5-6.5

1.3 สภาพภูมิอากาศ - มีอุณหภูมิช่วงฤดูหนาวต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส นานติดต่อกันประมาณ 2 สัปดาห์

- มีปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร และมีการกระจายของฝนดี

1.4 แหล่งน้ำ - มีแหล่งน้ำสะอาดและมีปริมาณมากพอที่จะให้น้ำได้ตลอดช่วงฤดูแล้ง

2.10 พันธุ์ลำไย

แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

ก. ลำไยเครือหรือลำไยเถา มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น (pith) ใบเล็ก และสั้น ผลเล็กผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดโต เนื้อผลบางมีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่ารับประทานผล

ข. ลำไยต้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำไยพื้นเมือง หรือลำไยกระดุก

ออกดอกประมาณเดือนธันวาคม-ต้นมกราคม และเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 ซม. หนา 1.6 ซม. สูง 1.7 ซม. รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาลสูงประมาณ 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.9 ผลลำไยพันธุ์พื้นเมือง

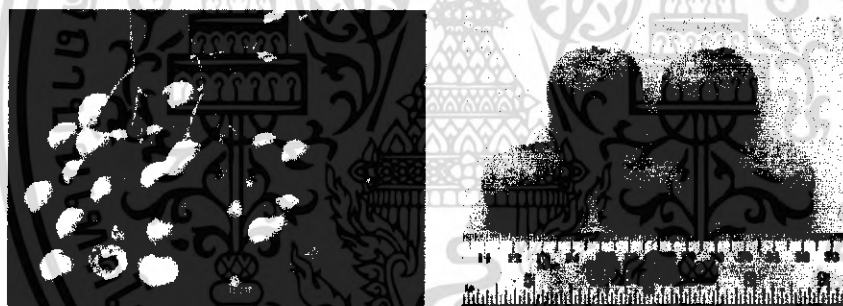
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลำไยกะโหลก

เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่ เนื้อหนา และมีรสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 16-24 % มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน

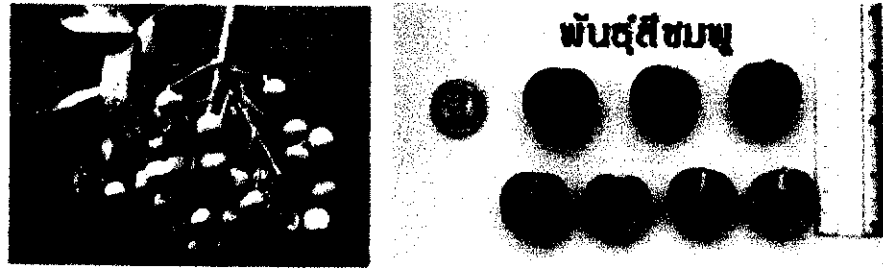
พันธุ์ที่นิยมปลูก

พันธุ์ดอ : เป็นพันธุ์เบา ทำให้ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เจริญเติบโตดี ยอดอ่อนมีทั้งยอดสีเขียวและสีแดงลำต้นแข็งแรง เปลือกผลหนา ออกดอกติดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลมแป้นและเบี้ยวยกบ้างเล็กน้อย ผิวผลสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวจุ่น เมล็ดใหญ่ ปานกลาง ออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุดเพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโต โดยเฉพาะในดินที่อุดมสมบูรณ์และมีน้ำพอเพียง ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ดอ สามารถแบ่งตามสีของยอดอ่อน และลักษณะของก้านช่อผลได้อีกหลายชนิดคือ อีดยอดแดง อีดยอดเขียว อีดยอดอ่อน และอีดยอดแก่



ภาพที่ 2.10 ผลลำไยพันธุ์ดอ

พันธุ์สีชมพู : เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ ทรงพุ่มสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโต ไม่ทนแล้ง เกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ลักษณะผลของพันธุ์สีชมพู ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.9 ซม. หนา 2.6 ซม. และสูง 2.7 ซม. ทรงผลค่อนข้างกลมอาจมีเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ยิงผลแก่จัดสีของเนื้อเข้ม เนื้ออ่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณ 21-22 % เมล็ดค่อนข้างเล็ก แต่เนื้อหนาปานกลางสีชมพูเรื่อ ๆ



ภาพที่ 2.11 ผลลำใยพันธุ์สีชมพู

พันธุ์แก้ว : เป็นลำใยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์แก้วแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แก้วยอดแดง และ แก้วยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด แก้วยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง แก้วยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยากอาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้น ขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอ ลักษณะผลของพันธุ์แก้ว ผลขนาดใหญ่หรือปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 ซม. หนา 2.6 ซม. สูง 2.6 ซม. ทรงผลกลมและแป้น ฐานผลนูน ผิวสีน้ำตาล มีกระตือรือร้นตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนาและแน่น แห้งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก แก้วยอดแดง จะออกดอกง่ายกว่า แก้วยอดเขียว และมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า และมีปริมาณน้ำมากกว่าแก้วยอดเขียว

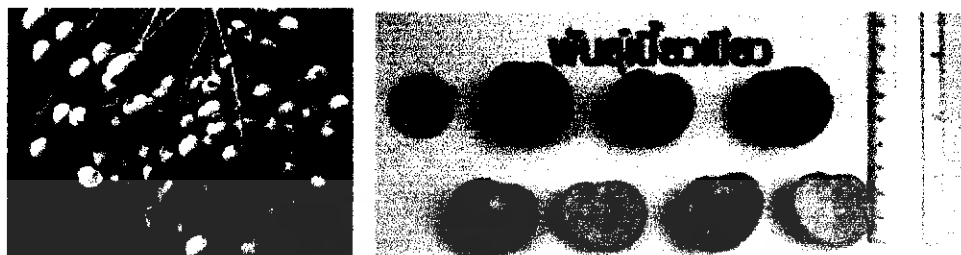


ภาพที่ 2.12 ผลลำใยพันธุ์อีหัว

พันธุ์เขียวเขียว : เป็นลำใยพันธุ์หนัก ที่เจริญเติบโตดี ทนแล้งได้ดีแต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด เกิดดอกยาก มักเว้นปี ช่อดอกหลวม สีของผลเมื่อมีขนาดเล็กละเอียดมีสีเขียว พันธุ์เขียวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิด คือ เขียวเขียวก้านแข็ง (เขียวเขียวป่าเส้า) และ เขียวเขียวก้านอ่อน (เขียวเขียวป่าแดด) เขียวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ดก แต่ขนาดผลใหญ่ มาก แต่ติดผลน้อยไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเขียวเขียวก้านอ่อนให้ผลดกเป็นพวงใหญ่ ลักษณะผลของพันธุ์เขียวเขียว ผลมีขนาดใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 3.0 ซม. หนา 2.6 ซม. และ สูง 2.8 ซม. ทรงผลกลมแบนและแป้นมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกหนา และเหนียว เนื้อหนา แข็งกรอบ ต่อน้ำตาล สีขาว มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณ 22 % เมล็ดค่อนข้างเล็ก



ภาพที่ 2.13 ผลลำไยพันธุ์ปายใจ

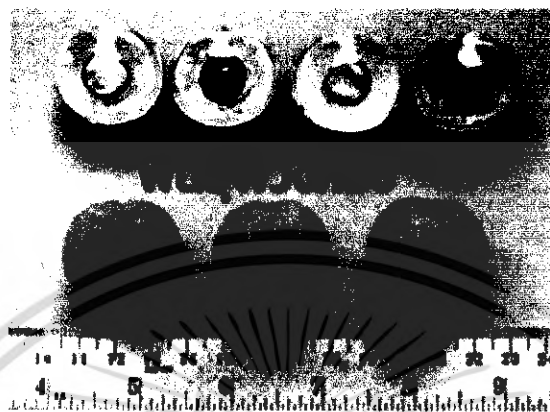
พันธุ์เพชรสาร : จัดว่าเป็นลำไยพันธุ์ทะวาย คือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี ตามประวัติของลำไยพันธุ์นี้ นายเม่งฮ้อ แซ่เฮ็ง นำกิ่งตอนลำไยจาก อ.ป่าซาง จ.ลำพูน จำนวน 300 ต้น ไปปลูกที่ อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ต่อมาเมื่อต้นหนึ่งที่ออกดอกนอกฤดูจึงได้ขยายพันธุ์ปลูกมากขึ้น ลักษณะของลำไยพันธุ์นี้มีใบ ขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่น คือ รุ่นแรกออกดอกราวเดือนธันวาคม-มกราคมและเก็บผลได้ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน รุ่นที่สองออกดอกราวเดือนกรกฎาคม -สิงหาคม และเก็บผลได้ประมาณ เดือนธันวาคม-มกราคม ลักษณะผลของพันธุ์เพชรสาร ผลกลม เปลือกบาง ขนาดผลกว้าง 2.7 ซม. สูง 2.5 ซม. หนา 2.6 ซม. เนื้อมีสีขาวฉ่ำน้ำ ปริมาณน้ำตาล 18-20 % เมล็ดกว้าง 1.3 ซม. สูง 1.5 ซม. หนา 1.1 ซม.



ภาพที่ 2.14 ผลลำไยพันธุ์เพชรสารทะวาย

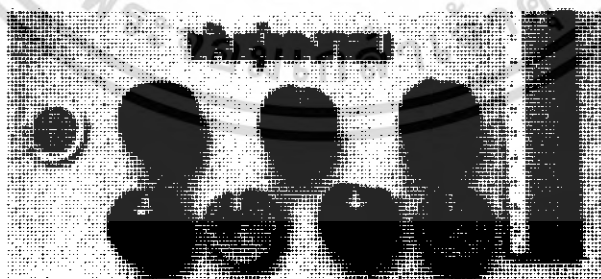
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 62384 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์พวงทอง : เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ กว้าง 18.6 ซม. ยาว 29.3 ซม. ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.5 ซม.หนา 2.3 ซม. สูง 2.4 ซม. ผลทรงค่อนข้างกลมและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาล มีกระตี่น้ำตาล เนื้อหนา กรอบสี ขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 22 % เมล็ดขนาดปานกลางและแบน



ภาพที่ 2.15 ผลลำไยพันธุ์พวงทอง

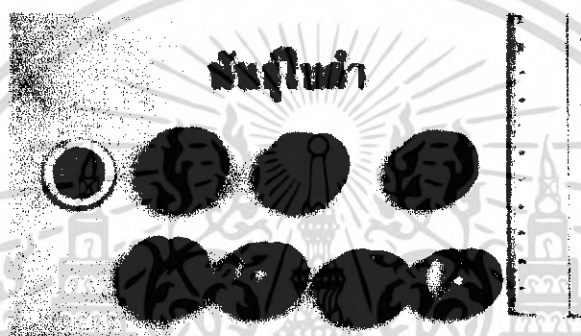
พันธุ์แดง : เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพ ของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขังจึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขังหรือปีที่ติดผลตก พันธุ์แดงแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แแดงเปลือกหนา และ แแดงเปลือกบาง พันธุ์แดงเกิดดอกและติดผลง่ายติดผลค่อนข้างคงที่ ลักษณะผลของพันธุ์แดงกลม ผลขนาดใหญ่จนถึงปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.6 ซม. และสูง 2.5 ซม. ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกบางเนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม เนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงมักและปริมาณน้ำตาลประมาณ 17 % เมล็ดรูปร่างป้อม จุกใหญ่มาก แแดงเปลือกหนามีขนาด ใหญ่กว่า เปลือกหนากว่า เนื้อหนากว่า ส่วนลักษณะอื่น ๆ คล้ายกัน



ภาพที่ 2.16 ผลลำไยพันธุ์แดงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ใบดำหรือกระโหลกใบดำ : เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้คือ ออกดอกติดผลสม่ำเสมอเจริญเติบโตดีมาก ทนแล้งและน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ผลจะเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก เมื่อผลแก่จัดมักมีเชื้อราติดที่เปลือก ปัจจุบันความนิยมพันธุ์นี้ลดลงเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดี จึงจำหน่ายได้ในราคาต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์เนื่องจากออกดอกติดผลดี ลักษณะผลของพันธุ์ใบดำ ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.8 ซม. หนา 2.3 ซม. สูง 2.3 ซม. ทรงผลค่อนข้างกลม แบนและเบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำ ผิวขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อ การขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณ 20 % เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน



ภาพที่ 2.17 ผลลำไยพันธุ์ใบดำ

2.11 การปลูก

ระยะปลูก

ระยะปลูกของลำไยมีข้อพิจารณาดังนี้คือ

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

โดยปกติดินดีมีความอุดมสมบูรณ์สูง ต้นลำไยย่อมจะมีขนาดลำต้น และทรงต้น ตลอดจนการแผ่กระจายของรากกว้างกว่าการปลูกในดินไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ถ้าเป็นที่ลุ่ม ระดับน้ำใต้ดินสูง การระบายน้ำไม่ค่อยดีควรปลูกระยะชิด เพื่อให้ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่สูง เนื่องจากลำไยที่ปลูกในสภาพเช่นนี้มักอายุไม่ยืนอาจเก็บผลได้เพียง 5-10 ปี

2. ขนาดของทรงพุ่ม

ลำไยมีนิสัยการออกดอกตรงปลายกิ่ง เมื่อทรงพุ่มชนกัน บริเวณนั้นจะไม่ออกดอก และจะเจริญในด้านความสูงเนื่องจากแก่งแย่งแสง ทำให้ต้นสูงไม่สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.การจัดการ

ในกรณีที่ต้องการจะปลูกกระยะชิดต้องมีการจัดการที่ดีเช่น การตัดแต่งกิ่งเพื่อความคม ทรงต้น หรือตัดต้นเว้นต้น เมื่อทรงพุ่มชนกันระยะปลูกที่เหมาะสมของลำไยปกติจะอยู่ระหว่าง 8-12 x 8-12 เมตร แต่ถ้าต้องการใช้ประโยชน์ จากพื้นที่ให้มากควรปลูกกระยะชิดซึ่งจะได้จำนวนต้นต่อพื้นที่สูง อาจใช้ระยะ 4 x 4, 5 x 5 หรือ 6 x 6 เมตร ลำไยจะเริ่มออกผลในปีที่ 2-3 การปลูกกระยะชิดจะให้ผลผลิตต่อไร่สูงในระยะแรกและเมื่อทรงพุ่มชนกัน ต้องตัดต้นเว้นต้นจะได้ระยะปลูกเท่ากับ 8 x 8, 10 x 10 หรือ 12 x 12 เมตร ตามลำดับ การเตรียมหลุมปลูกควรดูสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นหลัก ดินสมบูรณ์การเตรียมหลุมไม่ต้องลึก (หลุมเล็ก) ดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ควรเตรียมหลุมขนาดใหญ่ ถ้าพื้นที่เป็นที่ดอนควรขุดหลุมให้กว้าง และลึก แต่ถ้า เป็นที่ลุ่มอาจเตรียมหลุมขนาดเล็กหรืออาจเอาดินจากที่อื่นมากองให้เป็นโคกให้มีฐานกว้างประมาณ 1.5 เมตร สูงพื้นระดับน้ำสูงสุดขึ้นไปอีก 1 เมตร โดยทั่วไปขนาดของหลุมกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 0.3 x 0.3 x 0.3 เมตร ถึง 1.0 x 1.0 x 1.0 เมตร เวลาขุดหลุมควรจะแยกดินชั้นบนและดินชั้นล่าง นำอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกเก่า ๆ ประมาณ 1 ปู๋ก็ ผสมบนดินที่ขุดขึ้นมา และใส่ร็อคฟอสเฟต หรือกระดูกป่นอีก 100 กรัมคลุกเคล้าดินกับปุ๋ยให้เข้ากันดี จากนั้นนำดินชั้นบนใส่ลงก้นหลุม และดินชั้นล่างขึ้นไว้ข้างบนการเลือกพันธุ์ปลูกพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในปัจจุบันคือพันธุ์อีคอง รองลงมาได้แก่พันธุ์สีชมพู แห้ว และเบี้ยวเขียว การเลือกพันธุ์ที่จะนำไปปลูกนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก จะต้องคัดเลือกกิ่งพันธุ์จากต้นที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอและปราศจากโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคพุ่มไม้กวาด ซึ่งโรคนี้สามารถถ่ายทอดเชื้อไปกับกิ่งพันธุ์ได้ดูปลูกลำไยสามารถปลูกได้ตลอดปีแต่ช่วงที่เหมาะสมคือ ปลายฤดูฝน (กันยายน ถึง ตุลาคม) ซึ่งมีความชื้นในดิน และอากาศพอเหมาะ ลำไยจะเจริญเติบโตดี และไม่ค่อยมีโรคแมลงรบกวนแต่จะต้องให้น้ำบ้าง เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนมักนิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการรดน้ำ แต่ต้องระมัดระวังเรื่องน้ำขังบริเวณหลุมปลูกจึงต้อง หมั่นคอย ดูแลเมื่อมีน้ำขังต้องระบายน้ำออกจากหลุม วิธีการปลูกส่วนใหญ่ปลูกด้วยกิ่งตอนซึ่งจะชำในชะลอมไม้ไผ่สาน ทางภาคเหนือ เรียกว่า เปาะ การปลูกจะขุดตรงกลางหลุมที่เตรียมไว้ลึกประมาณ 1 ช่วงจอบ ใส่ปุ๋ราคาดานรองก้นหลุมประมาณ ครึ่งช้อนแกงก้นปลวกและแมลง ในดิน แล้ววางกิ่งพันธุ์ลงทั้ง เปาะ หรือถ้าเป็นถุงพลาสติกดำ ให้กรีดพลาสติกดำออกก่อนปลูกกลบดินให้แน่นปักหลักกันลมโยก

2.12 การดูแลรักษา

ก. การดูแลรักษาต้นลำไยในระยะที่ยังไม่ให้ผล

1. การทำร่ม

ในแหล่งปลูกลำไยที่มีน้ำไม่เพียงพอ และมีลมพัดแรงตลอดเวลา ควรทำร่มเงาให้กับต้นลำไยที่ปลูกใหม่ โดยนำฟางข้าวหรือหญ้าคามาสานเป็นแผง แล้วนำไปบังร่มให้กับต้นลำไย หรือใช้ทางมะพร้าววางแสงก็ได้ เมื่อต้นตั้งตัวได้ดีค่อยนำเอาที่บังร่มออก

2. การให้น้ำลำไย

การให้น้ำแก่สวนผลไม้ต่าง ๆ รวมทั้งลำไย ที่ชาวสวนทำกันอยู่แบ่งออกได้กว้าง ๆ 3 วิธีคือ

1). วิธีให้น้ำทางผิวดิน 2). วิธีให้น้ำโดยสปริงเกอร์ และ 3). วิธีให้น้ำโดยน้ำหยด จะเป็นวิธีใดก็ตามต่างมีเป้าหมายเหมือนกันคือ ต้องให้น้ำซึมลงเปียกดิน ในทรงพุ่มที่มีความลึก 40 เซนติเมตรขึ้นไป เพราะรากลำไยส่วนใหญ่แพร่กระจายอยู่ในดินที่ความลึกระดับนี้

1. การให้น้ำแก่ลำไยในช่วงต้นเล็กในระยะ 1-2 ปีแรก

การให้น้ำแก่ต้นลำไยปลูกใหม่ในระยะ 2 ปีแรกเกษตรกรจะให้วิธีใดก็ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ แหล่งน้ำและทุนทรัพย์ที่จะลงทุน ตั้งแต่การหาบรด ใช้ปั้มน้ำและท่อวางหรือจะวางระบบสปริงเกอร์เล็กหรือน้ำหยด ถ้าจะวางระบบสปริงเกอร์หรือน้ำหยดก็ต้องพิจารณาวางระบบเผื่ออนาคตที่ลำไยจะโตขึ้นด้วยด้วย โดยทั่วไปแล้วปริมาณน้ำที่ต้องรดให้แก่ต้นไม้ที่ปลูกในปีแรกและปีที่ 2 ประมาณ 20 ลิตรและ 60 ลิตรต่อระยะ 4-5 วัน (รดให้ดินเปียกน้ำกว้าง 0.5 และ 1.0 เมตร)

2.13 การให้น้ำแก่ลำไยอายุปีขึ้นไป

2.13.1 วิธีการให้น้ำทางผิวดิน

กรณีที่สวนอยู่ในที่ลุ่ม มีลำเหมืองผ่านสวนการให้น้ำโดยทางผิวดินเป็นการให้น้ำที่ให้ครั้งหนึ่งเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ดินมีความลึกอย่างน้อย 50 เซนติเมตร อุ้มน้ำไว้ให้มากที่สุด ให้พืชค่อยๆ ใช้ได้หลายวันปริมาณที่ต้องให้น้ำครั้งหนึ่ง ๆ จึงขึ้นอยู่กับขนาดทรงพุ่มและน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ของดินลึก 50 เซนติเมตร น้ำที่พืชในประโยชน์ของดินแตกต่างกันไปตามความหยาบละเอียดของดิน โดยทั่วไปแล้วปริมาณน้ำเป็นความลึกของน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ ๆ ได้ที่เนื้อดินต่างๆ อุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ในความลึก 50 เซนติเมตรต่อการให้น้ำหนึ่งครั้งแดงในตาราง ตารางแสดงความลึกของน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ที่ดินอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ได้มากที่สุดในความลึกดิน 50 เซนติเมตรต่อการให้น้ำหนึ่งครั้ง (เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความลึกของน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ที่ดินอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ได้มากที่สุดในความลึกดิน 50 เซนติเมตร ต่อการให้น้ำ 1 ครั้ง (เซนติเมตร)

เนื้อดิน	ความลึกเฉลี่ยของน้ำที่ดิน 50 เซนติเมตรอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้
ร่วนทราย	4.0 เซนติเมตร
ร่วน	6.0 เซนติเมตร
ร่วนเหนียวและเหนียว	6.5 เซนติเมตร
ดินเหนียวและดินร่วนสีแสดในที่ดอน	5.0 เซนติเมตร

* ความลึกของน้ำนี้คำนวณจาก 50 เปอร์เซ็นต์ ของความชื้นที่เป็นประโยชน์และเพื่อน้ำไว้อีก 30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

การให้น้ำทางผิวดินที่ง่ายที่สุดคือ การให้น้ำเข้าท่วมพื้นที่ทั้งสวนให้ได้น้ำลึกเท่ากับความสูงที่ต้องการของเนื้อดินต่างๆตามตาราง การที่จะกระทำเช่นนี้ได้พื้นที่สวนต้องราบเรียบเสมอกันทั้งสวน ถ้าสวนไม่ราบเรียบเสมอกันทั้งสวนให้ทำคันดินรอบทรงพุ่มของต้นลำไยแต่ละต้นแล้วให้น้ำเข้าข้างในคันให้ได้ความสูงตามต้องการของเนื้อดินต่างๆ

ถ้าในในเหมืองอยู่ต่ำกว่าสวนเกษตรกรก็ต้องสูบน้ำ กรณีเช่นนี้ยังมีความจำเป็นต้องทำคันดินรอบทรงพุ่มเพราะจะทำให้ประหยัดน้ำได้มากกว่าสูบน้ำใส่ทั้งสวน

ก็วันจึงให้น้ำครั้งหนึ่ง เมื่อให้น้ำครั้งหนึ่งโดยวิธีทางผิวดินดินในความลึก 30 เซนติเมตร จะอุ้มน้ำไว้ให้พืชค่อยๆใช้ได้หลายวัน จึงต้องให้น้ำครั้งใหม่ จะต้องให้น้ำครั้งใหม่ภายในกี่วันขึ้นอยู่กับฤดูกาลและเนื้อดินที่อุ้มน้ำไว้ได้มากน้อยไม่เท่ากัน ในฤดูร้อนที่กลางวันยาวอากาศร้อน พืชย่อมดูดกินน้ำจากดินและคายน้ำมากกว่าในฤดูหนาวที่กลางวันสั้นและอากาศเย็น กับดินที่อุ้มน้ำไว้ได้น้อย เช่น ดินร่วนปนทรายย่อมต้องให้น้ำถี่กว่าดินที่อุ้มน้ำไว้ได้มากเช่น ดินเหนียว ประมาณว่าสวนลำไยในจังหวัดเชียงใหม่-ลำพูนมีรอบการให้น้ำสำหรับเดือนต่างๆและดินเนื้อต่างๆ ดังตาราง

ตารางที่ 2.2 รอบการให้น้ำสำหรับสวนลำไยในเดือนต่าง ๆ และดินเนื้อต่าง ๆ

รอบการให้น้ำในดินเนื้อต่างๆ				
เดือน	ร่วนทราย	ร่วน	ร่วนเหนียวและ ดินเหนียว	ร่วนและเหนียว สีแดงในที่ดอน
มกราคม	9	12	12	12
กุมภาพันธ์	7	9	15	8
มีนาคม	6	8	9	7
เมษายน	5	7	8	6
พฤษภาคม	6	8	9	7
มิถุนายน	7	9	13	10
กรกฎาคม- ตุลาคม	ไม่ต้องให้น้ำในฤดูฝน			
พฤศจิกายน	10	13	15	12
ธันวาคม	10	15	17	13

2.13.2 การให้น้ำโดยท่อและสายยาง

สำหรับสวนในที่ดอนต้องใช้น้ำบาดาล และให้น้ำโดยท่อและสายยางถ้าดินเป็นดินร่วนหรือเหนียวที่ซึมน้ำได้ช้าก็อาจทำเช่นเดียวกับที่ถุ่มคือทำคันดินรอบทรงพุ่ม แล้วเอาน้ำขังในคันดินให้สูงตามตาราง ถ้าเป็นดินที่ซึมน้ำได้เร็ว (อาจเป็นดินทราย, ร่วนปนทรายหรือดินเหนียวสีแดง) การให้น้ำทางสายยางลงในคันให้น้ำได้สูง 4-6 เซนติเมตรจะทำให้ต้องใช้น้ำมาเกินความต้องการไปมากและน้ำส่วนใหญ่จะสูญเสยโดยการซึมลึก ในกรณีเช่นนี้เกษตรกรควรจับเวลาและตรวจดูว่าระบบท่อและสายยางของตนนั้นให้น้ำได้ตามที่กะกัสิทธิ์ จากนั้นคำนวณเวลาต้องให้น้ำต้นละกี่นาทีจึงจะให้น้ำเป็นจำนวนลิตร การประหยัดน้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสวนเช่นนี้เพราะต้นทุนค่าสูบน้ำจะแพงกว่าสวนในที่ถุ่มและมีน้ำจำกัด เพื่อให้น้ำที่ให้กระจายซึมลงในดินในทรงพุ่มอย่างสม่ำเสมอเกษตรกรควรปรับดินให้ทรงพุ่มราบเรียบ

ตารางที่ 2.3 ปริมาณน้ำต่อการให้น้ำครั้งหนึ่ง สำหรับดินเนื้อต่าง ๆ และทรงพุ่มขนาดต่าง ๆ (ลิตร)

เนื้อดิน	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (เมตร)						
	2	3	4	5	6	7	8
	ปริมาณน้ำที่ต้องการ (ลิตร)						
ร่วนทราย	110	250	440	690	990	1346	1760
ร่วน	170	370	650	1030	1490	2020	2640
ร่วนเหนียวและ เหนียว	180	400	720	1120	1610	2190	2860
ดินเหนียวและร่วนสี แดงในที่ดอน	140	310	550	860	1240	1680	2200

2.13.3 การให้น้ำโดยสปริงเกอร์และสปริงเกอร์เล็ก

สปริงเกอร์ของต่างประเทศมักมีราคาแพง สปริงเกอร์และสปริงเกอร์เล็ก (มินิสปริงเกอร์) ที่ทำในไทยมีราคาพอซื้อหามาใช้ได้สปริงเกอร์ไทยทำ (เช่น ของเรนดรอป และค่าน้ำหยดเป็นต้น) ให้น้ำได้ชั่วโมงละ 400-1000 ลิตรเป็นพื้นที่วงกลมกว้าง 4-6 เมตร เมื่อใช้ความดันน้ำเหมาะสม คือ ความดันที่ทำให้น้ำกระจายตัวได้กว้างมากที่สุด โดยที่น้ำไม่แตกเป็นละออง ความดันน้ำ 8-12 เมตร

ปัจจุบันมีหัวสปริงเกอร์เล็กและหัวพ่นน้ำ (หัวเจ็ท) ไทยทำที่มีขนาดเล็กกว่าเดิมอีกหลายยี่ห้อ หลายแบบ (เช่น ของอะกรูเป็นต้น) ที่สามารถจ่ายน้ำอัตราต่างๆกัน ตั้งแต่ 50 ถึง 200 ลิตรต่อชั่วโมง ในพื้นที่กว้าง 1-3 เมตร เกษตรกรสามารถเลือกซื้อหัวสปริงเกอร์เล็กและหัวพ่นน้ำ (หัวเจ็ท) มาใช้หรือให้ผู้ขายออกแบบและติดตั้งให้เหมาะสมกับสวนได้ ในการให้น้ำแต่ละครั้งเกษตรกรต้องรู้ว่าเมื่อติดตั้งแล้วโดยเฉลี่ยหัวสปริงเกอร์หรือหัวเจ็ทแต่ละหัวให้น้ำได้นาทีละกี่ลิตร จากนั้นจึงคำนวณเวลาที่ต้องให้น้ำแต่ละครั้งเพื่อให้ได้น้ำตามตาราง

การเลือกหัวสปริงเกอร์ยังต้องคำนึงถึงอัตราการซึมน้ำของดินอีกด้วย โดยต้องเลือกสปริงเกอร์ที่ให้น้ำด้วยอัตราที่ไม่เร็วกว่าที่น้ำจะซึมเข้าไปในดินได้ ไม่เช่นนั้นจะมีน้ำไหลออกนอกทรงพุ่ม เป็นการสูญเสียน้ำ

เนื่องจากการให้น้ำโดยสปริงเกอร์และหัวพ่นน้ำ สามารถทำได้สะดวกเกษตรกรสามารถให้น้ำเป็นราย 3 วัน 5 วัน 7 วันได้โดยง่าย ดังนั้นแทนที่จะให้น้ำแต่ละครั้งมากที่สุดที่ดินในความลึก 40 เซนติเมตรจะอุ้มน้ำไว้ได้ โดยให้เป็นระยะ 5-15 วันต่อครั้งแล้วแต่ฤดูกาลและชนิดดิน เกษตรกรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเลือกให้น้ำทุก5-7วันแล้วแต่เนื้อดินถ้าเป็นดินร่วนปนทรายให้ทุก5วันถ้าเป็นดินเหนียวให้ทุก 7 วันเป็นต้น และให้แต่ละครั้งมากน้อยตามความต้องการรายวันในตารางคูณด้วยจำนวนวัน

2.13.4 การให้น้ำโดยวิธีน้ำหยด

เช่นเดียวกับการให้น้ำทางผิวดิน และให้น้ำโดยสปริงเกอร์การให้น้ำ โดยวิธีน้ำหยดก็มี เป้าหมายเพื่อให้ดินในทรงพุ่มเปียกชื้นประมาณ 5 เซนติเมตร การให้น้ำโดยวิธีน้ำหยดสามารถ ควบคุมให้น้ำเปียกเฉพาะที่ที่ต้องการได้ดีกว่า และมักให้น้ำหยดตลอดเวลา แต่เกษตรกรสามารถ คัดแปลงวิธีการให้เป็นการหยดเป็นระยะทุกวันหรือ2วันก็ได้ ขึ้นอยู่กับอัตราการหยดของน้ำ หัวน้ำ หยดมีหลายแบบ มีอัตราการหยดตั้งแต่ 4 ลิตรถึง 10 ลิตรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำในท่อและ ชนิดของหัวน้ำหยด การจะวางหัวน้ำหยดก็หัวต่อต้นขึ้นอยู่กับอัตราการให้น้ำของหัวน้ำหยด และ ความต้องการน้ำรายวันของทรงพุ่มลำไย ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณน้ำที่ต้นลำไยต้องการเป็นรายวัน

ตารางที่ 2.4 ความต้องการน้ำรายวันของลำไยทรงพุ่มขนาดต่าง ๆ

เดือน	ขนาดทรงพุ่ม (เมตร)					
	3	4	5	6	7	8
	ความต้องการน้ำรายวัน (ลิตร)					
มกราคม	26	46	71	102	139	182
กุมภาพันธ์	36	61	96	138	188	245
มีนาคม	42	74	115	166	226	295
เมษายน	49	86	135	194	264	345
พฤษภาคม	42	74	115	166	226	295
มิถุนายน	34	61	96	138	188	245
กรกฎาคม-ตุลาคม	ไม่ต้องให้น้ำ ยกเว้นฝนทิ้งช่วงยาว					
พฤศจิกายน	26	46	71	102	139	182
ธันวาคม	23	41	64	92	125	163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ตรวจสอบผลการให้น้ำ

เพื่อให้แน่ใจว่าการให้น้ำได้ผลตามเป้าหมายคือดินเปียกชื้นประมาณ 40 เซนติเมตร หรือไม่ จึงควรมีการตรวจสอบว่าดินเปียกชื้นตามต้องการหรือไม่ โดยการเจาะหลุมดู สำหรับการให้น้ำแบบผิวดินและสปริงเกลอร์ การเจาะหลุมดูความชื้นดินต้องทำเมื่อหลังจากให้น้ำครั้งหนึ่งๆ เสร็จแล้ว 24 ชั่วโมงสำหรับดินร่วนและ 72 ชั่วโมงสำหรับดินเหนียว สำหรับการให้น้ำแบบน้ำหยดสามารถเจาะดูได้ตลอดเวลาหลังจากเริ่มให้น้ำไปได้ 72 ชั่วโมง ถ้าพบว่าดินเปียกไม่ถึง 30 เซนติเมตร ก็ต้องให้น้ำเพิ่ม ถ้าพบว่ายังมีน้ำขังและในดินล่างก็ต้องลดการให้น้ำ

ข. การดูแลรักษาต้นไม้ให้ผลผลิตแล้ว

1. การให้น้ำ

ช่วงระยะเวลาที่สำคัญที่ควรให้น้ำกับต้นลำไย ซึ่งลำไยต้องการน้ำมากมี 2 ช่วง ด้วยกันคือ

1.1 ช่วงระยะการเจริญทางกิ่งใบ

ส่วนใหญ่จะอยู่ในฤดูฝนโดยตลอด การให้น้ำจึงไม่ค่อยมีความจำเป็น เพราะมีน้ำฝนจากธรรมชาติช่วย แต่ถ้าฝนทิ้งช่วงจะต้องมีการให้น้ำเพื่อไม่ให้เกิดการเจริญ-เติบโตหยุดชะงัก

1.2 ช่วงระยะการออกดอกติดผล

ระยะนี้จะตรงกับหน้าแล้งทั้งความชื้นในดินและในอากาศจะต่ำ การให้น้ำจะเริ่มเมื่อลำไยแทงช่อดอกออกมาประมาณ 3-4 นิ้ว โดยให้น้ำครั้งแรกให้แต่เพียงเล็กน้อยครั้งต่อไปจึงให้น้ำปริมาณมากขึ้น และต้องทำติดต่อกันโดยตลอดปริมาณน้ำที่ให้และช่วงระยะเวลาต้องเหมาะสม โดยสังเกตว่าดินมีความชื้นอย่างสม่ำเสมอ หยุดให้น้ำเมื่อมีฝนตก ถ้าฝนทิ้งช่วงถึงให้น้ำใหม่อีก ก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 2 สัปดาห์ ควรงดการให้น้ำเพื่อให้ลำไยมีคุณภาพของผลดี

1.3 วิธีการให้น้ำ

แบบใช้สายยางรด เป็นการให้น้ำที่ลงทุนต่ำแต่ต้องมีแหล่งน้ำเพียงพอ แบบข้อเหวี่ยงขนาดเล็ก เป็นการให้น้ำในกรณีมีแหล่งน้ำจำกัด ต้นทุนสูงกว่าแบบแรก แบบน้ำหยด เหมาะสำหรับที่มีแหล่งน้ำจำกัดมาก ใช้ต้นทุนสูง 1.4 ปริมาณน้ำช่วงฤดูแล้งหลังออกดอก เริ่มให้น้ำเมื่อลำไยมีดอกบานปฏิบัติดังนี้ - สัปดาห์แรก ฉีดน้ำพรมที่กิ่งและโคนต้นเล็กน้อยเพื่อให้ลำไยค่อยๆปรับตัว

- สัปดาห์ที่สอง เริ่มให้น้ำเต็มที่ สำหรับต้นลำไยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 7 เมตร ให้น้ำปริมาณครั้งละ 200 – 300 ลิตร ต่อต้น สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 การทดสอบครั้งที่ 1

3.1.1 การทดสอบหาค่าสัดส่วนของน้ำ และสัดส่วนของเนื้อไม้ส่วนกระพี้

จุดประสงค์

1. เพื่อหาค่าสัดส่วนของน้ำส่วนกระพี้ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณในโปรแกรม
2. เพื่อหาค่าสัดส่วนของเนื้อไม้ส่วนกระพี้ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณในโปรแกรม
3. เพื่อหาความหนาของชั้นเนื้อไม้ และแก่นไม้

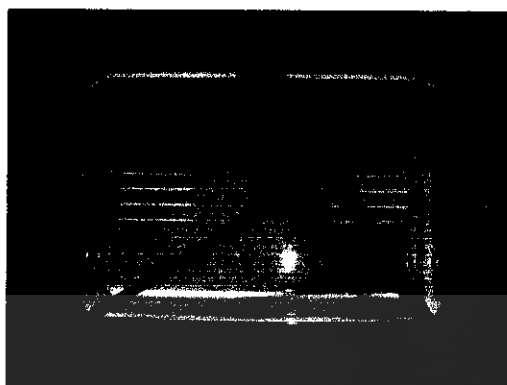
อุปกรณ์การทดสอบ

1. ตัวอย่างเนื้อไม้สด ได้แก่ มะม่วง และลำไย อย่างละ 3 ต้น
2. ทรายแห้งแบบ DIGITAL
3. บีกเกอร์ตวง, ด้ือบ
4. ไม้บรรทัด
5. สว่านเจาะชั้นเนื้อไม้
6. หลอดกาแฟ และไฟแช็ค

วิธีการทดสอบ

1. ทำการเจาะเอาชิ้นส่วนของต้นไม้ตัวอย่าง โดยใช้สว่านเจาะชั้นเนื้อไม้
2. นำเนื้อไม้ที่ได้บรรจุในหลอดกาแฟเพื่อรักษาความชื้น ก่อนนำไปทดลอง
3. ทำการชั่งน้ำหนักของเนื้อไม้ตัวอย่าง ด้วยทรายแห้งแบบ DIGITAL
4. นำเนื้อไม้ตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักในน้ำ ด้วยทรายแห้งแบบ DIGITAL
5. นำเนื้อไม้ตัวอย่างเข้าด้ือบ อบด้วยอุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
6. ทำการเก็บตัวอย่างนำมาคำนวณค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ส่วนเจาะชั้นเนื้อไม้



ภาพที่ 3.2 การเจาะชั้นของเนื้อไม้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างเนื้อไม้ที่ถูกเจาะ



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างเนื้อไม้บรรจุในหลอดเพื่อรักษาความชื้น

คำนวณหาค่า สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (V_n)

$$V_n = (W_r - W_d) / W_i$$

คำนวณหาค่า สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (V_w)

$$V_w = W_d / (1.53 * W_i)$$

โดย V_n = สัดส่วนปริมาตรของน้ำ

V_w = สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้

W_r = น้ำหนักเนื้อไม้ก่อนอบ (g)

W_d = น้ำหนักเนื้อไม้หลังอบ (g)

W_i = น้ำหนักเนื้อไม้สดที่ชั่งในน้ำ (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การทดสอบหาค่าพื้นที่ต่อลำเลียงของต้นไม้ทดสอบ

จุดประสงค์

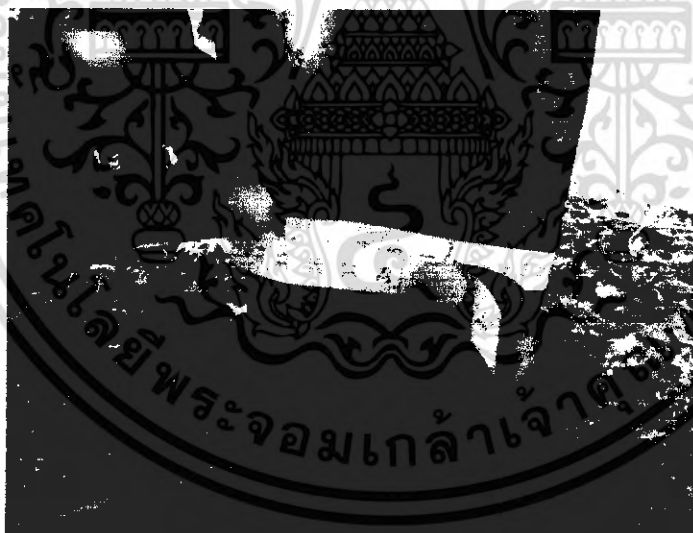
1. เพื่อหาค่าพื้นที่หน้าตัดของเนื้อไม้ส่วนกระพี้พีชที่ใช้ทดลอง ไปคำนวณในโปรแกรม
2. เพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิงในหน่วยของ (ลูกบาศก์ต่อเวลา)

อุปกรณ์การทดสอบ

1. ไซควงปากแบน
2. สายวัด, คัลลิเปอร์
3. ต้นพีชทดลอง ได้แก่ มะม่วง และลำไย อย่างละ 3 ต้น

วิธีการทดสอบ

1. ใช้ไซควงเจาะเนื้อไม้เพื่อหาความหนาของเปลือกไม้
2. วัดเส้นรอบวงของต้นพีชแต่ละต้น แล้วคำนวณหาขนาดพื้นที่ของเนื้อไม้ส่วนกระพี้
3. คำนวณหาระยะของต้นพีชแต่ละต้น แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณใน โปรแกรม



ภาพที่ 3.5 วัดขนาดของลำต้น

3.1.3 การวัดความกว้างทรงพุ่มของไม้ผล

จุดประสงค์

1. เพื่อหาขนาดทรงพุ่มของไม้ผลที่ทำการทดสอบ
2. เพื่อนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดทรงพุ่มไปคำนวณหาค่าอัตราการใช้น้ำจากงานวิจัย

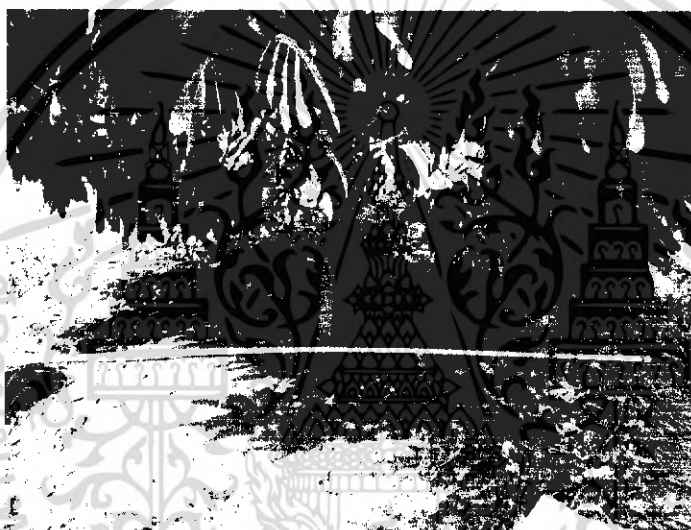
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การทดลอง

1. ต้นพืชทดลอง ได้แก่ มะม่วง และลำไย ชนิดละ 3 ต้น
2. สายวัด, ตลับเมตร

วิธีการทดสอบ

1. ใช้สายวัดหรือตลับเมตรวัดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของไม้ผลที่ใช้ทำการทดสอบ
2. บันทึกผลที่ได้จากการทดสอบแล้วนำมาคำนวณหาอัตราการใช้น้ำจากงานวิจัย



ภาพที่ 3.6 วัดขนาดทรงพุ่ม

3.1.4 การติดตั้งและใช้งาน

อุปกรณ์การติดตั้ง

1. เครื่องวัดอัตราการไหล (Greenspan)
2. สว่านแบตเตอรี่
3. เหล็กนำเจาะ (ใช้นำเจาะดอกสว่าน)
4. แบตเตอรี่ 12 V
5. ไม้บรรทัด
6. คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการติดตั้ง

1. ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวดอกสว่าน เพื่อกำหนดความลึกของรูเจาะ
2. ใช้เหล็กนำเจาะติดที่บริเวณลำต้นที่ต้องการติดตั้ง
3. เจาะรูโดยผ่านเหล็กนำร่องที่ความลึกตามที่กำหนดไว้
4. เสียบหัววัดเข้าไปในลำต้นที่ความลึกที่กำหนดไว้
5. ทำการติดตั้งหัววัดชุดที่ 2 ตามลักษณะของหัววัดชุดแรก
6. ป้อนข้อมูลที่ต้องการตามโปรแกรมของเครื่อง



ภาพที่ 3.7 การติดตั้งเหล็กนำเจาะ



ภาพที่ 3.8 การเจาะลำต้นโดยใช้สว่าน



ภาพที่ 3.9 การติดตั้งหัววัดทั้ง 2 หัว



ภาพที่ 3.10 ป้อนข้อมูลเบื้องต้นโดยผ่านคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 เก็บข้อมูลจาก Data logger

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำข้อมูลที่ถูกบันทึกมาคำนวณในโปรแกรมการคำนวณ (sapcal.EXE)
2. เพื่อนำผลข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้

คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่

วิธีการ Load ข้อมูล

ทำการ Load ข้อมูลจาก Data logger โดยใช้โปรแกรมโหลดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องที่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาคำนวณใน โปรแกรม(sapcal.EXE)



ภาพที่ 3.12 มะม่วงที่ใช้ทดสอบคันที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

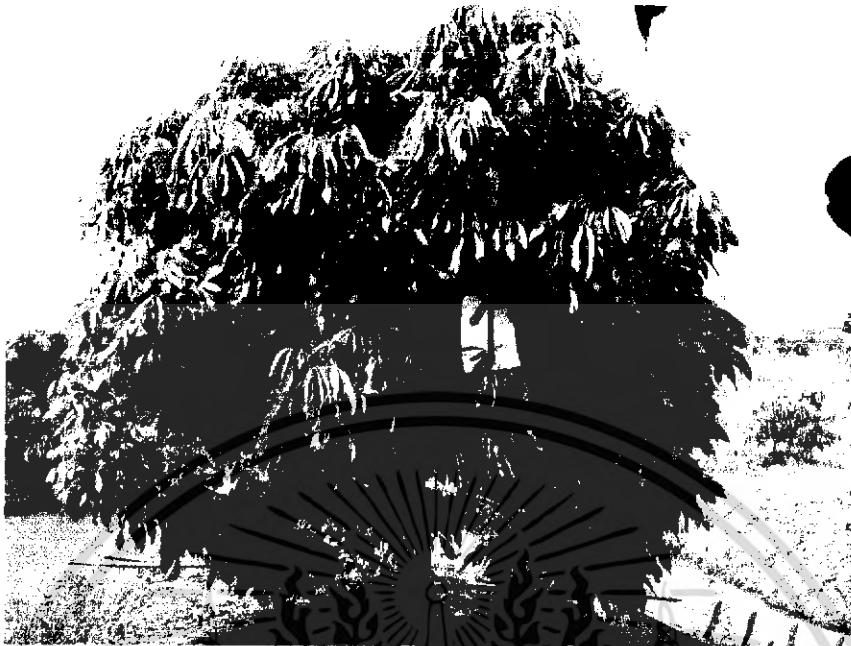


ภาพที่ 3.13 มะม่วงที่ใช้ทดสอบต้นที่ 2



ภาพที่ 3.14 มะม่วงที่ใช้ทดสอบต้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 1



ภาพที่ 3.16 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 ลำไยที่ใช้ทดสอบคันที่ 3

3.2 การทดสอบครั้งที่ 2

การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลการใช้น้ำของไม้ผลชนิดลำไยในพื้นที่แปลงปลูก ซึ่งจะเก็บข้อมูล ต้นต่อพื้นที่ โดยจะใช้พื้นที่ที่มีต้นลำไย 30 ต้นและทำการสุ่มหาตัวแทนต้นทดสอบจำนวน 8 ต้นในพื้นที่ปลูก 30 ต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบการใช้น้ำของต้นลำไยแต่ละต้นกับวิธีการคำนวณและงานวิจัย

3.2.1 การสุ่มหาตัวแทนต้นทดสอบ

การสุ่มหาตัวแทนต้นทดสอบจำนวน 8 ต้นจะใช้พื้นที่สี่เหลี่ยมที่มีจำนวนต้นลำไย 30 ต้น โดยใช้วิธีการจับสลากเพื่อหาตัวแทนต้นทดสอบ

จากการสุ่มหาตัวแทนต้นทดลองจำนวน 8 ต้นได้ต้นทดสอบดังนี้

ตัวแทนลำไยคันที่ 1 หมายเลข 2	ตัวแทนลำไยคันที่ 2 หมายเลข 22
ตัวแทนลำไยคันที่ 3 หมายเลข 9	ตัวแทนลำไยคันที่ 4 หมายเลข 1
ตัวแทนลำไยคันที่ 5 หมายเลข 28	ตัวแทนลำไยคันที่ 6 หมายเลข 18
ตัวแทนลำไยคันที่ 7 หมายเลข 3	ตัวแทนลำไยคันที่ 8 หมายเลข 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

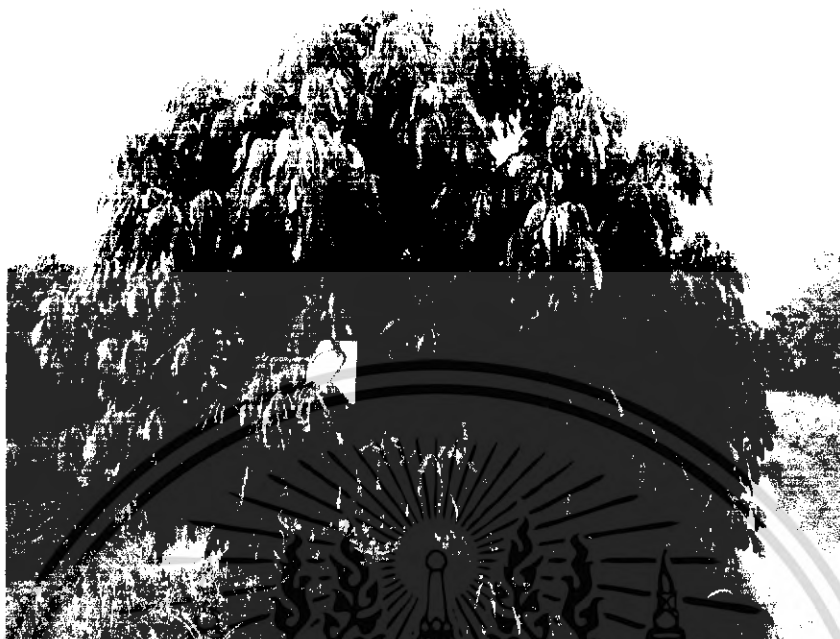
	2		4	5
	7			10
6	12	8	14	15
11	17	13	19	25
16	22		24	
21	27	23	29	30
26				

ภาพที่ 3.18 ต้นลำไยที่เป็นตัวแทนที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 3.18 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

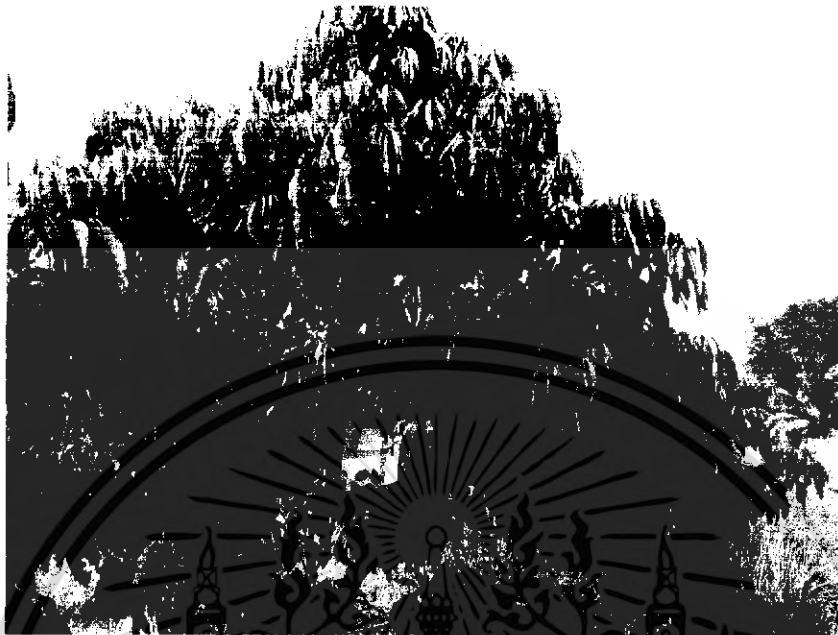


ภาพที่ 3.19 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 2



ภาพที่ 3.20 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

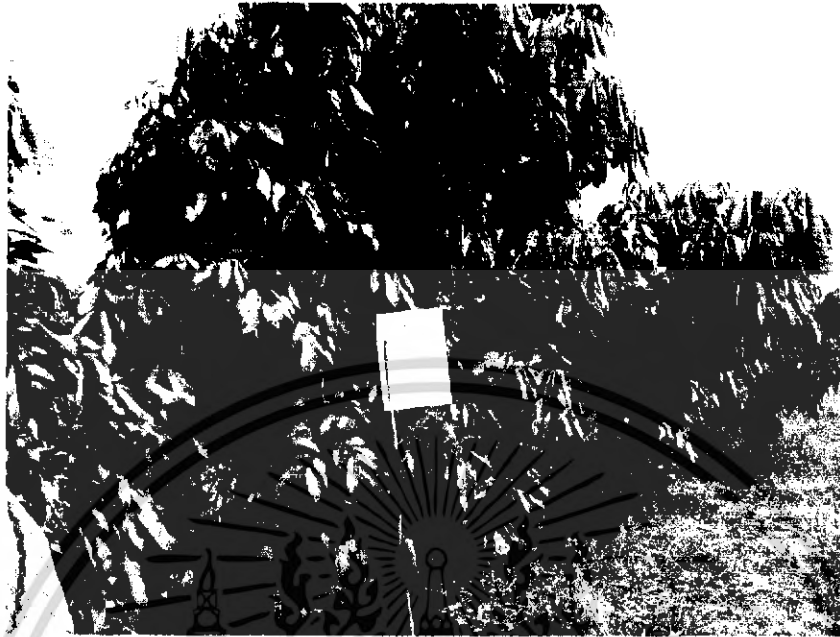


ภาพที่ 3.21 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 4



ภาพที่ 3.22 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.23 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 6



ภาพที่ 3.24 ลำไยที่ใช้ทดสอบต้นที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.25 ลำไยที่ไร้ทดสอบต้นที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1

4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้

ในการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำ และสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้พบว่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำมีค่าใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปใช้คำนวณหาอัตราการใช้ของน้ำในต้นพืชได้ โดยนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณในโปรแกรม sapcal

ตารางที่ 4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้
เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ชนิดไม้ผล	น้ำหนักเนื้อไม้ก่อนอบ (g)	น้ำหนักเนื้อไม้สดที่ชั่งในน้ำ (g)	น้ำหนักเนื้อไม้หลังอบ (g)	สัดส่วนปริมาตรของน้ำ	สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้
มะม่วง 1	0.82	0.54	0.46	0.67	0.56
มะม่วง 2	0.75	0.49	0.42	0.67	0.56
มะม่วง 3	0.94	0.61	0.59	0.57	0.63
ลำไย 1	0.62	0.41	0.38	0.59	0.61
ลำไย 2	1.07	0.70	0.63	0.62	0.59
ลำไย 3	0.87	0.67	0.49	0.57	0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบหาพื้นที่ท่อลำเลียงของไม้ผล

จากการทดสอบหาพื้นที่ท่อลำเลียงไม้ผลชนิดมะม่วงจะมีความหนาแน่นมาก เนื่องจากมะม่วงที่ใช้ทดสอบมีอายุมาก ความหนาของเปลือกและความหนาของแก่นมากเช่นกัน ส่วนไม้ผลชนิดลำไยที่ใช้ในการทดสอบมีอายุประมาณ 3-4 ปี เปลือกไม้จะบาง เมื่อได้ค่าจากการทดสอบนำไปใส่ในโปรแกรมของเครื่องวัดอัตราการไหล (sapflow) เพื่อทำการหาค่าอัตราการใช้น้ำของไม้ผลแต่ละชนิด

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่าผลการทดสอบหาพื้นที่ท่อลำเลียงของไม้ผล

เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ชนิด ไม้ผล	ความหนา เปลือก (mm)	เส้นรอบวง (mm)	รัศมีรวม (mm)	รัศมีเนื้อไม้ (mm)	รัศมีแก่น (mm)	พื้นที่ท่อลำเลียง (mm ²)
มะม่วง 1	19	1230	196	177	85	75724.94
มะม่วง 2	13	1140	181	168	84	66712.47
มะม่วง 3	6	860	136	130	60	42438.64
ลำไย 1	3	325	51	48	1	7247.15
ลำไย 2	3	285	45	42	1	5538.62
ลำไย 3	4	260	41	37	1	4367.72

4.1.3 ตารางบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างไม้ผล ครั้งที่ 1

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ มะม่วงคันที่ 1

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 11:17 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	19	19	19
รัศมีแก่นไม้ (mm)	85	85	85
รัศมีกระพี้ (mm)	177	177	177
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.67	0.67	0.67
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.56	0.56	0.56
ความลึกหัวใจ (mm)	44	42	43
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ มะม่วงคันที่ 2

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 11:16 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	13	13	13
รัศมีแก่นไม้ (mm)	84	84	84
รัศมีกระพี้ (mm)	168	168	168
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.67	0.67	0.67
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.56	0.56	0.56
ความลึกหัวใจ (mm)	39	41	40
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ มะม่วงต้นที่ 3

วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 9:25 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	6	6	6
รัศมีแกนไม้ (mm)	60	60	60
รัศมีกระพี้ (mm)	137	137	137
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.57	0.57	0.57
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.63	0.63	0.63
ความลึกหัวใจ (mm)	31	33	32
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 1

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 11:45 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	3	3	3
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	32	32	32
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.59	0.59	0.59
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.61	0.61	0.61
ความลึกหัวใจ (mm)	30	32	31
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 2

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 14:02 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	3	3	3
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	42	42	42
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.62	0.62	0.62
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.59	0.59	0.59
ความลึกหัวใจ (mm)	28	30	29
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 3

วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2549

เวลา 10:42 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	60	60
รัศมีกระพี้ (mm)	41	137	137
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.57	0.57	0.57
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.56	0.56	0.56
ความลึกหัวใจ (mm)	29	31	30
ระยะห่างระหว่างเส้นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ตารางบันทึกอุณหภูมิและความชื้นดิน

มะม่วงต้นที่ 1

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
2-ก.พ.-49	8:00	24	12.0
	12:00	35	13.0
	17:00	33	12.0
3-ก.พ.-49	8:00	25	16.0
	12:00	36	10.0
	17:00	34	10.0
4-ก.พ.-49	8:00	24	12.0
	12:00	34	10.0
	17:00	34	10.0

มะม่วงต้นที่ 2

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
5-ก.พ.-49	8:00	25	10.0
	12:00	35	10.0
	17:00	33	10.0
6-ก.พ.-49	8:00	27	10.0
	12:00	37	10.0
	17:00	32	10.0
7-ก.พ.-49	8:00	25	10.0
	12:00	37	10.0
	17:00	33	10.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะม่วงต้นที่ 3

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
	8:00	25	10.0
8-ก.พ.-49	12:00	36	10.0
	17:00	31	10.0
9-ก.พ.-49	8:00	27	10.0
	12:00	36	10.0
	17:00	33	10.0
10-ก.พ.-49	8:00	24	10.0
	12:00	37	10.0
	17:00	32	10.0

ลำไยต้นที่ 1

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
	8:00	24	36.0
2-ก.พ.-49	12:00	35	36.0
	17:00	33	32.0
3-ก.พ.-49	8:00	25	34.0
	12:00	36	34.0
	17:00	34	26.0
4-ก.พ.-49	8:00	24	31.0
	12:00	34	32.0
	17:00	34	28.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไยต้นที่ 2

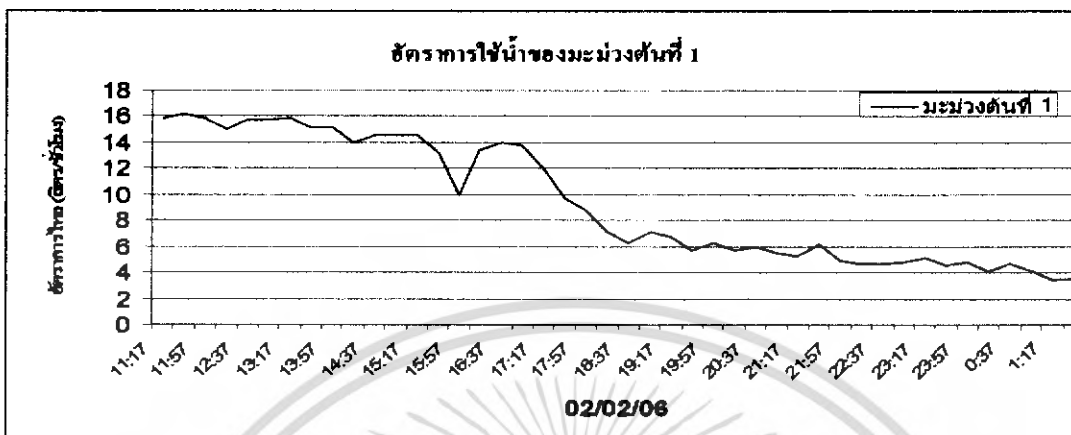
วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
5-ก.พ.-49	8:00	25	48.0
	12:00	35	45.0
	17:00	33	33.0
6-ก.พ.-49	8:00	27	58.0
	12:00	37	40.0
	17:00	32	28.0
7-ก.พ.-49	8:00	25	42.0
	12:00	37	36.0
	17:00	32	30.0

ลำไยต้นที่ 3

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
8-ก.พ.-49	8:00	26	33.0
	12:00	36	40.0
	17:00	31	36.0
9-ก.พ.-49	8:00	24	44.0
	12:00	37	28.0
	17:00	32	32.0
10-ก.พ.-49	8:00	24	20.0
	12:00	35	41.0
	17:00	32	30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

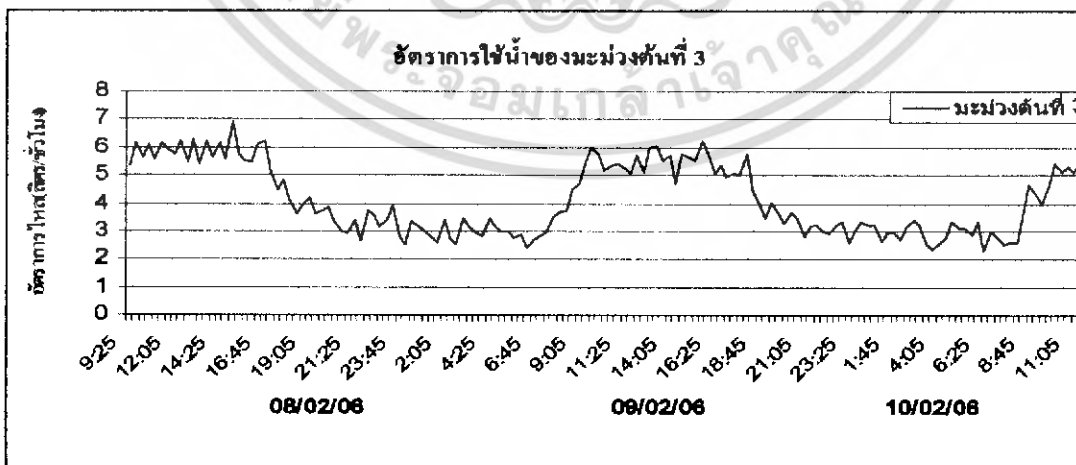
ภาพที่ 4.1 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงต้นที่ 1



ภาพที่ 4.2 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงต้นที่ 2

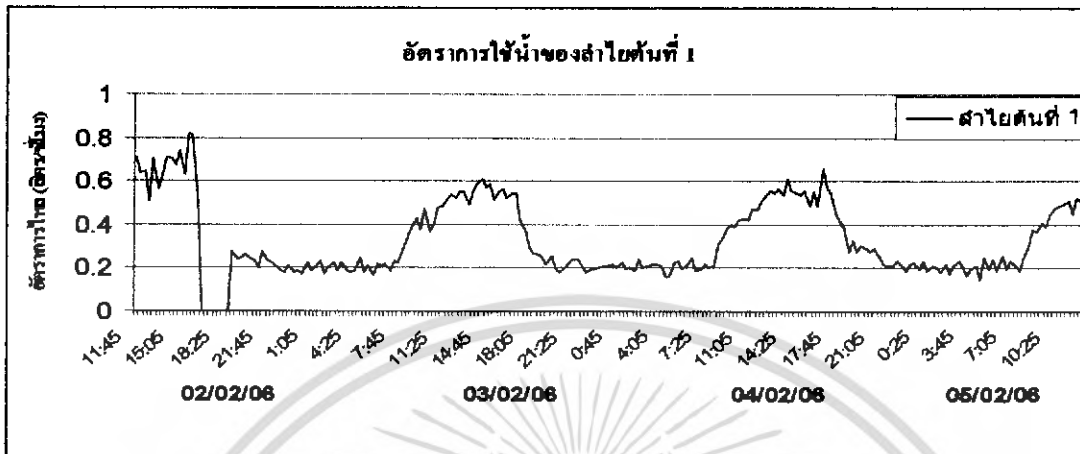


ภาพที่ 4.3 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของมะม่วงต้นที่ 3

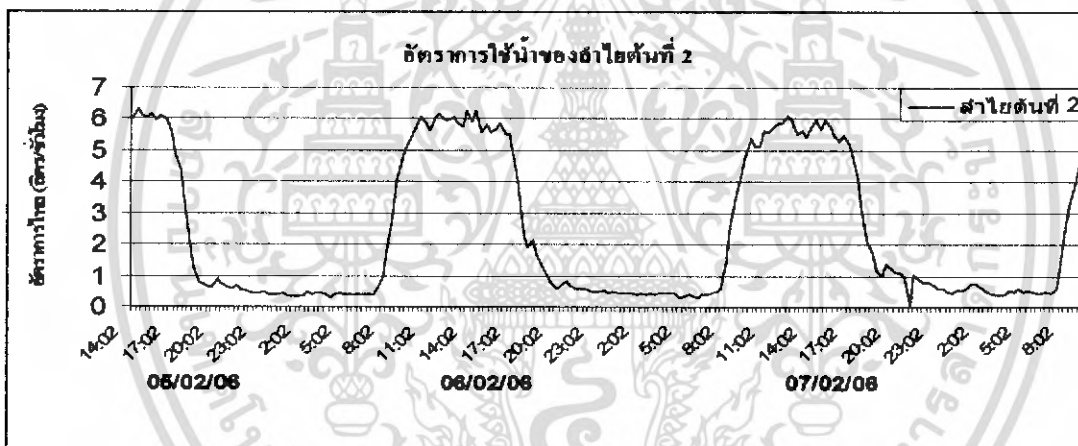


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

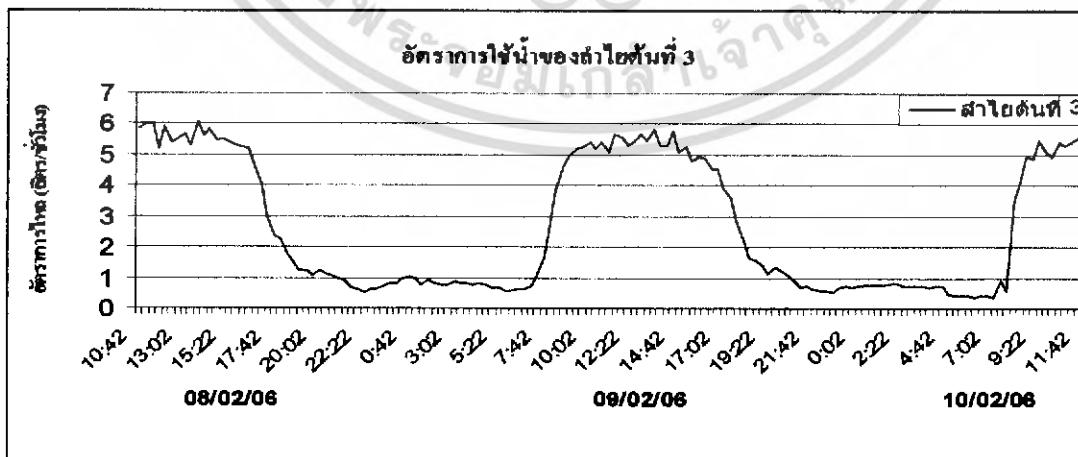
ภาพที่ 4.4 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 1



ภาพที่ 4.5 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 2



ภาพที่ 4.6 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2

4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้

ในการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำ และสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ พบว่าน้ำหนักของเนื้อไม้หลังอบลดลงจากน้ำหนักเนื้อไม้ก่อนอบโดยเฉลี่ย 0.3 กรัม และสัดส่วนปริมาตรของน้ำมีค่าใกล้เคียงกับค่าสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปใช้คำนวณอัตราการใช้ค่าน้ำในต้นพืชได้ โดยนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณในโปรแกรม sapcal

ตารางที่ 4.2.1 ผลการทดสอบหาค่าสัดส่วนปริมาตรของน้ำและสัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้

เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ชนิดพืช	น้ำหนักเนื้อไม้ก่อนอบ (g)	น้ำหนักเนื้อไม้สดที่ชั่งในน้ำ (g)	น้ำหนักเนื้อไม้หลังอบ (g)	สัดส่วนปริมาตรของน้ำ	สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้
ลำไย 1	0.888	0.882	0.523	0.414	0.387
ลำไย 2	0.641	0.638	0.409	0.364	0.419
ลำไย 3	0.565	0.560	0.353	0.378	0.412
ลำไย 4	0.533	0.531	0.357	0.332	0.439
ลำไย 5	0.606	0.603	0.370	0.391	0.401
ลำไย 6	0.533	0.530	0.336	0.372	0.414
ลำไย 7	0.627	0.624	0.356	0.434	0.372
ลำไย 8	0.584	0.581	0.339	0.421	0.381

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดสอบหาพื้นที่ท่อลำเลียงของไม้ผล

จากผลการทดลองหาพื้นที่ท่อลำเลียงของไม้ผล ความหนาเปลือกของต้นลำไยทั้ง 8 ต้น มีค่าประมาณ 4-5 มิลลิเมตร เนื่องจากต้นลำไยมีอายุประมาณ 3-4 ปี และลำต้นมีขนาดไม่ต่างกันมากนักดังตารางที่ 4.2.2 นำค่าที่ได้จากการทดสอบไปคำนวณในโปรแกรมของเครื่องวัดอัตราการไหล (sapflow) เพื่อทำการหาค่าอัตราการใช้น้ำของไม้ผล

ตารางที่ 4.2.2 แสดงค่าพื้นที่ท่อลำเลียงของต้นพืช เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ชนิด	ความหนาเปลือก (mm)	เส้นรอบวง (mm)	รัศมีรวม (mm)	รัศมีเนื้อไม้ (mm)	รัศมีแก่น (mm)	พื้นที่ท่อลำเลียง (mm ²)
ลำไย 1	5	330	52	48	1	7241.12
ลำไย 2	4	270	43	39	1	4775.22
ลำไย 3	5	260	41	36	1	4159.34
ลำไย 4	4	210	33	29	1	2716.02
ลำไย 5	4	230	36	32	1	3335.61
ลำไย 6	4	245	38	34	1	3843.11
ลำไย 7	4	260	41	37	1	4386.49
ลำไย 8	5	250	39	34	1	3797.08

4.2.3 ตารางบันทึกข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างไม้ผล ครั้งที่ 2

สถานที่ อ. หนองเสือ จ. ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 1

วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:28 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4.5	4.5	4.5
รัศมีแก่นไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	48	48	48
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.41	0.41	0.41
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.39	0.39	0.39
ความลึกหัววัด (mm)	30	32	31
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ. หนองเสือ จ. ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 2

วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:28 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแก่นไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	39	39	39
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.36	0.36	0.36
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.42	0.42	0.42
ความลึกหัววัด (mm)	28	30	29
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 3

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:33 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	5	5	5
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	36	36	36
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.38	0.38	0.38
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.41	0.41	0.41
ความลึกหัววัด (mm)	30	32	31
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 4

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:33 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	60	60
รัศมีกระพี้ (mm)	41	137	137
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.57	0.57	0.57
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.56	0.56	0.56
ความลึกหัววัด (mm)	29	31	30
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยคันที่ 5

วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:02 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	33	33	33
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.39	0.39	0.39
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.4	0.4	0.4
ความลึกหัววัด (mm)	29	31	30
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยคันที่ 6

วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:02 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	35	35	35
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.37	0.37	0.37
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.41	0.41	0.41
ความลึกหัววัด (mm)	30	32	31
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 7

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:53 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	4	4	4
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	38	38	38
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.43	0.43	0.43
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.37	0.37	0.37
ความลึกหัววัด (mm)	29	31	30
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

ชื่อ ลำไยต้นที่ 8

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 18:53 น.

	Probeset 1	Probeset 2	Mean
ความหนาเปลือก (mm)	5	5	5
รัศมีแกนไม้ (mm)	1	1	1
รัศมีกระพี้ (mm)	35	35	35
สัดส่วนปริมาตรของเนื้อไม้ (Vh)	0.42	0.42	0.42
สัดส่วนปริมาตรของน้ำ (Vw)	0.38	0.38	0.38
ความลึกหัววัด (mm)	30	32	31
ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ (mm)	5	5	5
ขนาดรูเจาะ (mm)	2.2	2.2	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ตารางบันทึกอุณหภูมิและความชื้นดิน

ถ้ำไยตันที่ 1

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
17-ก.พ.-49	17:30	30	70.0
18-ก.พ.-49	7:55	25	32.5
	12:00	25	40.0
	18:10	29	55.0
19-ก.พ.-49	7:08	25	40.0
	12:05	33	62.5
	18:00	30	17.5
20-ก.พ.-49	7:00	25	35.0
	12:12	33	67.5
	16:30	31	67.5

ถ้ำไยตันที่ 2

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
17-ก.พ.-49	17:30	31	65.0
18-ก.พ.-49	7:55	25	30.0
	12:00	35	47.5
	18:12	29	42.5
19-ก.พ.-49	7:08	25	45.0
	12:05	33	35.0
	18:00	30	40.0
20-ก.พ.-49	7:00	25	42.5
	12:12	33	80.0
	16:30	33	60.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ำไยต้นที่ 3

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
20-ก.พ.-49	17:33	30	80.0
21-ก.พ.-49	7:00	25	65.0
	12:10	34	72.5
	18:00	30	70.0
22-ก.พ.-49	7:06	25	62.5
	12:05	37	55.0
	18:15	30	42.5
23-ก.พ.-49	7:13	25	37.5
	12:10	35	27.5
	17:10	36	22.5

ถ้ำไยต้นที่ 4

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
20-ก.พ.-49	17:33	28	67.5
21-ก.พ.-49	7:00	25	65.0
	12:10	34	75.0
	18:00	30	65.0
22-ก.พ.-49	7:06	25	62.5
	12:05	37	35.0
	18:15	30	45.0
23-ก.พ.-49	7:13	25	50.0
	12:10	35	25.0
	17:10	36	47.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายตัดที่ 5

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
23-ก.พ.-49	17:55	34	27.5
24-ก.พ.-49	7:05	23	15.0
	12:00	35	25.0
	18:08	29	50.0
25-ก.พ.-49	7:00	23	27.5
	12:08	36	50.0
	18:00	29	80.0
26-ก.พ.-49	7:05	25	80.0
	12:00	30	80.0
	18:07	36	52.5

ถ่ายตัดที่ 6

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย(°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
23-ก.พ.-49	17:55	34	27.5
24-ก.พ.-49	7:05	23	40.0
	12:00	35	37.5
	18:08	29	50.0
25-ก.พ.-49	7:00	23	37.5
	12:08	36	60.0
	18:00	29	80.0
26-ก.พ.-49	7:05	25	80.0
	12:00	35	80.0
	18:07	30	62.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ำไต้ต้นที่ 7

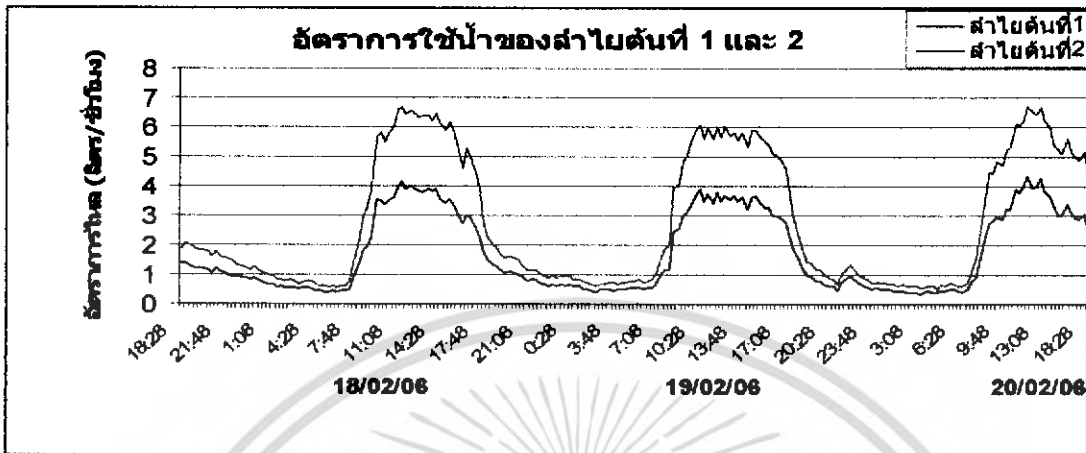
วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
26-ก.พ.-49	18:34	30	80.0
27-ก.พ.-49	7:15	26	77.5
	12:05	35	67.5
	18:00	30	52.5
28-ก.พ.-49	7:05	25	47.5
	12:03	35	55.0
	18:05	30	55.0
1-มี.ค.-49	7:15	24	52.5
	12:06	34	40.0
	17:40	31	35.0

ถ้ำไต้ต้นที่ 8

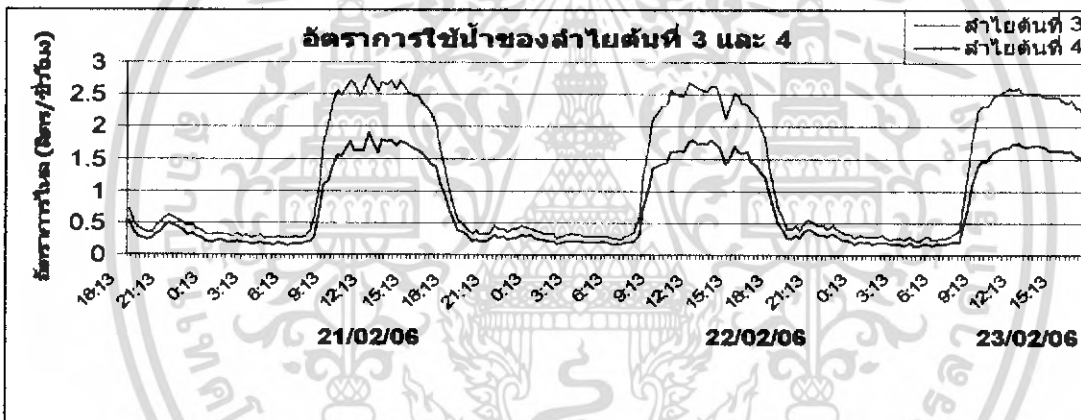
วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นดินเฉลี่ย (%)
26-ก.พ.-49	18:34	26	80.0
27-ก.พ.-49	7:15	26	80.0
	12:05	35	67.5
	18:00	29	72.5
28-ก.พ.-49	7:05	25	55.0
	12:03	35	70.0
	18:05	30	57.5
1-มี.ค.-49	7:15	24	57.5
	12:06	34	55.0
	17:40	29	50.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

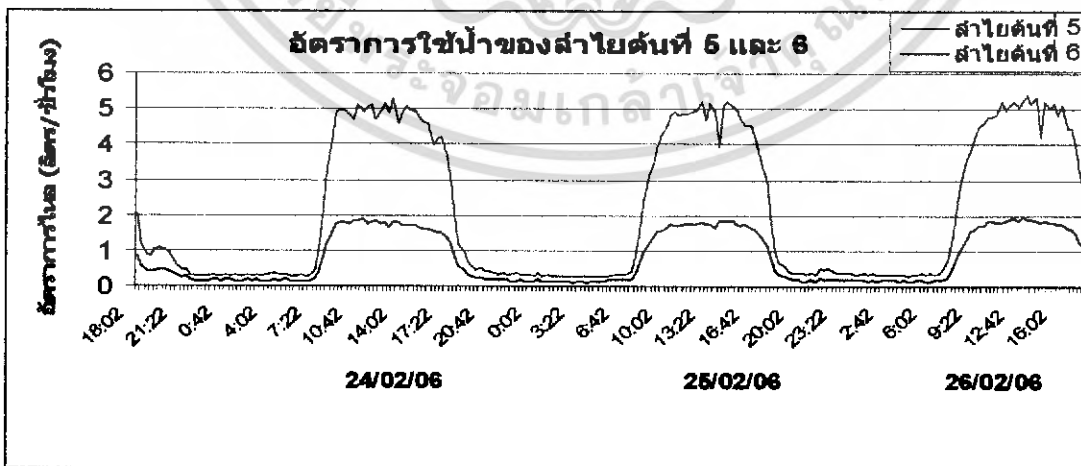
ภาพที่ 4.7 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 1 และ 2



ภาพที่ 4.8 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 3 และ 4

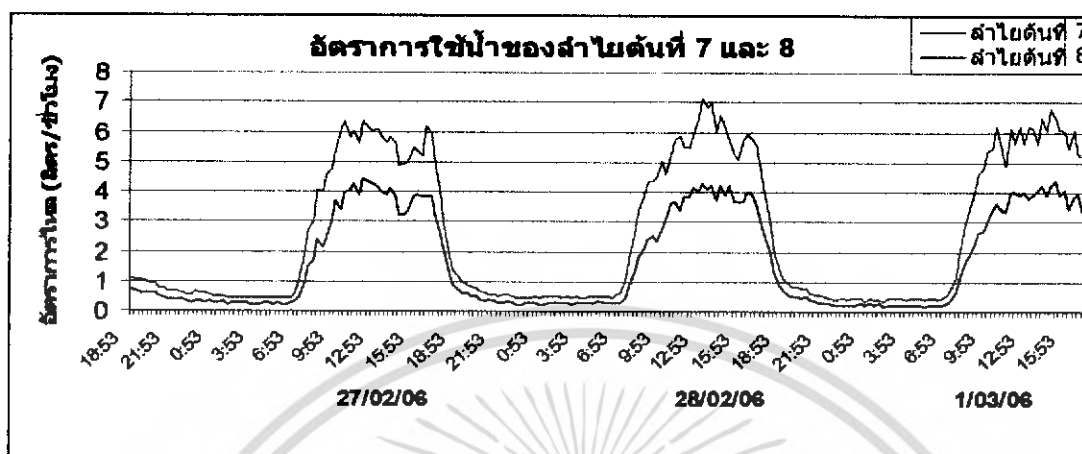


ภาพที่ 4.9 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 5 และ 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.10 แสดงอัตราการใช้น้ำรายวันของลำไยต้นที่ 7 และ 8



4.3 เปรียบเทียบการใช้น้ำของไม้ผล

ผลการหาปริมาณการใช้น้ำของ ไม้ผล โดยเทคนิคพัลส์ความร้อน ได้ทำการเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการคำนวณ และเอกสารข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับอัตราการใช้น้ำพืช ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.3.1 การคำนวณหาอัตราการใช้น้ำอ้างอิง (Penman equation)

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการใช้น้ำพืช (ET) โดยการคูณสัมประสิทธิ์การให้น้ำพืช (Kc) กับการใช้น้ำพืชอ้างอิง (ETp) ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงนั้นๆ

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

วันที่ทำการทดลอง 2 ก.พ. 49

ชนิดไม้ผล ลำไยต้นที่ 1

$$Kc = 0.75$$

$$ETp \text{ (เดือนกุมภาพันธ์)} = 5.0 \text{ มม./วัน}$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของเนื้อไม้} = 7247.156 \text{ มม}^2$$

$$\text{สูตรอัตราการใช้น้ำพืช (WR) } ET = Kc * ETp$$

$$\text{แทนค่า} = 5.0 * 0.75$$

$$= 3.75 \text{ มม./วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็นปริมาณการใช้น้ำ } Q &= ET \cdot A & (5) \\
 &= 3.75 \cdot 7247.156 \\
 &= 27176.835 \text{ มม}^3/\text{วัน} \\
 &= 27.176 \text{ ลิตร/วัน}
 \end{aligned}$$

4.3.2 อัตราใช้น้ำพืชที่ได้จากงานวิจัย (หน้า 25)

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

วันที่ทำการทดลอง 2 ก.พ. 49

ชนิดไม้ผล ลำไยต้นที่ 1 ขนาดทรงพุ่ม = 3.0 เมตร

อัตราการใช้น้ำ = 36 ลิตร/วัน

4.3.3 การทดสอบการหาปริมาณการใช้น้ำโดยเทคนิคพัลส์ความร้อน

สถานที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี

วันที่ทำการทดลอง 2 ก.พ. 49

ชนิดไม้ผล ลำไยต้นที่ 1

อัตราการใช้น้ำสะสม = 7.88 ลิตร/วัน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลการศึกษ้อัตราการใช้น้ำของไม้ผลครั้งที่ 1

จากการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของต้นพืช มีวิธีการวัดการใช้น้ำของพืช ด้วยวิธีการวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชโดยตรง ซึ่งสามารถวัดได้ 4 วิธี คือ

1. วิธีวัดสมดุลความร้อนในต้นพืช (stem heat balance method)
2. วิธีวัดสมดุลความร้อนในส่วนของลำต้น (trunk sector heat balance method)
3. วิธีพัลส์ความร้อน (heat pulse method)
4. วิธีการกระจายความร้อน (thermal dissipation method)

สำหรับวิธีพัลส์ความร้อนเป็นวิธีที่เลือกใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ เพราะมีข้อดี คือ การที่ติดตั้งกับต้นไม้ยืนต้นที่มีผิวขรุขระได้ แต่ขนาดที่เหมาะสมมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 30 มิลลิเมตรขึ้นไป วิธีพัลส์ความร้อนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสม ในการวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นไม้ป่าและ ไม้ผลหลายชนิด สำหรับในการทดลองวัดค่าอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชนั้น มีการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชกับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ได้จากสูตรการคำนวณ ของ Penman เพื่อแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าของเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง แสดงว่าพืชมีอาการขาดน้ำ แต่ถ้าค่าของเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำในต้นพืชที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง แสดงว่าพืชมีการใช้น้ำที่ปกติ

จากการทดสอบ การศึกษาการหาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลโดยวิธีพัลส์ความร้อนครั้งที่ 1 ไม้ผลชนิดมะม่วงมีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 189.8, 232.58 และ 97.02 ลิตร/วัน ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับ การคำนวณการใช้น้ำอ้างอิง จะมีค่าน้อยกว่า เพราะต้นมะม่วงที่นำมาทดสอบไม่มีการให้น้ำ ทำให้ค่าที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีค่าอัตราการใช้น้ำน้อยกว่าการใช้น้ำที่ได้จากการคำนวณ (การใช้น้ำอ้างอิง) ส่วนการใช้น้ำของลำไยต้นที่ 1 มีค่าเท่ากับ 7.88 ลิตร/วัน เนื่องจากไม่มีการให้น้ำก่อนการทดสอบ จึงทำให้ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าน้อยกว่าการใช้น้ำที่ได้จากการคำนวณ (การใช้น้ำอ้างอิง) เช่นกัน แต่ในลำไยต้นที่ 2 และต้นที่ 3 มีค่าอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 60.73 และ 61.91 ซึ่งค่าที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ (การใช้น้ำอ้างอิง) เนื่องจากก่อนทำการทดสอบมีการให้น้ำแก่ลำไยทั้ง 2 ต้นในปริมาณมากจึงทำให้ค่าที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีค่าอัตราการใช้น้ำมากกว่าการใช้น้ำที่ได้จาก

การคำนวณ (การใช้น้ำอ้างอิง) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้น้ำที่ได้จากงานวิจัย ค่าอัตราการใช้น้ำที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีค่ามากกว่า เนื่องจากการวิเคราะห์อัตราการใช้น้ำจากงานวิจัยใช้ขนาดทรงพุ่มของไม้ผล และ ไม้ผลที่นำมาทำการทดสอบนี้มีขนาดทรงพุ่มเท่ากับ 3.0, 3.1 และ 3.2 เมตรตามลำดับจึงทำให้ค่าที่คำนวณได้จากงานวิจัยมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการวัดโดยเครื่อง Greenspan ดังตารางที่ 5.1.1

ตารางที่ 5.1.1 เปรียบเทียบชนิดของไม้ผลกับอัตราการใช้น้ำในการทดสอบ

ชนิด	วัน/เดือน/ปี	พื้นที่หน้าตัดเนื้อไม้ (mm ²)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (m)	อัตราการใช้น้ำ Consumptive use $Q = ET \cdot A$ Liter/day	อัตราการใช้น้ำที่วัดได้ Liter/day	อัตราการใช้น้ำจากงานวิจัย Liter/day
มะม่วง 1	02/02/06	75724.94	7.0	283.96	189.8*	ไม่มีข้อมูล
มะม่วง 2	05/02/06	66712.47	8.0	249.37	232.58*	ไม่มีข้อมูล
มะม่วง 3	08/02/06	42438.64	5.0	175.84	97.02*	ไม่มีข้อมูล
ลำไย 1	02/02/06	3240.04	3.0	12.15	7.88*	36.00
ลำไย 2	05/02/06	5583.67	3.1	20.76	60.73	38.50
ลำไย 3	08/02/06	5355.44	3.2	20.08	61.91	41.00

* ไม่มีการให้น้ำก่อนการทดสอบ

5.1.2 ผลการศึกษาอัตราการใช้น้ำของไม้ผลครั้งที่ 2

จากผลการทดสอบครั้งที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำที่วัดได้จากเครื่อง Greenspan มีค่าปริมาณการใช้น้ำที่มากกว่าปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการคำนวณ (อัตราการใช้น้ำอ้างอิง) เนื่องจากในขณะทำการทดสอบ มีการให้น้ำกับพื้นที่ปลูก ไม้ผล แต่ในการทดสอบพบว่าลำไยต้นที่ 4 มีปริมาณการใช้น้ำเท่ากับ 9.66 ลิตร/วัน ซึ่งเป็นปริมาณการใช้น้ำที่น้อยกว่าปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการคำนวณ (อัตราการใช้น้ำอ้างอิง) ดังตารางที่ 5.1.2 เนื่องจากขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำไยต้นมีค่าเท่ากับ 2,719.163 ตารางมิลลิเมตร ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับลำไยต้นอื่น ๆ ที่นำมาทำการทดสอบ แต่เมื่อเทียบกับอัตราการใช้น้ำจากงานวิจัย ปริมาณการใช้น้ำที่วัดได้ยังมีค่าน้อยกว่า แสดงว่าปริมาณการให้น้ำของไม้ผลในแปลงปลูกไม่เพียงพอต่อความต้องการของไม้ผล ดังนั้นขนาดของพื้นที่ต่อลำไยของ ไม้ผล สภาพภูมิอากาศ และความชื้นในดินมีผลต่อความต้องการการใช้น้ำของไม้ผล ดังตารางที่ 5.1.2

ตารางที่ 5.1.2 เปรียบเทียบชนิดของไม้ผลกับอัตราการใช้น้ำในการทดสอบ

ชนิด	วัน/เดือน/ปี	พื้นที่หน้าตัดเนื้อไม้ (mm ²)	เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม (m)	อัตราการใช้น้ำ Consumptive use $Q = ET \cdot A$ Liter/day	อัตราการใช้น้ำที่วัดได้ Liter/day	อัตราการใช้น้ำจากงานวิจัย Liter/day
ลำไย 1	20/02/06	4241.12	4.45	27.15	42.18	78.50
ลำไย 2	20/02/06	4775.22	3.70	17.90	25.15	53.50
ลำไย 3	24/02/06	4159.34	3.30	15.59	18.20	43.50
ลำไย 4	24/02/06	2716.02	2.50	10.18	9.66	23.46
ลำไย 5	28/02/06	3335.61	3.10	12.50	19.06	38.50
ลำไย 6	28/02/06	3843.11	3.65	14.41	31.06	51.00
ลำไย 7	2/03/06	4386.49	3.65	16.44	39.94	51.00
ลำไย 8	2/03/06	3797.08	2.50	14.23	22.74	23.46

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของไม้ผลในแต่ละพื้นที่ที่มีการปลูก เพื่อให้ทราบถึงความต้องการการใช้น้ำของไม้ผลในแต่ละพื้นที่ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำได้
- ควรมีการเก็บข้อมูลการใช้น้ำของไม้ผลตลอดทั้งปี ซึ่งจะช่วยให้ทราบความแตกต่างของความต้องการการใช้น้ำในแต่ละเดือนของไม้ผล
- ควรมีการวัดและเก็บข้อมูลปริมาณการให้น้ำในพื้นที่แปลงปลูก เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้ง

เอกสารอ้างอิง

- ชูศักดิ์ ลิ่มสกุล มณฑเทพ เกียรติวีระสกุล และ สายัณห์ สดุดี. 2539. **วิจัยและพัฒนาเซนเซอร์เพื่อวัดการใช้น้ำของไม้ผล.** รายงานวิจัยเสนอต่อศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์. 38 หน้า
- ศิริก ทงอร่าม และคณะ. **การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช.** บริษัท งานการพิมพ์ จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 2 .2545.,หน้า 55 – 90.
- ภูวดล บุตรรัตน์. **โครงสร้างภายในของพืช.** ไทยวัฒนาพานิช . พิมพ์ครั้งที่ 1 . 2535 ., หน้า 19 – 23 .
- วิบูลย์ บุญยชรโรกุล . **หลักการชลประทาน .** โรงพิมพ์เอเชีย . กรุงเทพฯ.2526.,หน้า 80 – 89.
- สมชาย องค์ประเสริฐ และคณะ. 2543. **การผลิตลำไย . การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.** 128 หน้า
- สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ.2546. **วิศวกรรมอุทกวิทยา.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.**หน้า 101-135.
- สุทธิย์ ยิ่งชัชวาลย์. **ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.2535., หน้า 88-108.
- Anonymous. 1992. **Sapflow Sensor(version 2), User Manual.** Greenspan Technology Pty Ltd., Ausyralia.
- Green, S.R. and Clothier, B.E. 1988. **Water use of kiwifruit vines and apple trees by the heat pulse technique.** J. Exp. Botany. 39: 115-123.
- Tad. W. Patzek and Dmitriy Silin. 2000, **Numerical Analysis of a line heat pulse used as a tracer in the sapflow of oak trees.** University of California Homepage, location. <http://www.lamar.colostate.edu/~mryan/sapflow.htm>, California, U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

ชนิดของผลไม้	ระยะการเจริญเติบโต		
	1/4ของการเติบโต	1/2ของการเติบโต	โตเต็มที่
ส้ม กระท้อน มะปราง มะขาม	0.25	0.35	0.60
ชมพู่ น้อยหน่า มะม่วง ฝรั่ง ทับทิม ท้อ ละมุด	0.30	0.40	0.60
กลางสาด ลำไย มะละกอ ทุเรียน ลิ้นจี่ เงาะ มังคุด	0.35	0.45	0.70
แอปเปิ้ล เชอร์รี่ ก๊วย	0.35	0.50	0.75
องุ่น		0.60	
ชา กาแฟ	0.35	0.55	0.80

ช่วงการพัฒนาร เจริญเติบโตของ ไม้ผล	ชนิดของไม้ผล				
	ทุเรียน	มังคุด	เงาะ	ส้ม	ไม้ผลอื่น ๆ
เจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ก้าน	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
การช้ำการออกดอก	0	0	0.0/0.7*	0.0/0.75*	0.0/0.75*
การพัฒนาการออกดอก	0.85	0.8	0.8	0.8	0.8
การติดผล	0.8	0.85	0.8	0.9	0.9
การพัฒนาการของผลอ่อน	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
การเติบโตของผล	1	1	1	1	1
การเริ่มสุกแก่	0.9	0.9	0.85	0.85	0.85
เฉลี่ย	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration : ET_p)
สำหรับจังหวัดต่าง ๆ

มม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
แม่ฮ่องสอน	3.3	4.3	5.8	7.3	6.2	4.5	4.0	3.9	4.0	3.9	3.1	2.7
เชียงราย	3.1	4.7	5.5	6.3	4.7	3.7	3.1	2.7	3.0	3.1	3.9	2.7
พะเยา	3.3	4.4	5.7	6.7	5.3	4.6	4.1	4.1	3.7	3.3	2.9	2.8
เชียงใหม่	3.4	4.6	5.5	6.5	5.6	4.6	4.2	4.0	4.2	4.1	3.5	3.0
ลำปาง	2.9	4.0	5.1	6.2	5.2	4.5	4.1	2.9	3.7	3.2	2.9	2.6
ลำพูน	3.4	5.3	6.7	7.7	6.3	5.2	4.9	4.7	4.0	3.5	3.1	3.0
แพร่	3.7	4.7	6.3	7.3	6.3	5.2	4.9	4.8	4.6	4.2	3.8	3.4
น่าน	2.6	3.2	3.8	4.7	4.4	3.7	3.3	3.1	3.3	3.3	2.9	2.5
อุตรดิตถ์	3.6	4.3	5.4	6.4	5.6	4.4	4.0	4.1	4.0	4.0	3.8	3.6
ตาก	4.1	6.2	8.2	8.9	6.8	4.7	5.2	5.0	4.6	2.6	3.2	3.3
พิษณุโลก	3.4	4.1	5.1	6.1	5.6	4.8	4.4	4.0	3.9	3.9	3.7	3.5
เพชรบูรณ์	4.0	4.8	5.9	6.6	5.3	4.6	4.0	3.6	3.8	3.9	4.2	4.2
กำแพงเพชร	3.6	4.4	5.0	6.1	5.3	4.1	3.9	3.8	3.7	3.3	3.1	3.1
หนองคาย	3.5	4.1	4.9	6.0	4.9	4.2	3.9	3.4	3.9	3.9	4.0	3.5
เลย	3.8	4.6	5.2	5.8	4.9	4.6	4.3	3.9	3.7	5.8	3.6	3.6
อุดรธานี	4.4	5.1	6.0	6.7	5.7	5.1	4.6	4.3	4.1	4.1	4.3	4.0
สกลนคร	5.6	6.2	7.1	6.9	5.3	4.6	4.7	4.3	4.4	5.4	5.6	5.3
นครพนม	3.9	4.2	4.7	5.3	4.6	3.6	3.7	3.4	3.6	3.7	3.9	3.5
ขอนแก่น	4.9	5.6	6.7	7.1	6.2	5.5	5.3	4.8	4.4	4.7	4.9	4.8
มุกดาหาร	3.6	4.8	5.7	5.9	4.9	4.3	4.2	3.6	4.0	4.0	4.3	4.0
ชัยภูมิ	5.0	5.7	7.0	7.2	6.0	5.5	5.3	4.7	4.5	4.9	5.3	5.0
ร้อยเอ็ด	4.6	5.4	6.2	6.2	5.1	4.5	4.4	3.9	3.6	4.3	4.8	4.8
อุบลราชธานี	5.6	6.1	6.9	7.0	5.9	5.3	5.2	4.8	4.4	5.1	5.6	5.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration : ET_p)
สำหรับจังหวัดต่าง ๆ (ต่อ)

มม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
นครราชสีมา	4.6	5.2	6.2	6.4	5.7	5.7	5.5	5.0	4.4	4.2	4.3	4.4
สุรินทร์	5.9	6.4	7.0	6.8	6.0	5.5	5.4	5.0	4.5	5.2	5.6	5.6
นครสวรรค์	4.8	6.3	7.6	8.4	6.8	6.2	5.6	5.0	4.4	4.2	4.3	4.4
สุพรรณบุรี	4.3	4.9	5.9	6.7	6.1	5.6	5.3	5.0	4.5	4.2	4.3	4.1
ลพบุรี	5.1	5.4	6.5	6.7	5.9	5.4	5.2	5.0	4.4	4.1	4.8	5.1
กาญจนบุรี	4.4	5.5	6.8	7.4	6.2	5.2	5.4	5.2	4.7	4.1	4.2	4.4
กทม.	4.5	5.0	5.9	6.3	5.6	5.1	4.9	4.9	4.4	4.1	4.2	4.3
ปราจีนบุรี	4.6	4.6	5.4	5.4	4.9	4.3	4.6	4.5	4.2	4.0	4.4	4.4
ชลบุรี	4.3	4.6	5.5	5.6	4.9	5.1	4.9	4.9	4.3	4.0	4.6	4.5
ระยอง	4.7	5.2	5.7	5.9	5.1	5.1	5.2	5.2	4.1	4.0	4.6	5.1
จันทบุรี	4.9	4.7	4.9	4.7	4.0	3.4	3.5	3.3	3.3	3.8	4.6	5.0
เพชรบุรี	4.0	4.7	5.8	5.7	5.3	4.5	4.6	4.4	4.3	3.5	3.6	3.9
ประจวบฯ	4.4	4.7	5.5	5.9	5.1	4.5	4.9	4.4	4.5	4.0	4.5	4.8
ชุมพร	3.7	4.2	4.9	5.0	4.2	3.7	3.6	3.4	3.6	3.3	3.2	3.3
สุราษฎร์ธานี	3.9	5.1	5.8	5.5	4.6	4.7	4.7	4.4	4.3	3.8	3.4	3.3
นครศรีฯ	3.1	4.0	4.6	4.5	4.0	4.3	4.2	4.4	3.8	3.5	2.8	2.7
สงขลา	5.2	6.0	6.3	6.1	5.1	4.8	4.8	5.0	4.8	4.2	3.5	4.1
ปัตตานี	4.3	5.3	5.8	5.7	4.8	4.8	4.9	4.8	4.7	4.2	3.9	3.8
นราธิวาส	3.4	4.2	4.6	4.9	4.3	4.1	4.2	4.1	4.1	3.8	3.3	2.8
ภูเก็ต	5.0	5.7	5.7	5.1	4.0	4.2	4.0	3.9	3.7	3.7	3.8	4.6
ตรัง	5.3	6.1	6.1	5.1	3.9	3.8	3.8	4.0	3.4	3.5	3.4	4.2
สตูล	6.7	7.0	6.7	5.4	4.4	4.4	4.5	4.1	4.1	4.0	3.9	5.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ปฏิทินการปฏิบัติดูแลรักษาลำไย

ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
-แทงช่อดอก		-ติดผลอ่อน		-ฉีดพ่น สารเคมี	-ให้ปุ๋ย สูตร	-เก็บเกี่ยว ผลผลิต						-ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรค แมลง
-เริ่มให้น้ำ สม่ำเสมอ		-ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15ผสม		ป้องกัน กำจัดโรค แมลง	0-0-60	-ตัดแต่งกิ่ง						
-ฉีดพ่น สารเคมี ป้องกันกำจัด โรคแมลง		46-0-0 อัตรา 1:1		-ค่ายันกิ่ง เพื่อป้องกัน กิ่งฉีกหัก เสียหาย		-ให้ปุ๋ยคอกและ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 1:1						-กำจัดวัชพืช
												-ให้ใส่ปุ๋ยสูตร 0-46-0 ผสม 0-0-60 อัตรา 1:1 -งดการให้น้ำ -ปุ๋ยทางใบ 0-52-34 เพื่อไม่ให้แตก ใบไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.1 พื้นที่แปลงปลูกลำไย



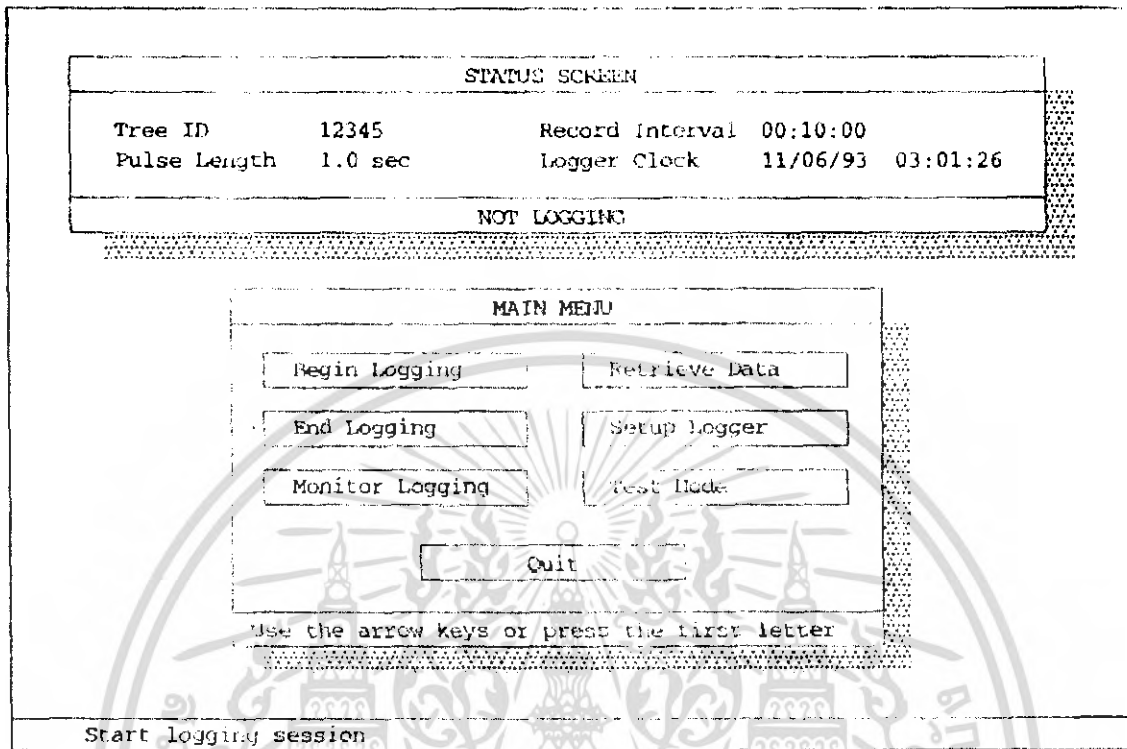
ภาพที่ ก.2 วิธีการให้น้ำในแปลงปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำนวณค่าอัตราการไหลของน้ำในต้นพืช



ภาพที่ ข.1 แสดง โปรแกรมคำนวณค่าอัตราการไหลของน้ำในต้นพืช

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมคำนวณค่าอัตราการไหลของน้ำในต้นพืช

1. เปิดโปรแกรม SAPCOM 2.EXE
2. โปรแกรมปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ ข.1 กด S เพื่อ Setup Logger ข้อมูล
3. โปรแกรมปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ ข.2 และ ข.3 ป้อนข้อมูลที่ต้องการ
4. สั่งให้เครื่องทำงาน โดยกด B แล้วกด F9 เครื่องจะเริ่มทำงานโดยสังเกตเสียงที่กลองเก็บข้อมูล (Data Logger)
5. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องไปที่หน้าจอ Monitor Logging โดยกด M จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ ข.4 เพื่อดูการทำงานของเครื่อง
6. เมื่อทำการสั่งโปรแกรมให้ทำงานแล้วให้ออกจากโปรแกรม โดยกด E เพื่อออกจากโปรแกรม
7. เมื่อเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วทำการ Load ข้อมูลจาก (Data Logger) โดยกด E เพื่อทำการหยุดการเก็บข้อมูล
8. แล้วกด R (Retrieve Data) คอมพิวเตอร์จะดึงข้อมูลจาก (Data Logger) มาเก็บไว้ที่โปรแกรม sapflow เพื่อไปคำนวณในโปรแกรมการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATUS SCREEN			
Tree ID	12345	Record Interval	00:05:00
Pulse Length	1.5 sec	Logger Clock	16/06/93 03:01:26
NOT LOGGING			

SETUP SCREEN			
Tree ID	<input type="text" value="tdtest"/>	Record Interval	<input type="text" value="00:05:00"/>
Pulse Length	<input type="text" value="1.6 sec"/>	Probes	<input type="text" value="2 Std Probes"/>
Date	<input type="text" value="16/06/93"/>	Time	<input type="text" value="12:35:13"/>
Tree Parameters	<input type="text" value="Use Current Parameter File"/>		
Press <F10> to accept values or <Esc> to abort			

Enter Tree identification name

ภาพที่ ข.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ป้อนข้อมูล

STATUS SCREEN			
Tree ID	12345	Record Interval	00:10:00
Pulse Length	1.0 sec	Logger Clock	11/06/93 03:01:26
LOGGING			

TREE PARAMETER SCREEN					
Probeset		1A	1B	2A	2B
Heartwood Radius (mm)		10	10	0	0
Cambium Radius (mm)		11	11	1	1
Press <F10> to accept value or <Esc> to abort					

Enter heartwood radius for probeset 1

ภาพที่ ข.3 แสดงหน้าต่างการป้อนข้อมูลของเนื้อไม้และแก่นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

STATUS SCREEN					
Tree ID	12345	Record Interval	00:10:00		
Pulse Length	1.0 sec	Logger Clock	11/06/93 03:01:26		
LOGGING					
MONITOR SCREEN					
Record No	2	Cycle Time	20	Memory Used	0 %
Probeset	1	1	2	2	
Current Reading	2	2	2	2	
T1	Sec	3	3	3	
T2	Sec	20	20	19	19
Flux	1/hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Press <F10> to return to the menu					
View the data during logging					

ภาพที่ ข.4 แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้