

ทิศทางการรับแสงและการให้น้ำต่อการเติบโตของไลเคน *Parmotrema tinctorum* (Nyl.) Hale ที่ย้ายปลูกบนวัสดุเทียม

Aspect orientation and water treatment on growth of the lichen

Parmotrema tinctorum (Nyl.) Hale transplanted on artificial substrate

สุปราณี แสนธนู* และ กัญศรีย์ บุญประกอบ

SUPRANEE SANTANOO* & KANSRI BOONPRAGOB

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240, Thailand

บทคัดย่อ. การศึกษาเพื่อติดตามการเติบโตของแทลลัส ภายหลังจากการย้ายปลูกไลเคน *Parmotrema tinctorum* จำนวน 960 แทลลัส ซึ่งหันไปยังทิศตะวันออก ตะวันตก เหนือ ใต้และในแนวราบ โดยมีการให้น้ำ 3 วิธี คือ ให้น้ำโดยตรงบนไลเคน ให้น้ำบนผิวดิน และไม่ให้น้ำ หลังการย้ายปลูก 32 เดือน พบว่าแทลลัสมีการเปลี่ยนแปลง 4 แบบ คือ แทลลัสสมบูรณ์ แทลลัสเสื่อมลงแล้วพื้นใหม่ แทลลัสเสื่อมลงและแทลลัสตาย โดยไลเคนที่มีการให้น้ำบนผิวดินมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าไลเคนที่ไม่มีการให้น้ำในทุกทิศทาง และไลเคนที่ย้ายปลูกในแนวราบมีการเติบโตสูงสุดคือ 0.83 มิลลิเมตร/เดือน รองลงมาคือทิศตะวันตก ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ มีค่า 0.61, 0.60, 0.58 และ 0.43 มิลลิเมตร/เดือน ตามลำดับ ขณะที่ไลเคนกลุ่มควบคุมมีอัตราการเติบโตสูงสุดในทิศตะวันออกและแนวราบ คือ 0.41 มิลลิเมตร/เดือน รองลงมาคือ ทิศใต้ ทิศเหนือ และทิศตะวันตก วัดได้ 0.4, 0.31 และ 0.23 มิลลิเมตร/เดือน ตามลำดับ การให้น้ำบนผิวดิน ช่วยเพิ่มอัตราการเติบโต การรอดชีวิต และแทลลัสมีความสมบูรณ์ และการย้ายปลูกในแนวราบและทิศตะวันตก ถึงแม้มีอัตราการเติบโตสูงแต่มีการตายสูง ขณะที่การย้ายปลูกในทิศตะวันออกมีการตายต่ำและแทลลัสมีความสมบูรณ์กว่า

ABSTRACT. The study was to observe thalli growth of the lichen. Nine hundred and sixty thallus fragments of *Parmotrema tinctorum* were transplanted on inclined stand substrates facing the East, the South, the West, the North and horizontal. Three water treatments were applied; spray with water directly over lichen thalli, wetting the soil to increased evaporation and without extra water (control). Four types of thalli, including complete thalli, regenerated thalli, degenerated thalli and death, were observed in transplanted lichen in 32 months after transplantation. Lichens

* Corresponding author: supranee4705@hotmail.com

which received soil evaporative moisture had higher growth rate than those without watering. Those transplanted horizontally had the highest growth rate accounting for 0.83 mm/month. Lichens on the western, eastern, southern and northern sides of the same treatment had growth rates 0.61, 0.60, 0.58 and 0.43 mm/month, respectively. While, lichens in the control group facing the East and horizontal had the highest growth rate accounting for 0.41 mm/month, the South, the North and the West had growth rates of 0.4, 0.31 and 0.23 mm/month, respectively. In addition, soil water treatment could enhance growth, thallus survivor and complete development of thalli. Although, thalli transplanted horizontally and the West facing had high growth rate, they had high proportion of death thalli. Transplanted thalli that facing the East had the highest survivor and complete thalli.

คำสำคัญ: การย้ายปลูกไลเคน, การให้น้ำ, การเติบโตของแทลลัส

KEYWORDS: lichen transplantation, watering, thallus growth

บทนำ

ไลเคนมีการเติบโตช้าเนื่องจากไม่มีโครงสร้างที่ช่วยเก็บน้ำไว้ภายในแทลลัส โดยความชื้นในแทลลัสเปลี่ยนแปลงตามความชื้นในบรรยากาศ (Lange & Green, 1996) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสร้างสารอินทรีย์ เพื่อใช้ในการเติบโตของไลเคนเกิดขึ้นเมื่อได้รับแสงในช่วงเช้าเป็นเวลาสั้นๆ 3-4 ชั่วโมง โดยใช้ น้ำจากหมอก น้ำค้าง และความชื้นในบรรยากาศที่สะสมไว้ตลอดคืน (Lange *et al.*, 2006; Santanoo & Boonpragob, 2009) และสิ้นสุดลงเมื่อน้ำหมดไปจากแทลลัส แต่คุณสมบัตินี้ทำให้ไลเคนเติบโตได้บนวัสดุเกือบทุกชนิด เนื่องจากไม่ได้ใช้น้ำและอาหารจากสิ่งทีเกาะ โดยไลเคนครัสโตสและโพลีออส มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 2.23 และ 4.4 มิลลิเมตร/ปี (Wannalux *et al.*, 2010) บางชนิดมีอัตราการเติบโตสูงสุดวัดได้ถึง 20 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับภูมิอากาศเฉพาะแห่งของที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังพบว่าไลเคนที่เติบโตตามทิศต่างๆ บนลำต้นพืชให้อาศัยมีการเติบโตของแทลลัสแตกต่างกัน (เวทศาสตร์ พลเยี่ยม, 2548)

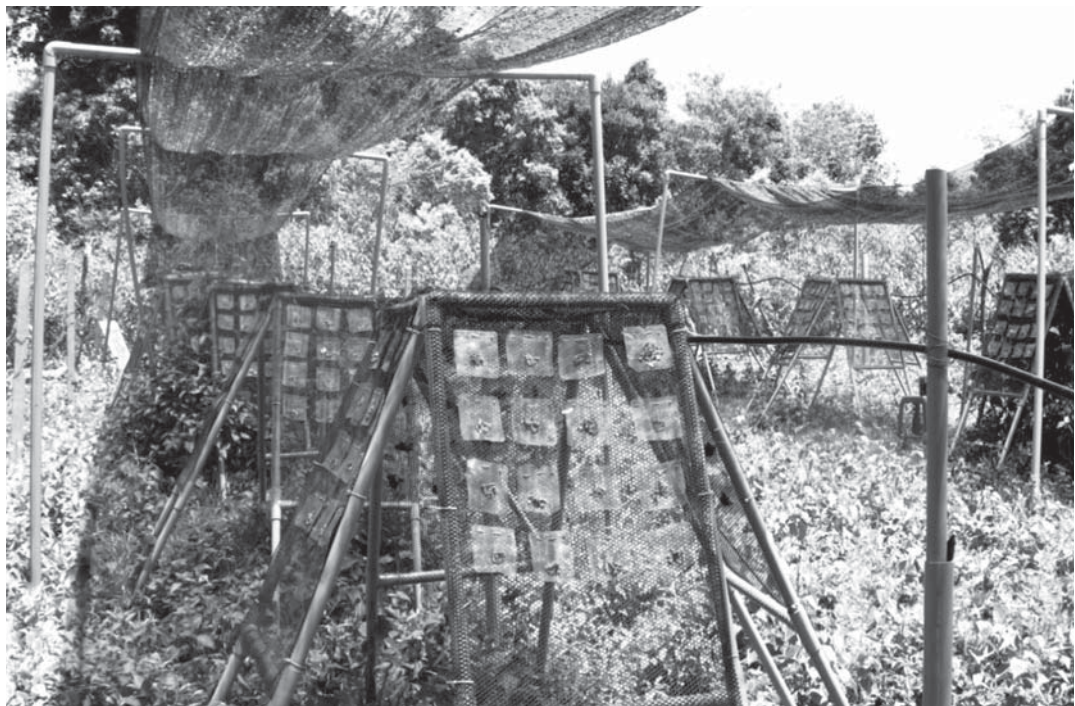
ไลเคนมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์หลายทาง การศึกษาถึงวิธีการเพิ่มผลผลิตของไลเคนจึงมีความจำเป็นเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและอนุรักษ์สายพันธุ์ต่อไปในอนาคต โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้มุ่งหาวิธีการย้ายปลูกและศึกษาลักษณะภูมิอากาศจุลภาคที่เหมาะสมต่อการเพิ่มมวลชีวภาพไลเคนในสภาพธรรมชาติ โดยการติดตามการเจริญเติบโตของแทลลัสในสภาพธรรมชาติ ภายหลังการย้ายปลูกเป็นเวลา 32 เดือน

วิธีการศึกษา

การย้ายปลูกไลเคน: เลือกแทลลัสบริเวณส่วนปลายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ± 0.3 เซนติเมตรของไลเคนแบบแผ่นใบชนิด *Parmotrema tinctorum* (Nyl.) Hale ซึ่งพบกระจายทั่วไปในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยเก็บจากบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ย้ายปลูก ($14^{\circ} 24' N$, $101^{\circ} 22' E$ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 746 เมตร) ทำการย้ายปลูกบนแผ่นตาข่ายพลาสติกที่ตั้งทำมุม 40 องศา กับพื้นดิน

(เป็นระยะนาบที่เหมาะสมต่อการได้รับแสงของไลเคน และขาตั้งมีความมั่นคง) ซึ่งหันไปยังทิศตะวันออก (East) ทิศตะวันตก (West) ทิศเหนือ (North) ทิศใต้ (South) และในแนวราบ (Horizontal) ทิศทางละ 16 ชั้น รวมเป็น 5 ด้านที่รับแสงต่างกัน ประกอบด้วยแทลลัส จำนวน 80 ชั้น ใน 1 ชุด (ภาพที่ 1) รวมทั้งหมด 12 ชุด มีจำนวนแทลลัสทั้งสิ้น 960 ชั้น ทำการให้น้ำ 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 ให้น้ำโดยตรงบนไลเคน (thallus watering, THW) โดยการสเปรย์น้ำจากด้านบน วิธีที่ 2 ให้น้ำบน

ผิวดิน (soil watering , SW) โดยการรดน้ำบริเวณพื้นดินใต้ขาตั้ง ให้ไลเคนได้รับน้ำที่ระเหยจากดิน และวิธีที่ 3 ไม่ให้น้ำ (กลุ่มควบคุม, control) โดยการให้น้ำแต่ละวิธีทำ 4 ซ้ำ (4 ชุดย้ายปลูก) น้ำที่ใช้รดไลเคนมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ใช้ทั่วไปในอุทยาน โดยมีการพักน้ำและกรองก่อนนำไปใช้รดไลเคนในเวลา 7.00 น.-7.15 น. ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554



ภาพที่ 1 การย้ายปลูกไลเคน *P. tinctorum* บนตาข่ายพลาสติก ที่ตั้งทำมุม 40 องศา กับพื้นดิน ซึ่งหันไปทางทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศใต้ ทิศเหนือ และตามแนวราบ ในพื้นที่ที่เคยเป็นป่าฝนเขตร้อน อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

การวัดอัตราการเติบโต: วัดพื้นที่แทลลัส จากภาพถ่ายด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Zeiss Axio Version LE Rel.4.1 software (Carl Zeiss Micromaging, Germany) แล้วนำมาคำนวณ เส้นผ่านศูนย์กลาง อัตราการเติบโตประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่านศูนย์กลางของแทลลัส ในระยะเวลาหนึ่ง ไลเคนทั้งหมด 960 ชิ้น ถูกบันทึกภาพที่ระยะห่างเดียวกันบนขาตั้งกล้อง การติดตามการเติบโตทำทุกสิ้นฤดูการ เริ่มตั้งแต่การย้ายปลูก (ตุลาคม 2551) และภายหลังจากการย้ายปลูก 4 เดือน (กุมภาพันธ์ 2552), 8 เดือน (มิถุนายน 2552), 12 เดือน (ตุลาคม 2552), 16 เดือน (กุมภาพันธ์ 2553), 20 เดือน (มิถุนายน 2553), 24 เดือน (ตุลาคม 2553), 28 เดือน (กุมภาพันธ์ 2554) และ 32 เดือน (มิถุนายน 2554) รวมทั้งหมด 9 ครั้ง โดยการแบ่งช่วงเวลาออกเป็นฤดูกาลต่างๆ ได้ยึดหลักตามกรมอุตุนิยมวิทยา คือฤดูร้อนเริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงประมาณกลางเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์

การติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา: ทำโดยสังเกตลักษณะแทลลัส เช่น การยึดเกาะโดยไรซิน การสร้างไอซิดิเยสและแอโพที่เซีย และการเจริญของโลบใหม่ ด้วยแว่นขยายขนาด 10x และถ่ายภาพขณะเริ่มต้นย้ายปลูกและหลังการย้ายปลูก 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 และ 32 เดือน ตามลำดับในพื้นที่ศึกษา

การวัดภูมิอากาศจุลภาค: ทำการวัดความเข้มแสง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ บนผิวหน้าเดียวในทุกทิศทางที่ทำการย้ายปลูกในไลเคนกลุ่มควบคุม ตลอด 24 ชั่วโมง ครั้งละ 5-7 วัน ทุกกลางฤดูร้อน (เมษายน 2552 และ

เมษายน 2554), ฤดูฝน (กรกฎาคม 2552, สิงหาคม 2552 และมิถุนายน 2554) และฤดูหนาว (มกราคม 2553 และกุมภาพันธ์ 2554) โดยเครื่อง Licor-1400 (Licor Inc., Lincoln, Ne, USA) จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้อามาช่วงของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสงที่ไลเคนแต่ละทิศทางการย้ายปลูกได้รับในแต่ละฤดูกาล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ: การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้ค่าทางสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (mean) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราการเติบโตของไลเคนที่ย้ายปลูกในแต่ละทิศทาง โดยวิธี One-way ANOVA ขณะที่การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสารเคมีระหว่างน้ำฝนและน้ำที่ซัรดไลเคน ใช้การวิเคราะห์แบบ T-test

ผลการศึกษา

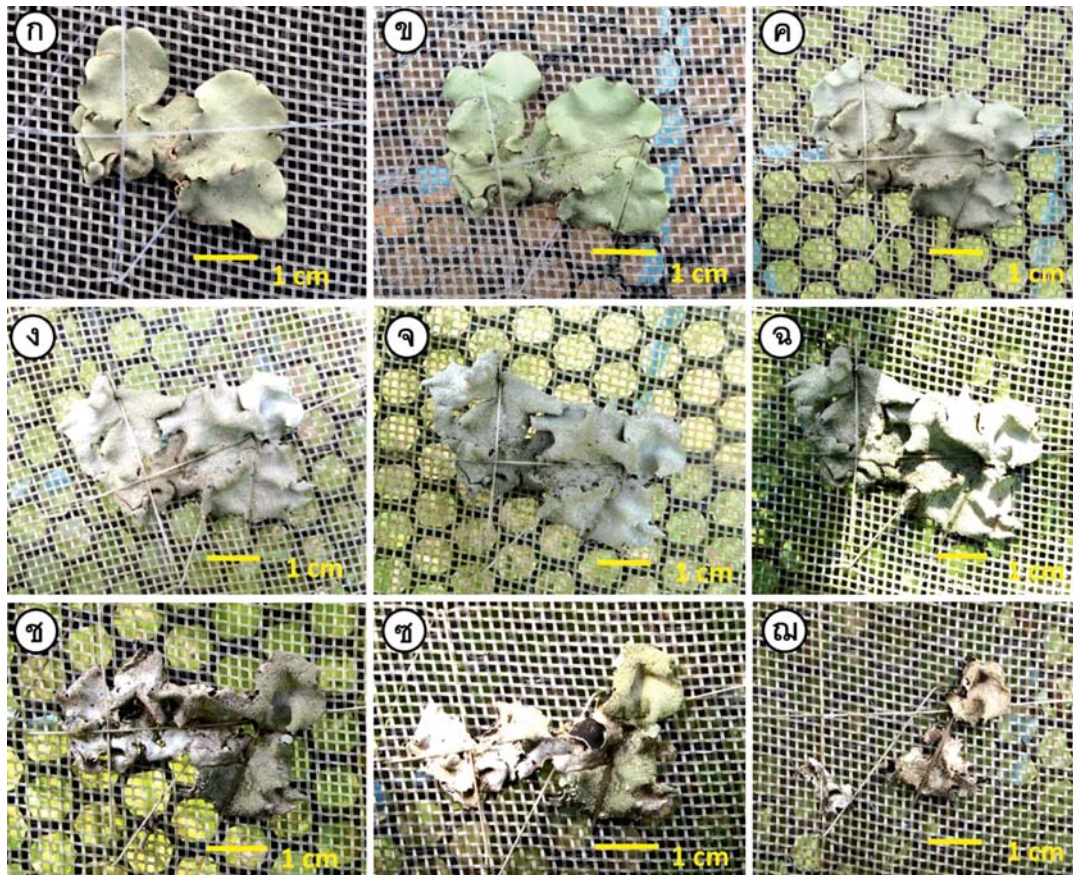
การเปลี่ยนแปลงของแทลลัสและการเติบโต (thallus development and growth):

จากการติดตามลักษณะภูมิอากาศจุลภาค ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2554 พบว่าช่วงเช้าเวลา 7.00-11.00 น. ไลเคนได้รับความเข้มแสง $180-1,500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางคืนสูงกว่าร้อยละ 80 อุณหภูมิตลอดทั้งปี วัดได้ 8-33 องศาเซลเซียส

ภายหลังจากการย้ายปลูก 32 เดือน แทลลัสที่ได้รับน้ำโดยตรงตายทั้งหมดในเวลา 8 เดือน ส่วนแทลลัสที่ให้น้ำบนดินและไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลง 4 แบบ คือ 1) แทลลัสสมบูรณ์ (complete thallus) 2) แทลลัสเสื่อมลงแล้วพื้นใหม่ (regenerated thallus) 3) แทลลัสเสื่อมลง (degenerated thallus) และ 4) แทลลัสตาย (death) (ภาพที่ 2 และตารางที่ 1) โดยแทลลัสเสื่อมลงแล้วพื้นใหม่เป็นรูปแบบที่พบมากที่สุด โดยเฉพาะไลเคนย้ายปลูกในแนวราบทั้งในไลเคนที่ให้น้ำ

บนดินและไลเคนที่ไม่มีการให้น้ำ คิดเป็นร้อยละ 63 และ 52 ของแต่ละการทดลอง (treatment) ส่วนแทลลัสที่สมบูรณ์พบสูงสุดในทิศตะวันออก ทั้งในไลเคนที่ให้น้ำบนดินและไลเคนที่ไม่มีการให้น้ำ คิดเป็นร้อยละ 27 และ 20 ของแต่ละการทดลอง ขณะที่การเติบโตแบบแทลลัสเสื่อมลงพบน้อยในไลเคนย้ายปลูกทั้งหมด ส่วนไลเคนที่ได้รับน้ำโดยตรงพบแทลลัสตายอาจเนื่องจากน้ำที่ใช้มีปริมาณสารเคมีได้แก่ Na^+ (0.48 mg/l), Cl^- (1.8 mg/l), K^+ (0.52 mg/l), Mg^+ (0.32 mg/l), Ca^{2+}

(1.58 mg/l) สูงกว่าน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะ Ca^{2+} มีสูงกว่าในน้ำฝนถึง 8 เท่า นอกจากนี้ยังพบโลหะหนักบางชนิดที่มีปริมาณสูงกว่าในน้ำฝน เช่น Fe^{3+} และ Zn^{2+} ซึ่งมีสูงกว่าน้ำฝน 2.5 และ 4 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นน้ำที่ใช้รดไลเคนโดยตรงถึงแม้ผ่านกระบวนการกรองอย่างดีที่สุดในสภาวะที่มีข้อจำกัดด้านเทคนิคแล้ว ยังผลให้แทลลัสเสื่อมลง เน่า และตายภายหลังการย้ายปลูกเกือบทั้งหมด



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของแทลลัส *P. tinctorum* ก่อนและภายหลังการย้ายปลูก ก. แทลลัสเริ่มต้นย้ายปลูก; ข.-ง. แทลลัสแบบสมบูรณ์ภายหลังย้ายปลูก 4-12 เดือน; จ.-ฉ. แทลลัสเสื่อมลงแล้วฟื้นฟูใหม่ภายหลัง 16-20 เดือน; ช.-ซ. แทลลัสเสื่อมลงภายหลัง 24-28 เดือน และ ฉ. แทลลัสตายภายหลัง 32 เดือน

ตารางที่ 1 จำนวนแทลลัสไลเคน *P. tinctorum* ที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานภายหลังจากย้ายปลูก 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 และ 32 เดือน ในทิศต่างๆ และแนวราบจากการไม่ให้น้ำ (กลุ่มควบคุม) และให้น้ำบนผิวดิน

จำนวนเดือน	การให้น้ำ	จำนวนแทลลัสที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ ภายหลังจากย้ายปลูก																แทลลัสที่เหลือรอด (%)					
		แทลลัสสมบูรณ์ (แทลลัส)					เสื่อมลงแล้วพื้นใหม่					เสื่อมลง				แทลลัสตาย							
		ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก	ทิศเหนือ	แนวราบ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก	ทิศเหนือ	แนวราบ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก	ทิศเหนือ	แนวราบ	ทิศตะวันออก		ทิศใต้	ทิศตะวันตก	ทิศเหนือ	แนวราบ	
4	กลุ่มควบคุม (n=64)	62	55	57	50	61	2	9	7	14	3												100
	ให้น้ำดิน (n=64)	62	58	53	55	55	2	5	10	9	7	1	1			2							100
8	กลุ่มควบคุม	54	44	52	31	56	10	21	11	32	8	1											100
	ให้น้ำดิน	55	43	39	40	48	9	20	24	24	14	1	1			2							100
12	กลุ่มควบคุม	33	39	48	27	43	33	27	17	29	21	1										2	99
	ให้น้ำดิน	32	28	27	22	24	35	39	40	24	42	1	1			2	1				2		99
16	กลุ่มควบคุม	28	24	37	22	26	39	44	27	25	36	1					1		3	1	6		97
	ให้น้ำดิน	30	25	24	21	17	38	44	40	18	47	1	1			2	2	2	2	5	1		96
20	กลุ่มควบคุม	25	19	22	10	17	45	51	53	14	45	1					1	1	5	2	9		94
	ให้น้ำดิน	24	25	23	12	15	43	43	45	14	52	1	1			1	4	2	3	8	4		93
24	กลุ่มควบคุม	18	14	9	8	8	39	43	35	16	37						16	16	28	16	17		71
	ให้น้ำดิน	19	22	22	11	13	44	37	36	15	50	1					7	10	11	15	7		84
28	กลุ่มควบคุม	16	12	6	6	6	34	36	32	12	46						17	24	33	20	20		64
	ให้น้ำดิน	18	19	20	12	11	40	32	33	15	43						11	18	16	17	15		76
32	กลุ่มควบคุม	13	19	4	3	0	33	22	19	7	40						20	34	43	37	26		50
	ให้น้ำดิน	17	16	16	7	11	29	23	27	13	33						21	27	24	29	27		60

การเปลี่ยนแปลงของแทลลัสมีดังนี้

1) แทลลัสสมบูรณ์: แทลลัสมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีการสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ไอซีเดีย) เฉพาะบริเวณส่วนกลางของแทลลัสเท่านั้น บริเวณปลายโลบมีการเติบโตอย่างรวดเร็วแผ่ขยายออกเป็นแนวรัศมี พบสูงสุดในไลเคนที่ย้ายปลูกทิศตะวันออก

2) แทลลัสเสื่อมลงและพื้นใหม่: แทลลัสมีการเติบโตเพิ่มขึ้นภายหลังจากย้ายปลูก ต่อมาการเติบโตอาจคงที่ หรือลดลงสลับกัน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ทิศทาง และวิธีการให้น้ำแก่ไลเคน ซึ่งมีช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนในแต่ละแทลลัส

การเติบโตแบบนี้มีการสร้างไอซีเดียจำนวนมากทั้งบริเวณกลางแทลลัสและบริเวณปลายโลบ โดยมีการงอกโลบใหม่ขนาดเล็กจากแทลลัสตั้งต้นซึ่งพบสูงสุดในไลเคนที่ย้ายปลูกในแนวราบ

3) แทลลัสเสื่อมลง: แทลลัสไม่มีการแผ่ขยายเพิ่มขึ้นแต่กลับลดลงอย่างต่อเนื่อง มีเพียงการสร้างไอซีเดียจำนวนมากทั้งบริเวณกลางแทลลัสและบริเวณปลายโลบ โดยไม่มีการสร้างโลบใหม่ขนาดเล็กจากแทลลัสตั้งต้นหรือจากไอซีเดียที่สร้างขึ้นใหม่แทลลัสเดิมจะเริ่มเสื่อมสลายและตายในที่สุด

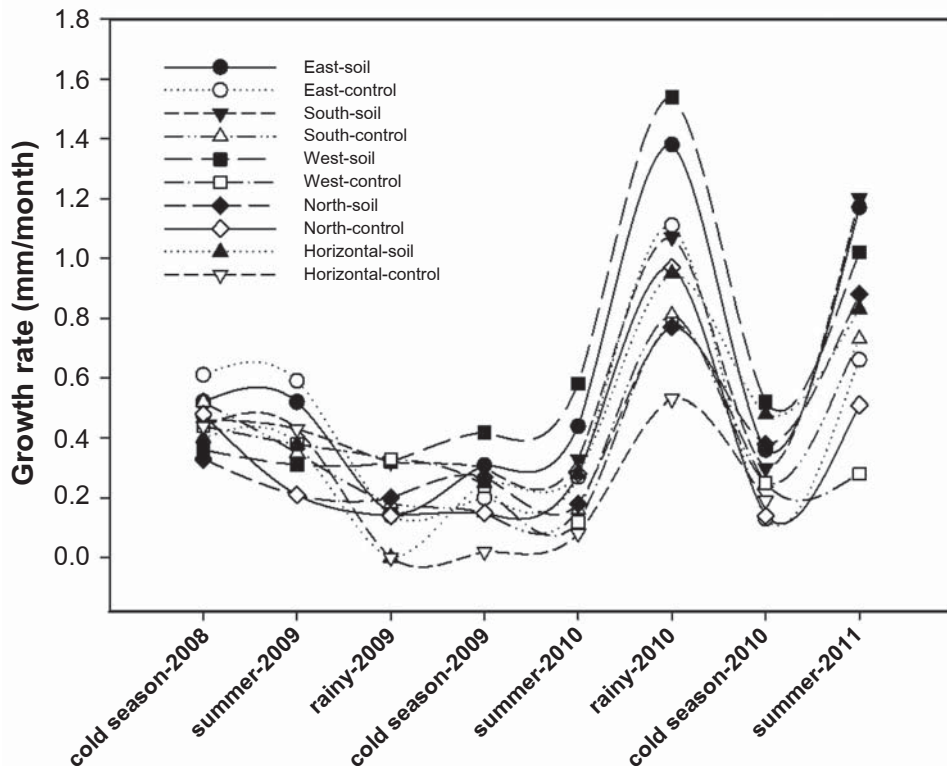
4) แทลลัสตาย: เป็นแทลลัสที่มีการเติบโตในระยะแรก ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของแทลลัส

ในแบบใดแบบหนึ่งใน 3 แบบ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น แต่ต่อมาพบว่า การเติบโตนั้นลดลงและแทลลัสตายในที่สุด ซึ่งพบสูงในไลเคนกลุ่มควบคุม

การเติบโตของไลเคน 32 เดือน: ฤดูกลางทิศทางที่ได้รับแสง และการได้รับน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแทลลัสและอัตราการเติบโตของไลเคนภายหลังการย้ายปลูก 32 เดือน โดยไลเคนที่มีการรดน้ำบนผิวดินมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าไลเคนที่ไม่มีการให้น้ำในทุกทิศทาง โดยเฉพาะในแนวราบที่มีค่าสูงสุดคือ 0.83 มิลลิเมตร/เดือน ซึ่งสูงกว่าการเติบโตในทิศทางอื่นในการทดลองเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสูงเป็นสองเท่าของการเติบโตสูงสุดของการย้ายปลูกที่ไม่มีการให้น้ำเพิ่ม รองลงมาคือ ทิศตะวันตก

ทิศตะวันออก และทิศใต้ มีค่า 0.61, 0.60 และ 0.58 มิลลิเมตร/เดือน และต่ำสุดพบในทิศเหนือคือ 0.43 มิลลิเมตร/เดือน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ไลเคนที่ไม่มีการให้น้ำมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยในแต่ละทิศแตกต่างกัน โดยมีค่าสูงสุดในทิศตะวันออกและในแนวราบวัดได้ 0.41 มิลลิเมตร/เดือน รองลงมาคือ ทิศใต้ และทิศเหนือมีค่า 0.40 และ 0.31 มิลลิเมตร/เดือน และทิศตะวันตกมีอัตราการเติบโตต่ำสุดมีค่า 0.23 มิลลิเมตร/เดือน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ไลเคนจากแต่ละทิศและการให้น้ำมีอัตราการเติบโตสูงสุดในฤดูฝนและฤดูร้อนของปีที่สองของการย้ายปลูก ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อัตราการเติบโตเฉลี่ยของไลเคน *P. tinctorum* ในฤดูกลางต่างๆ ตามทิศทางที่ได้รับแสง และการได้รับน้ำแบบต่างๆ ซึ่งไลเคนมีอัตราการเติบโตสูงสุดในฤดูฝนภายหลังการย้ายปลูก 2 ปี

อภิปรายผลการศึกษา

ไลเคนที่ย้ายปลูกไปยังที่ใหม่ ใช้เวลาในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ จึงมีการเติบโตช้าในระยะแรก (Lag phase) ของการย้ายปลูกถึงแม้ฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่ไลเคนทั่วไปมีอัตราการเติบโตสูงสุด (นิมิตร โอสถานนท์, 2545) แต่ไลเคนที่ย้ายปลูกกลับนำผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระยะแรกไปใช้ในการสร้างไรซินเพื่อเกาะยึดพื้นที่อาศัย สร้างแอโพที่เซียและไอซิเดีย และสร้างโอบใหม่ขนาดเล็กเพื่อขยายพันธุ์ป้องกันการสูญพันธุ์มากกว่าการนำไปใช้ในการเติบโต (Santanoo & Boonpragob, 2010) จากนั้นเมื่อเข้าสู่ปีที่ 2 จึงเป็นช่วงที่ไลเคนมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว (Log phase หรือ Exponential phase) โดยมีการเติบโตของโอบขนาดเล็กในทุกทิศทางในแนวรัศมี ส่วนการเติบโตในระยะที่คงที่ (Stationary phase) และช่วงไลเคนเริ่มตาย (Death phase) ต้องทำการศึกษาต่อไป

ไลเคนที่ได้รับน้ำเพิ่มจากน้ำที่ระเหยจากดินนอกจากมีอัตราการเติบโตที่เพิ่มสูงขึ้นแล้ว ยังมีการตายลดลง และแทลลัสที่เล็กรอดมีการเติบโตที่สมบูรณ์ เนื่องจากน้ำที่ระเหยจากดินสามารถยืดเวลาให้แทลลัสแห้งช้าลง และขยายเวลาการสังเคราะห์ด้วยแสงให้นานขึ้น (Santanoo & Boonpragob, 2012) การย้ายปลูกไลเคนในแนวราบถึงแม้มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าทิศตะวันออก แต่มีการเล็กรอดต่ำและแทลลัสที่สมบูรณ์มีน้อย เนื่องจากปีแรกของการเติบโต ไลเคนมีการสร้างไอซิเดียจำนวนมาก ขณะที่การพัฒนาเป็นโอบใหม่มีน้อยกว่าทิศทางอื่นโดยไอซิเดียที่ถูกสร้างขึ้นใหม่เสื่อมลงและตายในที่สุด ในขณะที่การย้ายปลูกในทิศตะวันออกมีการพัฒนาของโอบใหม่และการเล็กรอดเพิ่มขึ้น รวมทั้งแทลลัสมีความสมบูรณ์และอายุยืนยาวขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเวชศาสตร์ พลเยี่ยม (2545) ที่พบว่าชุมชนซีฟไลเคนในทิศตะวันออกมีความ

อุดมสมบูรณ์สูงสุด ขณะที่มวงคล แผงพีช และ กัณฑ์รีย์ บุญประกอบ (2553) รายงานว่า การย้ายปลูกโครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (ไอซิเดียและซอริเดีย) มีการเติบโตได้สูงสุดในทิศตะวันออก ทั้งนี้เนื่องจากแสงในช่วงเช้ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการเติบโตของไลเคนมากเพราะเป็นช่วงที่แทลลัสสะสมน้ำไว้มากจากการดูดซับน้ำจากบรรยากาศไว้ตลอดคืน ทำให้มีวัตุดิบที่จะใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างสารอินทรีย์เมื่อไลเคนได้รับแสงที่เหมาะสมในช่วงเช้า (หน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2547)

การย้ายปลูกไลเคน *P. tinctorum* บนตาข่ายพลาสติก เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดสรุปได้ดังนี้

- 1) เลือกใช้แทลลัสที่มีบริเวณส่วนปลายโอบสมบูรณ์ เนื่องจากมีเซลล์ที่แข็งแรงพร้อมที่จะเพิ่มจำนวนเป็นการลดระยะเวลาการปรับตัว
- 2) ได้รับแสงทางทิศตะวันออกในเวลาเช้า เพื่อให้ได้รับพลังงานในการสังเคราะห์ด้วยแสงเต็มที่ ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการเล็กรอดและแทลลัสที่มีความสมบูรณ์
- 3) รดน้ำบนดิน เพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของไลเคน และ
- 4) พื้นวัสดุที่ใช้ย้ายปลูกไลเคนควรทำมุมเอียงกับพื้นดิน เพื่อช่วยระบายน้ำฝน ป้องกันการขังของน้ำในแทลลัสไลเคน นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการตกค้างของใบไม้หรือวัสดุอื่นๆ บนพื้นผิวที่ไลเคนเกาะอาศัยอยู่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ หัวหน้าศูนย์อบรมที่ 2 เขาใหญ่ อาจารย์เวชศาสตร์ พลเยี่ยม นายมวงคล แผงพีช นางสาวบังอร วรรณลัก นายสัมฤทธิ์ เส็งเล็ก นางสาววันวิสา เพราะเจริญ นายชัยวัฒน์ บุญเพ็ง และสมาชิกหน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เอกสารอ้างอิง

- มงคล แผงเพชร และ กัณษริย์ บุญประกอบ. 2553. อิทธิพลของภูมิอากาศจุลภาคที่มีต่อการอยู่รอดและเติบโตของโครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไลเคนที่ย้ายปลูกในระบบนิเวศต่างๆ ในเขตร้อน. ใน: การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4. หน้า 64. องค์การสวนพฤกษศาสตร์, เชียงใหม่.
- นิมิตร โอสถานนท์. 2545. ภูมิอากาศเฉพาะแห่งและการเติบโตของไลเคนบางชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เวชศาสตร์ พลเยี่ยม. 2548. กลยุทธ์ทางนิเวศของชุมชนพืช ตามสภาพภูมิอากาศเฉพาะแห่งในแนวคิดในป่าดิบชื้น ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- หน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2547. ความหลากหลายชนิดของไลเคน ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- Lange, O.L. & Green, T.G.A. 1996. High thallus water content severely limits photosynthetic carbon gain of central European epilithic lichens under natural conditions. *Oecologia* 108: 13-20.
- Lange, O.L., Green, T.G.A., Meyer, A. & Zellner, H. 2006. Water relations and CO₂ exchange of the terrestrial lichen *Teloschistes capensis* in the Namib fog desert: measurements during two seasons in the field and under controlled conditions. *Flora* 202: 479-487.
- Santanoo, S. & Boonpragob, K. 2009. Growth of lichens transplanted on artificial substrate on different orientation of habitats. In: **The 35th Congress on Science and Technology of Thailand**. p. 61. The Science Society of Thailand under the Patronage of His Majesty the King in association with Burapha University, Chonburi.
- Santanoo, S. & Boonpragob, K. 2010. Enhancing growth of transplanted lichens by water treatments and thallus orientation. In: **The 36th Congress on Science and Technology of Thailand**. p. 62. The Science Society of Thailand under the Patronage of His Majesty the King in association with Thammasat University, Bangkok.
- Santanoo, S. & Boonpragob, K. 2012. Effects of water treatment and aspect orientation on the survival of *Parmotrema tinctorum* transplanted to artificial substrates in Thailand. In: **The 7th Symposium International Association for Lichenology**. p. 83. Ramkhamhaeng University Press, Bangkok.
- Wannalux, B., Polyiam, W. & Boonpragob, K. 2010. Dynamic and growth of lichen thalli in tropical ecosystems at Khao Yai National Park. In: **The 36th Congress on Science and Technology of Thailand**. p. 61. The Science Society of Thailand under the Patronage of His Majesty the King in association with Thammasat University, Bangkok.