

**สมบัติดินบางประการที่มีผลต่อการเติบโตของไม้แสมทะเล
บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม
แหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี
Some Soil Properties Affecting Growth of *Avicennia marina*
(Forsk.) Vierh. in The King's Royally Initiated
Laem Phak Bia Environmental Research and Development
Project, Petchaburi Province**

ผุสดี สุขพิบูลย์ (Pussadee Sukpiboon)^{1*} ดร.สามัคคี บุญยะวัฒน์ (Dr.Samakkee Boonyawat)**
ดร.นฤชิต คำปิ่น (Dr.Narouchit Dampin)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้สำรวจแสมทะเล (*Avicennia marina*) บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร เป็นแนวตั้งฉากกับริมฝั่งลึกเข้าไปสู่แผ่นดิน จำนวน 27 แปลง มีความหนาแน่นของแสมทะเลเฉลี่ย 3,225.97 ต้น/เฮกแตร์ พื้นที่หน้าตัดของแสมทะเลเฉลี่ย 13.20 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ความสูงของแสมทะเลเฉลี่ย 5.08 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลเฉลี่ย 6.35 เซนติเมตร เมื่อศึกษาสมบัติของดินบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินกับความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกและความสูงของแสมทะเล พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความสูงของแสมทะเลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเค็มของดิน และมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เปอร์เซ็นต์อนุภาค Clay ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และมีความสัมพันธ์ทางลบกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความหนาแน่นรวมของดิน ($r = -0.842$; $p < 0.01$) ซึ่งสมบัติดินเหล่านี้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเติบโตของแสมทะเล

ABSTRACT

The objectives of the research were to study of *Avicennia marina* in The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Petchaburi Province. The survey by placing the sample size is 10 x 10 meters perpendicular to the shore into the sea to the land. The total number of sample plots was 27 plots. The average tree density

¹Correspondent author: i_am_puddee@hotmail.com

* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** อาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

were 3,225.97 trees/ha. The average basal areas was 13.20 m²/ ha. The average height was 5.08 m. The average diameter at breast was 6.35 cm. The relationship between soil properties and tree density, basal areas, height and diameter at breast height found that the diameter at breast height of *Avicennia marina* highly significantly and positively correlated with exchangeable potassium. The height of *Avicennia marina* had significantly positive correlation with salinity and whereas negatively correlated with available phosphorus, clay and organic matter. And negatively correlated with bulk density ($r = -0.842$; $p < 0.01$). The properties of these soils is an important factor in the growth of *Avicennia marina*.

คำสำคัญ : คุณสมบัติดิน การเติบโต แสมทะเล จังหวัดเพชรบุรี

Keywords : Soil properties, Growth, *Avicennia marina*, Phetchaburi province

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศอันเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีคุณค่า ประกอบด้วยสังคมพืชแนวชายฝั่งทะเลหรือปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยเป็นที่รวบรวมพันธุ์ไม้หลายชนิด เช่น พันธุ์ไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) พันธุ์ไม้สกุลโปรง (*Ceriops* spp.) พันธุ์ไม้สกุลแสม (*Avicennia* spp.) พันธุ์ไม้สกุลลำพู ลำแพน (*Sonneratia* spp.) เป็นต้น พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะขึ้นเป็นแนวหรือเขตอย่างเห็นได้ชัด อาจเป็นกลุ่มพืชชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมผสานกันตามแนวชายฝั่ง ทั้งนี้การขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนยังมีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดการกระจายของพันธุ์ไม้ เช่น การท่วมถึงของน้ำทะเล กระแสน้ำขึ้นน้ำลง ความเค็มของน้ำ ปริมาณน้ำฝน และสมบัติของดิน ซึ่งดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ไหลมาจากแหล่งน้ำต่างๆ นอกจากนี้ยังรวมถึงการตกตะกอนของสารแขวนลอยในมวลน้ำ ตลอดจนการสลายตัวของอินทรีย์สารตามการทับถมในช่วงเวลาที่ต่างกัน สมบัติดินทั้งกายภาพและเคมีจะต่างกันตามเขตของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ และแตกต่างจากดินที่อยู่ภายนอกป่าชายเลน อีกทั้งบริเวณปากแม่น้ำและริมฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลผ่าน ทำให้อนุภาคขนาดเล็กตกตะกอนและเกิดเป็นหาดเลน [1] ในพื้นที่

ป่าชายเลนของประเทศไทย มักพบไม้แสม ไม้ลำพู เป็นไม้เบิกนำ หรือเป็นกลุ่มของพืชที่สามารถขึ้นได้เป็นพวกแรก เนื่องจากพันธุ์ไม้เหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่และเจริญเติบโตได้ดีกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น [2]

พื้นที่ศึกษาครั้งนี้เป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต.แหลมผักเบี้ย อ.บ้านแหลม จ. เพชรบุรี ซึ่งมีลักษณะเป็นชายฝั่งทะเลที่เป็นหาดโคลนค่อยๆ ลาดเทลงสู่ทะเล เป็นผลมาจากการพัดพาตะกอนจากแม่น้ำเพชรบุรีและพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลที่กระแสน้ำไหลผ่านมาทับถม ประกอบกับป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าโครงการฯ ได้รับน้ำทั้งจากระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี น้ำที่ดังกล่าวได้เพิ่มธาตุอาหารและสารอินทรีย์ให้กับพืชในป่าชายเลน ส่งผลให้ผลให้พืชป่าชายเลนเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมตลอดแนวชายฝั่งหาดโคลน และมีพันธุ์ไม้เด่นเป็นแสมทะเลเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงสมบัติดินบางประการที่มีผลต่อการเติบโตของแสมทะเล บริเวณด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี อันเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนจัดการฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสมบัติของดินบางประการที่มีผลต่อการเติบโตของแสมทะเล บริเวณด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมภาคแม่เปิน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

การวางแผนเก็บตัวอย่าง

ใช้เชือกวางแนว (transect line) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลลึกเข้าไปจนสุดแนวด้านในของป่าชายเลนตามเส้นแนวสำรวจ (base line) จำนวน 3 แนวสำรวจประกอบด้วย แนวที่ 1 และ 2 เป็นพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าของโครงการฯ พิกัด UTM ที่ 1442891N 0618352E ถึง 1443941N 0618926E และ 1443163N 0618048E ถึง 1444045N 0618656E และแนวที่ 3 พื้นที่อ้างอิงซึ่งห่างจากบริเวณป่าชายเลนด้านข้างพื้นที่โครงการ 700 เมตร พิกัด UTM ที่ 1443414N 0617616E ถึง 1444166N 0618372E โดยแต่ละแนวสำรวจแบ่งออกเป็น 4 โซนตามจำนวนวันที่น้ำทะเลท่วมถึงโดยติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำทะเลในพื้นที่ป่าชายเลนจากชายฝั่งทะเลจนถึงแผ่นดิน จดบันทึกการท่วมขึ้นของน้ำทะเลแต่ละครั้งตามช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง ประกอบด้วย โซนที่ 1 มีน้ำทะเลท่วมถึงน้อย (น้อยกว่า 18 วัน/เดือน) โซนที่ 2 มีน้ำทะเลท่วมถึงปานกลาง (18-25 วัน/เดือน) โซนที่ 3 มีน้ำทะเลท่วมถึงมาก (มากกว่า 25 วัน/เดือน) และโซนที่ 4 เป็นพื้นที่บริเวณหาดเลนที่ยังไม่มีป่าชายเลนขึ้น [3] ดังภาพที่ 1

การเก็บข้อมูลพรรณไม้

ดำเนินการวางแผนสำรวจพืชป่าชายเลนขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ตามแนวเส้นสำรวจที่กำหนดไว้ มีระยะห่างระหว่างแปลง 50 เมตร โดยแต่ละแนวมีจำนวนแปลงตัวอย่าง 9 แปลง (โซนละ 3 แปลง) รวมทั้งหมดมีจำนวนแปลงตัวอย่าง 27 แปลง ทำการเก็บข้อมูลไม้ใหญ่ (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปที่มีความสูงเพียงอก (1.30 เมตรจากพื้นดิน) ในแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 ตารางเมตร โดยการจำแนกชนิด ใช้เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (diameter tape) วัดเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากผิวดิน สำหรับไม้ในสกุลโกงกางหรือชนิดไม้ที่มีรากค้ำจุนวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเหนือคอราก 20 เซนติเมตร และวัดความสูงของต้นไม้ด้วยเครื่องมือวัดความสูงของต้นไม้ (haga hypsometer และ measuring tape) พร้อมทั้งทำการบันทึกข้อมูล

การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินโซนละ 1 แปลงที่ 2 ระดับความลึก ได้แก่ ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จำนวน 2 ตัวอย่าง/แปลง จากจุดเก็บตัวอย่างดินทั้ง 12 จุด จำนวน 24 ตัวอย่าง (พื้นที่โครงการ 8 จุด และพื้นที่อ้างอิง 4 จุด) ใช้เสียมขุดดินและเก็บดินใส่ถุงพลาสติกสะอาด ถูกละประมาณ 1 กิโลกรัม ปิดรัดปากถุงให้แน่น และใช้ Soil core สำหรับเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ได้แก่ เนื้อดิน (Soil texture) ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ค่าความเค็มของดิน (Salinity) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg) และค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น พื้นที่ตัด ความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นของแสมทะเลกับสมบัติต่างๆ ของดิน

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

องค์ประกอบพรรณไม้

พรรณไม้ที่พบขึ้นอยู่ในป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าโครงการฯ และพื้นที่อ้างอิงพบพรรณไม้ 1 ชนิด คือ แสมทะเล (*Avicennia marina*) ดังตารางที่ 1 จำนวนพรรณไม้ที่พบมีความหลากหลายชนิดน้อยกว่าพื้นที่ป่าชายเลนฝั่งขวาปากแม่น้ำเพชร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีพรรณไม้ขึ้นอยู่จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) แสมดำ (*Avicennia officinalis*) และแสมขาว (*Avicennia alba*) [5] และพื้นที่ป่าชายเลนอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบพันธุ์ไม้จำนวน 6 ชนิด [6] แต่ใกล้เคียงกับจำนวนพรรณไม้ที่พบบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนโครงการจัดการน้ำเสียเขตควบคุมมลพิษจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีพรรณไม้เด่นจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ แสมขาวและแสมทะเล [7]

ความหนาแน่นของแสมทะเลในพื้นที่โครงการฯ พบมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 2 และ 1 ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นของแสมทะเลเฉลี่ย 2,955.42 และ 3,255.63 ต้น/เฮกเตอร์ และพื้นที่อ้างอิงมีความหนาแน่นของแสมทะเลมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1 และ 3 ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นของแสมทะเลเฉลี่ย 3,488.96 ต้น/เฮกเตอร์ ดังตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของไม้ใหญ่ในป่าชายเลนอื่นพบว่าอยู่ในระดับที่สูง เช่น ป่าชายเลนฝั่งขวาปากแม่น้ำเพชร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีความหนาแน่นเท่ากับ 2,181.25 ต้น/เฮกเตอร์ [5] เช่นเดียวกับความหนาแน่นของไม้ใหญ่บริเวณโครงการจัดการน้ำเสียเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดสมุทรปราการ มีความหนาแน่นไม้ใหญ่เท่ากับ 2,740, 2,590 และ 3,350 ต้น/เฮกเตอร์ [8] พื้นที่หน้าตัดของแสมทะเลในพื้นที่โครงการฯ พบมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 2 และ 1 ตามลำดับ มีพื้นที่หน้าตัดของแสมทะเลเฉลี่ย 11.56 และ

13.63 ตารางเมตร/เฮกเตอร์ พื้นที่อ้างอิงมีพื้นที่หน้าตัดของแสมทะเลมากที่สุดไนโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1 และ 3 ตามลำดับ มีพื้นที่หน้าตัดของแสมทะเลเฉลี่ย 14.42 ตารางเมตร/เฮกเตอร์ เมื่อพิจารณาทั้ง 2 พื้นที่ พบว่าพื้นที่อ้างอิงมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าพื้นที่โครงการฯ ดังตารางที่ 1

ความสูงของแสมทะเลในพื้นที่โครงการฯ พบมากที่สุดในโซนที่ 1 รองลงมาคือโซนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ มีความสูงของแสมทะเลเฉลี่ย 4.99 และ 5.92 เมตร พื้นที่อ้างอิงพบความสูงของแสมทะเลมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1 และ 3 ตามลำดับ มีความสูงของแสมทะเลเฉลี่ย 4.95 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลในพื้นที่โครงการฯ พบมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 2 และ 1 ตามลำดับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลเฉลี่ย 6.27 และ 6.5 เซนติเมตร พื้นที่อ้างอิงพบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1 และ 3 ตามลำดับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลเฉลี่ย 6.24 เซนติเมตร ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาทั้ง 2 พื้นที่ พบว่าพื้นที่โครงการฯ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกของแสมทะเลมากกว่าพื้นที่อ้างอิงเนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของต้นไม้จะผกผันกับความหนาแน่นของต้นไม้ [9] นั่นคือเมื่อมีความหนาแน่นของต้นไม้มาก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกจะมีค่าน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกในป่าชายเลนของพื้นที่อื่นพบว่าอยู่ในระดับต่ำ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ใหญ่บริเวณป่าชายเลน บริเวณพื้นที่โครงการจัดการน้ำเสีย จังหวัดสมุทรปราการ มีความสูงเฉลี่ย 8.03, 7.21 และ 8.08 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 9.04, 8.31 และ 8.09 เซนติเมตร [10] สำหรับพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณฝั่งขวาปากแม่น้ำเพชร อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีความสูงเฉลี่ย

ของไม้ใหญ่เท่ากับ 10.55 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของไม้ใหญ่เท่ากับ 7.18 เซนติเมตร [5]

คุณสมบัติของดิน

บริเวณป่าชายเลนด้านหน้าโครงการฯ แนวสำรวจที่ 1 มีลักษณะเนื้อดิน ในโซนที่ 1, 2 และ 3 เป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) มีอนุภาค Sand, Silt และ Clay อยู่ในช่วง 57-65, 28-28 และ 15-17 % ตามลำดับ ส่วนโซนที่ 4 เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam) มีอนุภาค Sand, Silt และ Clay เฉลี่ย 48, 45 และ 7 % ตามลำดับ ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 4 รองลงมาคือโซนที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 4 รองลงมาคือโซนที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 2, 1 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความเค็มของดิน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 3, 1 และ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

แนวสำรวจที่ 2 มีลักษณะเนื้อดิน ในโซนที่ 1, 2, 3 และ 4 เป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) มีอนุภาค Sand, Silt และ Clay อยู่ในช่วง 55-62, 32-40 และ 3-12 % ตามลำดับ ความหนาแน่นรวมของดินและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 4 รองลงมาคือโซนที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 3, 1 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 1, 2 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 1 รองลงมาคือโซนที่ 3, 2 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และความเค็มของดิน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 1 รองลงมาคือโซนที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

แนวสำรวจที่ 3 ในพื้นที่อ้างอิง มีลักษณะเนื้อดินในโซนที่ 1 เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) มีอนุภาค Sand, Silt และ Clay เฉลี่ย 47, 48 และ 5 % ตามลำดับ โซนที่ 2, 3 และ 4 เป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) มีอนุภาค Sand, Silt และ Clay อยู่ในช่วง 58-69, 28-39 และ 3-8 % ตามลำดับ ความหนาแน่นรวมของดิน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 4 รองลงมาคือโซนที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 4 รองลงมาคือโซนที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 1 รองลงมาคือโซนที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 3 รองลงมาคือโซนที่ 2, 1 และ 4 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และความเค็มของดิน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในโซนที่ 2 รองลงมาคือโซนที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาทั้ง 3 แนวสำรวจ พบว่าในแต่ละโซนของแนวสำรวจที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมของดิน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่าแนวสำรวจที่ 1 และ 2 แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความเค็ม พบว่าในแนวสำรวจที่ 1 มีค่าเฉลี่ยมากกว่าในแนวสำรวจที่ 2 และ 3 ลักษณะเนื้อดินจะแตกต่างกันไปตามระยะห่างจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน โดยบริเวณชายฝั่งจากทะเลในแนวสำรวจที่ 1 และ 2 มีเปอร์เซ็นต์ของ Silt มีค่ามากกว่าบริเวณชายฝั่งและลดลงเรื่อยๆ เมื่อเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนเปอร์เซ็นต์ของ Sand และเปอร์เซ็นต์ของ Clay มีค่าน้อยมีค่าน้อยบริเวณชายฝั่งและมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนในแนวสำรวจที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของ Sand มีค่ามากกว่าบริเวณชายฝั่งและลดลงเรื่อยๆเมื่อเข้าสู่แผ่นดิน ส่วนเปอร์เซ็นต์ของ Silt และเปอร์เซ็นต์ของ Clay มีค่าน้อยบริเวณชายฝั่งและมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเข้าสู่แผ่นดิน เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวเป็นอนุภาคที่มี

ขนาดเล็กถูกพัดพาโดยคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งได้ไกลกว่าอนุภาค Sand และ Silt ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า

ค่าความหนาแน่นและค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่ามากบริเวณชายฝั่งทะเลและมีค่าลดลงตามลำดับเมื่อเข้าหาฝั่งด้านในติดแผ่นดิน และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก โดยมีค่าความหนาแน่นของดินอยู่ในช่วง $0.5-0.59 \text{ g/cm}^3$ ถือว่าอยู่ในระดับต่ำ [11] ซึ่งเหมาะแก่การเติบโตของแสมทะเลเนื่องจากความหนาแน่นของดิน (bulk density) ทำให้เกิดช่องว่างในดินและบอกถึงความสามารถในการอุ้มน้ำและอากาศรวมทั้งการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดินด้วย ดังนั้นเมื่อความหนาแน่นของดินต่ำ ทำให้เกิดช่องว่างในดินมาก ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในดินมาก จุลินทรีย์ในดินจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้มากขึ้น เมื่อปริมาณธาตุอาหารมีมากจึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้มาก [12] และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.3-8 ซึ่งแสมทะเลเจริญเติบโตอยู่ในช่วงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0-7.5 [1]

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าน้อยบริเวณชายฝั่งทะเลและมากขึ้นตามลำดับเมื่อเข้าสู่แผ่นดินและมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกที่มีแนวโน้มดังกล่าวเนื่องจากบริเวณชายฝั่งติดแผ่นดินมีแสมทะเลขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นกว่า ทำให้มีใบไม้เศษไม้สะสมอยู่มากกว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุพุงเน่าเปื่อยสลายตัวเป็นธาตุอาหารมากกว่าบริเวณชายฝั่งทะเล [4] โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 5.6-7.3 % ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง [13] ซึ่งดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ [14] มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 130.36-162.33 mg/kg มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 1,975-2,460 mg/kg และมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 3,905-5,540 mg/kg

ค่าความเค็มของดินมีค่าน้อยบริเวณชายฝั่งทะเลและมากขึ้นตามลำดับเมื่อเข้าสู่แผ่นดิน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนาเกลือจึงส่งผลให้บริเวณเข้าใกล้แผ่นดินมีการสะสมเกลือในมากกว่าบริเวณชายฝั่ง และมีค่าลดลงตามระดับความลึก โดยมีความเค็มของดินอยู่ในช่วง 7.8-9.6 ppt. ซึ่งแสมทะเลมีความทนทานต่อความเค็มในช่วงกว้างสามารถทนความเค็มได้ถึง 90 ppt. โดยเจริญเติบโตได้ตั้งแต่บริเวณที่มีความเค็มต่ำจนถึงสูง [15]

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินกับความหนาแน่นและการเติบโตของแสมทะเล

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่าความสูงของแสมทะเลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเค็มของดิน กล่าวคือ เมื่อค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ความสูงของแสมทะเลจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.653 และมีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เปอร์เซ็นต์อนุภาค Clay ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและความหนาแน่นของดิน กล่าวคือ เมื่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เปอร์เซ็นต์อนุภาค Clay ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้น ความสูงของแสมทะเลจะลดลง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ -0.509, -0.539, -0.554 และ -0.842 ตามลำดับ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับบอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ กล่าวคือ เมื่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับบอกของแสมทะเลจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.517 ดังตารางที่ 3 สอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับธาตุอาหารในดิน และความเค็มในป่าชายเลน ประเทศไนจีเรีย ที่พบว่าความเค็มและลักษณะเนื้อดินมีความสัมพันธ์กับความสูงและความหนาแน่นของต้นไม้ ($p < 0.01$) และพื้นที่หน้าตัดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับธาตุอาหาร และมีความสัมพันธ์ทางลบกับความเค็ม [16]

สรุป

บริเวณชายฝั่งทะเลมีการทับถมของตะกอนดินเลนสม่ำเสมอและได้รับธาตุอาหาร จากน้ำทั้งจากระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้พืชป่าชายเลน เช่น แสมทะเล เจริญเติบโตได้ดี และเมื่อศึกษาสมบัติของดินบางประการทั้งด้านกายภาพและเคมี พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเค็มของดินและปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เปอร์เซ็นต์อนุภาค Clay ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และความหนาแน่นของดิน ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการฟื้นฟูและพัฒนาชายฝั่งบริเวณแหลมผักเบี้ยได้

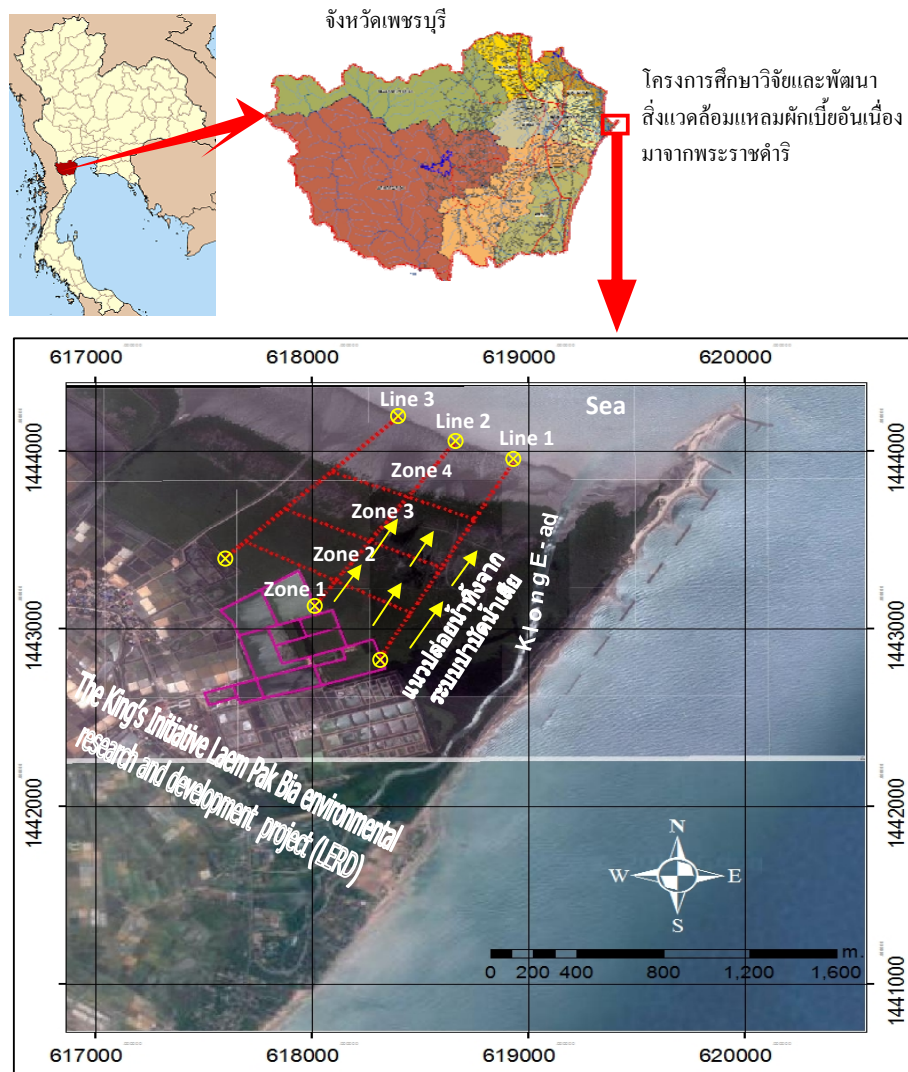
กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่อนุเคราะห์ทุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Aksornkoe S, Havanond S, Maknual C. Manual For Mangrove Planting. Bangkok: Funny Publishing; 1996. Thai.
2. Aksornkoe S, Bamroongrugs N, Kaewwongsri P. Study on growth and survival rates of *Avicennia* sp. For pioneer plants on newly formed mudflats of the Battani Bay, Southern Thailand. Thai Journal of Forestry. 1997; 16: 34-42. Thai.
3. Jitthaisong O. Determination of Effluent Effects on the Growth and Phenology of Mangrove Forest at The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Developmental Project Ban Laem District, Phetchaburi Province [PhD thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 2012. Thai
4. Kongsangchai J. Soil properties and vegetation in various tidal zones of mangrove forest at Pang-Nga [MS thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 1973. Thai.
5. Sangworn P. Structural Characteristics of Mangrove Forest on the Right Side of Phetchaburi Estuary [MS thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 2005. Thai.
6. Bupabanpot J. Quantitative Characteristics and Dynamics of Mangrove Forest at Deteriorated Water Rehabilitation Project, Changwat Sumut Prakan [Ms thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 2000. Thai.
7. Chotigmas C. Structural Characteristics and Soil Properties of the Mangrove Forests at Amphoe Banleam, Changwat Phetchaburi [MS thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 1996. Thai.
8. Prasert N. Structural Characteristics and Nutrients Cycling in Mangrove Forest at Wastewater Management Project, Changwat Phetchaburi [MS thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 2001. Thai.

9. Kongsangchai C. Forest Ecological Study of Mangrove Silviculture. [Ph.D. thesis]. Kyoto University ; 1988.
10. Wudtisin I. Mangrove forest Community Dynamics at Wastewater Management Project, Changwat Samut Prakan [Ms thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 2001. Thai.
11. Kanchanaprasert N. A Study on Vital Diagnostic Feature in Soil Development and Land Potential Evaluation of Alfisols and Inceptisols in Mae Klong Drainage Basin [PhD thesis]. Bangkok : Kasetsart university; 1986. Thai.
12. Wangnai S. Microorganism and activity in the soil. Bangkok: Thai Watana Panich Publishing; 1985. Thai.
13. Office of Science for Land Development. Manual analysis of soil, water, fertilizers, plants and soil Analysis to determine certification. 2nd ed. Bangkok: Land Development Department; 2004. Thai.
14. Konyong S. Soil fertility. Pathum Thani : Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2011. Thai.
15. Macnae W. A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forest in the Indo-West Pacific Region. *Advance. Mar. Bio.* 1968; 6 : 73-270.
16. Ukpong IE. Vegetation and its relation to soil nutrient and salinity in Calabar mangrove swamp, Nigeria. *Mangrove and Salt Marshes.* 1997; 1: 211-218.



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาวิจัยบริเวณชายฝั่งทะเล ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 2 สมบัติของดินตามระดับต่างๆ ในป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมภาคอำเภอนนทบุรีอันเนื่องมาจากพระราชดำริและพื้นที่อ่างอิง

แนว สำรวจ	โซน	ระดับ (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Bulk density (g/cm ³)	pH	Organic matter (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Salinity (ppt.)
1	1	0-15	52	32	16	0.46	7.1	8.27	145.78	2120	4710	8.0
		15-30	62	24	14	0.53	8.1	4.26	139.59	2070	4380	6.2
		เฉลี่ย	57	28	15	0.50	7.6	6.27	142.69	2095	4545	7.1
	2	0-15	65	18	17	0.55	6.8	8.44	150.42	2360	5830	12.3
		15-30	65	18	17	0.63	8.0	5.49	174.23	2560	5250	6.9
		เฉลี่ย	65	18	17	0.59	7.4	6.97	162.33	2460	5540	9.6
	3	0-15	64	22	14	0.64	7.6	10.13	128.44	2020	4670	6.1
		15-30	56	28	16	0.55	8.1	6.90	138.9	2730	5350	9.9
		เฉลี่ย	60	25	15	0.60	7.8	8.52	133.67	2375	5010	8.0
	4	0-15	59	35	6	1.32	8.7	0.80	56.37	432.66	988.44	1.2
		15-30	37	55	8	1.41	8.7	0.72	65.20	528.97	1190	1.3
		เฉลี่ย	48	45	7	1.37	8.7	0.76	60.79	480.82	1089.22	1.3
2	1	0-15	61	34	5	0.52	7.4	7.88	128.4	2320	5670	8.1
		15-30	62	36	2	0.51	8.1	2.65	167.38	2320	4610	11.6
		เฉลี่ย	61	35	4	0.52	7.8	5.27	147.89	2320	5140	9.9
	2	0-15	67	31	2	0.45	7.3	6.23	118.89	2060	4560	12.0
		15-30	57	39	4	0.55	7.3	8.39	141.83	1890	4160	7.0
		เฉลี่ย	62	35	3	0.50	7.3	7.31	130.36	1975	4360	9.5
	3	0-15	60	28	12	0.63	8.0	5.82	165.2	1960	3250	6.8
		15-30	51	36	13	0.52	8.0	7.38	141.77	2200	3480	5.5
		เฉลี่ย	56	32	12	0.58	8.0	6.60	153.49	2080	3365	6.2
	4	0-15	56	39	5	1.44	8.6	0.75	60.31	442.77	813.41	1.2
		15-30	54	41	5	1.43	8.7	0.87	61.96	478.09	958.86	1.1
		เฉลี่ย	55	40	5	1.44	8.6	0.81	61.14	460.43	886.14	1.2

ตารางที่ 2 สมบัติของดินตามระดับต่างๆ ในป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริและพื้นที่อ้างอิง (ต่อ)

แนว สำรวจ	โซน	ระดับ (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Bulk density (g/cm ³)	pH	Organic matter (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Salinity (ppt.)
3	1	0-15	44	51	5	0.61	7.6	7.08	113.09	2080	4090	6.3
		15-30	50	45	5	0.61	8.0	6.15	168.8	2060	4000	6.9
		เฉลี่ย	47	48	5	0.61	7.8	6.62	140.95	2070	4045	6.6
	2	0-15	60	37	3	0.60	7.9	7.24	129.59	2010	4020	6.8
		15-30	56	41	3	0.57	8.1	4.08	152.52	2200	3790	8.8
		เฉลี่ย	58	39	3	0.59	8.0	5.66	141.06	2105	3905	7.8
	3	0-15	59	31	10	0.70	8.0	3.46	175.03	1720	3640	6.8
		15-30	59	35	6	0.69	8.1	4.25	158.7	1790	2630	5.2
		เฉลี่ย	59	33	8	0.70	8.0	3.86	166.87	1755	3135	6.0
	4	0-15	65	32	3	1.35	8.6	0.79	66.58	450.64	795.39	1.2
		15-30	73	24	3	1.47	8.7	1.07	68.85	478.92	879.63	1.3
		เฉลี่ย	69	28	3	1.41	8.6	0.93	67.72	464.78	837.51	1.3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณสมบัติดินกับการเจริญเติบโตของแสมทะเลในป่าชายเลนด้านหน้าพื้นที่โครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมผกภัยอันเนื่องมาจากพระราชดำริและพื้นที่อ้างอิง

คุณสมบัติของดิน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)			
	ความหนาแน่น	พื้นที่หน้าตัด	ความสูง	DBH
%Sand	-0.208	-0.225	0.218	0.275
%Silt	0.401	0.382	0.242	-0.134
%Clay	-0.398	-0.356	-0.539	-0.046
Bulk Density	-0.004	0.018	-0.842**	-0.072
pH	0.068	0.105	-0.554	-0.004
Organic matter	0.388	0.360	0.071	0.308
Available P	-0.448	-0.357	-0.509	0.025
Exchangeable K	0.312	0.352	0.074	0.517
Exchangeable Mg	0.095	0.096	0.321	0.231
Salinity	0.199	0.185	0.653	0.410

หมายเหตุ: ** มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

r คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หมายถึง ค่าความสำคัญของตัวแปร x และ y ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร ยิ่งมีค่า r มากก็แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

DBH คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (Diameter at Breast Height)