

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพของพืชพุทราที่แพร่กระจายในพื้นที่ โบราณสถาน อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

The potential of carbon storage in the biomass of Jujube trees distributed in the historic site of Phra Nakhon Si Ayutthaya district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province

ประดินันท์ เอี่ยมสะอาด¹ ชลธิชา สุขสำอางค์¹ และ วัชรภรณ์ ดันติพนาทิพย์^{1*}
Pradinunt Eiamsa-ard¹, Chonthicha Suksamang¹ and Watcharaporn Tantipanatip^{1*}

บทคัดย่อ

ต้นไม้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับและตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและกักเก็บคาร์บอนให้อยู่ในรูปของมวลชีวภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในโบราณสถานทั้ง 4 แห่ง คือ พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) วัดราชบูรณะ (AYH3) และวัดวังชัย (AYH4) อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา การสำรวจข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกมากกว่า 4.50 เซนติเมตรขึ้นไป เพื่อประเมินปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มวลชีวภาพใต้พื้นดิน และปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บโดยประยุกต์ใช้สมการแอลโลเมตริก ผลการศึกษาพบการแพร่กระจายของพืชพุทราทั้งสิ้น 619 ต้น โดยมีการแพร่กระจายสูงสุดในพื้นที่พระราชวังโบราณ (489 ต้น) และจำนวนน้อยที่สุด ณ พื้นที่วัดวังชัย (20 ต้น) เมื่อพิจารณาข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชพุทราที่แพร่กระจายในพื้นที่วัดวังชัยยังแสดงค่าเฉลี่ยของความสูง (12.74 เมตร) ขนาดเส้นรอบลำต้น (292.85 เซนติเมตร) และเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกโดยเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 94.11 เซนติเมตร ปริมาณมวลชีวภาพรวมทั้งหมด 9,294.77 กิโลกรัม แบ่งเป็นปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 7,376.80 กิโลกรัม และปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน เท่ากับ 1,917.97 กิโลกรัม รวมทั้งยังแสดงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้งหมด 4,368.54 กิโลกรัม จากพืชพุทราทั้งสิ้น 619 ต้น นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่าพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (2,973.84 กิโลกรัม) มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (773.20 กิโลกรัม) และการกักเก็บคาร์บอน (1,761.11 กิโลกรัม) อาจเนื่องจากลำต้นที่มีขนาดใหญ่ ขนาดเส้นรอบลำต้น และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกที่แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุด

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน พืชพุทรา มวลชีวภาพ โบราณสถาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Abstract

Plants play an important role in absorbing and sequestering atmospheric carbon dioxide through the process of photosynthesis and storing carbon in the form of biomass. This research aimed to assess the biomass and carbon storage potential of Jujube trees across four historic sites in Phra Nakhon Si Ayutthaya District, Phra Nakhon Si Ayutthaya province, namely Ayutthaya Royal Palace (AYH1), Wat Phra Ram (AYH2), Wat Ratchaburana (AYH3) and Wat Wang Chai (AYH4). A survey of growth data, including height and diameter at breast height (DBH) for individuals exceeding 4.5cm, was conducted to assess aboveground biomass (AGB), belowground biomass (BGB), and carbon storage of the Jujube trees, which were estimated using allometric equations. The results showed a total of 619 Jujube trees, with the highest distribution observed in AYH1 (489 trees) and the lowest number recorded in AYH4 (20 trees). Additionally, regarding the growth of Jujube trees distributed within Wat Wang Chai (AYH4), they exhibited the highest average height (12.74m), stem circumference (292.85cm), and diameter at breast height (DBH) (94.11cm). The total biomass amounted to 9,294.77kg, which was divided into 7,376.80kg of AGB and 1,917.97kg of BGB, along with a total carbon storage of 4,368.54kg from a total of 619 Jujube trees. Furthermore, Wat Wang

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

¹ Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

* Corresponding author. E-mail: watcharaporn@aru.ac.th

Chai (AYH4) showed the highest AGB (2,973.84kg), BGB (773.20kg), and carbon storage (1,761.11kg). This was attributed to Jujube trees having generally larger stem sizes, with their stem circumference and DBH exhibiting the highest average values.

Keywords: carbon storage, Jujube tree, biomass, Historic site, Phra Nakhon Si Ayutthaya province

บทนำ

ต้นไม้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับและตรึงเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ที่มีปริมาณการปลดปล่อยมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ (Kabir et al., 2023; NOAA, 2023) ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและนำมาเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above - ground biomass: AGB) ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก ผล และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (below - ground biomass: BGB) เช่น ส่วนของราก ทำให้คาร์บอนถูกตรึงอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้จนกว่าจะมีการตัดต้นไม้เหล่านั้นออกจากพื้นที่ (Zhu et al., 2008; Viriyabuncha, 2020) อย่างไรก็ตามศักยภาพในการดูดซับและตรึงเก็บก๊าซ CO_2 มักขึ้นกับปัจจัยทางนิเวศวิทยาของระบบนิเวศนั้น ได้แก่ ประเภทของป่าไม้ ชนิดของพรรณไม้ที่เป็นองค์ประกอบของป่า ความหนาแน่นของป่า ลักษณะทางสภาพภูมิประเทศ และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (Senpaseuth et al., 2009; Timilsina et al., 2014; Kaewkrom et al., 2019; Kanhom et al., 2019) ทั้งนี้ป่าธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์ย่อมมีความหนาแน่นของพรรณไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก จึงช่วยให้มีปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในปริมาณสูง นอกจากนี้การเจริญเติบโตและความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าไม้อาจมีความสัมพันธ์กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของต้นไม้ อายุ ระยะการปลูก สภาพแวดล้อม กระบวนการจัดการบำรุง และดูแลรักษา เป็นต้น ทั้งนี้ระยะเวลาปลูกที่แตกต่างกันอาจส่งผลให้มีความหนาแน่นและจำนวนของต้นไม้ต่อขนาดพื้นที่แตกต่างกัน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติที่มีอายุและขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกัน แต่มีการแพร่กระจายและจำนวนของพรรณไม้ต่อพื้นที่มากกว่าก็อาจแสดงปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่มากกว่า

พืชพุทราจัดเป็นพืชดอกในอันดับ Rosales วงศ์ Rhamnaceae และสกุล *Ziziphus* spp. สามารถแพร่กระจายได้ทั่วไปภายในพื้นที่เขตอบอุ่นและเขตร้อน (Chantaranothai & Norsaengsri, 2008) ทั้งยังพบแพร่กระจายเป็นจำนวนมากภายในแหล่งโบราณสถานของอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา นอกจากนี้ยังพบหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่ยืนยันได้ว่าพืชพุทรามีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ที่ช่วยให้พืชมงคลสมเด็จพระนเรศวรมหาราชทรงชนะศึกสงครามในการทำยุทธหัตถีกับพระมหาอุปราชาที่เป็นแม่ทัพแห่งเมียนมา ทั้งยังเป็นต้นไม้เก่าแก่ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาที่ยังคงพบร่องรอยการเจริญเติบโตและแพร่กระจายจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นในปัจจุบันจึงนิยมส่งเสริมให้มีการปลูกบำรุง และอนุรักษ์พืชพุทราที่แพร่กระจายทั้งภายในพื้นที่สาธารณะ พื้นที่เขตวัด และโบราณสถานต่าง ๆ ได้แก่ สวนสาธารณะพระราชวังโบราณ วัดพระราม วัดพระศรีสรรเพชญ์ วัดราชบูรณะ วัดวังชัย และพื้นที่เขตโบราณสถานอื่น ๆ ภายในเขตพื้นที่อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประกอบกับนโยบายของจังหวัดที่ต้องการฟื้นฟูและอนุรักษ์พืชพุทราที่มีอายุเก่าแก่ภายในเขตพื้นที่มรดกโลก ซึ่งนอกจากจะช่วยให้เกิดร่มเงาและการสร้างความร่มรื่น การใช้ประโยชน์ทั้งกลุ่มพืชเศรษฐกิจ พืชสมุนไพร พืชอาหารของประชาชนและสัตว์ชนิดต่าง ๆ แล้ว พืชพุทรายังช่วยดูดซับก๊าซ CO_2 ในชั้นบรรยากาศได้อีกด้วย (Temwut & Chaitieng, 2021) แต่ปัจจุบันยังขาดฐานข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ที่แพร่กระจายภายในเขตโบราณสถานของอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการดูดซับก๊าซ CO_2 จากชั้นบรรยากาศแล้วนำมาเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดินของพืชพุทรา ตลอดจนการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในเขตโบราณสถานทั้ง 4 แห่ง คือ พระราชวังโบราณ วัดพระราม

วัดราชบูรณะ และวัดวังชัย เพื่อประโยชน์ในการจัดทำฐานข้อมูลการกักเก็บปริมาณคาร์บอนของกลุ่มพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในเขตโบราณสถานของอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา

การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นรอบลำต้นของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่เขตโบราณสถาน อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวนทั้งสิ้น 4 แห่ง ได้แก่ พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) วัดราชบูรณะ (AYH3) และวัดวังชัย (AYH4) ดัง (Figure 1) ซึ่งแหล่งโบราณสถานทั้ง 4 แห่งเหล่านี้มีพื้นที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณเกาะเมือง อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และพบการแพร่กระจายของพืชพุทราเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) นอกจากนี้พื้นที่ศึกษาดังกล่าวยังถูกจัดให้เป็นพื้นที่ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นเมืองมรดกโลกทางวัฒนธรรมจากองค์การยูเนสโกภายใต้ชื่อ “นครประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา” ตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา โดยพิจารณาจากเกณฑ์ การประเมินด้านคุณค่าความโดดเด่นทางหลักสากลของมรดกโลกทางวัฒนธรรมในข้อที่ 3 คือ “การแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ที่หาได้ยาก หรือการใช้เป็นพยานหลักฐานที่แสดงถึงขนบธรรมเนียมประเพณีหรืออารยธรรมที่ยังคงหลงเหลืออยู่หรืออาจสูญหายไปแล้ว” (Unapohm, 2017)

ทั้งนี้พระราชวังโบราณ (AYH1) ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ทั้งสิ้น 225 ไร่ ภายในประกอบด้วยอาคารสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ ได้แก่ อาคารพระที่นั่ง ตำหนักที่มีอายุเก่าแก่ รวมทั้งอาคารเก่าที่มีการบูรณะฟื้นฟูอย่างสม่ำเสมอสำหรับวัดพระราม (AYH2) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 10.56 ไร่ จัดเป็นโบราณสถานที่เป็นที่นิยมในการเข้าเยี่ยมชมของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เนื่องจากมีจุดเด่นสำคัญคือ อาคารวิหารเก่าและพระปรางค์ขนาดใหญ่ที่มีความสวยงามอย่างเด่นชัด เช่นเดียวกับวัดราชบูรณะ (AYH3) จัดเป็นอีกหนึ่งโบราณสถานสำคัญอีกแห่งที่นิยมของนักท่องเที่ยวและประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากเป็นโบราณสถานที่มีขนาดใหญ่ (ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 12.44 ไร่) มีความสวยงามยิ่งและมีอายุเก่าแก่มากที่สุดของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ขณะที่วัดวังชัย (AYH4) ครอบคลุมพื้นที่ขนาดเล็กประมาณ 6.90 ไร่ ในปัจจุบันจัดเป็นโบราณสถานร้างและตั้งอยู่ใกล้ชิดกับเขตพื้นที่ชุมชน แม้จะได้รับการบูรณะฟื้นฟูขึ้นมาใหม่โดยกรมศิลปากรแต่ไม่เป็นที่นิยมในการเข้าไปเยี่ยมชมของนักท่องเที่ยว



Figure 1 Jujube tree study and data collection were conducted within 4 historical sites, namely Ayutthaya royal palace (AYH1), Wat Phra Ram (AYH2), Wat Ratchaburana (AYH3) and Wat Wang Chai (AYH4) at Phra Nakhon Si Ayutthaya District, Phra Nakhon Si Ayutthaya province.

2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพืชพุทรา

การสำรวจข้อมูลด้านจำนวนและลักษณะการแพร่กระจายของพืชพุทราภายในเขตโบราณสถานได้ดำเนินการในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 ทั้งนี้ยังได้สำรวจข้อมูลด้านความสูงและขนาดเส้นรอบลำต้นของพืชพุทราที่ระดับความสูง 130 เซนติเมตรจากระดับพื้นดินหรือที่เรียกว่า ระดับความสูงเพียงอก (girth at breast height: GBH) ซึ่งการศึกษานี้ได้กำหนดเงื่อนไขของตัวอย่างพืชพุทราที่ดำเนินการศึกษานั้นต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (diameter at breast height: DBH) มากกว่า 4.50 เซนติเมตร หรือขนาดของลำต้นตั้งแต่ 14 เซนติเมตร และมีความสูงของลำต้นตั้งแต่ 150 เซนติเมตรขึ้นไป (Prasertpong, 2006; Viriyabuncha, 2020; Kachina et al., 2021; Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2023) นอกจากนี้ยังสำรวจลักษณะและจำนวนของการแตกนางของตัวอย่างพืชพุทราในแต่ละต้นที่ดำเนินการสำรวจ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของพืชพุทรา

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของตัวอย่างพืชพุทราโดยใช้ข้อมูลขนาดของเส้นรอบลำต้นพุทราที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) (ระดับความสูง 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน) มาคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ดังสมการ (1) (Prasertpong, 2006; Rungjaeng et al., 2024)

$$DBH = \frac{GBH}{\pi} \quad (1)$$

โดยที่ DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)
 GBH = เส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)
 π = 3.1416

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสูงของพืชพุทราโดยการประยุกต์ใช้ Clinometer ในการวัดความสูงของลำต้นและค่ามุมเงยที่ระดับความสูงส่วนปลายยอดหรือกิ่งของตัวอย่างพืชพุทราทั้งระยะห่างระหว่างผู้ตรวจวัด ซึ่งสามารถคำนวณความสูงของตัวอย่างพืชพุทรา ดังสมการ (2) (Prasertpong, 2006; Pechrsan et al., 2023)

$$\text{ความสูงของต้นไม้} = (A \times \tan A) + B \quad (2)$$

โดยที่ A = ระยะห่างระหว่างผู้ตรวจวัดกับต้นพุทรา (เมตร)
 B = ความสูงของผู้ตรวจวัด (เมตร)
 Tan A = มุมเงยที่ผู้ตรวจวัดสามารถมองเห็นบริเวณส่วนปลายยอดหรือกิ่งของตัวอย่างพืชพุทรา

4. การประเมินปริมาณมวลชีวภาพของพืชพุทรา

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความโตของพืชพุทรา (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงของพืชพุทรา (H)) มาคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BGB) โดยใช้สมการแอลโลเมตรี (Allometry equation) สำหรับป่าเบญจพรรณ (Ogawa et al., 1965; Cairns et al., 1997; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006; Temwut & Chaitieng, 2021) ดังสมการ (3)-(8)

$$W_S = 0.0396 (DBH^2 H)^{0.933} \quad (3)$$

$$W_B = 0.00349 (DBH^2 H)^{1.030} \quad (4)$$

$$W_L = ((28.0 \div W_{TC}) + 0.025)^{-1} \quad (5)$$

$$W_{TC} = W_S + W_B \quad (6)$$

$$AGB = W_S + W_B + W_L \quad (7)$$

$$BGB = AGB \times 0.26 \quad (8)$$

โดยที่	Stem biomass (W_S)	=	มวลชีวภาพในส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)
	Branch biomass (W_B)	=	มวลชีวภาพในส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)
	Leaf biomass (W_L)	=	มวลชีวภาพในส่วนของใบ (กิโลกรัม)
	W_{TC}	=	มวลชีวภาพในส่วนของลำต้น + มวลชีวภาพในส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)
	AGB	=	มวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
	BGB	=	มวลชีวภาพในส่วนใต้พื้นดิน (กิโลกรัม)

การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืชพุทราโดยนำข้อมูลด้านความสูงและการเจริญเติบโตของตัวอย่างพืชพุทราที่สำรวจได้ทั้งหมดในแต่ละสถานีศึกษามาคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของตัวอย่างพืชพุทราทั้งในส่วนมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BGB) จากนั้นนำปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดที่คำนวณได้มาคูณกับค่าร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้งของพืชพุทราดังสมการ (9) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006)

$$\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม)} = \text{ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้} \times 0.47 \quad (9)$$

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. การแพร่กระจายของพืชพุทราภายในโบราณสถาน

การแพร่กระจายของตัวอย่างพืชพุทราภายในพื้นที่โบราณสถานทั้ง 4 แห่ง จำนวนรวมทั้งสิ้น 619 ต้น โดยมีการแพร่กระจายสูงสุดในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) จำนวนทั้งสิ้น 489 ต้น รองลงมาคือ วัดราชบูรณะ (AYH3) จำนวน 58 ต้น วัดพระราม (AYH2) จำนวน 52 ต้น และพบการแพร่กระจายของพืชพุทราจำนวนน้อยที่สุด ณ พื้นที่วัดวังชัย (AYH4) จำนวนเพียง 20 ต้น ดัง (Table 1) อาจเนื่องจากพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) คลอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ (225 ไร่) จึงทำให้สามารถปลูกพืชพุทราได้เป็นจำนวนมากตั้งแต่อดีต ประกอบกับพืชพุทรายังเป็นพันธุ์ไม้ที่มีความสำคัญยิ่งทางประวัติศาสตร์ของกรุงศรีอยุธยา และจัดเป็นพันธุ์ไม้ที่มีอายุเก่าแก่ที่ยังคงพบการแพร่กระจายภายในเขตโบราณสถานในปัจจุบัน ตลอดจนเป็นพันธุ์ไม้ที่มีการส่งเสริมให้มีการขยายพันธุ์ การปลูก บำรุงดูแล และอนุรักษ์ไว้ภายในพื้นที่อุทยาน

ประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 เรื่อยมาโดยเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยาและสถานีเพาะชำกล้าไม้ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อตอบสนองพระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยเฉพาะพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) ที่พบการแพร่กระจายของพืชพุทราที่มีลำต้นขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ในทางกลับกันพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) ซึ่งมีขนาดพื้นที่เพียง 6.90 ไร่ ประกอบกับเป็นพื้นที่โบราณสถานที่ไม่เป็นที่นิยมในการเข้าไปท่องเที่ยวหรือใช้ประโยชน์พื้นที่ดินมากนัก จึงอาจทำให้มีการปลูกฟื้นฟู และอนุรักษ์พืชพุทราค่อนข้างน้อย ในขณะที่โบราณสถานอีก 3 แห่ง (พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) และวัดราชบูรณะ (AYH3)) ล้วนเป็นที่นิยมในการเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่ด้านการท่องเที่ยวและเยี่ยมชม โบราณสถานทั้งประชาชนในพื้นที่ นักท่องเที่ยวชาวไทย และชาวต่างชาติ นอกจากนี้ยังอาจมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืชพุทราในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ กิจกรรมการดูแล ฟื้นฟู และการอนุรักษ์พืชพุทราภายในพื้นที่นั้น ๆ ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน การตัดแต่งกิ่งและทรงพุ่ม พฤติกรรมการใส่ปุ๋ย คุณสมบัติของชั้นดินที่พบว่าโดยทั่วไปพืชพุทรามักเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนหยาบ ดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียวร่วน ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอื่น ๆ หรือแม้แต่สถานการณ์การระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะแมลงวันทอง เป็นต้น (Temwut & Chaiteng, 2021)

2. การเจริญเติบโตของพืชพุทรา

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้านการเจริญเติบโตของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) แสดงผลการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยสูงสุดทั้งด้านความสูง (12.74 เมตร) ขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) เท่ากับ 292.85 และ 94.11 เซนติเมตร แม้จะพบการแพร่กระจายของตัวอย่างพืชพุทราเพียง 20 ต้น แต่กลับมีลักษณะ รูปทรงพุ่ม และระยะเวลาในการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของพืชพุทราทั้งด้านความสูงและขนาดของลำต้นใหญ่กว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ขณะที่ตัวอย่างพืชพุทราภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) กลับมีการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดทั้งด้านความสูง (11.06 เมตร) ขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) เท่ากับ 196.88 และ 62.67 เซนติเมตร ดัง (Table 1) อาจเนื่องจากพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) ไม่เป็นที่นิยมเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่มากนัก โดยเฉพาะกิจกรรมการท่องเที่ยวและการเยี่ยมชมโบราณสถาน จึงทำให้พืชพุทราที่แพร่กระจายดังกล่าวขาดการบำรุงดูแลในด้านการตัดแต่งกิ่งและทรงพุ่มให้มีความสวยงาม ทั้งยังไม่ถูกรบกวนจากการใช้ประโยชน์พื้นที่จากมนุษย์เช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษาอีก 3 แห่ง อย่างไรก็ตาม แม้ว่าพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) พบการแพร่กระจายของจำนวนพืชพุทรามากที่สุด (489 ต้น) แต่ส่วนใหญ่เป็นพืชพุทราที่ยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่ จึงทำให้มีความหลากหลายทั้งด้านรูปทรงพุ่ม ความสูงของลำต้น และขนาดของลำต้นที่มีทั้งขนาดใหญ่ไปจนถึงลำต้นที่มีขนาดเล็ก รวมทั้งจำนวนของพืชพุทราที่มีขนาดเล็กกว่าเงื่อนไขที่กำหนดทั้งด้านความสูงและขนาดความโตของลำต้น ทำให้การสำรวจข้อมูลการแพร่กระจายของพืชพุทราในครั้งนี้นี้ยังไม่สามารถดำเนินการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลได้

นอกจากนี้ตัวอย่างพืชพุทราที่เจริญเติบโตและแพร่กระจายภายในเขตพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) ยังมีลักษณะการแตกนางหรือลำต้นตั้งแต่ 3-5 ลำต้นในฐานโคนต้นเดียวกัน ดัง (Figure 2) จึงอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้อมูลด้านความโตของตัวอย่างพืชพุทราภายในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวแสดงค่าเฉลี่ยของเส้นรอบลำต้น (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่ศึกษาอื่น ๆ สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ภาพรวมของข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของตัวอย่างพืชพุทราที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ที่แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ต่อความสูงของลำต้นโดยเฉลี่ยของตัวอย่างพืชพุทรา เมื่อพิจารณาผลสำรวจด้านการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ของตัวอย่างพืชพุทราที่แพร่กระจาย

ภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) พบว่าขนาดของลำต้นส่วนใหญ่มีขนาดค่อนข้างเล็ก ซึ่งอาจมีสาเหตุจากกิจกรรมส่งเสริมการปลูกพืชพุทราในภายหลัง (ระหว่างปี พ.ศ. 2560 ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี) รวมถึงกิจกรรมการตัดแต่งกิ่งไม้ และทรงพุ่มของพืชพุทราอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้พืชพุทรมีขนาดรูปทรงและความสูงของทรงพุ่มที่มีความสวยงาม ซึ่งทำให้ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของพืชพุทราภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) โดยเฉพาะข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงของลำต้นพืชพุทราอาจไม่แสดงแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน หรือแสดงข้อมูลตามแนวโน้มโดยธรรมชาติของสังคมพืชพุทรา (Chantaranothai & Norsaengsri, 2008; Saenphop, 2011)

Table 1 Data on the growth of jujube plants distributed within the 4 historical sites at Phra Nakhon Si Ayutthaya district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province (mean $\pm$ SD).

research station	number (tree)	height (meter)	girth at breast height (centimeter)	diameter at breast height (centimeter)
AYH1	489	11.06 $\pm$ 2.13	196.88 $\pm$ 87.25	62.67 $\pm$ 27.77
AYH2	52	12.55 $\pm$ 1.49	197.59 $\pm$ 65.30	62.89 $\pm$ 20.79
AYH3	58	11.77 $\pm$ 1.59	233.54 $\pm$ 81.42	74.34 $\pm$ 25.92
AYH4	20	12.74 $\pm$ 1.77	292.85 $\pm$ 102.36	94.11 $\pm$ 32.58

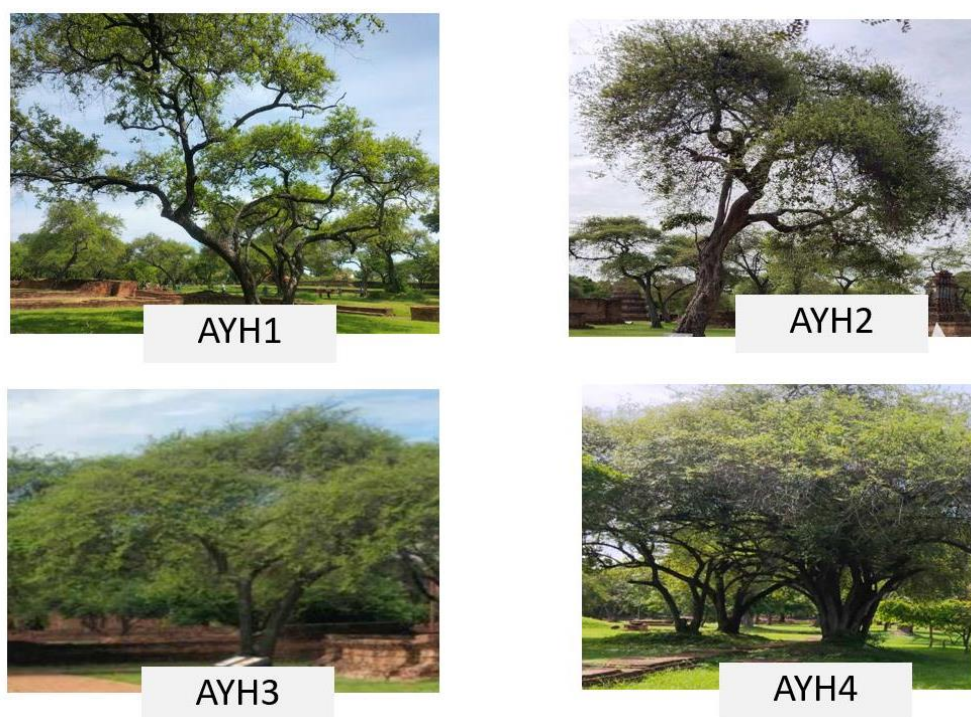


Figure 2 Jujube trees distributed within Ayutthaya Royal Palace (AYH1), Wat Phra Ram (AYH2), Wat Ratchaburana (AYH3) and Wat Wang Chai (AYH4) at Phra Nakhon Si Ayutthaya district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province.

3. ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพืชพุทรา

ปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดของตัวอย่างพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่เขตโบราณสถานทั้ง 4 แห่ง ได้แก่ พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) วัดราชบูรณะ (AYH3) และวัดวังชัย (AYH4) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9,294.77 กิโลกรัม โดยสามารถจำแนกออกเป็นปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) ได้แก่ ส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ แสดงปริมาณรวมเท่ากับ 7,376.80 กิโลกรัม และปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (BGB) ได้แก่ ส่วนของรากเท่ากับ 1,917.97 กิโลกรัม นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยของตัวอย่างพืชพุทราในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่าตัวอย่างพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) แสดงปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3,747.04 กิโลกรัม รองลงมา คือ วัดราชบูรณะ (AYH3) วัดพระราม (AYH2) และพระราชวังโบราณ (AYH1) เท่ากับ 2,229.51, 1,666.49 และ 1,651.72 กิโลกรัม (Table 2) ทั้งนี้ผลการประเมินปริมาณมวลชีวภาพของตัวอย่างพืชพุทราแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในเขตพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) แสดงปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดแม้จะมีการแพร่กระจายของจำนวนพืชพุทราที่น้อยที่สุดเพียง 20 ต้น สอดคล้องกับผลสำรวจข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของตัวอย่างพืชพุทรา (ความสูงของลำต้น ขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH)) ภายในพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) ที่แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการสะสมคาร์บอนในต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะมีค่าสูงไปด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของพรรณไม้ ทั้งนี้ปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการสะสมคาร์บอนจะเพิ่มสูงขึ้นได้นั้นเมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันความหนาแน่นของพรรณไม้จะแสดงค่าลดลงตามลักษณะการปรับสมดุลภายในระบบนิเวศวิทยาของป่าไม้ นอกจากนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ยังแสดงความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ จึงมีผลกระทบโดยตรงต่อศักยภาพการสะสมคาร์บอนของพืชพุทรา ทำให้พืชพุทราที่มีลำต้นขนาดใหญ่ย่อมมีปริมาณมวลชีวภาพและความสามารถในการเก็บสะสมคาร์บอนสูงกว่าแม้จะมีความหนาแน่นของจำนวนพืชพุทราที่น้อยกว่าก็ตาม (Terakulpisut et al., 2007; Djomoa et al., 2010; Piyaphongkul et al., 2011; Nongnuang et al., 2012; Deb et al., 2014; Saengsawang, et al., 2017; Pimsawan et al., 2019)

อย่างไรก็ตามศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพภายในส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นย่อมขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ความหนาแน่นของพรรณไม้ อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ ประเภทของพรรณไม้ ลักษณะภูมิประเทศ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อปี โครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของชั้นดิน กิจกรรมการก่อกับ ดุแล บำรุง และอนุรักษ์พรรณไม้ พฤติกรรมและการเลือกใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ รวมถึงกิจกรรมการตัดแต่งกิ่ง รูปทรงพุ่ม และส่วนปลายยอดของพืชพุทราที่เจริญเติบโตภายในพื้นที่นั้น ๆ ขณะเดียวกันในช่วงที่ดำเนินการศึกษานั้นได้พบการแพร่กระจายของตัวอย่างพืชพุทราที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงของลำต้นต่ำกว่าเงื่อนไขที่กำหนดเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) อย่างไรก็ตามตัวอย่างพืชพุทราที่พบแพร่กระจายภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) แม้จะมีความหนาแน่นของจำนวนพืชพุทราจำนวนมากที่สุด (489 ต้น) แต่ตัวอย่างพืชพุทราส่วนใหญ่ยังมีขนาดเล็กทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงของลำต้นค่อนข้างน้อย ดังนั้นศักยภาพการสะสมคาร์บอนของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) จึงแสดงแนวโน้มผกผันกับความหนาแน่นของพรรณไม้แต่กลับแสดงความแปรผันไปตามขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำต้นซึ่งทำให้มีปริมาณมวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนในระดับต่ำไปด้วย (Nongnuang et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตามพืชพุทราที่มีขนาดเล็กเหล่านี้หากได้รับการดูแลและบำรุงอย่างเหมาะสมจะสามารถเจริญเติบโตเป็นกลุ่มไม้ที่มีขนาดใหญ่และแสดงถึงศักยภาพสำคัญในการเก็บสะสมคาร์บอนไว้ในรูปของมวลชีวภาพภายในส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อไปในอนาคต

ทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวและแหล่งดูดซับก๊าซ CO₂ ที่สำคัญตามนโยบายส่งเสริมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และประเทศไทย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าพืชพุทราที่มีลำต้นขนาดใหญ่และความสูงมาก ๆ นั้นย่อมแสดงความสัมพันธ์ เชื่อมโยงกับปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพในการสะสมคาร์บอนภายในเขตพื้นที่โบราณสถาน (Kiriratnikom & Sumpunthamit, 2013; Jundang et al., 2020; Temwut & Chaitieng, 2021)

Table 2 Aboveground biomass, belowground biomass, total biomass, and carbon sequestration of Jujube trees within the historical sites at Phra Nakhon Si Ayutthaya District, Phra Nakhon Si Ayutthaya province.

research station	biomass (kilogram)			aboveground biomass	belowground biomass	total biomass (kilogram)	carbon sequestration (kilogram)
	stem	branch	leaf				
AYH1	1,023.15	269.78	17.96	1,310.90	340.83	1,651.72	776.31
AYH2	1,035.02	267.96	19.63	1,322.61	343.88	1,666.49	783.25
AYH3	1,378.12	369.50	21.83	1,769.45	460.06	2,229.51	1,047.87
AYH4	2,297.89	650.09	26.34	2,973.84	773.20	3,747.04	1,761.11
total				7,376.80	1,917.97	9,294.76	4,368.54

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) วัดราชบูรณะ (AYH3) และวัดวังชัย (AYH4) เท่ากับ 4,368.54 กิโลกรัม ทั้งนี้พื้นที่วัดวังชัย (AYH4) แสดงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1,761.11 กิโลกรัม รองลงมาคือ วัดราชบูรณะ (AYH3) วัดพระราม (AYH2) และพระราชวังโบราณ (AYH1) แสดงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนโดยเฉลี่ย เท่ากับ 1,047.87, 783.25 และ 776.31 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้แนวโน้มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้นมักมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าส่วนของกิ่ง ก้าน ดอก ใบ ผล และราก เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชในช่วงแรก มักเร่งพัฒนาด้านความสูง บริเวณส่วนปลายยอดมากกว่าการเจริญเติบโตด้านข้างของลำต้นพืช (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง) แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป พืชจะเร่งเจริญเติบโตด้านความสูงในระดับหนึ่งแล้วจึงค่อย ๆ ลดการเจริญเติบโตในด้านนี้ก่อนจะเร่งเจริญเติบโตด้านข้าง หรือการขยายของลำต้นอย่างต่อเนื่องเพื่อต้องการเก็บสะสมสารอาหารไว้ในส่วนของลำต้นต่อไป (Jundang et al., 2010; Markphan et al., 2018) นอกจากศักยภาพในการสะสมคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพของต้นไม้ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้วยังพบว่าระบบนิเวศป่าไม้ธรรมชาติจะสามารถสะสมคาร์บอนไว้ในชั้นดินอีกด้วย เมื่อป่าไม้ธรรมชาติเหล่านั้นมีการเจริญเติบโตขึ้น ส่วนต่าง ๆ ของพืชย่อมร่วงหล่นลงสู่พื้นดินทำให้คาร์บอนที่เคยถูกตรึงเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชกลับถูกถ่ายโอนไปเก็บสะสมไว้ในรูปอินทรีย์วัตถุภายในชั้นดินต่อไป จึงทำให้ระบบนิเวศป่าไม้ธรรมชาติมีศักยภาพสำคัญในการเป็นแหล่งนิเวศบริการ (Chaiwong et al., 2020)

สรุป

การแพร่กระจายของพืชพุทราภายในพื้นที่โบราณสถานที่ยังดำเนินการศึกษาทั้ง 4 แห่ง ได้แก่ พระราชวังโบราณ (AYH1) วัดพระราม (AYH2) วัดราชบูรณะ (AYH3) และวัดวังชัย (AYH4) ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 แสดงจำนวนของพืชพุทราที่มีการแพร่กระจายสูงสุดในพื้นที่พระราชวังโบราณ (489 ต้น) และจำนวนน้อยที่สุดในพื้นที่วัดวังชัย (20 ต้น) เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของพืชพุทราที่แพร่กระจายภายในพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) พบค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งด้าน

ความสูงของลำต้น (12.74 เมตร) ขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) เท่ากับ 292.85 และ 94.11 เซนติเมตร ปริมาณมวลชีวภาพรวมทั้งหมด 9,294.77 กิโลกรัม แบ่งเป็นปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม เท่ากับ 7,376.80 กิโลกรัม และมวลชีวภาพใต้พื้นดินรวม เท่ากับ 1,917.97 กิโลกรัม ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้งหมด 4,368.54 กิโลกรัม นอกจากนี้ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มวลชีวภาพใต้พื้นดิน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนแสดงแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน ซึ่งพบค่าเฉลี่ยสูงสุดในพื้นที่วัดวังชัย (AYH4) เท่ากับ 2,9733.84 และ 773.20 กิโลกรัม และ 1,761.11 กิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากพืชพุทธรักษามีการเจริญเติบโต ทั้งด้านความสูงของลำต้น ขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ที่แสดงค่าเฉลี่ยสูงสุด นอกจากนี้กิจกรรมการตัดแต่งกิ่งและทรงพุ่มของพืชพุทธรักษาในพื้นที่วัดวังชัย ที่ดำเนินการน้อยกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นทำให้พืชพุทธรักษาสามารถเจริญเติบโตและมีความสูงได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นผลการศึกษานี้ นับเป็นฐานข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับพืชพุทธรักษาที่แพร่กระจายภายในพื้นที่โบราณสถานทั้งด้านจำนวน ลักษณะ การเจริญเติบโต ปริมาณมวลชีวภาพ และศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำส่งฐานข้อมูลเหล่านี้ไปยัง เจ้าหน้าที่ของสำนักงานอุทยานประวัติศาสตร์จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อประโยชน์ต่อการพิจารณาและกำหนด แนวทางบำรุง ดูแล รักษาพืชพุทธรักษาที่แพร่กระจายภายในพื้นที่โบราณสถานของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ภายใต้นโยบายสำคัญของจังหวัดที่ต้องการเพิ่มพื้นที่สีเขียว การฟื้นฟู และอนุรักษ์พืชพุทธรักษาที่มีอายุเก่าแก่ให้คงอยู่ในพื้นที่เมืองมรดกโลก ทั้งยังช่วยลดก๊าซ CO₂ ในชั้นบรรยากาศและลดปัญหาโลกร้อนได้อีกด้วย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลขนาดพื้นที่และสถานที่ศึกษาจากสำนักงานอุทยานประวัติศาสตร์จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของสำนักงานอุทยานประวัติศาสตร์จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการนำเข้าพื้นที่ศึกษาและร่วมสำรวจข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H., & Baumgardner, G. A. (1997). Root biomass allocation in the World's upland forests. *Oecologia*, 111(1), 1-11. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s004420050201.pdf>
- Chaiwong, C., Khamyong, S., Anongrak, N., Wangpakapattanawong, P., & Paramee, S. (2020). Soil characteristics and carbon storages of the soils derived from different soil parent rocks in mixed deciduous forest ecology at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai province. *PSRU Journal of Science and Technology*, 5(1), 41-51. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/Scipsru/article/view/221544/163861> (in Thai)
- Chantaranothai, P., & Norsaengsri, M. (2008, May 1). *Plant taxonomy of the Jujube Family (Rhamnaceae) in Thailand*. Final research report in Knowledge Development and Policy Study Project for Biological Resource Management in Thailand. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. <https://www.nstda.or.th/brt/images/book/R147006.pdf> (in Thai)
- Deb, R. A., Bernardus, H. J. D. J., Ochoa-Gaona, S., Esparza-Olguin, L., & Mendoza-Vega, J. (2014). Carbon stocks and changes in tropical secondary forests of southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 195, 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.005>

- Djomoa, A. N., Ibrahimab, A., Saborowskic, J., & Gravenhorsta, J. (2010). Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *Forest Ecology and Management*, 260, 1873-1885. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.034>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Chapter 4 forest land*. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf
- Jundang, W., Puangchit, L., & Diloksumpun, S. (2010). Carbon storage of dry dipterocarp forest and Eucalypt plantation at Mancha Khiri plantation, Khon Kaen province. *Thai Journal of Forestry*, 29(3), 36-44. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/255736> (in Thai)
- Jundang, W., Puangchit, L., Junkerd, N., & Jumwong, N. (2020). Carbon stock of different forest communities at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima province. *Thai Journal of Forestry*, 39(1), 57-70. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/245961/168134> (in Thai)
- Kabir, M., Habiba, U., Iqbal, M. Z., Shafiq, M., Farooqi, Z. R., Shah, A., & Khan, W. (2023). Impacts of anthropogenic activities & climate change resulting from increasing concentration of carbon dioxide on environment in 21st Century: A critical review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1194(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1194/1/012010>
- Kachina, P., Yimyam, N., Soawapak, T., & Mathawang, N. (2021). Impact of sky openness and tree diversity on growth of coffee under shade in Khun Chang Khian Highland Agricultural Research and Training Station and Nong Hoi Highland Agricultural Station, Chiangmai province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 5(1), 105-121. <https://kwojs.lib.ku.ac.th/index.php/tferj/article/view/6152> (in Thai)
- Kaewkrom, P., Kaewkla, N., Thummikpong, S., & Punsang, S. (2019). Evaluation of carbon storage in soil and plant biomass of primary and secondary mixed deciduous forests in the lower northern part of Thailand. *African Journal of Wood Science and Forestry*, 7(1), 001-007. <https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/evaluation-of-carbon-storage-in-soil-and-plant-biomass-of-primary-and-secondary-mixed-deciduous-forests-in-the-lower-nor.pdf>
- Kanhom, B., Moungrimuangdee, B., Waiboonya, P., Yodsa-nga, P., & Larpkern, P. (2019). Plant diversity and biomass carbon stocks of Nong Mek Community Forest, Khok Sung District, Sa Kaeo province. *Thai Journal of Forestry*, 38(2), 41-55. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/245915> (in Thai)
- Kiriratnikom, A., & Sumpunthamit, T. (2013). Carbon storage of Ban Nong-Tin Community Forest, Ko-Tao Sub-district, Phapayom District, Phatthalung province. *Journal Thaksin University*, 16(1), 34-40. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/tsujournal/article/view/42927/35514> (in Thai)
- NOAA. (2023). *What is the carbon cycle?* <https://oceanservice.noaa.gov/facts/carbon-cycle.html#transcript>
- Markphan, W., Rabsaithong, J., & Sae-ar Lee, S. (2018). Carbon stock of trees in Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*, 10(20), 119-128. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/swujournal/article/view/170515/122560> (in Thai)

- Nongnuang, S., Khamyong, S., Sri-ngernyuang, K., & Anongrak, N. (2012). Biomass carbon stocks of trees in pine plantations at Boa Kaew Watershed Management Station, Chiang Mai province. *Thai Journal of Forestry*, 31(2), 1-15. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/255633> (in Thai)
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., & Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. *Nature and Life in Southeast Asia*, 4, 49-80. https://drive.google.com/file/d/1bpkZs2fSVFFWiNbDKIToV4HMjEOIxmUX/view?fbclid=IwY2xjawNSFCZLeHRuA2FibQIxMABicmlkETFyR2xTbGFjbzB0UXRPTm9SAR6biHi0jxmmdUCLLKm8aGNedGslQGdFIEaUabZjn9w9hbbWXRpQv3poV7RmyQ_aem_siijk5mzny4Ui10In-LGA
- Pechrsan, S., Siriwattanaphaiboon, S., Luanwiset, D., Charoonphong, W., & Intasin, S. (2023). Carbon sink capacity and carbon credit of Huay Hin Khao Community Forests at Dan Sri Suk Sub-district, Photak District, Nongkhai province. *Udon Thani Rajabhat University Journal of Sciences and Technology*, 11(1), 109-125. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/250767/170583> (in Thai)
- Pimsawan, A., Insamran, Y., & Uttarak, Y. (2019). Community structure, diversity and carbon sequestration in biomass of community forests; Ban Hinlad and Ban Hinlad-Kao Noi, Wang Nang Subdistrict, Mueang District, Maha Sarakham province. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 37(1), 88-96. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/article/view/179924/127755> (in Thai)
- Piyaphongkul, J., Gajasen, N., & Na-Thalang, A. (2011). A comparative study of carbon sequestration potential in aboveground biomass in primary forest and secondary forest, Khao Yai National Park. In Atazadeh, I. (Ed.). *Biomass and remote sensing of biomass* (pp. 199-212). InTech. <https://doi.org/10.5772/16552>
- Prasertpong, P. (2006). *Techniques for investigating biomass in forests*. <https://op.mahidol.ac.th/wp-content/uploads/2018/08/sus-meeting-%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%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%B8%A1%E0%B8%A7%E0%B8%A5%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89.pdf> (in Thai)
- Rungjaeng, W., Pattanasak, P., & Phumkokrux, N. (2024). Estimation of above ground carbon sequestration in urban public park: A case study of Nakhon Pathom Municipality Youth Center, Nakorn Pathom province. *The Journal of Spatial Innovation Development*, 5(1), 19-23. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jsid/article/view/254369/171739> (in Thai)
- Saengsawang, M., Thongsuk, P., Jaikaew, P., Hengsawang, D., Vanmanee, S., Deekaew, P., Jitra, N., Matphang, P., Wanasuth, N., Thongkerd, T., Pula, N., Khamkran, S., & Buasri, C. (2017). A preliminary report on a long-term permanent sample plot in the lower dry evergreen forest in Kuiburi National Park. *Journal of Thailand National Parks Research*, 6, 66-77. <https://www.nprcenter.com/nprc1/downloads/A%20Preliminary%20report%20on%20a%20long-term%20permanent%20sample%20plot%20in%20the%20lower%20dry%20evergreen%20forest%20in%20Kuiburi%20national%20park.pdf> (in Thai)

- Saenphop, C. (2011). *Carbon storage in biomass of trees planted in Santiphap Park, Bangkok* (Master of Science). Kasetsart University, Bangkok. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/KU.the.2011.29 (in Thai)
- Senpaseuth, P., Navanugraha, C., & Pattanakiat, S. (2009). The estimation of carbon storage in dry evergreen and dry dipterocarp forests in Sang Khom District, Nong Khai province, Thailand. *Environment and Natural Resources Journal*, 7(2), 1-11. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ennrj/article/view/82564/66789>
- Temwut, S., & Chaitieng, T. (2021). Biomass and carbon stock of trees in the Plant Genetic Conservation and Returning of Wild Animals Project in Kalasin University (Namon Area). *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 12(1), 150-159. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/view/12630/11026> (in Thai)
- Terakulpisut, J., Gajaseni, N., & Ruankawe, N. (2007). Carbon sequestration potential in aboveground biomass of Thong Pha Phum National Forest, Thailand. *Applied Ecology and Environmental Research*, 5(2), 93-102. https://www.researchgate.net/publication/237673925_Carbon_sequestration_potential_in_aboveground_biomass_of_Thong_Pha_Phum_National_Forest_Thailand
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2023). *T-VER-S-TOOL-01-01 Version 1: Calculation of carbon sequestration in trees* (1st ed.). Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO). <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-method/tver-tool/for-agr/download/6057/3451/23.html> (in Thai)
- Timilsina, N., Staudhammer, L. C., Escobedo, J., Escobedo, F. J., & Lawrence, A. (2014). Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. *Landscape and Urban Planning*, 127, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.003>
- Unapohm, P. (2017). *An interpretation of the world heritage site: Case study of historic city of Ayutthaya* (Master degree). Thammasat University, Bangkok. https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2017/TU_2017_5423034056_8693_8139.pdf (in Thai)
- Viriyabuncha, C. (2020). *Guidelines for investigating carbon storage in natural forest*. Forest Ecology Research Group. <https://pubhtml5.com/oicx/yxdm/basic> (in Thai)
- Zhu, X. G., Long, S. P., & Ort, D. R. (2008). What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass? *Current Opinion in Biotechnology*, 19(2), 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.02.004>