

อิทธิพลของขนและปากใบต่อความสามารถในการดักจับฝุ่น PM_{10} ของใบไม้พุ่ม และใบไม้ร่อเลื้อยบางชนิด

THE INFLUENCE OF TRICHOME AND STOMATA ON PM_{10} CAPTURE CAPABILITY OF SOME TYPE OF SHRUB AND SCANDENT LEAVES

มัทนภรณ์ ไหมคำม^{1,*} และ เพ็ญศิริ ไพจิตร²
Mattanaporn Maikami^{1,*} and Pensiri Paijit²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

²สำนักส่งเสริมการเรียนรู้และบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

¹Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

²Office of Learning Support and Academic Services, Valaya Alongkorn Rajabhat University
under the Royal Patronage

Received: 19 August 2021

Accepted: 28 November 2021

บทคัดย่อ

ฝุ่นละออง (Particulate matter: PM) เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ มีรายงานว่าใบพืชมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งใบไม้ที่มีผิวใบไม่เรียบ จึงได้นำพืชที่มีขน 4 ชนิด โดยเป็นไม้พุ่ม 2 ชนิด (ชาฮกเกี้ยนและราชวดี) ไม้ร่อเลื้อย 2 ชนิด (สร้อยอินทนิล และพวงคราม) มาศึกษารูปร่างใบ ขนาดใบ ขนใบ และปากใบ และประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นแบ่งอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) จากการศึกษาพบว่าสร้อยอินทนิลมีอนุภาคแบ่งที่เหลือยู่บนแผ่นใบมากที่สุด เนื่องจากสร้อยอินทนิลมีความกว้างใบและความยาวปากใบมากที่สุด ส่วนพวงครามมีพื้นที่ใบมากที่สุด แต่มีประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคแบ่งน้อยกว่าสร้อยอินทนิลเกิดจากความหนาแน่นเซลล์ขนด้านท้องใบน้อย แม้ว่าราชวดีมีความหนาแน่นของเซลล์ขนมากที่สุด แต่ความยาวเซลล์ขนและปากใบสั้น จึงทำให้อนุภาคแบ่งที่เหลือยู่บนแผ่นใบค่อนข้างน้อย ชาฮกเกี้ยนมีประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดเล็กน้อยที่สุดเพราะใบมีขนาดเล็กและเซลล์ขนมีความหนาแน่นน้อย เมื่อพิจารณา

* ผู้ประสานงาน: มัทนภรณ์ ไหมคำม

อีเมล: mattanaporn@vru.ac.th

ค่าสัมพัทธ์ความกว้างใบและความยาวปากใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าพื้นที่ใบและความยาวเซลล์ขนทั้งสองด้านของใบต่อประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่น PM_{10} ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปร่างใบ ความยาวปากใบ ความยาวขน ความหนาแน่นของขน และความหนาแน่นปากใบมีผลต่อประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคฝุ่น

คำสำคัญ: ขน, ปากใบ, การดักจับฝุ่น, ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

Abstract

Particulate matter (PM) has been a problem that has affected and hazard to human health. Previous studies reported that plant leaves were capable of dust capture, especially leaves with uneven surfaces. Therefore, four species of plants with hairy leaves, consisting of 2 shrubs (Fukien Tea and Sandpaper vine) and 2 scandents (Butterfly bush and Blue trumpet), were investigated leaf shape, leaf size, trichome, stomata and the efficiency of dust powder capture particles smaller than 10 microns (PM_{10}). The research revealed that the Butterfly bush had dust powder particles remaining on the leaf the most according to the widest leaf and longest stomata. The Blue trumpet had the most leaf area. But the efficiency of powder capture particles was less than Butterfly bush due to the lower trichome cell density on the ventral side. However, the Sandpaper vine had the highest trichome cell density but the trichome cells and stomata were short. Therefore, the remaining dust powder particles on the leaf blade were quite a few. Fukien tea was the least effective in capturing dust because of its small leaf size and less dense trichome cells. Considering the correlation of leaf width and stomata length, there was a significantly greater positive correlation than leaf area and both surfaces of leaf trichome on PM_{10} dust capture efficiency which showed that leaf shape, stomata length, trichome length, trichome density and the density of the stomata affected the dust particulate capture efficiency.

Keywords: trichome, stomata, particulate matter capture capability, PM_{10}

บทนำ

มลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อร่างกายทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ เช่น ระคายเคืองตา และเยื่อทางเดินหายใจ โรคภูมิแพ้ หอบหืด และมะเร็งปอด สาเหตุของโรคดังกล่าวอาจเนื่องมาจากฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศ (นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และ คณิดา ตั้งคณานุรักษ์, 2552) โดยฝุ่นละออง (particulate matter: PM) เป็นอนุภาคของแข็งหรือของเหลวมีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ไปจนถึงฝุ่นที่ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป (เกษม จันทรแก้ว, 2541) ช่วงต้นปี 2562 ประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน จนส่งผลให้มีผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจมีจำนวนสูงขึ้นกว่าปกติ (กลุ่มเฝ้าระวังฝุ่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562) ซึ่งมักจะเป็นฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10} -ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมครอน และ $PM_{2.5}$ -ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน) (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมประเทศสหรัฐอเมริกาได้ศึกษาวิจัยฝุ่นขนาด PM_{10} เป็นฝุ่นหยาบ (course particle) มีอันตรายต่อสุขภาพเนื่องจากเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคหอบหืด กล้ามเนื้อหัวใจตาย และโรคมะเร็งปอด (กรมอนามัย และ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2561) โดยภาครัฐได้มีมาตรการต่าง ๆ เพื่อช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น ลดการเผาในที่โล่ง ส่งเสริมการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ ตรวจจับควันดำอย่างเข้มงวด และฉีดพ่นน้ำ นอกจากนั้นการสร้างพื้นที่สีเขียวโดยการปลูกต้นไม้เพื่อเป็นแหล่งดูดซับฝุ่นละอองในอากาศจะสามารถช่วยลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กได้เป็นอย่างดีอีกทางหนึ่ง

ต้นไม้สามารถช่วยดักจับฝุ่นละอองผ่านทางใบ หรือลำต้น โดยจะเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อพืชได้ทางปากใบ และช่องอากาศบริเวณกิ่งหรือลำต้น โดย Esposito et al. (2020) กล่าวว่าใบไม้มีประสิทธิภาพสูงในการจับและดูดซับฝุ่นละออง เนื่องจากเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืชมีสารคิวตินหรือมีขน (trichome) ปกคลุมที่ลำต้นและผิวใบ รวมไปถึงผิวใบพืชที่เป็นคลื่นก็มีความสามารถในการดักจับฝุ่นไว้ได้เช่นกัน เมื่อต้นไม้ได้รับน้ำฝนเหล่านี้จะถูกชะล้างออกแล้วไหลลงสู่พื้นดินต่อไป (ราชันย์ ภูมา และคณะ, 2563; Nowak et al., 2006) และสอดคล้องกับ Leonard et al. (2016) ที่กล่าวว่าใบพืชกว้างและผิวใบขรุขระสามารถดักจับฝุ่นได้ดีมีประสิทธิภาพมากกว่าผิวใบเรียบ เช่น พาลิณี สุนากร และคณะ (2559) รายงานว่าสร้อยอินทนิลที่มีผิวใบสากและมีขนปกคลุมจึงมีแรงเสียดทานมากทำให้การดักจับฝุ่นละอองได้ดีกว่าตำลึงที่มีใบด้าน และจันทร์กระจ่างฟ้าที่มีผิวใบมัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sæbø et al. (2012) ที่พบว่าไม้ต้น 22 ชนิด และไม้พุ่ม 25 ชนิดที่ใช้ในการทดลองสามารถ

ดักจับฝุ่นละอองขนาด PM_{10} $PM_{2.5}$ และ $PM_{0.2}$ ได้แตกต่างกัน โดยใบที่มีขนที่ปกคลุมและลักษณะผิวไม่เรียบเป็นลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมการดักจับฝุ่น นอกจากนี้ปากใบ (stomata) ซึ่งเป็นช่องเปิดขนาดเล็กบริเวณชั้นเนื้อเยื่อผิวก็เป็นส่วนสำคัญในการดักจับฝุ่นได้อีกด้วย การปลูกต้นไม้จำนวนมากสามารถช่วยกรองฝุ่นในอากาศได้ แม้ว่าจะมีการศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการดักจับฝุ่นละอองบ้างแล้ว แต่การศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวที่เป็นส่วนสำคัญในการดักจับฝุ่นยังมีน้อย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปร่างและขนาดแผ่นใบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะขนและปากใบของไม้พุ่มและไม้เลื้อยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอน

วิธีดำเนินการวิจัย

นำพืช 4 ชนิดที่ใบมีขนมาศึกษาประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นละออง โดยแบ่งเป็นไม้พุ่ม 2 ชนิด คือ ชาฮกเกี้ยน (*Ehretia microphylla* Lamk.) และราชาวดี (*Buddleja paniculata* Wall.) ไม้เลื้อย 2 ชนิด คือสร้อยอินทนิล (*Thunbergia grandiflora* Roxb.) และพวงคราม (*Petrea volubilis* L.) โดยเลือกใบที่โตเต็มที่ มีสภาพสมบูรณ์ และทุกใบมีขนาดใกล้เคียงกัน ในพืชชนิดเดียวกัน ทำความสะอาดอย่างระมัดระวังเพื่อชำระฝุ่นและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากผิวใบ

1. การศึกษาลักษณะใบ นำใบพืชทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 10 ใบมาศึกษารูปร่างใบ ปลายใบ โคนใบ และขอบใบ วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบ โดยใช้เวอร์เนีย คาลิเปอร์แบบดิจิทัล และนำใบพืชแต่ละชนิดมาวางบนกระดาษกราฟมาตรฐาน แล้วคัดลอกขนาดและรูปร่างใบ จากนั้นนับช่องกระดาษกราฟเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ใบพืช (วงศ์จันทร์ วงษ์แก้ว, 2535)

2. การศึกษาเนื้อเยื่อผิว ศึกษาลักษณะขนาด และความหนาแน่นของขนใบทั้งหลังใบ (adaxial surface) และท้องใบ (abaxial surface) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ Carl Zeiss รุ่น Stemi 305 ทำการทดลองใบพืชชนิดละ 10 ใบ ใบละ 10 ค่าสังเกต

การศึกษาขนาดและความหนาแน่นของปากใบจะศึกษาโดยวิธีการลอกเนื้อเยื่อผิวด้านหลังใบ โดยการใช้ใบมีดโกนขูดผิวด้านบนออกให้มากที่สุด จากนั้นแช่ใบที่ลอกผิวแล้วในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 5% จนกว่าชิ้นตัวอย่างจะใส จากนั้นย่ำชิ้นส่วนใบไปแช่ในสารละลายคลอโรกซ์ (clorox®) ความเข้มข้น 5% เป็นเวลา

5-10 นาที แล้วล้างสารละลายออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด (ดัดแปลงจาก จิตาภา พรหมสิงห์ และคณะ, 2559) นำชิ้นส่วนไปไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง Carl Zeiss รุ่น LAB A1 ที่เชื่อมต่อกับกล้องบันทึกภาพ CANON EOS1100D บันทึกขนาด และความหนาแน่นของปากใบ

3. ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นของใบพืช นำใบพืชทั้ง 4 ชนิดมาทดสอบประสิทธิภาพการดักจับฝุ่น โดยนำใบพืช 1 ใบซึ่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วมาใส่ในกล่องขนาด $9 \times 9 \times 7$ ซม. และนำแบ่งข้าวเจ้าที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค 3-5 ไมครอน (วรวิเศษ นิลนนท์ และคณะ, 2560) ปริมาณ 200 มิลลิกรัม ปิดฝากล่องให้มิดชิดแล้วเขย่ากล่อง 3 ครั้ง จากนั้นหยาและคว่ำใบ 3 รอบ เพื่อให้แบ่งส่วนเกินหลุดออก นำใบไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 4 ตำแหน่งอีกครั้ง เพื่อหาปริมาณแบ่งที่เหลืออยู่ โดยทำการทดลองในพืชชนิดละ 10 ใบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) เพื่อทดสอบความแปรปรวนและแสดงผลการทดลองด้วยค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะแผ่นใบ ลักษณะผิวใบ และประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient, r) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรข้างต้น สามารถคำนวณได้จากสมการ (Steel & Torrie, 1960) เพื่อหาลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่น

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

r = ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ X และ Y

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ X

$\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ Y

X_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ X (เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n$)

Y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรลักษณะ Y (เมื่อ $i = 1, 2, \dots, n$)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

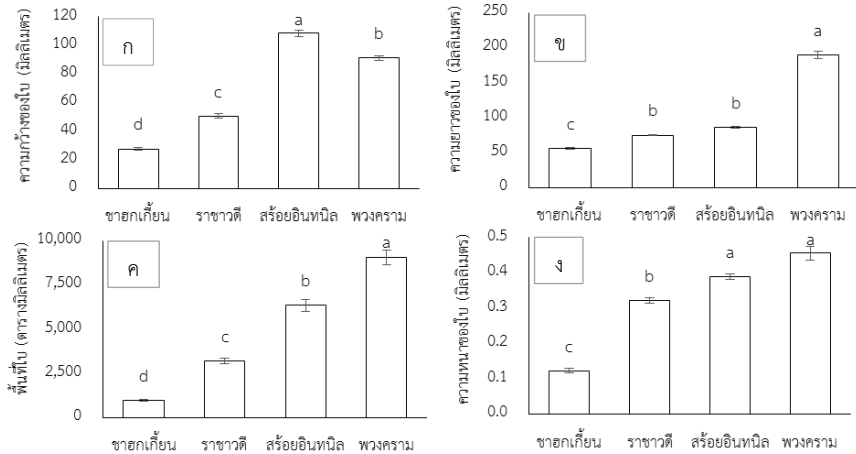
1. ลักษณะใบ

เมื่อนำใบพืชทั้ง 4 ชนิดมาศึกษาลักษณะใบ (รูปที่ 1) พบว่า ชาฮกเกี้ยน ใบเป็นรูปไข่กลับ ปลายใบหยัก โคนใบรูปลิ้น ขอบใบเรียบ ราชาวดี ใบเป็นรูปไข่ ปลายและโคนใบมน ขอบใบจักมน ส่วนสร้อยอินทนิลนั้นมีใบเป็นรูปหัวใจ ปลายใบแหลม โคนใบรูปหัวใจ ขอบใบหยักเป็นคลื่น และพวงครามมีใบเป็นรูปรี ปลายและโคนใบแหลม ขอบใบเรียบ ซึ่งรูปร่างใบพืชทั้ง 4 ชนิดสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (2558) ราชันย์ ภูมา (2559) และวรรณ แสนชมภู (2559)

ความกว้าง ความยาว พื้นที่ และความหนาของใบชาฮกเกี้ยน ราชาวดี สร้อยอินทนิล และพวงคราม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 2) โดยสร้อยอินทนิลและพวงครามมีความกว้างและความยาวมากที่สุด ตามลำดับ (รูปที่ 1, 2ก และ 2ข) เมื่อคิดเป็นพื้นที่ใบ (รูปที่ 2ค) แล้วพบว่าพวงครามมีพื้นที่มากกว่าสร้อยอินทนิล เนื่องจากพวงครามมีความยาวของใบมากกว่าสร้อยอินทนิล 2.19 เท่า ในขณะที่ชาฮกเกี้ยนมีความกว้าง ความยาว และพื้นที่ใบน้อยที่สุด ส่วนความหนาของใบ (รูปที่ 2ง) สร้อยอินทนิลและพวงครามไม่แตกต่างกัน แต่หนากว่าราชาวดี และชาฮกเกี้ยนตามลำดับ



รูปที่ 1 ลักษณะหลังใบและท้องใบของชาฮกเกี้ยน ราชาวดี สร้อยอินทนิล และพวงคราม



รูปที่ 2 (ก) ความกว้าง (ข) ความยาว (ค) พื้นที่ใบ และ (ง) ความหนา ของชาฮกเกี้ยน
ราชาวดี สร้อยอินทนิล และพวงคราม

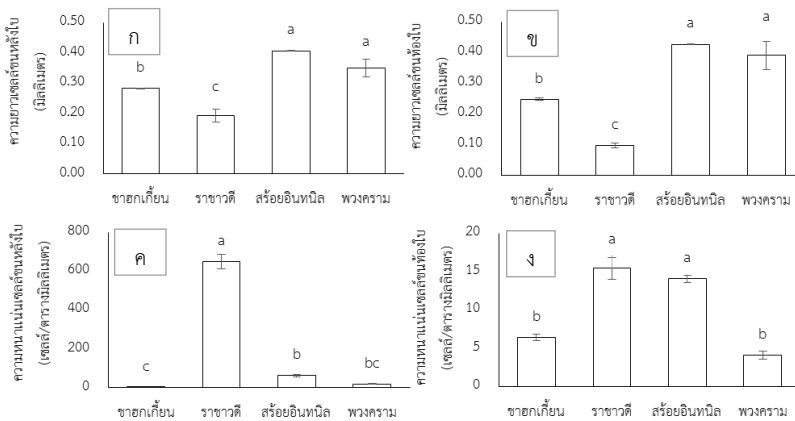
ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ตัวอักษรขนาดเล็ก
ที่แตกต่างกัน คือความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

2. เนื้อเยื่อผิว

รูปแบบความยาวของเซลล์ขนใบของพืชทั้ง 4 ชนิดที่บริเวณท้องใบและหลังใบมีรูปแบบไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 3ก และ ข) โดยพบว่าสร้อยอินทนิลและพวงครามมีความยาวขนไม่ต่างกัน แต่ยาวมากกว่าชาฮกเกี้ยนและราชาวดี โดยราชาวดีมีความยาวขนน้อยที่สุด ส่วนความหนาแน่นเซลล์ขนพบว่าจำนวนเซลล์ขนบริเวณหลังใบมีความหนาแน่นมากกว่าท้องใบ (รูปที่ 3ค 3ง และรูปที่ 4) เซลล์ขนบริเวณท้องใบ (รูปที่ 3ค) ของราชาวดี (รูปที่ 4ง) และสร้อยอินทนิล (รูปที่ 4ฉ) มีความหนาแน่นมากกว่าชาฮกเกี้ยน (รูปที่ 4ข) และพวงคราม (รูปที่ 4ช) อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเซลล์ขนบริเวณหลังใบ (รูปที่ 3ง) ของราชาวดี (รูปที่ 4ค) มีความหนาแน่นมากกว่าสร้อยอินทนิล (รูปที่ 4จ) พวงคราม (รูปที่ 4ช) และชาฮกเกี้ยน (รูปที่ 4ก) ตามลำดับ

ความยาวของปากใบของพืชทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 5ก และ 6) โดยสร้อยอินทนิลมีความยาวของปากใบมากที่สุดและความยาวมากกว่าพวงคราม ชาฮกเกี้ยน และราชาวดี ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นของปากใบไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 5ข) โดยความยาวและความหนาแน่นของปากใบของพืชทั้ง 4 ชนิดอยู่

ในช่วงของพืชทั่วไปที่มีความยาว 10-80 ไมโครเมตร และความหนาแน่น 5-1,000 ปากใบ/ตร.มม. (Kwak et al., 2020) แต่เมื่อพิจารณาจำนวนปากใบทั้งใบมีความแตกต่างกัน โดยพวงครามมีจำนวนปากใบมากที่สุด ส่วนชาฮกเกี้ยนมีจำนวนปากใบน้อยที่สุด (ไม่แสดงข้อมูล) ในขณะที่สร้อยอินทนิล และราชวดีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



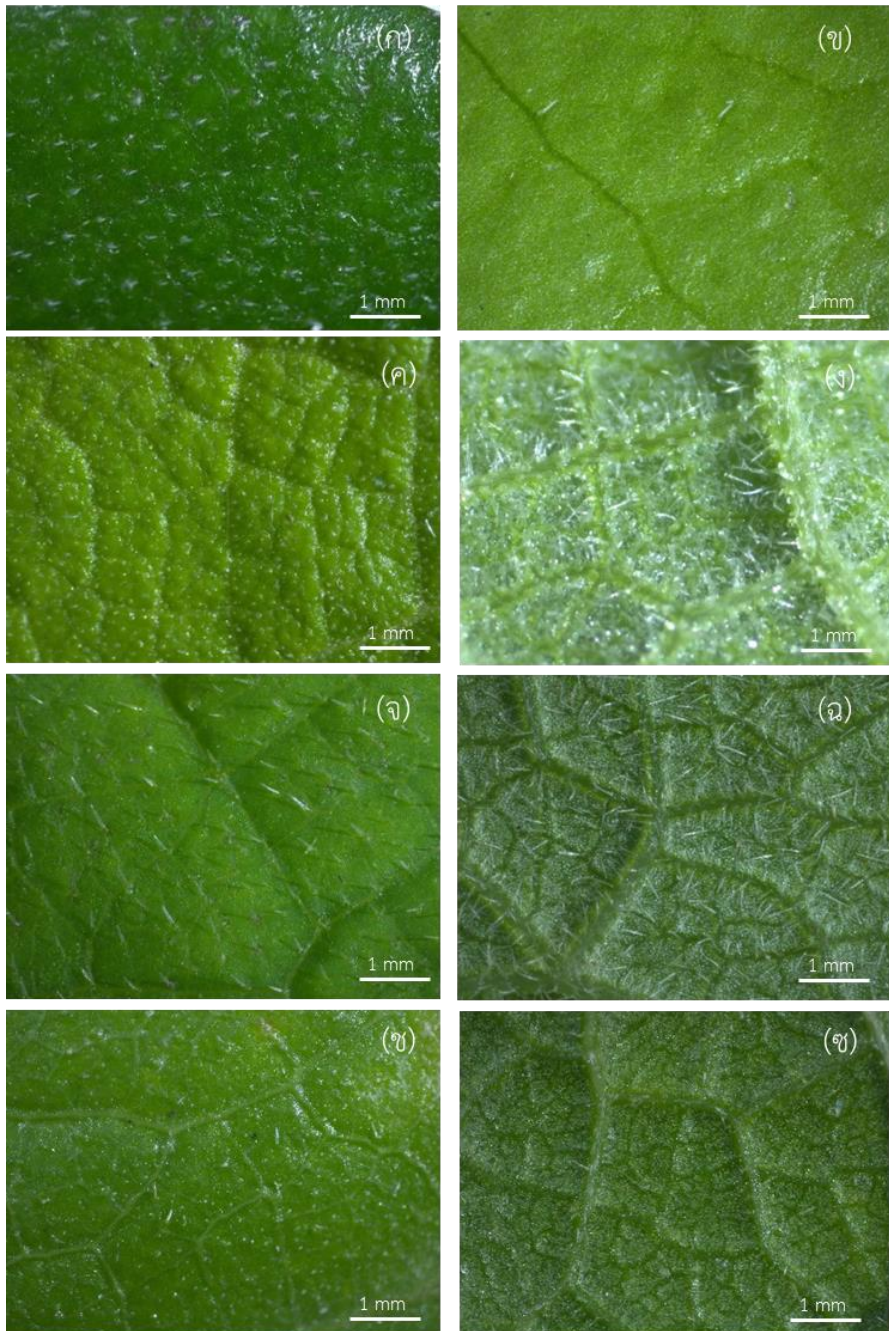
รูปที่ 3 (ก และ ข) ความยาวเซลล์ขน (ค และ ง) ความหนาแน่น บริเวณหลังใบและท้องใบของชาฮกเกี้ยน ราชวดี สร้อยอินทนิล และพวงคราม ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ตัวอักษรขนาดเล็กที่แตกต่างกัน คือความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

3. ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นของใบพืช

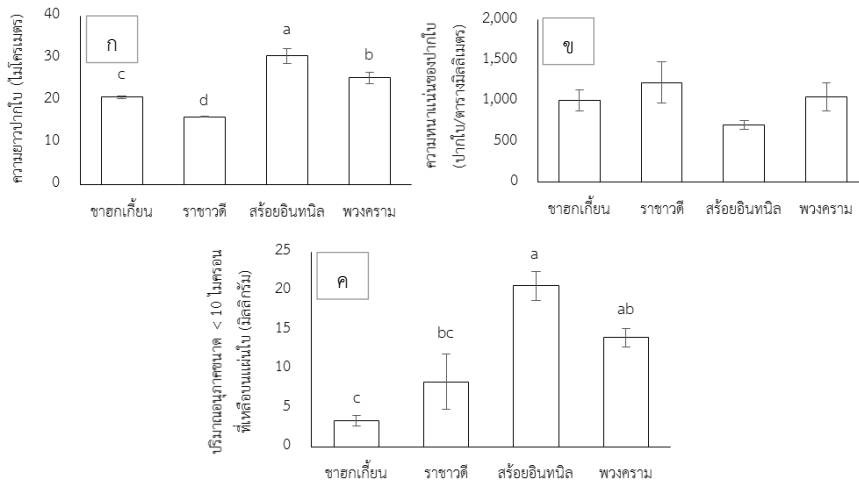
การศึกษาประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนของพืช 4 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 5ง) โดยสร้อยอินทนิลมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นมากที่สุด แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับพวงคราม ในขณะที่พวงครามและราชวดีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชาฮกเกี้ยนมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

4. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบและประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

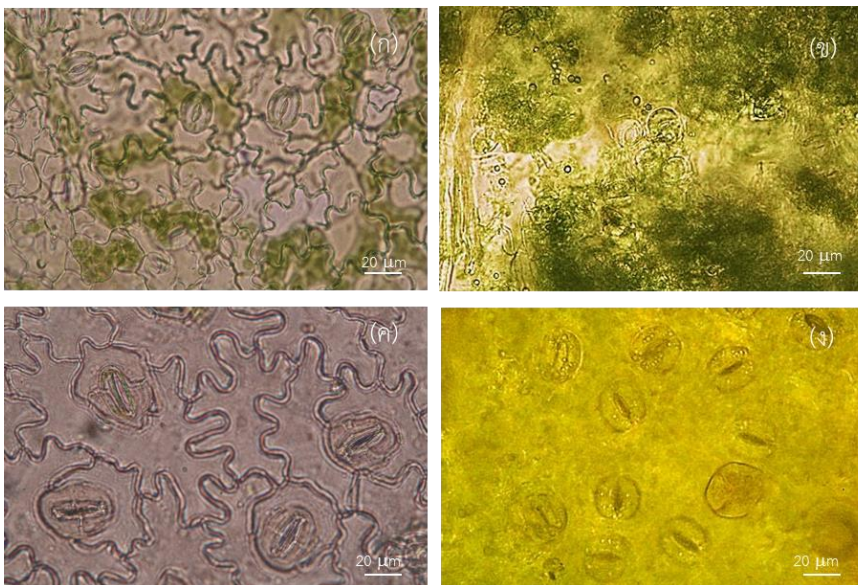
จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของใบ ความยาวของใบ ความยาวขนใบ ความหนาแน่นขนใบ ขนาดปากใบ ความหนาแน่นปากใบ และประสิทธิภาพ



รูปที่ 4 ลักษณะผิวใบและเซลล์ขนบริเวณหลังใบและท้องใบ ของชาฮกเกี้ยน (ก และ ข)
ราชาวดี (ค และ ง) สร้อยอินทนิล (จ และ ฉ) และพวงคราม (ช และ ซ)



รูปที่ 5 ความยาวปากใบ (ก) ความหนาแน่นปากใบ (ข) และประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (ค) ของชาวกะเทียม ราชวดี สร้อยอินทนิล และ พวงคราม ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ตัวอักษรขนาดเล็กที่แตกต่างกัน คือความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 6 ปากใบของชาวกะเทียม (ก) ราชวดี (ข) สร้อยอินทนิล (ค) และพวงคราม (ง)

การดักจับอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) แสดงข้อมูลดังตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทุกลักษณะของแผ่นใบและเนื้อเยื่อผิวใบยกเว้นความหนาแน่นขนหลังใบและความหนาแน่นของปากใบ โดยประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นมีความสัมพันธ์เชิงบวกมากที่สุดกับความกว้างใบ สอดคล้องกับ Liang et al. (2016) และ Esposito et al. (2019) ที่รายงานว่าใบที่กว้างสามารถดักจับอนุภาคฝุ่นได้มากกว่าใบพืชที่แคบเมื่อพิจารณาต่อพื้นที่ใบ แต่ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคของพืชทั้งต้นต้องพิจารณาหลายลักษณะร่วมกัน เช่น ความยาวก้านใบ ลักษณะวิสัย ทรงพุ่ม เคลื่อนไหว (Leonard et al., 2016) นอกจากนี้พบว่าความยาวปากใบมีความสัมพันธ์กับการดักจับฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นเดียวกับ Liang et al. (2016) ที่รายงานว่าปากใบเป็นบริเวณสำคัญที่อนุภาคฝุ่นจะสะสมที่ผิวใบ (Kwak et al., 2020) จากการทดลองยังพบว่าพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์กับการดักจับฝุ่นน้อยกว่าความกว้างใบและความยาวปากใบ เนื่องจากการสะสมอนุภาคฝุ่นของใบพืชไม่ได้ขึ้นกับพื้นที่ใบเพียงอย่างเดียว รูปร่างใบที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นต่างกันด้วย ดังที่ Leonard et al. (2016) พบว่าใบรูปหอก (lanceolate) ซึ่งเป็นรูปร่างใบที่ส่วนกว้างที่สุดอยู่ต่ำกว่ากลางใบจะมีการสะสมฝุ่นได้มากกว่าใบรูปไข่กลับ (obovate) และรูปรี (elliptic) ซึ่งเป็นรูปร่างใบที่ส่วนแคบที่สุดอยู่ต่ำกว่ากลางใบ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่พบว่าสร้อยอินทนิลที่มีรูปร่างใบรูปหัวใจ (heart) ซึ่งเป็นรูปร่างใบที่ส่วนส่วนกว้างที่สุดอยู่ต่ำกว่ากลางใบจะมีการสะสมฝุ่นได้มากกว่าพวงคราม ราชวดี และชาฮกเกี้ยน ที่มีรูปร่างใบรูปรี (elliptic) รูปไข่ (ovate) และรูปไข่กลับ (obovate) ตามลำดับ ส่วนความยาวขนบริเวณท้องใบและหลังใบก็มีความความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากขนใบเป็นส่วนที่เพิ่มพื้นที่ผิวในการดักจับฝุ่นและยังทำให้ฝุ่นหลุดออกได้ยากเมื่อใบไม้เคลื่อนไหว (Sæbø et al., 2012; Leonard et al., 2016) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยังพบว่าความยาวปากใบมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นมากกว่าความยาวของใบอาจเนื่องจากบริเวณมีการคายน้ำออกมาทำให้เกิดความชื้นซึ่งเอื้อต่อการดักจับฝุ่นละออง (Liang et al., 2016) โดย Song et al. (2015) พบฝุ่นละอองหนาแน่นบริเวณปากใบ

ตารางที่ 1 ค่าสหสัมพันธ์ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ลักษณะแผ่นใบและลักษณะเนื้อเยื่อผิวใบ ของชาฮกเกี้ยน ราชาวดี สร้อยอินทนิล และพวงคราม

	การดักจับอนุภาค ฝุ่น<10 μm	ความกว้างใบ	ความยาวใบ	พื้นที่ใบ	ความยาว ขนท้องใบ	ความยาว ขนหลังใบ	ความหนาแน่น ขนท้องใบ	ความหนาแน่น ขนหลังใบ	ความยาวปากใบ	ความหนาแน่น ปากใบ
การดักจับอนุภาคฝุ่น<10 μm	1.00									
ความกว้างใบ	0.886**	1.00								
ความยาวใบ	0.379	0.564	1.00							
พื้นที่ใบ	0.686*	0.837**	0.809**	1.00						
ความยาวขนท้องใบ	0.611*	0.742**	0.521	0.632*	1.00					
ความยาวขนหลังใบ	0.603*	0.693**	0.355	0.611*	0.937**	1.00				
ความหนาแน่นขนท้องใบ	0.213	0.131	-0.529	-0.170	-0.309	-0.184	1.00			
ความหนาแน่นขนหลังใบ	-0.162	-0.254	-0.284	-0.273	-0.790	-0.751**	0.655*	1.00		
ความยาวปากใบ	0.757**	0.753**	0.307	0.579*	0.873**	0.866**	-0.091	-0.669*	1.00	
ความหนาแน่นปากใบ	-0.561	-0.442	0.023	0.190	-0.403	-0.315	0.003	0.354	-0.588*	1.00

หมายเหตุ: *,** มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

รูปร่าง ขนาด และเนื้อเยื่อผิวใบของพืช 4 ชนิดมีประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน โดยสร้อยอินทนิลมีอนุภาคแบ่งที่เหลือน้อยบนแผ่นใบมากที่สุด ซึ่งสร้อยอินทนิลมีความกว้างใบและความยาวปากใบมากกว่าชาฮกเกี้ยน ราชาวดี และพวงคราม แม้ว่าพวงครามจะมีพื้นที่ใบมากที่สุด แต่ประสิทธิภาพการดักจับอนุภาคแบ่งน้อยกว่าสร้อยอินทนิล เนื่องจากความหนาแน่นเซลล์ขนด้านท้องใบน้อย ส่วนราชาวดีมีอนุภาคแบ่งที่เหลือน้อยบนแผ่นใบค่อนข้างน้อยแม้ว่ามีความหนาแน่นของเซลล์ขนบนแผ่นใบมากที่สุด อาจเนื่องจากความยาวเซลล์ขนและความยาวปากใบของราชาวดีน้อยที่สุด ส่วนชาฮกเกี้ยนมีประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นน้อยที่สุด อาจเนื่องจากใบมีขนาดเล็ก และมีความหนาแน่นเซลล์ขนน้อย เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ความกว้างใบและความยาวปากใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกที่สุดต่อประสิทธิภาพของการดักจับฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์ประสานงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช สำนักส่งเสริมการเรียนรู้ และบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). *โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. กรุงเทพฯ: กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศ กรณีฝุ่นละอองขนาดเล็ก*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กลุ่มเฝ้าระวังฝุ่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2562). *เรียนรู้ อยู่กับฝุ่น PM2.5*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกษม จันทร์แก้ว. (2541). *เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิตาภา พรหมสิงห์, อนิษฐา ศรีนวล และ วิโรจน์ เกษรบัว. (2559). กายวิภาคศาสตร์ เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชวงศ์มะขามป้อม (Phyllanthaceae) บางชนิดในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 18(3), 87-87.
- ปิยรัชฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์. (2558). พวงคราม. *จุลสาร สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน*, 20(2): 6
- พาสินี สุนากร, งามอาจ ภาพภาชี และ พัชรียา บุญก้อแก้ว. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการจับฝุ่นละอองของพรรณไม้เลื้อย. *สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวิจัย*, 15(2), 175-186.
- นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และ คณิตา ตั้งคณานุรักษ์. (2552). *เคมีบรรยากาศ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราชันย์ ภูมา. (2559). *สารานุกรมพืชในประเทศไทย (ฉบับย่อ) เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ราชันย์ ภูมา, ปิยชาติ ไตรสารศรี, จิรพรรณ โสภี, นัยนา เทศนา, มานพ ผู้พัฒน์ และ โสมนัสสา ธนิกกุล. (2563). *ต้นไม้ลดฝุ่น PM2.5*. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

วงศ์จันทร์ วงษ์แก้ว. (2535). *หลักสรีรวิทยาของพืช*. กรุงเทพฯ: ฟีนีฟลิซิง.

วรมน แสนชมภู. (2559). *รูปแบบและวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างรั้วบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษาเขตจตุจักร*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

วิเศษนัม นิลนนท์, กุลพร พุทธิ และ จิรพร สวัสดิการ. (2560). *การพัฒนาการผลิตแบ่งฟลาวัวร์และสตาร์ชจากเมล็ดทุเรียน และ การประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร*. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏราโพพรรณี

Esposito, F., Memoli, V., Panico, S. C., Di Natale, G., Trifuoggi, M., Giarra, A., & Maisto, G. (2020). Leaf traits of *Quercus ilex* L. affect particulate matter accumulation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 54, 126780.

Kwak, M. J., Lee, J. K., Park, S., Kim, H., Lim, Y. J., Lee, K. A., Son, J., Oh, C. Y., Kim, I., & Woo, S. Y. (2020). Surface-based analysis of leaf microstructures for adsorbing and retaining capability of airborne particulate matter in ten woody species. *Forests*, 11(9), 1-20.

Leonard, R. J., McArthur, C., & Hochuli, D. F. (2016). Particulate matter deposition on roadside plants and the importance of leaf trait combinations. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 249-253.

Liang, D., Ma, C., Wang, Y. Q., Wang, Y. J., & Chen-Xi, Z. (2016). Quantifying PM_{2.5} capture capability of greening trees based on leaf factors analyzing. *Environmental science and pollution research*, 23(21), 21176-21186.

- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban forestry & urban greening*, 4(3-4), 115-123.
- Sæbø, A., Popek, R., Nawrot, B., Hanslin, H. M., Gawronska, H., & Gawronski, S. W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of the Total Environment*, 427, 347-354.
- Song, Y., Maher, B. A., Li, F., Wang, X., Sun, X., & Zhang, H. (2015). Particulate matter deposited on leaf of five evergreen species in Beijing, China: Source identification and size distribution. *Atmospheric environment*, 105, 53-60.
- Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1986). *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. New York: McGraw-Hill.