การประเมินคุณภาพอากาศในสวนสาธารณะ ในกรุงเทพมหานครด้วยไลเคน

ชัยวัฒน์ บุญเพ็ง [1*], ชุติมา ศรีวิบูลย์ [2] และ กัณฑรีย์ บุญประกอบ [1]

1. หน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก กรุงเทพมหานคร 10240

2. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก กรุงเทพมหานคร 10240

*ผู้ประสานงาน: chaiwat.bioru@gmail.com

บทคัดย่อ

ไลเคนถูกนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในยุโรปและอเมริกา การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ไลเคนตรวจวัดและประเมินคุณภาพอากาศในสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร โดยทำการเก็บตัวอย่างไลเคนชนิด *Parmotrema tinctorum* จากบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จากนั้นนำไปติดไว้บนต้นไม้ในสวนสาธารณะ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ควบคุม เป็นระยะเวลา 140 วัน จากนั้นนำตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ที่สะสมในไลเคน รวมทั้งวัดค่าทางสรีรวิทยาด้วย พบว่า ปริมาณสารทั้งสองชนิดมีค่าสูงสุดในกรุงเทพมหานคร รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม และต่ำสุดที่พื้นที่ควบคุม ส่วนค่าทางสรีรวิทยาพบว่าสวนสาธารณะที่

อยู่ในย่านใจกลางเมือง ได้แก่ สวนลุมพินี สวนสันติภาพ และสวนวชิรเบญจทัศ ซึ่งล้อมรอบด้วยการจราจรที่หนาแน่น มีค่าต่ำกว่าสวนอื่น ๆ ที่อยู่รอบนอกอย่างชัดเจน บ่งชี้ว่าไลเคนที่ย้ายปลูกในสวนเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศมากกว่า การศึกษานี้ยืนยันว่าไลเคนสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการวัดค่าทางสรีรวิทยาของไลเคนสามารถ ใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยเบื้องต้นของมลพิษทางอากาศได้

บทนำ

การจราจรของรถยนต์เป็นสาเหตุหลักของปัญหามลพิษทางอากาศในเมือง โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครที่มีจำนวนรถยนต์มากเกือบ 10 ล้านคัน สารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาจากรถยนต์ เช่น ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) สารประกอบอินทรีย์โพลิไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (PAHs) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) และโลหะหนัก เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบหลอดเลือดหัวใจ ระบบประสาท และอื่น ๆ (Kampa & Castanas, 2008) แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดมลพิษในบรรยากาศคือ การปลูกต้นไม้ และสร้างสวนสาธารณะ (McDonald et al., 2016) ปัจจุบันมีสวนสาธารณะ 37 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ประชาชนใช้สวนเหล่านี้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ อ่านหนังสือ และออกกำลังกาย อย่างไรก็ตาม คุณภาพอากาศที่แท้จริงของสวนแต่ละแห่งยังไม่ทราบแน่ชัด เพราะยังไม่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ดังนั้นการตรวจวัดและประเมินคุณภาพอากาศในสวนสาธารณะจึงมีความจำเป็น เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

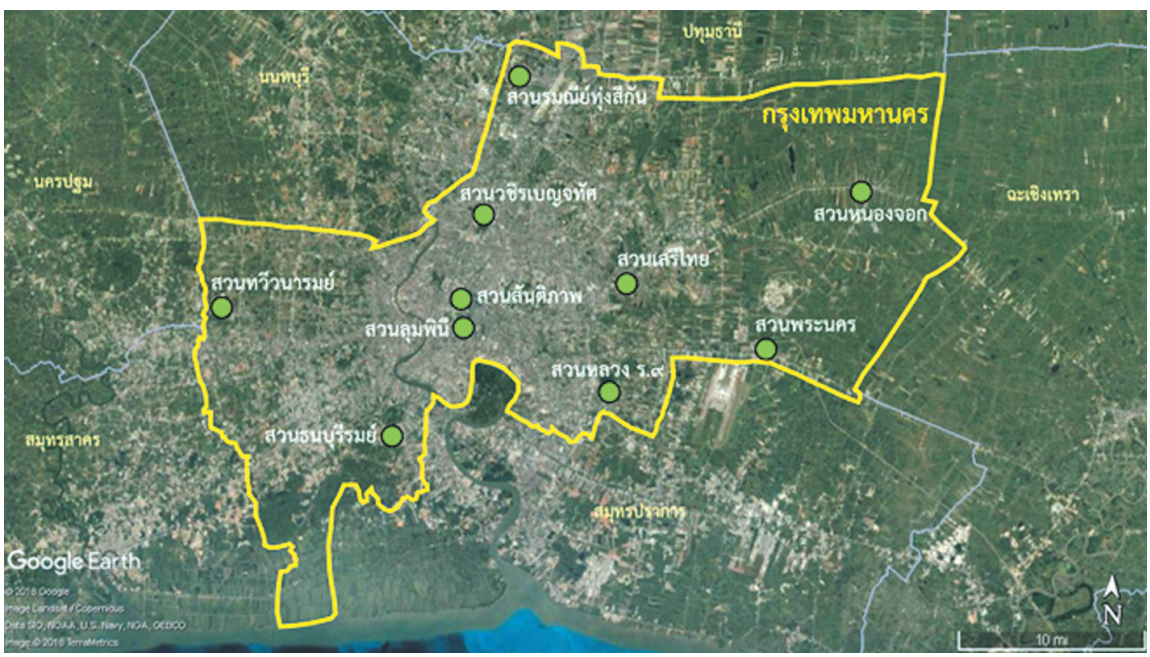
คุณภาพอากาศโดยทั่วไปประเมินจากเครื่องตรวจวัด แต่วิธีการนี้มีค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ การติดตั้งและการบำรุงรักษา ค่อนข้างสูง ด้วยเหตุนี้ทำให้หลายพื้นที่ยังไม่มีการตรวจวัดและประเมินคุณภาพอากาศ **ไลเคน (lichen)** ร่างกายที่เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างรา (fungi) และสาหร่าย (algae) และ/หรือไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) มีลักษณะเป็นแผ่นใบ เส้นสาย และฝุ่นผง เกาะอยู่ตามต้นไม้ หิน ดิน และอื่น ๆ ไลเคนไม่มีคิวติเคิล (cuticle) ได้รับน้ำและธาตุอาหารจากบรรยากาศ หากบรรยากาศปนเปื้อนด้วยสารมลพิษ สารเหล่านั้นจะถูกดูดซับเข้ามาพร้อมกับน้ำและสะสมในแทลลัสของไลเคน สารบางชนิดเป็นแร่ธาตุที่ความเข้มข้นต่ำ แต่ที่ความเข้มข้นสูงเป็นพิษต่อเซลล์ ความผิดปกติของบรรยากาศสังเกตเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของไลเคนเป็นอันดับแรก ต่อด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา การตาย และสูญหายไปในที่สุด จึงมักไม่พบไลเคนหรือพบน้อยในบริเวณที่มีมลพิษทางอากาศสูง เช่น ตัวเมืองและเขตอุตสาหกรรม ไลเคนถูกนำไปปฏิบัติและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศที่มีประสิทธิภาพ (Conti & Cecchetti, 2001; Paoli et al., 2015) เทคนิคนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย ตรวจวัดสารมลพิษได้หลายชนิด สามารถนำไปปฏิบัติในบริเวณที่ไม่มีไฟฟ้าได้ และใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยเบื้องต้นถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ปริมาณสารมลพิษที่สะสมในแทลลัสและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของไลเคนประเมินคุณภาพอากาศในสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษาประกอบด้วย พื้นที่ปราศจากมลพิษทางอากาศหรือพื้นที่ควบคุมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่เกษตรกรรมในอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี และพื้นที่ที่มีมลภาวะทางอากาศในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครมีเนื้อที่รวม 1,569 ตารางกิโลเมตร มีประชากร 5,682,415 คน (ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2560, กรมการปกครอง) เมื่อรวมประชาชนที่เข้ามาศึกษาและทำงานมีมากกว่า 10 ล้านคน มีสวนสาธารณะ 37 แห่ง (ณ วันที่ 30 เมษายน 2561, สำนักสวนสาธารณะ) ปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครมีสาเหตุหลักมาจากการจราจรของรถยนต์ซึ่งมีมากถึง 9,778,661 คัน (ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2560, กรมขนส่งทางบก) และปัจจุบันมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้งหมด 18 สถานี (ณ วันที่ 30 เมษายน 2561, กรมควบคุมมลพิษ)

ภาพที่ 1 ก) *ลักษณะของไลเคนชนิด Parmotrema tinctorum และ* ***ข)*** *การวางตัวอย่างไลเคนในพื้นที่ตรวจวัด*



ภาพที่ 2 *ตำแหน่งของสวนสาธารณะทั้ง 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร* ***(ที่มา :*** *ดัดแปลงจาก Google earth)*

เลือกไลเคนชนิด *Parmotrema tinctorum* (ภาพ 1ก) เป็นตัวอย่างศึกษา เนื่องจากไลเคนชนิดนี้มีศักยภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านนี้ได้ (Boonpeng et al., 2017b) ดำเนินการเก็บและเตรียมตัวอย่างไลเคนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จากนั้นทำการย้ายปลูกโดยนำไปติดไว้บนต้นไม้ในพื้นที่ตรวจวัด (ภาพ 1ข) พื้นที่ละ 5 จุด ซึ่งประกอบด้วย สวนสาธารณะ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ สวนหนองจอก สวนพระนคร สวนหลวง ร.๙ สวนเสรีไทย สวนลุมพินี สวนสันติภาพ สวนวชิรเบญจทัศ สวนรมณีย์ทุ่งสีกัน สวนธนบุรีรมย์ และสวนทวีวนารมย์ (ภาพที่ 2) พื้นที่เกษตรกรรมซึ่งอยู่ห่างจากสวนหนองจอกไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 47 กิโลเมตร และพื้นที่ควบคุมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ความสูง 780 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ติดตั้งตัวอย่างไลเคนนาน 140 วัน ตั้งแต่ 19 กันยายน 2553 ถึง 5 กุมภาพันธ์ 2554 จากนั้นเก็บตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ปริมาณสารไนเตรท (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ที่สะสมอยู่ และวัดค่าทางสรีรวิทยาเพื่อประเมินความสมบูรณ์ของไลเคนด้วย ได้แก่ ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (Fv/Fm) ซึ่งบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของ photosystem II (PSII) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (คลอโรฟิลล์เอ+บี) และสัดส่วนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ (OD435/OD415) โปรดดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ Boonpeng (2011)

ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารมลพิษและค่าทางสรีรวิทยาของไลเคนในพื้นที่ตรวจวัดแต่ละแห่งวิเคราะห์ด้วยวิธี one-way ANOVA และ Duncan's multiple range test ที่ระดับความสำคัญ $p<0.05$ ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางสรีรวิทยาและความเข้มข้นของสารมลพิษจากบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ วิเคราะห์ด้วยวิธี Pearson's correlation

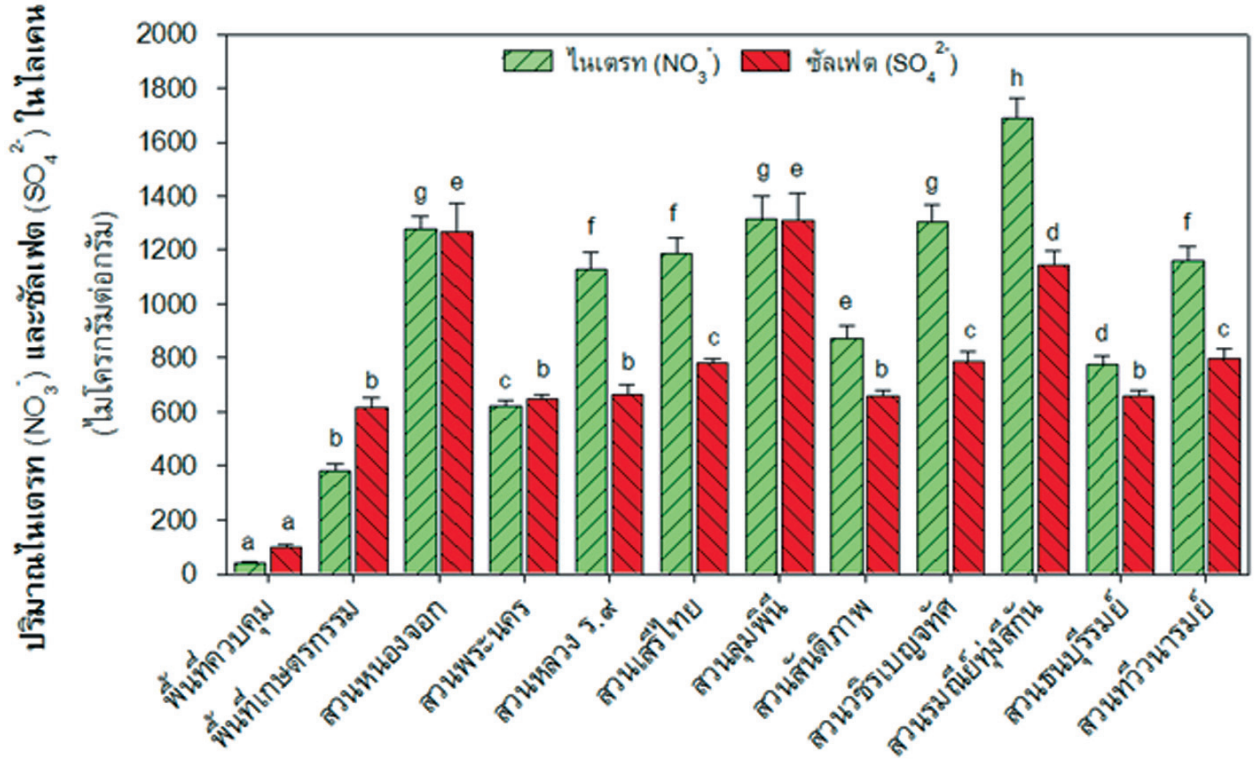
ผลและอภิปรายผล

ปริมาณไนเตรทและซัลเฟตในไลเคน

ความเข้มข้นเฉลี่ยของทั้งไนเตรท (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในไลเคนที่ย้ายปลูก มีค่าสูงสุดในกรุงเทพมหานคร (ค่าเฉลี่ยจาก 10 สวน) รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม และต่ำสุดที่พื้นที่ควบคุมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (ภาพที่ 3) นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของไนเตรท (1,133 μg/g) ซึ่งเฉลี่ยจากสวนทั้ง 10 แห่ง มีค่าสูงกว่าซัลเฟต (872 μg/g) สอดคล้องกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่าไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2, 32 ppb) ซึ่งเฉลี่ยจาก 17 สถานี ในช่วงเวลาเดียวกับที่ทำการศึกษา (ตุลาคม 2553 ถึง มกราคม 2554) มีความเข้มข้นสูงกว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2, 4 ppb) ข้อมูลเหล่านี้บ่งบอกว่าปริมาณสารมลพิษที่วิเคราะห์ได้จากไลเคนสามารถบ่งชี้ถึงระดับของสารเหล่านั้นในบรรยากาศ (Boonpeng et al., 2017a; Garty et al., 2001)

ไนเตรทและซัลเฟตเป็นสารมลพิษทุติยภูมิ (secondary pollutants) ไม่ได้ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง แต่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) ในบรรยากาศตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงหรือน้ำฝนหรือหมอก ปริมาณไนเตรทและซัลเฟตในไลเคนที่พื้นที่ควบคุมเป็นความเข้มข้นระดับพื้นฐาน (background concentrations) ที่สามารถพบได้ในบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ส่วนความเข้มข้นที่พบในพื้นที่เกษตรกรรมได้รับอิทธิพลจากการใช้ปุ๋ยในนาข้าว อย่างไรก็ตามปริมาณของสารทั้งสอง

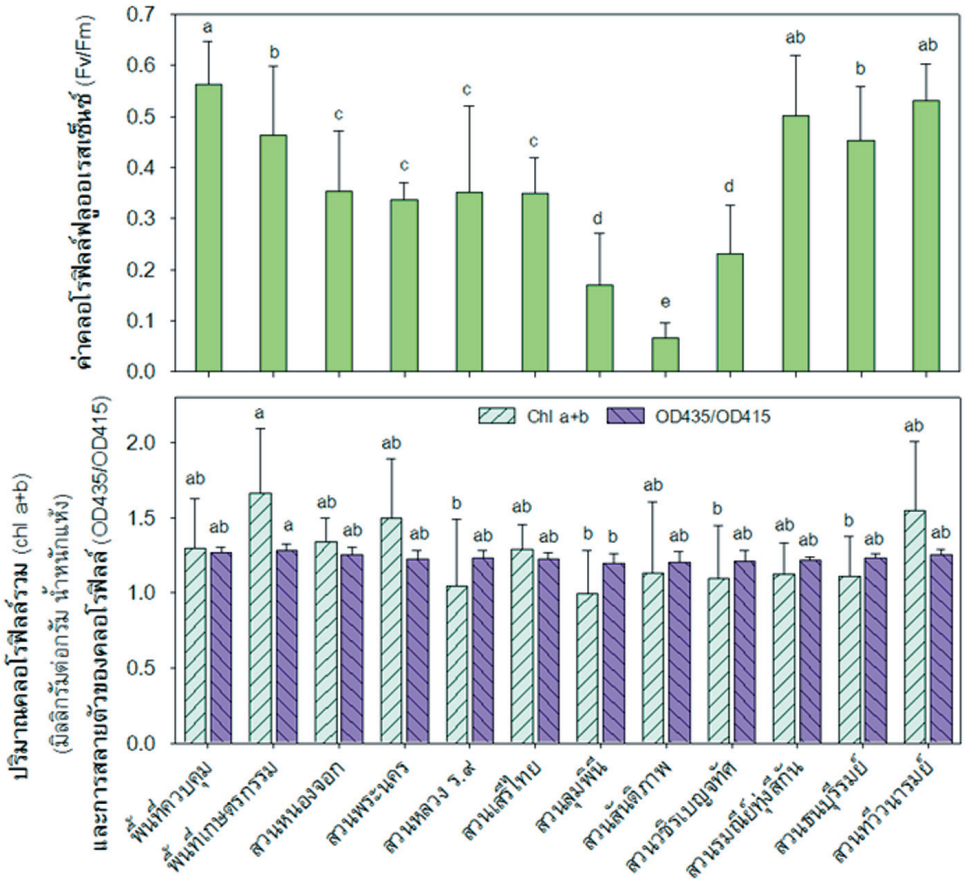
ชนิดในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม โดยแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของการจราจรเป็นหลัก สวนสาธารณะที่อยู่ในบริเวณที่มีการจราจรเบาบาง เช่น สวนพระนคร พบปริมาณสารต่ำกว่าสวนที่อยู่ในย่านใจกลางเมืองซึ่งมีการจราจรหนาแน่นกว่า เช่น สวนลุมพินี และสวนวชิรเบญจทัศ แม้ว่าสวนสันติภาพอยู่ในย่านใจกลางเมืองเช่นเดียวกัน แต่พบปริมาณไนเตรทและซัลเฟตต่ำกว่า อาจเนื่องมาจากตำแหน่งที่ตั้งและรูปทรงของสวน ซึ่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว มีเฉพาะด้านหน้าสวนเท่านั้นที่ติดถนนใหญ่ ส่วนด้านข้างถูกขนาบด้วยตึกที่พักอาศัย และด้านหลังเป็นซอยเล็กที่มีการจราจรไม่หนาแน่นมาก ปริมาณสารมลพิษในไลเคนยังขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของต้นไม้ภายในสวนด้วย เช่น สวนทวีวนารมย์และสวนรมณีย์ทุ่งสีกัน ต้นไม้มีขนาดเล็กและไม่หนาแน่นมาก อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้พบไนไตรทและซัลเฟตในไลเคนสูง ตรงกันข้ามกับสวนธนบุรีรมย์ ต้นไม้มีขนาดใหญ่และมีเรือนยอดหนาแน่น ซึ่งช่วยกรองสารมลพิษที่ผ่านเข้าไปภายในสวน นอกจากนี้แล้ว สวนหนองจอกซึ่งตั้งอยู่ชานเมืองด้านตะวันออกพบมีปริมาณไนเตรทและซัลเฟตสูงกว่าบางสวนที่อยู่ใกล้ใจกลางเมือง สวนแห่งนี้อยู่ติดกับพื้นที่เกษตรกรรม (ภาพที่ 2) ฉะนั้นไนเตรทและซัลเฟตที่พบในไลเคนอาจมีแหล่งที่มาทั้งจากการใช้ปุ๋ยทางการเกษตรและจากการจราจรของรถยนต์



ภาพที่ 3 *ปริมาณไนเตรท (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในไลเคนที่ย้ายปลูกในพื้นควบคุมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดปราจีนบุรี และสวนสาธารณะ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ตัวอักษรต่างกันบนสารชนิดเดียวกันบ่งชี้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของไลเคน

ค่าทางสรีรวิทยาของไลเคน โดยเฉพาะค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (Fv/Fm) ที่สวนสาธารณะในใจกลางเมือง ได้แก่ สวนลุมพินี สวนสันติภาพ และสวนวชิรเบญจทัศ มีค่าต่ำกว่าสวนที่อยู่รอบนอกอย่างชัดเจน บ่งชี้ว่าไลเคนที่ย้ายปลูกในสวนเหล่านี้ได้รับความเครียดหรือผลกระทบมากกว่า (ภาพที่ 4) การเปลี่ยนแปลงของค่าทางสรีรวิทยาของไลเคนเป็นสัญญาณเริ่มแรกที่แสดงถึงความผิดปกติของสภาวะอากาศ (Paoli et al., 2015) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่ได้มีสาเหตุมาจากสารมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง แต่เกิดจากมลภาวะทางอากาศโดยรวมในบริเวณนั้น ฉะนั้นค่าที่วัดได้อาจไม่สัมพันธ์กับปริมาณสารบางชนิดในไลเคน โดยเฉพาะไนโตรเจนและซัลเฟอร์ซึ่งเป็นสารอาหารหลัก (macronutrients) ของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนและคลอโรฟิลล์ หากได้รับในปริมาณที่ไม่มากเกินไปไลเคนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (von Arb et al., 1990) จากผลการศึกษาพบว่า ไลเคนที่ย้ายปลูกที่สวนสันติภาพซึ่งอยู่ใจกลางเมืองมีปริมาณไนเตรทและซัลเฟตต่ำกว่าสวนหนองจอกซึ่งอยู่ชานเมือง แต่มีค่าทางสรีรวิทยาต่ำกว่าอย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่า Fv/Fm บ่งชี้ว่าไลเคนที่สวนสันติภาพได้รับอิทธิพลจากสารมลพิษชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากไนเตรทและซัลเฟต เช่น คลอไรด์ (Cl^-), ฟลูออไรด์ (F^-) และโลหะหนัก มากกว่าที่สวนหนองจอกได้รับ (Boonpeng, 2011)



ภาพที่ 4 *ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์ (Fv/Fm) ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (chl a+b) และสัดส่วนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (OD435/OD415) ของไลเคนที่ย้ายปลูกในพื้นควบคุมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดปราจีนบุรี และสวนสาธารณะ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ตัวอักษรต่างกันบนค่าเดียวกันบ่งชี้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*

ตารางที่ 1 *ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศ ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึง มกราคม 2554 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่ใกล้เคียงกับสวนสาธารณะที่ทำการศึกษา*

ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ (รหัสสถานี)	สวนสาธารณะที่อยู่ใกล้เคียง	ระยะห่างระหว่างสถานีและสวน (กิโลเมตร)	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) (ppb)	ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) (ppb)	ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) (mg/m^3)
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น (10T)	สวนเสรีไทย	3.1	5	27	37
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (50R)	สวนลุมพินี	0.5			76
การเคหะชุมชนดินแดง (54R)	สวนสันติภาพ	0.9	3	56	78
กรมการขนส่งทางบก (49R)	สวนวชิรเบญจทัศ	1.3	4	37	89
ไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ (03T)	สวนธนบุรีรมย์	2.3	3	36	37

ที่มา : *สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ*

ไลเคนและสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ข้อมูลคุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับสวนสาธารณะที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนไดออกไซด์และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) จากสถานีที่ตั้งอยู่ใจกลางเมือง (โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ การเคหะชุมชนดินแดง และกรมการขนส่งทางบก) มีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ซึ่งอยู่รอบนอก บ่งชี้ว่ามีมลพิษทางอากาศมากกว่า (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของไลเคนที่บ่งชี้ว่าสวนที่อยู่ในย่านใจกลางเมือง (สวนลุมพินี สวนสันติภาพ และสวนวชิรเบญจทัศ) มีคุณภาพอากาศเลวกว่าสวนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าทางสรีรวิทยาของไลเคนมีแนวโน้มลดลงเมื่อ PM_{10} เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมลพิษจากไลเคนและจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยตรง ทำได้ยาก เนื่องจากตำแหน่งของสถานีตรวจวัดและไลเคนอยู่ห่างกัน อีกทั้งยังถูกขวางกั้นด้วยตึกอาคาร และที่พักอาศัย และที่สำคัญ ระดับมลพิษทางอากาศมีความแปรผันมากในเชิงพื้นที่และเวลา

สรุป

ไลเคนสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปริมาณสารมลพิษที่สะสมในไลเคนสะท้อนถึงระดับของสารเหล่านั้นในบรรยากาศ ส่วนการตอบสนองทางสรีรวิทยาสะท้อนถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศโดยรวมในบริเวณนั้นนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของค่าทางสรีรวิทยาของไลเคนยังเป็นสัญญาณเตือนที่บ่งชี้ถึงความผิดปกติของสภาวะอากาศ การวัดค่าเหล่านี้จึงมีประโยชน์มาก ทำให้ทราบปัญหาตั้งแต่เนิ่น ๆ และหาทางแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา ก่อนที่ปัญหาจะลุกลามจนส่งผลกระทบต่อ

สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษานี้ระบุว่าสวนสาธารณะในย่านใจกลางเมืองมีคุณภาพอากาศเลวกว่าสวนที่อยู่ชานเมือง ในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในสวนสาธารณะอื่น ๆ และวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการสวนสาธารณะ

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของการจราจรของรถยนต์มีอิทธิพลต่อคุณภาพอากาศในสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร ฉะนั้นสวนสาธารณะที่อยู่ในย่านที่มีการจราจรหนาแน่นควรได้รับการจัดการเพิ่มเติมและควรทำอย่างเร่งด่วน นอกจากนี้สวนอื่น ๆ ก็ควรได้รับการจัดการเช่นกัน เนื่องจากสารมลพิษทางอากาศสามารถถูกพัดพาไปตกไกลหลายกิโลเมตรจากแหล่งกำเนิด ข้อแนะนำบางประการสำหรับการออกแบบและจัดการสวนเพื่อช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศภายในสวนและตัวเมืองมีดังต่อไปนี้

1. เลือกชนิดต้นไม้ที่จะนำมาปลูก ช่วงที่มีมลพิษทางอากาศสูงในประเทศไทยเกิดขึ้นในฤดูหนาว ประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ เนื่องจากมีฝนน้อย ดังนั้นต้นไม้ที่นำมาปลูกควรเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ (evergreen tree) เพราะใบไม้ช่วยจับสารมลพิษในบรรยากาศ ต่างจากประเทศในเขตอบอุ่น แม้ต้นไม้ทิ้งใบในช่วงเวลานี้แต่มีฝนและหิมะช่วยชะล้างสารมลพิษจากบรรยากาศ นอกจากนี้ ควรเลือกปลูกต้นไม้ที่มีอายุยืน แข็งแรง ทนทาน มีเรือนยอดใหญ่และหนา และยิ่งปลูกต้นไม้ให้มีความหนาแน่นมากเท่าไร ก็จะยิ่งช่วยลดมลพิษทางอากาศได้มากเท่านั้น

การปลูกต้นไม้นอกจากช่วยลดมลพิษในบรรยากาศในเมืองแล้วยังให้ประโยชน์อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ขจัดฝุ่น ลดอุณหภูมิ ลดเสียง ลดความเร็วลม ลดการใช้เครื่องปรับอากาศ ลดปัญหาสุขภาพที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ และสร้างสุนทรียภาพให้ชุมชนเมือง ทำให้เมืองน่าอยู่มากยิ่งขึ้น (McDonald et al., 2016; Nowak, 2011)

2. ปลูกต้นไม้เป็นแนวรั้วรอบสวน สวนสาธารณะส่วนใหญ่อยู่ติดถนน การปลูกต้นไม้ให้เป็นแนวรั้วสามารถช่วยกรองอากาศที่ผ่านเข้ามาในสวนได้ ต้นไม้ที่แนะนำ เช่น ต้นอโศกอินเดีย และต้นสนประดิพัทธ์ เนื่องจากลำต้นมีใบปกคลุมตั้งแต่โคนต้นจนถึงเรือนยอด

3. ปลูกพืชคลุมดิน เช่น หญ้า การปลูกพืชคลุมดินทั่วทั้งบริเวณเป็นการป้องกันไม่ให้ฝุ่นจากดินฟุ้งกระจายกับคืนสู่บรรยากาศ

4. สร้างบ่อน้ำภายในสวนเป็นระยะ ๆ สารมลพิษจากบรรยากาศหรือจากพื้นดินเมื่อถูกชะลงสู่แหล่งน้ำจะถูกน้ำดูดซับไว้ไม่ให้กลับคืนสู่บรรยากาศ แต่ถ้าสะสมอยู่ที่พื้นดิน สามารถกลับคืนสู่บรรยากาศได้โดยอิทธิพลของลม

5. การรดน้ำต้นไม้ หากเป็นไปได้ควรรดน้ำที่ใบพืชด้วย เนื่องจากใบคือส่วนที่ดักจับสารมลพิษได้มากที่สุด การชะล้างสารมลพิษที่เกาะอยู่ออกไป เป็นการเพิ่มพื้นที่สำหรับยึดเกาะของสารมลพิษตัวใหม่ อีกอย่างเป็นการบำรุงรักษาพืชด้วย เนื่องจากสารมลพิษที่เกาะอยู่อาจไปอุดตันปากใบของพืช ส่งผลทำให้การเติบโตของพืชลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาชิกหน่วยวิจัยไลเคน เจ้าหน้าที่ประจำสวนสาธารณะทั้ง 10 แห่ง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

- Boonpeng, C. (2011). Using transplanted lichen as bioindicator of air quality of public parks in Bangkok. Unpublished master's thesis, Ramkhamhaeng University.
- Boonpeng, C., Polyiam, W., Sriviboon, C., Jhampasri, T., Watthana, S., Sangvichien, E., & Boonpragob, K. (2017a). Accumulation of inorganic pollutants and photosynthetic responses of transplanted lichens at distances away from an industrial complex. Thai Journal of Botany, 9(2), 181-191.
- Boonpeng, C., Polyiam, W., Sriviboon, C., Sangiamdee, D., Watthana, S., Nimis, P. L., & Boonpragob, K. (2017b). Airborne trace elements near a petrochemical industrial complex in Thailand assessed by the lichen Parmotrema tinctorum (Despr. ex Nyl.) Hale. Environmental Science and Pollution Research, 24(13), 12393-12404.
- Conti, M. E., & Cecchetti, G. (2001). Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment — a review. Environmental Pollution, 114(3), 471-492.
- Garty, J., Weissman, L., Cohen, Y., Karnieli, A., & Orlovsky, L. (2001). Transplanted lichens in and around the Mount Carmel National Park and the Haifa Bay industrial region in Israel: Physiological and chemical responses. Environmental Research, 85(2), 159-176.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. Environmental Pollution, 151(2), 362-367.
- McDonald, R., Kroeger, T., Boucher, T., Longzhu, W., Salem, R., Adams, J., . . . Garg, S. (2016). Planting Healthy Air. USA: The Nature Conservancy.
- Nowak, D. J. (2011). Assessing urban forest effects and values: Los Angeles' urban forest. USA: United States Department of Agriculture (USDA).
- Paoli, L., Grassi, A., Vannini, A., Masla??kov?, I., Bil'ov?, I., Ba?kor, M., . . . Loppi, S. (2015). Epiphytic lichens as indicators of environmental quality around a municipal solid waste landfill (C Italy). Waste Management, 42, 67-73.
- von Arb, C., Mueller, C., Ammann, K., & Brunold, C. (1990). Lichen physiology and air pollution II. Statistical analysis of the correlation between SO2, NO2, NO and O3, and chlorophyll content, net photosynthesis, sulphate uptake and protein synthesis of Parmelia sulcata Taylor. New Phytologist, 115(3), 431-437.