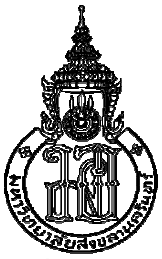


การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง ของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ภายใต้การจัดการให้น้ำ

Physiological Responses, Latex Yield and Latex Biochemical Components of the Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) under Irrigation Management

พัชราภรณ์ รักชุม

Phatcharaporn Rakchum

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Plant Science

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ภายใต้การจัดการให้น้ำ

ผู้เขียน นางสาวพัชราภรณ์ รักชุม

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	คณะกรรมการสอบ
.....	.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)	(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)
	.....กรรมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
.....	.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)	(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)
	.....กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี อิสรไกลศีล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ภายใต้การจัดการให้น้ำ
ผู้เขียน	นางสาวพัชราภรณ์ รักชุม
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

ความแปรปรวนของภูมิอากาศทำให้เกิดภาวะแล้งที่ยาวนานในช่วงผลัดใบ ส่งผลให้ต้นยางพารามีการแตกใบใหม่ช้า เพื่อบรรเทาปัญหานี้จึงได้มีการศึกษาผลของการให้น้ำที่มีต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา ค่าดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง โดยใช้ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (อายุ 13 ปี) ที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (randomized complete block design) มี 3 วิธีการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ คือ 1) ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (T1) 2) ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (T2) และ 3) ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (T3) ผลการทดลองพบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำในวิธีการทดลอง T2 และ T3 มีการร่วงของใบเร็วกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการให้น้ำ แต่ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีการแตกใบใหม่เร็วกว่าประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวิธีการทดลอง T2 และ T3 และพบว่าค่าการชักนำปากใบ และค่าศักย์ของน้ำในใบของต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีแนวโน้มต่ำกว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ (T2 และ T3) แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่อ่านจาก SPAD ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างวิธีการทดลอง สำหรับผลผลิตของน้ำยางของวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 0.75 ETc มีค่า 4.33 กก./ต้น และ 1.00 ETc มีค่า และ 4.32 กก./ต้น ตามลำดับ สูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งมีค่า 4.04 กก./ต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลผลิตเพิ่มขึ้น คิดเป็น 7.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และการเพิ่มขนาดเส้นรอบวงลำต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อประเมินปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในต้นยางพาราช่วงแตกใบใหม่ ต้นยางพาราที่ให้น้ำ 0.75 ETc มีปริมาณ 19.43 มิลลิโมล และ 1.00 ETc มีปริมาณ 17.82 มิลลิโมล สูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการให้น้ำส่งผลต่อกระบวนการสร้างน้ำยาง

Thesis Title	Physiological Responses, Latex Yield and Latex Biochemical Components of the Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) under Irrigation Management
Author	Miss Phatcharaporn Rakchum
Major Program	Plant Science
Academic Year	2009

ABSTRACT

A climatic change leading to prolonged drought caused a delay of leaf–flushing in rubber trees. The effects of irrigation on the physiological response, leaf area index, latex yield and latex biochemical components were investigated. in an attempt to alleviate the problem. Thirteen year–old rubber trees of RRIM 600 clone, grown at The–Pha Research Station in Songkhla Province, were used. The experiment was arranged in a randomized complete block design in 3 treatments with 3 replicates. The three treatments are as follows 1) rain fed condition as a control (T1), 2) an irrigation regime of 0.75 ETc or crop evapotranspiration (T2) and 3) an irrigation regime of 1.00 ETc (T3). The result showed that both treatments of T2 and T3 caused earlier leaf–shedding than that of the T1. However, the leaf–flushing in the T2 and T3 were 2-week earlier than the T1, this led to significant increase of leaf area index in T2 and T3. It was also found that leaf water potential and stomatal conductance in T1 tended to be lower than those in the T2 and T3. There was no significant difference of SPAD–reading in the leaves among the treatments. Latex yield of the rubber trees 0.75 ETc and 1.00 ETc was 4.33 and 4.32 kg/tree, respectively. Significantly higher than that of the T1 (4.04 kg/tree), therefore, the irrigation treatments increased latex yield at 7.18 and 6.93 %, respectively. However, there was no significant difference of dry rubber content (DRC) or significant changes of trunk circumference among the treatments. Inorganic phosphorus of the latex during leaf–flushing period was assessed, it was found that inorganic phosphorus in the 0.75 ETc (19.43 mmol) and 1.00 ETc (17.82 mmol) were significantly higher than that of the rain fed condition. Thus, the irrigation presumably affects the metabolism of latex synthesis.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี อาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำวิจัย ตลอดจนการเขียน และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี อิสรไกรศีล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณจรวย เพชรหนองชุม และเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลองยางพาราในการทำวิจัยครั้งนี้ และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และคำแนะนำต่างๆ ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณอารักษ์ และคุณพิศมัย จันทุมา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ และพี่ๆ ทุกท่านจากศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา ที่ให้ความรู้และช่วยฝึกการวิเคราะห์น้ำยางให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโท ปริญญาเอก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และบุคคลอื่นๆ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ เสนอแนะ และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ และขอให้ทุกคนประสบความสำเร็จ และสมหวังในชีวิต

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวิเชียร คุณแม่นิคม รักชุม รวมถึงพี่น้อง ที่คอยเป็นที่ปรึกษา และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่น อดทน และพยายามในการเรียน จนประสบความสำเร็จได้ในวันนี้

พัชราภรณ์ รักชุม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการภาพ	(8)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	13
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	14
วัสดุ อุปกรณ์	14
วิธีการ	16
3 ผล	28
4 วิจารณ์	49
5 สรุป	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	65
ประวัติผู้เขียน	78

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตยางก้อนสะสม (กิโลกรัม/ต้น) และผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ปี) ใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	45
2	ขนาดของเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	46
3	ต้นทุนและผลตอบแทนของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม ถึง เมษายน 2550) ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง	48
4	ต้นทุนและผลตอบแทนของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม ถึง เมษายน 2551) ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง	48

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ย (ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ ค่าอุณหภูมิสูงสุด และค่าอุณหภูมิต่ำสุด) ของเดือนมกราคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552 ซึ่งอยู่ในช่วงของการทดลอง จากสถานีอุตุนิยมวิทยา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี	28
2	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินที่ระดับความลึกต่างๆ จากผิวดินของ 3 วิธีการทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กันยายน 2551	30
3	ค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2551 (ช่วงยางพาราผลัดใบ)	32
4	ภาพถ่ายทรงพุ่มยางพาราที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพื้นที่ใบของทั้ง 3 วิธีการทดลอง โดยถ่ายจากกล้อง Fish eye ในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2551	33
5	ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม ช่วงเวลา 12:00 น. ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เมษายน 2552	34
6	การเปลี่ยนแปลงค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์เฉลี่ยในช่วงเดือนมกราคม ถึง กันยายน 2551 ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง	36
7	ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของ (ก) ค่าศักย์ของน้ำในใบ (ข) ค่าการชักนำปากใบ ของยางพาราใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มกราคม ถึง สิงหาคม 2551)	37
8	ปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	39
9	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	40
10	ปริมาณไธออลเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	41
11	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของ 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552	42

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

12 ผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยรายเดือนใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552 43

13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552) 44

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย จากสถิติปี 2549 ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุด ผลิตได้ 3.137 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 34.1 ของปริมาณผลผลิตทั้งโลก ศักยภาพการผลิตยางของไทยในปี 2545-2549 มีปริมาณการผลิตยางเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 2.615 ล้านตันในปี 2545 เป็น 3.137 ล้านตันในปี 2549 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.96 ทั้งที่มีฝนตกหนักนอกฤดูกาลอย่างต่อเนื่อง การที่ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากราคายางที่ปรับตัวสูงขึ้นกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณการส่งออกของไทยในปี 2549 มีทั้งสิ้น 2.77 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2545 คิดเป็นร้อยละ 17.72 (สมาคมยางพาราไทย, 2550) ส่วนในปี 2550 และ 2551 ประเทศไทยยังสามารถผลิตยางธรรมชาติได้ปริมาณมากคือ 3.056 และ 3.089 ล้านตัน ตามลำดับ และยังสามารถส่งออกได้ถึง 2.703 และ 2.675 ล้านตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ปัจจุบันปริมาณการส่งออกและการใช้ยางในประเทศเพิ่มมากขึ้นจึงมีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราไปยังภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกดังกล่าวมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน (ธีรชัย, 2548) ซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง ซึ่งจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมดังกล่าวพบว่า น้ำมีความสำคัญในการผลิตพืชเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการดำรงชีวิตของพืช เช่นเดียวกับยางพาราซึ่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำในปริมาณที่เพียงพอในการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตน้ำยาง ปกติแหล่งปลูกยางพาราที่เหมาะสมควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี และจำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปี ซึ่งสภาพแวดล้อมเช่นนี้ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้ และภาคตะวันออก จากปัจจัยดังกล่าวทำให้เกษตรกรสามารถเก็บผลผลิตน้ำยางได้เกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงที่ยางผลัดใบซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งทำให้เกษตรกรไม่สามารถกรีดได้ ทำให้ผลผลิตน้ำยางต่ำกว่าปกติ เช่นเดียวกับการวิจัยที่ทำการศึกษาการปลูกยางในที่แห้งแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ พบว่ายางพารามีการเจริญเติบโตช้า ระยะเวลาก่อนเปิดกรีดนาน และผลผลิตลดลงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเขตปลูกยางเดิม (ณพรัตน์ และสุจินต์, 2535)

การกรีดยางในช่วงแล้ง หรือช่วงยางผลัดใบจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง และเป็นสาเหตุของอาการเปลือกแห้งในยางพารา จึงได้มีการศึกษาการให้น้ำแก่ยางพาราในช่วงที่ยางพลัดใบ พบว่า การให้น้ำสามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำยาง และยางพารามีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง (Vijayakumar *et al*., 1998) จากการศึกษาของ Silpi และคณะ (2007) เกี่ยวกับองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางพบว่าในช่วงที่ยางผลัดใบและแตกใบใหม่จะมีการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตในน้ำยาง ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง ดังนั้นในการศึกษาการให้น้ำในยางพาราช่วงแล้งหรือช่วงผลัดใบ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้เกษตรกรสามารถกรีดยางในช่วงแล้งหรือช่วงผลัดใบได้ และเป็นการเพิ่มผลผลิตยางทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของยางพารา

ยางพารามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. โดย Dr. Jean Mueller นักพฤกษศาสตร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae (สถาบันวิจัยยาง, 2536) ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่ผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน บริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอนของประเทศบราซิล (เสาวนีย์, 2540) สำหรับการปลูกยางในประเทศไทยเชื่อกันว่าในปี 2242-2244 พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) นำต้นยางมาจากรัฐเปรัค ประเทศมาเลเซีย มาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง และต่อมาในปี 2454 นายปูม ปุณศรี ได้นำยางพาราไปปลูกในภาคตะวันออกของประเทศ ที่จังหวัดจันทบุรี จากนั้นมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังพื้นที่อื่นๆ ของประเทศ (สถาบันวิจัยยาง, 2536)

ยางพาราเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นระหว่างเส้นรุ้งที่ 28 องศาเหนือและใต้ ดินที่เหมาะสมในการปลูกยางพาราควรเป็นดินร่วนเหนียวถึงร่วนทราย ไม่เป็นดินเกลือหรือดินเค็ม พื้นที่ปลูกควรมีความลาดชันไม่เกิน 35 องศา หน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร มีการระบายน้ำดี ไม่มีชั้นหินหรือชั้นดินดาน เพราะจะทำให้ต้นยางไม่สามารถใช้น้ำในระดับรากแขนงในฤดูแล้งได้ และหากช่วงแล้งยาวนานจะมีผลทำให้ต้นยางตายจากยอด ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าระดับผิวดินมากกว่า 1 เมตร ไม่เป็นพื้นที่นาหรือที่ลุ่มน้ำขัง พื้นที่ปลูกควรสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร หากสูงเกินกว่านี้อัตราการเจริญเติบโตของต้นยางจะลดลง ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH ระหว่าง 4.5-5.5) ไม่เป็นดินด่าง ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปี (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ดังนั้นการปลูกยางพาราเพื่อให้ได้ผลผลิตดีนั้นควรพิจารณาถึง การเลือกพื้นที่ปลูก พันธุ์ยางที่เหมาะกับพื้นที่ และการจัดการสวนยางที่ถูกต้อง เพื่อช่วยให้ต้นยางมีความสมบูรณ์ แข็งแรง สามารถทนต่อสภาวะที่เกิดขึ้นจากความแห้งแล้ง และภัยธรรมชาติอื่นๆ ได้

2. บทบาทและความสำคัญของน้ำต่อยางพารา

2.1 ความสำคัญของน้ำที่มีต่อพืชทางด้านสรีรวิทยา

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในเซลล์พืช (อภิพรรณ และคณะ, 2529) ซึ่งมีหน้าที่สำคัญดังนี้

เป็นส่วนประกอบในโปรโตพลาสซึม ซึ่งในไม้ยืนต้นมีประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำจะเป็นตัวเชื่อมโปรโตพลาสซึมระหว่างสารต่างๆ กับโปรตีนที่ทำให้เกิดข่ายเชื่อมโยง หากน้ำในเซลล์ลดลง ขบวนการเมตาบอลิซึมของพืชก็ลดลงตามไปด้วย และเป็นตัวทำละลาย ก๊าซ แร่ธาตุ และสารละลายต่างๆ ที่จะเข้าสู่เซลล์พืช และเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง เช่น การลำเลียงผลิตผลจากการสังเคราะห์แสง ได้แก่ น้ำตาลซูโครสไปยังส่วนต่างๆ ของพืช นอกจากนั้นยังเป็นตัวทำปฏิกิริยาในขบวนการสำคัญๆ ของพืชหลายกระบวนการ เช่น การสังเคราะห์แสง ขบวนการไฮโดรไลซีส และเป็นวัตถุดิบที่ใช้สังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ต่างๆ และรักษาความเต่งในต้นพืช ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการขยายตัวของเซลล์ การแบ่งตัวของเซลล์ การรักษารูปร่างของพืช และความเต่งมีความสำคัญมากในการปิดเปิดของปากใบ หากน้ำในพืชมีไม่เพียงพอสำหรับพืชแล้วจะทำให้การเจริญเติบโตลดลง

2.2 ความต้องการน้ำของพืช

ความต้องการน้ำของพืช ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของพืชประกอบด้วย 1) ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดินนำไปใช้สร้างเซลล์ และเนื้อเยื่อแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศซึ่งเรียกว่า การคายน้ำ 2) ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำ หรือขณะที่มีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝน หรือการให้น้ำซึ่งเรียกว่า การระเหย (evaporation) ซึ่งการคายน้ำคือกระบวนการที่น้ำที่พืชดูดไปจากดินไหลผ่านลำต้นสู่ใบ และสูญเสียไปในบรรยากาศในรูปของไอน้ำทางปากใบ ส่วนการระเหยเป็นการแพร่กระจายของน้ำในรูปของไอน้ำจากผิวน้ำสู่บรรยากาศ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของพืชมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพอากาศรอบๆ ต้นพืช สภาพดิน ชนิด และอายุของพืช (วิบูลย์, 2526)

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเกิดจากปัจจัยสองปัจจัย คือ ปริมาณน้ำในดิน และการระเหยของน้ำในบรรยากาศ คือถ้าปริมาณน้ำในดินมาก และความต้องการระเหยน้ำของบรรยากาศสูง การใช้น้ำของพืชจะมีค่าสูงตามการเปลี่ยนแปลงของความต้องการระเหยน้ำ แต่ถ้าในสภาวะขาดน้ำดินมีความชื้นต่ำ ปริมาณการใช้น้ำอาจจะไม่ตอบสนองต่อความต้องการระเหยน้ำของบรรยากาศ จากการศึกษาของธเนศ และคณะ (2546) พบว่าต้นยางที่ให้น้ำแสดงให้เห็นการคายน้ำตอบสนองต่อแรงดูดซับของบรรยากาศในอัตราสูงกว่าต้นยางตามสภาพน้ำฝนปกติ

2.3 การให้น้ำแก่พืชในสภาพแปลงปลูก

การให้น้ำแก่พืชเพื่อให้พืชเจริญเติบโต และให้ผลตอบแทนสูงนั้น เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะต้องพิจารณาว่าเมื่อไรจึงควรจะให้น้ำ และให้เป็นปริมาณมากน้อยเท่าใด นอกจากนั้นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของดินและพืชที่จะปลูก รวมถึงองค์ประกอบต่างๆ คือสภาพภูมิอากาศ และการจัดการเพาะปลูก ดังนั้นเพื่อให้พืชเจริญเติบโตดีตามปกติ จึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะอยู่เสมอ พืชส่วนใหญ่สามารถดูดน้ำจากดินไปใช้ได้เป็นอย่างดี หากดินมีความชื้นสูง เมื่อความชื้นในดินลดลงแรงดึงความชื้นของดินก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าหากไม่มีน้ำมาเพิ่มความชื้นให้แก่ดินในที่สุดพืชจะไม่สามารถดูดน้ำมาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการได้ อัตราการเจริญเติบโตของพืชก็จะลดลง หรือหยุดการเจริญเติบโต (วิบูลย์, 2526)

การใช้น้ำในแปลงปลูกพืช จะต้องมีการจัดการเพื่อให้สอดคล้องกับการสูญเสียของน้ำในลักษณะต่างๆ เช่น ปริมาณการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) การซึมลึกเกินเขตรากพืช (deep percolation) การซึมลงด้านข้าง (lateral loss) คุณสมบัติของดิน น้ำ วิธีการให้น้ำแก่พืช รวมทั้งการจัดการน้ำตามระยะการเจริญเติบโตของพืช (ดิเรก และคณะ, 2543) การให้น้ำแก่พืชมีหลายวิธีโดยทั่วๆ ไปที่นิยมมี 5 วิธีคือ

1. การให้น้ำทางผิวดิน เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยให้น้ำขัง หรือไหลไปบนผิวดินและซึมลงไปในดินตรงบริเวณที่มีน้ำขังหรือไหลผ่าน เพื่อเก็บความชื้นไว้ให้แก่พืช วิธีการนี้เป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองน้ำมาก และทำให้เกิดกษัยดินหรือพัดพา (erosion) ดินสูงอีกด้วย การให้น้ำแก่พืชโดยวิธีบนผิวดินมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 40 – 80 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการน้ำดีพอมากน้อยเพียงใด

2. การให้น้ำทางใต้ดิน เป็นการให้น้ำแก่พืชโดยการยกระดับน้ำใต้ดินให้ถึงเขตรากพืช ซึ่งระดับน้ำใต้ดินในขณะที่ให้น้ำนั้นอยู่ระหว่าง 30 – 60 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดินและความลึกของเขตรากพืชที่ปลูก น้ำจะไหลไปสู่จุดต่างๆ ในเขตรากโดยการดูดซับ วิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยม เพราะมีข้อจำกัดมาก และประสิทธิภาพของการให้น้ำแบบนี้อยู่ระหว่าง 30 – 50 %

3. การให้น้ำแก่พืชแบบน้ำหยด เป็นการส่งน้ำลงสู่พื้นดินบริเวณที่มีรากพืชปลูกอยู่อย่างสม่ำเสมอด้วยจำนวนน้ำที่ออกมาทีละน้อย โดยรักษาความชื้นในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวก คือที่จุดความชื้นชลประทาน (field capacity)

4. การให้น้ำแบบฉีดฝอย หรือระบบฝนเทียม (sprinkler irrigation) เป็นการให้น้ำแก่พืชโดยน้ำที่จะให้พืชถูกสูบจากแหล่งน้ำผ่านท่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วยแรงดันสูง และให้น้ำ

เป็นฝอยออกทางหัวฉีด หรือตามรูที่เจาะไว้ตามท่อขึ้นไปในอากาศ แล้วปล่อยให้น้ำแพร่กระจายตกลงมาบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปทรงการกระจายของเม็ดน้ำสม่ำเสมอ และอัตราของน้ำที่ตกลงบนพื้นจะต้องน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำเข้าไปในดิน เนื่องจากการให้น้ำแบบนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝน ซึ่งวิธีการให้น้ำแบบนี้ สามารถส่งน้ำที่ต้องการได้อย่างประหยัด รวดเร็ว และสม่ำเสมอ มีประสิทธิภาพสูง ราคาค่าลงทุนครั้งแรกก็สูงเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การให้น้ำระบบนี้ก็คุ้มค่าในการลงทุน การให้น้ำแก่พืชแบบฉีดฝอยมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 75 – 80 %

5. การให้น้ำแก่พืชแบบประหยัด (micro – irrigation) หรือการให้น้ำแบบน้ำน้อย เป็นการให้น้ำครั้งละน้อยๆ แต่บ่อยครั้งด้วยอัตราการให้น้ำที่ต่ำ และไม่ครอบคลุมเต็มพื้นที่เขตรากทั้งหมด โดยอาศัยคุณสมบัติของดินช่วยในการแพร่กระจายน้ำออกไปรอบข้างเพื่อให้ปริมาตรดินเปียกอยู่ในวงที่จำกัด และเป็นระบบให้น้ำที่ไม่มีการซ้อนทับของวงเปียก เช่น ระบบให้น้ำแบบ minisprinkler (ดิเรก และคณะ, 2543)

3. ผลของสภาวะขาดน้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญในส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการทางสรีรวิทยา และกระบวนการทางชีวเคมีในพืช ทั้งในด้านการสร้างพลังงานของพืช เช่น การสังเคราะห์แสง การลำเลียงธาตุอาหารในพืช และเป็นองค์ประกอบของส่วนต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการในการดำรงชีวิตของพืช หากปริมาณน้ำที่อยู่ในพืชมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ถูกดูดขึ้นไปจากดินผ่านต้นพืช และสูญเสียออกไปโดยการคายน้ำ สภาพที่น้ำในพืชมีการเปลี่ยนแปลงจนลดลงต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมมีผลทำให้ปริมาณน้ำลดลงจนพืชสูญเสียความเต่งของเซลล์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่าง ๆ ของพืช สำหรับยางพาราซึ่งเป็นไม้ยืนต้นก็มีความต้องการน้ำในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ ซึ่งหากยางพาราได้รับสภาวะขาดน้ำจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาการของพืช การผลิตน้ำยาง การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืช การผลัดใบ (ฤดูแล้ง) และองค์ประกอบทางชีวเคมี เป็นต้น

ผลกระทบของสภาวะการขาดน้ำที่มีต่อพืช (สายัณห์ สดุดี, 2534) มีดังต่อไปนี้

3.1 การเจริญเติบโต การพัฒนาการของพืช และผลผลิต

น้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชจะได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมจากสภาวะขาดน้ำ การขาดน้ำของพืชเกิดจากผลของการที่น้ำระเหยจากตัวพืชออกสู่

บรรยากาศมากขึ้น ซึ่งสาเหตุมีหลายประการรวมกันทั้งจากดิน ตัวพืชเอง ปัจจัยทางบรรยากาศ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวสัมพันธ์กันกับการควบคุมอัตราการดูดน้ำ และการสูญเสียน้ำไป ดังนั้นสภาวะขาดน้ำ คือ สภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดน้ำ มีผลทำให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช การตอบสนองของพืชขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดน้ำและ ช่วงเวลาของการขาดน้ำ หากพืชได้รับสภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรงจะมีผลเสียต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และกระบวนการอื่น ๆ ทำให้การตอบสนองของพืชในสภาวะขาดน้ำเกิดเป็นเวลานาน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะช่วยให้พืชสามารถปรับตัวได้ (สายัณห์, 2534) จากรายงานการวิจัย การปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกที่มีความแห้งแล้ง พบว่า มีการเจริญเติบโตช้า มีระยะเวลาก่อนเปิดกรีดนาน และผลผลิตลดลงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการปลูกยางในภาคใต้ (ณพรัตน์ และสุจินต์, 2535; สุจินต์ และคณะ, 2536) และจากการศึกษาในประเทศอินเดียพบว่า ยางพารามีการเจริญเติบโตในฤดูฝนเท่านั้น ไม่มีการเจริญเติบโตในฤดูแล้ง (Chandrashekar, 1997) จากการศึกษาของ Vijayakumar และคณะ (1998) พบว่า การให้น้ำในช่วงแห้งแล้งช่วยลดระยะเวลาการเปิดกรีดจาก ปีที่ 10 ให้เหลือ 6 ปีได้ เพราะการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นยาง

3.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืช

ผลของสภาวะขาดน้ำที่มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา รวมถึงผลผลิตของพืช ได้แก่ พฤติกรรมของปากใบ การสังเคราะห์แสง การหายใจ และส่วนอื่น ๆ ของพืชที่เกิดจากการสังเคราะห์ ซึ่งผลจากการขาดน้ำที่มีต่อการปิดเปิดของปากใบ พบว่า เมื่อศักย์ของน้ำในใบลดลงจนถึงระดับหนึ่ง ค่าของการชักนำปากใบก็จะลดลงตาม แต่อย่างไรก็ตาม การปิดเปิดของปากใบยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งของใบในทรงพุ่ม อายุพืช และสภาพของการเจริญเติบโต เช่น จำนวนรอบที่ได้รับความเครียด หรือสภาพภูมิอากาศ นอกจากนั้น ความชื้นในดินก็มีอิทธิพลต่อการปิดเปิดของปากใบมากกว่าศักย์ของน้ำในใบด้วย

3.3 การผลัดใบ และการเกิดโรคราแป้ง

ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่มีการผลัดใบ เริ่มตั้งแต่อายุ 3 – 4 ปี โดยจะมีการทิ้งใบแก่เหลือแต่กิ่งและต้น หรือมีใบเหลืออยู่บางส่วน ปกติใบยางจะร่วงภายใน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะมีการแตกใบใหม่ ซึ่งในช่วงนี้ใบยางเริ่มลดลง และลดลงมากที่สุด (ชัยโรจน์ และศุภมิตร, 2538)

เนื่องจากในการเจริญเติบโต และพัฒนาของใบใหม่นั้นต้องการธาตุอาหารและพลังงานสูง การร่วงของใบจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน การกระจายของฝน พันธุ์ยาง ลักษณะสภาพพื้นที่ปลูก โดยทั่วไปยางพาราที่ปลูกในภาคตะวันออกเริ่มผลัดใบก่อน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม และผลิใบอ่อนประมาณเดือน มกราคม ถึง กุมภาพันธ์ ภาคใต้ตอนบนยางเริ่มผลัดใบช่วงมกราคม ส่วนภาคใต้ตอนล่างเริ่มผลัดใบช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และผลิใบอ่อนช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน สำหรับสาเหตุของการผลัดใบของยางพาราเกิดจากการชักนำโดยฤดูกาลที่มีอากาศแห้งแล้ง ซึ่งเป็นผลจากการมีปริมาณน้ำฝนน้อย และอัตราการระเหยของน้ำมีมาก ช่วงของการผลัดใบมีระยะเวลาสั้น หลังจากนั้นก็จะผลิใบใหม่ขึ้นทันทีก่อนฤดูฝน บางพื้นที่ไม่มีฤดูแล้งโดยเฉพาะทางภาคใต้ จะมีฝนมากและน้อยสลับกัน ทำให้การผลัดใบของยางพารามีลักษณะค่อยๆ ร่วงและจะร่วงไม่หมดต้น ทำให้การผลิใบใหม่ช้า แต่จะส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่า แต่บริเวณที่ยางพาราผลิใบใหม่ยังไม่เจริญเต็มที่ก่อนฤดูฝนจะทำให้ใบยางร่วงครั้งที่ 2 ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงเป็นระยะเวลายาวนานได้ (Webster and Paardekooper, 1989)

อาการผิดปกติของต้นยางส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตนั้น เกิดจากสิ่งมีชีวิตพวก เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย แมลง และศัตรูต่างๆ ซึ่งมีผลทำให้เกิดโรคแก่ยางพารา โดยโรคยางพาราที่เกิดขึ้นเป็นประจำ และมีระดับความรุนแรงของโรคมากน้อยแตกต่างกันไปตามแหล่งปลูกยาง และจะแตกต่างกันไปในแต่ละปีขึ้นอยู่กับสภาพของแปลงปลูก สภาวะอากาศ ของท้องถิ่นนั้น ๆ และพันธุ์ยางที่ใช้ปลูกด้วย โรคยางพาราส่วนใหญ่มักระบาดไม่รุนแรงมากจนทำให้ต้นยางตาย แต่จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง ซึ่งโรคยางพาราที่สำคัญที่เกิดขึ้นทางภาคใต้ คือ **โรคราแป้ง** ซึ่งเป็นโรคที่มักจะระบาดบนใบยางอ่อนที่แตกออกมาใหม่ภายหลังจากการผลัดใบประจำปี จึงทำให้ใบยางร่วงอีกครั้งหนึ่ง และกิ่งแขนงบางส่วนอาจแห้งตาย ความรุนแรงของโรคเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการผลัดใบ อายุใบ ความต้านทานโรคของพันธุ์ยาง สภาพพื้นที่ปลูก และสภาพอากาศช่วงที่ต้นยางแตกใบใหม่

สาเหตุของโรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา *Oidium heveae* Stein. ซึ่งลักษณะอาการของโรคคือ เชื้อราจะเข้าทำลายใบอ่อน ทำให้ใบยางบิดงอ เน่าดำ และร่วงในระยะใบเพสลาด เกิดเป็นแผลขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีขอบเขตไม่แน่นอน บริเวณแผลพบกลุ่มเส้นใย และสปอร์เชื้อราสีขาวเทาคล้ายผงแป้ง เนื้อเยื่อบริเวณที่เชื้อเจริญจะค่อยเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลอ่อน และถ้าเชื้อราเข้าทำลายดอกยาง จะทำให้ดอกยางร่วง

การแพร่ระบาดของโรคราแป้ง รุนแรงในช่วงยางผลิใบใหม่ และมักแพร่ระบาดในสภาพที่กลางวันอากาศค่อนข้างร้อน กลางคืนอากาศเย็น มีหมอกในตอนเช้า มีความชื้นสูง หรือมีฝนตกปรอย ๆ ในบางวัน เชื้อแพร่ระบาดโดยลม และแมลง สำหรับการระบาดของโรคราแป้งในเขตปลูกยางเดิม จะมีการระบาดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน และในเขตปลูกยางใหม่ระบาดในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม และเดือนธันวาคม (สถาบันวิจัยยาง, 2549)

ค่าดัชนีพื้นที่ใบ

ค่าดัชนีพื้นที่ใบ หมายถึง พื้นที่ใบต่อหน่วยพื้นที่ผิวดิน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ และสภาพสิ่งแวดล้อม ค่านี้เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ศึกษาโครงสร้างของทรงพุ่ม มีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช การรับแสง การหายใจ การสังเคราะห์แสง การใช้น้ำ และการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช (Jonckheere *et al*., 2005 ; Tianxiang *et al*., 2002) ดัชนีพื้นที่ใบสามารถใช้เป็นค่าการตรวจวัดเชิงปริมาณของทรงพุ่มได้ คือเป็นตัวแปรที่สำคัญของทรงพุ่ม โดยมีความสัมพันธ์กับกระบวนการต่าง ๆ เช่น การคายระเหยน้ำ การรับแสง การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ และการร่วงของใบ ช่วยทำให้สามารถประเมินพื้นที่ใบของยางพาราในช่วงที่มีการผลัดใบได้ Tianxiang และคณะ (2002) พบว่าในไม้ยืนต้นมีดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นไม้ และมีค่าสูงสุดเมื่อต้นโตเต็มที่ และอาจลดลงเล็กน้อยหลังจากพืชโตเต็มที่ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในแต่ละฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงมักขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะบริเวณเขตร้อนชื้น รูปแบบการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบในรอบปีจะเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี และเปลี่ยนแปลงมากในช่วงฤดูร้อน

ดัชนีพื้นที่ใบมีอิทธิพลต่อความสมดุลของน้ำ (water balance) ในพื้นที่นั้น ๆ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตสามารถอธิบายด้วยค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับธาตุอาหารในดิน หรือการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้น

การวัดและประมาณค่าดัชนีพื้นที่ใบ

ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ทำให้การวัดพื้นที่ใบโดยตรงทำได้ยาก และใบมีจำนวนมากด้วย ดังนั้นจึงมีวิธีการในการคำนวณจากช่องว่างระหว่างทรงพุ่ม (gap fraction) ด้วย sensor ต่าง ๆ หรือการใช้ภาพถ่ายจากเลนส์ fish eye แต่การวัดโดยวิธี gap fraction นั้นสามารถทดสอบวิธีการวัดได้โดยใช้ข้อมูลจากการวัด LAI แบบ direct เช่น การใช้ litter fall trap

การประเมินค่าดัชนีพื้นที่ใบ มีวิธีการวัด คือ 1) วิธีการวัดโดยตรง คือการสุ่มตัวอย่างใบบางส่วน หรือทั้งหมด หรือการใช้โครงตาข่าย เป็นวิธีการที่ให้ความแม่นยำมากที่สุด แต่ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก ดังนั้นการวัดพื้นที่ใบขนาดใหญ่ และระยะเวลายาวนานจะไม่เหมาะสม แต่มีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นตัวตรวจสอบ (calibration) วิธีอ้อม (Jonckherre *et al*., 2004) และ 2) วิธีการโดยอ้อม (Indirect) เป็นวิธีการใช้แสง โดยอาศัยหลักการวัดการส่องผ่านแสงของทรงพุ่ม ประยุกต์ร่วมกับกฎของ Beer – Lambert ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลรังสีที่ตกโดยตรงหรือแพร่กระจายที่ใต้ทรงพุ่ม และหาค่าสัมประสิทธิ์การส่องผ่านของแสง (light extinction coefficient) โดยขึ้นอยู่กับพื้นที่ ชนิดพืช มุมใบ รูปแบบใบ และการรวมกลุ่มของใบ โดยอาศัยหัวตรวจวัด (sensor or radiometer) แต่วิธีนี้จำเป็นต้องการสภาพที่ท้องฟ้ามีเมฆน้อย โดยมีการพัฒนาเครื่องมือมา 2 แบบ คือกลุ่มที่วิเคราะห์ช่องว่าง (gap fraction) ของทรงพุ่ม กับกลุ่มที่วิเคราะห์การแพร่กระจายของขนาดช่องว่าง (gap size distribution) ของทรงพุ่ม วิธีการวิเคราะห์ gap fraction สัมพันธ์กับเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่าย เช่น เครื่อง digital plant imager CI 100 (MVI), LAI-2000 plant canopy analyzer ซึ่งคำนวณ LAI โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของแสงเหนือและใต้ทรงพุ่ม วิธีดังกล่าวใช้ได้กับค่า LAI ที่ไม่เกิน 5 – 6

ส่วนวิธีการวิเคราะห์ gap size distribution วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ เช่น tracing radiation and architecture of canopies (TRAC) และ hemispherical photography

เครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพคือเลนส์ครึ่งวงกลม เรียกว่าเทคนิค hemispherical photography หรือการใช้เครื่อง LAI – 2000 ซึ่งค่าที่ได้จะเป็น PAI มากกว่า LAI ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวเป็นการประยุกต์กฎการส่องผ่านของแสงผ่านตัวกลางที่สม่ำเสมอ (homogeneous medium) ของ Beer – Lambert ในที่นี้คัวกลางคือ ทรงพุ่ม และอาศัยสมมติฐานที่ว่าใบของทรงพุ่มมีการกระจายของใบและมุมใบเป็นอย่างสุ่ม สมมติฐานดังกล่าวเป็นดังสมการ

$$I = I_0 \cdot \exp(- PAI \cdot k)$$

เมื่อ I คือ แสงที่ส่องผ่านใต้ทรงพุ่ม , I_0 คือ แสงที่อยู่เหนือทรงพุ่ม และ k คือ สัมประสิทธิ์ของแสงส่องผ่านตัวกลาง ในที่นี้แสงที่พิจารณา คือ แสงที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง (photosynthetically active radiation : PAR) เมื่อแปลงสูตรใหม่ได้เป็นดังนี้

$$PAI = (-1 / k) \cdot \ln (PAR / PAR_0)$$

เมื่อ PAR คือ PAR ใต้ทรงพุ่ม ส่วน PAR_0 คือ PAR เหนือทรงพุ่ม และ k ขึ้นอยู่กับมุมของใบในรอบวันที่ปรับตามระดับองศาของดวงอาทิตย์

สำหรับวิธี hemispherical photography จากรายงานของ Lertzman (1999) กล่าวว่าเป็นการวิเคราะห์ภาพที่ได้จากการใช้เลนส์ fish eye ถ่ายภาพใต้ทรงพุ่ม โดยอาศัยหลักความเข้มของแสง และการแยกระหว่างส่วนท้องฟ้ากับทรงพุ่ม ภาพที่ได้เป็นภาพมุมกว้างขนาด 180 องศา การบันทึกภาพมีทั้งระบบดิจิตอล และการใช้ฟิล์ม โดยการวิเคราะห์ภาพใช้โปรแกรม (Delta – T Device), SCANOPY, GLA และ EYE-CAN โดยหลักการจะเป็นการแยกความแตกต่างระหว่างส่วนที่เป็นท้องฟ้า และส่วนของทรงพุ่มต้นไม้

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

การศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง เป็นการศึกษาตัวแปรสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของกระบวนการทางสรีรวิทยา การผลิตน้ำยาง การไหลของน้ำยางหรืออนุภาคของยางทดแทน (latex regeneration) (Jacob *et al*., 1989) การหาค่าพารามิเตอร์ใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโดยการวัดการดูดกลืนแสง ซึ่งโดยทั่วไปการวิเคราะห์น้ำยางจะมี 4 ตัวแปรที่ใช้อธิบายในกระบวนการทางสรีรวิทยา คือ

ปริมาณซูโครส (Suc) น้ำตาลซูโครสในต้นยางเป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง แสดงสถานะของคาร์โบไฮเดรต มีความสำคัญในการผลิตน้ำยาง ซึ่งใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสร้างน้ำตาลกลูโคส และกระบวนการสร้างอนุภาคยาง (Isoprenoid synthesis) ปริมาณซูโครสในน้ำยางมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง และประสิทธิภาพในการนำน้ำตาลไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง ปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและทางลบกับผลผลิตยาง (Jacob *et al*., 1997) พันธุ์ยางที่มีปริมาณซูโครสในน้ำยางสูงอาจแสดงให้เห็นว่า ยางพันธุ์นั้นมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงดี สามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ในปริมาณมาก เช่น RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตยางสูง และมีปริมาณซูโครสสูง ในทางตรงข้ามถ้ามีปริมาณซูโครสมาก อาจหมายถึง ความสามารถในการนำน้ำตาลซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางต่ำ ทำให้มีผลผลิตต่ำ ส่วนในยางบางพันธุ์ที่มีปริมาณซูโครสในน้ำยางต่ำ แต่ให้ผลผลิตสูง จัดเป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการนำเอาน้ำตาลซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางได้ดี จนมีน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ในปริมาณน้อย ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจทำให้เกิดอาการเปลือกแห้งในต้นยางได้

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Pi) แสดงถึงกระบวนการเมทอบอลิซึมในน้ำยาง และเป็นอนุภาคที่ให้พลังงาน ซึ่งปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในไซโตซอลมีผลกับพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเมทอบอลิซึม การสร้างน้ำยางสัมพันธ์กับปริมาณของ ATP และสัดส่วนระหว่าง ATP กับ ADP และการต่อกันของสาย Polyisoprene (Jacob *et al*., 1985) โดยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตยาง ซึ่งในช่วงที่ยางผลัดใบ ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางมีแนวโน้มลดลง (Lynon, 1969)

ปริมาณไธออล (R-SH) แสดงถึงระดับการป้องกันเซลล์ และเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยาง ช่วยในการป้องกันโครงสร้างของผนังเซลล์ โดยเฉพาะลูทอยด์ และป้องกันการเป็นพิษของออกซิเจน (toxic oxygen ได้แก่ AOS : Active Oxygen Species เช่น O_2, H_2O_2, OH) การเป็นพิษของออกซิเจนพบในขณะที่มีการกระตุ้นขบวนการเมทอบอลิซึม ซึ่งปริมาณไธออล ประกอบด้วย cysteine, methionine และ glutathione มีบทบาทสำคัญในน้ำยาง คือกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญบางชนิดในเซลล์ท่อน้ำยาง เช่น invertase และ pyruvate kinase (Jacob *et al*., 1985) ซึ่งปริมาณไธออลจะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต หากมีปริมาณต่ำจะส่งผลต่อ Decompartmentation และ Metabolic activity ของเซลล์ท่อน้ำยาง ทำให้ผลผลิตลดต่ำลง (Dhrestin *et al*., 1984)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) เป็นตัวแปรที่แสดงถึงการสร้างน้ำยางในเซลล์ท่อน้ำยาง เป็นข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างน้ำยาง และบทบาททางสรีรวิทยาโดยทั่วไปของท่อน้ำยาง และแสดงถึงความหนืดของน้ำยาง ซึ่งสัมพันธ์กับการไหลของน้ำยาง ค่าปริมาณเนื้อยางแห้งสูง ความหนืดของน้ำยางเพิ่มสามารถหยุดไหลได้ แต่ถ้าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ยางต่ำ (Jacob *et al*., 1985) ช่วงฤดูฝนความหนืดของน้ำยางลดลง การไหลของน้ำยางยาวนานขึ้น มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตสูง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา ลักษณะการผลัดใบ (ดัชนีพื้นที่ใบ) ของยางพาราในช่วงแล้ง หรือช่วงผลัดใบ หลังจากการให้น้ำ
2. เพื่อศึกษาการให้น้ำที่มีผลต่อผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง
3. เพื่อศึกษาถึงผลตอบแทนที่ได้จากการผลิตยางพาราโดยการให้น้ำ

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

1.1 วัสดุ

1. ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีขนาดเส้นรอบลำต้นมากกว่า 50 เซนติเมตร ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน
2. แผ่นป้ายชื่อ
3. ไม้และลวดตาข่าย สำหรับทำคอกเก็บใบยาง
4. ถ้วย ลวดแขวน เก็บน้ำยาง
5. ท่อ PVC วาล์วน้ำ พร้อมข้อต่อหัวมินิสปริงเกอร์
6. ไม้สอยใบยาง และใบมีดตัดใบยาง
7. ถุงพลาสติก สีน้ำมัน และแปรงทาสี
8. สายเทปวัดความยาว และตลับเมตร
9. กระดาษกรองเบอร์ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร
10. กระดาษชั่งสาร และเข็มหมุด
11. สารเคมี ได้แก่
    - ไดเมทิลซัลโฟไซด์ (dimethyl sulfoxide; DMSO)
    - ไตรคลอโรอะซิติคแอซิด (Trichloroacetic acid ; TCA)
    - เอทธิลีนไดเอมีนอะซิติคแอซิด (Ethylenediaminetetraacetic acid ; EDTA)
    - แอนโทรน (Anthrone)
    - กรดซัลฟูริคเข้มข้น (Concutrated Sulfuric acid 97%)
    - น้ำตาลซูโครส (Sucrose sugar)
    - กรดไนตริก (Nitric acid)
    - 5,5'-Dithio bis-2-nitro-benzoic acid (DTNB)
    - กลูตาไทออน (Glutathion; GSH)

- แอมโมเนียมโมลิบเดต $[(NH_4)_6Mo_7]O_{24}. 4H_2O$
- แอมโมเนียมเมตาวานาเดต $(NH_4VO_3$
- ทริส (TRIS)
- โพแทสเซียมไดฟอสเฟต (KH_2PO_4)

1.2 อุปกรณ์

1. เครื่องวัดการชักนำปากใบ (Porometer) รุ่น Delta-T Porometer AP4 พร้อมหัว Probe (หัวหนีบใบไม้)
2. เครื่องวัดศักยภาพของน้ำในใบพืช (Pressure Chamber) รุ่น 3115P40G2V33 ยี่ห้อ SoilMoisture ; USA.
3. เครื่องวัดปริมาณแสง (Light meter) ใช้ Quantum sensor รุ่น Li – 190 SA ต่อกับ Li-250 Light meter ของ Licor, Inc., USA.
4. เครื่องวัดความเข้มแสง (HOBO : Light intensity)
5. เครื่องวัดปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Meter, SPAD-502 Minolta Co., Ltd., Japan.)
6. เครื่องวัดความชื้นดิน รุ่น HH2 ยี่ห้อ Delta – T Devices หัววัด PR1 & PR2 Profile Probes.
7. กล้องถ่ายภาพระบบดิจิตอล พร้อมเลนส์ชนิด fish eye
8. ตู้อบ
9. ผ้าใยสังเคราะห์
10. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
11. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
12. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
13. ปิเปตขนาด 100 µl. 1,000 µl. และ 5 ml.
14. เครื่องเขย่า (Vortex)
15. อ่างควบคุมอุณหภูมิ

2. วิธีการ

การทดลองนี้เป็นการทดลองในสวนยางพาราที่ทำการเปิดกรีดแล้ว (อายุ 13 ปี) ของสถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา (ละติจูด N 6º 47' 35.5" , ลองติจูด E 100º 56' 33.7") เริ่มทำการทดลองเดือน มีนาคม 2551 ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่มีขนาดเส้นรอบวงของลำต้นที่ความสูง 150 เซนติเมตร จากผิวดินมากกว่า 40 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 3 x 7 เมตร ปลูกในดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) มีความชื้นชลประทาน 19.3 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point: PWP) 11.6 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษาการให้น้ำในยางพาราในช่วงแล้งหรือช่วงยางผลัดใบ (มกราคม ถึง พฤษภาคม 2551) เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพารา ลักษณะการผลัดใบ และองค์ประกอบทางชีวเคมีที่มีในน้ำยาง

2.1 วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (randomized complete block design) จำนวน 3 วิธีการทดลอง (treatment) จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละวิธีการทดลองใช้ตัวอย่างต้นยางพาราที่เก็บข้อมูลจำนวน 12 ต้นต่อซ้ำ (36 ต้น / treatment) ซึ่งวิธีการทดลองมี 3 ระดับของการให้น้ำ คือ

Treatment 1 : ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (control)

Treatment 2 : ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 0.75 ของปริมาณการใช้น้ำของพืช (0.75 Crop evapotranspiration : 0.75 ETc)

Treatment 3 : ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 1.00 ของปริมาณการใช้น้ำของพืช (1.00 Crop evapotranspiration : 1.00 ETc)

โดยมีการกำหนดการให้น้ำจากปริมาณน้ำในดินชั้นเขตรากลึก 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการกระจายของรากที่หาอาหาร (RRIM, 1958 อ้างโดย สมยศ, 2541) ที่ 50% ของปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ มีวิธีการคำนวณตามวิธีการของดิเรก และคณะ (2543) ดังนี้

- **หาปริมาณการใช้น้ำของยางพารา** จากสูตร

ETc = Kc x ETp

เมื่อ ETc = การใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (มิลลิเมตรต่อวัน)

Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของยางพารา มีค่า เท่ากับ 1 (Allen *et al*., 1998)

ETp = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าอัตราการคายระเหย (มิลลิเมตรต่อวัน) จากถาดระเหย

การคำนวณ ETc = 1 x 6.1

= 6.1 มิลลิเมตรต่อวัน

- **หาขีดความสามารถในการอุ้มน้ำของดินชั้นเขตรากและปริมาณน้ำที่ยอมให้พืชใช้ได้**

ปริมาณน้ำในดินชั้นเขตรากลึกที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

= น้ำในดินที่พืชนำไปใช้ได้ของดินที่ใช้ทดลอง x ความลึกของดินชั้นเขตราก

การคำนวณ ปริมาณน้ำในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ของดินที่ใช้ทดลองซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย มีค่า 0.75 – 1.15 มม./ซม.ดิน ใช้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 x ปริมาณน้ำในดินชั้นเขตรากลึก 30ซม. ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

= 0.95 มม./ซม. x 30 ซม.

= 28.5 มิลลิเมตร

น้ำที่ยอมให้ใช้ได้ (มิลลิเมตร) = ปริมาณน้ำในดินชั้นเขตรากลึกที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ x เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้

การคำนวณ ถ้าเป็นยางพาราให้ใช้น้ำได้ 50 % = 28.5 x (50/100)

= 14.25 มิลลิเมตร

- **หารอบเวรของการให้น้ำ** จากสูตร

รอบเวรของการให้น้ำ (วัน) = น้ำที่ยอมให้ใช้ได้ / อัตราการใช้น้ำในแต่ละวัน

การคำนวณ รอบเวรของการให้น้ำ = 14.25 / 6.1

= 2.34 (ปัดลงเป็น 2 วัน)

- **หาปริมาณน้ำในแต่ละรอบเวร** จากสูตร

ปริมาณน้ำในแต่ละรอบเวร (มิลลิเมตร) = รอบเวรของการให้น้ำ x อัตราการใช้น้ำในแต่ละวัน

การคำนวณ รอบเวรให้น้ำ 2 วันครั้ง อัตราการใช้น้ำของยางพารา 6.1 มิลลิเมตรต่อวัน

ดังนั้น ใน 1 รอบเวร ยางพาราใช้น้ำไป 2 x 6.1 = 12.2 มิลลิเมตร

- **เลือกระบบการให้น้ำ และกำหนดประสิทธิภาพของระบบ**

ประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ = 80 %

ปริมาณน้ำที่ให้แก่ดิน จะต้องให้ = 12.2 x 100/80

= 15.25 มิลลิเมตร

- **การกำหนดพื้นที่วงเปียก ครอบคลุมพื้นที่ 80 % ของเขตรากยางพารา**

พื้นที่เขตราก = πr^2 เมื่อ r = รัศมีทรงพุ่ม โดยวัดรัศมีทรงพุ่มจากทิศตะวันออก – ตะวันตก, เหนือ – ใต้ แล้วหาค่าเฉลี่ยของรัศมี

โดย รัศมีทรงพุ่ม (r) = (3.5 + 1.5)/2 = 2.5 ม.

พื้นที่เขตราก = 3.14×2.5^2 = 19.63

ดังนั้น กำหนดพื้นที่วงเปียก ที่ครอบคลุมพื้นที่ 80% ของเขตรากยางพารา

= 19.63 x 80/100

= 15.71 ตารางเมตร

คิดเป็นปริมาณน้ำที่ต้องให้ต่อรอบเวร

= 15.25 มม. x 15.71 ตรม.

= (15.25/1,000) x 15.71 ตรม.

= 0.24 ลบ.ม. = 0.24 x 1,000

= 240 ลิตร

ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่ต้นยางพาราในการทดลอง คือ

Treatment 1 : ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (control)

Treatment 2 : ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 180 ลิตร ทุก 2 วัน (0.75 Crop evapotranspiration)

Treatment 3 : ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ 240 ลิตร ทุก 2 วัน (1.00 Crop evapotranspiration)

2.2 วิธีการให้น้ำ

แปลงทดลองของยางพาราใช้มินิสปริงเกอร์ขนาดรัศมี 2 เมตร บริเวณใต้ทรงพุ่ม เพื่อให้รัศมีของการให้น้ำครอบคลุมบริเวณรากมากที่สุด โดยให้น้ำแก่ยางพาราในช่วงผลัดใบ (ฤดูแล้ง) ยกเว้นวันที่ฝนตกจะไม่มีการให้น้ำ

2.3 วิธีการเก็บข้อมูล

2.3.1 บันทึกสภาพอากาศแต่ละวัน

เพื่อเฉลี่ยหรือรวมเป็นรายเดือน โดยใช้ข้อมูลอากาศจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาของสถานีที่ใกล้เคียงกับบริเวณทดลองดังนี้

- อุณหภูมิอากาศ
- ปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตก
- ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
- การระเหยน้ำ

2.3.2 ปริมาณความเข้มแสง

ปริมาณความเข้มแสงโดยใช้ Light meter เป็นการศึกษาข้อมูลจากการวัดแสงใต้ทรงพุ่ม และนอกทรงพุ่มยางพารา โดยสุ่มต้นยางพาราในแต่ละวิธีการทดลองที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาจากแปลงทดลองทั้ง 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นวัดความเข้มแสงทุก ๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8:00 – 16:00 น. ในช่วงการทดลอง และได้ติดตั้ง HOBO : Light intensity รุ่น วางสูงจากพื้นดินประมาณ 2 เมตร สุ่มวางใต้ทรงพุ่มต้นยางพาราของทุกวิธีการทดลอง รวมทั้งวางบริเวณนอกทรงพุ่มต้นยางพาราด้วย และทำการเก็บข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ทุกเดือน

2.3.3 ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพาราหลังจากการให้น้ำในช่วงแล้ง

ยางพาราเป็นพืชที่มีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งช่วงดังกล่าวยางจะได้รับผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา โดยเมื่อปริมาณน้ำในดินลดลง ความต้านทานของปากใบจะเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบพืชลดลง เนื่องจากพืชจะมีการปรับตัวโดยการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำโดยการคายน้ำ ทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการให้น้ำในช่วงแล้งที่ยางผลัดใบเพื่อไม่ให้ยางพาราอยู่ในสภาวะขาดน้ำ สำหรับการประเมินการตอบสนองทางสรีรวิทยาโดยการบันทึกข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาในรอบวันทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 – 16.00 น. การประเมินการตอบสนองทางสรีรวิทยาศึกษาจากพารามิเตอร์ ดังนี้

1) การชักนำปากใบของยางพารา

การวัดค่าการชักนำปากใบของยางพารา โดยใช้เครื่องมือ Porometer เครื่อง Delta-T Porometer AP4 พร้อมหัว Probe (ที่ใช้คีบแผ่นใบ) สุ่มเก็บใบยางจากทุกวิธีการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยเก็บใบยางจากต้นมาแช่น้ำไว้ จากนั้นใช้หัวหนีบใบยางบริเวณแผ่นใบ เมื่อเครื่อง Porometer อ่านค่าและมีเสียงดัง 2 ครั้งทำการเก็บข้อมูลที่วัดได้ โดยค่าการชักนำปากใบมีหน่วยเป็น mmol $m^{-2}s^{-1}$ โดยค่าการชักนำปากใบจะแสดงถึงความสามารถในการปรับตัวของพืชเพื่อควบคุมการเปิดปิดของปากใบเมื่อพืชอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยใบจะทำหน้าที่ในการควบคุมการคายน้ำ และการสังเคราะห์แสงของพืช

2) ศักย์ของน้ำในใบของยางพารา

การวัดค่าศักย์ของน้ำในใบยางพารา โดยใช้ Pressure Chamber (Model 3115 Portable Plant Water Console shown with 22 c/f Compressed Gas Cylinder, 3072V22)โดยการสุ่มเก็บใบยางใช้ใบเพสลาด วิธีการทดลองละ 3 ซ้ำ แล้วนำใบมาตัดก้านใส่ในท่อความดันของเครื่องมือ ให้ก้านใบโผล่ขึ้นมาจากฝาท่อปิดของท่อความดัน เมื่อเปิดแก๊สให้สังเกตน้ำที่อยู่ในใบพืชจะถูกดันออกมาจากก้านใบ จากนั้นอ่านค่าที่ได้ในหน่วย Bars นำค่าที่อ่านได้แปลงเป็นหน่วย MPa โดย 1 MPa = 10 Bars

3) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบยางพารา

ทำการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของยางพารา โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์จากการวิเคราะห์กับค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยสุ่มใบยางที่สมบูรณ์ และใบแผ่ขยายเต็มที่ ทำความสะอาดใบ จากนั้นวัดด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์ โดยหนีบที่แผ่นใบๆ ละ 3 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง สำหรับการวัดคลอโรฟิลล์ด้วยการวิเคราะห์นั้นมีวิธีการดังนี้

คือนำตัวอย่างใบที่ตรวจสอบด้วยคลอโรฟิลล์มิเตอร์มาตัดใบยางพาราเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 100 มิลลิกรัม (หลีกเลี่ยงเนื้อเยื่อบริเวณเส้นใบ และขอบใบ) แล้วนำไปตัดใส่ในหลอดทดลอง เติมสาร DMSO ปริมาณ 7 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วนำไปอุ่นในอ่างปรับอุณหภูมิน้ำที่ 65 องศาเซลเซียส รอจนกระทั่งเนื้อเยื่อพืชเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีขาว แยกส่วนของกากออกจากสารละลาย โดยใช้กระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ปรับปริมาตรสารละลายที่กรองได้ด้วยสาร DMSO ให้เป็น 10 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องการส่องผ่านของแสง (spectrophotometer) ที่ช่วงคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์รวม โดยใช้สมการดังนี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม = $20.2\ D_{645} + 8.02\ D_{663}$

โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ได้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด

D_{645} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร

D_{663} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร

นำค่าที่ได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมที่ได้จากการวิเคราะห์ไปหาความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้นตรง และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.3.4 ศึกษาลักษณะการผลัดใบ และดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราในช่วงฤดูผลัดใบ (ช่วงแล้ง) เมื่อมีการให้น้ำ

ศึกษาลักษณะการผลัดใบหลังจากการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยเก็บข้อมูลใบยางแห้งที่ร่วงในแต่ละสิ่งทดลอง 7 วัน/ครั้ง เก็บจากคอกเก็บใบยางขนาด 2 x 2 เมตร สูง 50 เซนติเมตร ซึ่งล้อมรอบด้วยตาข่ายพลาสติก และภายในคอกคลุมด้วยตาข่ายพลาสติกเช่น จากนั้นนำใบยางไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักตามวิธีการของสุเมธ และคณะ (2550) นำน้ำหนักใบยางที่ได้มาทำ calibration กับใบยางที่นำมาวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ

สำหรับการประเมินพื้นที่ใบของทรงพุ่มยางพาราในแปลง ใช้วิธี hemispherical canopy photography ซึ่งเป็นวิธีการทางอ้อมในการศึกษาโครงสร้างของทรงพุ่ม การส่องผ่านของแสงภายในทรงพุ่มโดยการถ่ายรูปจากพื้นดินขึ้นไปบนท้องฟ้า โดยมีเลนส์ fish eye ที่สามารถรับภาพได้ 180 องศา บันทึกขนาด รูปร่าง และตำแหน่งของช่องว่างของทรงพุ่ม รูปถ่ายดิจิตอลหรือภาพแสกนสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูป bitmaps ที่สามารถวิเคราะห์ด้วยซอฟแวร์ได้ กระบวนการวิเคราะห์จะเกี่ยวกับการแปลให้อยู่ในตำแหน่งที่มีพิกัดและมุม แยกความแตกต่างระหว่างท้องฟ้าและคำนวณการกระจายความสว่างของท้องฟ้า จากนั้นใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณปริมาณของแสงที่ส่องผ่านในช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโต หรือคำนวณโครงสร้างทรงพุ่ม การเปิดกว้างของทรงพุ่ม พื้นที่ใบ และการกระจายของแสงในทรงพุ่ม

ใช้โปรแกรม The gap light analyzer (GLA) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์บน windows ทำการแสดง วิเคราะห์ภาพในระบบดิจิตอลของภาพถ่ายทรงพุ่มจากเลนส์ fish eye เพื่อได้ค่าดัชนีพื้นที่ใบทำการถ่ายภาพทรงพุ่มยางพาราในแปลงในแต่ละสิ่งทดลอง ในช่วงก่อนและหลังการผลัดใบ เก็บข้อมูลต่อเนื่องทุก ๆ 7 วัน

2.3.5 ศึกษาปริมาณความชื้นดิน

การวัดค่าปริมาณความชื้นดิน ใช้เครื่องวัดความชื้นดิน (Moisture Meter) รุ่น HH2 (Delta – T Devices) ใช้งานกับหัววัดความชื้นดินแบบ PR1 & PR2 Profile Probe ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้นโดยฝังท่อ access Tube สิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ โดยท่อทำด้วยวัสดุ Fiber – glass มีความแข็งแรงทนทาน และน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 115 เซนติเมตร พร้อมแผ่นยางกันขอบรอบท่อเพื่อกันน้ำซึมผ่านลงตามผนังท่อด้านนอก และปิดฝาปากท่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อ access Tube เมื่อจำทำการวัดความชื้นนำเครื่องวัดความชื้นดินรุ่น HH2 พร้อมกับหัววัดความชื้นดินรุ่น ML2 cและ PR2 โดยหัววัดความชื้นดินแบบ volumetric soil moisture content (m^3m^{-3} หรือ % Vol) พร้อมกับตัวแท่งวัดความชื้นดินหย่อนลงไปใน access tube ที่ฝังไว้ในดินแล้วซึ่งสามารถวัดได้ 6 ระดับคือ 10, 20, 30, 40, 60 และ 100 เซนติเมตร

2.3.6 ศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีของยางพาราหลังจากการให้น้ำ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตามวิธีการของศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา (RRIT – CRRC Standard Procedure) ดังนี้คือ

การเก็บตัวอย่างน้ำยาง

เตรียมสารละลายในการเก็บตัวอย่างน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ในที่นี้คือ EDTA 0.01% + น้ำกลั่น ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนักหลอดๆ ละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลอดเปล่า + น้ำหนักน้ำกลั่น ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่าง ในช่วงเช้าตรู่ (ประมาณ 6.00 นาฬิกา หรือ ก่อนการกรีดยาง 1 วัน) โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีด 5 เซนติเมตร แทงหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง ทิ้งน้ำยาง 2 หยดแรกออกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่หลอดทดลองที่มี EDTA 0.01% + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง เติม TCA 20% หลอดละ 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (เก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง)

เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างที่มีน้ำยางมาเขย่าด้วย vortex สำหรับส่วนของก้อนยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายใสนำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไธออล ดังนี้

การวิเคราะห์น้ำยางแต่ละครั้งจะต้องทำ Standard curve ของพารามิเตอร์แต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ Standard curve ดังนี้

$K_{Suc\text{ปกติ}}$ = 1.90 – 2.00

$K_{Suc\text{ต่ำ}}$ = ใกล้เคียง 0.9

$K_{Suc\text{สูง}}$ = ใกล้เคียง 4.0

K_{Pi} = 4.00 – 4.20

$K_{R\text{-}SH}$ = 0.12 – 0.14

ปริมาณน้ำตาลซูโครส หลักการปฏิกิริยา colormetric reaction ของซูโครสโดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด เติม TCA เข้มข้น 2.5% ปริมาตร 400 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่าง (น้ำยางใส) 100 ไมโครลิตร และ anthrone reactive 3 ml. ปิดฝาหลอด นำไปเขย่าด้วย vortex อุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปแช่ในอ่างน้ำเพื่อให้สารละลายเย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ความยาวคลื่น 627 nm.

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสารต่าง ๆ เป็น TCA เข้มข้น 2.5% ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 250 ไมโครลิตร และ anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสารต่าง ๆ เป็น TCA เข้มข้น 2.5% ปริมาตร 450 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

คำนวณความเข้มข้นของซูโครสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

$$[Suc]\ mM = OD \times K \times [(Fw + W1 + W2) / Fw]$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ 20%TCA ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส หลักการปฏิกิริยา colormetric reaction ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้างพันธะกับ Molybdate และ Vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม TCA เข้มข้น 2.5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 500 ไมโครลิตร และ Pi (IN) Reactive 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

[Pi] mM = OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

ปริมาณไธออล หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของไธออลจะทำปฏิกิริยากับ Dithio bisnitrobenzoic acid (DTNB) เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม TRIS ความเข้มข้น 0.5 โมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร DTNB 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 nm. คำนวณความเข้มข้นของไธออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร ตามสูตร

[R-SH] mM = OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไธออลจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด เติม EDTA 0.01% + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ในหลอด (Wl) นำหลอดไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (Wo) โดยปกติ Wo = We + Wl มาตรฐานของ CRRC การเก็บน้ำยาง 10 หยด/หลอด ค่า Wl = 5 กรัม ค่า Wo จะใกล้เคียง We + 5 เมื่อเก็บน้ำยางใส่หลอดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (Wlf) โดย Wlf = Wl – Wo หลังจากนั้นให้น้ำยางตกตะกอนด้วย TCA 20% นำส่วนที่เป็นเนื้อยางมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำยางแห้งที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน (Wr) คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง ตามสูตร

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) = (Wr / Wlf) x 100

2.3.7 ประเมินผลของการให้น้ำต่อผลผลิตน้ำยางหลังจากการให้น้ำ

การให้น้ำแก่ยางพาราในช่วงแล้ง (ยางผลัดใบ) มีผลทำให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งมีส่วนทำให้ยางมีการแตกใบใหม่เร็วขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถกรีดยางได้เร็วขึ้น และผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากในช่วงแล้งถ้าไม่มีการให้น้ำดินจะขาดความชื้น ทำให้ไม่สามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต และการสร้างน้ำยางทำให้ผลผลิตลดลงได้ ดังนั้นการให้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละสิ่งทดลอง อาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต จึงได้มีการประเมินผลของการให้น้ำจากผลผลิตของน้ำยาง โดยศึกษาจากข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1) ผลผลิตยางจากน้ำหนักแห้งยางก้อน โดยเก็บเป็นยางก้อนทุกครั้งกรีด เก็บผลผลิตต้นต่อต้น ระยะเวลาทุก 4 สัปดาห์ จากนั้นนำยางก้อนไปผึ่งแห้ง ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน หรือนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

- กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด = น้ำหนักยางก้อน / จำนวนต้น/ครั้งกรีด
- กิโลกรัมต่อต้นต่อปี = ผลรวมของยางก้อนทุกเดือนที่กรีด (ต.ค.50 – ก.ย.51) ของยางแต่ละต้น
- กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี = $\frac{\{\text{ผลผลิต (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) x จำนวนวันกรีด x จำนวนต้น/ไร่}\}}{1000}$

2) เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) มีค่าเป็น % เนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยนำน้ำยางที่กรีดได้ 10 มิลลิลิตร (m_1) ผสมกับน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร และกรดน้ำส้ม (2 %) 15 มิลลิลิตร ในถ้วยขนาดเล็กคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง (m_2) คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยใช้สูตร

$$DRC = (m_2 \times 100) / m_1$$

2.3.8 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพาราหลังจากการให้น้ำ

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ทำโดยการวัดขนาดเส้นรอบวงของลำต้นที่ความสูง 1.70 เมตร โดยมีการวัดต่อเนื่องตั้งแต่ก่อนการทดลองให้น้ำ (เดือนกันยายน 2549) และจนสิ้นสุดการทดลอง (เดือนกันยายน 2551) รวมระยะเวลา 2 ปี

2.3.9 การประเมินผลตอบแทนจากการให้น้ำแก่ต้นยางพารา

ผลตอบแทนจากการให้น้ำแก่ต้นยางพารา ประเมินโดยการนำข้อมูลผลผลิตที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบระหว่างต้นยางไม่ให้น้ำ และต้นยางที่ให้น้ำ โดยการเปรียบเทียบต้นทุน เนื่องจากการให้น้ำแก่ต้นยางพาราจะต้องมีการติดตั้งระบบน้ำ และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เช่น ค่าไฟฟ้าจากการใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำ ดังนั้นจึงทำการประเมินผลเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีการทดลอง เพื่อให้ทราบจุดคุ้มทุนเมื่อมีการใช้วิธีการดังกล่าว

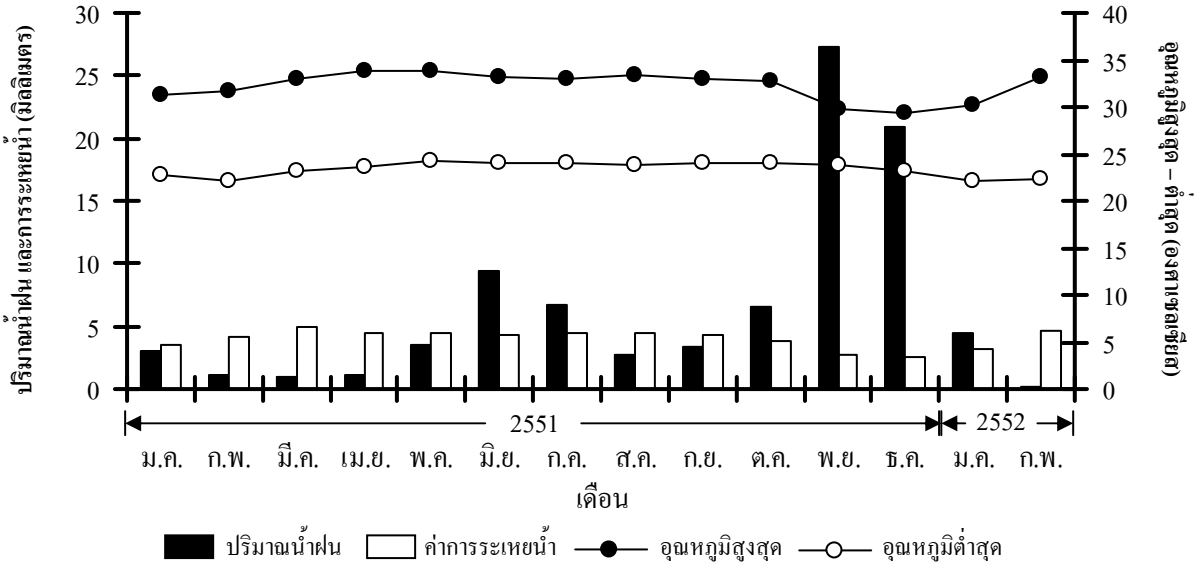
2.3.10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ใช้โปรแกรม statistic analysis system (SAS) (วัชรินทร์, 2549) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างวิธีการทดลอง โดยใช้วิธีการ Duncan's multiple range test (DMRT)

บทที่ 3

ผล

1. สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง



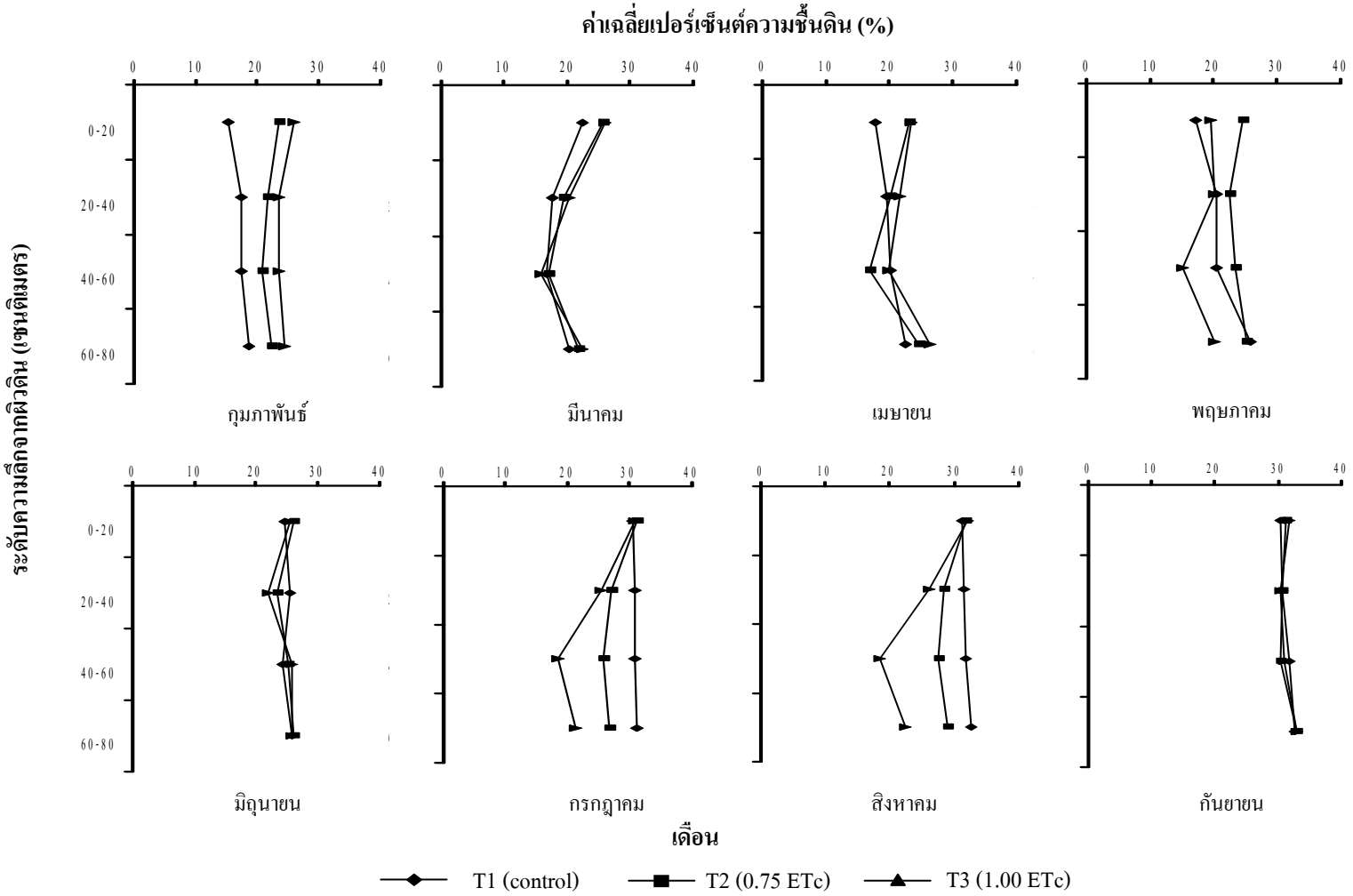
ภาพที่ 1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ย (ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ ค่าอุณหภูมิสูงสุด และค่าอุณหภูมิต่ำสุด) ของเดือนมกราคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552 ซึ่งอยู่ในช่วงของการทดลอง จากสถานีอุตุนิยมวิทยาอำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ในระหว่างการทดลอง ช่วงเดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2552 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาอำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 25 กิโลเมตร พบว่า ในปีที่ทำการทดลองมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 2551 มีค่าเท่ากับ 27.3 มิลลิเมตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงแล้ง คือ เดือนกุมภาพันธ์ 2552 มีค่า 0.2 มิลลิเมตร ส่วนค่าการระเหยน้ำเฉลี่ย พบว่า มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมีนาคม 2551 คือ 4.9 มิลลิเมตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม 2551 คือมีค่า 2.5 มิลลิเมตร สำหรับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด พบว่า

ในช่วงของการทดลองอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2551 มีค่า 33.9 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม 2552 มีค่า 22.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1)

2. การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน

การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินในช่วงของการทดลองที่ระดับความลึก 0-20, 20-40, 40-60 และ 60-80 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยการเปรียบเทียบใน 3 วิธีการทดลอง คือ ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (T1), ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ (T2) และ ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ (T3) พบว่า ปริมาณความชื้นที่ระดับความลึกของดิน 0 – 20 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากที่สุด และพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายน 2551 ยกเว้น เดือนเมษายน 2551 สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม 2551) เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเฉลี่ยในวิธีการทดลองที่ไม่ให้น้ำที่ระดับความลึกของดิน 0 – 20 เซนติเมตร มีค่าต่ำสุด โดยเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน เท่ากับ 15.20 ในขณะที่วิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ T2 และ T3 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเฉลี่ย เท่ากับ 18.50 และ 21.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังจากที่มีการให้น้ำแก่ต้นยางพาราเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินในทุกระดับความลึกเพิ่มขึ้น และตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2551 เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตร ใกล้เคียงกันในทุกวิธีการทดลอง เนื่องจากเริ่มมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2551 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่ระดับความลึก 20 – 80 มีความแตกต่างกัน เนื่องจากในเดือนดังกล่าวมีช่วงแล้งสลับกับฝน (ภาพที่ 2)



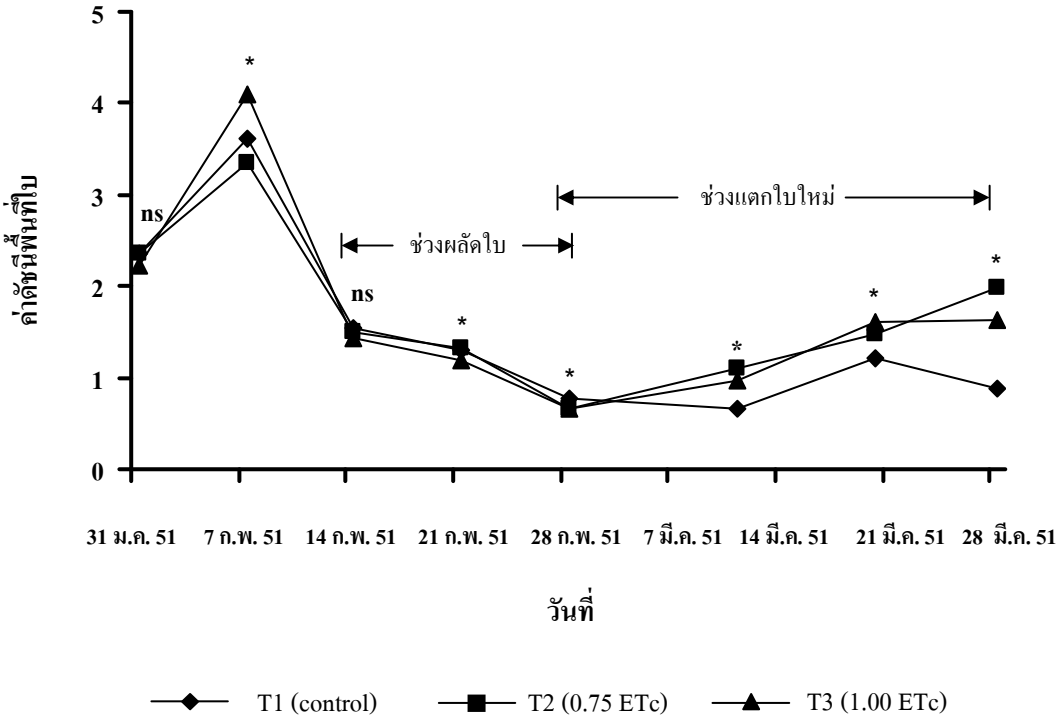
ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินที่ระดับความลึกต่างๆ จากผิวดินของ 3 วิธีการทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กันยายน 2551

3. ลักษณะการผลัดใบ และค่าดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราในช่วงฤดูผลัดใบ (ช่วงแล้ง) หลังจากการให้น้ำ

ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในแปลงที่ทำการทดลอง เริ่มมีการร่วงของใบประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีการร่วงของใบก่อนต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำประมาณ 2 สัปดาห์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีพื้นที่ใบ โดยได้เริ่มมีการวัดค่าดัชนีพื้นที่ใบในเดือนมกราคม 2551 ซึ่งพบว่าทั้ง 3 วิธีการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อใบยางพาราเริ่มร่วงประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ 2551 (28 ก.พ. 51) จะเห็นได้ว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.67 ซึ่งมีค่าน้อยกว่ายางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ที่มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.76 แสดงให้เห็นว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีการร่วงของใบเร็วกว่า (ภาพที่ 3)

โดยหลังจากที่ใบยางร่วงหมดแล้วอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำเริ่มมีการแตกใบใหม่ก่อนประมาณกลางเดือนมีนาคม 2551 (24 มี.ค. 51) โดยที่ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำยังคงทยอยผลัดใบเรื่อยๆ ซึ่งจากค่าดัชนีพื้นที่ใบในช่วงที่ต้นยางพาราเริ่มแตกใบใหม่ ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีค่าดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะปลายเดือนมีนาคม 2551 (28 มี.ค. 51) ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีค่าดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นเป็น 1.11 และ 0.97 ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ 0.65 โดยในช่วงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ใบของต้นยางพาราในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ (T2 และ T3) มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (T1) พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นระยะหนึ่ง หลังจากนั้นก็ลดลงอีกครั้งในช่วงปลายเดือนมีนาคม 2551(28 มี.ค. 51) เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงฤดูร้อน แต่กลับมีฝนตก ทำให้ใบที่เพิ่งแตกใหม่ (ใบอ่อน) ถูกเข้าทำลายโดยเชื้อรา ทำให้ใบยางบิดงอ เน่าดำ และร่วงอีกครั้ง แต่ในต้นยางพาราที่มีการให้น้ำนั้นใบยางมีการเจริญเติบโต และพัฒนาเป็นใบแก่ที่เจริญเต็มที่แล้ว ทำให้เชื้อราไม่สามารถเข้าทำลายได้ ทำให้ใบยางไม่ร่วง ค่าดัชนีพื้นที่ใบจึงเพิ่มขึ้น และหลังจากนั้นค่าดัชนีพื้นที่ใบของต้นยางพาราทั้ง 3 วิธีการทดลอง มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่าดัชนีพื้นที่ใบของต้นยางพาราในแปลงที่ทำการทดลองมีค่าดัชนีพื้นที่ใบน้อย เนื่องจากในช่วงที่ทำการทดลองมีฝนตกปริมาณมากการพัฒนาเป็นใบที่สมบูรณ์

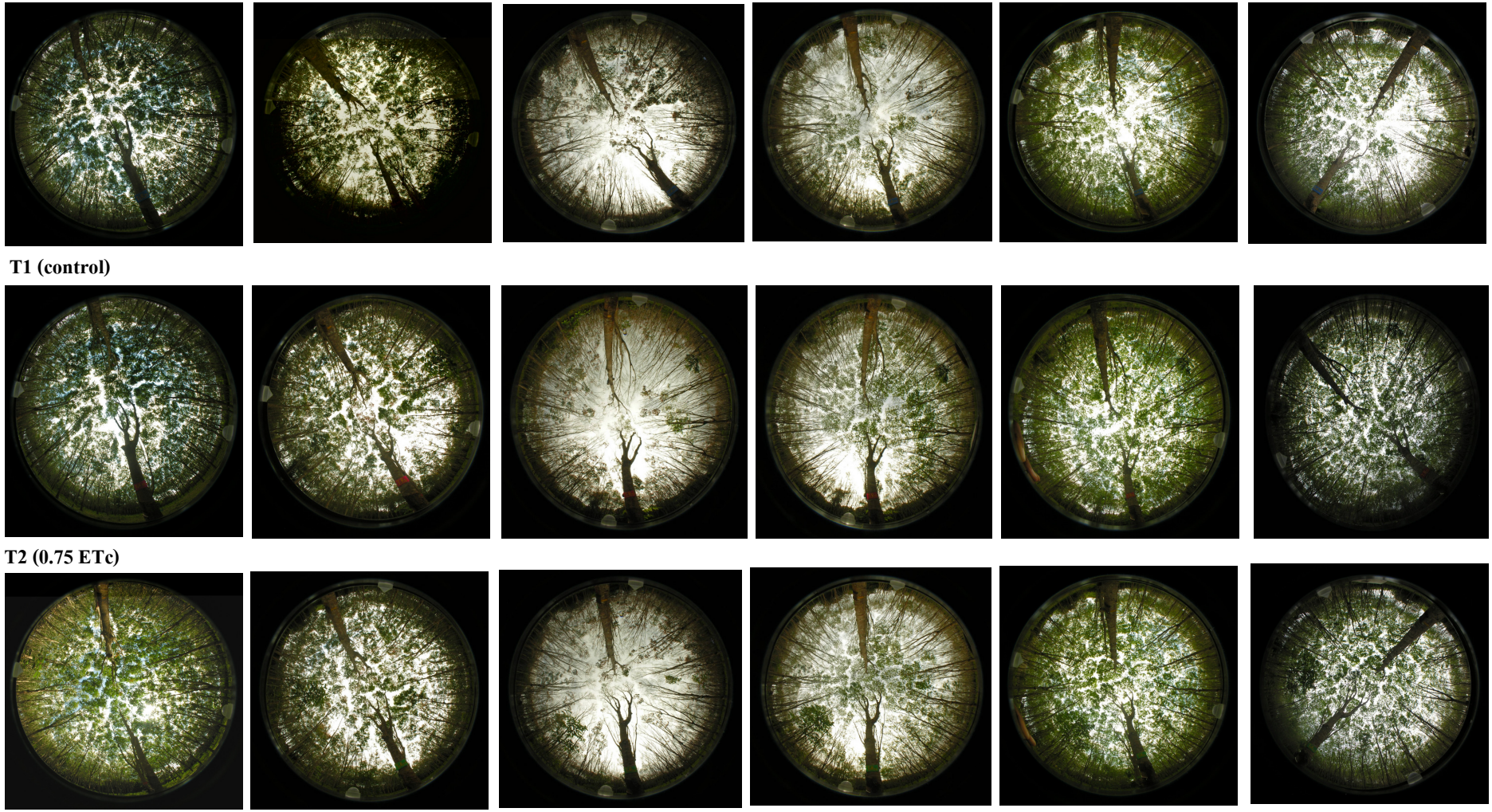
นอกจากนั้นยังพบว่า ในช่วงเดือนสิงหาคม 2551 เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยและเกิดช่วงแล้งประมาณปลายเดือน แต่เมื่อเริ่มมีฝนตกในเดือนกันยายน มีผลทำให้ต้นยางพาราในแปลงมีใบร่วงอีกครั้ง ลักษณะการผลัดใบและแตกใบใหม่ของทรงพุ่มยางพาราแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2551 (ช่วงยางพาราผลัดใบ)

หมายเหตุ: * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

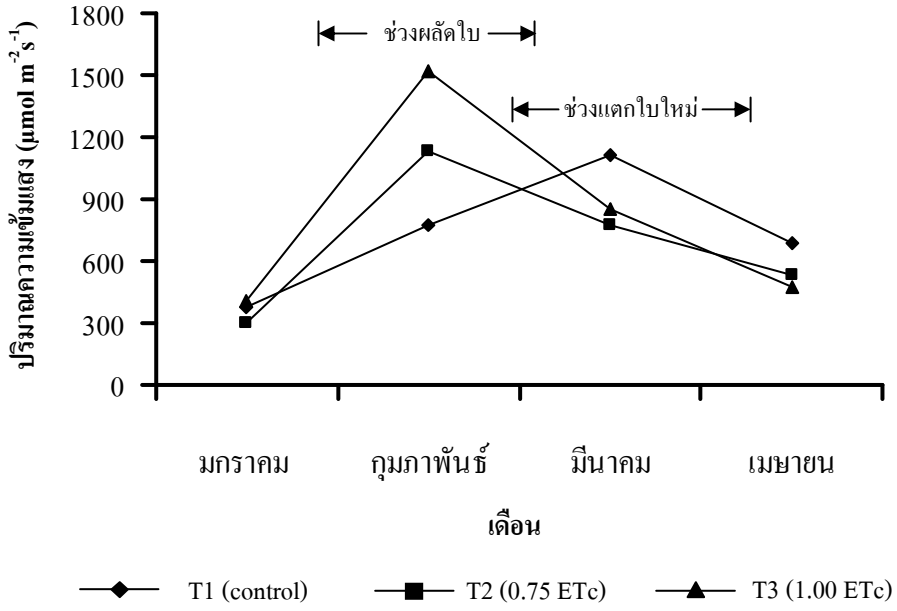
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 4 ภาพถ่ายทรงพุ่มยางพาราที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพื้นที่ใบของทั้ง 3 วิธีการทดลอง โดยถ่ายจากกล้อง Fish eye ในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2551

4. ปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม

จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มในช่วงเที่ยงโดยเฉลี่ยในช่วงเดือนมกราคม ถึง เมษายน 2551 ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นยางพารามีการผลัดใบ โดยในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช ต้นยางพารามีปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มในเดือนกุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งเป็นช่วงที่ใบยางเริ่มร่วง มีค่า 1,136 และ 1,521 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำซึ่งมีค่า 711 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เนื่องจากต้นยางพาราที่ให้น้ำมีการร่วงของใบก่อนทำให้ปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มมีค่าสูง และเมื่อต้นยางพาราเริ่มมีการแตกใบใหม่ (เดือนมีนาคม 2551) พบว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีการแตกใบเร็ว และยางพารามีทรงพุ่มใบหนาแน่นกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ จึงมีผลทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มของต้นยางที่ให้น้ำมีค่าลดลงเร็วกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ แต่หลังจากที่ต้นยางพารามีการแตกใบใหม่ และมีการพัฒนาของใบแล้ว ปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มของ 3 วิธีทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะเห็นได้ว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มมากกว่า เนื่องจากใบยางพารายังเจริญไม่เต็มที่ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่ม ช่วงเวลา 12:00 น. ระหว่างเดือน มกราคม ถึง เมษายน 2551

5. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพาราหลังจากการให้น้ำในช่วงแล้ง

5.1 ค่าศักย์ของน้ำในใบ

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพารา โดยการวัดค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในช่วงรอบวัน ระหว่างเวลา 8:00 – 16:00 น. พบว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราของทั้ง 3 วิธีการทดลองมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะเหมือนกัน โดยที่ค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีค่าสูงในช่วงเช้า และเริ่มลดลงจนมีค่าต่ำสุดในช่วงเที่ยง (12:00 น.) และหลังจากนั้นค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราก็จะเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย (ภาพที่ 6ก) สำหรับค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในแต่ละวิธีการให้น้ำ พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืชมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม ถึง พฤษภาคม 2551) หลังจากที่มีการให้น้ำ ค่าศักย์ของน้ำในใบยางพารามีค่าอยู่ในช่วง -0.92 ถึง -1.37 MPa (ภาพที่ 7ก) ซึ่งโดยเฉลี่ยค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราของวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำมีแนวโน้มสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -0.96 ถึง -1.33 MPa และสำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในช่วงเที่ยงของวิธีการที่มีการให้น้ำ และไม่ให้น้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในช่วงแล้ง (เดือนมกราคม มีนาคม เมษายน และกรกฎาคม) (ภาพที่ 7ก)

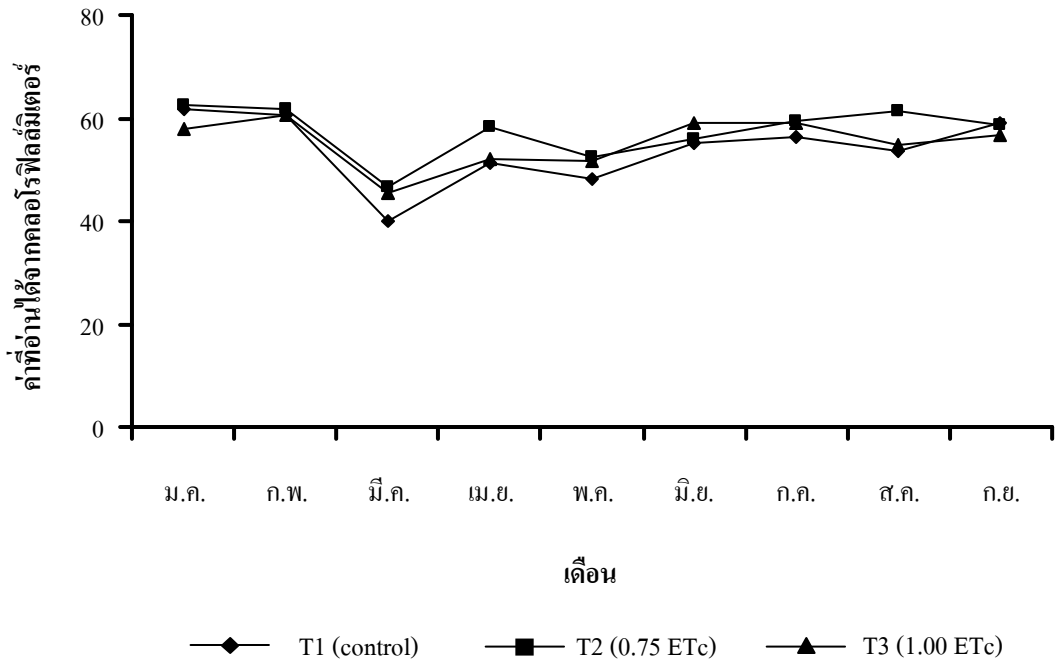
5.2 ค่าการชักนำปากใบ

การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพารา โดยการวัดค่าการชักนำปากใบของยางพาราในช่วงรอบวัน ระหว่างเวลา 8.00 – 16.00 น. พบว่า ยางพารามีการตอบสนองทางสรีรวิทยาในรอบวันโดยเฉพาะในช่วงแล้ง ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นยางพาราอยู่ในสภาวะขาดน้ำ โดยต้นยางพาราจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าการชักนำปากใบในรอบวัน คือ ช่วงเวลา 10.00 น. ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีค่าการชักนำปากใบสูงสุด และจะลดลงเรื่อยๆ (ภาพที่ 7ข) ซึ่งจากการศึกษาจะเห็นว่าต้นยางพารามีค่าการชักนำปากใบสูงในช่วงฤดูฝนซึ่งมีปริมาณน้ำเพียงพอ แต่ในช่วงฤดูแล้งต้นยางพารามีค่าการชักนำปากใบต่ำ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ของยางพารา และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำ พบว่า ในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม ถึง เมษายน 2551) ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืชมีค่าการชักนำปากใบสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีค่าการชักนำปากใบอยู่ในช่วง 528 ถึง 722 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ส่วนต้น

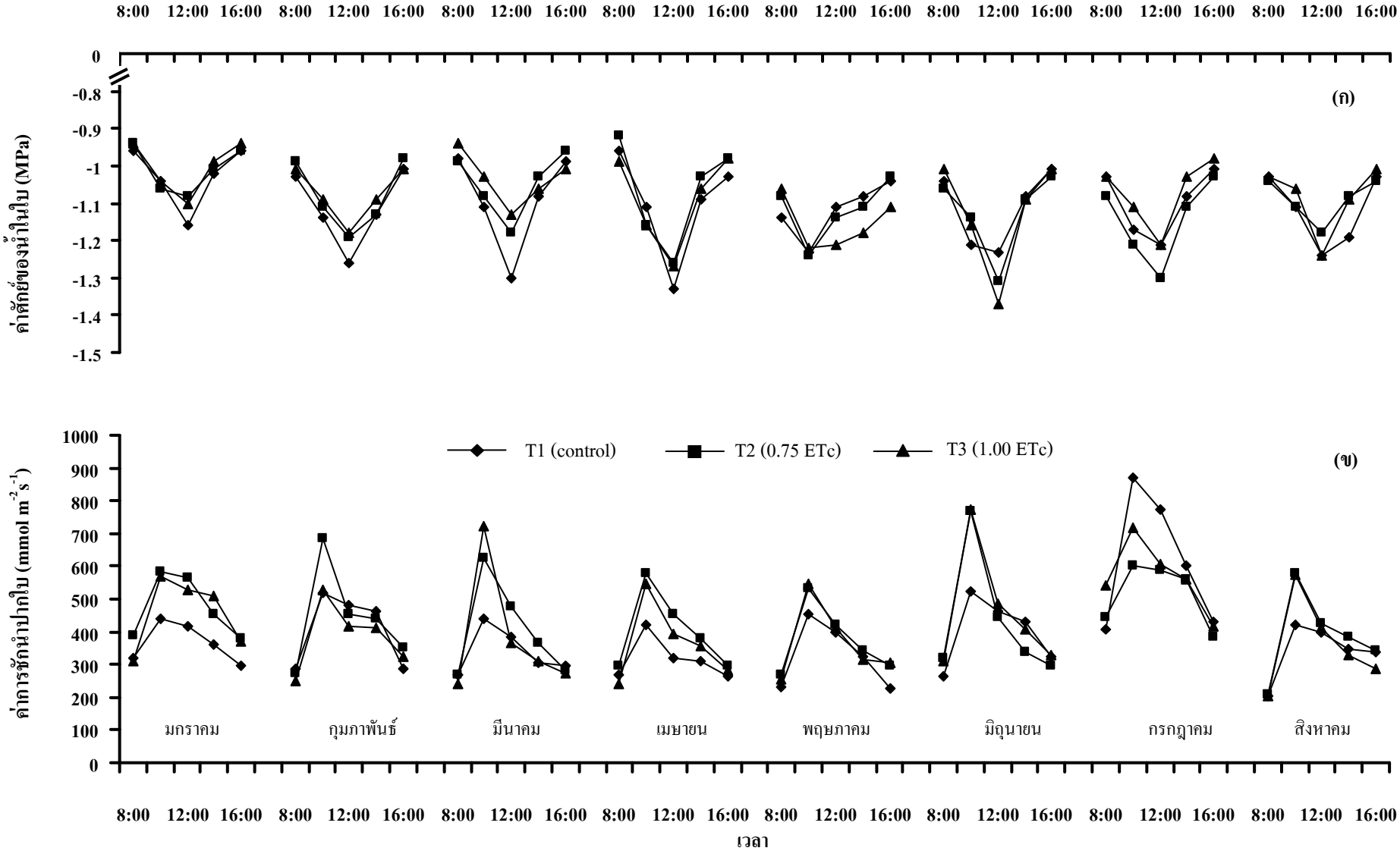
ยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีค่าการชักนำปากใบอยู่ในช่วง 422 ถึง 517 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที แต่อยู่ในช่วงฤดูฝนค่าการชักนำปากใบในรอบวันของทั้ง 3 วิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 7ข)

5.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบยางพาราที่อ่านค่าได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ พบว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพาราไม่มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงที่ยางพาราผลัดใบ (ช่วงแล้ง) และช่วงอื่นๆ ในระหว่างการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าที่อ่านได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ของวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีค่าอยู่ในช่วง 40.07 ถึง 62.45 ในขณะที่วิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 46.53 ถึง 61.82 ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ที่อ่านได้ในช่วงที่ทำการทดลองมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม 2551 (ช่วงผลัดใบ และแตกใบใหม่) และหลังจากนั้นเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์เฉลี่ยในช่วงเดือนมกราคม ถึง กันยายน 2551 ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง

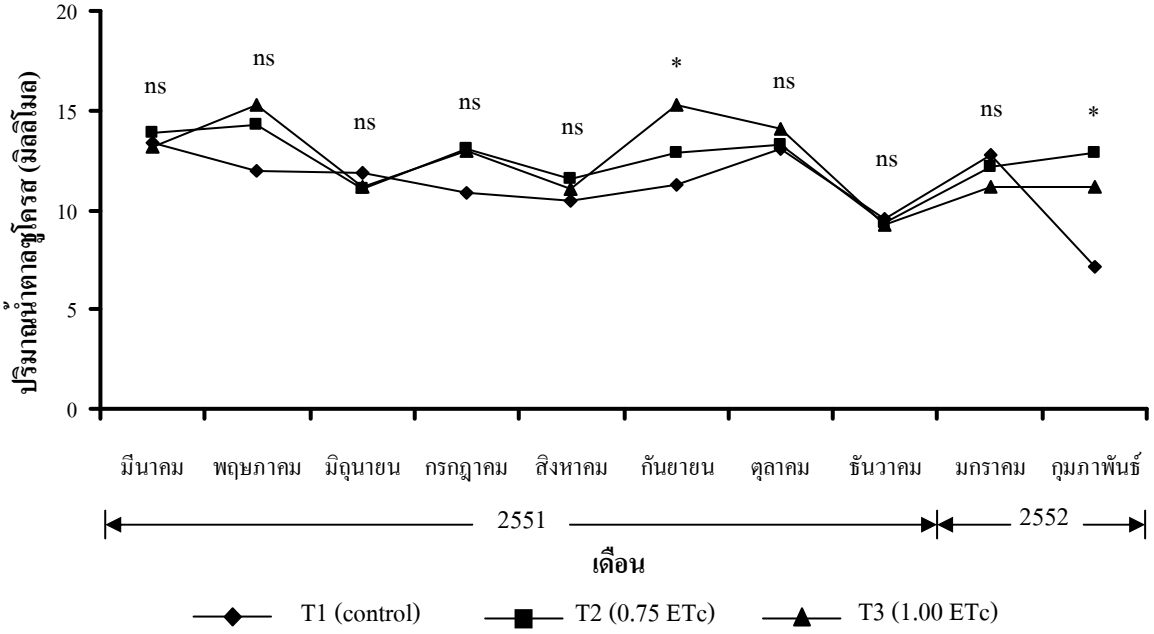


ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของ (ก) ค่าศักย์ของน้ำในใบ (ข) ค่าการชักนำปากใบ ของยางพาราใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มกราคม ถึง สิงหาคม 2551)

6. องค์ประกอบทางชีวเคมีของยางพาราหลังจากการให้น้ำ

6.1 ปริมาณน้ำตาลซูโครส

จากการศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางของยางพาราหลังจากการให้น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่เคลื่อนย้ายเข้ามาในท่อน้ำยาง เพื่อสร้างน้ำยางนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 8) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างต้นยางพาราที่มีการให้น้ำและไม่มีการให้น้ำ อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนกันยายน 2551 ซึ่งเป็นช่วงที่ยางพาราผลัดใบรอบสองเนื่องจากได้รับสภาวะแล้งจากเดือนสิงหาคม และเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ซึ่งเป็นช่วงที่ยางพาราผลัดใบ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสของวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืชมีค่าสูง คือเดือนกันยายน 2551 มีค่า 12.82 และ 15.24 มิลลิโมล ส่วนเดือนกุมภาพันธ์ มีค่า12.91 และ 11.19 มิลลิโมล ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าวิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ คือ มีค่า 11.27 และ 7.17 มิลลิโมล ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่าง เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

หมายเหตุ: เดือนเมษายน 2551 ไม่มีข้อมูลองค์ประกอบทางชีวเคมี เนื่องจาก เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำยาง

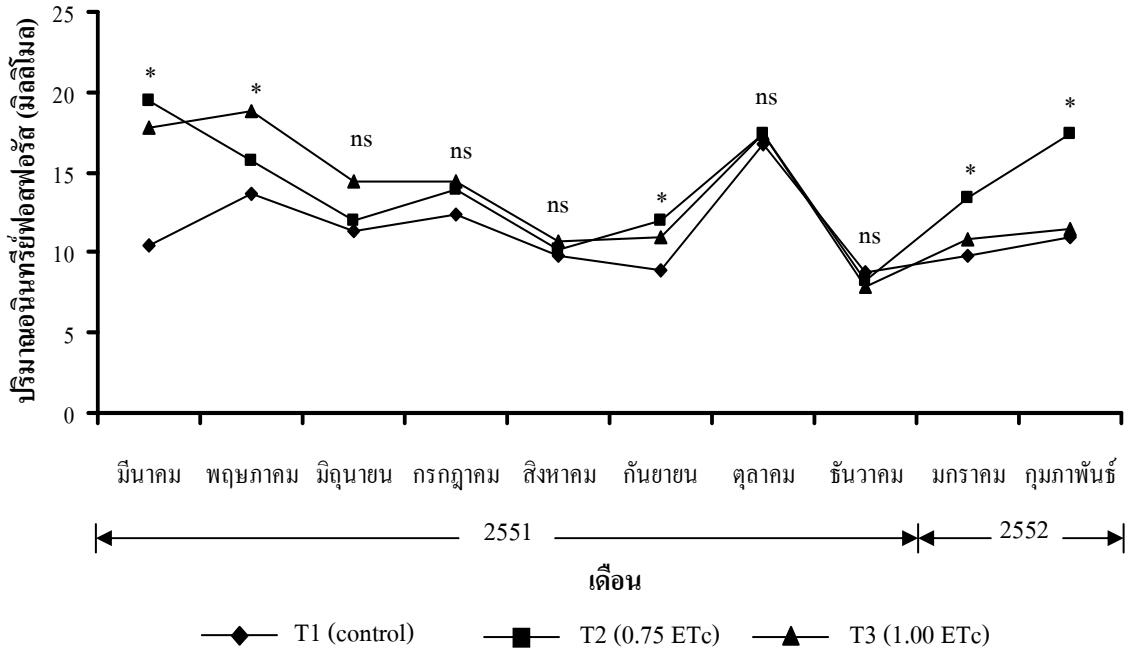
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

6.2 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

จากการศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางของยางพาราหลังจากการให้น้ำ ซึ่งปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นอนุภาคที่ให้พลังงาน มีความสำคัญในกระบวนการนำพลังงานมาใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง ซึ่งจากการทดลองพบว่า การให้น้ำแก่ยางพาราในช่วงที่ยางพาราผลัดใบ และแตกใบใหม่ (มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2551) มีผลทำให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของวิธีการที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีค่า 19.43 และ 17.82 มิลลิโมล ส่วนที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีค่า 17.82 และ 18.86 มิลลิโมล ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าวิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำซึ่งมีค่า 10.47 และ 13.69 มิลลิโมล ตามลำดับ แตกต่างทาง

สถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 9) นอกจากนั้นในช่วงเดือนกันยายนที่มีการร่วงของใบยางรอบสองก็มีผลทำให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของยางพาราที่มีการให้น้ำที่ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืชมีค่า 11.97 และ 10.97 มิลลิโมล ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าวิธีการที่ไม่มีการให้น้ำที่มีค่า 8.91 มิลลิโมล มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อยางพารามีการผลัดใบในปี 2552 พบว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าเช่นกัน (ภาพที่ 9) จะเห็นได้ว่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในช่วงอื่น ๆ ของการทดลองในวิธีการที่มีการให้น้ำมีแนวโน้มสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 9 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

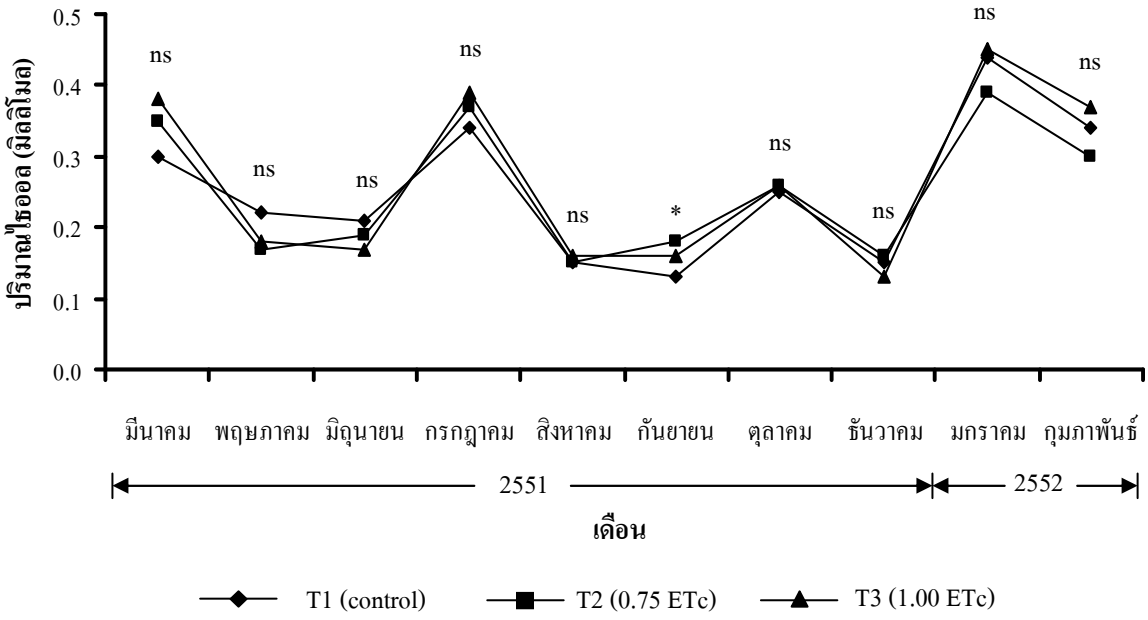
หมายเหตุ: เดือนเมษายน 2551 ไม่มีข้อมูลองค์ประกอบทางชีวเคมี เนื่องจากเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำยาง

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

6.3 ปริมาณไธออล

จากการศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีของยางพาราหลังจากการให้น้ำ สำหรับปริมาณไธออลซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในท่อน้ำยาง พบว่า การให้น้ำแก่ยางพาราไม่มีผลต่อปริมาณไธออลในช่วงแล้ง แต่มีผลในช่วงที่ยางพารามีการผลัดใบในรอบสอง คือช่วงเดือนกันยายน ซึ่งเห็นได้ว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืชในช่วงดังกล่าว มีปริมาณไธออล 0.18 และ 0.16 มิลลิโมล ตามลำดับ สูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำซึ่งมีค่า 0.13 มิลลิโมล แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 10) นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการทดลองที่มีการให้น้ำในช่วงที่ยางพารามีการแตกใบ และสร้างใบใหม่ ในเดือนมีนาคมส่งเสริมให้ปริมาณไธออลมากกว่าวิธีการทดลองที่ไม่ให้น้ำ แต่ในช่วงเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน ปริมาณไธออลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำมีปริมาณไธออลล



ภาพที่ 10 ปริมาณไธออลเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่าง
เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

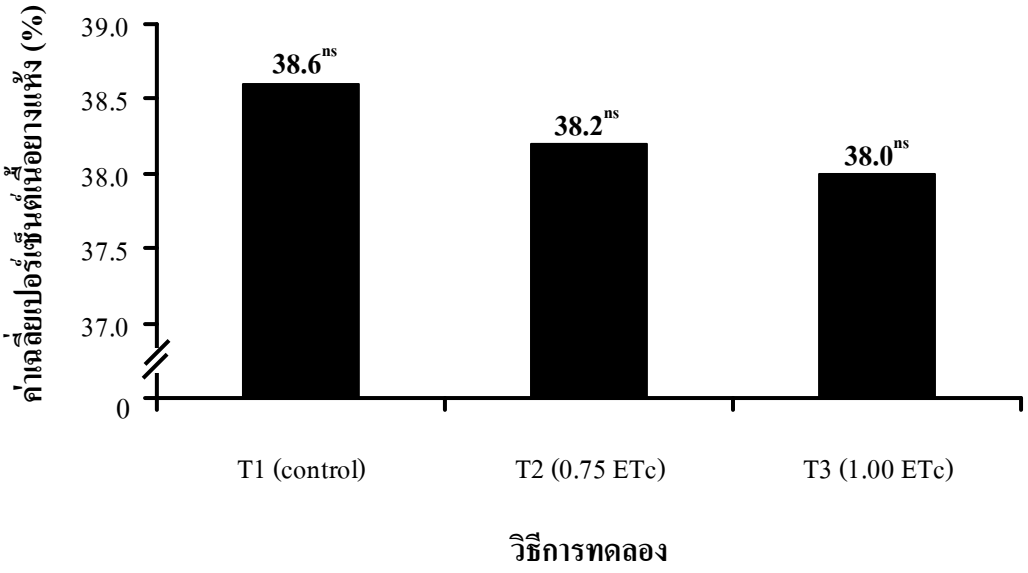
หมายเหตุ: เดือนเมษายน 2551 ไม่มีข้อมูลองค์ประกอบทางชีวเคมี เนื่องจาก
เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำยาง

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

6.4 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

จากการศึกษาการให้น้ำแก่ต้นยางพารา พบว่า การให้น้ำมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเฉลี่ยลดลง โดยวิธีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเฉลี่ย คิดเป็น 38.2 และ 38.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งมีค่า 38.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 11) และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของทั้ง 3 วิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

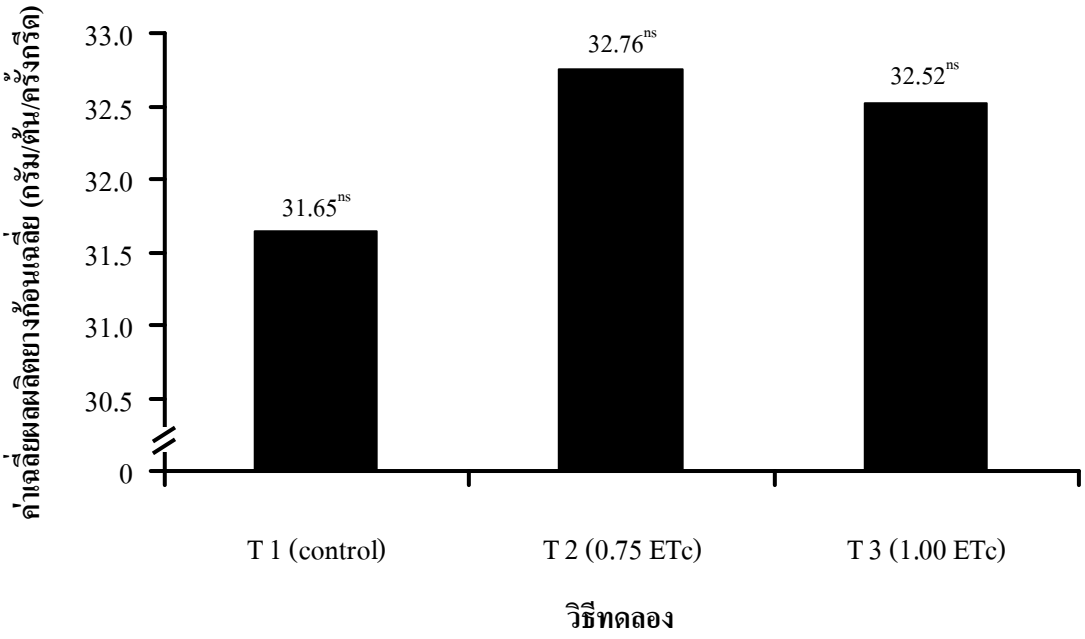


ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลอง ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

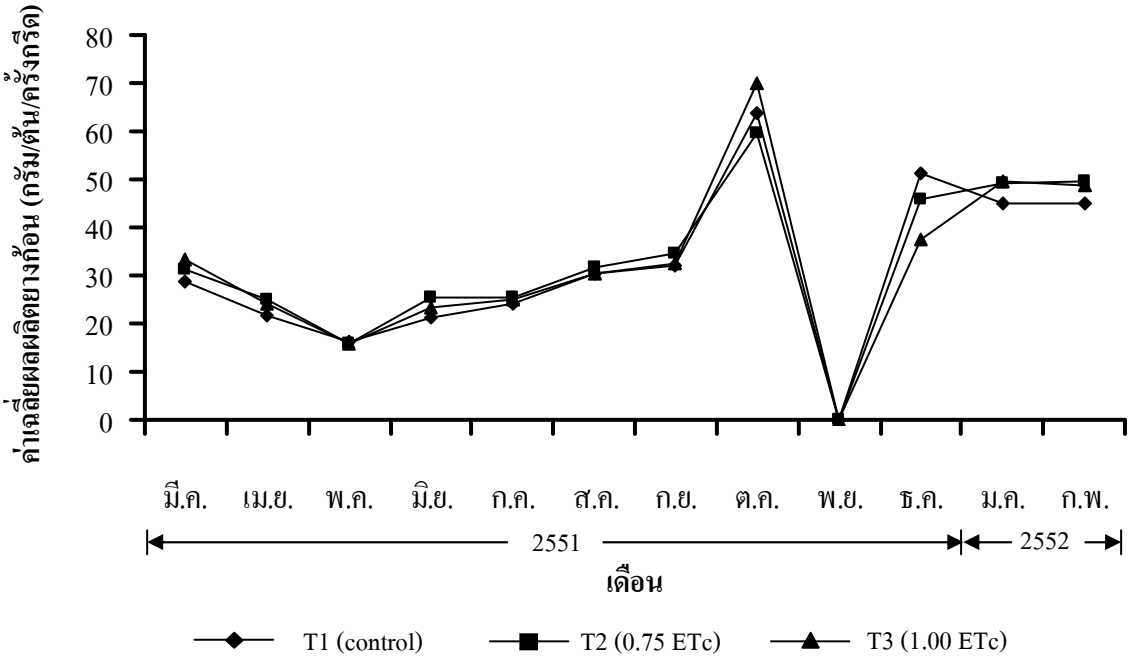
7. ประเมินผลของการให้น้ำต่อผลผลิตน้ำยางหลังจากการให้น้ำ

7.1 ผลผลิตยางก้อน

จากการศึกษาผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) ของยางพาราหลังจากการให้น้ำ โดยการเปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย 3 วิธีการทดลอง คือ ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (T1), ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T2 และต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T3 พบว่า ผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) ในช่วงรอบปี (มีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการทดลอง T2 และ T3 ให้ผลผลิต 32.76, 32.52 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด สูงกว่า T1 ให้ผลผลิต 31.65 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ตามลำดับ (ภาพที่ 12) สำหรับผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยในแต่ละเดือนของ 3 วิธีการทดลองระหว่าง เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีแนวโน้มว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำส่วนใหญ่มีปริมาณผลผลิตยางก้อนมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ แต่ในเดือนพฤศจิกายน 2551 ไม่มีผลผลิตเนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีฝนตกหนักตลอดทั้งเดือนเกษตรกรไม่สามารถกรีดยางได้ (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552)



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยรายเดือนใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่าง เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

สำหรับผลผลิตยางก้อนสะสม (กิโลกรัม/ต้น) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละวิธีการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) โดยผลผลิต (กิโลกรัม/ต้น) ในวิธีการทดลอง T2 และ T3 มีค่า 4.32 และ 4.33 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนในวิธีการทดลอง T1 มีผลผลิต 4.04 กิโลกรัม/ต้น และเมื่อคำนวณผลผลิตกิโลกรัม/ไร่/ปี พบว่า วิธีการทดลอง T2 และ T3 ให้ผลผลิต 155.94 และ 155.79 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ สูงกว่าวิธีการทดลอง T1 ซึ่งให้ผลผลิต 145.61 กิโลกรัม/ไร่/ปี และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T2 และต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T3 ให้ผลผลิตสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ หรือ T1 คิดเป็น 7.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิตยางก้อนสะสม (กิโลกรัม/ต้น) และผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ปี) ใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ผลผลิตยางก้อนสะสม (กิโลกรัม/ต้น)	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ ปี)
T 1 (control)	4.04b (100.00)	145.61
T 2 (0.75 ETc)	4.33a (107.18)	155.94
T 3 (1.00 ETc)	4.32a (106.93)	155.79
F - test	*	-
C.V. (%)	5.47	-

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เปรียบเทียบกับ T1

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

อักษรที่กำกับร่วมกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

8. ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพาราหลังจากการให้น้ำ

ศึกษาการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 13 ปี ภายใต้การให้น้ำแก่ต้นยางพาราที่ระดับแตกต่างกัน คือ ไม่มีการให้น้ำ (T1), ให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T2 และให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) หรือ T3 โดยทำการวัดการเจริญเติบโตเริ่มต้น (กุมภาพันธ์ 2550) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2552) ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.70 เมตร ศึกษาขนาดของเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวิธีการทดลอง พบว่า ขนาดของเส้นรอบวงลำต้นในวิธีการทดลองทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าการให้น้ำแก่ต้นยางพารามีแนวโน้มช่วยทำให้ขนาดของเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 : ขนาดของเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้นใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)
T 1 (control)	1.10
T 2 (0.75 ETc)	1.27
T 3 (1.00 ETc)	1.31
F-test	ns
C.V. (%)	48.03

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

9. การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนจากการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในช่วงแล้ง

การให้น้ำแก่ยางพาราที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) (T2) และให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) (T3) ส่งผลให้ในปีแรก (มีนาคม ถึง เมษายน 2550) มีผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) เพิ่มขึ้น 76.74 % และ 84.58 % ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ และเมื่อคิดเป็นเงิน พบว่า วิธีทดลองที่ให้น้ำรายได้เพิ่มขึ้น 4,442.50 และ 4,639.60 บาท/ไร่ ตามลำดับ แต่กลับพบว่ารายได้สุทธิที่ได้รับในวิธีทดลองที่ให้น้ำน้อยกว่าวิธีทดลองที่ไม่ให้น้ำ เนื่องจากวิธีทดลองที่ให้น้ำนั้น ต้นทุนในการติดตั้งระบบน้ำสูงกว่า ทำให้ในช่วงปีแรกของการให้น้ำกำไรสุทธิที่ได้รับต่ำแต่จะมีประโยชน์ในช่วงปีถัดไป

จากการทดลองในปีที่สอง (มีนาคม ถึง เมษายน 2551) พบว่า ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) เพิ่มขึ้น 11.86 % และ 13.03 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ และเมื่อคิดเป็นเงิน พบว่า วิธีทดลองที่ให้น้ำรายได้เพิ่มขึ้น 4,589.40 และ 4,637.70 บาท/ไร่ ตามลำดับ แต่กลับพบว่ารายได้สุทธิที่ได้รับในวิธีทดลองที่ให้น้ำน้อยกว่าวิธีทดลองที่ไม่ให้น้ำ แต่อย่างไรก็ตามในปีที่สองเมื่อหักค่าต้นทุนในการติดตั้งระบบน้ำ มีผลทำให้รายได้สุทธิเพิ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าน่าจะเพิ่มขึ้นในปีถัดไปอีก ส่วนกรณีที่ 2 เป็นการนำระบบน้ำที่ติดตั้งในสวนไม้ผลมาใช้ในสวนยางในฤดูแล้ง พบว่า ในกรณีนี้ เกษตรกรไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบน้ำเลย แต่จะมีค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้รายได้เฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่เกษตรกรได้รับในวิธีทดลองที่ไม่มีการให้น้ำต่อไร่ ในปีแรกเท่ากับ 4,442.50 บาท และ 4,639.60 บาท/ไร่ ในวิธีทดลองที่ให้น้ำ 0.75 ของการระเหยน้ำของพืช (T2) และ 1.00 ของการระเหยน้ำของพืช (T3) ตามลำดับ และในปีที่สอง เท่ากับ 4,589.40 และ 4,637.70 บาท/ไร่ ในวิธีทดลองที่ให้น้ำ 0.75 ของการระเหยน้ำของพืช (T2) และ 1.00 ของการระเหยน้ำของพืช (T3) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ต้นทุนและผลตอบแทนของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง
(มีนาคม ถึง เมษายน 2550) ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง

ต้นทุนและผลตอบแทน	หยุดกรีด	T1 (ไม่ให้น้ำ)	T2 (ให้น้ำ 0.75 ETc)	T3 (ให้น้ำ 1.00ETc)
ผลผลิต (กก./ไร่)	-	34.05 (100)	60.18 (176.74)	62.85 (184.58)
ผลผลิตคิดเป็นเงิน (บาท/ไร่)	-	2,513.60	4,442.50	4,639.60
ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ไร่)	-	-	8,065.70	8,065.70
รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)	-	2,513.60	-3,623.20	-3,426.10

รายได้ = น้ำหนักยางสด (กก.) x เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) / 100 x ราคา

ราคายางพาราเฉลี่ยในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน : สำนักตลาดกลางยางพารา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนของการให้น้ำต้นแก่ต้นยางพาราในช่วงฤดูแล้ง
(มีนาคม ถึง เมษายน 2551) ของทั้ง 3 วิธีการทดลอง

ต้นทุนและผลตอบแทน	หยุดกรีด	T1 (ไม่ให้น้ำ)	T2 (ให้น้ำ 0.75 ETc)	T3 (ให้น้ำ 1.00ETc)
ผลผลิต (กก./ไร่)	-	52.71 (100)	58.96 (111.86)	59.58 (113.03)
ผลผลิตคิดเป็นเงิน (บาท/ไร่)	-	4,103.00	4,589.40	4,637.70
ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ไร่)	-	-	-	-
รายได้สุทธิ (บาท/ไร่) ปีแรก	-	2,513.60	-3,623.20	-3,426.10
รายได้สุทธิสะสม (บาท/ไร่) ปีสอง	-	6,616.60	966.20	1,211.60

รายได้ = น้ำหนักยางสด (กก.) x เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) / 100 x ราคา

ราคายางพาราเฉลี่ยในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน : สำนักตลาดกลางยางพารา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

บทที่ 4

วิจารณ์

1. ผลของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราต่อลักษณะการผลัดใบ

ยางพาราเป็นพืชที่มีการผลัดใบ โดยเกิดในฤดูแล้ง และขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนในช่วงนั้นด้วย ยางพาราจะมีการผลัดใบดี และรวดเร็ว หากบริเวณนั้นมีฤดูแล้งชัดเจน และก็จะมีการแตกใบที่สมบูรณ์อย่างรวดเร็ว ส่วนบริเวณที่มีฤดูแล้งไม่ชัดเจน หรือมีปริมาณน้ำฝนไม่แน่นอน จะมีผลทำให้ยางพาราทยอยผลัดใบ และใบยางพาราจะร่วงไม่หมดต้น นอกจากนั้นการแตกใบใหม่จะช้า ทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง (Webster and Paardekooper, 1989) เช่นเดียวกับผลของการทดลองจากการให้น้ำแก่ยางพารา ในการศึกษานี้ พบว่า ต้นยางพาราในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (T2 และ T3) ยางพารามีการร่วงของใบ (ผลัดใบก่อน) เมื่อเทียบกับวิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ (T1) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีพื้นที่ใบ ซึ่งการร่วงของใบจะเกิดขึ้นภายใน 2 สัปดาห์ โดยในแปลงที่ทำการทดลองยางพารามีการทยอยผลัดใบเช่นเดียวกัน ไม่ได้ร่วงทีเดียวหมดต้น โดยสาเหตุที่ยางพาราที่มีการให้น้ำมีการร่วงของใบก่อน เนื่องจากน้ำที่ให้กับต้นยางนั้นจะเป็นตัวช่วยในการเคลื่อนย้ายเอทิลีนไปยังใบพืช โดยเฉพาะใบยางพาราเมื่อดินได้รับความชื้นเพียงพอจะมีการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว (พิชิต และคณะ, 2544) ทำให้ใบยางผลัดใบเร็วกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำแต่ก็จะมีการทยอยผลัดใบอย่างช้า ๆ

อย่างไรก็ตามในช่วงที่ทำการทดลอง ปี 2551 เป็นช่วงที่มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี แต่ก็มีช่วงแล้งที่มีปริมาณฝนตกน้อย คือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน 2551 และช่วงเดือนสิงหาคม 2551 ซึ่งในช่วงดังกล่าวยางพารามีการผลัดใบ โดยพบว่า ช่วงเดือนสิงหาคม 2551 เป็นช่วงที่มีฝนตกปริมาณน้อยลง และปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นอีกในเดือนกันยายน 2551 ส่งผลให้ยางพารามีการร่วงของใบเป็นรอบที่สอง สอดคล้องกับการทดลองของ Webster and Paardekooper (1989) ซึ่งพบว่า บริเวณที่มีการแตกใบใหม่ยังไม่สมบูรณ์ เมื่อเกิดอากาศชื้นจะมีโรคเกี่ยวกับใบ และแมลงเข้าทำลายใบอ่อน เป็นสาเหตุทำให้เกิดการร่วงของใบครั้งที่ 2 และทำให้ผลผลิตลดลงเป็นเวลานาน นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณใดที่มีฤดูแล้งมากกว่าหนึ่งครั้งในรอบปีก็อาจทำให้เกิดการผลัดใบสองครั้งได้ จากการศึกษาการให้น้ำแก่ยางพาราในช่วงฤดูแล้ง (ช่วงผลัดใบ) พบว่า การให้น้ำแก่ยางพาราช่วยทำให้ใบยางแก่เต็มที่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ เช่น การเกิดฝนตก

ชุก เพื่อหลีกเลี่ยงโรคที่เกิดกับทางใบได้ ซึ่งโรคทางใบที่ส่งผลให้เกิดใบร่วงนั้น คือ โรคราแป้ง ซึ่งเชื้อราจะเข้าทำลายในระยะใบอ่อน เชื้อแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ช่วงที่มีความชื้นสูง เช่นเดียวกับสวนของเกษตรกรในหลายอำเภอของจังหวัดสงขลา ที่ได้รับผลกระทบจากการระบาดของโรคราแป้งในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน 2551 มีผลทำให้ใบยางอ่อนที่เริ่มผลิใบต้องร่วงหล่นอีกครั้ง ทำให้ใบใหม่ที่แตกออกมาในรอบที่ 2 ไม่มีความสมบูรณ์ (ใบมีขนาดเล็ก และมีร่องรอยจากการทำลายของโรคนี้มาก) ทำให้เจ้าของสวนยางพาราต้องขาดรายได้จากการที่ต้องรอเวลาเพื่อเปิดกรีดรอบใหม่ (live-rubber, 2551)

นอกจากนั้นยังพบการระบาดของโรคราแป้งในจังหวัดอุดรธานี ซึ่งประสบกับปัญหาฝนตกหนัก อากาศหนาวจัด ซึ่งโดยปกติยางพาราในภาคอิสานจะผลัดใบต่อยอดอ่อนในเดือนธันวาคม ถึง มกราคม และใบจะโตเต็มที่ กรีดยางได้ในปลายเดือนกุมภาพันธ์ หรือต้นเดือนมีนาคม แต่ในปี 2551 ช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ขณะที่ต้นยางกำลังต่อยอดอ่อน ก็มีฝนตกหนัก และเกิดอากาศหนาวมาก ทำให้มีราสีขาวเกิดขึ้นที่ใต้ใบ แล้วทำให้ใบหงิกงอ เหลืองซีด ทำให้กรีดยางไม่ได้เนื่องจากไม่มีน้ำยาง (ผู้จัดการออนไลน์, 2551)

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพาราในช่วงแล้ง ทำให้ใบยางพารามีการพัฒนาของใบสมบูรณ์เร็วขึ้น ใบแก่และเจริญเติบโตเต็มที่ โดยจากการทดลองได้พิจารณาจาก ค่าดัชนีพื้นที่ใบของยางพารา ที่มีการเพิ่มขึ้นเร็วกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ (ภาพที่ 3) และจะเห็นได้ว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ เมื่อพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นได้ระยะหนึ่งแล้วก็จะลดลงอีกในช่วงต่อมา เนื่องจากต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำจะมีการพัฒนาของใบ และการฟื้นตัวของใบไม่ดีเท่ากับยางพาราที่มีการให้น้ำ สอดคล้องกับการทดลองของ Devakumar และคณะ (1999) ที่พบว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพาราส่งผลให้ดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองที่ไม่มีการให้น้ำ และยังพบว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพาราช่วยทำให้ใบยางมีความสมบูรณ์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของยางพารา และจะส่งผลต่อการสร้างผลผลิตน้ำยาง

2. ผลของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา

การให้น้ำแก่ต้นยางพารามีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืช โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในช่วงรอบวัน ระหว่างเวลา 8:00 – 16:00 น. มีค่าสูงในช่วงเช้า และบ่ายถึงเย็น และมีค่าต่ำในช่วงเที่ยง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของศักย์ของน้ำในใบขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในดิน และในพืช โดยในช่วงแล้งพืชมีการคายน้ำสูง ทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบ

มีค่าต่ำ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีแนวโน้มทำให้ศักย์ของน้ำในใบยางมีค่าสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ เนื่องจากพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของพืชได้ และพืชไม่อยู่ในสภาวะเครียด สอดคล้องกับการทดลองของ สุเมธ และสายัณห์ (2550) และ จันทร์จิรา (2551) ที่ทำการทดลองในแปลงที่อำเภอเทพา จังหวัดสงขลาเช่นกัน นอกจากนั้น Vijayakuma และคณะ (1998) ได้ทำการทดลองวัดค่าศักย์แรงดันน้ำ ศักย์สารละลาย และศักย์รวมของน้ำในเซลล์ท่อน้ำยาง เปรียบเทียบระหว่างต้นยางที่ให้น้ำ และต้นยางตามสภาพน้ำฝน พบว่า ต้นยางตามสภาพน้ำฝนมีค่าศักย์รวมของน้ำในเซลล์ และศักย์แรงดันน้ำในเซลล์ท่อน้ำยางต่ำกว่าต้นยางพาราที่ให้น้ำ และต้นยางพาราตามสภาพน้ำฝนแสดงลักษณะ osmotic adjustment คือ สภาวะเครียดน้ำที่อาจเกิดจากดินที่ปลูกมีความชื้นต่ำ

สำหรับค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าการชักนำปากใบ พบว่า ต้นยางพารามีค่าการชักนำปากใบสูงในช่วง 10:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่ต้นยางพารามีความสามารถในการเปิดปิดของปากใบ ซึ่งปากใบมีหน้าที่สำคัญต่อการปรับตัวของพืชต่อสภาพแวดล้อมที่พืชดำรงอยู่ นอกจากนั้นยังเป็นตัวควบคุมการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำของพืชด้วย ดังนั้นการที่ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีค่าการชักนำปากใบสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำก็จะส่งผลให้ต้นยางพารามีความสามารถในการดึงน้ำไปใช้ในกระบวนการดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงมีความสมบูรณ์ ต้นยางพาราสามารถสร้างน้ำยางได้มากขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ กฤษดา และคณะ (2546) พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าการชักนำปากใบสูงในช่วงเวลาตั้งแต่ 10:30 น. ไปจนถึงเวลา 15:30 น. ซึ่งความแปรปรวนของค่าการชักนำปากใบของยางพาราในช่วงเวลารอบวันนั้นได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความต้องการน้ำเพิ่มของอากาศ เป็นต้น สำหรับต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ พบว่า ค่าการชักนำปากใบในรอบวันทุกช่วงเวลามีค่าต่ำ เนื่องจากในสภาพที่ขาดน้ำ หรือมีปริมาณน้ำในดินน้อย โดยต้นยางพารามีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมโดยกลไกการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำเป็นขั้นแรก แต่จะปิดลงเล็กน้อย ไม่ได้ปิดสนิทเพื่อให้การสูญเสียน้ำเมื่อเทียบกับอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ยังสามารถรักษาระดับต่ำอยู่ได้ แต่หากต้นยางพารายังไม่ได้รับน้ำปากใบก็จะเริ่มปิด ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง ปากใบจึงมีการตอบสนองทั้งต่อสภาพแห้งของบรรยากาศ และสภาพขาดน้ำในเซลล์ภายในใบ เพื่อให้เกิดความสมดุลของการสูญเสียน้ำกับกระบวนการสร้างอาหาร (สุนทรีย์, 2535)

3. ผลของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราต่อองค์ประกอบทางชีวเคมี

การให้น้ำแก่ต้นยางพารามีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีค่าสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ซึ่งเป็นผลดีต่อการสร้างน้ำยางของต้นยางพารา เนื่องจากปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางสูง แสดงให้เห็นว่าต้นยางพารามีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงดี สามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ในปริมาณมาก โดยเฉพาะยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง และมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูง เมื่อมีการให้น้ำแก่ต้นยางพาราก็ส่งผลให้ต้นยางพาราสามารถดึงน้ำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ได้ดีขึ้น ซึ่งจากการทดลองของอารักษ์ และคณะ (2546) พบว่า กระบวนการสร้างน้ำยางน่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารสะสมในต้นยาง เพราะมีน้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง และจากการที่ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำซึ่งมีปริมาณซูโครสสูงอยู่แล้วในทุก ๆ เดือนที่ทำการทดลอง และทำให้มีการสะสมของปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในต้นยาง จึงทำให้เมื่อกระทบกับสภาวะแล้งจึงไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง

สำหรับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ซึ่งแสดงถึงกระบวนการเมทอบอลิซึมในน้ำยาง พบว่า ในช่วงที่ยางพารามีการแตกใบใหม่ ต้นยางพาราที่มีการแตกใบใหม่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ต้นยางพารามีการนำน้ำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น การเคลื่อนย้ายน้ำตาล เพื่อจะทำให้ต้นยางพาราสามารถที่จะสร้างน้ำยางในช่วงที่ยางพาราสร้างใบใหม่ได้ (อารักษ์ และคณะ, 2546) แต่ในขณะที่ใบหลุดร่วงปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางมีแนวโน้มลดลง (Lynon, 1969) เช่นเดียวกับการศึกษานี้ซึ่งพบว่า ในช่วงที่ใบร่วงรอบสอง (สิงหาคม ถึง กันยายน 2551) ก็พบว่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน

ส่วนปริมาณไธออล เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงสถานะของ antioxidant system ในกลไกการป้องกันตัวเองของต้นยาง ซึ่งจะมีโมเลกุลพวก cysteine, methionine และ glutathione ในการช่วยจับกับออกซิเจนที่เป็นพิษภายในเซลล์ ส่งผลให้ต้นยางพาราที่มีปริมาณไธออลสูงมีช่วงเวลาในการไหลของน้ำยางนานขึ้น และจากการทดลอง พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีปริมาณไธออลสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ โดยเฉพาะช่วงยางผลัดใบ เนื่องจากต้นยางพาราสามารถดึงน้ำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้กลไกต่าง ๆ ภายในต้นเป็นปกติ อย่างไรก็ตามในช่วงที่แตกใบใหม่ต้นยางพารามีปริมาณไธออลลดลง นอกจากนี้ไธออลยังมีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างน้ำยาง (Jacob *et al*., 1989) ดังนั้นในช่วงที่ปริมาณไธออลลดลงก็ส่งผลให้ต้นยางพารามีปริมาณผลผลิตลดลงเช่นกัน

สำหรับปริมาณเนื้อยางแห้ง จากการทดลองนี้พบว่า การให้น้ำแก่ต้นยางพาราไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางพาราเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ แต่มีแนวโน้มให้ปริมาณเนื้อยางแห้งน้อยกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำที่ต้นยางพาราดึงไปใช้นั้นบางส่วนก็จะเข้าไปในอนุภาคยาง จึงมีผลทำให้ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีการไหลของน้ำยางยาวนานขึ้น ปริมาณผลผลิตจึงสูง แต่ปริมาณเนื้อยางแห้งก็ลดลงด้วย (Jacob *et al*., 1989)

4. ผลของการให้น้ำแก่ต้นยางพาราต่อปริมาณผลผลิต

การให้น้ำแก่ต้นยางพารามีผลทำให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้น้ำทำให้ความชื้นดินสูงขึ้น ซึ่งความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อจำนวนวงของท่อน้ำยาง มีผลต่อการแบ่งเซลล์ของเยื่อเจริญ และความหนาของเปลือก โดยเฉพาะความหนาของเปลือกชั้นในสุด ในสภาพที่อากาศแห้งแล้ง และความชื้นในดินต่ำ ส่งผลให้ความหนาเปลือกชั้นในสุดลดลง ในขณะที่เปลือกชั้นนอกหนาขึ้น และจำนวนวงท่อน้ำยางที่สมบูรณ์จะลดลงด้วย นอกจากนี้น้ำในดินยังเป็นตัวละลายธาตุอาหารในดินเข้าสู่ต้นยาง ในช่วงที่ดินมีความชื้นสูง ต้นยางพาราดูดธาตุอาหาร และน้ำได้ง่ายจากชั้นความลึกดินตื้น และถ้าดินมีความชื้นดินต่ำต้นยางพาราก็จะดูดน้ำและธาตุอาหารจากชั้นหน้าตัดดินลึกลงไป (Rao *et al*., 1998; Devakumar *et al*., 1999) ซึ่งจากการทดลองนี้ พบว่า การให้น้ำในช่วงแล้งทำให้ความชื้นดินเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโต และแผ่กระจายของรากยางพาราบริเวณดินชั้นบนเพิ่มขึ้น ทำให้ยางพาราสามารถดูดน้ำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อใช้ในการสร้างน้ำยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปริมาณผลผลิตของต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีปริมาณมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากในปีที่ทำการทดลองในจังหวัดสงขลามีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร ซึ่งในช่วงที่ทำการทดลองมีฝนตกตลอดปี ทำให้ในบางเดือนปริมาณผลผลิตยางพาราของต้นยางที่ไม่มีการให้น้ำสูงกว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำก็เป็นประโยชน์สำหรับต้นยางพาราในช่วงแล้ง ซึ่งในช่วงดังกล่าวยางพารามีอัตราการคายน้ำสูง และมีการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ส่งผลให้การแลกเปลี่ยนแก๊สเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงลดลง สอดคล้องกับการทดลองของจันทร์จิรา (2551) ซึ่งเป็นการทดลองการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในปีแรก แต่จะเห็นได้ว่าผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) ในแต่ละเดือน และผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละวิธีการทดลอง ในปีแรกมีปริมาณมากกว่าปีที่สอง เนื่องจากในปีที่สองเมื่อเกษตรกรกรีดยางแล้ว ฝนตกลงมาทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตเป็นยางก้อนได้ อย่างไรก็ตามต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผลผลิตยางก้อนมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ โดยทั้งผลผลิตยาง

ก้อนสะสม (กิโลกรัม/ต้น) และผลผลิตยางก้อนรวม (กิโลกรัม/ไร่/ปี) มีปริมาณมากว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปีแรกผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ปี) มีปริมาณมากกว่าปีที่สองมาก ซึ่งในปีที่สองมีจำนวนวันฝนตก และปริมาณน้ำฝนมาก แต่เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทดลองโดยการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนมากกว่า สอดคล้องกับการทดลองของจันทร์จิรา (2551) ซึ่งทดลองในปีแรก โดยเมื่อนำปริมาณผลผลิตมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่า ในปีแรกการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช มีปริมาณผลผลิตยางก้อนเพิ่มขึ้นคิดเป็น 10 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จันทร์จิรา, 2551) และในการทดลองในปีที่สอง พบว่า ปริมาณผลผลิตยางก้อนเพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช ก็เพียงพอสำหรับต้นยางพาราที่จะนำไปใช้ในการสร้างผลผลิตน้ำยางได้ แต่จากการทดลองของสุเมธ และสายัณห์ (2550) พบว่า การให้น้ำที่ระดับ 0.50 ของการระเหยน้ำของพืชให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ จึงได้มีการทดลองครั้งนี้เพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่จะให้แก่ต้นยางพารา เพื่อเพิ่มผลผลิตของน้ำยาง และช่วยในการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

การให้น้ำแก่ต้นยางพารานอกจากจะเพิ่มผลผลิตแล้วยังช่วยให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตได้ดีด้วย โดยจากการทดลอง พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีแนวโน้มทำให้ขนาดของเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ Devakumar และคณะ (1999) ซึ่งได้ทำการทดลองวัดการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นยางพาราที่ให้น้ำชลประทาน และที่เจริญตามสภาพน้ำฝนที่ปลูกในพื้นที่แห้งแล้ง พบว่า ต้นยางพาราที่ให้น้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดี และรวดเร็วกว่าต้นยางตามสภาพน้ำฝน และสามารถเปิดกรีดยางได้ก่อน นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตน้ำยางระหว่างวิธีการทดลอง พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีผลผลิตสูงกว่าต้นยางตามสภาพน้ำฝนตลอดช่วงทำการทดลองในปีกรีดยาง 3 ปีแรกหลังเปิดกรีด เช่นเดียวกับกฤษฎา และพนัส (2550) ได้ทำการทดลองในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นเขตปลูกยางเดิม พบว่า ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำเพิ่มเติมเมื่อมีการขาดน้ำ กับต้นยางพาราที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และผลผลิตน้ำยางที่ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากในระหว่างการทดลองมีฝนตกตลอดทั้งปีในปริมาณที่มากพอ ทำให้ปริมาณน้ำในดินที่ต้นยางพาราทั้ง 2 วิธีการทดลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ ซึ่งการให้น้ำจะเป็นประโยชน์ในช่วงแล้ง เพราะการให้น้ำสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตในฤดูแล้งได้ (Krishna, *et al*., 1991)

สำหรับการประเมินผลตอบแทนจากการให้น้ำแก่ต้นยางพารา พบว่าในปีแรกเกษตรยังได้กำไรจากการขายผลผลิตยางพาราไม่มากนัก เนื่องจากในปีแรกจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบน้ำ แต่ยังได้กำไรจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในปีถัดไป แต่ถ้าเกษตรไม่ได้มีการติดตั้งระบบน้ำใหม่ แต่ใช้ระบบน้ำจากแปลงไม้ผล ซึ่งเกษตรกรทางภาคใต้ส่วนใหญ่จะมีแปลงไม้ผลและแปลงปลูกยางพาราที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ทำให้สามารถย้ายระบบน้ำมาใช้ในแปลงยางพาราได้ในช่วงแล้ง ซึ่งในช่วงดังกล่าวเกษตรกรส่วนใหญ่จะงดการให้น้ำแก่ไม้ผล จึงเป็นการนำระบบน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และต้นทุนในการติดตั้งน้อยกว่าการติดตั้งใหม่ ซึ่งเมื่อเกษตรกรมีการให้น้ำแก่ต้นยางพาราก็จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่า

จากการทดลองการให้น้ำแก่ต้นยางพาราในเขตจังหวัดสงขลา ทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งเป็นเขตที่มีสภาพอากาศแปรปรวน ความชื้นสูง และมีฝนตกปริมาณมาก ทำให้การทดลองการให้น้ำเห็นผลไม่ชัดเจนนัก แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำแก่ต้นยางพาราก็เป็นประโยชน์ในช่วงแล้ง (ปริมาณน้ำฝนน้อย) เนื่องจากช่วงดังกล่าว ต้นยางพาราก็มีความต้องการน้ำในการสร้างน้ำยาง และการเจริญเติบโตเช่นกัน และยังสามารถช่วยให้ใบยางพาราสามารถพัฒนาเป็นใบแก่ ที่สมบูรณ์เต็มที่ ก่อนที่จะมีฝน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโรคราแป้ง ซึ่งจะส่งผลทำให้ต้นยางพารามีผลผลิตลดลง เนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายใบในระยะใบอ่อน ทำให้ต้นยางพาราสูญเสียพื้นที่ใบที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อการสร้างน้ำยางต่อไป และนอกจากนี้ควรมีการประเมินความต้องการน้ำของดินในแต่ละพื้นที่ปลูกยางก่อนที่จะมีการให้น้ำ เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำในระดับที่ต่างกัน ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่า ควรมีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 ของการคายระเหยน้ำของพืช เพราะเป็นการให้น้ำในปริมาณน้อยกว่า และประหยัดน้ำกว่า แต่ให้ผลดีเท่ากับ การให้น้ำที่ระดับ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช

บทที่ 5

สรุป

1. การให้น้ำแก่ต้นยางพาราที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) ในช่วงฤดูแล้ง (ช่วงยางพาราผลัดใบ) มีผลทำให้ยางพาราที่ได้รับน้ำมีการร่วงของใบ และแตกใบใหม่เร็วกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำ ประมาณ 2 สัปดาห์ และใบของยางพารามีการพัฒนาเร็วกว่าโดยประเมินจากค่าดัชนีพื้นที่ใบ
2. การตอบสนองทางสรีรวิทยา ค่าศักย์ของน้ำในใบยางพารา และค่าการชักนำปากใบของต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีแนวโน้มต่ำกว่าต้นยางพาราที่มีการให้น้ำ แต่การให้น้ำไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบยางพารา
3. ปริมาณผลผลิตของยางพาราในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.33 และ 4.32 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำโดยมีปริมาณผลผลิต 4.04 กิโลกรัม/ต้น เมื่อนำปริมาณผลผลิตมาคำนวนเป็นกิโลกรัม/ไร่/ปี พบว่า ต้นยางพาราที่ไม่มีการให้น้ำมีปริมาณผลผลิต 145.61 กิโลกรัม/ไร่/ปี ต้นยางพาราที่มีการให้น้ำที่ระดับ 0.75 และ 1.00 ของการคายระเหยน้ำของพืช (ETc) มีปริมาณผลผลิต 155.94 และ 155.79 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณผลผลิตมากกว่าคิดเป็น 7.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
4. เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และการเพิ่มขนาดเส้นรอบวงลำต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
5. การประเมินองค์ประกอบทางชีวเคมีพบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในต้นยางพาราที่มีการให้น้ำมีค่าสูงในช่วงแตกใบใหม่
6. การให้น้ำน่าจะมีผลต่อกระบวนการสร้างน้ำยางของต้นยางพารา ดังนั้นจากการศึกษาการให้น้ำแก่ต้นยางพาราเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางในช่วงฤดูแล้ง (ช่วงยางพาราผลัดใบ) จะเป็นประโยชน์และช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร แต่ในช่วงปีแรกผลตอบแทนยังไม่คุ้มกับการลงทุน แต่จะเพิ่มขึ้นในปีถัดไป แต่อย่างไรก็ตามสามารถประยุกต์ระบบน้ำจากแปลงไม้ผลมาใช้ในช่วงดังกล่าวเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ลุ่งกี่. 2550. การศึกษาต้นทุนด้านพลังงานในการสร้างมวลชีวภาพและองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชไร่นามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

กรมวิชาการเกษตร. 2551. สรุปสถาณการณ์ยางพาราในไตรมาสที่ 3 และแนวโน้มในไตรมาสที่ 4. ว.ยางพารา 29: 1-4.

กฤษดา สังข์สิงห์, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, อารักษ์ จันทุมา, ศรปราชญ์ ธไนศวรรยางกูร, กุมุท สังขศิลา และพูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2546. การศึกษาค่า Stomatal Conductance ในใบยางพารา. ว.วิชาการเกษตร 21: 248-258.

กฤษฎา สังข์สิงห์ และพนัส แพชนะ. 2550. การให้น้ำกับศักยภาพการผลิตยางในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ว.ยางพารา 28: 68-77.

กุมุท สังขศิลา, ธิดา สุทธิธรรม และธเนศ ถาวรพานิชย์โรจน์. 2544. ปริมาณการใช้น้ำที่เพียงพอของยางพันธุ์ PB 235 และ RRIM 600. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานการวิจัย. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จันทร์จิรา สมจันทร์. 2551. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตน้ำยางของยางพาราในช่วงรอบปี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยโรจน์ ธรรมรัตน์ และศุภมิตร ลิมปีชัย. 2538. สวนยางทักษิณราชนิเวศน์. รายงานการวิจัย. สงขลา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ณพรัตน์ วิชิตชลชัย และสุจินต์ แม้นเหมือน. 2535. ผลผลิตยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ว.ยางพารา 12: 84-101.

ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2543. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.

ธเนศ ถาวรพานิชย์โรจน์. 2546. ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตน้ำยางและการเปลี่ยนแปลงในรอบวันขององค์ประกอบศักย์ของน้ำในใบยาง (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรชัย ฤกษ์มงคลวิทย์. 2548. การพยากรณ์ปริมาณน้ำยางพาราโดยใช้แบบจำลองถดถอยด้วยตนเองกับข้อมูลป้อนเข้าภายนอกไปเชิงเส้น. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์, รัชนี รัตนวงศ์ และ อนุสรณ์ แรมลี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศในเขตภูมิอากาศที่ 1. รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2544. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

ผู้จัดการออนไลน์. 2551. ชาวสวนยางอิสานโอดเชื้อราระบาดกรีดยางไม่ได้ [Online] Available : http://www.manager.co.th. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2551).

พิชิต สพโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตของยางพาราหลังการผลัดใบโดยการหยุดพักกรีดและใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชิต สพโชค, พิสมัย จันทุมา และพนัส แพชนะ. 2544. การเพิ่มผลผลิตยางโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยางชนิดแก๊ส. ว.ยางพารา 21: 227-239.

วราภรณ์ ขจรไชยกูล. 2524. คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ. ว.ยางพารา 2: 19-27.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักชลประทาน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2549. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สถาบันวิจัยยาง. 2536. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2536. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2549. โรคและศัตรูยางพาราที่สำคัญในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2550. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมาคมยางพาราไทย. 2550. สถิติยางไทย. [Online] Available : http://www.thair.com. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2551).

สมยศ ชูกำเนิด. 2541. ผลกระทบจากการแข่งขันของหวายต่อยางพาราภายใต้ระบบการปลูกเป็นพืชร่วม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายัณห์ สดุดี. 2534. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายัณห์ สดุดี และนเรศ จิโสะ. 2551. การประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน. ว.เกษตรพระจอมเกล้า 26: 50-59.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดินพืช. นครปฐม: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

สุจินต์ แม้นเหมือน, อารักษ์ จันทุมา และกรรณิการ์ ธีรวัฒนสุข. 2536. การเจริญเติบโตของยางพาราในท้องที่แห้งแล้ง. ว.ยางพารา 13: 12-30.

สุภัทร์ อิศรางกูล ณ อยุธยา, อโนมา ดงแสนสุข, รวมชาติ แต่พงษ์โสรัถ และธีระยุทธ นาคแดง. 2550. ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกภายใต้ระบบการให้น้ำ. ว.แก่นเกษตร 35: 118 – 125.

สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, Ferderric C. Do, สันติไมตรี ก้อนดำดี, จรรยา จันทร์จิตตะการ และเกริก ปั้นเหน่งเพชร. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต พลังงานศักย์ของน้ำและผลผลิตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2550 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 22 มกราคม 2550, หน้า 84 – 86.

สุเมธ ลิ่มมณีธร, สายัณห์ สดุดี และอิบรอเฮม ยีดำ. 2550. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตน้ำยางของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ช่วงฤดูแล้ง. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 29: 601-613.

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. 2540. การผลิตยางธรรมชาติ. ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อภิพรรณ พุกภักดี, ไสว พงษ์เก่า และวิจารณ์ วิชชุกิจ. 2529. บทบาทของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช สรีรวิทยาของการผลิตพืช. 302 หน้า.

อารักษ์ จันทุมา, พิสมัย จันทุมา, สมจินตนา รูเดอร์แมน, สว่างรัตน์ สมนาค และพิบูลย์ เพ็ชร์ยิ่ง. 2546. ความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางจากการสังเคราะห์แสงของยางพารา. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง. 352 หน้า.

Live-rubber. 2551. โรคราแป้งระบาดในหลายอำเภอของสงขลา: ข่าวความเคลื่อนไหวจากสวนยางพารา. [Online] Available : http://www.live-rubber.com. (เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 เมษายน 2551).

Allen, G.R., Pereira, S.L., Raes, D. and Smith, M. 1998. ETc-single crop coefficient (Kc). *In* Crop evapotranspiration, pp. 103-134. Rome: FAO Irrigation and Drainage Paper.

Alves de Sena, J.O., Zaidan, H.A. and Castro, P.R.C. 2007. Transpiration and stomatal resistance variations of perennial tropical crops under soil water availability conditions and water deficit . International Journal Brazilian Archives of Biology and Technology 50: 225-230.

Chrestin, H., Bangratz, I., Auzac, J.d'. and Jacob, J.L. 1984. Role of the lutoidic tonoplast in the senescence and degeneration of the laticifers of *Hevea brasiliensis*. Pflanzenphysiologie 114: 261-268.

Chandrashekar, T.R. 1997. Stomatal responses of *Hevea* to atmospheric and soil moisture stress under dry subhumid climatic conditions. Journal of Plantation Crops 25: 146-151.

Chantuma, P., Thanisawanyangkura, S., Kasemsap, P., Gohet, E. and Thaler, P. 2006. Distribution patterns of latex sucrose content and concurrent metabolic activity at the trunk level with different tapping systems and in latex production bark of *Hevea brasiliensis*. Kasetsart Journal (Nat. Sci.) 40: 634-642.

Devakumar, A.S., Gawai, P., Prakash, M.B., Sathik, M. and Jacob, J. 1999. Drought alters the canopy architecture and micro-climate of *Hevea brasiliensis* trees. Journal Trees-Structure and Function 13: 161-167.

Jacob, J.L., Eschbach, J.M., Prevot, J.C., Roussel, D., Lacrotte, R., Chrestin, H. and Auzac, J.d'. 1985. Physiological basis for latex diagnosis of functioning of the laticiferous system in

rubber tree. *In* Proceedings International Rubber Conference. (eds. J.C.Rajarao and L.L.Amin), pp. 43-65. Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur.

Jacob, J.L., Prevot, J.C. and Kekwick, R.G.O. 1989. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex. *In* Physiology of Rubber Tree Latex. (eds. J.d' Auzac and H. Chrestin), pp. 102-141. Boca Raton: CRC Press. Inc.

Jacob, J.L., Lacrotte, R., Prevot, J.C., Clement, A., Chrestin, H., Pujade-Renaud, V., Montoro, P., Gohet, E., Gallois, R. and d'Auzac, J. 1997. "The laticiferous system of *Hevea brasiliensis*: Description functioning ethylene stimulation; the latex diagnosis and clonal typology for modern methods of exploitation". Paper presented The Biochemical and Molecular Tools for Exploitation Diagnostic and Rubber Tree Improvement. 20-22 October 1997. Mahidol University. Bangkok.

Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M. and Baret, F. 2004. Review of methods *in situ* leaf area index determination part I. Theories sensors and hemispherical photographs. User Manual and Program Documentation, Version 2.0. New York: Millbrook.

Jonckheere, I., Muys, B. and Coppin, P. 2005. Allometry and evaluation of *in situ* optical LAI determination in Scots pine: a case study in Belgium. Tree Physiology 25: 723-732.

Krishna, T.M., Bhaskar, C.V.S., Rao, P.S., Chandrashekar, T.R., Sethuraj, M.R. and Vijayakumar, K.R. 1991. Effect of irrigation on physiological performance of immature plants of *Hevea brasiliensis* in North Konkan. Indian Journal Natural Rubber Research. 4: 36-45.

Lertzman, K.P. 1999. Gap light analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs. User manual and program documentation, Version 2.0. New York: Millbrook.

Lynon, F. 1969. Biochemical problems of rubber synthesis. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia 21: 389-406.

Miyamoto, S., Davis, J. and Piela, K. 1984. Water use, growth and rubber yields of four guayule selections as related to irrigation regimes. Irrigation Science 5: 95-103.

Moller, M. and Assouline, S. 2007. Effect of a shading screen on microclimate and crop water requirements. Irrigation Science 25: 171-181.

Raj, S., Das, G., Pothen, J. and Kumar Dey, S. 2005. Relationship between latex yield of *Hevea brasiliensis* and antecedent environmental parameters. International Journal Biometeorology 49: 189-196.

Rao, P.S., Saraswathyamma, C.K. and Sethuraj, M.R. 1998. Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree (*Hevea brasiliensis*). Agricultural and Forest Meteorology 90: 235-245.

Sangsing, K., Kasemsap, P., Thanisawanyangkura, S., Sangkhasila, K., Gohet, E., Thaler, P. and Cochard, H. 2004. Xylem embolism and stomatal regulation in two rubber clones (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Trees-Struncture and Function 18: 109-114.

Sethuraj, M.R. and Raghavendra, A.S. 1987. Tree crop physiology. *In* Rubber. (eds. M.R. Sethuraj and A.S. Raghavendra), pp. 193-223. New York: Elsevier.

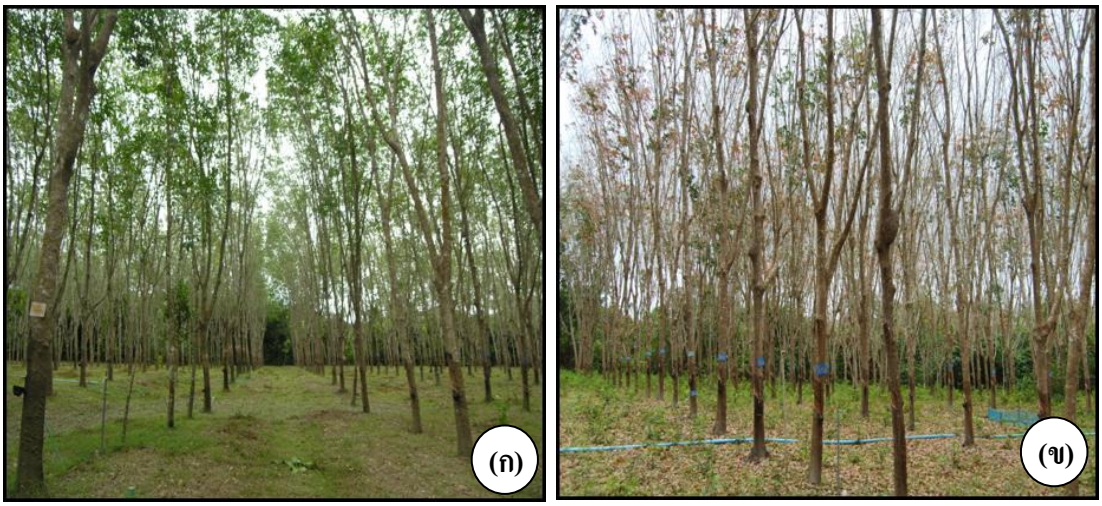
Silpi, U., Lacointe A., Kasemsap P., Thanisawanyangkura S., Chantuma P., Gohet E., Musigamart N., Clément A., Améglio T. and Thaler P. 2007. Carbohydrate reserves as a competing sink: evidence from tapping rubber trees. Tree Physiology 27: 881-889.

Tianxiang, L., Ronald, N.P., Hanqin, T., Charles, V.J., Huazhong, Z. and Shirong, L. 2002. A model for seasonality and distribution of leaf area index of forests and its application to China. Journal of Vegetation Science 13: 817-830.

Vijayakumar, K.R., Dey, S.K., Chandrasekhar, T.R., Devakuma, A.S., Mohankrishna, T., Sanjeeva Rao, P. and Sethuraj, M.R. 1998. Irrigation requirement of rubber (*Hevea brasiliensis*) in the subhumid tropics. Agricultural Water Management 35: 245-259.

Webster, G.A. and Paardekooper, E.C. 1989. The botany of the rubber trees. *In* Rubber. (eds. C.C. Webster and W. J. Baulkwill), pp. 57-84. New York: Longman Scientific and Technical.

ภาคผนวก



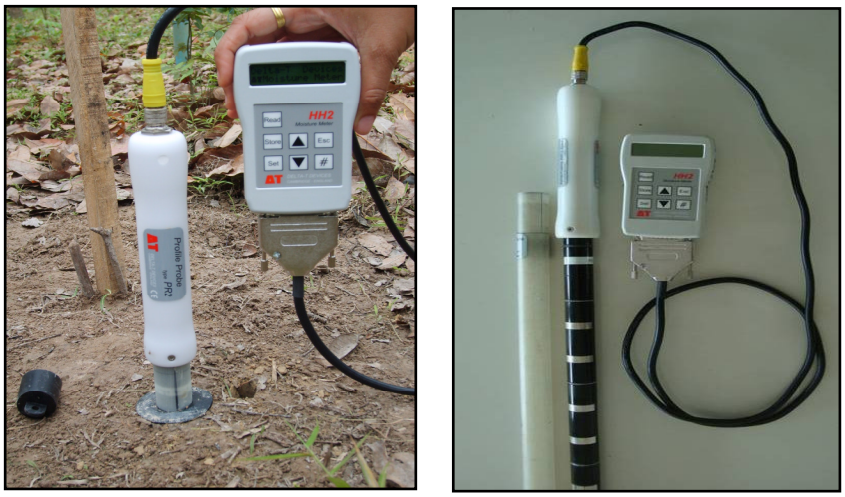
ภาคผนวกภาพที่ 1 สภาพสวนยางพาราที่ทำการเปิดกรีดแล้ว (อายุ 13 ปี) ของสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ในช่วงการทดลอง (ก) ช่วงแตกใบใหม่ (ข) ช่วงผลัดใบ

ภาคผนวกภาพที่ 2 สภาพต้นยางพาราที่ทำการเปิดกรีดแล้ว (อายุ 13 ปี) ของสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ในช่วงการทดลอง

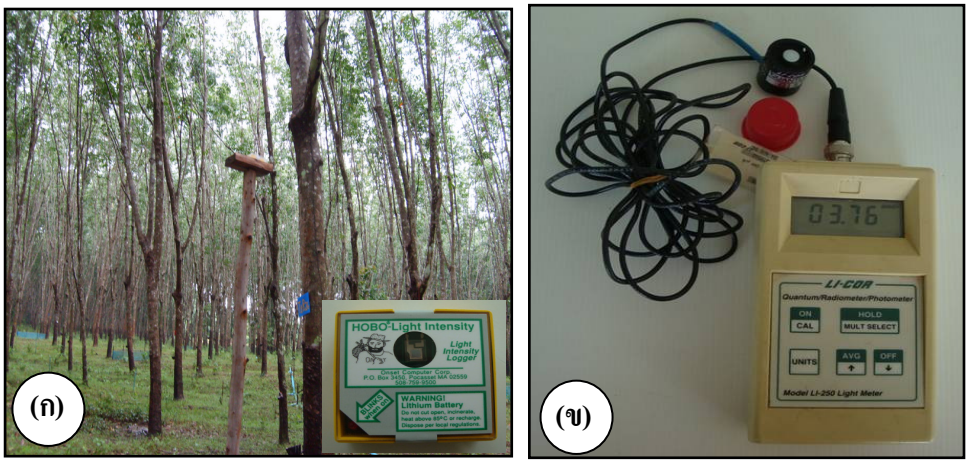
ภาคผนวกภาพที่ 3 แหล่งกักเก็บน้ำ (ก) และมอเตอร์สูบน้ำ (ข)

ภาคผนวกภาพที่ 4 การติดตั้งระบบน้ำในแปลงทดลองที่มีการให้น้ำแก่ต้นยางพารา ได้แก่ ท่อส่งน้ำ วาล์วเปิดปิดน้ำ และมินิสปริงเกอร์ รัศมี 2 เมตร

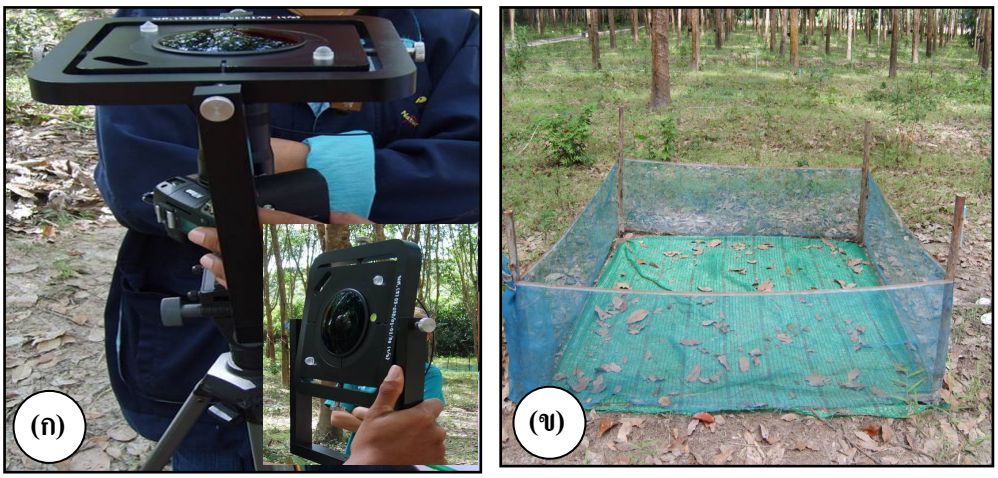
ภาคผนวกภาพที่ 5 การให้น้ำแก่ต้นยางพาราโดยระบบมินิสปริงเกอร์ รัศมี 2 เมตร ติดตั้งระหว่างต้นยางพารา ครอบคลุมรัศมีทรงพุ่ม



ภาคผนวกภาพที่ 6 เครื่องมือวัดความชื้นดิน (Soil Profile Probe : Moisture Meter type HH2, Delta-T Devices Ltd, Cambridge, U.K.)



ภาคผนวกภาพที่7 เครื่องมือวัดปริมาณความเข้มแสง (ก) HOBO-Light intensity: Onset Computer Corporation, USA (ข) Light Meter (1 sensor): LI-COR, Quamtum/Radiometer/Photometer



ภาคผนวกภาพที่ 8 การประเมินค่าดัชนีพื้นที่ใบของทรงพุ่มยางพาราโดยใช้กล้องถ่ายภาพเลนส์ fish eye (ก) และการใช้คอกเก็บใบยางพารา (ข)

ภาคผนวกที่ 9 เครื่องมือวัดศักย์ของน้ำในใบ (Pressure Chamber: Model 3115 Portable Plant Water Console shown with 22 c/f Compressed Gas Cylinder, 3072V22; U.S.A.) (ก) และ เครื่องมือวัดการชักนำปากใบ (Porometer: AP 4: Delta - T Devices Ltd, Cambridge, U.K.) (ข)

ภาคผนวกที่ 10 เครื่องมือวัดปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Meter, SPAD-502)

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยใน 3 วิธีการทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2551 (ช่วงยางพาราผลัดใบ)

วิธีการทดลอง	ค่าดัชนีพื้นที่ใบ							
	31-ม.ค.-51	7-ก.พ.-51	14-ก.พ.-51	21-ก.พ.-51	28-ก.พ.-51	11-มี.ค.-51	20-มี.ค.-51	28-มี.ค.-51
T1 (control)	2.36	3.61ab	1.55	1.31a	0.76a	0.65c	1.22b	0.88c
T2 (0.75 ETc)	2.35	3.34b	1.49	1.32a	0.67b	1.11a	1.47a	1.99a
T3 (1.00 ETc)	2.23	4.10a	1.43	1.19b	0.67b	0.97b	1.60a	1.62b
F-Test	ns	*	ns	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.14	6.34	8.70	2.45	2.18	1.79	5.34	1.24

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของค่าศักย์ของน้ำในใบ ของยางพาราใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มกราคม ถึง สิงหาคม 2551)

วิธีการทดลอง	มกราคม					กุมภาพันธ์					มีนาคม				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
T1 (ชุดควบคุม)	-0.96	-1.04	-1.16 b	-1.02	-0.96	-1.03	-1.14	-1.26	-1.13	-1.01	-0.98	-1.11 b	-1.30	-1.08	-0.99
T2 (0.75 ETc)	-0.94	-1.06	-1.08 a	-1.01	-0.96	-0.99	-1.11	-1.19	-1.13	-0.98	-0.99	-1.08 ab	-1.18	-1.03	-0.96
T3 (1.00 ETc)	-0.94	-1.04	-1.10 ab	-0.99	-0.94	-1.01	-1.09	-1.18	-1.09	-1.01	-0.94	-1.03 a	-1.13	-1.06	-1.01
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.63	3.23	2.81	3.63	3.49	4.04	3.95	8.63	4.72	3.34	2.71	2.46	7.17	3.16	3.96

วิธีการทดลอง	เมษายน					พฤษภาคม					มิถุนายน				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
T1 (ชุดควบคุม)	-0.96 ab	-1.11	-1.33	-1.09	-1.03	-1.14	-1.23	-1.11	-1.08	-1.04 a	-1.04	-1.21	-1.23	-1.08	-1.01
T2 (0.75 ETc)	-0.92 a	-1.16	-1.26	-1.03	-0.98	-1.08	-1.24	-1.14	-1.11	-1.03 a	-1.06	-1.14	-1.31	-1.09	-1.03
T3 (1.00 ETc)	-0.99 b	-1.16	-1.27	-1.06	-0.98	-1.06	-1.22	-1.21	-1.18	-1.11 b	-1.01	-1.16	-1.37	-1.09	-1.01
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.24	2.52	4.88	5.45	3.56	5.9	4.51	5.21	8.86	1.93	5.79	5.45	6.96	4.85	3.28

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของค่าศักย์ของน้ำในใบ ของยางพาราใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มกราคม ถึง สิงหาคม 2551)

วิธีการทดลอง	กรกฎาคม					สิงหาคม				
	8:00	**10:00**	**12:00**	**14:00**	**16:00**	**8:00**	**10:00**	**12:00**	**14:00**	**16:00**
T1 (ชุดควบคุม)	-1.03 a	-1.17	-1.21 a	-1.08	-1.01	-1.03	-1.11	-1.24	-1.19 b	-1.03
T2 (0.75 ETc)	-1.08 c	-1.21	-1.30 b	-1.11	-1.01	-1.04	-1.11	-1.18	-1.08 a	-1.04
T3 (1.00 ETc)	-1.03 b	-1.11	-1.21 a	-1.03	-0.98	-1.03	-1.06	-1.24	-1.09 a	-1.01
F-test	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	0	11.34	2.77	4.12	4.86	6.75	6.99	3.29	3.93	3.98

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงค่าการชักนำปากใบ ของยางพาราใน 3 วิธีการทดลอง ในช่วงการทดลอง (มกราคม ถึง สิงหาคม 2551)ในช่วงเวลา 10:00 น.

วิธีการทดลอง	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
T1 (ชุดควบคุม)	438 b	517 b	442 b	422 b	455	523 b	872	423 b
T2 (0.75 ETc)	583 a	683 a	627 ab	580 a	532	767 a	604	580 a
T3 (1.00 ETc)	570 a	528 b	722 a	547 a	546	773 a	718	576 a
F-test	*	*	*	*	ns	*	ns	*
C.V. (%)	10.55	5.57	14.58	6.39	13.59	12.52	17.16	1.74

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ปริมาณซูโครส (มิลลิโมล)									
	มี.ค.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	13.40	11.98	11.83	10.82	10.45	11.27b	13.09	9.59	12.75	12.91a
T2 (0.75 ETc)	13.86	14.25	11.02	13.10	11.54	12.82ab	13.25	9.35	12.14	7.17b
T3 (1.00 ETc)	13.13	15.29	11.14	12.99	11.05	15.24a	14.05	9.24	11.11	11.19a
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	19.89	19.00	15.73	20.89	19.34	13.44	18.87	15.86	18.16	21.19

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมล)									
	มี.ค.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	10.47b	13.69b	11.32	12.33	9.83	8.91b	16.80	8.71	9.84b	10.89b
T2 (0.75 ETc)	19.43a	15.68ab	11.99	13.98	10.18	11.97a	17.37	8.30	13.44a	17.46a
T3 (1.00 ETc)	17.82a	18.86a	14.45	14.45	10.66	10.97ab	17.35	7.92	10.81ab	11.42b
F-Test	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	25.16	15.46	17.26	18.30	16.66	15.31	11.42	25.56	17.37	23.69

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณไธออลเฉลี่ยของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ปริมาณไธออล (มิลลิโมล)									
	มี.ค.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	0.30	0.22	0.21	0.34	0.15	0.13b	0.25	0.15	0.44	0.34
T2 (0.75 ETc)	0.35	0.17	0.19	0.37	0.15	0.18a	0.26	0.16	0.39	0.30
T3 (1.00 ETc)	0.38	0.18	0.17	0.39	0.16	0.16ab	0.26	0.13	0.45	0.37
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	22.57	31.59	24.65	8.39	17.84	14.58	11.01	61.67	16.73	32.39

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของ 3 วิธีการทดลองในช่วงการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	ปริมาณเนื้อยางแห้ง (เปอร์เซ็นต์)											
	มี.ค.-51	เม.ย.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	พ.ย.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	39.97	38.37	37.50	37.90	37.70	38.57	42.97	37.93	38.40	38.40	38.87	37.00
T2 (0.75 ETc)	41.74	37.83	35.80	40.20	37.60	37.77	41.30	37.73	38.03	36.50	37.63	36.60
T3 (1.00 ETc)	41.33	36.60	37.30	37.60	37.10	37.20	43.70	36.40	37.13	37.63	38.00	36.07
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.12	3.05	2.09	7.23	3.74	1.71	3.39	3.20	2.46	3.08	2.36	1.67

หมายเหตุ : * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลผลิตยางก้อน (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) เฉลี่ยรายเดือนใน 3 วิธีการทดลองระหว่าง เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	มี.ค.-51	เม.ย.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	พ.ย.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	28.85	21.85	16.07	21.36	24.12	30.32	32.05	63.89	0	51.39	44.87	45.06
T2 (0.75 ETc)	31.41	25.19	15.67	25.48	25.35	31.48	34.40	59.72	0	45.83	49.15	49.38
T3 (1.00 ETc)	33.33	24.07	15.87	23.21	25.00	30.32	32.48	69.91	0	37.50	49.57	48.92

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลผลิตยางก้อน (กิโลกรัม) ของ 3 วิธีการทดลองระหว่าง เดือนมีนาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552

วิธีการทดลอง	มี.ค.-51	เม.ย.-51	พ.ค.-51	มิ.ย.-51	ก.ค.-51	ส.ค.-51	ก.ย.-51	ต.ค.-51	พ.ย.-51	ธ.ค.-51	ม.ค.-52	ก.พ.-52
T1 (ชุดควบคุม)	13.50	11.80	8.10	8.46	10.42	13.10	15.00	13.80	0	1.23	21.00	29.20
T2 (0.75 ETc)	14.70	13.60	7.90	10.09	10.95	13.60	16.10	12.90	0	1.10	23.00	32.00
T3 (1.00 ETc)	15.60	13.00	8.00	9.19	10.80	13.10	15.20	15.10	0	0.90	23.20	31.70

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวพัชราภรณ์ รักชุม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010620048

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548