

ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร

Biodiversity of Lichens in Public Parks in Bangkok

รุ่งอรุณ ถนอมจิตร, ชัยวัฒน์ บุญเพ็ง* และ กัณฑ์รีย์ บุญประกอบ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กทม. 10240

* Corresponding author: chawat_u@hotmail.com

บทคัดย่อ

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีมลพิษทางอากาศค่อนข้างสูง เนื่องจากมีมียานพาหนะจำนวนมาก และประชากรหนาแน่น ทำให้สิ่งมีชีวิตหลายชนิดไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น ไลเคนซึ่งใช้น้ำจากบรรยากาศในกระบวนการ เมแทบอลิซึม จึงมีการใช้ไลเคนเป็นตัวชี้บ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลาย วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในการบ่งบอกคุณภาพอากาศของสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ เนื่องจากไม่มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศของสวนเหล่านี้มาก่อน การศึกษาทำโดยสำรวจไลเคนที่เติบโตในสวนสาธารณะตั้งแต่รอบนอกถึงใจกลางเมือง จำนวน 8 แห่ง และคำนวณหาความถี่ของไลเคนที่พบในแต่ละสถานที่ จากการสำรวจพบไลเคนทั้งหมด 17 ชนิด โดย สวนธนบุรีรมย์ พบความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนมากที่สุด รองลงมา คือ สวนหลวง ร.๙ สวนเสรีไทย สวนพระนคร สวนจตุจักร สวนเบญจสิริ สวนลุมพินี และสวนรมณีนาถ โดยพบไลเคนจำนวน 12, 9, 7, 6, 5, 4, 4 และ 2 ชนิดตามลำดับ โดยไลเคน *Anthracotheicum subglobosum* และ *Pyxine cocoas* พบได้ในทุกสวน และพบความหลากหลายชนิดและจำนวนของไลเคนมากในสวนสาธารณะที่อยู่บริเวณชานเมือง และพบน้อยลงในสวนสาธารณะที่อยู่ใจกลางเมือง คุณภาพอากาศในสวนสาธารณะจากดีมากที่สุดและลดลงในกรุงเทพฯ อาจลำดับได้โดยใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ดังนี้ สวนธนบุรีรมย์ สวนหลวง ร. ๙ สวนพระนคร สวนเสรีไทย สวนจตุจักร สวนลุมพินี สวนเบญจสิริ และสวนรมณีนาถ

คำสำคัญ: ไลเคน, กรุงเทพมหานคร, มลพิษทางอากาศ, สวนสาธารณะ, ความหลากหลายทางชีวภาพ

Abstract

Bangkok is a city with severe problem of air pollution caused by heavy traffic and dense population. Many organisms cannot survive in Bangkok such as lichens, which use atmospheric water for metabolism and growth. Therefore lichens have been widely used as indicator of air quality. The objective of this study is to use biodiversity of lichens to assess air quality of the public parks in Bangkok, which have never been monitor before. The study was performed by sampling lichens found in eight public parks from the city center to the suburb of the city. The results were then calculated for frequency of lichens recorded in each park. The study noted 17 species of lichens inhabited the parks. The highest and subsequently lower number of species were recorded from Thonburirom, Rama 9, Seri Thai, Pranakon, Jatujak, Benjasiri, Lumpini and Rommaninat accounting for 12, 9, 7, 6, 5, 4, 4 and 2 species respectively. The lichen *Anthracotheicum subglobosum* and *Pyxine cocoas* were found in all parks. Public parks in suburb areas had higher numbers of species than the city center indicated better air quality of the former locations. Air quality of the public parks in Bangkok may be ranked from the best to the poorest as follow: Thonburirom, Rama 9, Pranakon, Seri Thai, Jatujak, Lumpini, Benjasiri and Rommaninat.

Key words: lichen, Bangkok, air pollution, public park, biodiversity

บทนำ

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตพวกอิงอาศัย (epiphyte) ที่ประกอบด้วยสาหร่าย (algae) และรา (fungi) อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ไลเคนไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งที่เกาะ

อาศัยเพราะไลเคนสามารถสังเคราะห์แสงได้เองโดยดูดซับความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และธาตุอาหารอื่นๆที่ใช้ในการเจริญเติบโต เช่น ไนเตรต (NO_3^-) ไนไตรท์ (NO_2^-) ฟอสเฟต (PO_4^{2-}) จากบรรยากาศ ไลเคนพบได้ทั่วโลก



ตั้งแต่หนาวจัดแถบขั้วโลก (tundra) จนถึงร้อนชื้น (tropic) และร้อนแห้งแล้งแบบทะเลทราย (dessert) จากชายฝั่งถึงยอดเขาสูง แต่พบไลเคนน้อยหรือไม่พบการเติบโตในบริเวณที่มีมลพิษสูง (Loppi *et al.*, 2001) ดังนั้น ไลเคนจึงถูกใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกา (Nimis *et al.*, 2002; Loppi and Frati., 2005) กรุงเทพฯ เป็นเมืองที่มีปัญหามลภาวะทางอากาศจากการจราจรและการอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง สวนสาธารณะเป็นเสมือนปอดของคนในกรุงเทพฯ มีอยู่หลายแห่งตั้งแต่รอบนอกถึงใจกลางเมือง ซึ่งแต่ละแห่งอาจมีคุณภาพอากาศที่แตกต่างกัน Boonpragob *et al.*, 2003 ได้ทำการสำรวจความหลากหลายของไลเคนในกรุงเทพฯ โดยพบทั้งหมด 7 ชนิด Boonpeng *et al.*, 2008 ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของ PS II ในไลเคนจากสวนสาธารณะ 9 แห่ง ในกรุงเทพฯ โดยการวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ พบว่า สวนสาธารณะบริเวณใจกลางเมือง มีประสิทธิภาพต่ำกว่าบริเวณรอบนอก Munzi *et al.*, 2006 พบว่า บริเวณที่มีมลพิษทางอากาศสูงพบความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนต่ำ วัตถุประสงค์ของการศึกษารุ่นนี้ เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ และใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งบอกทางชีวภาพ กับมลภาวะทางอากาศในสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เลือกพื้นที่ศึกษาเป็นสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ 8 แห่ง โดยแบ่งเป็นเขตรอบนอกเมือง ได้แก่ สวนธนบุรีรมย์ สวนพระนคร และสวนหลวง ร.๙ เขตเมือง (ไม่ใช่ใจกลางเมือง) ได้แก่ สวนเสรีไทย และเขตใจกลางเมือง ได้แก่ สวนลุมพินี สวนเบญจสิริ สวนรมณีนาถ และสวนจตุจักร โดยกำหนดจุดพื้นที่ศึกษาซึ่งในแต่ละจุดมีรัศมีห่างกัน 100 เมตร สุ่มเก็บตัวอย่างไลเคนบนต้นไม้ที่ระดับความสูง 50-200 ซม. โดยที่ไม่ใช่ต้นไม้ย่ำปลูก ในแต่ละจุดเก็บไลเคนจากทั้ง 4 ทิศทาง และเลือกตัวอย่างไลเคนที่แตกต่างกัน ในระหว่างวันที่ 26-28 สิงหาคม 2550 (ยกเว้น Lirellate lichens เก็บช่วงเดือน มกราคม 2551) จากนั้นนำตัวอย่างไลเคนมาเก็บไว้ในที่ห้องปฏิบัติการ หน่วยวิจัยไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประมาณ 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นวิเคราะห์หาชื่อของไลเคน คำนวณหาความถี่ของไลเคนในแต่ละชนิด ((จำนวนสวนที่พบไลเคนชนิดนั้น x 100) / จำนวนสวนทั้งหมด) และหาผลรวมของไลเคนในแต่ละสวนสาธารณะ

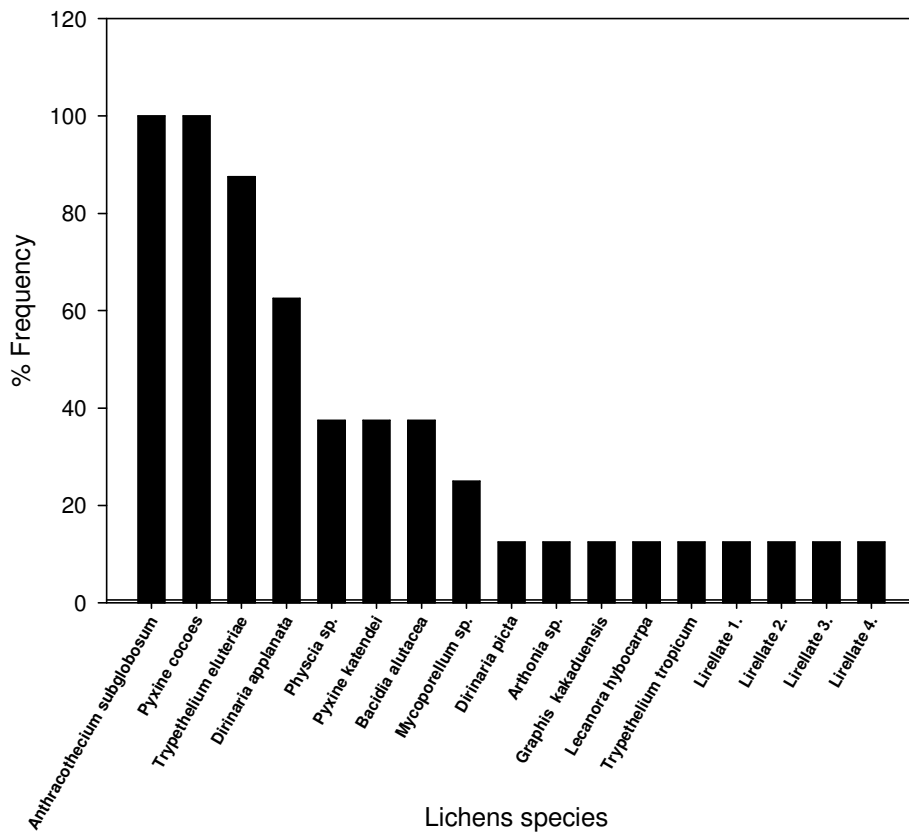
ผล วิจารณ์และสรุปการทดลอง

ไลเคนจากสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ 8 แห่ง จำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานได้ทั้งหมด 7 วงศ์ 10 สกุล 17 ชนิด (species) ในที่นี้ยังไม่ทราบวงศ์ 1 ตัวอย่างคือ *Mycoporellum* sp. เนื่องจากไลเคนชนิดนี้มีลักษณะที่ผสมผสานยังไม่สามารถจัดอยู่ในวงศ์ใดวงศ์หนึ่งได้ แต่ในปัจจุบันจัดอยู่ใน order Dothideales (George, 1992) และยังไม่ทราบสกุลและชนิด 4 ตัวอย่าง (lirellate lichen 1, 2, 3, 4 เนื่องจากไม่พบสปอร์) โดยสามารถแบ่งไลเคน ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ครัสโตส (crustose) 12 ชนิด (70.5%) ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด และโฟลิโอส (foliose) 4 ชนิด (29.5%) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยไลเคนทั้งหมดมี photobiont เป็นสาหร่ายสีเขียว เมื่อเรียงลำดับสวนสาธารณะที่พบจำนวนชนิดไลเคนมากไปหาน้อยได้ ดังนี้ สวนธนบุรีรมย์ (12 sp.) สวนหลวง ร.๙ (9 sp.) สวนเสรีไทย (7 sp.) สวนพระนคร (6 sp.) สวนจตุจักร (5 sp.) สวนลุมพินี (4 sp.) สวนเบญจสิริ (4 sp.) และสวนรมณีนาถ (2 sp.) ตามลำดับ จากภาพที่ 1 และตารางที่ 2 พบว่า ไลเคน *Pyxine cocoes* และ *Anthracothe-cium subglobosum* มีความถี่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ หรือพบได้ทุกสวนที่สำรวจ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการทนต่อมลพิษในบรรยากาศ หรือมีกลไกปกป้อง ตัวเองสูง ส่วนชนิดอื่นๆ ที่พบความถี่ชนิด และจำนวนน้อยกว่า แสดงถึงความทนต่อมลพิษได้น้อยกว่า

สวนธนบุรีรมย์: พบไลเคนมากที่สุด คือพบ 12 ชนิด เป็นสวนขนาดเล็กมีพื้นที่เพียง 63 ไร่ เป็นสวนที่อยู่ในบริเวณที่การจราจรไม่หนาแน่นมาก พื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สีเขียว จึงจัดให้เป็นสวนที่มีอากาศดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Boonpeng *et al.*, 2008 ที่พบว่าไลเคนในสวนธนบุรีรมย์ Photosystem II (PSII) มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงที่สุด ไลเคนที่พบเฉพาะสวนนี้โดยไม่พบในที่อื่นได้แก่ *Arthonia* sp., *Graphis kakaduensis*, และไลเคนพวก Lirellate ที่ไม่สามารถจำแนกถึงชนิดได้เนื่องจากไม่พบสปอร์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าไลเคนเหล่านี้อยู่ในขอบเขตสูงที่สุดที่สามารถทนมลพิษได้ โดยเติบโตแต่ไม่สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์ Kraner, 2002 รายงานว่า มลพิษทางอากาศทำให้ไลเคนเติบโตอย่างไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่สร้างแอฟทิเชียและสปอร์ นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า ไลเคนกลุ่มนี้เป็นไลเคนของเขตร้อน (tropical lichen) และมีความหลากหลายชนิดมาก พบได้ถึง 34 ชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (Lichen Research Unit., 2004) และทั่วไปในระบบนิเวศอื่นๆ ในเขต

ตารางที่ 1 รูปแบบการเติบโต ชนิดและวงศ์ของไลเคนที่พบในสวนสาธารณะทั้ง 8 แห่ง ในกรุงเทพฯ ฯ

Growth Form	Family	Species
Foliose	Physciaceae	<i>Pyxine cocoes</i> (Swartz) Nyl.
		<i>P. katendei</i> Swinscow & Krog.
		<i>Dirinaria applanata</i> (Fee) Awasthi.
		<i>D. picta</i> (Swartz) Clements & Shear.
		<i>Physcia</i> sp.
Crustose	Pyrenulaceae	<i>Anthracothecium subglobosum</i> Diddle
	Trypetheliaceae	<i>Trypethelium eluteriae</i> Spreng.
		<i>T. tropicum</i> (Ach.) Mull.Arg.
	(order Dothideales)	<i>Mycoporellum</i> sp.
	Bacidiaceae	<i>Bacidia alutacea</i> (Krempelh.) Zahlbr.
	Lecanoraceae	<i>Lecanora hybocarpa</i> (Tuch.) Drodó
	Arthoniaceae	<i>Arthonia</i> sp.
	Graphidaceae	<i>Graphis kakaduensis</i> A.W. Archer
		Lirellate lichen 1.
		Lirellate lichen 2.
		Lirellate lichen 3.
Lirellate lichen 4.		



ภาพที่ 1 สัดส่วนความถี่เป็นร้อยละของไลเคนที่พบในสวนสาธารณะ 8 แห่ง ในกรุงเทพฯ ฯ



ตารางที่ 2 จำนวนและความถี่ของไลเคนที่พบในสวนสาธารณะ 8 แห่งในกรุงเทพฯ (+++ พบไลเคน 60-90%, ++ พบไลเคน 30-60%, +พบไลเคน 1-30%, -ไม่พบไลเคน)

Species	Growth form	Public park								% Frequency
		Rama 9	Pranakorn	Sari thai	Jatujak	Lumpini	Tonburi rom	Rommani nart	Benjasiri	
<i>Anthracotheicum subglobosum</i>	Crustose	+++	++	+	+++	+	+	+	+	100
<i>Arthonia</i> sp.	Crustose	-	-	-	-	-	++	-	-	12.5
<i>Bacidia alutacea</i>	Crustose	+	+	-	+	-	-	-	-	37.5
<i>Dirinaria applanata</i>	Foliose	+++	++	++	-	+	++	-	+	62.5
<i>Dirinaria picta</i>	Foliose	+	-	-	-	-	-	-	-	12.5
<i>Graphis kakaduensis</i>	Crustose	-	-	-	-	-	++	-	-	12.5
<i>Lecanora hybocarpa</i>	Crustose	-	-	+	-	-	-	-	-	12.5
<i>Mycoporellum</i> sp.	Crustose	+	-	++	-	-	-	-	-	25.0
<i>Physcia</i> sp.	Foliose	+++	+	-	-	-	+++	-	-	37.5
<i>Pyxine cocoes</i>	Foliose	+++	+++	+++	+	++	+++	+	+	100
<i>Pyxine katendei</i>	Foliose	+	-	+	-	-	+	-	-	37.5
<i>Trypethelium eluteriae</i>	Crustose	+	+	+	+	+	+	-	+	87.5
<i>Trypethelium tropicum</i>	Crustose	-	-	-	+	-	+	-	-	12.5
Lirellate lichen 1.	Crustose	-	-	-	-	-	+	-	-	12.5
Lirellate lichen 2.	Crustose	-	-	-	-	-	+	-	-	12.5
Lirellate lichen 3.	Crustose	-	-	-	-	-	+	-	-	12.5
Lirellate lichen 4.	Crustose	-	-	-	-	-	+	-	-	12.5
Total		9	6	7	5	4	12	2	4	

ร้อน แต่ไม่พบในสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ ที่สำรวจในครั้งนี้ ยกเว้นสวนธนบุรีรมย์ จึงกล่าวได้ว่าไลเคนพวก *Lirellate* เป็นไลเคนที่ทนต่อมลภาวะทางอากาศได้น้อย และอาจใช้บ่งบอกคุณภาพอากาศ ที่เป็นมลพิษได้ในเบื้องต้น

สวนหลวง ร.๙: เป็นสวนสาธารณะที่พบไลเคนมากเป็นอันดับ 2 คือพบ 9 ชนิด สวนนี้เป็นสวนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีพื้นที่ถึง 500 ไร่ตั้งอยู่แถบชานเมือง การจราจรไม่หนาแน่นมาก ต้นไม้ในสวนขนาดค่อนข้างใหญ่และหนาแน่น จึงมีส่วนที่ช่วยดูดซับมลพิษให้เบาบางลงบ้าง ทำให้อาจจัดได้ว่าสวนหลวง ร.๙ มีอากาศดีอันดับที่ 2 ของสวนทั้ง 8 แห่งที่ได้ทำการสำรวจในครั้งนี้

สวนเสรีไทยและสวนพระนคร: เป็นสวนที่พบไลเคนมากเป็นอันดับที่ 3 และ 4 คือพบ 7 และ 6 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งถือว่าไม่แตกต่างกันมาก สวนเสรีไทยมีขนาด 350 ไร่ ส่วนสวนพระนครที่มีขนาดเพียง 50 ไร่ โดยที่ตั้งของสวนทั้งสองอยู่รอบนอกของศูนย์กลางเมือง ห่างจากการจราจรพอสมควร เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบสวนทั้งสอง พบว่าสวนพระนครค่อนข้างจะมีการจราจรที่เบาบางกว่าและเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Boonpeng *et al.*, 2008 พบว่าไลเคนที่เติบโตในสวนพระนคร PSII มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าไลเคนในสวนเสรีไทย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจัดให้สวนพระนครมีคุณภาพอากาศดีกว่าสวนเสรีไทย

สวนจตุจักร: เป็นสวนสาธารณะที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 4 มีพื้นที่ถึง 180 ไร่ พบไลเคนมากเป็นอันดับห้า คือพบ 5 ชนิด ตั้งอยู่ในเขตเมืองมีการจราจรที่หนาแน่น โดยมีไลเคนที่พบเฉพาะสวนนี้และไม่พบที่สวนอื่นคือ *Trypethelium tropicum* เนื่องจากพบความหลากหลายทางชีวภาพใน ความถี่ที่ค่อนข้างต่ำจึงจัดว่าเป็นสวนที่อากาศมีมลภาวะปานกลาง

สวนลุมพินี: เป็นสวนสาธารณะที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 2 มีพื้นที่ถึง 360 ไร่ พบไลเคนมากเป็นอันดับ 6 คือพบ 4 ชนิด ตั้งอยู่ในเขตเมือง มีการจราจรของยานพาหนะรอบทิศทางของสวน ทำให้พบไลเคนน้อย โดยไลเคนที่พบเฉพาะสวนนี้จะพบได้ในทุกๆ สวนด้วย อาจกล่าวได้ว่าไลเคนที่พบในสวนนี้เป็นไลเคนที่ทนต่อมลภาวะได้ดีที่สุด ได้แก่ *Pyxine cocoes*, *Anthracotheicum subglobosum*, *Trypethelium eluteriae*, *Dirinaria applanata* ไลเคนทั้ง 4 ชนิด เป็นไลเคนที่พบมากอันดับ 1-3 จากทั้งหมด 9 สวน

สวนเบญจสิริ: เป็นสวนสาธารณะที่มีขนาดเล็กมาก มีพื้นที่เพียง 30 ไร่ในสวนสาธารณะประกอบด้วยสระน้ำขนาดใหญ่ 1/3 ของพื้นที่สวนทั้งหมด พบไลเคนทั้งหมด 4 ชนิด ซึ่งเท่ากับสวนลุมพินีและไลเคนที่พบเป็นชนิดเดียวกันกับที่พบในสวนลุมพินี แต่เนื่องจากลักษณะของสวนค่อนข้างเล็ก ต้นไม้ในสวนน้อย และมีการจราจรหนาแน่นมาก จึงจัดให้สวนนี้มีมลภาวะทางอากาศมากกว่าสวนลุมพินี

สวนรมณีนาถ: เป็นสวนสาธารณะที่มีขนาดเล็กที่สุด มีพื้นที่ 29 ไร่ มีการจราจรหนาแน่นมาก จำนวนคนเข้าใช้งานสูงมากเมื่อเทียบกับขนาดของสวน สภาพสวนค่อนข้างแห้งแล้ง ต้นไม้เบาบาง พบไลเคนเพียง 2 ชนิดเท่านั้น ซึ่งเป็นไลเคนที่พบได้ในทุก ๆ สวน คือ *Pyxine cocoes*, และ *Anthracotheicum subglobosum* จึงจัดให้สวนนี้มีมลภาวะทางอากาศมากที่สุด

ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ ดังเช่น Cislaghi and Nimis, 1997 พบความสัมพันธ์ของความหลากหลายชนิดของไลเคน ที่สำรวจในประเทศอิตาลีสัมพันธ์กับผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งปอด โดยที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนต่ำมีผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งปอดสูงและในทางกลับกัน ที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนสูง มีผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งปอดต่ำ จากการศึกษาในครั้งนี้พบความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ ทั้ง 8 แห่งแตกต่างกัน ซึ่งบ่งบอกถึงการมีคุณภาพอากาศที่แตกต่างกันด้วย สวนธนบุรีรมย์พบความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนมากที่สุด ซึ่งแสดงถึงการมีคุณภาพอากาศดีที่สุดใน ร.๙ สวนพระนคร สวนเสรีไทย สวนจตุจักร สวนลุมพินี สวนเบญจสิริ และสวนรมณีนาถ ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาชิกหน่วยวิจัยไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ขอพระคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่สวนสาธารณะทุกแห่งในกรุงเทพฯ ๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการสำรวจและเก็บตัวอย่างไลเคน

เอกสารอ้างอิง

- Boonpeng, C., Thanomjitt, R. and Boonpragob, K. 2008. Using chlorophyll fluorescence of lichen to evaluate air quality of public parks in Bangkok. **34th Congress on Science and Technology of Thailand.** The science society of Thailand under the patronage of his majesty the king.
- Boonpragob, K., Kotphab, P. and Pornprom, P. 2003. Lichens as Bioindicator of Air Quality Gradient from Bangkok to Khao Yai National Park [Abstract]. **29st Congress on Science and Tech**

nology of Thailand. The science society of Thailand under the patronage of his majesty the king.

- Cislaghi, C. and Nimis, P.L. 1997. Lichens, air pollution and lung cancer. **Scientific correspondence.** 387: 463-464.
- George, A.S. 1992. **Flora of Australia Volume 54,** Lichen Introduction, Lecanorales 1, Australian Government Publishing Service. Australia.
- Kranner, I. 2002. Glutathione status correlates with different degrees of desiccation tolerance in three lichens. **New Phytol.** 154: 451-460.
- Lichen Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University. 2004. **Biodiversity of Lichens at Khao Yai National Park in Thailand.** Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.
- Loppi, S., Ivanov, D., and Boccardi, R. 2001. Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in the town of Siena (Central Italy). **Environmental Pollution.** 116: 123-128.
- Loppi, S. and Frati, L. 2005. Lichen diversity and lichen transplants as monitors of air pollution in rural area of central Italy. **Environmental Monitoring and Assessment.** 114: 361-375.
- Munzi, S., Ravera, S. and Ganeva, G. 2006. Epiphytic lichens as indicators of environmental quality in Rome. **Environmental pollution.** 146: 350-358.
- Nimis, P. L., Scheidegger, C. and Wolseley, P. 2002. **Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens.** Kluwer, Dordrecht.