รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

วรญา ยุวะสุต

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบและวางแผนสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

วรญา ยุวะสุต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบและวางแผนสิ่งแวดล้อม
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

วรญา ยุวะสุต

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบและวางแผนสิ่งแวดล้อม

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัชวิชญ์ ติกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ระวี กองบุญเทียม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แทนวุธธา ไทยสันทัด)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แทนวุธธา ไทยสันทัด)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน
ชื่อผู้เขียน นางสาววรญา ยุวะสุต
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบและวางแผนสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ณัชวิชญ์ ติกุล

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก มีผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งในด้านสุขภาพ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ในตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทำการศึกษา 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ และปัจจัยทางด้านแหล่งน้ำ และนำตัวแปรที่ได้ไปปรับใช้เพื่อทำการหาแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 อีกทั้งได้ทำการทดลองประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 โดยใช้พันธุ์ไม้พุ่มที่มีลักษณะพื้นผิวใบที่แตกต่างกันในการทดลอง

จากผลการวิจัยพบว่าตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน การผลัดใบ และลักษณะของผิวใบ ซึ่งในการทดสอบประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ ได้ทำการเลือกใช้พันธุ์ไม้โดยพิจารณาจากลักษณะผิวใบ ได้แก่ ผิวใบด้าน ผิวใบมัน และผิวใบสากมีขน ซึ่งลักษณะใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้มากที่สุด คือ ผิวใบสากและมีขน (ต้นชาฮกเกี้ยน) ในส่วนของแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขอบเขตและรูปทรงของพื้นที่ศึกษา โดยมีลักษณะของพื้นที่เป็นรูปทรงตัว C ขนาด 150 ตารางเมตร ซึ่งในการออกแบบได้ทำการพิจารณาจากการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ให้สอดคล้องกับทิศทางของลมในช่วงเวลาที่มีฝุ่นละออง PM 2.5 สูง คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวางพันธุ์ไม้ยืนต้นให้ทรงพุ่มมีความสลับซับซ้อน และวางพันธุ์ไม้เพื่อเพิ่มช่องวางในการเพิ่มความเร็วของลมในการระบายอากาศ และพัดพาฝุ่นละอองออกจากพื้นที่ และวางชนิดพันธุ์ไม้พุ่มไว้เป็นแนวรั้วเพื่อป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 จากทางด้านข้าง อีกทั้งวางแผงไม้เลื้อยไว้บริเวณด้านข้างตัวอาคารเพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าสู่ด้านในอาคาร รวมถึงการใช้พันธุ์ไม้ในการจัดภูมิทัศน์ จะเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ตะขบฝรั่ง แปรงล้างขวด อินทนิล แคแสด ทองอุไร กรรณนิการ์ ชาฮกเกี้ยน นีออน และสร้อยอินทนิล

คำสำคัญ : PM 2.5, ภูมิทัศน์ขนาดเล็ก, พืชพรรณ

Title THE PATTERN OF SMALL LANDSCAPE TO REDUCE PARTICULATE MATTERS 2.5 MICRONS.

Author Miss Voraya Yuvasut

Degree Master of Science in Environmental Design and Planning

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Nachawit Tikul

ABSTRACT

At present, the problem of PM 2.5 dust is a problem that occurs around the world. It affects humans in terms of health, economy, society and environment. Thailand is another country that has been affected by the PM 2.5 dust problem over the past several years. Therefore, the purpose of the research is to study natural factors that affects the reduction of dust particles PM 2.5. Study 3 main factors, namely meteorological factors; vegetative factors and water source factors and implement the variables to develop a guideline to design a small landscape to reduce PM 2.5. In addition, an experiment was conducted on the efficiency of plant species in trapping PM 2.5 dust. choosing the shrub varieties with different leaf texture characteristics were used in the experiment.

The results showed that the important variables that affect the reduction of PM 2.5 dust are: wind speed, rain fall, abscission and Leaf Surface. To test the efficiency of plants, three specific plants are selected: plants with rough surface leaves, mat surface leaves and glossy surface leaves. The leaf characteristics that are most effective in trapping PM 2.5 dust are roughness and hairiness (Fukien Tea). In part of design, the researcher define boundaries and shapes of the study area. There is appearance of a C shape which is size 150 square meters and considered 1) tree positioning and the main species of plants, 2) plants placement in accordance with the northeast wind direction during times of high PM 2.5 dust content, tree placement to make the canopy to be complex and increase wind speed to ventilation and blow PM 2.5 away from the area, shrub placement as a fence line to prevent PM 2.5 from the side, and lianas placement side of the building to prevent dust from entering the building, and 3) selection plants that are effective in trapping PM 2.5 dust: the Jam tree, Weeping bottle brush, Pride of India, Fire bell, Yellow elder, Night Blooming Jasmine, Fukien Tea, Ash bush and Bengal clock vine are included.

Keywords : PM 2.5, Small Landscape, Plant

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัชวิชญ์ ติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อผิดพลาดอย่างละเอียดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบคุณสำหรับคำสอนและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่างๆ นอกเหนือจากตำราที่ท่านเคยสอนในห้องเรียนแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ระวี กองบุญเทียม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แทนวุธธา ไทยสันทัด ที่ให้ความกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ที่ให้โอกาศในการศึกษา คอยสนับสนุนทุนทรัพย์ในการเล่าเรียน ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจข้าพเจ้าเสมอมา รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่มีส่วนร่วมทั้งทางตรงและทางอ้อมในการช่วยเหลือและสนับสนุนในการทำวิทยานิพน์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้เลยหากปราศจากความพยายาม ความมุ่งมั้นและความตั้งใจของตัวข้าพเจ้าเอง ข้าพเจ้าหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะมีประโยชน์แก่ทุกท่านไม่ว่าจะด้านใดก็ตามไม่มากก็น้อย และขอเป็นกำลังใจให้กับทุกท่านในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเจอกับอุปสรรคใดๆ ถ้าหากตั้งใจและพยายามก็จะประสบความสำเร็จได้

วรญา ยุวะสุต

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญ 1
วัตถุประสงค์ 2
ขอบเขตของการวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
นิยามคำศัพท์ 3
กรอบแนวความคิด 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจสอบเอกสาร 4
2.1 องค์ความรู้ด้านฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) 4
2.2 สถานการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในประเทศไทย 8
2.3 แนวทางแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยวิธีการพึ่งพาธรรมชาติ 13
2.4 องค์ความรู้ด้านภูมิทัศน์ 15
2.5 คุณสมบัติของพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

3.1 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 27
3.2 การรวบรวมข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 28
3.3 การศึกษาความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้ 28
3.4 การเสนอแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 31
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 33
4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณ PM2.5 ในการจัดภูมิทัศน์ 33
4.2 การรวบรวมข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลด PM 2.5 42
4.3 การทดลองความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้ 43
4.4 ขั้นตอนในการออกแบบภูมิทัศน์ 46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 57
สรุปผลการวิจัย 57
อภิปรายผล 58
ข้อเสนอแนะ 59
บรรณานุกรม 60
ภาคผนวก 64
ประวัติผู้วิจัย 72

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานของค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ของประเทศไทย 7

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนจากลักษณะพืชพรรณที่มีประสิทธิภาพในการลด PM 2.5 22

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการแสดงการแบ่งกลุ่มตัวแปรที่ที่ผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 28

ตารางที่ 4 รายชื่อพันธุ์ไม้พุ่มที่ใช้ในการทดลอง 29

ตารางที่ 5 จำนวนใบของพืชและขนาดพื้นที่ใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด 31

ตารางที่ 6 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 46

ตารางที่ 7 ตัวอย่างพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5 43

ตารางที่ 8 ตัวอย่างพันธุ์ไม้พุ่มที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5 43

ตารางที่ 9 ตัวอย่างพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5 43

ตารางที่ 10 ค่าขนาดพื้นที่ผิวใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด 44

ตารางที่ 11 แสดงภาพพื้นที่ว่างของบ้านจัดสรร พร้อมรายละเอียด 46

ตารางที่ 12 ตารางพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์ 49

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ขนาดของฝุ่นละออง PM 2.5 เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผมของมนุษย์ 4

ภาพที่ 2 ตำแหน่งตกตะกอนของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ 5

ภาพที่ 3 ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายปี ของประเทศไทย ปีพ.ศ.2554 – 2563 9

ภาพที่ 4 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM2.5 รายวัน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี 2554 – 2561 10

ภาพที่ 5 การกระจายความเข้มข้นฝุ่นละอองเชิงพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร 11

ภาพที่ 6 ข้อมูลตรวจวัดฝุ่น PM2.5 ที่สถานีเมืองเชียงใหม่ ย้อนหลัง 8 ปี 12

ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบการตกกระทบของฝุ่นละออง PM 2.5 ของผิวใบ 13

ภาพที่ 8 แนวกำแพงสีเขียวกรองฝุ่นละออง 14

ภาพที่ 9 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ในการดักฝุ่นละออง 23

ภาพที่ 10 แสดงปริมาณของ PM 2.5 ที่ถูกดักจับโดยพืชสายพันธุ์ต่างๆ 24

ภาพที่ 11 แสดงเปรียบเทียบการสะสม PM 2.5 บริเวณใบของต้นไม้ชนิดต่างๆ 25

ภาพที่ 12 โมเดลห้องทดลอง 30

ภาพที่ 13 ห้องทดลอง 30

ภาพที่ 14 แผนภูมิแสดงสัดส่วนระหว่างชนิดพันธุ์ไม้ในประเทศและต่างประเทศ 42

ภาพที่ 15 ตัวอย่างการวัดพื้นที่ใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด 44

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทดลองประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้พุ่ม 45

ภาพที่ 17 ปริมาณความเข้มข้นของ PM 2.5 ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป 45

ภาพที่ 18 รูปทรงขนาดพื้นที่สีเขียวที่ใช้ในการศึกษา 49

ภาพที่ 19 รูปด้านของภูมิทัศน์และการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง PM 2.5 53

ภาพที่ 20 แผนผังการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ 54

ภาพที่ 21 แผนผังแสดงการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ที่ใช้ในงานภูมิทัศน์ขนาดเล็ก 55

ภาพที่ 22 รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กแบบภาพสามมิติ 55

ภาพที่ 23 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในบริเวณภูมิทัศน์ขนาดเล็ก..... 56

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัญหามลพิษทางอากาศ ถือเป็นปัญหาที่สำคัญที่พบในหลายประเทศทั่วโลก โดยประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่กำลังประสบปัญหามลพิษทางอากาศอยู่ในขณะนี้ โดยสารก่อมลพิษที่สำคัญ คือ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) เป็นสารประกอบหลักในการวัดค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) โดยแหล่งกำเนิดหลักที่ก่อให้เกิด PM 2.5 ได้แก่ อากาศพิษจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานไฟฟ้า ไอเสียจากรถยนต์หรือการจราจร และการเผาไหม้ของชีวมวล ซึ่งค่าฝุ่นละออง PM 2.5 โดยค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ควรมีค่าไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) เมื่อค่าฝุ่นละออง PM 2.5 สูงเกินมาตราฐาน จึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น แสบตา ตาแดง จาม มีน้ำมูก ระคายเคืองตามผิวหนัง เป็นต้น ซึ่งหากได้รับฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นเวลานาน เสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน หัวใจเต้นผิดจังหวะหรือหัวใจวาย และโรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

ปัจจุบันจังหวัดเชียงใหม่กำลังประสบปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นอย่างมาก ซึ่งในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 มีค่าสูงกว่าปกติ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของเชียงใหม่เป็นแบบแอ่งกระทะ มีภูเขาล้อมรอบ จึงส่งผลต่อการไหลเวียนของอากาศ (Tonneijk, 2010) ซึ่งสถานการณ์ PM 2.5 ของจังหวัดเชียงใหม่ในขณะนี้อยู่ในขั้นวิกฤติ โดยในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2564 จังหวัดเชียงใหม่มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) สูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของโลก มีค่าเท่ากับ 251 US AQI และมีค่าฝุ่นละออง PM 2.5 อยู่ที่ 201 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Airvisual, 2563) ซึ่งเป็นค่าที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน โดยสาเหตุมาจากฝุ่นควันข้ามพรมแดน และประกอบกับสถานการณ์ไฟป่าในภาคเหนือที่รุนแรง และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

แนวทางในการแก้ไขและบรรเทาปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถทำการแก้ไขโดยการลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น การกำหนดมาตรการหรือนโยบายของรัฐบาลในการแก้ไขปัญหา เช่น เปลี่ยนน้ำมันที่ใช้สำหรับรถยนต์ เปลี่ยนรถขนส่งมวลชนเป็นพลังงานไฟฟ้า การเก็บภาษีสิ่งแวดล้อม (Eco Tax) การงดเผาชีวมวลในช่วงเวลาที่กำหนด เป็นต้น และแก้ไขปัญหามลพิษโดยป้องกันและการปรับตัวให้สามารถอยู่ร่วมกับมลพิษทางอากาศได้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางด้วยกัน คือ การใช้เครื่องมือและระบบ (Active Strategies) จะเป็นการลดฝุ่นละออง PM 2.5 โดยการใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรต่างๆ เช่น การใช้การดักฝุ่นโดยใช้เครื่องกรองอากาศ การใช้ระบบไฟฟ้าสถิต การใช้ละอองความชื้นจากเครื่องจักร การใช้ระบบถุงกรอง เป็นต้น และการใช้

วิธีแบบพึ่งพาธรรมชาติ (Passive strategies) โดยจะอาศัยธรรมชาติเป็นตัวกลางในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 เช่น การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การใช้ลมในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 การเพิ่มความชื้นในอากาศ การใช้แหล่งน้ำ และการใช้พืชพรรณ เป็นต้น

โดยการจัดภูมิทัศน์ ถือเป็นการรวมองค์ประกอบทางธรรมชาติ เช่น พืชพรรณ น้ำ ลม ความชื้น เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาปัจจัยเหล่านี้ อีกทั้งการศึกษาถึงรูปแบบของภูมิทัศน์หรือการจัดวางตำแหน่งขององค์ประกอบทางธรรมชาติจึงมีความสำคัญในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 เช่นกัน เมื่อรูปแบบของภูมิทัศน์มีการจัดวางขององค์ประกอบทางธรรมชาติที่เหมาะสม จะสามารถส่งผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของภูมิทัศน์ขนาดเล็กในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 โดยศึกษาจากตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของภูมิทัศน์ และพัฒนาออกมาเป็นแนวทางการออกแบบ และรูปแบบของภูมิทัศน์ขนาดเล็ก โดยสามารถนำไปปรับใช้ได้กับทุกๆ พื้นที่ที่ประสบกับปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 เพื่อเป็นการบรรเทา และแก้ไขปัญหาดังกล่าวทั้งทางตรงและทางอ้อม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับภูมิทัศน์ขนาดเล็กในการลดฝุ่นละออง PM 2.5
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของชนิดพันธุ์ไม้
3. เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กในการลดฝุ่นละออง PM 2.5

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาเฉพาะพื้นที่ภูมิทัศน์ขนาดเล็ก โดยคำนึงถึงตัวแปรทางธรรมชาติที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา และปัจจัยทางด้านพืชพรรณ เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็ก

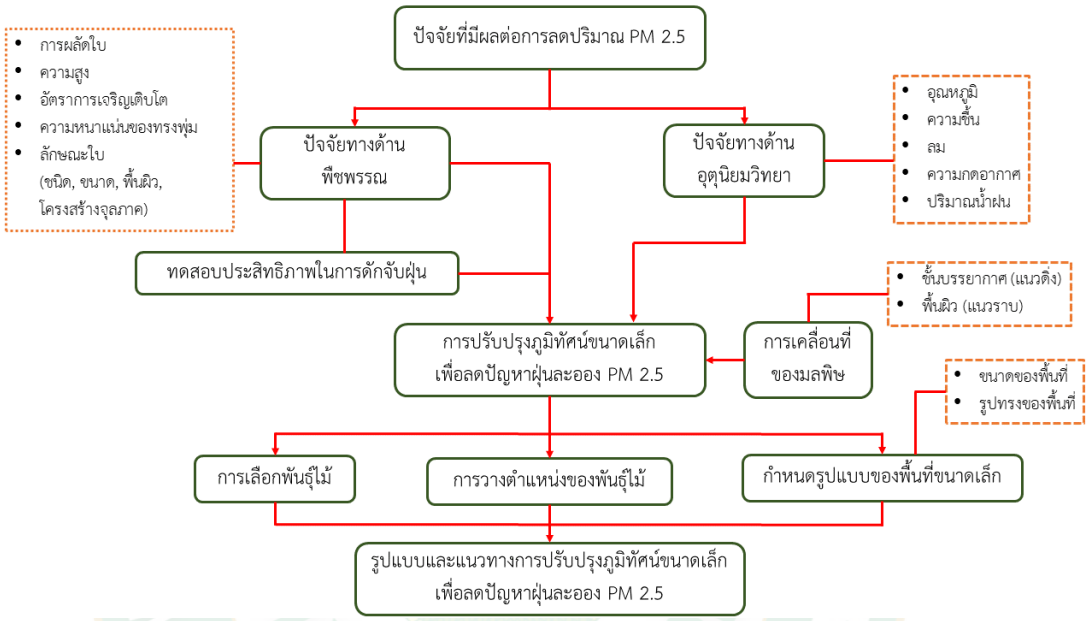
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รายชื่อพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5
2. สามารถใช้ตัวแปรที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 มาปรับใช้ในการจัดรูปแบบภูมิทัศน์ได้
3. ได้แนวทางในการในการจัดทำภูมิทัศน์ขนาดเล็ก และแผนผังแสดงรายละเอียดของภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5

นิยามคำศัพท์

ภูมิทัศน์ขนาดเล็ก หมายถึง พื้นที่สีเขียวที่มีขนาดไม่เกิน 150 ตารางเมตร อันประกอบไปด้วยพืชพรรณบนพื้นดิน ได้แก่ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้เลื้อย และไม้คลุมดิน ที่สามารถซึมซับน้ำได้

กรอบแนวความคิด

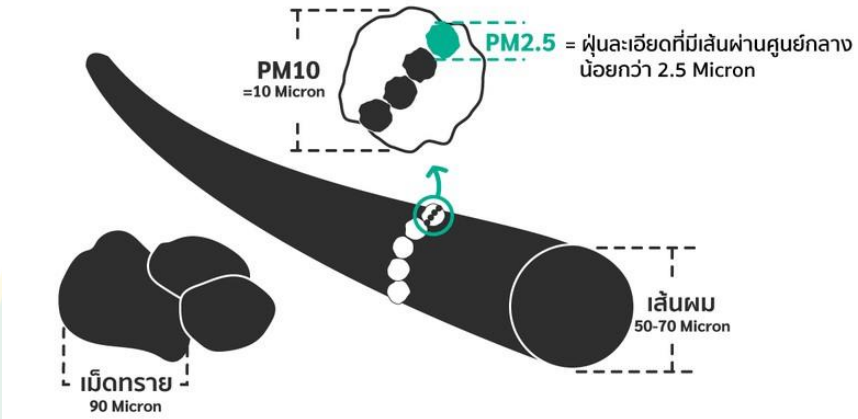


ในการศึกษารูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณ PM 2.5 พบว่ามี 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ ประกอบด้วย การผลัดใบ ความสูง อัตราการเจริญเติบโต ความหนาแน่นของทรงพุ่ม และลักษณะของใบ และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ลม ความกดอากาศ และปริมาณน้ำฝน โดยในการทดลองประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้ ได้นำลักษณะพื้นผิวใบมาประกอบการพิจารณาในการเลือกชนิดพันธุ์ไม้ในการทดสอบ ได้แก่ ผิวใบด้าน ผิวใบมัน และผิวใบสากมีขน นอกจากปัจจัยทั้ง 2 ดังที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีการพิจารณา เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของมลพิษร่วมด้วย เพื่อใช้ในการปรับปรุงภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทำการกำหนดรูปแบบของพื้นที่ขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ การกำหนดขนาดของพื้นที่ และรูปทรงของพื้นที่ สำหรับการเลือกชนิดพันธุ์ไม้ในงานภูมิทัศน์ เลือกจากการรวบรวมข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 และในส่วนของการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ พิจารณาจากทิศทางของลมและการเคลื่อนที่ของมลพิษ และได้ออกมาเป็นรูปแบบภูมิทัศน์และแนวทางในการนำมาจัดทำในรูปแบบของแผนผังภูมิทัศน์แบบ 2 มิติและ 3 มิติ

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจสอบเอกสาร

2.1 องค์ความรู้ด้านฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5)

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) คือ อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผมของมนุษย์โดยทั่วไปที่มีขนาด 50 – 70 ไมครอน (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขนาดของฝุ่นละออง PM 2.5 เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผมของมนุษย์
ที่มา: (aballtechno, 2019)

โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM 2.5 การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ และสภาพของผู้รับมลพิษ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563a)

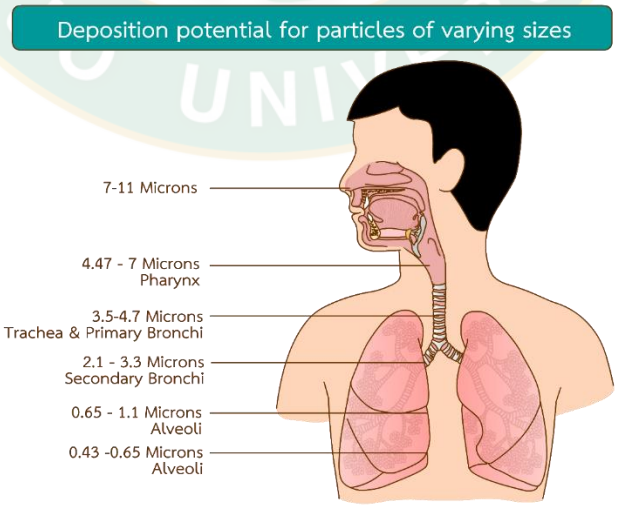
2.1.1 แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM 2.5

แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM 2.5 ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองที่ปลิวมาจากพื้นที่ทำการเกษตร การเกิดไฟป่า ละอองเกลือจากทะเล ภูเขาไฟประทุ เป็นต้น และแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ไอเสียจากรถยนต์หรือการจราจร ควันจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือโรงงานไฟฟ้า ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมในระหว่างการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการทำงานของเครื่องจักร ฝุ่นจากการเปิดหน้าดิน เป็นต้น หรือกิจกรรมการเผาชีวมวลต่างๆ เช่น การเผาในพื้นที่ในการทำการเกษตร การเผาขยะ ทั้งในพื้นที่โล่งและพื้นที่ปิด ซึ่งฝุ่นละออง PM 2.5 โดยส่วนมากจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

2.1.2 การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ (transportation and transformation of pollutants) ตัวแปรที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ สภาพอุตุนิยมวิทยา เช่น ลมสามารถเพิ่มปริมาตรของอากาศ ซึ่งส่งผลให้ความเข้มข้นของ PM2.5 ในอากาศลดลง แต่ในทางตรงกันข้าม ความกดอากาศสูงจะส่งผลทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยปกคลุมอยู่ในอากาศสะสมอยู่ในพื้นที่เป็นเวลานาน และเมื่อมีฝนตก น้ำฝนจะทำการชะล้างฝุ่นละอองขนาดเล็กให้ตกลงสู่พื้นทำให้ปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศจางลง แต่เมื่อมีแสงแดดก็จะทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยตัวขึ้นไปในอากาศดังเดิม และสภาพภูมิประเทศ เช่น พื้นที่แอ่งกระทะหรือมีภูเขาล้อมรอบและพื้นที่ในเขตเมืองที่มีอาคารสูง ส่งผลต่อการระบายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพราะมีสิ่งกีดขวางลม ซึ่งเป็นปัจจัยที่เป็นตัวพัดพาและเจือจางฝุ่นละอองขนาดเล็ก

2.1.3 สภาพของผู้รับมลพิษ หมายถึง ลักษณะต่างๆ ทางกายภาพของผู้รับมลพิษ ที่มีผลต่อความรุนแรงของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ผู้รับมลพิษได้รับ ได้แก่ สภาพส่วนตัวของผู้ได้รับมลพิษ เช่น ช่วงอายุที่อ่อนไหวต่อการได้รับมลพิษ สภาพความเสี่ยงต่อการได้รับมลพิษ การไว่ต่อการรับมลพิษ เป็นต้น สภาพภายนอก เช่น กิจกรรมในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ การเดินทาง เป็นต้น รวมถึงสภาพที่ทำงาน และที่พักอาศัยที่ได้รับผลกระทบต่อฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งจะส่งผลกระทบในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1.3.1 ผลกระทบจากฝุ่นละออง PM 2.5 ต่อสุขภาพ ฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นหนึ่งในสารประกอบหลักในการวัดค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) เป็นสารที่มีความสำคัญเนื่องจากสามารถเข้าสู้ระบบทางเดินหายใจ และสามารถเข้าไปถึงชั้นในสุดของปอดได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตำแหน่งตกตะกอนของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ
ที่มา: (PSUMed, 2017)

อนุภาคฝุ่นละออง PM 2.5 มีผลต่อระบบต่างๆ ภายในร่างกายของมนุษย์ เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นละออง PM 2.5 ในปริมาณที่มากเกินค่ามาตรฐาน อาจส่งผลให้เกิดอาการต่างๆ เช่น แสบตา ตาแดง ตาอักเสบ จาม มีน้ำมูก แสบจมูก ไอมีเสมหะ ลมพิษ ระคายเคืองตามผิวหนัง เป็นต้น หากได้รับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในปริมาณมากเป็นเวลานาน อาจเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น หลอดลมอักเสบเฉียบพลัน หัวใจเต้นผิดจังหวะหรือหัวใจเต้นแรง หัวใจวาย ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดสมองตีบ เป็นต้น เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีหรือลักษณะทางกายภาพของฝุ่นละออง PM 2.5 มีการปนเปื้อนของสารเคมี มีฤทธิ์เป็นกรด - ด่าง หรือมีลักษณะ แหลม คม เป็นต้น และอาจเป็นตัวนำพาหรือดูดซับสารมลพิษอื่นเข้าสู้ร่างกาย เช่น แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) เข้าสู่ร่างกายได้ โดยกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงต่อฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ เด็กเล็ก ผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือด และคนที่ทำงานอยู่บริเวณพื้นที่กลางแจ้ง (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

2.1.3.2 ผลกระทบจากฝุ่นละออง PM 2.5 ต่อเศรษฐกิจ จากสถานการของฝุ่นละออง PM 2.5 ในประเทศไทยในขณะนี้ถือว่าอยู่ในขั้นวิกฤต จึงส่งผลต่อเศรษฐกิจในประเทศ โดยข้อมูลจาก (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2563) พบว่าประเทศไทยได้รับผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยประเมินผลกระทบจากค่าเสียโอกาสด้านสุขภาพ ด้านการท่องเที่ยว และค่าเสียโอกาสของภาคธุรกิจอื่น ที่ได้รับผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชน ซึ่งสามารถประเมินได้เป็นเงินจำนวน 3,200 – 6,000 ล้านบาท โดยสามารถแบ่งเป็นค่าเสียโอกาศด้านสุขภาพ เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าเครื่องฟอกอากาศ ค่าหน้ากากอนามัย ประเมินได้เป็นเงินจำนวน 2,000 – 3,000 ล้านบาท ค่าเสียโอกาสด้านการท่องเที่ยว ประเมินได้เป็นจำนวนเงิน 1,000 – 2,400 ล้านบาท และค่าเสียโอกาสของภาคธุรกิจอื่น เช่น ตลาดนัด ร้านอาหาร ประเมินได้เป็นเงินจำนวน 200 – 600 ล้านบาท

2.1.3.3 ผลกระทบจากฝุ่นละออง PM 2.5 ต่อสังคม ฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นมลพิษที่มีความสำคัญ โดยในเมืองที่มีระดับฝุ่นควันพิษอยู่ในเกณฑ์ที่รุนแรง จะส่งผลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนไป และส่งผลกระทบต่อคนทุกช่วงวัยในการดำเนินชีวิต เช่น ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นมากจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่งผลให้หลายโรงเรียนในพื้นที่ต้องทำการหยุดการเรียนการสอน ประชาชนเลือกที่จะอยู่แต่ภายในบ้าน ลดการพบปะสังสรรค์ภายนอกบ้าน เนื่องจากกลางแจ้งนอกอาคารมีภาวะที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือแรงงานในภาคอุตสาหกรรมหรือผู้ที่ต้องทำงานที่มีปริมาณฝุ่นมากโดยตรง ส่งผลต่ออันตรายของสุขภาพจนทำให้งานมีความล่าช้ากว่าที่กำหนดเพราะประสิทธิภาพในการทำงานของแรงงานลดลง

2.1.3.4 ผลกระทบจากฝุ่นละออง PM 2.5 ต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อฝุ่นละออง PM 2.5 สะสมอยู่ในบรรยากาศในปริมาณที่มาก จะส่งผลต่อทัศนวิสัยในการมองเห็นของมนุษย์ เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศมีทั้งของแข็งและของเหลว ฝุ่นละอองเหล่านี้สามารถทำการหักเหและดูดซับแสงได้ จึงทำให้มีหมอกควันปกคลุมอยู่ในบรรยากาศส่งผลต่อความสามารถในการมองเห็นลดลง นอกจากนี้ฝุ่นละออง PM2.5 ที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ มีความสามารถในการบดบังความเข้มข้นของแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง ทำให้พืชเจริญเติบโตช้า มีผลต่อประสิทธิภาพในการฟอกอากาศของต้นไม้ลดลง จึงทำให้ความปนเปื้อนของฝุ่นละอองในบรรยากาศเพิ่มขึ้น และในด้านของการเกษตรส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง (อรุบล โชติพงศ์, 2561)

2.1.4 การประเมินระดับความรุนแรงของฝุ่นละออง PM 2.5

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละออง PM 2.5 โดยค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบ.ม.) และค่าเฉลี่ยรายปีไม่เกิน 10 มคก./ลบ.ม. สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ โดยกำหนดค่าฝุ่นละออง PM 2.5 โดยค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 50 มคก./ลบ.ม. และค่าเฉลี่ยรายปีไม่เกิน 25 มคก./ลบ.ม. (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

โดยความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ของประเทศไทย สามารถแบ่งตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้สีในการกำหนดความปลอดภัยต่อสุขภาพต่อประชาชน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานของค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ของประเทศไทย

Thailand AQI	**PM2.5 (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)**	**ความหมาย**	**สีที่ใช้**	**คำอธิบาย**
0 – 25	0 – 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 – 50	26 – 37	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
50 – 100	38 – 50	ปานกลาง	เหลือง	**ประชาชนทั่วไป:** สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ:** หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอหายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาในการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101- 200	51 – 90	เริ่มมี	ส้ม	**ประชาชนทั่วไป:** ควรเฝ้าระวังสุขภาพ หากมีอาการ

Thailand AQI	PM2.5 (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
		ผลกระทบต่อสุขภาพ		เบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาในการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ:** ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าออก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่ปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
200 ขึ้นไป	91 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

2.2 สถานการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในประเทศไทย

2.2.1 ภาพรวมสถานการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ในเวลาหลายปีที่ผ่านมา โดยแนวโน้มปริมาณ PM 2.5 จะมีความเข้มข้นสูงในช่วง ปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน (ธันวาคม - มีนาคม) ซึ่งในช่วงปลายฤดูหนาวของทุกๆปี จะมีความกดอากาศสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาจากประเทศจีน แต่มีบางช่วงที่ความกดอากาศมีกำลังอ่อนแรงลงหรือลมสงบ ประกอบกับมีการผกผันของอุณหภูมิ (Inversion) ในระดับล่างส่งผลต่อการไหลเวียนและถ่ายของอากาศ จึงทำให้เกิการสะสมของฝุ่นละอองในบรรยากาศมีปริมาณที่สูงขึ้น (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.) โดยในแต่ละภาคของประเทศไทยจะมีช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สูง รวมทั้งแหล่งกำเนิดของ PM 2.5 ที่แตกต่างกัน ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563b)

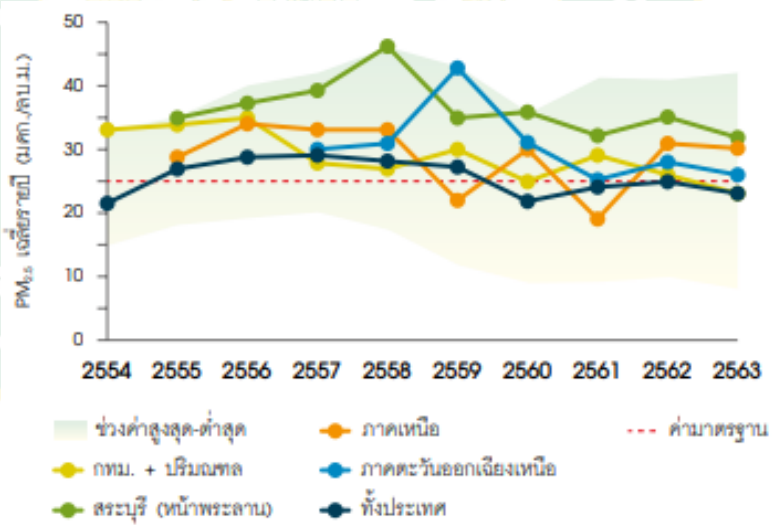
2.2.1.1 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - มีนาคม โดยแหล่งกำเนิดมลพิษส่วนใหญ่มาจากการจราจรและยานพาหนะ โดยเฉพาะ รถยนต์ดีเซล และควันจากโรงงานอุตสาหกรรม

2.2.1.2 ภาคเหนือและภาคอีสานตอนบน อยู่ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม โดยแหล่งกำเนิดมลพิษมาจาก ไฟป่า หมอกควันจากประเทศเพื่อนบ้าน และการเผาไหม้ชีวมวลต่างๆ รวมทั้งฝุ่นละอองจากการจราจรและการขนส่งในเมืองใหญ่

2.2.1.3 ภาคกลาง ภาคตะวันตกและภาคอีสานตอนล่าง อยู่ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม โดยแหล่งกำเนิดมาจากการเผาวัสดุการเกษตรประเภท ข้าว ข้าวโพด และอ้อย

2.2.1.4 ภาคใต้ อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – กันยายน โดยแหล่งกำเนิดมาจากไฟไหม้ป่าพรุ และฝุ่นละอองข้ามแดนจากประเทศเพื่อนบ้าน

โดยแนวโน้มสถาณการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 – 2563 จากข้อมูลจุดตรวจวัดในประเทศ 68 พื้นที่ พบค่า PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด อยู่ในช่วง 22 - 398 มคก./ลบ.ม. เฉลี่ยทั้งประเทศ 107 มคก./ลบ.ม. ค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 8 - 42 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 25 มคก./ลบ.ม.) เฉลี่ยทั้งประเทศ 23 มคก./ลบ.ม. ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตั้งอย่างต่อเนื่อง และในปี 2563 มีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลงจากปี 2563 ร้อยละ 8 ดังภาพที่ 3

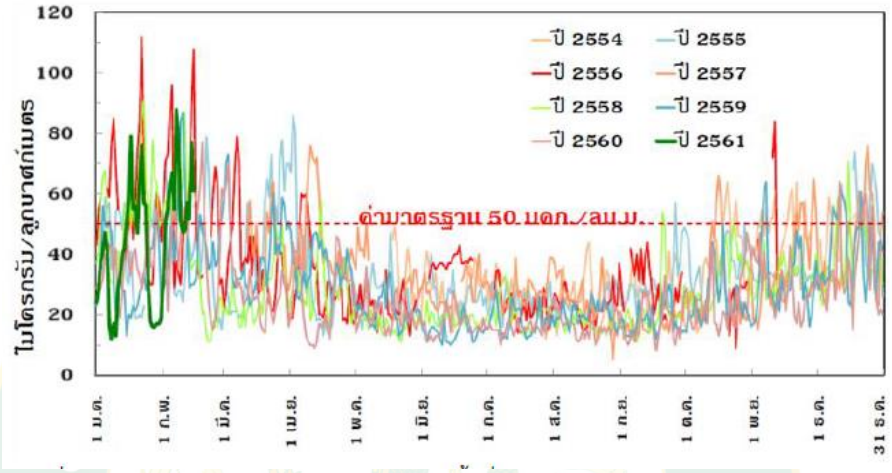


ภาพที่ 3 ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายปี ของประเทศไทย ปีพ.ศ.2554 – 2563

ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2564)

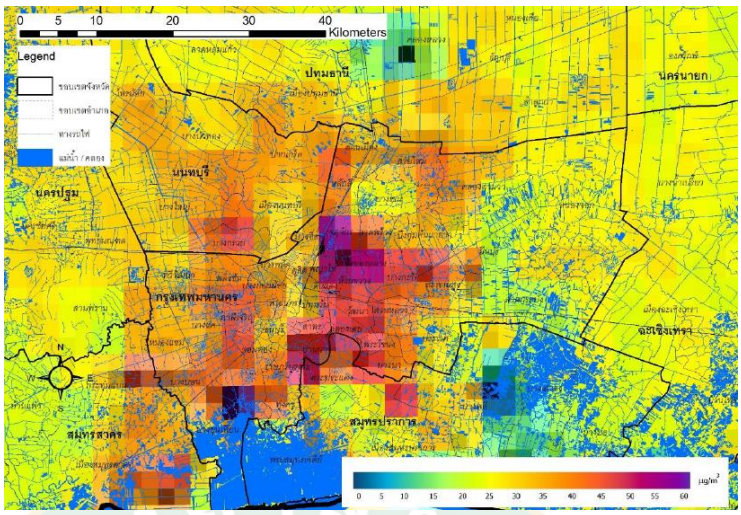
2.2.2 สถานการณ์ฝุ่นละออง PM2.5 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากการติดตามตรวจสอบ สถาณการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงพบว่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม และเดือนธันวาคม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2561 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM2.5 รายวัน ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี 2554 – 2561
ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2563a)

จากโครงการจัดทำแผนที่สถานการณ์มลพิษทางอากาศของประเทศไทย ปี 2560 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (2561) พบว่า พื้นที่ที่มีปริมาณ PM2.5 สูงสุดได้แก่ พื้นที่บริเวณใจกลางของกรุงเทพมหานคร และพื้นที่บริเวณชาญเมืองทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพฯ ซึ่งในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูแล้ง มีการเผาชีวมวล ลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดพามลพิษเข้าสู่กรุงเทพฯ รวมทั้งมลพิษในตัวเมืองที่มีการสะสมมาจากการจราจรและการเผาในที่โล่ง ส่งผลให้ความเข้มข้นของปริมาณ PM 2.5 มีค่าสูงในช่วงเวลาดังกล่าว ดังภาพที่ 5



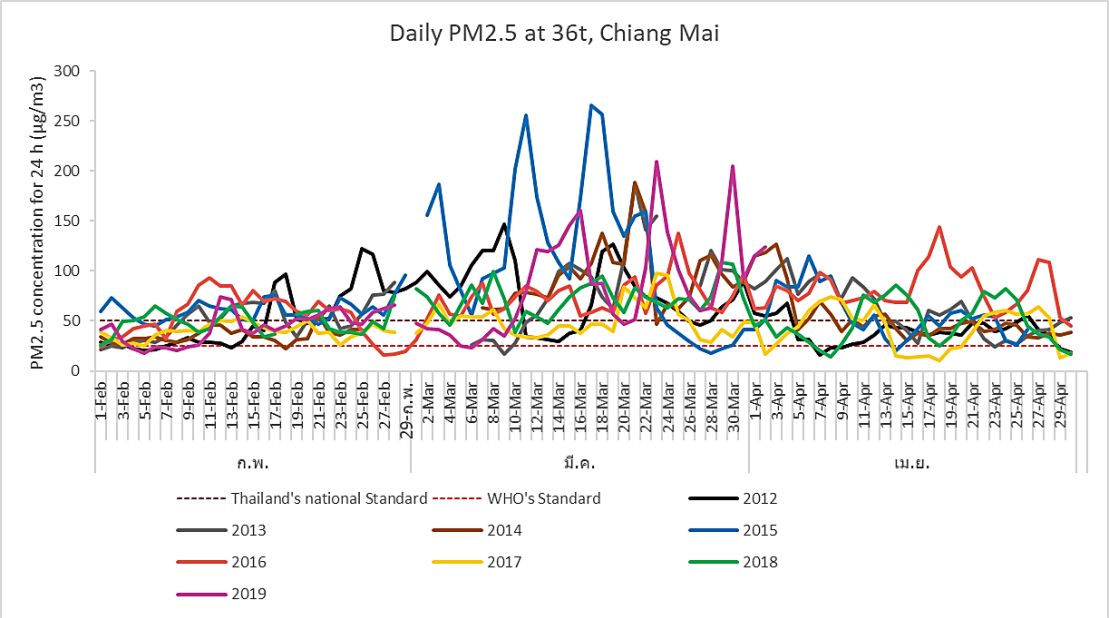
ภาพที่ 5 การกระจายความเข้มข้นฝุ่นละอองเชิงพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร
ที่มา: (กรมควบคุมมลพิษ, 2563a)

2.2.3 สถานการณ์ฝุ่นละออง PM2.5 ในภาคเหนือ

พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยประสบปัญหามลพิษทางอากาศเป็นประจำทุกปี โดยมีปัจจัยหลักที่สำคัญได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศแบบแอ่งกระทะ มีภูเขาล้อมรอบ และมีสภาวะทางอุตุนยมวิทยาที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนตัวของฝุ่นละออง PM 2.5 ส่งผลให้มีการสะสมของฝุ่นละออง PM 2.5 ในพื้นที่เป็นจำนวนมาก โดยฝุ่นละออง PM 2.5 มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาในที่โล่ง เช่น การเผาเศษวัสดุทางการเกษตร ไฟป่า การจราจร เป็นต้น

การเกิดปัญหาหมอกควันมีแนวโนวเพิ่มสูงขึ้นในทุกปี โดยได้รับผลกระทบมาจากทั้งในประเทศ และประเทศเพื่อบ้าน ได้แก่ พม่า ลาว เวียดนาม และกัมพูชา ซึ่งจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา และตาก

ข้อมูลตรวจวัดฝุ่นละออง PM 2.5 จากสถานีศรีภูมิ เมืองเชียงใหม่ (36t) ของกรมควบคุมมลพิษ ย้อนหลัง 8 ปี (2012 – 2019) แสดงให้เห็นว่า รูปแบบของฝุ่นละออง PM 2.5 มีความคล้ายกันทุกปี โดยมีค่าเกินมาตรฐานของประเทศไทย ที่กำหนดค่าฝุ่น PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และจะเพิ่มสูงสุดในเดือนมีนาคมของทุกปี โดยมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 4 - 5 เท่า โดยปีที่มีค่าฝุ่นสูงสุดคือปี 2015 (สมพร จันทระ, 2563) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ข้อมูลตรวจวัดฝุ่น PM2.5 ที่สถานีเมืองเชียงใหม่ ย้อนหลัง 8 ปี

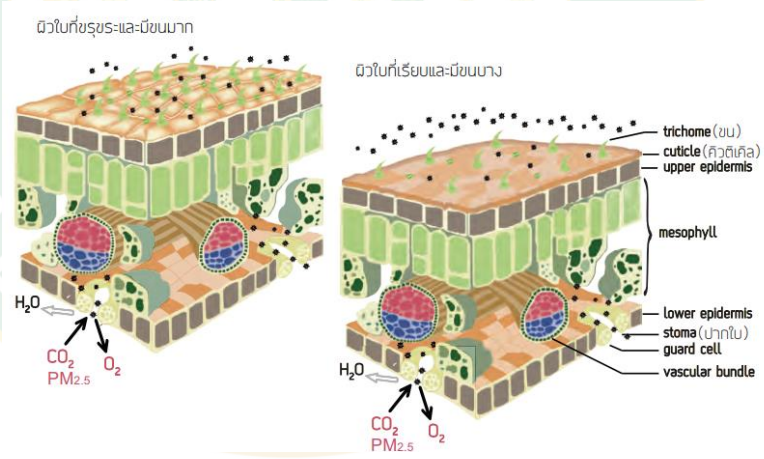
ที่มา: (สมพร จันทระ, 2563)

2.3 แนวทางแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยวิธีการพึ่งพาธรรมชาติ

2.3.1 การใช้พืชพรรณ

พืชพรรณเป็นแหล่งดูดซับมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ซึ่งความสามารถในการดูดซับมลพิษของพืชขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของใบพืช เช่น ลักษณะของใบและกิ่งก้าน ความหนาแน่นและลักษณะของทรงพุ่ม เป็นต้น ซึ่งพืชพรรณจะมีประสิทธิภาพในการลดมลพิษได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยกลุ่มพันธุ์ไม้ที่ประสิทธิภาพในการดักกรองมลพิษได้มากที่สุด ได้แก่ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้คลุมดินตามลำดับ

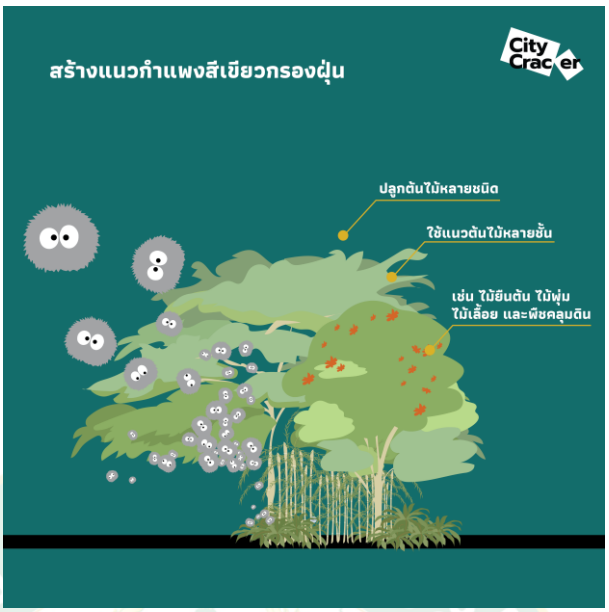
เมื่อฝุ่นละออง PM 2.5 ในชั้นบรรยากาศ ถูกลมพัดพาเข้าสู่ชั้นเรือนยอดของต้นไม้ และตกลงบริเวณที่มีเส้นขนปกคลุมบนผิวใบหรือผิวใบที่มีประจุไฟฟ้า รวมทั้งบริเวณเปลือกของลำต้น และบริเวณกิ่งก้านของต้นไม้ ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า “กระบวนการตกกระทบ” จากนั้นฝุ่นละออง PM 2.5 บางส่วนสามารถกลับไปสู่ชั้นบรรยากาศได้โดยถูกลมพัดหรือถูกน้ำฝนชะล้างฝุ่นละอองและไหลลงสู่พื้นดิน โดยอากาศที่พัดผ่านชั้นเรือนยอดของต้นไม้จะมีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลงทำให้อากาศสะอาด (Tonneijk, 2010)



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบการตกกระทบของฝุ่นละออง PM 2.5 ของผิวใบ

ที่มา: (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563)

โดยในการสร้างแนวกำแพงสีเขียวเพื่อกรองฝุ่นละออง ควรใช้พันธุ์ไม้หลายประเภทได้แก่ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้เลื้อยร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับและกรองฝุ่นละออง อีกทั้งการใช้ไม้คลุมดิน สามารถช่วยในการกันฝุ่นละอองไม่ให้กลับมาฟุ้งกระจายภายหลัง ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แนวกำแพงสีเขียวกรองฝุ่นละออง

ที่มา: (citycracker, 2019)

2.3.2 การใช้ลม

การใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลมในการแก้ปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 มีตัวแปรสำคัญ 2 ตัวแปร ได้แก่ ความเร็วลม (speed wind) และทิศทางของลม (wind direction)

จากการศึกษาผลกระทบของสภาพอุตุนิยมวิทยาต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในเมืองนางาซากิ ประเทศญี่ปุ่น Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) พบว่าเมื่อความเร็วลมต่ำกว่า 3 เมตรต่อวินาที จะสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ในระยะทางปกติ แต่เมื่อความเร็วลมสูงมากกว่า 3 เมตรต่อวินาที จะสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ในปริมาณที่มาก และสามารถพัดไปได้ไกลขึ้น อีกทั้งทิศทางลมถือเป็นตัวแปรอีกตัวตัวหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทิศทางลมจะมีความสัมพันธ์กับทิศทางการพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่และทิศทางของฝุ่นละออง PM 2.5 จากแหล่งกำเนิด

2.3.2.3 การใช้แหล่งน้ำในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5

น้ำมีบทบาทในการในการดูดซับ และลดปริมาณของฝุ่นละออง PM 2.5 จากการศึกษาผลกระทบของแหล่งน้ำในเมืองต่อลักษณะการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นละอองและ ไนโตรเจนไดออกไซด์ของ Zhu และ Zhou (Zhu and Zhou, 2019) พบว่าในพื้นที่ที่มีรัศมี 0.50 กิโลเมตร วัดจากจุดศูนย์กลาง ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 เฉลี่ยรายปี มีค่าลดลงในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำคลอบคลุม ซึ่งการลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 ขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ ยิ่งแหล่ง

น้ำมีขนาดใหญ่มากเท่าไหร่ ก็จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 มากขึ้นเท่านั้น โดยบริเวณที่ไม่มีแหล่งน้ำปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 จะคงที่

2.3.2.4 การใช้ความชื้นในการแก้ปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5

การศึกษาผลกระทบของสภาพอุตุนิยมวิทยาต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในเมืองนางาซากิ ประเทศญี่ปุ่นจากงานวิจัยของ Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) พบว่าในเดือนกุมภาพันธุ์จะมีความชื้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 60 – 100 และในเดือนมีนาคมจะมีความชื้นค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 80 – 100 เมื่อปริมาณความชื้นต่ำความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 จะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อปริมาณความชื้นสูง จะเกิดการสะสมของความแห้งในอากาศทำให้อนุภาคของฝุ่นละออง PM 2.5 ตกลงสู่พื้น เป็นผลให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในอากาศลดลง

2.4 องค์ความรู้ด้านภูมิทัศน์

2.4.1 รูปแบบของภูมิทัศน์

2.4.1.1 แบ่งตามลักษณะการออกแบบภูมิทัศน์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

(1) สวนประดิษฐ์ (fomal styles) เป็นการออกแบบภูมิทัศน์โดยอิงจากลักษณะรูปทรงแบบเลขาคณิต เช่น ลักษณะแบบเหลี่ยม ลักษณะเป็นมุมหรือลักษณะวงกลม รูปทรงที่มีความสมมาตร เป็นต้น ซึ่งเป็นการออกแบบเพื่อให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และเป็นสัดส่วน เพื่อสร้างความโดดเด่นจากสิ่งแวดล้อมหรือลักษณะเฉพาะในพื้นที่ ให้มีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องกับสิ่งก่อสร้างต่างๆ และการปลูกพืชพรรณให้มีลักษณะออกมาเป็นรูปแบบของเรขาคณิต

(2) สวนธรรมชาติ (Informal styles) เป็นการออกแบบรูปแบบของภูมิทัศน์โดยการเลียนแบบธรรมชาติ โดยหลักการของการออกแบบอาศัยความสมดุลในการจัดวาง (Asymmetry) ไม่อิงกับรูปทรงของเรขาคณิต ลักษณะทั้งด้านซ้ายและขวาไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน เน้นรูปแบบอิสระเป็นธรรมชาติ โดยนำหลักการออกแบบมาใช้ในการจัดภูมิทัศน์

(3) สวนจินตนาการ (imaginative styles) หรือ สวนไม้ตัดแต่ง (topiary styles) เป็นการออกแบบสวนเนื่องในโอกาสพิเศษหรือการแสดง จะทำการออกแบบโดยการนำเอาสิ่งก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมในอดีตมาเป็นองค์ประกอบของสวน เช่น การจัดซุ้มประตูแบบกรีก หรือโรมัน การตกแต่งพืชพรรณตามจิตนาการเพื่อให้เข้ากับบรรยากาศและเนื้อหาในการจัดแสดง เป็นต้น

(4) แบบร่วมสมัย (contempolary styles) หรือ สวนแบบโมเดิร์น (modern styles) เป็นการออกแบบภูมิทัศน์ที่ผสมผสานระหว่างภูมิทัศน์แบบประดิษฐ์ และภูมิทัศน์แบบธรรมชาติ โดยจัดอยู่ในพื้นที่เดียวกันหรือแบ่งพื้นที่ในการจัด แต่อยู่ในขอบเขตของพื้นที่นั้นๆ เช่น บริเวณด้านหน้าสิ่งก่อสร้างหรืออาคารจัดภูมิทัศน์เป็นรูปแบบประดิษฐ์ เพื่อต้องการพื้นที่มีลักษณะที่โดดเด่นและดูเป็นทางการ ส่วนบริเวณด้านหลังจัดภูมิทัศน์เป็นรูปแบบธรรมชาติ เพื่อสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย (พรพิทักษ์ ซ่าอินทร์, 2555)

2.4.1.2 แบ่งตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

(1) เพื่อใช้ในการบริโภค โดยปลูกพืชสวนครัวชนิดต่างๆ เช่น กระเพรา มะเขือเทศ ผักสลัด พริก ผักชฝรั่ง โหระพา มะเขือ แตงกวา เป็นต้น ซึ่งรูปแบบของสวนครัวอาจมีการจัดวางองค์ประกอบ เพื่อเพิ่มความสวยงาม และสามารถเป็นมุมพักผ่อน

(2) เพื่อประกอบพิธีกรรมและความเชื่อ เป็นการจัดภูมิทัศน์โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ใช้เป็นส่วนแสดงสัญลักษณ์ตามความเชื่อทางศาสนา และใช้ในการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาหรือใช้ในการปฏิบัติธรรม เช่น สวนหินในวัดญี่ปุ่น

(3) เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดภูมิทัศน์โดยมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะที่รบกวน เช่น มลพิษทางอากาศ อาจเลือกชนิดพรรณไม้ที่มีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นหรือกรองสารพิษ มลพิษทางเสียง เป็นพื้นที่ที่สามารถดูซับเสียงรบกวนจากภายนอก การปลูกพืชเพื่อลดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ โดยปลูกพรรณไม้ที่มีกลิ่นหอมบริเวณที่บังทิศทางของลม ปลูกเพื่อให้ร่มเงาเพื่อลดปัญหาความร้อนจากแสงอาทิตย์ โดยปลูกไม้ยืนต้นเพื่อเป็นร่มเงาหรือปลูกพืชในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกของอาคาร หรือการจัดภูมิทัศน์เพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยการเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่มีคุณสมบัติในการบำบัดน้ำเสียที่มาจากแหล่งมลพิษต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ไม้ที่อยู่บนบก และพันธุ์ไม้น้ำ เป็นต้น

(4) เพื่อการพักผ่อน เป็นการจัดภูมิทัศน์โดยมีการออกแบบเพื่อให้รับรู้ได้ถึงความสบายทั้งทางกาย และทางด้านจิตใจ โดยการตกแต่งภูมิทัศน์ควรจัดวางให้มีความสบายตาย และสอดคล้องกับธรรมชาติและสภาพแวดล้อมโดยรอบ มีการจัดวางต้นไม้เป็นระดับเพื่อเพิ่มมิติให้กับภูมิทัศน์ เลือกใช้พันธุ์ไม้ยืนต้นไว้ในตำแหน่งที่สามารถให้ร่มเงาได้พอดี เสริมด้วยไม้พุ่มเตี้ยปลูกตามแนว หรืออาจจะเพิ่มสีสันด้วยไม้ดอกไม้ประดับเพื่อเพื่อความสวยงาม แหล่งน้ำ เช่น น้ำพุ น้ำตก เพื่อเพิ่มความเย็นสบายในการพักผ่อน และควรจะมีเก้าอี้ หรือโต๊ะ สำหรับนั่งพักผ่อน (ForFur, 2020)

(5) เพื่ออนุรักษ์พลังงาน สามารถออกแบบภูมิทัศน์ เพื่อลดพลังงานความร้อนที่ได้รับมาจากดวงอาทิตย์หรือพลังงานความที่ออกมาจากตัวอาคาร โดยอาศัยหลักการต่างๆ เช่น การเลือกพันธุ์ไม้ยืนต้นเพื่อให้ร่มเงากับอาคารหรือการใช้พืชคลุมดิน เพื่อปกป้องความชื้นในดิน และช่วยลดการสะท้อนแสงเข้าสู่อาคาร การจัดวางพันธุ์ไม้ให้เหมาะสม โดยการเลือกปลูกต้นไม้ในบริเวณที่ไม่ขวางทางลม เพื่อให้อากาศระบายได้ดี หรือการออกแบบภูมิทัศน์ในการลดการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และลดอุณหภูมิบริเวณเปลือกอาคาร โดยการใช้สวนแนวตั้ง (vertical garden) หรือสวนหลังคา (roof garden) เป็นต้น

2.4.2 หลักการการออกแบบภูมิทัศน์

2.4.2.1 การสำรวจพื้นที่ (site survey and site inventory) เป็นขั้นตอนที่มีการเข้าไปสำรวจในพื้นที่จริง เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือรายละเอียดต่างๆ โดยการสังเกต จดบันทึก ถ่ายภาพ

หรือวีดีโอ โดยทำการสำรวจทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ สำรวจด้านพื้นที่ เป็นการสำรวจข้อมูลของพื้นที่ โดยสำรวจสภาพลักษณะเดิมของพื้นที่ เช่น รูปทรงของพื้นที่ ระดับความสูงต่ำ ความลาดชันในพื้นที่ และความราบลุ่มของพื้นที่ แหล่งน้ำเดิม สภาพสิ่งแวดล้อมเดิม เป็นต้น สำรวจสภาพอากาศของพื้นที่ เช่น ทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์และทิศทางการรับแสง ทิศทางของลม อุณหภูมิ เป็นต้น สำรวจเส้นทางสัญจรหรือแนวการวางระบบสาธารณูปโภค สำรวจด้านตัวอาคาร เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาคาร เพื่อมาใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร ลักษณะของตัวอาคาร ตำแหน่งพื้นที่ใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคาร เป็นต้น และสำรวจการใช้งานของพื้นที่ เช่น ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อะไร จำนวนผู้ที่ใช้งาน เพศหรืออายุของผู้ที่ใช้งาน ช่วงเวลาที่มีคนเข้าไปใช้งาน เป็นต้น

2.4.2.2 การวิเคราะห์พื้นที่ (site analysis) เป็นขั้นตอนของการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาจากการสำรวจ มาวิเคราะห์และพิจารณาถึงจุดเด่นและจุดด้อยของพื้นที่ โดยคิดหาแนวทางการแก้ไขจุดด้อยเพื่อไม่ให้เกิดผลเสียที่ตามมา และกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตเป้าหมายอย่างชัดเจน ข้อมูลที่ควรวิเคราะห์และพิจารณา เช่น ทิศทางของแสงแดด ทิศทางของลม ความอุดมสมบูรณ์ของดินเดิมว่ามีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชมากน้อยเพียงใด ความหนาแน่นของดินเพื่อรองรับน้ำหนักสิ่งก่อสร้าง แหล่งน้ำสำหรับใช้รดน้ำต้นไม้ว่าเพียงพอหรือไม่ การระบายน้ำเสีย สิ่งแวดล้อมโดยรอบ ทางเข้า - ออกพื้นที่ และความปลอดภัยในการใช้งานในพื้นที่ เป็นต้น ทั้งนี้ควรพิจารณาหัวข้อการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการออกแบบภูมิทัศน์

2.4.2.3 แนวความคิดในการออกแบบ (design concept) แนวความคิดในการออกแบบจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานภูมิทัศน์หรือการแก้ไขปัญหาแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่ต่างๆ อาจจะเกิดขึ้นในช่วงกระบวนการลงสำรวจพื้นที่ หรืออาจจะเกิดขึ้นภายหลังในขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่

2.4.2.4 การสังเคราะห์ข้อมูล (synthesis) เป็นการนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ และพิจารณาข้อมูลอย่างถี่ถ้วนตามวัตถุประสงค์ เพื่อนำมาวางแผนออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใช้สอยกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ เช่น กิจกรรมที่ใช้แรง (active activity) กิจกรรมที่ใช้ความสงบ (passive activity) หรือข้อจำกัดและงบประมาณที่ใช้ โดยเสนอออกมาในรูปแบบการจัดกลุ่มพื้นที่ (zoning) การทำแผนภาพวงกลม (bubble diagram)

2.4.2.5 การออกแบบ (design)

(1) การออกแบบขั้นต้น (preliminary design) เป็นการร่างแบบขึ้นมาแบบคร่าวๆ ที่แสดงให้เห็นถึงรูปแบบ ยังไม่แสดงถึงรายละเอียด โดยมีการประเมินและปรับเปลี่ยนแบบได้เรื่อยๆ

(2) การออกแบบขั้นสุดท้าย (final design) เป็นการนำรายละเอียด และองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความถูกต้องตามวัตถุประสงค์และสัดส่วนขนาดจริง มาพัฒนาและนำเสนอใน

รูปแบบของผังแม่บท (master plan) โดยใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบ (ศศิยา ศิริพานิช, 2558)

2.4.3 การพิจารณาเลือกพืชพรรณในงานภูมิทัศน์

ในการออกแบบภูมิทัศน์ ความรู้เรื่องการเลือกใช้พืชพรรณเป็นสิ่งสำคัญ ควรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของพันธุ์ไม้ เนื่องจากพันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของรูปร่างลักษณะ และศักยภาพในการใช้งาน ควรเลือกใช้พรรณไม้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อจะสามารถใช้ศักยภาพของพืชพรรณได้อย่างสูงสุด และเพื่อความสวยงามของทัศนียภาพโดยรอบ เพราะฉะนั้นควรเลือกพิจารณาพืชพรรณในงานภูมิทัศน์ตามคุณสมบัติ ดังนี้

2.4.3.1 ประเภทของพันธุ์ไม้ การแบ่งประเภทของพันธุ์ไม้ในการออกแบบภูมิทัศน์สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

(1) ไม้ยืนต้น (tree) ลักษณะของลำต้นมีขนาดใหญ่ และเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีเนื้อไม้มาก (woody plant) ลำต้นเจริญขึ้นตรงสูงขึ้นไปแบบอิสระ มีการแตกกิ่งก้านแผ่บริเวณด้านบน ระดับสูงของลำต้น ไม้ยืนต้นส่วนใหญ่มีความสูงตั้งแต่ 4 เมตรขึ้นไป มีอายุมากกว่า 1 ปีขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์ในการให้ร่มเงา และปลูกไม้ยืนต้นประเภทไม้ผลเพื่อใช้ในการบริโภค สามารถแบ่งไม้ยืนต้นออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไม้ผลัดใบและไม้ไม่ผลัดใบ โดยยกตัวอย่างเช่น จามจุรี กระถินณรงค์ ทองกวาว ราชพฤกษ์ สนทะเล ขนุน มะม่วง ลำไย เป็นต้น

(2) ไม้พุ่ม (shrub) ลักษณะของลำต้นมีขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นพุ่มหรือเป็นกอ มีเนื้อไม้ไม่มากเท่ากับไม้ยืนต้น มีความสูงตั้งแต่ 0.4 – 4 เมตร มีการแตกกิ่งก้านสาขาบริเวณระดับใกล้กับผิวดิน มีอายุมากกว่า 1 ปีขึ้นไป นิยมปลูกเพื่อเป็นขอบเขตหรือเป็นแนวรั้ว เพื่อกำหนดอาณาเขตพื้นที่ สามารถตกแต่งทรงพุ่มเพื่อเพิ่มความสวยงามของไม้พุ่ม โดยยกตัวอย่างเช่น โกสน คริสตินา ชบา ผกากรอง เป็นต้น

(3) ไม้เลื้อย (lianas) ลักษณะของลำต้นมีทั้งเนื้อไม้และไม่มีเนื้อไม้ โดยการเจริญเติบโตพืชต้องอาศัยสิ่งค้ำจุนหรือสิ่งยึดเหนี่ยวในการเจริญเติบโต โดยไม้เลื้อยส่วนใหญ่จะเจริญออกทางด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง มักนิยมปลูกกับโครงไม้หรือระแนงซุ้มประตู เพื่อใช้ในการบังสายตาหรือบังแสงแดด และให้ความสวยงาม โดยยกตัวอย่างเช่น พวงชมพู เฟื่องฟ้า อัญชัน มะลิลา มะเดื่อเถา เป็นต้น

(4) ไม้คลุมดิน (ground cover) เป็นพันธุ์ไม้ที่มีพุ่มเตี้ย มีความสูงประมาณ 0.3 เมตร มีลักษณะการเจริญเติบโตโดยปกคลุมพื้นดินอย่างรวดเร็วไปทางแนวราบ มักนิยมนำไปปลูกบริเวณพื้นราบเพื่อความสวยงาม และสามารถป้องกันการพังทลายของดิน โดยยกตัวอย่างไม้คลุมดิน เช่น หญ้า ถั่วลิสงเถาหรือถั่วบราซิล กระดุมทองเลื้อย ใบต่างเหรียญ เป็นต้น

(5) ไม้ล้มลุก (herbs) ลักษณะของลำต้นมีเนื้อไม้ เป็นพืชอวบน้ำ มีดอกที่มีลักษณะสวยงาม แต่เป็นพืชที่มีอายุสั้น มีอายุประมาณไม่เกิน 1 ปี เป็นพืชที่ต้องมีการดูแลเป็นพิเศษเมื่อใช้ในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ มักนิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับ เพื่อใช้ในการตกแต่งภูมิทัศน์ให้มีความสวยงาม โดยยกตัวอย่างไม้ล้มลุก เช่น บานชื่น ดาวเรือง ฤาษีผสม พลับพลึง เป็นต้น (เอื้อมพร วีสมหมาย et al., 2556)

2.4.3.2 รูปร่างรูปทรง (shape and form) พันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกัน สามารถพิจารณาได้จากการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์และความเหมาะสม เช่น การนำสายตาเพื่อสร้างจุดเด่น การปลูกเพื่อเป็นแนวแบ่งขอบเขต เป็นต้น ลักษณะรูปร่างรูปทรงของพืชพรรณมีอยู่หลายชนิด เช่น รูปทรงกระบอก (columnar) รูปทรงกลม (round) รูปไข่แผ่กว้าง (broad - oval) รูปทรงหยดน้ำ (ovoid) รูปสามเหลี่ยม (conical) เป็นต้น

2.4.3.3 ขนาดทรงพุ่มและระยะการปลูก (crown and spacing) ขนาดของทรงพุ่ม คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพุ่มใบ ในการเลือกพืชพรรณควรต้องทราบถึงขนาดของทรงพุ่ม เพื่อเลือกพืชพรรณให้เหมาะสมกับบริเวณพื้นที่จริง และทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาในการปลูก เมื่อต้นไม้เจริญเติบโตเต็มที่จะสามรถทำให้พืชมีสัดส่วนที่สวยงามและเหมาสมกับพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อต้นไม้ใหญ่

2.4.3.4 ความหนาแน่นของทรงพุ่ม (density) มีผลต่อการให้ร่มเงาของพืชพรรณจากการผ่านของแสงลอดผ่านพุ่มใบสู่พื้นดิน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ความหนาแน่นมาก โดยลักษณะของต้นไม้จะมีทรงพุ่มทึบ แสงสามารถลอดผ่านได้ประมาณร้อยละ 20 – 30 ทำให้เกิดร่มเงาร้อยละ 70 – 80 ใช้ร่มเงาในการบังแสงแดดและบดบังทัศนียภาพที่ไม่น่าดู ความหนาแน่นปนกลาง แสงสามารถลอดผ่านได้ประมาณร้อยละ 40 – 60 ทำให้เกิดร่มเงาร้อยละ 40 – 60 นิยมใช้ในการให้ร่มเงา และความหนาแน่นต่ำ เป็นต้นไม้ที่มีลักษณะทรงพุ่มโปร่ง แสงสามารถลอดผ่านได้ประมาณร้อยละ 70 – 80 ทำให้เกิดร่มเงาร้อยละ 20 – 30 ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ให้ร่มเงาเนื่องจากแสงสามารถลอดผ่านได้มากเกินไป

2.4.3.5 การทิ้งใบของพืชพรรณ พืชพรรณสามารถแบ่งประเภทของการทิ้งใบออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไม้ผลัดใบ (deciduous plant) คือ ต้นไม้ที่มีการผลัดใบและเปลี่ยนสีไปตามฤดูกาล และไม้ไม่ผลัดใบ (evergreen plant) คือ ต้นไม้ที่มีการผลัดใบสลับกันจึงทำให้มีสีเขียวตลอดปี ควรเลือกให้เหมาะกับสถานที่และการใช้งานของพืชพรรณ

2.4.3.6 ผิวสัมผัส (texture) ผิวสัมผัสของพืชสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ผิวสัมผัสหยาบ (coarse) มีลักษณะของผิวลำต้นที่แตกเป็นร่องขรุขระ ใบมีขนาดใหญ่ ผิวสัมผัสกลาง (medium) ลำต้นมีผิวที่เรียบไม่มาก มีลักษณะแตกเป็นร่องขรุขระไม่เท่ากับพิชที่มีผิวสัมผัสหยาบ

ใบมีขนาดปานกลาง และผิวสัมผัสละเอียด (fine) มีลักษณะของผิวลำต้นที่เรียบ ไม่มีรอยแตก ใบมีขนาดเล็กและละเอียด (ศศิยา ศิริพานิช, 2558)

2.4.4 การดูแลรักษาพันธุ์ไม้

ในการออกแบบภูมิทัศน์ สิ่งที่สำคัญนอกเหนือจากการเลือกใช้พืชพันธุ์ตามความเหมาะสมของภูมิทัศน์ คือ การดูแลและบำรุงรักษาพืชพรรณ เนื่องจากสามารถช่วยยืดอายุของพืชพรรณในมีอายุยาวนานและคงสภาพได้นานมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีวิธีดูแลรักษา ดังนี้ (พรพิทักษ์ ซ่าอินทร์, 2555)

2.4.4.1 การให้น้ำ จะขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำของพืชแต่ละประเภท เช่น กลุ่มไม้ยืนต้น ควรให้น้ำอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้าหรือเย็น กลุ่มไม้พุ่ม บางชนิดต้องการน้ำทุกวัน บางชนิดอาจให้น้ำเว้นระยะ 2 – 3 วันต่อครั้ง กลุ่มไม้คลุมดินที่ปลูกใหม่ต้องการความชื้นมาก บางครั้งอาจจะต้องให้น้ำต่อเนื่อง 4 – 6 สัปดาห์ เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้พืช เป็นต้น

2.4.4.2 การให้ปุ๋ย หลักการในการพิจารณาการให้ปุ๋ยเพื่อให้พันธุ์ไม้ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอได้แก่ เวลาที่เหมาะสมกับการให้ปุ๋ย และวิธีการให้ปุ๋ย การให้ปุ๋ยกล้าไม้ ควรให้ปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และเมื่อพันธุ์ไม้เจริญเติบโตได้ดีแล้ว สามารถลดระยะเวลาในการให้ปุ๋ย และปริมาณของปุ๋ยลงได้ ในกลุ่มของไม้ยืนต้นควรให้ปุ๋ยในช่วงเช้าถึงช่วงสาย ตอนที่มีแสงแดด

2.4.4.3 การลิดกิ่งหรือการตัดแต่ง เป็นการช่วยตัดแต่งให้ต้นไม้มีความสวนงามมากยิ่งขึ้น อีกทั้งในกรณีที่ต้นไม้มีเรือนยอดที่สูงมากเกินไปหรือมีทรงพุ่มที่ทึบเกินไป ส่งผลต่อแสงที่ไม่สามารถส่องสว่างลงมาถึง ลมไม่สามารถพัดผ่านได้ ก่อให้เกิดโรคหรือแมลง ดังนั้นควรที่จะมีการลิดกิ่งหรือการตัดแต่ง

2.4.4.4 การป้องกันโรคหรือแมลง ควรใช้หลายวิธีร่วมกัน เช่น การรักษาแปลงปลูกให้สะอาด การปลูกพืชหลายๆ ชนิด การตัดแต่งทรงพุ่ม การปรับปรุงดินให้เหมาะสม เป็นต้น

2.5 คุณสมบัติของพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการลดฝุ่นละออง PM 2.5

พันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ที่แตกต่างกัน โดยประสิทธิภาพจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพืชพรรณแต่ละชนิด โดยใช้หลักเกณฑ์ของ i–Tree Species Selector ในการกำหนดลักษณะของพืชพรรณที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 และแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (Yang et al., 2015)

2.5.1 ชนิดของพืชพรรณ

เนื่องจากใบเป็นส่วนสำคัญในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ดังนั้นพืชประเภทไม่ผลัดใบ (Evergreen) มีใบเขียวตลอดทั้งปี หรือพืชที่มีลักษณะใบแบบต้นสน จะเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นได้ดีที่สุด สำหรับพืชที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ พืชประเภทไม่ผลัดใบชนิดใบกว้าง และพืชที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ พืชประเภทไม้ผลัดใบ (Deciduous) เป็นพืชที่มีการ

ผลัดใบตามฤดูกาล ทำให้บางฤดูกาลมีจำนวนใบปริมาณน้อย จึงทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลง

2.5.2 ขนาดของพืชพรรณ

พืชพรรณที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 คือ พืชที่มีความสูงมากกว่า 20 เมตรขึ้นไป โดยพืชประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ยืนต้น พืชที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ พืชที่มีความสูงระหว่าง 10 – 20 เมตร และพืชที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ พืชที่มีความสูงระหว่าง 5 – 10 เมตร

2.5.3 อัตราการเจริญเติบโตของพืชพรรณ

พืชพรรณที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 คือ พืชพรรณที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากต้นไม้ได้อย่างรวดเร็ว พืชที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ พืชที่มีการเจริญเติบโตแบบปานกลาง และพืชที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ พืชที่มีการเจริญเติบโตช้า ซึ่งใช้เวลานานในการเจริญเติบโตทำให้ใช้ประสิทธิภาพของต้นไม้ได้อย่างไม่เต็มที่

2.5.4 โครงสร้างของชั้นเรือนยอด

พืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 คือ พืชที่ชั้นเรือนยอดมีความหนาแน่นมาก ชั้นเรือนยอดมีลักษณะทึบ จำนวนของใบไม้ก็จะมีจำนวนมากเช่นกัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 พืชที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ พืชที่มีความหนาแน่นของชั้นเรือนยอดปานกลาง และพืชที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ พืชที่ชั้นเรือนยอดมีความหนาแน่นน้อย ชั้นเรือนยอดมีลักษณะโปร่ง จำนวนของใบไม้มีจำนวนน้อย ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลง

2.5.5 ลักษณะของใบ

โดยลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับฝุ่นละละออง PM 2.5 คือ ใบประกอบแบบขนนกสองชั้นและสามชั้น คือใบที่มีใบย่อยเรียงออกจากแกนกลางเป็นคู่ตรงข้ามหรือสลับ หรือลักษณะใบแบบต้นสน ลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ ใบประกอบแบบขนนกหรือใบประกอบแบบนิ้วมือใบมีลักษณะแตกย่อยออดจากปลายของก้านโดยมีลักษณะคล้ายนิ้วมือ และลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ ใบเดี่ยว มีแผ่นใบใบเดียวบนก้านที่แตกออกจากลำต้น

2.5.6 ขนาดของใบ

โดยลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับฝุ่นละละออง PM 2.5 คือ ใบที่มีขนาดเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เซนติเมตร ลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ ใบที่มีขนาดเฉลี่ยระหว่าง 5 – 20 เซนติเมตร และลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ ใบที่มีขนาดเฉลี่ยมากกว่า 20 เซนติเมตรขึ้นไป

2.5.7 คุณสมบัติพื้นผิวของใบ

โดยคุณสมบัติของผิวใบที่มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 คือ ผิวใบมีลักษณะขรุขระ มีขน เป็นยาง ผิวใบมีความเหนียวเป็นขุยหรือมีขนที่เหนียว คุณสมบัติของผิวใบที่มีประสิทธิภาพปานกลาง คือ ผิวใบมีลักษณะนุ่ม มีความมัน มีขนหรือมีขนเล็กน้อย และคุณสมบัติของผิวใบที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ ผิวใบแบบเรียบ

ซึ่งคุณสมบัติของพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปและแบ่งตามเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนจากลักษณะพืชพรรณที่มีประสิทธิภาพในการลด PM 2.5

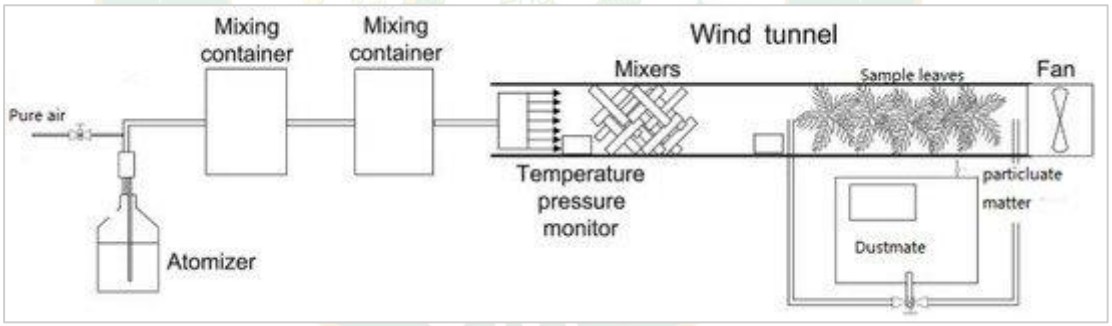
ตัวแปร	**เกณฑ์การให้คะแนน**		
	ประสิทธิภาพสูง (3 คะแนน)	**ประสิทธิภาพปานกลาง (2 คะแนน)**	**ประสิทธิภาพต่ำ (1 คะแนน)**
ชนิด	ไม้ไม่ผลัดใบชนิดไม้สน	ไม้ไม่ผลัดใบชนิดใบกว้าง	ไม้ผลัดใบ
ขนาด	ความสูงมากกว่า 20 เมตรขึ้นไป	ความสูงระหว่าง 10 – 20 เมตร	ความสูงระหว่าง 5 – 10 เมตร
อัตราการเจริญเติบโต	เร็ว	ปานกลาง	ช้า
โครงสร้างของชั้นเรือนยอด	มีความหนาแน่นสูง	มีความหนาแน่นปานกลาง	ชั้นเรือนยอดมีความโปร่ง มีความหนาแน่นต่ำ
ลักษณะของใบ	ใบประกอบแบบขนนกสองชั้นและสามชั้น หรือลักษณะใบแบบต้นสน	ใบประกอบแบบขนนกหรือใบประกอบแบบนิ้วมือ	ใบเดี่ยว
ขนาดใบ	ขนาดใบเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เซนติเมตร	ขนาดใบเฉลี่ยระหว่าง 5 - 20 เซนติเมตร	ขนาดใบเฉลี่ยมากกว่า 20 เซนติเมตรขึ้นไป
คุณสมบัติพื้นผิวของใบ	ขรุขระ, มีขน, เป็นยาง, มีความเหนียว, เป็นขุย, มีขนเหนียว,	นุ่ม, มีขน, มีความมัน, มีขนเล็กน้อย	พื้นผิวเรียบ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

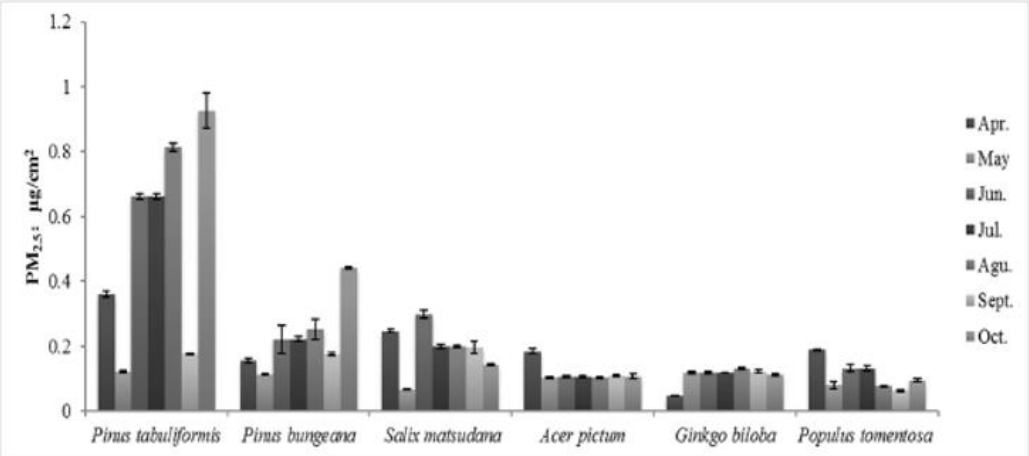
การศึกษาการจัดสวนแนวตั้งเพื่อการลดความร้อนในอาคาร จากงานวิจัยของจุฬาลักษณ์ (จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง และคณะ, 2559) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสวนแนวตั้งเพื่อลดความร้อนภายในอาคาร ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งอาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน และอาคารสาธารณะ โดยการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาการจัดสวน 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ แบบติดตั้งภายในอาคารถาวร และแบบติดตั้งภายนอกอาคารถาวร ซึ่งชนิดของพันธุ์ไม้จะเน้นพันธุ์ไม้ที่มีประสทธิภาพในการป้องกันแมลง และเป็นพืชที่สามารถบริโภคได้ จากการศึกษาพบว่าพืชที่ใช้ในการปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดี และสามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ 2.8 – 3.6 องศาเซลเซียส

การศึกษาอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อมลภาวะฝุ่นละอองในเขตชุมชนเมืองกรณีศึกษาชุมชนเมืองสมุทรปราการ จากงานวิจัยของนพมาศ (นพมาศ ทับแสง, 2561) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองสมุทรปราการ และศึกษาอิทธิพลพื้นที่สีเขียวที่มีต่อปริมาณของฝุ่นละอองชุมชนเมืองสมุทรปราการ โดยทำการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 และ PM 10 โดยใช้เครื่องตรวจจับก๊าซสมาร์ทซีรีส์ เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ และเก็บข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้น โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดและความชื้นสัมพัทธ์ โดยพบว่าขนาดของพื้นที่สีเขียวในเมืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 และ PM 10 แต่อุณหภูมิ และความชื้นมีความสัมพันธ์ต่อพื้นที่สีเขียวบางขนาด

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผิวใบและความสามารถในการจับอนุภาคของต้นไม้ที่ต่างสายพันธุ์ในกรุงปักกิ่ง Zhang และคณะ (Zhang et al., 2017) ได้ทำการศึกษาในสวนพฤกษศาสตร์ปักกิ่ง ประเทศจีน โดยเก็บรวบรวมใบพืช ทั้งหมด 7 ชนิด ใส่ถุงปิดสนิท และนำไปทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคจำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งถูกวัดในอุโมงค์ลมกว้าง 0.5 เมตร สูงและยาว 1 เมตรทำการทดลองที่ความเร็วลม 20 m/s ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปริมาณของอนุภาคฝุ่นที่ถูกดูดซับโดยพืชสายพันธุ์ต่างๆ พบว่า พืชประเภทสน (*Pinus tabulaeformis*) มีความสามารถในการดูดซับ PM 2.5 ได้มากที่สุดโดยเฉพาะในช่วงเดือนตุลาคม



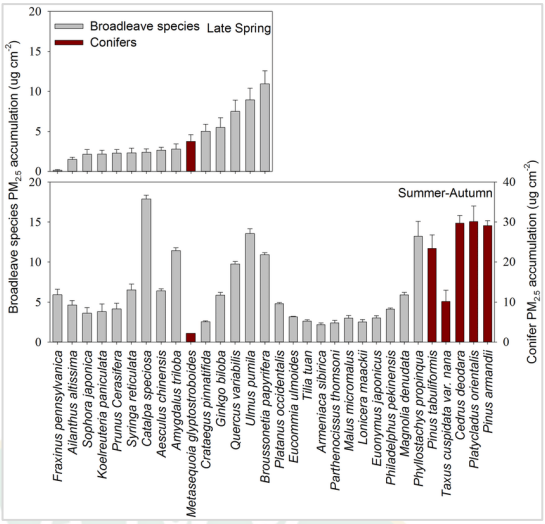
ภาพที่ 9 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ในการดักฝุ่นละออง
ที่มา: Zhang et al., (2017)



ภาพที่ 10 แสดงปริมาณของ PM 2.5 ที่ถูกดักจับโดยพืชสายพันธุ์ต่างๆ
ที่มา: Zhang et al., (2017)

การศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพรรณไม้เลื้อย พาสินี และคณะ (พาสินี สุนากร และคณะ, 2559) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการดักจับฝุ่นของพืชทั้ง 3 ชนิดที่ลักษณะทางกายภาพใบแตกต่างกัน คือ พืชที่มีผิวใบด้าน (ต้นตำลึง) พืชที่มีผิวใบมัน (ต้นจันทร์กระจ่างฟ้า) และพืชที่ผิวใบสากมีขนปกคลุม (ต้นสร้อยอินทนิล) โดยทดสอบในกล่องทดลองโดยใช้พัดลมดูดอากาศจำลองสภาพกระแสลม ผลการศึกษาพบว่าพรรณไม้เลื้อยที่มีลักษณะใบแตกต่างกันมีความสามารถแตกต่างกันตามการปกคลุมในช่วงเวลา 3 เดือน ต้นสร้อยอินทนิลมีการดักจับฝุ่นได้มากถึงร้อยละ 63 ในขณะที่มีการปกคลุมของใบเพียงร้อยละ 44 เนื่องจากลักษณะผิวใบที่สากมีขนปกคลุมทำให้เกิดแรงเสียดทานมากทำให้การดักจับฝุ่นละอองได้ดี ส่วนต้นตำลึง (พืชที่มีผิวใบด้าน) และต้นจันทร์กระจ่างฟ้า (พืชผิวใบมัน) มีความสามารถในการดักจับฝุ่นได้น้อยกว่า โดยมีปริมาณของการดักจับฝุ่นร้อยละ 57.89 และ 66.27 ซึ่งใกล้เคียงกับร้อยละของพื้นที่ใบปกคลุมร้อยละ 54.12 และ 60.76 ตามลำดับ

การศึกษาการแปรผันของสายพันธุ์ของต้นไม้ต่อความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5 Chen และคณะ (Chen et al., 2017) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดลักษณะของใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 จากการศึกษาพบว่าใบที่มีลักษณะรูปร่างแบบเข็ม เช่น สายพันธุ์ต้นสน (Coniferous species) มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีกว่าพืชประเภทที่มีใบกว้าง



ภาพที่ 11 แสดงเปรียบเทียบการสะสม PM 2.5 บริเวณใบของต้นไม้ชนิดต่างๆ
ที่มา: Chen et al., (2017)

การศึกษาการใช้ต้นไม้เพื่อลดฝุ่นละอองของมลพิษทางอากาศ Dzierżanowski และ Gawroński (Dzierżanowski and Gawroński, 2011) ได้ทำการเปรียบเทียบต้นไม้ที่มีสายพันธุ์อยู่ทั่วไป ได้แก่ ซิลเวอร์เบิร์ช พอปพูรัส ไซมอล ลูกแพร ต้นโอ๊กแดงเหนือ และไวท์บีม เพื่อสังเกตดูความแตกต่างของการสะสมอนุภาคฝุ่นละอองบนผิวใบ จากผลการศึกษาพบว่า ต้นไวท์บีมและต้นซิลเวอร์เบิร์ชมีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคฝุ่นละอองได้สูงที่สุด และต้นโอ๊กแดงมีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคฝุ่นละอองได้ต่ำที่สุด

การศึกษาความสามารถในการดักจับฝุ่นโดยใบของพืชพรรณที่สัมพันธ์กับจุลภาคของใบในเขตเมือง จากงานวิจัยของ Wang และคณะ (Wang et al., 2011) พบว่าพืชมีความสามารถในการดักจับอนุภาคฝุ่นละอองได้ดี โดยจะขึ้นอยู่กับจุลสัณฐานวิทยาของใบ เช่น เซลล์เอพิเดอร์มิส ผิวใบ ปากใบ เป็นต้น

การศึกษาผลกระทบของสภาพอุตุนิยมวิทยาต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 เมืองนางาซากิ ประเทศญี่ปุ่น Wang และ Ogawa ได้กล่าวไว้ว่า (Wang and Ogawa, 2015) ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในเมืองนางาซากิ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญทั้งหมดสามประการ ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษในประเทศ แหล่งภายนอกจากนอกประเทศ และสภาพอุตุนิยมวิทยา นางาซากิ เป็นจังหวัดชายฝั่งตั้งอยู่ทางตะวันตกสุดของญี่ปุ่น ซึ่งเป็นสถานที่ที่เหมาะสำหรับการศึกษามลพิษจากการขนส่งระยะยาวและความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM 2.5 และสภาพทางอุตุนิยมวิทยา จากการศึกษาพบว่า พื้นที่บริเวณทิศตะวันตกมีความเข้มข้นของ PM2.5 เป็น

จำนวนมาก ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 จะขึ้นอยู่กับตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น และทิศทางลม

การศึกษาผลของรูปแบบภูมิทัศน์เมืองที่มีต่อมลพิษ PM 2.5 Wu และคณะ (Wu et al., 2015) ได้ทำการศึกษาจากตัวแปรในการวัดรูปแบบภูมิทัศน์ในเมือง 5 ชนิด ได้แก่ ร้อยละของภูมิทัศน์ในพื้นที่ ลักษณะของรูปแบบภูมิทัศน์ ความยาวของขอบเขต อัตราการกระจายของพื้นที่ และการกระจายของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลอื่นๆ เช่น เครือข่ายของถนน ความหนาแน่นของประชากร ระดับความสูง เป็นต้น โดยวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม RS และ GIS โดยผลการวิจัยพบว่าชนิดของพันธุ์ไม้และน้ำเป็นองค์ประกอบของภูมิทัศน์ที่มีความสำคัญในการลดความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในขณะที่พื้นที่การเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อความเข้มของฝุ่นละออง PM 2.5 อีกทั้งการกำหนดชนิดพันธุ์ไม้ในงานภูมิทัศน์มีผลชัดเจนเกี่ยวกับฝุ่นละออง และอัตราการกระจายของพื้นที่และการกระจายของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิดกับความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงผสม (mixed methodology) เป็นงานวิจัยแบบเชิงปริมาณและแบบเชิงคุณภาพ ซึ่งศึกษาถึงตัวแปรทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 เพื่อพัฒนาไปสู่แนวทางของรูปแบบของภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยรายละเอียดของระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยมี ดังนี้

3.1 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5

ทำการศึกษาเพื่อหาความเกี่ยวข้องของตัวแปรทางธรรมชาติในการช่วยลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 และนำตัวแปรที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาแนวทาง และปรับปรุงรูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็ก เพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Review) (อัจฉรา, 2559) ซึ่งเป็นการการรวบรวมจากงานวิจัย ทฤษฎี บทความหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยผ่านกระบวนการประเมินคุณภาพงานวิจัย และคัดเลือกจากแหล่งข้อมูลและผู้วิจัยที่มีความน่าเชื่อถือ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 – 2019 โดยนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อสรุปเป็นข้อมูล เพื่อใช้ในการศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 การรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดฝุ่นละออง PM 2.5 จากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สากลทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้แก่ TCI, google scholar, sciencedirect โดยใช้คำหรือข้อความ (Keyword) ในการค้นหาข้อมูล เช่น pm2.5, reduce pm2.5, plant reduce pm2.5, water reduce pm2.5, water body reduce pm2.5, wind reduce pm2.5, plant species removal pm2.5, models for reduce pm2.5, tree position reduce PM2.5 เป็นต้น หรือสืบค้นจากเอกสารอ้างอิงในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการลด PM2.5 โดยทำการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลเฉพาะตัวแปรที่เกี่ยวกับธรรมชาติ และตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5

3.1.2 การจัดระบบข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมงานวิจัย ทฤษฎี หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง กับตัวแปรที่มีผลในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 จำแนกเป็นตัวแปรประเภทต่างๆ และจัดทำออกมาเป็นตารางตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังตัวอย่างตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการแสดงการแบ่งกลุ่มตัวแปรที่ที่ผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5

แหล่งที่มา	ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา			ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ		
	อุณหภูมิ	ลม	ความชื้น	ผลัดใบ	ลักษณะใบ	ความสูง
1. งานวิจัยที่ 1	/		/			
2. งานวิจัยที่ 2		/			/	/
3. งานวิจัยที่ 3			/	/		

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำตัวแปรที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 มาพิจารณาและจำแนกหาความซ้ำของตัวแปร ในการกล่าวถึง เพื่อสรุปเป็นตัวแปรหลักที่มีผลเกี่ยวข้องกับการลดฝุ่นละออง PM 2.5 มากที่สุด

3.2 การรวบรวมข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5

ทำการรวบรวมรายชื่อพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการนำข้อมูลพันธุ์ไม้ไปใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งทำการศึกษาข้อมูลจากการรวบรวมชนิดพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 จากเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเลือกงานวิจัยที่กล่าวถึงพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 และสรุปออกมาเป็นตารางรายชื่อพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5

3.3 การศึกษาความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้

ในการศึกษาความสามารถในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้ เป็นการประเมินประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ โดยพิจารณาจากปัจจัยทางด้านพืชพรรณ ได้แก่ ลักษณะของผิวใบ มาเป็นเกณฑ์ในการเลือกชนิดพันธุ์ไม้ในการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การเลือกพันธุ์ไม้เพื่อใช้ในการทดลอง

ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้พันธุ์ไม้พุ่มในการทดลอง เนื่องจากเป็นพันธุ์ไม้ที่มีขนาดปานกลาง ซึ่งง่ายต่อการทดลองในห้องทดลอง โดยในการทดลองจะเลือกพันธุ์ไม้ทั้งหมด 3 ชนิด ที่ลักษณะใบแตกต่างกัน ได้แก่ ทองอุไร(ผิวใบด้าน) คริสตินา(ผิวใบมัน) และชาฮกเกี้ยน(ผิวใบสากมีขน) โดยพันธุ์ไม้พุ่มทั้ง 3 ประเภท เป็นพันธุ์ไม้ที่เป็นที่นิยม มีความทนทานต่อสภาพอากาศ ราคาถูก และนิยมใช้ในงานภูมิทัศน์ รายละเอียดของพันธุ์ไม้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายชื่อพันธุ์ไม้พุ่มที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดพันธุ์ไม้	ลักษณะใบไม้	รูปภาพประกอบ
ทองอุไร *Tecoma stans* (L.) Kunth	ใบประกอบแบบขนนก ปลายคลี่ เรียงตรงข้ามกันใบมีความกว้าง 2 - 3 ซม. ยาว 3 - 8 ซม. ใบรูปหอกหรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ลักษณะพื้นผิวใบด้าน ใต้ใบมีขนละเอียด	
คริสตินา *Syzygium australe* (J.C.Wendl. ex Link) B.Hyland	ใบเดี่ยวแบบออกตรงข้าม ขอบเรียบ ใบมีความกว้าง 1 – 2.5 ซม. ยาว 3 - 8 ซม. ใบรูปหอกปลายเรียวแหลม โคนสอบ ผิวใบมีลักษณะมันเงา ใบอ่อนสีแดงเป็นมัน	
ชาฮกเกี้ยน *Carmona retusa* (Vahl) Masam.	ใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกัน ขอบใบหยัก ใบมีความกว้าง 0.5 - 2 ซม. ยาว 1- 4 ซม. ใบรูปไข่กลับแคบ ลักษณะผิวใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมีผิวสากค่อนข้างหนา มีขนปกคลุมด้านหลังใบสีเขียวอ่อน	

3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.2.1 พันธุ์ไม้ที่ใช้ในการทดลองจะใช้พันธุ์ไม้ประเภทไม้พุ่ม โดยจัดวางต้นไม้ให้มีความสูงจากพื้นห้องทดสอบประมาณ 0.3 เมตร โดยใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ห่อบริเวณกระถางต้นไม้เพื่อกันฝุ่นละอองของดิน ใช้พันธุ์ไม้จำนวน 4 ต้น ที่มีขนาดใกล้เคียงกันในการทดลองพันธุ์ไม้แต่ละประเภท

3.3.2.2 ห้องทดสอบ ใช้ห้องทดลองขนาด 2 x 2 x 2 ลูกบาศก์เมตร มีพื้นผิวด้านในเป็นอลูมิเนียม โดยติดตั้งพัดลมทั้ง 2 ด้าน และเปิดพัดลมไว้เป็นเวลา 3 – 5 นาที เริ่มการทดลองโดยการจุดธูปในห้องทดลองให้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 อยู่ในช่วง 240 – 250 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และบันทึกค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 อย่างต่อเนื่องทุก ๆ 5 นาที

เป็นเวลา 6 ชั่วโมง วัดด้วยเครื่องมือวัดอนุภาคแขวนลอยในอากาศแบบเลเซอร์ ในห้องทดสอบเป็นแบบปิด ซึ่งติดตั้งในบริเวณที่มีอัตราการระบายอากาศสูง เพื่อป้องกันการสะสมของมลพิษภายนอกห้องทดสอบ โดยการควบคุมสภาพแวดล้อมของห้องทดสอบให้เป็นไปตามเกฑณ์มาตราฐานของ ASTM D5116 – 06 ซึ่งผู้วิจัยทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำสำหรับพันธุ์ไม้แต่ละชนิด และทดลองในห้องทดลองที่ไม่มีต้นไม้ เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตารฐาน ของปริมาณ PM 2.5 ที่เปลี่ยนแปลง (พาสินี สุนากร และคณะ, 2559) (ธนากร รัตนพันธุ์ และคณะ, 2559)

ภาพที่ 12 โมเดลห้องทดลอง

ภาพที่ 13 ห้องทดลอง

3.3.3 การหาพื้นที่ใบ

หาพื้นที่ใบจากการสุ่มใบไม้จากต้นไม้ที่นำไปทดลองเพื่อนำไปทาบและวาดลงไปในกระดาษกราฟมาตรฐาน จากนั้นใช้วิธีการนับช่องของกระดาษกราฟเพื่อนำค่าจำนวนช่องของกระดาษกราฟมาวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ของใบ (โดย 1 ช่องสี่เหลี่ยมเทียบเท่ากับ 1 ตารางมิลลิเมตร)

ตารางที่ 5 จำนวนใบของพืชและขนาดพื้นที่ใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด

ต้นไม้	จำนวนใบทั้งหมดบนต้น (ใบ/ต้น)	พื้นที่ผิวใบทั้ง 2 ด้าน(ตร.ซม)
ทองอุไร	308	38.76
คริสตินา	726	22.59
ชาฮกเกี้ยน	1825	4.585

3.3.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

รวบรวมข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ได้จากการทดลองของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยนำข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ทั้ง 3 ครั้งของแต่ละพันธุ์ไม้ และปริมาณความเข้มข้นของห้องทดลองที่ไม่มีต้นไม้มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่เปลี่ยนแปลง ของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด และห้องทดลองที่ไม่มีต้นไม้

3.4 การเสนอแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5

3.4.1 กำหนดขนาดของพื้นที่ศึกษา

ทำการกำหนดขนาดของพื้นที่เพื่อสร้างพื้นที่สมมติที่ใช้ในการศึกษา โดยทำการกำหนดขนาด และรูปทรงของพื้นที่จากการรวบรวมข้อมูล แปลนบ้านตัวอย่างของโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 20 โครงการ ซึ่งกำหนดขอบเขตในการค้นหาข้อมูล โดยเลือกเฉพาะตัวอย่างแปลนบ้านที่เป็นบ้านเดี่ยว และมีราคาอยู่ในช่วงประมาณ 3 – 7 ล้านบาท เพื่อดูขนาดของพื้นที่สีเขียวและนำมาหาค่าเฉลี่ย และดูรูปทรงของพื้นที่สีเขียว โดยสังเกตจากทางเข้าตัวบ้านเป็นหลัก และเลือกใช้รูปทรงพบมากที่สุด

3.4.2 การเลือกชนิดของพันธุ์ไม้

ทำการเลือกชนิดพันธุ์ไม้ในการออกแบบภูมิทัศน์จากพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งผ่านการพิจารณาและผ่านการคัดเลือกจากข้อมูลพันธุ์ไม้ที่ได้ทำการสรุปในข้อ 3.2 โดยเลือกใช้กลุ่มพันธุ์ไม้ 3 ประเภทได้แก่ กลุ่มไม้ยืนต้น กลุ่มไม้พุ่ม และกลุ่มไม้เลื้อย

ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่สามารถหาได้ง่าย เป็นที่นิยมใช้ในงานภูมิทัศน์ ดูแลรักษาง่าย และมีความทนทานต่อสภาพอากาศ

3.4.3 การกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบภูมิทัศน์

ทำการกำหนดตำแหน่งของต้นไม้โดยการคำนึงถึงประสิทธิภาพและหน้าที่ของพันธุ์ไม้ที่ใช้ในงานภูมิทัศน์ ที่ใช้ในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ ทิศทางของลมและการเคลื่อนที่ของมลพิษ

3.4.3.1 ทิศทางของลม ประเทศไทยมีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 สูงอยู่ในช่วงปลายฤดูหนาว ซึ่งในช่วงดังกล่าวประเทศไทยจะได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาจากประเทศจีน

3.4.3.2 การเคลื่อนที่ของมลพิษ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่มลพิษเคลื่อนที่มาบริเวณด้านบนในแนวชั้นบรรยากาศ ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษ เช่น หมอกควันจากการเผาไหม้ชีวมวล ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และกรณีที่มลพิษเคลื่อนที่มาในบริเวณด้านล่างซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการจราจรหรือควันจากท่อไอเสียรถยนต์

3.4.4 การพิจารณาความเหมาะสม และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

เป็นการพิจารณาและตรวจสอบ โดยใช้วิธีการแบบ Delphi method ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเทคนิคในด้านต่างๆ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพืชพรรณ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม ในการพิจารณาแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบในเบื้องต้น เพื่อเป็นข้อประกอบการพิจารณาในการแก้ไขและปรับปรุงแบบภูมิทัศน์

3.4.5 การออกแบบแผนผังรูปแบบภูมิทัศน์

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญจัดทำออกมาในรูปแบบของ แผนผังสองมิติ และแผนผังสามมิติ โดยใช้โปรแกรม Realtime Landscaping Architect

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการลดปริมาณ PM2.5 ในการจัดภูมิทัศน์

ในการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบในการจัดภูมิทัศน์มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากทั้งหมด 16 งานวิจัย โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ และปัจจัยทางด้านแหล่งน้ำ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา และสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1.1 ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา (Meteorlogical) ประกอบด้วย 5 ตัวแปร ได้แก่

4.1.1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

ในการศึกษาตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 อุณหภูมิถือเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อฝุ่นละออง PM 2.5 จากงานวิจัยทั้งหมด 5 งานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

จากงานวิจัยของ Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) ได้กล่าวได้ว่า อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 หมายความว่าเมื่ออุณหภูมิสูงจะส่งผลต่อความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ให้มีค่าสูงเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิจะเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการก่อตัวของอนุภาคฝุ่นละออง PM 2.5

จากงานวิจัยของ Li และคณะ (Li et al., 2017) ได้ทำการวิเคราะห์ว่า อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 ปริมาณ PM2.5 จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ PM2.5 สูงสุด เมื่ออุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 10 – 15 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 25 องศาเซลเซียส ปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 จะลดลงเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เกิดการหมุนเวียนของอากาศบริเวณพื้นผิวด้านล่างทำให้ฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ซึ่งในฤดูหนาวอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5

จากงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang, Q. et al., 2017) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในประเทศจีน ซึ่งจะศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ พบว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล อุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในฤดูใบไม้ผลิ

จากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (Zhao et al., 2014) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิของเมืองปักกิ่ง พบว่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก

จากงานวิจัยของ Zhang และ jiang (Zhang and Jiang, 2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อฝุ่นละอองในบรรยากาศ (PM2.5) ในพื้นที่ Chang-Zhu-Tan พบว่า ปัจจัยทางด้านอุณหภูมิในอากาศมีความสัมพันธ์ในเชิงลบต่อปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละออง PM 2.5

4.1.1.2 ลม (Wind)

ในการศึกษาตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ลมเป็นหนึ่งในตัวแปรของอุตุนิยมวิทยา โดยในการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 จะศึกษาตัวแปรเกี่ยวกับ ความเร็วลม (Wind Speed) และทิศทางลม (Wind direction) ซึ่งศึกษาจากงานวิจัยทั้งหมด 7 งานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

จากงานวิจัยของ Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) ได้กล่าวไว้ว่าความเร็วลมที่มีค่าต่ำกว่า 3 เมตรต่อวินาที จะมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณ PM2.5 หมายถึง เมื่อความเร็วลมต่ำจะสามารถพัดฝุ่นละออง PM 2.5 ออกไปจากพื้นที่ที่กำหนด แต่ถ้าความเร็วลมมีค่าสูงกว่า 3 เมตรต่อวินาทีจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 หมายถึง เมื่อความเร็วลมสูงจะสามารถขนส่งฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้ไกลมากยิ่งขึ้น และทิศทางลมก็ถือเป็นอีกหนึ่งตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ต่อทิศทางการพัดพาของฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทิศทางลมจะมีความสัมพันธ์กับทิศทางการพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ในฤดูใบไม้ผลิลมในทิศตะวันตกสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้มากที่สุด ในฤดูร้อนลมทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้มากที่สุด ในฤดูใบไม้ร่วงลมทางทิศตะวันตกสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้มากที่สุด และฤดูหนาวลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ สามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้มากที่สุด โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่และทิศทางของฝุ่นละออง PM 2.5 จากแหล่งกำเนิด

จากงานวิจัยของ Li และคณะ (Li et al., 2017) ได้กล่าวไว้ว่าความเร็วลมเป็นปัจจัยสำคัญทางด้านอุตุนิยมวิทยาเนื่องจากลมมีอิทธิผลต่อการเคลื่อนย้ายฝุ่นละออง PM 2.5 และยังมาผลต่อการแพร่กระจายฝุ่นละออง PM 2.5 เมื่อความเร็วลมสูงจะเป็นประโยชน์ต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง PM 2.5 แต่ในทางตรงกันข้ามความเร็วลมต่ำจะเป็นตัวยับยั้งการแพร่กระจายของฝุ่นละออง PM 2.5 ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 เพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาการแปรผันของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ต่อตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในฮ่องกง พบว่า ทิศทางลมมีผลต่อฝุ่นละออง PM 2.5 โดยลมทางทิศเหนือในฤดูหนาวของฮ่องกงมีผลทำให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 เพิ่มขึ้น และลมทางทิศใต้ในฤดูร้อนของฮ่องกงมีผลทำให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลง

จากงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang, Qianqian et al., 2017) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในประเทศจีน ซึ่งจะศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ พบว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ความเร็วลมมีความสัมพันธ์เชิงลบกับฝุ่นละออง PM 2.5 ทุกบริเวณในประเทศจีนยกเว้นบริเวณเกาะไหหลำ

จากงานวิจัยของ Sun และคณะ(Sun et al., 2019) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 – 2559 ปัจจัยที่มีผลต่อวันที่มีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในชั้นบรยากาศ ได้แก่ ความเร็วลม

จากงานวิจัยของ Guerra และคณะ (Guerra et al., 2006) ได้ทำการศึกษาปัจจัยด้านทิศทางลมต่อความเข้มข้นของอนุภาคแบบหยาบ (PM 10) และอนุภาคแบบละเอียด (PM 2.5) ในตะวันออกเฉียงใต้แคนซัส พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง PM 10 และ PM 2.5 โดนปริมาณอนุภาคฝุ่นที่มีความเข้มข้นมากที่สุดมาจากลมด้านทิศใต้ ลมสงบ ลมทางด้านทิศเหนือ และลมจากทิศอื่นๆ ตามลำดับ ซึ่งผลกระทบทางทิศทางลมแสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดมลพิษในแต่ละภูมิภาค อาจจะมีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละอองในพื้นที่

จากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (Zhao et al., 2014) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิของเมืองปักกิ่ง พบว่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับความเร็วลมมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ และถือว่าความเร็วลมเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการกระจายความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5

จากงานวิจัยของ Pu และคณะ (Pu et al., 2011) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในเมืองปักกิ่ง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พบว่า ลมทางทิศใต้เป็นตัวพัดพามลพิษให้มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ชนบท และปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลงเมื่อลมทางทิศเหนือพัดผ่านในบริเวณเมืองและชนบท ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ลมทางทิศเหนือสามารถเจือจางและกระจายมลพิษได้ในพื้นที่เมืองปักกิ่ง แต่ลมทางทิศใต้จะมีบทบาทตรงกันข้าม

4.1.1.3 ความชื้น (humidity)

ในการศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถสรุปเกี่ยวกับความชื้นจากงานวิจัยทั้งหมด 5 งานวิจัย ดังนี้

จากงานวิจัยของ Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) ได้กล่าวไว้ว่าฝุ่นละออง PM 2.5 มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นเป็นอย่างมาก ในบางเดือนมีความสัมพันธ์เชิงบวกแต่เป็นส่วนน้อย โดยในฤดูรอยเมื่อความชื้นสูงถึงร้อยละ 70 ฝุ่นละออง PM 2.5 จะมีความสัมพันธ์เชิงลบ ในฤดูใบไม้ร่วงมีความสัมพันธ์เชิงลบทั้งหมด ในเดือนกันยายนความชื้นสูงประมาณร้อยละ

80 – 100 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 จะลดดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนและฤดูหนาว สำหรับฤดูใบไม้ผลิและฤดูหนาว ความชื้นค่อนข้างต่ำ ทำให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สูง เมื่อความชื้นสูงจำให้อนุภาคฝุ่นละอองมีน้ำหนักมากเกินไปในอากาศ ดังนั้นจึงเกิดการสะสมแห้งทำให้อนุภาคฝุ่นตกลงสู่พื้น เป็นผลให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในอากาศลดลง

จากงานวิจัยของ Li และคณะ (Li et al., 2017) ได้กล่าวไว้ว่า ความชื้นในอากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อประมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งในปี พ.ศ. 2556 ประเทศฮ่องกงมีความชื้นอยู่ที่ระหว่างร้อยละ 70 – 90 จึงทำให้ความเข้มข้นของ PM2.5 ลดลง

จากงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang, Qianqian et al., 2017) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในประเทศจีน ซึ่งจะศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ พบว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 บริเวณในภาคเหนือของจีนและเมืองอุรุมชี และความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 บริเวณพื้นที่อื่นๆ ของประเทศจีน และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 โดยจะมีประสิทธิภาพสูงในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ

จากงานวิจัยของ Zhao และคณะ (Zhao et al., 2014) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิของเมืองปักกิ่ง พบว่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับความชื้นมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก และถือว่าความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการกระจายความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5

จากงานวิจัยของ Zhang และ jiang (Zhang and Jiang, 2018) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อฝุ่นละอองในบรรยากาศ (PM2.5) ในพื้นที่ Chang-Zhu-Tan พบว่า ปัจจัยทางด้านความชื้นในอากาศมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกต่อปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละออง PM 2.5

4.1.1.4 ความกดอากาศ (Pressure)

ในการศึกษาตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ทำการศึกษาตัวแปรความกดอากาศที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งศึกษาจากงานวิจัยทั้งหมด 2 งานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

จากงานวิจัยของ Li และคณะ (Li et al., 2017) ได้กล่าวไว้ว่า ความกดอากาศมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งในปี พ.ศ. 2556 ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม ความกดอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเกือบทั้งปี เมื่อความกดอากาศเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ให้มีค่าเพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang, Qianqian et al., 2017) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในประเทศจีน ซึ่งจะศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ พบว่า จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ ความกดอากาศมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนกลางของประเทศจีน และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ความกดอากาศมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในฤดูใบไม้ร่วงมากกว่าฤดูอื่นๆ

4.1.1.5 ปริมาณน้ำฝน (Rain Fall)

ในการศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถสรุปเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนจากงานวิจัยทั้งหมด 4 งานวิจัย ดังนี้

จากงานวิจัยของ Wang และ Ogawa (Wang and Ogawa, 2015) ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณน้ำฝนสามารถความเข้มข้นของ PM2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านกระบวนการสะสมเปียก (wet deposition) ซึ่งสามารถกำจัดปริมาณฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 หมายถึง เมื่อปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลง

จากงานวิจัยของ Li และคณะ (Li et al., 2017) พบว่า ร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำฝนในปีพ.ศ. 2556 ของประเทศฮ่องกง มีปริมาณน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรจึงทำให้มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 สูง เนื่องจากฝนสามารถทำความสะอาดและชะล้างอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในอากาศได้

จากงานวิจัยของ Guoab (Guoab, 2016) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและคุณภาพอากาศ โดยศึกษาอนุภาคฝุ่นของละอองที่มีขนาด 2.5 – 10 ไมครอน และอนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาด 2.5 ไมครอน พบว่า การชะล้างของน้ำฝนสามารถชะล้างอนุภาคฝุ่น PM 2.5 – PM 10 ได้มีประสิทธิภาพมากกว่าอนุภาคฝุ่นของ PM 2.5 โดยปริมาณน้ำฝนที่มีประสิทธิภาพในการชะล้างฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีอยู่ที่ปริมาณ 7 มิลลิเมตร ซึ่งระดับของปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 จะลดลงหลังจากที่มีฝนตกติดต่อกันเป็นเวลา 3 – 6 วัน

จากงานวิจัยของ Pu และคณะ (Pu et al., 2011) จากการศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในเมืองปักกิ่ง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พบว่า ปริมาณน้ำฝนภายในชั่วโมงที่มีปริมาณสูงกว่า 1 มิลลิเมตร สามารถกำจัดฝุ่นละออง PM 2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.2 ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ

ในการศึกษาตัวแปรที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 พืชพรรณถือเป็นหนึ่งในตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งสามารถแบ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์ไม้ที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ดังนี้

4.1.2.1 การผลัดใบ (shed leaves) หมายถึงการร่วงหล่นของใบไม้ ซึ่งพันธุ์ไม้แต่ละประเภทจะมีการผลัดใบที่แตกต่างกันไป ใบไม้ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการดักจับฝุ่นของต้นไม้ เนื่องจากฝุ่นละอองจะตกกระทบอยู่บนผิวใบ เพราะนั้นพันธุ์ไม้ที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) มีใบเขียวตลอดทั้งปี จึงมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดีกว่า พันธุ์ไม้ผลัดใบ (Deciduous)

4.1.2.2 ความสูงของต้นไม้ (Size) ต้นไม้ที่มีความสูงมากกว่า 20 เมตรขึ้นไปจะมีประสิทธิภาพในการดักฝุ่นได้ดี ซึ่งพันธุ์ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 20 เมตร ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ยืนต้น

4.1.2.3 อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) หมายถึง การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพืช ในช่วงเวลา 1 ปี โดยพืชพรรณที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว จะมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดีกว่าพืชพรรณที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า

4.1.2.4 ความหนาแน่นของทรงพุ่ม (density) หมายถึง การรวมกลุ่มระหว่างกิ่งก้านและใบของต้นไม้ โดยสังเกตจากปริมาณของแสงที่ลอดผ่าน ซึ่งความหนาแน่นของทรงพุ่มมีผลต่อประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองของใบไม้ ทรงพุ่มที่มีความหนาแน่นมากจะมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดี สำหรับทรงพุ่มที่มีความหนาแน่นน้อยหรือทรงพุ่มโปร่งประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองก็จะลดลง อีกทั้งความหนาแน่นของใบ มีความสัมพันธ์ต่อความหนาแน่นของทรงพุ่ม ต้นไม้ที่มีใบประกอบแบบขนนกจะมีประสิทธิภาพในการดักฝุ่นละอองได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีลักษณะใบเป็นแบบใบเดี่ยว

4.1.2.5 ลักษณะของใบไม้ ได้แก่

(1) ความกว้างของใบ ต้นไม้แต่ละชนิดก็จะมีลักษณะของใบที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด โดยขนาดความกว้างของในมีผลต่อประสิทธิภาพในการ

(2) รูปทรงของใบ ใบที่มีรูปทรงเรียวเล็กหรือรูปทรงใบลักษณะแบบต้นสน จะมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดีกว่าใบที่มีรูปทรงกว้าง

(3) ลักษณะพื้นผิวของใบ ฝุ่นละอองจะทำการตกกระทบลงบนพื้นผิวของใบ เพราะฉะนั้นลักษะพื้นผิวของใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นได้ดีที่สุด คือ ผิวใบที่มีลักษณะที่สากมีขนเล็กๆ ปกคลุมทั่วพื้นผิวใบโดยขนเล็กๆ เหล่านี้มีหน้าที่ในการดักจับฝุ่นละออง ส่วนลักษณะใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นรองลงมา คือ ผิวใบมีลักษณะนุ่ม มีความมัน มีขนหรือมีขนเล็กน้อย และลักษณะของผิวใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองต่ำ คือ ผิวใบแบบเรียบ

(4) โครงสร้างจุลภาคของผิวใบ (Microstructure of Leaves) หมายถึง โครงสร้างภายในของใบไม้ โดยประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น Epicuticular Wax Cuticle Epidermis Stomata เป็นต้น โดยตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการดักจับฝุ่นละออง ได้แก่ จำนวนปากใบ ปริมาณของ Epicuticular Wax และคุณสมบัติของ Cuticle ในฤดูกาลต่างๆ

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณที่ได้กล่าวถึงมากที่สุดคือ ลักษณะพื้นผิวของใบ ซึ่งงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang et al., 2015) ได้กล่าวไว้ว่า พื้นผิวใบที่มีลักษณะขรุขระ มีเส้นขนสั้นๆ ปกคลุม และมีความเหนียว จะมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดีที่สุด จากงานวิจัยของธรรมรัตน์ และคณะ (ธรรมรัตน์ พุทธไทย และคณะ, ม.ป.ป.) ได้กล่าวไว้ว่า ใบไม้ที่มีลักษณะเรียวเล็ก ผิวใบมีความหยาบ มีขน และเหนียว มีความเหมาะสมในการดักจับฝุ่นละอองได้มากที่สุด และจากงานวิจัยของ Dzier**ż**anowski และ Gawro**ń**ski (Dzier**ż**anowski and Gawro**ń**ski, 2011) ได้กล่าวไว้ว่า พันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองที่มีอนุภาคน้อยกว่า 2.5 ไมครอน ได้ดีที่สุดมีลักษณะผิวใบแบบมีขน บนผิวใบหนาแน่น

จากงานวิจัยของ Yang และคณะ (Yang et al., 2015) ได้กล่าวถึงตัวแปรต่างๆได้แก่ การผลัดใบ ความสูงของต้นไม้ อัตราการเจริญเติบโต ความหนาแน่นของทรงพุ่ม ลักษณะของใบไม้คือขนาดของใบและพื้นผิวของใบ จากงานวิจัยของ ธรรมรัตน์ และคณะ (ธรรมรัตน์ พุทธไทย และคณะ, ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงแปร ได้แก่ การผลัดใบ ความสูง ความหนาแน่นของทรงพุ่ม ลักษณะของใบคือรูปร่างของใบและพื้นผิวของใบ และจากงานวิจัยของ Zhang และคณะ (Zhang et al., 2017) ได้กล่าวถึงตัวแปร ได้แก่ โครงสร้างทางจุลภาค โดย epicuticular wax, cuticle และ stomata ของใบไม้มีผลต่อการดักจับฝุ่นละอองของ PM 2.5 ภ ได้กล่าวถึงตัวแปร ได้แก่ การผลัดใบ ลักษณะของใบไม้คือรูปทรงของใบและพื้นผิวของใบ

ซึ่งในงานวิจัยของ Zhang และคณะ (Zhang et al., 2017) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของพื้นผิวของใบ จากพันธุ์ไม้ 6 ชนิด พบว่า ลักษณะปากใบของ *Pinus tabuliformis* มีลักษณะเป็นวงกลม โดยเรียงตัวกันในแนวตั้ง มีความหนาแน่นสูง ซึ่งโครงสร้างลักษณะนี้จะส่งผลให้อนุภาคฝุ่นละอองปิดบริเวณปากใบ *Pinus bungeana* มี wax บริเวณบนผิวใบ มีลักษณะปากใบเป็นแบบรูปไข่ และมีขนาดใหญ่กว่า *Pinus tabuliformis* แต่ *Pinus bungeana* จะมีความเรียบรอบปากใบมากกว่า *Pinus tabuliformis* โดยส่งผลทำให้ *Pinus bungeana* สามารถดักฝุ่นละอองได้น้อยกว่า *Salix matsudana* มีปากใบขนาดใหญ่และเรียบกว่า มีความหนาแน่นของปากใบต่ำ บริเวณรอบปากใบมี cilia เป็นจำนวนมากซึ่งมีลักษณะนุ่นและยาว *Acer truncatum* มีการกระจายตัวของปากใบในแนวรัศมี และขนานกับสันตื้นๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับตาข่ายและร่องลึกคล้ายรังผึ้ง Ginkgo biloba ใบมีพื้นผิวเรียบ และปากใบมีความหนาแน่นต่ำ ไม่มี wax และ cilium บนผิวใบ

และ *Populus tomentosa* มี epidermis ที่มีลักษณะเรียบ และปากใบมีลักษณะที่เล็กมาก โดยมีอนุภาคฝุ่นอยู่บริเวณผิวใบเพียงเล็กน้อย

4.1.3 ปัจจัยทางด้านแหล่งน้ำ

จากงานวิจัยของ Zhu และ Zhou (Zhu and Zhou, 2019) พบว่าในพื้นที่ที่มีรัศมี 0.50 กิโลเมตร วัดจากจุดศูนย์กลาง ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 เฉลี่ยรายปีมีค่าลดลงในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำครอบคลุม ซึ่งการลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 ขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ ยิ่งแหล่งน้ำมีขนาดใหญ่มากเท่าไหร่ ก็จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 มากขึ้นเท่านั้น โดยบริเวณที่ไม่มีแหล่งน้ำปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 จะคงที่ อีกทั้งฤดูการมีอิทธิพลต่อแหล่งน้ำในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 เช่นกัน โดยที่ฤดูใบไม่ร่วงจะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 มากที่สุด อีกทั้งในฤดูใบไม้ร่วง พื้นที่ที่มีปริมาณผิวน้ำเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 10 จะสามารถลดความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ถึงร้อยละ 6.22

จากงานวิจัยของ Chunyang และ Yuanzi (Chunyang and Yuanzi, 2018) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของพื้นที่ชุ่มน้ำ ทะเลสาบในบริเวณเมือง ต่อการกระจายตัวของฝุ่นละออง PM 2.5 ในฤดูใบไม้ผลิ เมืองอู่ฮั่น พบว่า พื้นที่ชุ่มน้ำ (พื้นที่ทะเลสาบน้อยกว่า 0.2 ตร.กม.) ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อฝุ่นละออง PM 2.5 ในพื้นที่ใจกลางเมือง และทางอากาศ โดยที่ความเข้มข้นของ PM2.5 มีความสัมพันธ์เชิงลบกับพื้นที่ชุ่มน้ำ และ รูปร่างของพื้นที่ชุ่มน้ำ

ซึ่งปัจจัยต่างๆ กังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปออกมาเป็นตารางตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ดังตารางที่ 6 ดังนี้

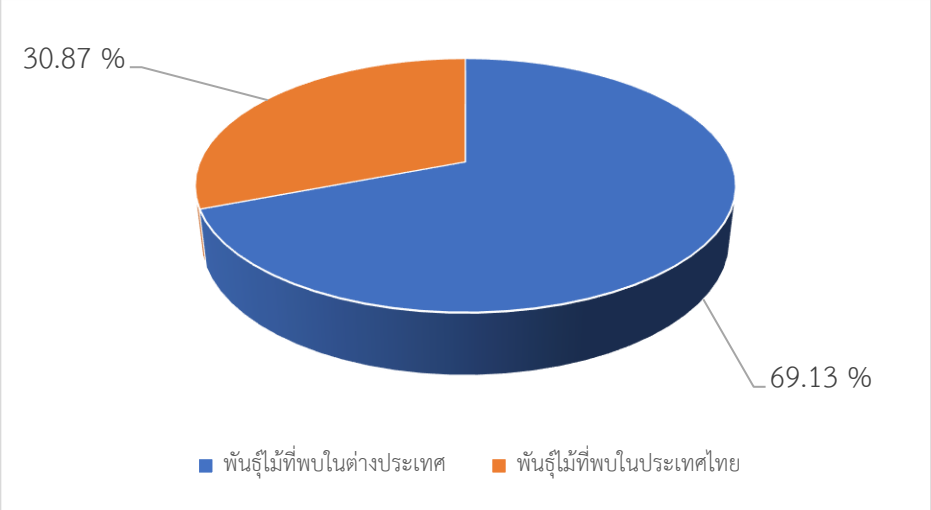
ตารางที่ 6 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5

แหล่งที่มา	ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา						ปัจจัยด้านพืชพรรณ								ปัจจัยด้านแหล่งน้ำ
	อุณหภูมิ	ความเร็วลม	ทิศทางลม	ความชื้น	ความกดอากาศ	ปริมาณน้ำฝน	การผลัดใบ	ความสูง	อัตราการเจริญเติบโต	ความหนาแน่นทรงพุ่ม	ลักษณะใบ				
											ความกว้าง	รูปทรง	พื้นผิว	โครงสร้างจุลภาค	
1. J. Wang and S.Ogawa, 2015	/	/	/	/		/									
2. X. Li et al, 2017	/	/		/	/	/									
3. Q. Yang et al, 2017	/	/		/	/	/									
4. Z. cx et al, 2014	/	/		/											
5. Y. Zhang and W. Jinag, 2018	/	/		/		/									
6. R. Sun et al, 2019		/													
7. L. Guo et al, 2016						/									
8. Sergio A. Guerra et al, 2012			/												
9. PU wei-wei et al, 2011			/			/									
10. Yang, J., et al. 2015							/	/	/	/	/		/		
11. ธรรมรัตน์ และคณะ, ม.ป.ป.							/	/		/	/	/			
12. Zhang, W., et al. 2017														/	
13. Chen, L., et al. 2017							/					/	/		
14. Dzierżanowski, K and Gawroński, S W. 2011.													/		
15. D. Zhu and X. Zhou, 2019															/
16. C. Zhu and Y. Zeng, 2018															/
จำนวนผู้ที่กล่าวถึง	5	6	3	5	2	6	3	2	1	2	2	2	3	1	2

จากตารางที่ 6 พบว่า ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ตัวแปรที่มาการกล่าวถึงมากที่สุด ได้แก่ ทิศทางลมและปริมาณน้ำฝน มีงานวิจัยที่กล่าวถึงทั้งหมด 6 งานวิจัย รองลงมาเป็น อุณหภูมิ ความชื้น ทิศทางลม และความกดอากาศ ตามลำดับ ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ ตัวแปรที่มาการกล่าวถึงมากที่สุด ได้แก่ พื้นผิวใบ และการผลัดใบ มีงานวิจัยที่กล่าวถึงทั้งหมด 3 งานวิจัยรองลงมาเป็น ความสูง ความหนาแน่นของทรงพุ่ม ความกว้างของใบรูปทรงของใบ และโครงสร้างจุลภาคของใบ ตามลำดับ และปัจจัยด้านแหล่งน้ำ มีงานวิจัยที่กล่าวถึง 2 งานวิจัย

4.2 การรวบรวมข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลด PM 2.5

ในการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 7 งานวิจัย โดยมีกลุ่มข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่เกี่ยวข้องจำนวน 49 วงศ์ (family) 162 ชนิด (species) สามารถแบ่งเป็นกลุ่มไม้ยืนต้น (tree) 134 ชนิด กลุ่มไม้พุ่ม (shrub) 19 ชนิด และกลุ่มไม้เลื้อย (lianas) 9 ชนิด



ภาพที่ 14 แผนภูมิแสดงสัดส่วนระหว่างชนิดพันธุ์ไม้ในประเทศและต่างประเทศ

จากภาพที่ 24 จะเห็นได้ว่าในการรวบรวมชนิดพันธุ์ไม้จากงานวิจัย 7 ผลงาน พบว่าชนิดพันธุ์ไม้ในต่างประเทศมีมากถึงร้อยละ 69.13 และพันธุ์ไม้ที่พบในประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 30.87 เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ในประเทศไทยยังถือว่ามีจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับงานวิจัยของต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 อีกทั้งงานวิจัยในต่างประเทศบางผลงานพบว่า มีการรวบรวมรายชื่อพันธุ์ไม้ประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่สามารถพบได้ในประเทศไทย เช่น ต้นหลิว ต้นมะม่วง ต้นแปะก๊วย เป็นต้น

โดยผู้วิจัยได้ทำการยกตัวอย่างชนิดพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลด PM 2.5 และสามารถพบได้ในประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็น กลุ่มไม้ยืนต้น กลุ่มไม้พุ่ม และกลุ่มไม้เลื้อย ดังตารางที่ 7, 8 และ 9 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ตัวอย่างพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5

ชื่อพันธุ์ไม้	**ชื่อสามัญ (common name)**	**ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)**	**วงศ์ (family)**
แปะก๊วย	ginkgo	*Ginkgo biloba*	GINKGOACEAE
หลิว	Weeping willow	*Salix babylonica*	SALICACEAE
จามจุรี	Rain Tree	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	LEGUMINOSAE
ไทรย้อยใบแหลม	Golden Fig	*Ficus benjamina*	MORACEAE
ตะขบฝรั่ง	Jam tree	*Muntingia calabura L.*	MUNTINGIACEAE

ตารางที่ 8 ตัวอย่างพันธุ์ไม้พุ่มที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5

ชื่อพันธุ์ไม้	**ชื่อสามัญ (common name)**	**ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)**	**วงศ์ (family)**
กรรณิการ์	Night blooming jasmine	*Nyctanthes arbor-tristis L.*	OLEACEAE
คริสติน่า	Australian Rose Apple	*Syzygium australe*	MYRTACEAE
หางนกยูงไทย	Barbados Pride	*Caesalpinia pulcherrima*	FABACEAE
หม่อน	Mulberry	*Morus alba L.*	MORACEAE
ฤๅษีผสม	Coleus	*Solenostemon scutellarioides*	LABIATAE

ตารางที่ 9 ตัวอย่างพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM2.5

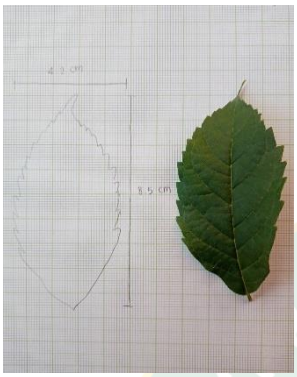
ชื่อพันธุ์ไม้	**ชื่อสามัญ (common name)**	**ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)**	**วงศ์ (family)**
สร้อยอินทนิล	Bengal clock vine	*Thunbergia grandiflora*	ACANTHACEAE
ตีนตุ๊กแก	Climbing Fig	*Ficus pumila* L.	MORACEAE
กะทกรก	Fetid passionflower	*Passiflora foetida L.*	PASSIFLORACEAE
พวงคราม	Purple Wreath	*Petrea volubilis*	VERBENACEAE

4.3 การทดลองความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้

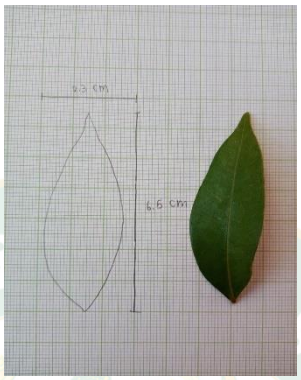
ในการทดลองความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้ โดยทำการวิเคราะห์พื้นผิวใบของพันธุ์ไม้ที่นำมาทดสอบ และทดสอบความสามารถในการดักจับฝุ่นละอองของพันธุ์ไม้ในการทดลอง เพื่อสังเกตความเข้มข้นของปริมาณ PM 2.5 ที่เปลี่ยนไป สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวใบ

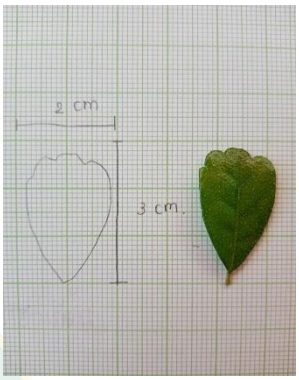
คำนวณหาพื้นที่ใบโดยการสุ่มตัวอย่างใบไม้ของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด เพื่อวาดลงกระดาษกราฟมาตรฐาน โดย 1 ช่องจะมีขนาดเท่ากับ 1 ตารางมิลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด ดังภาพที่ 25 ดังต่อไปนี้



(1) ทองอุไร



(2) คริสตินา



(3) ชาฮกเกี้ยน

ภาพที่ 15 ตัวอย่างการวัดพื้นที่ใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด

พื้นที่ใบทั้งหมดต่อต้นของพันธุ์ไม้ที่ศึกษา (ตารางที่ 10) พบว่า พันธุ์ไม้ที่ขนาดมีพื้นที่ใบที่มากที่สุด ได้แก่ คริสตินา ทองอุไร ชาฮกเกี้ยน ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ใบทั้งหมดของต้นทองอุไรมีค่าต่างจากพื้นที่ใบทั้งหมดของชาฮกเกี้ยนเล็กน้อย ในขณะที่จำนวนใบต่อต้นที่มีมากที่สุด คือ ชาฮกเกี้ยน และจำนวนใบต่อต้นที่มีน้อยที่สุด คือ ทองอุไร

ตารางที่ 10 ค่าขนาดพื้นที่ผิวใบของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด

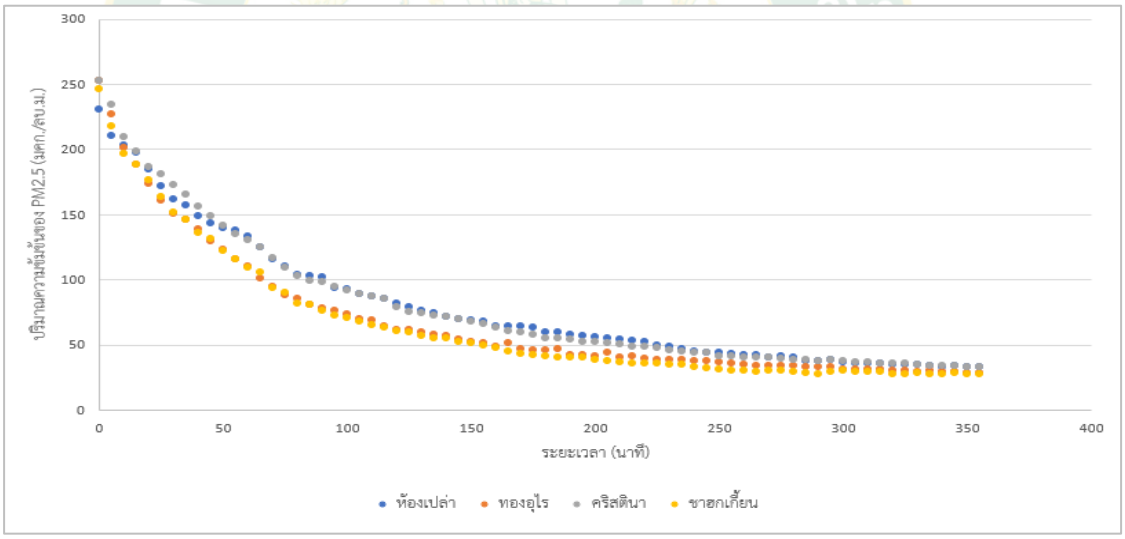
ต้นไม้	จำนวนใบทั้งหมดบนต้น (ใบ/ต้น)	พื้นที่ผิวใบทั้ง 2 ด้าน (ตร.ซม)	พื้นที่ใบทั้งหมด (ตร.ซม) /1 ต้น*	พื้นที่ใบทั้งหมด (ตร.ม) / 4 ต้น**
ทองอุไร	308	38.76	11,938.08	4.77
คริสตินา	726	22.59	16,400.34	6.56
ชาฮกเกี้ยน	1825	4.585	8,367.62	3.35

* พื้นที่ใบทั้งหมด = พื้นที่ผิวใบทั้ง 2 ด้าน X จำนวนใบทั้งหมดบนต้น **ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ต้นไม้จำนวน 4 ต้น

4.3.2 การทดลองประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของไม้พุ่ม

จากการทดลองประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของไม้พุ่ม ได้ทดสอบในห้องทดลองที่ไม่มีต้นไม้ และทดสอบโดยใช้พันธุ์ไม้พุ่มที่มีคุณสมบัติของใบที่ต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ผิวใบด้าน(ทองอุไร) ผิวใบมัน(คริสตินา) และผิวใบสากมีขน (ชาฮกเกี้ยน) โดยเฝ้าสังเกตปริมาณ PM 2.5 ทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ผลการทดลอง ดังนี้

ภาพที่ 16 ตัวอย่างการทดลองประสิทธิภาพการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้พุ่ม



ภาพที่ 17 ปริมาณความเข้มข้นของ PM 2.5 ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป

จากภาพที่ 27 แสดงให้เห็นถึงค่าปริมาณความเข้มข้นของ PM 2.5 ที่เปลี่ยนแปลงและลดลงในระหว่างการทดลอง โดยในชั่วโมงแรกปริมาณความเข้มข้นของ PM 2.5 ในการทดลองของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทองอุไรและชาฮกเกี้ยนมีปริมาณ PM 2.5 ที่ลดลงใกล้เคียงกันอยู่ที่ร้อยละ 56 และร้อยละ 55 ต่างจากคริสตินาที่มีการลดลงของ PM 2.5 ในปริมาณที่น้อยกว่าพืชอีก 2 ชนิด อยู่ที่ร้อยละ 48 ต่อมาในชั่วโมงที่ 2 และ 3 มีการลดลงของ PM 2.5 ในห้องทดลองที่มีต้นทองอุไรและชาฮกเกี้ยนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งชาฮกเกี้ยนมีความเข้มข้นของ PM 2.5

น้อยกว่าของทองอุไรเล็กน้อย โดยมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 100 มคก./ลบ.ม. และในชั่วโมงที่ 4 ถึง 6 ความเข้มข้นของปริมาณ PM 2.5 ของพืชทั้ง 3 ชนิด เริ่มมีการคงที่ซึ่งอยู่ในช่วง 25 - 50 มคก./ลบ.ม โดยปริมาณ PM 2.5 ในอากาศภายในห้องทดลองที่เหลือน้อยที่สุดได้แก่ต้นชาฮกเกี้ยน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีที่สุด ได้แก่ ต้นชาฮกเกี้ยน ต้นทองอุไร และต้นคริสตินาตามลำดับ

4.4 ขั้นตอนในการออกแบบภูมิทัศน์

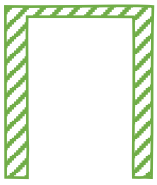
4.4.1 การกำหนดขนาดของพื้นที่

จากการที่ได้รวบรวมข้อมูลแปลนบ้านเดี่ยวจากโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 20 โครงการ พบว่า รูปทรงของพื้นว่างสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ ตัว U ร้อยละ 30 ตัว L ร้อยละ 15 และตัว C ร้อยละ 55 สามารถแสดงดังตารางต่อไปนี้

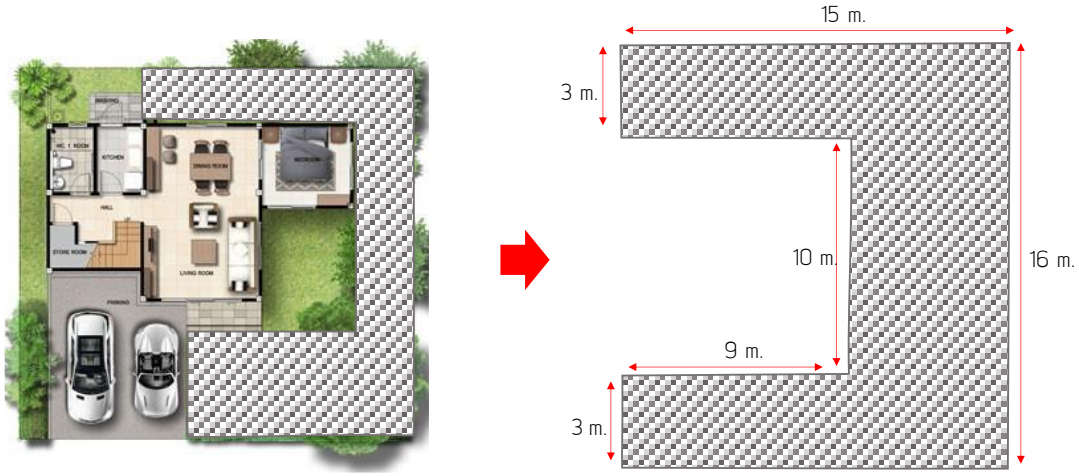
ตารางที่ 11 แสดงภาพพื้นที่ว่างของบ้านจัดสรร พร้อมรายละเอียด

พื้นที่ว่าง	รายละเอียด	พื้นที่ว่าง (ตร.ม.)	ราคา (ล้านบาท)	รูปทรง U	L	C
1.	THE PLANT กรุงเทพ - ปทุมทนี (pruksa) แบบบ้าน PLUMOSA **ขนาดที่ดิน** 50 ตร.วา (200 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 159 ตร.ม (79.5 ตร.ม)	120	3.99	/		
2.	บุญสิริ สันผีเสื้อ เชียงใหม่ (แสนสิริ) แบบบ้าน HUANNARA (เฮือนนารา) **ขนาดที่ดิน** 54.2 ตร.วา (216.8 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 128 ตร.ม (64 ตร.ม)	108.4	4.29			/
3.	อรสิริน 11 แบบบ้าน MTL 5 **ขนาดที่ดิน** 64.5 ตร.วา (258 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 178 ตร.ม (89 ตร.ม)	169	5.24	/		
4.	อรสิริน 11 แบบบ้าน MTL 7 **ขนาดที่ดิน** 59 ตร.วา (236 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 116 ตร.ม (58 ตร.ม)	178	3.29			/
5.	เดอะเบสท์ มิตรไมตรี แบบบ้าน TYPE A **ขนาดที่ดิน** 50 ตร.วา (200 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 185 ตร.ม (92.5 ตร.ม)	107.5	4.69			/

พื้นที่ว่าง	รายละเอียด	พื้นที่ว่าง (ตร.ม.)	ราคา (ล้านบาท)	รูปทรง U	L	C
6.	Trendy Tara ร่มเกล้า แบบบ้าน Opal **ขนาดที่ดิน** 50 ตร.วา (200 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 144 ตร.ม (72 ตร.ม)	128	5.29	/		
7.	Habitia orbit (หทัยราษฎร์) แบบบ้าน HTR4 **ขนาดที่ดิน** 50 ตร.วา (200 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 113 ตร.ม (56.5 ตร.ม)	143.5	4.59			/
8.	Habitia orbit (หทัยราษฎร์) แบบบ้าน HTR2s **ขนาดที่ดิน** 50.30 ตร.วา (201.2 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 146 ตร.ม (73 ตร.ม)	128.2	5.59		/	
9.	กาญจน์กนก แบบบ้าน รรินกาญจน์ **ขนาดที่ดิน 72** ตร.วา (288 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 187 ตร.ม (93.5 ตร.ม)	194.5	3.5			/
10.	S GATE LIFE แบบบ้าน PROUD137 ราชพฤกษ์ – กาญจนาภิเษก **ขนาดที่ดิน 50.8** ตร.วา (203.2 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 137 ตร.ม (68.5 ตร.ม)	134.7	5.29		/	
11.	S GATE PREMIUM ราชพฤกษ์ แบบบ้าน Prime187 **ขนาดที่ดิน 50.6** ตร.วา (202.4 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 187 ตร.ม (93.5 ตร.ม)	108.9	5.99			/
12.	กาญจน์กนกวิลล์ 11 สันนาเม็ง แบบบ้าน นภากาญจน์ A2 **ขนาดที่ดิน 54** ตร.วา (216 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 145 ตร.ม (72.5 ตร.ม)	143.5	3.6			/
13.	THE BLISS กุลพันธ์วิลล์ แบบบ้าน นนทภูมิ **ขนาดที่ดิน 70** ตร.วา (280 ตร.ม)	190.5	5.7		/	

พื้นที่ว่าง	รายละเอียด	พื้นที่ว่าง (ตร.ม.)	ราคา (ล้านบาท)	รูปทรง U	L	C
	พื้นที่ใช้สอย 179 ตร.ม (89.5 ตร.ม)					
14.	. THE BLISS กุลพันธ์วิลล์ แบบบ้าน เบอร์ลิน **ขนาดที่ดิน 60** ตร.วา (240 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 113 ตร.ม (56.5 ตร.ม)	183.5	3.54			/
15.	THE BLISS กุลพันธ์วิลล์ แบบบ้าน สราญภูมิ **ขนาดที่ดิน** 60 ตร.วา (240 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 200 ตร.ม (100 ตร.ม)	140	5.74			/
16.	. CASA PRESTO วงแหวน-ปิ่นเกล้า แบบบ้าน ANGEL **ขนาดที่ดิน 64.3** ตร.วา (257.2 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 142 ตร.ม (71 ตร.ม)	186.2	6.59			/
17.	CASA PRESTO วงแหวน-ปิ่นเกล้า แบบบ้าน ALISA **ขนาดที่ดิน** 64 ตร.วา (256 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 167 ตร.ม (83.5 ตร.ม)	172.5	6.69	/		
18.	อิคอนเนเจอร์ พระราม 2 – เทียมทะเล (PRIN Siri) แบบบ้าน CANOLA **ขนาดที่ดิน 50** ตร.วา (200 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 157 ตร.ม (78.5 ตร.ม)	121.5	4.99	/		
19. 	ZEN by SIVALAI แบบบ้าน บ้านเดี่ยว 2 ชั้น (Z-4) **ขนาดที่ดิน 58** ตร.วา (232 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 165 ตร.ม (82.5 ตร.ม)	149.5	3.19	/		
20.	กาญจน์กนกวิลล์ 13 น้ำโฮม **แบบบ้าน มนธกาญจน์ A2** **ขนาดที่ดิน 70** ตร.วา (280 ตร.ม) **พื้นที่ใช้สอย** 203 ตร.ม (101.5 ตร.ม)	178.5	3			/

จากตารางที่ 11 สามารถสรุปได้ว่า รูปทรงพื้นที่ว่าง ที่พบมากที่สุดคือ ตัว C อยู่ที่ร้อยละ 35 ของรูปทรงทั้งหมด โดยขนาดของที่ดินส่วนใหญ่มีขนาด 50 ตารางวา และมีพื้นที่ว่างเฉลี่ย 150 ตารางเมตร สามารถสรุปเป็นพื้นที่สมมติที่ใช้ในการศึกษาได้ดังภาพที่ 28

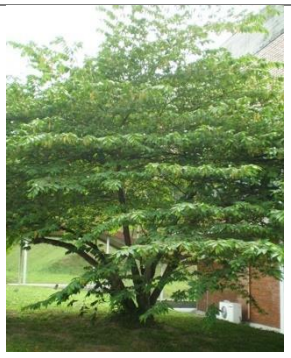


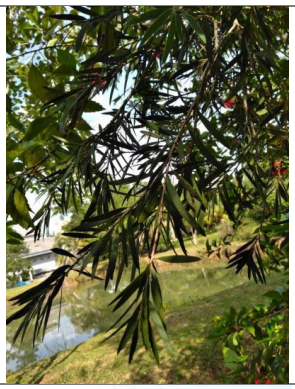
ภาพที่ 18 รูปทรงขนาดพื้นที่สีเขียวที่ใช้ในการศึกษา

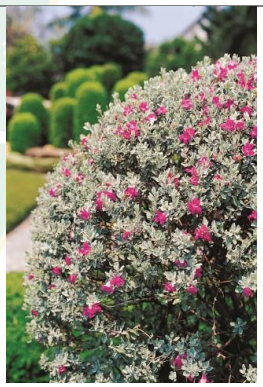
4.4.2 การเลือกชนิดพันธุ์ไม้

จากการพิจารณา ตารางพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ได้ทำการรวมรวม ซึ่งในการออกแบบได้ทำการคัดเลือกใช้ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้เลื้อย มาใช้ในการจัดภูมิทัศน์ สามารถแสดงออกเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 12 ตารางพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการออกแบบภูมิทัศน์

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	รายละเอียด	ภาพประกอบ
1. ตะขบฝรั่ง	*Muntingia calabura* L.	ไม้ยืนต้น	ไม้ยืนต้นขนาดเล็กสูง 5-10 ม. ตกกิ่งก้านแผ่ขนานกับพื้นดิน ใบเป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับแบบทแยงกัน ขอบใบจักเป็นซี่ฟันเล็ก ๆ ใบกว้าง 1.5-3.5 ซม. หลังใบและท้องใบมีขนนุ่มและเหนียว	

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	รายละเอียด	ภาพประกอบ
2. แปรงล้างขวด	*Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G. Don*	ไม้ยืนต้น	ไม้ยืนต้น สูง 7-10 เมตร ใบเดี่ยวออกเวียนสลับ แผ่นใบรูปขอบขนานยาว ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม โคนใบเรียว ใบมีต่อม ดอกย่อยสีแดง กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นถ้วย	
3. อินทนิล	*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.	ไม้ยืนต้น	ไม้ต้น สูง 10-20 ม. ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่หรือรูปรี กว้าง 4-7 ซม. ยาว 11-16 ซม.บมีสีเขียว เนื้อใบค่อนข้างหนาและเกลี้ยงเป็นมันทั้งสองด้าน ดอกใหญ่มีหลายสี เช่น สีม่วงอมชมพู สีม่วงสด	
4. แคแสด	*Spathodea campanulata* P.Beauv.	ไม้ยืนต้น	เป็นไม้ยืนต้น สูง 8-24 ม. เรือนยอดทรงกลม หนาทึบ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ออกเรียงสลับ ใบย่อยมี 3-6 คู่ รูปไข่หรือรูปรี กว้าง 2.5-5.5 ซม. ยาว 4-12 ซม.มีขนเล็กน้อย ปลายใบเป็นติ่งแหลม โคนใบเบี้ยว ขอบใบเรียบ	
5. ทองอุไร	*Tecoma stans* (L.) Kunth	ไม้พุ่ม	ใบประกอบแบบขนนก ปลายคลี่ เรียงตรงข้ามกัน ใบมีความกว้าง 2 - 3 ซม. ยาว 3 - 8 ซม. ใบรูปหอกหรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ลักษณะพื้นผิวใบด้าน ใต้ใบมีขนละเอียด	

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	รายละเอียด	ภาพประกอบ
6. กรรณิการ์	*Nyctanthes Arbortristis*	ไม้พุ่ม	เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กสูงประมาณ 2 เมตร ใบเป็นใบเดี่ยวออกเป็นคู่ๆ มีขนอ่อนๆ ปกคลุมอยู่ทั่วใบ ใบเป็นรูปไข่รี ปลายแหลม ขอบใบเรียบ ช่อหนึ่งมีดอกราว 5-8 ดอก	
7. ชาฮกเกี้ยน	*Carmona retusa* (Vahl) Masam.	ไม้พุ่ม	**ลำต้น** ไม้พุ่ม สีน้ำตาลอ่อน สูงได้ถึง 1 เมตร แตกกิ่งก้านมาก เป็นพุ่มแน่น **ใบ** ใบเดี่ยว เรียงสลับ ผิวด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ค่อนข้างหนา หลังสีเขียว **ดอก** ช่อดอกแบบกระจุก ออกตามซอกใบมี 2-5 ดอก	
8. นีออน	*Leucophyllum frutescens* (Berland.) I. M. Johnst	ไม้พุ่ม	เป็นไม้พุ่มขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ทรงพุ่มกว้าง 1 – 2 ม. **ใบ** ใบเดี่ยว ออกตรงข้าม รูปไข่กลับถึงรูปรี ปลายใบมน มีขนสีขาวปกคลุม **ดอก:** ดอกออกเดี่ยว สีม่วงสดถึงชมพูอมม่วงแดง ออกดอกตลอดปี	
9. สร้อยอินทนิล	*Thunbergia grandiflora* (Roxb. ex Rottl.) Roxb	ไม้เลื้อย	เป็นไม้เถาเลื้อยที่มีขนาดใหญ่ ใบเดี่ยว ออกใบเป็นคู่ตรงข้ามกันตามข้อต้น ลักษณะรูปทรงใบจะเป็นรูปไข่แกมรูปหัวใจ ผิวใบสาก มีขน กว้างประมาณ 8 ซม. ดอกสีฟ้าอ่อน	

4.4.3 การกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบภูมิทัศน์

จากการศึกษาข้อมูล และวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของ PM 2.5 เช่น สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล ทิศทางลมแหล่งกำเนิดมลพิษ เป็นต้น โดยสามารถกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบภูมิทัศน์ เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถสรุปได้ดังนี้

4.4.3.1 พิจารณาจากทิศทางของลม เนื่องจากในประเทศไทยช่วงที่มีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สูง ประเทศไทยได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงควรกำหนดตำแหน่งของไม้ยืนต้น ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวางให้มีช่องลม เพื่อเพิ่มความเร็วของลม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wang and Ogawa, 2015) กล่าวว่า หากความเร็วลมมีค่าต่ำกว่า 3 เมตรต่อวินาที จะสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ในปริมาณที่มาก ดังนั้นหากสามารถเพิ่มความเร็วลมที่พัดพามลพิษให้เร็วขึ้นได้ และวางต้นไม้ให้มีการระบายอากาศได้ดีจะทำให้ PM 2.5 พัดออกจากพื้นที่ได้ดีขึ้น

4.4.3.2 พิจารณาจากการเคลื่อนที่ของ PM 2.5

(1) ในกรณีที่ฝุ่นละออง PM 2.5 เคลื่อนที่มาทางด้านบนชั้นบรรยากาศ ควรวางตำแหน่งของไม้ยืนต้น ให้ทรงพุ่มมีความไล่ระดับความสูงและสลับซับซ้อนของทรงพุ่ม เพื่อป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศด้านบน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองมลพิษ

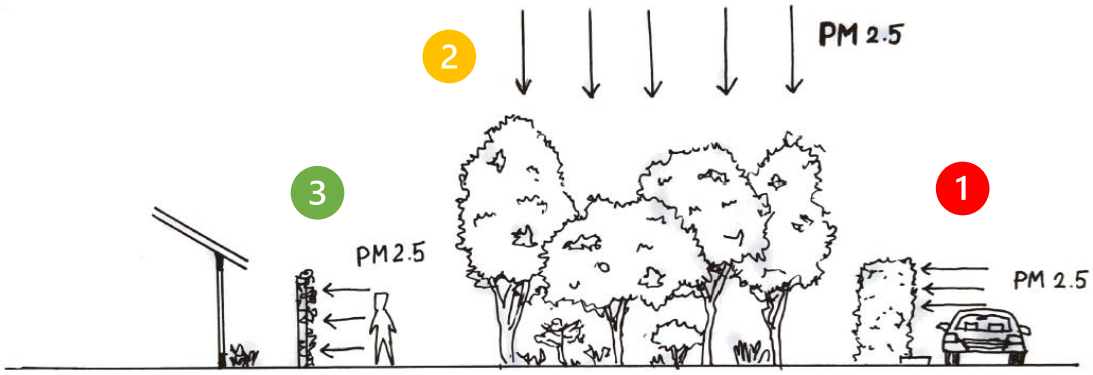
(2) ในกรณีที่ฝุ่นละออง PM 2.5 เคลื่อนตัวมาในบริเวณด้านล่าง วางตำแหน่งของไม้พุ่มไว้ด้านนอกสุด เป็นแนวรั้ว และมีความหนาที่เพียงพอ เพื่อกรองมลพิษ

(3) การวางตำแหน่งของไม้เลื่อย ควรวางในบริเวณที่มีลมพัดเข้าไปยังบริเวณตัวอาคาร ซึ่งแผงไม้เลื้อยสามารถช่วยกรองฝุ่น PM 2.5 ก่อนเข้าบริเวณตัวอาคารได้ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความสวยงามให้กับภูมิทัศน์ และเพิ่มออกซิเจนและลดคาร์บอนไดออกไซด์

4.4.4 แนวทางในการออกแบบ

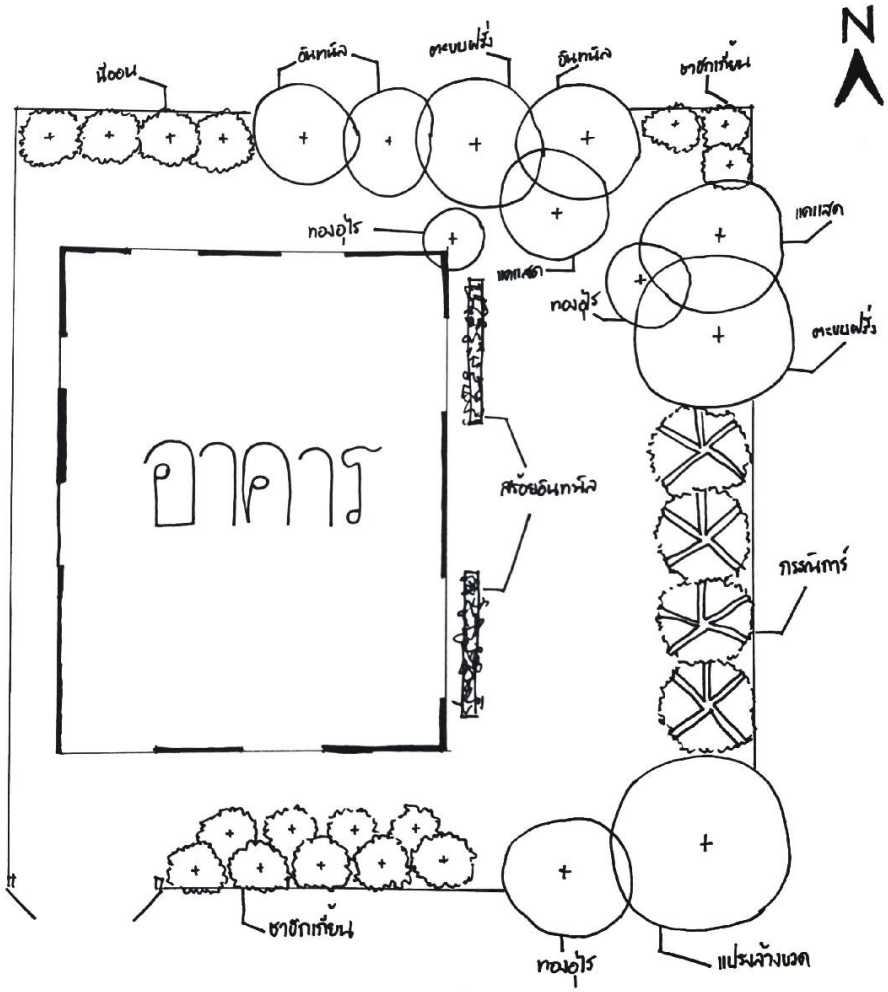
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 และการจัดองค์ประกอบต่างๆ ในงานภูมิทัศน์ ผู้วิจัยได้จัดทำออกมาเป็นแบบร่างแผนผังภูมิทัศน์ และนำแบบร่างดังกล่าว ไปสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อม 2 ท่าน ด้านสุนทรียภาพ 1 ท่าน และด้านภูมิสถาปัตยกรรม 2 ท่าน สามารถสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญได้ดังนี้

ในการนำพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับ PM 2.5 ที่ได้จากการทดลอง มาใช้ในงานภูมิทัศน์ควรมีการประเมินค่าประสิทธิภาพของพันธุ์ไม้ในการดักจับ PM 2.5 ว่าสามารถลดได้มากน้อยเพียงใด ในส่วนของการออกแบบภูมิทัศน์ควรคำนึงถึงการใช้งานต่างๆ โดยการเพิ่มองค์ประกอบภูมิทัศน์ในแผนผัง เช่น ทางเดิน พื้นที่นั่งเล่น เป็นต้น ทำการเพิ่มมุมมองในการวางผังในแต่ละทิศทาง เพื่อที่จะทำให้เห็นภาพรวมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำรูปแบบภูมิทัศน์ไปประยุกต์ใช้ในแต่ละพื้นที่ตามความเหมาะสม และสำหรับการใช้พันธุ์ไม้ในงานภูมิทัศน์เพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 การใช้ไม้พุ่มเพื่อป้องกันฝุ่นละออง แนวไม้พุ่มควรมีความหนาและความสูงมากพอ ในการป้องกันฝุ่นละอองจากทางด้านข้าง และพันธุ์ไม้ยืนต้น ใช้ในการป้องกันฝุ่นละอองจากทางด้านบน ซึ่งในส่วนของบริเวณที่มีการใช้งาน ทรงพุ่มไม่ควรกดต่ำเกินไป และควรคำนึงถึงการดูแลรักษาหลังจากการทำการจัดสวน เมื่อทำการปรับปรุงตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน สามารถสรุปโดยการแสดงออกมาในรูปแบบของแผนผังแสดงตำแหน่งของพันธุ์ไม้ได้ดังนี้



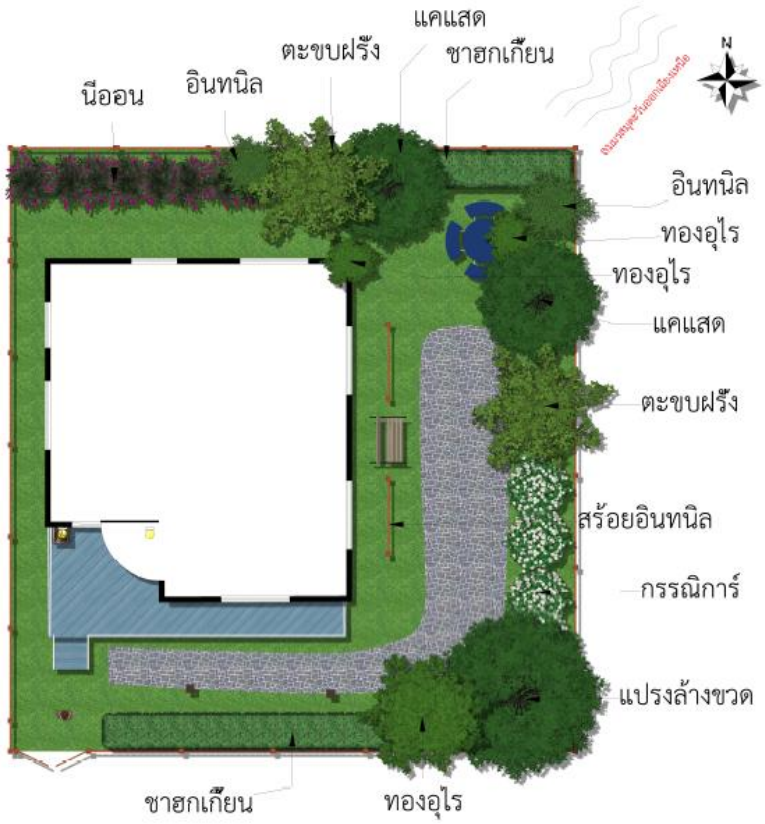
ภาพที่ 19 รูปด้านของภูมิทัศน์และการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง PM 2.5

จากภาพที่ 19 แสดงถึงรูปด้านของภูมิทัศน์ขนาดเล็ก โดยในการจัดภูมิทัศน์ จะสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง PM 2.5 จากหมายเลข 1 แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของฝุ่นละอองที่มาจากบริเวณด้านข้าง โดยทำการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มขนาดกลางไว้เป็นแนวรั้ว เพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่เข้ามาจากบริเวณด้านข้าง ในส่วนของหมายเลข 2 แสดงถึงการเคลื่อนที่ของฝุ่นละอองที่มาจากบริเวณชั้นบรรยากาศ ทำการจัดวางตำแหน่งของต้นไม้ โดยเลือกไม้ยืนต้น และไม้พุ่มขนาดใหญ่วางสลับกันเพื่อให้ทรงพุ่มของพันธุ์มีความสลับซับซ้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง และในส่วนของหมายเลข 3 ทำการวางแผงไม้เลื้อยไว้บริเวณด้านข้างของตัวอาคาร เพื่อเป็นการกรองฝุ่นละอองไม่ให้เข้าไปยังตัวอาคาร



ภาพที่ 20 แผนผังการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้

จากภาพที่ 20 แสดงถึงการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ในพื้นที่สมมติที่ใช้ในการศึกษา โดยทำการวางตำแหน่งของภูมิทัศน์ขนาดเล็ก ไว้บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยรูปทรงของภูมิทัศน์ขนาดเล็กมีรูปร่างเป็นรูปตัว C ซึ่งมีการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดดังนี้ บริเวณทิศใต้ วางต้นชาฮกเกี้ยน เรียงกันเป็นแนวรั้ว โดยวางไม้หลักได้แก่ต้นแปรงล้างขวด และวางต้นทองอุไรไว้บริเวณด้านข้าง บริเวณทิศตะวันออกวางต้นกรรณิการ์ เรียงกันเป็นแนวรั้ว และวางแผงต้นสร้อยอินทนิลไว้บริเวณด้านข้างของตัวอาคาร บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือวางไม้ยืนต้น ได้แก่ ต้นตะขบฝรั่ง ต้นแคแสด และต้นอินทนิล สลับกับไม้พุ่มคือต้นทองอุไร เพื่อให้ทรงพุ่มมีความสลับซับซ้อน และเว้นช่องบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อให้ลมสามารถพัดเข้ามาในบริเวณภูมิทัศน์ขนาดเล็ก และบริเวณทิศเหนือวางต้นชาฮกเกี้ยนและต้นนีออนไว้เป็นแนวรั้ว



ภาพที่ 21 แผนผังแสดงการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ที่ใช้ในงานภูมิทัศน์ขนาดเล็ก

ภาพที่ 22 รูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กแบบภาพสามมิติ

ภาพที่ 23 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในบริเวณภูมิทัศน์ขนาดเล็ก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 พบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 หัวข้อ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ และปัจจัยทางด้านแหล่งน้ำ ซึ่งในปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยามีตัวแปรหลักที่สำคัญ ได้แก่ ความเร็วลมและปริมาณน้ำฝน โดยความเร็วลมจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง PM 2.5 ยิ่งความเร็วลมมีค่าที่สูง ก็จะยิ่งส่งผลต่อการพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกจากพื้นที่ได้ไกลมากยิ่งขึ้น และปริมาณน้ำฝน ส่งผลต่อการชะล้างฝุ่นละออง PM 2.5 สำหรับปัจจัยทางด้านพืชพรรณมีตัวแปรหลักที่สำคัญ ได้แก่ ลักษณะของผิวใบ ซึ่งลักษณะของผิวใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ผิวใบหยาบ มีขน และเหนียว ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะมีหน้าที่ในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้

ในการรวบรวมพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ทำการรวบรวมชนิดพันธุ์ไม้จากบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 7 งานวิจัย โดยมีกลุ่มข้อมูลพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่เกี่ยวข้องจำนวน 49 วงศ์ (family) แบ่งเป็น 162 ชนิด (species) สามารถแบ่งเป็นกลุ่มไม้ยืนต้น (tree) 134 ชนิด กลุ่มไม้พุ่ม (shrub) 19 ชนิด และกลุ่มไม้เลื้อย (lianas) 9 ชนิด โดยพันธุ์ไม้ที่พบสามารถแบ่งออกเป็นพันธุ์ไม้ที่สามารถพบได้ในประเทศไทยร้อยละ 30.87 และพันธุ์ไม้ในต่างประเทศร้อยละ 69.13

ซึ่งในการทดลองประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ทำการพิจารณา ชนิดพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการทดลองจากปัจจัยทางด้านพืชพรรณ คือ ลักษณะผิวใบ ซึ่งถือเป็นตัวแปรสำคัญในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 โดยในการทดลอง ใช้ลักษณะผิวใบ 3 ประเภท ได้แก่ ผิวใบด้าน (ต้นทองอุไร) ผิวใบสากมีขน (ต้นชาฮกเกี้ยน) และผิวใบมัน (ต้นคริสตินา) ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ประเภทพันธุ์ไม้พุ่ม เนื่องจากมีขนาดปานกลาง สะดวกต่อการทำการทดลอง และเป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมใช้ในงานภูมิทัศน์ โดยผลการทดลงพบว่า จากการเฝ้าสังเกตปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ต้นชาฮกเกี้ยนมีการลดลงของปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 มากที่สุดถึงร้อยละ 88 เนื่องจากมีคุณสมบัติของผิวใบที่สากและมีขน อีกทั้งมรความหนาแน่นของทรงพุ่มที่มาก จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 มากยิ่งขึ้น

ในส่วนของแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็ก ทำการกำหนดขนาดของพื้นที่ภูมิทัศน์จากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ว่างในบ้านจัดสรร จำนวน 20 โครงการ เพื่อที่จะกำหนดพื้นที่ในการศึกษา โดยพื้นที่ที่ได้มีรูปทรงแบบตัว C มีขนาดพื้นที่เฉลี่ย 150 ตารางเมตร ทำการกำหนดตำแหน่งของพันธุ์

ไม้ โดยคำนึงถึงตัวแปรที่มีผลต่อการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม และพันธุ์ไม้เป็นหลัก ซึ่งในช่วงเวลาที่ประเทศไทยมีปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 สูง จะอยู่ในช่วงปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อนของทุกๆ ปี ซึ่งได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมาจากประเทศจีน ทำการวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ให้มีการระบายอากาศ และป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 เข้าไปยังบริเวณตัวอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ของภูมิทัศน์ขนาดเล็กมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผล

จากการทำการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย และบทความที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 พบว่า งานวิจัยโดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยจากต่างประเทศ โดยมีการกล่าวถึงทั้งปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยทางด้านพืชพรรณ และปัจจัยทางด้านแหล่งน้ำ ซึ่งจากการวิเคราะห์ความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการลดฝุ่นละออง PM 2.5 พบว่า ตัวแปรที่มีความสำคัญในด้านอุตุนิยมวิทยามากที่สุด คือ ความเร็วลม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ J.Wang and S.Ogawa (2015) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความเร็วลม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งหมายถึง เมื่อความเร็วลมมีค่าสูงขึ้น จะสามารถพัดพาฝุ่นละออง PM 2.5 ออกไปจากพื้นที่ได้ไกลมากยิ่งขึ้น โดยความเร็วลมควรมีค่าสูงกว่า 3 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังพบว่า ตัวแปรด้านพืชพรรณที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ลักษณะของผิวใบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang, J et al (2015) ได้กล่าวว่าพื้นผิวใบที่มีลักษณะขรุขระ มีเส้นขนสั้นๆ ปกคลุม และมีความเหนียว จะมีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละอองได้ดีที่สุด

เมื่อผู้วิจัยได้ทดลองประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ยิ่งทำให้มั่นใจยิ่งขึ้นว่าลักษณะใบที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีที่สุด คือ ลักษณะใบแบบสาก มีขน ซึ่งในการทดลอง ต้นชาฮกเกี้ยนถือเป็นพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีที่สุด โดยสอดคลองกับงานวิจัยของ Yang et al., (2015) และ พาสินี (2559) กล่าวว่า คุณสมบัติสำคัญของใบมีผลต่อการดักจับฝุ่นละออง โดยพืชที่มีใบสากมีขนปกคลุมสามารถดักจับฝุ่นละอองได้ดีกว่าพืชที่มีผิวใบมัน รวมถึงมีขนาดของทรงพุ่มที่หนาแน่นมาก เนื่องจากพันธุ์ไม้ที่มีความหนาแน่นของทรงพุ่มมาก จะมีปริมาณพื้นที่ใบมากตามไปด้วย ซึ่งในส่วนของใบมีหน้าที่ในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 เพราะฉนั้นพันธุ์ไม้ที่มีทรงพุ่มหนาแน่น มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ดีกว่าพันธุ์ไม้ที่มีทรงพุ่มที่หนานแน่นน้อย

สำหรับประเด็นการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดฝุ่นละออง PM 2.5 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ในการจัดภูมิทัศน์ ทำให้เห็นถึงข้อจำกัดของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของพันธุ์ไม้ ในการจัดภูมิทัศน์ที่มุ่งเน้นการป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 โดยทั่วไปข้อมูลจะมุ่งเน้นประเด็นการสร้างร่มเงาเพื่อลดความร้อน รอบอาคาร (ธนาวุฒิ และคณะ,

2558) แต่เนื่องจากฝุ่นละออง PM 2.5 มีแหล่งกำเนิดที่หลากหลายแตกต่างกันไปตามช่วงเวลา ฤดูกาล และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ดังนั้น การจัดวางตำแหน่งของพันธุ์ไม้ตามลักษณะการเคลื่อนที่ของมลพิษ และชนิดของพันธุ์ไม้ที่นำมาใช้ในงานภูมิทัศน์ จึงควรถูกกำหนดในการจัดภูมิทัศน์ด้วย เนื่องจากพันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีหน้าที่และประสิทธิภาพที่ต่างกัน ดังนั้นหากเลือกใช้ให้เหมาะสม จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ได้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษารูปแบบภูมิทัศขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การศึกษางานวิจัยครั้งต่อไป อาจใช้พันธุ์ไม้ประเภทอื่นๆ เช่น พันธุ์ไม้เลื่อย หรือพันธุ์ไม้พุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากพันธุ์ไม้เดิมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 ของพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้พันธุ์ไม้ในงานภูมิทัศน์ต่อไป

2. ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการรวบรวมรายชื่อพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับ PM 2.5 จากงานวิจัยเท่านั้น ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการเทียบเคียงชนิดพันธุ์ไม้โดยการใช้วงศ์ (family) และพิจารณาร่วมกับลักษณะทางกายภาพของพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5 จะทำให้พบพันธุ์ไม้ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น

3. ในการศึกษารูปแบบภูมิทัศขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสัดส่วนองค์ประกอบของภูมิทัศน์ เช่น พื้นที่ต้นไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ดาดแข็ง เป็นต้น เพื่อใช้ในการเลือกใช้องค์ประกอบภูมิทัศน์ที่เหมาะสม และเพิ่มประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5

4. ในการนำรูปแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริง แต่ละพื้นที่อาจมีสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ควรคำนึงถึงทิศทางของการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง PM 2.5 และทิศทางของลมในช่วงเวลาที่มีฝุ่นละออง PM 2.5 สูง เพื่อที่จะสามารถออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กได้ตามความเหมาะสม และเพิ่มประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5

5. สามารถนำแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์ขนาดเล็กเพื่อลดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ไปพัฒนาและต่อยอดให้สอดคล้องกับนโยบายของทางภาครัฐ เพื่อนำไปแก้ปัญหาในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ตั้งแต่ภายในครัวเรือนโดยทำการปรับปรุงภูมิทัศในบริเวณที่พักอาศัย และบริเวณชุมชนที่ได้รับผลกระทบโดยการพัฒนาพื้นที่ส่วนกลางหรือพื้นที่รกร้างเพื่อจัดทำภูมิทัศน์ในบริเวณชุมชนที่ได้รับผลกระทบ

บรรณานุกรม

aballtechno. 2019. ฝุ่น **PM 2.5**. [Online]. Available https://www.aballtechno.com/article/91/%E0%B8%9D%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99-pm2-5 (11 พฤศภาคม 2563).

Airvisual. 2563. คุณภาพอากาศและการจัดอันดับเมืองที่มีมลพิษ. [Online]. Available https://www.iqair.com/th/world-air-quality-ranking (25 มีนาคม 2563).

Chen, L., Liu, C., Zhang, L., Zo, R. & Zhang, Z. 2017. Variation in tree species ability to capture and retain airborne fine particulate matter (PM 2.5). **Scientific reports**, 7(1), 1-11.

Chunyang, Z. & Yuanzi, Z. 2018. Effects of urban lake wetlands on the spatial and temporal distribution of air PM10 and PM2.5 in the spring in Wuhan. **Urban Forestry & Urban Greening**, 31(-), 142-156.

citycracker. 2019. รับมือ **PM 2.5** ตัวร้าย ด้วยแนวต้นไม้ดักฝุ่น. [Online]. Available https://citycracker.co/city-environment/plant-fight-dust/ (20 กันยายน 2563).

Dzier**ż**anowski, K. & Gawro**ń**ski, S. W. 2011. Use of trees for reducing particulate matter pollution in air. **Challenges of Modern Technology**, 1(2), 69-73.

ForFur. 2020. ติมสีสันให้วันสบายๆ ด้วยภูมิทัศน์สวยเพื่อการพักผ่อน. [Online]. Available https://www.forfur.com (29 เมษายน 2563).

Guerra, S. A., Lane, D. D., Marotz, G. A., Carter, R. E., Hohl, C. M. & Baldauf, R. W. 2006. Effects of wind direction on coarse and fine particulate matter concentrations in southeast Kansas. **Journal of the Air & Waste Management Association**, 56(11), 1525-1531.

Guoab, L.-C. e. a. 2016. The washout effects of rainfall on atmospheric particulate pollution in two Chinese cities. **Environmental Pollution**, 215(-), 195-202.

Li, X., Feng, Y. & Liang, H. 2017. **The impact of meteorological factors on PM2. 5 variations in Hong Kong**. IOP Publishing.

PSUMed. 2017. มลพิษทางอากาศกับสุขภาพของมนุษย์. [Online]. Available https://meded.psu.ac.th/binla/class05/388_541_2/Air_pollution/index3.html (10 มิถุนายน 2564).

Pu, W.-w., Zhao, X.-j., Zhang, X.-l. & Ma, Z.-q. 2011. Effect of Meteorological Factors on PM2.5 during July to September of Beijing. **Procedia Earth and Planetary Science**, 2(-), 272-277.

Sun, R., Zhou, Y., Wu, J. & Gong, Z. 2019. Influencing Factors of PM2. 5 Pollution: Disaster Points of Meteorological Factors. **International journal of environmental research and public health**, 16(20), 3891.

Tonneijk, F. a. M. H. 2010. เมืองสีเขียว การบรรเทามลพิษทางอากาศสำหรับเมืองเชียงใหม่. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

Wang, H., Shi, H. & Li, Y. 2011. **Leaf dust capturing capacity of urban greening plant species in relation to leaf micromorphology**. IEEE.

Wang, J. & Ogawa, S. 2015. Effects of Meteorological Conditions on PM2.5 Concentrations in Nagasaki, Japan. **Int J Environ Res Public Health**, 12(8), 9089-9101.

Wu, J., Xie, W., Li, W. & Li, J. 2015. Effects of Urban Landscape Pattern on PM2.5 Pollution--A Beijing Case Study. **PLoS One**, 10(11), e0142449.

Yang, J., Chang, Y. & Yan, P. 2015. Ranking the suitability of common urban tree species for controlling PM2.5 pollution. **Atmospheric Pollution Research**, 6(2), 267-277.

Yang, Q., Yuan, Q., Li, T., Shen, H. & Zhang, L. 2017. The Relationships between PM2.5 and Meteorological Factors in China: Seasonal and Regional Variations. **Int J Environ Res Public Health**, 14(12).

Yang, Q., Yuan, Q., Li, T., Shen, H. & Zhang, L. 2017. The relationships between PM2. 5 and meteorological factors in China: seasonal and regional variations. **International journal of environmental research and public health**, 14(12), 1510.

Zhang, W., Wang, B. & Niu, X. 2017. Relationship between leaf surface characteristics and particle capturing capacities of different tree species in Beijing. **Forests**, 8(3), 92.

Zhang, Y. & Jiang, W. 2018. **Pollution characteristics and influencing factors of atmospheric particulate matter (PM2. 5) in Chang-Zhu-Tan area**. IOP Publishing.

Zhao, C.-X., Wang, Y.-Q., Wang, Y.-J., Zhang, H.-L. & Zhao, B.-Q. 2014. Temporal and spatial distribution of PM2. 5 and PM10 pollution status and the correlation of particulate matters and meteorological factors during winter and spring in Beijing. **Huan jing ke xue= Huanjing kexue**, 35(2), 418-427.

Zhu, D. & Zhou, X. 2019. Effect of urban water bodies on distribution characteristics of particulate matters and NO2. **Sustainable Cities and Society**, 50(

เอื้อมพร วีสมหมาย, ศศิยา ศิริพานิช, อลิศรา มีนะกนิษฐ & ณัฏฐ พิชกรรม. 2556. พรรณไม้ในงานภูมิสภาปัตยกรรม **1**. กรุงเทพ: เอช.เอ็น. กรุ๊ป.

กรมควบคุมมลพิษ. 2561. ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ. [Online]. Available http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php (20 เมษายน 2563).

---. 2562. ข้อมูลเกี่ยวกับ **PM 2.5** จากกรมอนามัย. [Online]. Available http://www.pcd.go.th/Info_serv/air_pm25_anamai.html (20 เมษายน 2563).

---. 2563a. โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน **2.5** ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล. [Online]. Available https://www.pcd.go.th/airandsound/%e0%b9%82%e0%b8%84%e0%b8%a3%e0%b8%87%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e0%b8%a8%e0%b8%b6%e0%b8%81%e0%b8%a9%e0%b8%b2%e0%b9%81%e0%b8%ab%e0%b8%a5%e0%b9%88%e0%b8%87%e0%b8%81%e0%b8%b3%e0%b9%80%e0%b8%99%e0%b8%b4/ (20 เมษายน 2563).

---. 2563b. คู่มือปฏิบัติการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง **PM 2.5** ระดับจังหวัด.

---. 2564. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของประเทศไทย ปี **2563**. บริษัท ฮีซ์ จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ก. ม.ป.ป. เรียนรู้อยู่กับฝุ่น **PM 2.5**. [Online]. Available https://www.chula.ac.th/wp-content/uploads/2019/10/chula-pm25-booklet-1.pdf (5 มีนาคม 2564).

จุฬาลักษณ์ ไพบูลย์ฟุ้งเฟื่อง, กฤชกนก สุทัศน์ ณ อยุธยา, พรชัย จิตติวสุรัตน์, ชัชชติภัช เดชจิรมณี & พรชัย ขันทะวงค์. 2559. การจัดสวนแนวตั้งเพื่อการลดความร้อนในอาคาร. p. 149-159. In การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ **1**.

ธนากร รัตนพันธุ์, มณีรัตน์ องค์วรรณดี & ศิริมา ปัญญาเมธีกุล. 2559. การประเมินความสามารของต้นไม้ประดับในการดักจับอนุภาคขนาดเล็กในอาคาร. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 23(3), 69 - 80.

ธรรมรัตน์ พุทธไทย, กัมปนาท ภักดีกุล & สุระ พัฒนเกียรติ. ม.ป.ป. มาตรการระยะยาวเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศให้เหมาะสมโดยใช้พืชพรรณที่มีศักยภาพในการดักจับฝุ่นละอองในอากาศ ลงทุนน้อยแต่ได้ผลระยะยาว.

นพมาศ ทับแสง. 2561. อิทธิพลของพื้นที่สีเขียวที่มีต่อมลภาวะฝุ่นละอองในเขตชุมชนเมืองกรณีศึกษาชุมชนเมืองสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พรพิทักษ์ ซ่าอินทร์. 2555. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบสวนและวัสดุพืชพรรณเพื่อจัดการภูมิทัศน์ในบ้านพักอาศัยในเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พาสินี สุนากร, องอาจ ถาพรภาษี & พัชริยา บุญกอแก้ว. 2559. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการจับฝุ่นละอองของพรรณไม้เลื้อย. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 15(2), 176-186.

ศศิยา ศิริพานิช. 2558. ภูมิทัศน์พื้นฐาน. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน คณะเกษตรกำแพงแสน ภาควิชาพืชสวน.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. 2556. มลพิษทางอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2563. ฝุ่น **PM 2.5** กระทบเศรษฐกิจเท่าไหร่. [Online]. Available https://kasikornresearch.com/th/analysis (20 เมษายน 2563).

สมพร จันทระ. 2563. คุณภาพอากาศและสถานการณ์หมอกควันในจังหวัดเชียงใหม่. [Online]. Available https://www.cmu.ac.th/th/article/e2d66ce5-27bb-4e2f-a5fb-b16b7fb5d7a4.

สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2563. ต้นไม้ลดฝุ่น **PM 2.5**. กรุงเทพฯ: .

อรุบล โชติพงศ์. 2561. ปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศจีน. วารสารสิ่งแวดล้อม, 22 (1), 54-63.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 รายชื่อพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
1	ANACARDIACEAE	มะม่วง	mango	*Mangifera indica*	3
2	APOCYNACEAE	โมกหลวง	*Kurchi*	*Holarrhena pubescens (Buch.-ham.) Wall. ex G.Don*	1
3	APOCYNACEAE	โมกมัน	*Ivory*	*Wrightia pubescens R. Br.*	1
4	ARECACEAE	ปาล์มขนนก	Canary Island Date Palm	*Phoenix canariensis hort. ex Chabaud*	3
5	BETULACEAE	-	Silver birch	*Betula pendula*	3,4
6	BETULACEAE	-	white birch	*Betula papyrifera*	3
7	BETULACEAE	-	common hornbeam	*Carpinus betulus*	3
8	BETULACEAE	-	Turkish hazel	*Corylus colurna*	3
9	BETULACEAE	-	American hophornbeam	*Ostrya virginiana*	3
10	BIGNONIACEAE	แคแสด	*Africom tulip tree*	*Spathodea campanulata P.Beauv.*	1
11	BIGNONIACEAE	ชมพูพันธ์ทิพย์	*Pink Tecoma*	*Tabebuia rosea (Bertol.) DC.*	1
12	BIGNONIACEAE	ศรีตรัง	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	3
13	BIGNONIACEAE	-	southern catalpa	*Catalpa bignonioides*	3
14	BIGNONIACEAE	-	northern catalpa	*Catalpa speciosa*	3
15	CAESALPINIOIDEAE	หางนกยูงฝรั่ง	Flam-boyant	*Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.*	3
16	CANNABACEAE	พังแหร	*Peach cedar*	*Trema orientalis (L.) Blume*	1
17	CANNABACEAE	-	hackberry	*Celtis occidentalis*	3
18	CAPRIFOLIACEAE	-	Amur honeysuckle	*Lonicera maackii*	7
19	CELASTRACEAE	-	evergreen spindle	*Euonymus japonicus*	7
20	CORNACEAE	-	flowering dogwood,	*Cornus florida*	3
21	CUPRESSACEAE	สนมังกร	Chinese juniper	*Juniperus chinensis L.*	3

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
22	CUPRESSACEAE	-	Eastern red cedar	*Juniperus virginiana L*	3
23	CUPRESSACEAE	-	Italian cypress	*Cupressus sempervirens L.*	3
24	CUPRESSACEAE	-	dawn redwood	*Metasequoia glyptostroboides*	7
25	CUPRESSACEAE	-	Chinese thuja	*Platycladus orientalis*	7
26	CUPRESSACEAE	-	northern white-cedar	*Thuja occidentalis L.*	3
27	CUPRESSACEAE	-	bald cypress	*Taxodium distichum*	3
28	CUPRESSACEAE	-	dawn redwood	*Metasequoia glyptostroboides*	3
29	EBENACEAE	สั่งทำ	Black Ebony	*Diospyros buxifolia (Blume) Hiern*	1
30	EUCOMMIACEAE	-	Gutta-Percha	*Eucommia ulmoides*	7
31	FABACEAE	พฤกษ์		*Albizia lebbeck (L.) Benth.*	1
32	FABACEAE	ขี้เหล็กเลือด		*Senna timoriensis (DC.) H. S. Irwin & Barneby*	1
33	FABACEAE	ขี้เหล็กบ้าน	*Cassia florida Vahl*	*Cassia siamea Lamk.*	1
34	FABACEAE	-	Honey locust	*Gleditsia triacanthos*	3
35	FABACEAE	-	black locust,	*Robinia pseudoacacia*	3
36	FABACEAE	-	Japanese pagoda tree	*Sophora japonica*	3,7
37	FABACEAE	สกุลชงโค	*Orchid tree*	*Bauhinia purpurea L.*	1
38	FAGACEAE	-	pin oak	*Quercus palustris*	3
39	FAGACEAE	-	northern red oak	*Quercus rubra*	3,4
40	FAGACEAE	-	European beech	*Fagus sylvatica*	3
41	FAGACEAE	-	white oak	*Quercus alba*	3
42	FAGACEAE	-	common oak	*Quercus robur*	3
43	FAGACEAE	-	Chinese cork oak	*Quercus variabilis*	7
44	GINKGOACEAE	แปะก๊วย	ginkgo	*Ginkgo biloba*	3,5,6,7
45	JUGLANDACEAE	-	Persian walnut	*Juglans regia*	3
46	LAURACEAE	การบูร	Camphor tree	*Cinnamomum camphora (L.) J.Presl*	3

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
47	LEGUMINOSAE	จามจุรี	*Rain Tree,*	*Samanea saman (Jacq.) Merr.*	1
48	LYTHRACEAE	ตะแบก	*Bungor*	*Lagerstroemia floribunda Jack*	1
49	LYTHRACEAE	ยี่เข่ง	Crape myrtle	*Lagerstroemia indica*	3
50	LYTHRACEAE	อินทนิล	*Queen's flower*	*Lagerstroemia speciosa (L.) Pers.*	1
51	LYTHRACEAE	เสลาขาว		*Lagerstroemia tomentosa C.Presl*	1
52	MAGNOLIACEAE	-	tulip tree	*Liriodendron tulipifera*	3
53	MAGNOLIACEAE	-	lilytree	*Magnolia denudata*	3
54	MAGNOLIACEAE	-	southern magnolia	*Magnolia grandiflora*	3
55	MALVACEAE	โพทะเล	*Portia tree*	*Thespesia populnea (L.) Sol. ex Correa*	1
56	MALVACEAE	-	silver linden	*Tilia tomentosa*	3
57	MALVACEAE	-	common lime	*Tilia x europaea L.*	3
58	MALVACEAE	-	American basswood	*Tilia americana*	3
59	MALVACEAE	-	small-leaved lime	*Tilia cordata*	3
60	MALVACEAE	-	large-leaved lime	*Tilia platyphyllos*	3
61	MALVACEAE	-	lime	*Tilia tuan*	3
62	MELIACEAE	เลี่ยน	Persian lilac	*Melia azedarach (a.o.)*	3
63	MORACEAE	ข่อย	Siamese rough bush	*Streblus asper Lour.*	1
64	MORACEAE	ปอกระสา	*Paper mulberry*	*Broussonetia papyrifera (L.)Vent.*	1,7
65	MORACEAE	ไทรย้อยใบแหลม	Golden Fig	*Ficus benjamina*	3
66	MORACEAE	ไทรย้อยใบทู่	Banyan tree	*Ficus microcarpa*	3
67	MORACEAE	ยางอินเดีย	Indian rubber fig	*Ficus elastica*	3
68	MORACEAE	มะเดื่อ	common fig	*Ficus carica*	3
69	MUNTINGIACEAE	ตะขบฝรั่ง	*Jam tree*	*Muntingia calabura L.*	1
70	NYSSACEAE	-	black tupelo	*Nyssa sylvatica*	3
71	OLEACEAE	-	European ash	*Fraxinus excelsior L.*	3

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
72	OLEACEAE	-	Green Ash	*Fraxinus pennsylvanica*	7
73	OLEACEAE	-	Marshall Ash	*Fraxinus pennsylvanica* Marshall	3
74	OLEACEAE	-	white ash	*Fraxinus americana*	3
75	OLEACEAE	-	broad-leaf privet	*Ligustrum lucidum*	3
76	OLEACEAE	-	Japanese tree lilac	*Syringa reticulata*	3,7
77	OXALIDACEAE	ตะลิงปลิง	*Bilimbi*	*Averrhoa bilimbi L.*	1
78	PINACEAE	-	deodar cedar	*Cedrus deodara*	7
79	PINACEAE	-	Eastern white pine	*Pinus strobus L.*	3
80	PINACEAE	-	eastern hemlock	*Tsuga canadensis*	3
81	PINACEAE	-	Norway spruce	*Picea abies*	3
82	PINACEAE	-	Armand pine	*Pinus armandii*	3
83	PINACEAE	-	Blue spruce	*Picea pungens*	3,5
84	PINACEAE	-	Bunge's pine	*Pinus bungeana*	3,6
85	PINACEAE	-	Scots pine	*Pinus sylvestris*	3
86	PINACEAE	-	black pine	*Pinus nigra J. F. Arnold*	3
87	PINACEAE	-	Chinese red pine	*Pinus tabuliformis*	5,6,7
88	PINACEAE	-	Deodar cedar	*Cedrus deodara*	3
89	PLATANACEAE	-	London plane	*Platanus acerifolia*	3
90	PLATANACEAE	-	American sycamore	*Platanus occidentalis*	3,7
91	POACEAE	-		*Phyllostachys propinqua*	7
92	PROTEACEAE	-	Silky oak	*Grevillea robusta*	3
93	ROSACEAE	-	flowering plum	*Amygdalus triloba*	7
94	ROSACEAE	-	mountain hawthorn	*Crataegus pinnatifida*	7
95	ROSACEAE	-	midget crabapple	*Malus micromalus*	7
96	ROSACEAE	-	Swedish whitebeam	*Sorbus intermedia*	3,4
97	ROSACEAE	-	Cherry plum	*Prunus cerasifera*	7

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
98	ROSACEAE	-	black cherry	*Prunus serotina*	3
99	ROSACEAE	-	Callery pear	*Pyrus calleryana Decne.*	3,4
100	ROSACEAE	-	Japanese cherry	*Prunus serrulata*	3
101	ROSACEAE	-	wild cherry	*Prunus avium*	3
102	ROSACEAE	-	Siberian apricot	*Prunus sibirica*	3
103	RUTACEAE	-	Amur cork tree	*Phellodendron amurense*	3
104	SALICACEAE	-	Weeping willow	*Salix babylonica*	3,5
105	SALICACEAE	-	White poplar	*Poputus alba L.*	3
106	SALICACEAE	-	white willow	*Salix alba*	3
107	SALICACEAE	-	Chinese willow	*Salix matsudana*	6
108	SALICACEAE	-	aspen	*Populus tremula* L.	3
109	SALICACEAE	-	black poplar	*Populus nigra*	3
110	SALICACEAE	-	eastern cottonwood	*Populus deltoides*	3
111	SALICACEAE	-	Chinese white poplar	*Populus tomentosa*	6
112	SALICACEAE	-	quaking aspen	*Populus tremuloides*	3,5
113	SALICACEAE	-	Simon's poplar	*Populus simonii*	3,4
114	SAPINDACEAE	-	field maple	*Acer campestre*	3
115	SAPINDACEAE	-		*Acer elegantulum*	5
116	SAPINDACEAE	-	Red maple	*Acer rubrum L.*	3
117	SAPINDACEAE	-	silver maple	*Acer saccharinum*	3
118	SAPINDACEAE	-	sycamore maple	*Acer pseudoplatanus*	3
119	SAPINDACEAE	-	suger maple	*Acer saccharum*	3
120	SAPINDACEAE	-	Norway maple	*Acer platanoides*	3
121	SAPINDACEAE	-	boxelder maple	*Acer negundo*	3
122	SAPINDACEAE	-	Shantung maple	*Acer truncatum*	6
123	SAPINDACEAE	-	Chinese horse chestnut	*Aesculus chinensis*	7

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
124	SAPINDACEAE	-	horse-chestnut	*Aesculus hippocastanum*	3
125	SAPINDACEAE	-	goldenrain tree	*Koelreuteria paniculata*	3,7
126	SAPINDACEAE	-	red horse-chestnut	*Aesculus x carnea*	3
127	SAXIFRAGALES	-	American storax	*Liquidambar styraciflua*	3
128	SIMAROUBACEAE	-	ailanthus	*Ailanthus altissima*	3,7
129	TAXACEAE	-	Japanese yew	*Taxus cuspidata var. nana*	7
130	ULMACEAE	-	Siberian elm	*Ulmus pumila*	3,7
131	ULMACEAE	-	American elm	*Ulmus americana*	3
132	ULMACEAE	-	wych elm	*Ulmus glabra Hods.*	3
133	ULMACEAE	-	keyaki	*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino	3
134	ULMACEAE	-	Chinese elm	*Ulmus parvifolia*	3

ตารางภาคผนวกที่ 2 รายชื่อพันธุ์ไม้พุ่มที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา *
1	AGAVACEAE	วาสนา	Dracaena	*Dracaena fragrans (L.) Ker-Gawl.*	1
2	APOCYNACEAE	โมกบ้าน	Water jasmine	*Wrightia religiosa Benth. ex Kurz.*	1
3	BIGNONIACEAE	ทองอุไร	Yellow elder	*Tecoma stans (L.) Kunth.*	1
4	FABACEAE	หางนกยูงไทย	Barbados Pride	*Caesalpinia pulcherrima (Linn.) Swartz.*	1
5	FABACEAE	-	eastern redbud	Cercis canadensis	3
6	HYDRANGEACEAE	-	mock orange	*Philadelphus pekinensis*	3,7
7	MALVACEAE	ชบาจีน	rose mallow	*Hibiscus syriacus*	3
8	MORACEAE	หม่อน	Mulberry	*Morus alba L.*	3
9	MYRTACEAE	คริสติน่า	Australian Rose Apple	*Syzygium australe (J.C.Wendl. ex Link) B.Hyland*	1
10	OLEACEAE	กรรณิการ์	Night blooming jasmine	*Nyctanthes arbor-tristis L.*	1

11	ROSACEAE	-	rowan	*Sorbus aucuparia*	3
12	ROSACEAE	-	common hawthorn	Crataegus monogyna	3
13	ROSACEAE	-	Cherry plum	*Prunus cerasifera*	3
14	ROSACEAE	-	European crab apple	Malus sylvestris	3
15	ROSACEAE	-	chokecherry	Prunus virginiana	3
16	ROSACEAE	-	Loquat	Eriobotrya japonica	3
17	RUTACEAE	แก้ว	Andaman satinwood	*Murraya paniculata (L.) Jack*	1
18	SALICACEAE	-	goat willow	Salix caprea	3
19	SAPINDACEAE	-	Japanese Maple	Acer palmatum	3

ตารางภาคผนวกที่ 3 รายชื่อพันธุ์ไม้เลื้อยที่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

ลำดับ	วงศ์ family	ชื่อไทย	ชื่อสามัญ common name	ชื่อวิทยาศาสตร์ scientific name	แหล่งที่มา*
1	ACANTHACEAE	สร้อยอินทนิล	Bengal clock vine	*Thunbergia grandiflora (Roxb. ex Rottler) Roxb.*	1,2
2	APOCYNACEAE	จันทร์กระจ่างฟ้า	Hammock viperstail	*Pentalinon luteum*	2
3	COMBRETACEAE	เล็บมือนาง	Rangoon Creeper	*Quisqualis indica L.*	1
4	CUCURBITACEAE	ตำลึง	Ivy gourd	*Coccinia grandis (L.) Voigt*	2
5	FABACEAE	อัญชัน	Butterfly pea	*Clitoria ternatea L.*	1
6	PASSIFLORACEAE	กะทกรก	Fetid passionflower	*Passiflora foetida L.*	1
7	POLYGONACEAE	พวงชมพู	Pink Vine	*Antigonon leptopus Hook. & Arn.*	1
8	VERBENACEAE	พวงคราม	Purple Wreath	*Petrea volubilis L.*	1

*** แหล่งที่มาของข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นละออง PM 2.5**

1. มาตรการระยะยาวเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศให้เหมาะสมโดยใช้พืชพรรณที่มีศักยภาพในการดักจับฝุ่นละอองในอากาศ ลงทุนน้อยแต่ได้ผลระยะยาว (ธรรมรัตน์ และคณะ, ม.ป.ป.)

2. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการจับฝุ่นละอองของพรรณไม้เลื้อย (พาสินี และคณะ, 2559)

3. Ranking the suitability of common urban tree species for controlling PM 2.5 pollution (Yang et al., 2015)

4. Use of trees for reducing particulate matter pollution in air (Dzier**Ż**anowski et al., 2011)

5. Effects of plant leaf surface and different pollution levels on PM 2.5 adsorption capacity (Shaowei et al., 2018)

6. Relationship between Leaf Surface Characteristics and Particle Capturing Capacities of Different Tree Species in Beijing (Zhang et al., 2017)

7. Variation in Tree Species Ability to Capture and Retain Airborne Fine Particulate Matter (PM2.5) (Chen et al., 2017)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาววรญา ยุวะสุต

เกิดเมื่อ 20 กันยายน 2538

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2551 - 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระหฤทัย จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2554 - 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระหฤทัย จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2557 - 2560 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีศาสตร์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่