# บทที่ 2

# ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

## ป่าชายเลน

ป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง (Mangrove forest) คือ กลุ่มสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่ในเขตน้ำลงต่ำสุดและน้ำขึ้นสูงสุด บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2535) เป็นเขตน้ำกร่อยที่มีความเค็มประมาณ 10 – 30 ppt (ธีระยุทธ ภู่เพ็ชร์, 2545) อาจกล่าวได้ว่าป่าชายเลนเป็นเสมือนพื้นที่ หรือเขตแนวที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บกกับทะเล ป่าชายเลนของโลกส่วนใหญ่จะพบในบริเวณชายฝั่งทะเลของภูมิภาคเขตร้อน (Tropical region) และชายฝั่งกึ่งเขตร้อน (Subtropical region) (Lalli & Parson, 1993) การกระจายของป่าชายเลนทั่วโลก พิจารณาจากสภาพทางภูมิศาสตร์ จะพบว่ามีอยู่ 2 เขตใหญ่ คือเขตอินโด-แปซิฟิก (Indo-Pacific regions) ประกอบด้วยประเทศในอัฟริกาตะวันออก อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ญี่ปุ่นตอนใต้ ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกของซามัว และอีกเขตหนึ่งก็คือ เขตโลกใหม่และอัฟริกาตะวันตก ประกอบด้วยประเทศในบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกของอัฟริกาและอเมริกา อ่าวเม็กซิโก ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก แถบโซนร้อนของอเมริกาและบริเวณหมู่เกาะกาลาปากอส (สนิท อักษรแก้ว, 2542) พบว่าป่าชายเลนในประเทศอินเดียและบังคลาเทศมีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในโลก (Islam & Wahab, 2005) ป่าชายเลนในประเทศไทยขึ้นอยู่กระจัดกระจายตลอดชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด ชายฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี จนถึงประจวบคีรีขันธ์ และชายฝั่งทะเลภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี (สนิท อักษรแก้ว, สนใจ หะวานนท์, และ ชาตรี มากนวล, ม.ป.ป.)

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2535) ศึกษาพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทยพบว่ามีหลายชนิด ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ พืชเด่นที่พบได้แก่ โกงกาง (*Rhizophora*) แสม (*Avicennia*) พังกา (*Bruguiera*) ลำแพน (*Sonneratia*) ตะบูน (*Xylocarpus*) เป็นต้น นอกจากนี้ป่าชายเลนยังมีประโยชน์ทางการประมง เพราะเป็นแหล่งขยายพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำนานาชนิด เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย มีการศึกษาพบว่าบริเวณป่าชายเลนประเทศไทยมีกุ้งชนิดต่าง ๆ ประมาณ

16 ชนิด กุ้งบางชนิดอาจมีชีวิตวางไข่ในทะเลลึกแล้วเข้ามาเติบโตในชายฝั่ง ขณะที่สัตว์น้ำบางชนิดอาจใช้บริเวณป่าชายเลนเป็นทั้งแหล่งเกิดและอาศัยตลอดชีวิต สัตว์น้ำประเภทปลาก็เช่นเดียวกับกุ้ง พบปลาในวัยอ่อนที่อาศัยบริเวณชายฝั่งมากที่สุด คือ ปลากะพงขาว ปลาเก๋า ปลากระบอก และปลานวลจันทร์ทะเล สัตว์น้ำประเภทหอยที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่พบบริเวณป่าชายเลนและพื้นที่ใกล้เคียง เช่น บนที่ราบดินเลน ที่ราบดินทรายปนเลน ได้แก่ หอยนางรม หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยกะพง นอกจากนี้สัตว์น้ำประเภทปูจะพบมาก เช่น ปูแสม ปูม้า และปูทะเล

ประโยชน์ของป่าชายเลนนอกจากจะเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำแล้ว ก็ยังมีประโยชน์อื่นอีกมากมาย เช่น เป็นแหล่งบำบัดน้ำเสียที่ถูกปล่อยมาจากชุมชนบนฝั่ง เนื่องจากพันธุ์พืชป่าชายเลนมีลักษณะพิเศษโดยเฉพาะระบบรากที่ช่วยดูดซับสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ และฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาดได้ และป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่ง นอกจากนี้ไม้ในป่าชายเลนสามารถนำมาทำฟืน นำมาเผาถ่าน ทำไม้เสาเข็ม นำมาทำเป็นเครื่องมือประมงต่าง ๆ นำมาสกัดแทนนินเพื่อนำไปทำเป็นหมึก ทำสี ทำกาวสำหรับติดไม้ และมีประโยชน์ทางการแพทย์ โดยพันธุ์ไม้บางชนิดมีสรรพคุณเป็นสมุนไพร เช่น โกงกางใบเล็กและโปรงขาว สามารถแก้ท้องร่วง บิดเรื้อรัง ห้ามโลหิต แสมขาวนำมาต้มเป็นยาขับโลหิตเสียของสตรี เป็นต้น (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2535; สนิท อักษรแก้ว, 2542)

## พันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

พันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่าชายเลนจะขึ้นเป็นแถบหรือเป็นโซนแยกออกจากชนิดอื่น ๆ จากบริเวณชายฝั่งทะเลจนลึกเข้าไปชายฝั่งด้านใน ซึ่งแตกต่างจากป่าบก โดยอาจมีสาเหตุมาจากความแตกต่างกันในเรื่องการออกราก และการเจริญเติบโตของลูกไม้ นอกจากนี้ปัจจัยอื่นที่มาควบคุมที่สำคัญ เช่น การท่วมของน้ำทะเล ชนิดของดิน ปริมาณเกลือในน้ำและดิน แสงสว่าง เป็นต้น จึงทำให้เกิดเป็นสังคมพืชที่มีลักษณะแตกต่างไปจากสังคมพืชอื่น ๆ อย่างเด่นชัด (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2535) พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบ มีทั้งหมด 74 ชนิด (สนิท อักษรแก้ว, 2542) แต่ในพื้นที่บริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี พบว่ามีพันธุ์ไม้เพียงแค่ไม่กี่ชนิด เช่น แสมขาว แสมทะเล โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ลำพู ลำแพน เป็นต้น สนิท อักษรแก้ว และคณะ (ม.ป.ป.) ได้อธิบายลักษณะของพันธุ์ไม้ไว้ดังนี้

**แสมขาว** (*Avicennia alba*)

ไม้แสมขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่นเพียงชนิดเดียวที่พบในป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นพันธุ์ไม้ที่พบในป่าชายเลนแถบอินเดีย พม่า อินโดจีน แถบตอนเหนือของออสเตรเลีย สำหรับในประเทศไทยพบกระจายทั่วไปในป่าชายเลนตามชายคลอง หรือริมฝั่งทะเลที่มีดินเลนอ่อนและดินเลนปนทราย

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงประมาณ 8-20 เมตร ไม่มีพูพอน ลำต้นค่อนข้างกลมและแตกกิ่งในระดับต่ำ เรือนยอดมีใบหนาแน่นเป็นกลุ่มก้อน เปลือกของลำต้นเรียบสีเทาถึงดำ บริเวณผิวของเปลือกตามกิ่งและลำต้นมักมีสีต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเกาะของเห็ดรา เช่น สีเขียว เหลืองอ่อน เขียวอ่อน กระจายอยู่ทั่วไปเป็นแผ่นและบริเวณผิวดินรอบ ๆ โคนต้นในรัศมีของเรือนยอด จะมีรากหายใจลักษณะกลมเรียวทู่และคดงอเล็กน้อย มีขนาดเท่านิ้วก้อยหรือเล็กกว่า โผล่ขึ้นมาจากผิวดินยาวประมาณ 5-20 เซนติเมตร กระจายอยู่ทั่วไปและจะหนาแน่นอยู่บริเวณโคนต้น

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงตัวแบบตรงข้ามกัน ใบรูปรีแกมรูปหอก ถึงรูปขอบขนานแกมรูปหอก ปลายใบแหลม โคนใบแคบ ผิวใบด้านบนเกลี้ยงสีเขียวเข้ม ผิวใบด้านท้องใบมีสีขาวออกน้ำตาล และมีขนสั้น ๆ ปกคลุม เมื่อใบแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ก้านใบยาวประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ขนาดใบยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร กว้าง 2-5 เซนติเมตร เส้นกลางใบและก้านใบด้านบนมีสีเหลืองอ่อน ๆ บริเวณกลางโคนก้านใบด้านบนจะมีสันนูนและมีร่องสีดำยาวขึ้นมาถึงโคนก้านใบหนึ่งร่อง เมื่อมองจากระยะไกลจะเห็นเป็นใบละเอียดเล็กมองเห็นเป็นสีขาวบรอนซ์

ดอก ออกดอกเป็นช่อบริเวณปลายยอด และบริเวณซอกใบปลายกิ่งซึ่งอยู่ถัดลงมาจากใบคู่ปลายสุด โดยช่อดอกจะเป็นแบบช่อเชิงลด คือช่อดอกที่ดอกย่อยไม่มีก้านและดอกบานจากโคนสู่ปลายช่อ ช่อดอกที่ออกปลายยอดมักจะเป็นช่อใหญ่ ช่อดอกใหญ่นี้ประกอบด้วยช่อดอกย่อยประมาณ 5-7 ช่อ ก้านช่อดอกรวมยาวประมาณ 1.5-5 เซนติเมตร ก้านช่อดอกย่อยยาวประมาณ 0.2-0.5 เซนติเมตร ก้านช่อดอกมีขนสั้นสีน้ำตาลอ่อนปกคลุม ส่วนช่อดอกที่ออกบริเวณซอกใบถัดลงมามักจะเป็นช่อเดี่ยว ดอกแต่ละดอกมีขนาดเล็ก เมื่อเป็นดอกตูมมีขนาดเท่าหัวเข็มมีกลีบเลี่ยงสีเขียวอมเหลืองเรื่อ ๆ มีกลีบดอก 4 กลีบสีเหลืองส้ม โคนกลีบดอกและกลีบเชื่อมติดต่อกัน มีเกสรตัวผู้ 4 อัน

ผล รูปไข่ปลายเป็นจะงอย ยาว 2-2.5 เซนติเมตร เปลือกของผลจะอ่อนแตกออกตามด้านข้างเป็นสองส่วน มีสีเหลืองอมเขียวและมีขนยาวนุ่มสีเทาอ่อนปกคลุม ใน 1 ผล มี 1 เมล็ด

**แสมทะเล** (*Avicennia marina*)

ไม้แสมทะเลเป็นไม้ขนาดเล็ก สูงประมาณ 5-8 เมตร มีลักษณะเป็นพุ่ม ส่วนใหญ่จะพบว่ามีสองลำต้นหรือมากกว่า ไม่มีพูพอน เรือนยอดโปร่ง มีรากหายใจยาวประมาณ 10.0-20.0 เซนติเมตรเหนือผิวดิน ลำต้นมีสำเทาอมขาวเล็กน้อย ผิวเปลือกเรียบเป็นมัน เมื่อลำต้นแก่เปลือกจะหลุดออกเป็นเกล็ดบาง ๆ และผิวของเปลือกใหม่จะมีสีขาว ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่ รี ปลายใบแหลมเล็กน้อยถึงมน ขอบใบเรียบ ฐานใบรูปลิ่ม ม้วนเข้าหากันด้านท้องใบ มีลักษณะคล้ายหลอดกลม ใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านท้องใบขาวอมเทา ยาวประมาณ 4.0-6.0 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5-4.0 เซนติเมตร ก้านใบยาวประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร ลักษณะดอก ออกดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง หรือตามง่ามใบใกล้กับปลายกิ่ง ช่อดอกเป็นช่อกระจุก ดอกย่อยไม่มีก้าน ดอกมีขนาดเล็ก โคนกลีบติดกัน สีเหลืองถึงสีส้มอมเหลือง ลักษณะผล เป็นรูปไข่กว้าง แบนด้านข้าง ขนาด 1.5 เซนติเมตร เปลือกมีขนอ่อนนุ่ม สีเขียวอมเหลือง ปลายผลไม่แหลมเรียว

**โกงกางใบใหญ่** (*Rhizophora mucronata*)

โกงกางใบใหญ่เป็นไม้ขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเลและพบในป่าชายเลนทางตอนเหนือของอัฟริกา เอเชีย ทางตะวันตกเฉียงเหนือของออสเตรเลีย และหมู่เกาะต่าง ๆ ในแปซิฟิก เป็นพันธุ์ไม้ที่พบได้ทั่วไป และมีปริมาณสูงในป่าชายเลนของประเทศไทย โดยเฉพาะตามริมฝั่งแม่น้ำหรือริมชายฝั่งทะเลที่เป็นดินเลน และที่มีน้ำทะเลท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ โกงกางใบใหญ่เป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่ สูงถึง 30-40 เมตร บริเวณโคนต้นมีรากค้ำยันรอบลำต้น เปลือกสีเทาถึงดำ ผิวเปลือกหยาบ หากทุบเปลือกทิ้งไว้จะพบว่าด้านในของเปลือกเป็นสีเหลืองถึงสีส้ม ลักษณะใบเป็นรูปรี อวบใหญ่ ขนาดของใบยาวประมาณ 8.0-24.0 เซนติเมตร กว้างประมาณ 5.0-13.0 เซนติเมตร ปลายใบมีติ่งแหลมเล็กและแข็ง สีของใบด้านบนเป็นสีเขียวอ่อน ท้องใบสีออกเหลือง โกงกางใบใหญ่ออกดอกเป็นช่อ ก้านช่อดอกรวมยาวประมาณ 3.0-7.0 เซนติเมตร ก้านดอกย่อยแต่ละดอกยาวประมาณ 4.0-10.0 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีอย่างละ 4 กลีบ และมีเกสรตัวผู้ 8 อัน ส่วนของผลยาวประมาณ 3.0-8.0 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล ผิวเปลือกหยาบ ส่วนของ

ฝักจะแทงออกมาจากผล มีสีเขียว ผิวขรุขระ มีตุ่มขึ้นอยู่ทั่วไปทั้งฝัก ฝักตรงยาว 30.0-65.0 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.4-1.9 เซนติเมตร เมื่อฝักแก่เต็มที่จะหลุดหล่นจากต้นได้เอง

**โกงกางใบเล็ก** (*Rhyzophora apiculata*)

โกงกางใบเล็กเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าชายเลนตั้งแต่ศรีลังกา ในเขตร้อนชื้นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จนถึงตอนเหนือของออสเตรเลีย และเป็นพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่มีปริมาณมากและสามารถพบได้ทั่วไปในป่าชายเลนของประเทศไทย โกงกางใบเล็กเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงประมาณ 30-40 เมตร บริเวณโคนต้นจะมีรากค้ำยันอยู่รอบลำต้น บางครั้งจะมีรากอากาศซึ่งเกิดจากบริเวณกิ่งห้อยลงมา มีเรือนยอดแคบรูปปิรามิด เปลือกสีเทาดำ ผิวเปลือกเรียบแตกเป็นร่องเล็กตามยาวของลำต้นเด่นชัดมากกว่าร่องตามขวาง เมื่อทุบเปลือกทิ้งไว้จะพบว่าด้านในของเปลือกจะเป็นสีแสดอมแดงถึงแดงเลือดหมู ลักษณะใบเป็นรูปรี ขอบขนาน มีขนาดยาวประมาณ 7.0-18.0 เซนติเมตร กว้างประมาณ 4.0-8.0 เซนติเมตร มีสีเขียว ปลายใบแหลม มีติ่งแหลมเล็กสีดำ ฐานใบแคบ ท้องใบสีเขียวอมดำ และมีจุดสีดำเล็ก ๆ กระจายอยู่เต็มท้องใบ ก้านใบยาวประมาณ 1.5-3.5 เซนติเมตร มักมีสีออกแดงอ่อน ๆ และสีจางไปเรื่อย ๆ จนถึงกึ่งกลางใบ หูใบบริเวณตายอดยาว 4.0-9.0 เซนติเมตร มีสีชมพูถึงแดงและเขียวอ่อน ๆ โกงกางใบเล็กออกดอกคล้ายกับโกงกางใบใหญ่คือเป็นช่อ ช่อละคู่ ก้านดอกยาว 0.6-2.0 เซนติเมตร ส่วนดอกย่อยไม่มีก้านดอก ดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก อย่างละ 4 กลีบ กลีบดอกมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ สีเหลืองอมเขียวถึงสีขาว ผลของโกงกางใบเล็กยาว 2.0-3.0 เซนติเมตร ผิวของผลหยาบสีออกน้ำตาล ส่วนของฝักจะแทงออกมาจากผล ฝักมีผิวเรียบสีเขียว เมื่อฝักแก่เต็มที่ส่วนที่หุ้มฝักซึ่งติดอยู่กับผลจะมีสำน้ำตาลแดง และฝักจะหลุดหล่นได้เอง ฝักของโกงกางใบเล็กมักจะโค้งงอทางปลายฝัก

**ลำพู** (*Sonneratia caseolaris*)

ลำพูเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูงประมาณ 8-20 เมตร เมื่ออายุน้อยเปลือกเรียบและแตกเป็นร่องลึก เป็นสะเก็ดเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ รากหายใจยาวประมาณ 70.0 เซนติเมตร หรือยาวกว่า เส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนราก 4.0-5.0 เซนติเมตร เรียวแหลมไปทางปลายราก ใบเป็นใบเดี่ยว แผ่นใบรูปรี รูปขอบขนาน ยาว 4.0-13.0 เซนติเมตร ปลายใบแหลมทู่

ฐานใบรูปลิ่ม เส้นใบไม่เด่นชัด ก้านใบค่อนข้างแบน ยาว 0.2-0.4 เซนติเมตร สีแดงเรื่อ ลำพูออกดอกเดี่ยวที่ปลายกิ่ง วงกลีบเลี้ยงเป็นหลอดตื้น ๆ รูปถ้วย ปลายแยกเป็นแฉกลึก 8 แฉก คล้ายสามเหลี่ยม โคนกลีบเลี้ยงด้านในสีออกแดง กลีบดอกสีแดงเข้มอยู่ระหว่างกลีบเลี้ยง ส่วนของผลมีเนื้อและเมล็ดขนาดเล็กหลายเมล็ดฝังอยู่ในเนื้อผล ผลรูปกลมสีเขียวอ่อน กลีบเลี้ยงแผ่บานออก ผลสุกมีกลิ่นหอมและนิ่ม

**ลำแพน** (*Sonneratia ovata*)

ลำแพนเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูงประมาณ 4-12 เมตร กิ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม เปราะ รากหายใจรูปคล้ายหมุด ยาว 15.0-30.0 เซนติเมตร เหนือผิวดิน ลักษณะใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่กว้างถึงรูปเกือบกลม ปลายใบกลม กว้าง ฐานใบกลม สีเขียวเข้ม ก้านใบยาว 0.3-1.5 เซนติเมตร ลำต้นที่มีอายุมากมักจะมีใบบิดเบี้ยว ลำแพนออกดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อกระจุก ช่อละ 3 ดอก ก้านดอกย่อยยาว 1.0-2.0 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงรูปไข่ยาว 2.0-3.0 เซนติเมตร หลอดกลีบเลี้ยงรูปถ้วยสีสันเด่นชัด กลีบเลี้ยงมี 6 กลีบ รูปสามเหลี่ยมแกมไข่ยาวกว่าหลอดเล็กน้อย ด้านบนนุ่มคล้ายกำมะหยี่ สีเหลืองอมเขียว โคนกลีบด้านในสีชมพูเรื่อ กลีบดอกไม่ปรากฏ ส่วนของผลมีเนื้อและเมล็ดขนาดเล็กหลายเมล็ดฝังอยู่ในเนื้อผล มีลักษณะกลมด้านแนวนอนยาวกว่าแนวตั้ง กลีบเลี้ยงงอหุ้มติดผลลักษณะค่อนข้างกลมมีปลายแหลมเล็กน้อย

## ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน

สนิท อักษรแก้ว (2542) อธิบายเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน พอจำแนกประเภทได้ดังนี้

1. ภูมิประเทศชายฝั่ง ป่าชายเลนโดยทั่วไปชอบขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นดินเลนและเป็นที่ราบกว้างมีน้ำทะเลท่วมถึง ลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อลักษณะโครงสร้าง โดยเฉพาะชนิดและการกระจายของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำจนถึงขนาดของพื้นที่ป่าชายเลน การที่ป่าชายเลนมีพื้นที่ขนาดเล็กหรือใหญ่นี้เองจะส่งผลให้ชนิดพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำตลอดจนการกระจายของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้แตกต่างกัน ดินเลนชายฝั่งหรือปากอ่าวที่ได้รับน้ำจาก

แม่น้ำหลายสาย พื้นที่ดังกล่าวจะมีพื้นที่ป่าชายเลนขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เพราะมีแร่ธาตุอาหารอันอุดมสมบูรณ์ที่มาจากแม่น้ำนั่นเอง

2. ภูมิอากาศ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ฝนและลม ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลน และยังมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยกายภาพอื่น ๆ โดยเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับดินและน้ำ แสงเป็นปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อพืชสีเขียวหรือพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้มาซึ่งอาหารเพื่อการเจริญเติบโต การเปิดปิดของปากใบ การหายใจและการคายน้ำ ตลอดจนรูปทรงและลักษณะต่าง ๆ ของไม้ รวมทั้งลักษณะโครงสร้าง (structure) และหน้าที่หรือกิจกรรม (functions) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศป่าชายเลน ฝน รวมถึงปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาที่ฝนตกและการกระจายของฝนมีความสำคัญต่อการกระจายและการเจริญเติบโตตลอดจนการออกดอกของพันธุ์ไม้ การเจริญเติบโตและการกระจายของสัตว์น้ำในป่าชายเลน นอกจากนี้ยังส่งผลถึงอุณหภูมิของอากาศและน้ำ ความเค็มของน้ำและน้ำในดิน โดยปกติแล้วป่าชายเลนสามารถขึ้นอยู่และเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีปริมาณฝนประมาณ 1,500-3,000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อขบวนการทางสรีรวิทยาของพันธุ์ไม้ โดยเฉพาะขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ลมมีอิทธิพลต่อการตกและการกระจายของฝน มีส่วนทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชเพิ่มขึ้น

3. น้ำขึ้นน้ำลง ช่วงเวลาขึ้นลงของน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในบริเวณป่าชายเลน กล่าวคือในขณะที่น้ำทะเลขึ้นหรือน้ำทะเลหนุนค่าปริมาณความเค็มของน้ำห่างจากชายฝั่งหรือตลอดลำน้ำจะสูงขึ้นด้วย และเมื่อน้ำทะเลลดลงค่าปริมาณความเค็มของน้ำตลอดลำน้ำจะลดลงด้วย

4. คลื่นและกระแสน้ำ คลื่นบริเวณชายฝั่งส่วนใหญ่จะเป็นคลื่นที่เกิดจากลม เป็นคลื่นช่วงสั้น มีขนาดเล็ก มีความสำคัญในแง่ของการกัดเซาะดินชายฝั่ง ทำให้เกิดการพังทลายและการกวนตะกอนทำให้ตกตะกอนอีกครั้งหนึ่ง (resuspension of sediment) บทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของคลื่นและกระแสน้ำคือ การพัดพาธาตุอาหารจากป่าชายเลนออกไปสู่ชายฝั่งและทะเล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอย่างมาก

5.ความเค็มของน้ำ (water salinity) และความเค็มของน้ำในดิน (soil water salinity) เป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโต การรอดตายและการแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน โดยปกติป่าชายเลนสามารถขึ้นอยู่และเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณน้ำกร่อย ซึ่งมีค่าความเค็มของน้ำระหว่าง 10-30 ppt (De Haan, 1931, อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, 2542)

6. ออกซิเจนละลาย ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในป่าชายเลนโดยเฉพาะการหายใจและการสังเคราะห์แสง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริเวณป่าชายเลนจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยจะมีค่าต่ำสุดในเวลากลางคืนและจะมีค่าสูงสุดในเวลากลางวัน ในบริเวณป่าชายเลนจะมีการให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากเนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตอยู่จำนวนมากทั้งพืชและสัตว์ โดยเฉพาะพืชพวกที่มีรากหายใจ (pneumatophore) ไม้แสม ไม้ลำพู ไม้ลำแพน เป็นต้น

7. ดิน ดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน การตกตะกอนของสารแขวนลอยในน้ำ การสลายตัวของอินทรียสารที่ทับถมกัน และเกิดจากการกัดเซาะชายฝั่งจากแม่น้ำหรือการพังทลายของดินบนภูเขา อนุภาคที่ขนาดใหญ่จนเกินกำลังของน้ำไม่สามารถพัดพาไปได้ก็จะตกตะกอนและทับถม ส่วนอนุภาคขนาดเล็กก็จะมีการจมตัวและไหลมาตามแม่น้ำลำคลอง ลักษณะของตะกอนดินต่าง ๆ ที่มาทับถมในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนนั้น มีลักษณะแตกต่างกันเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดของตะกอนเป็นสำคัญ เช่น ถ้าเป็นตะกอนจากแม่น้ำลำคลองอาจจะเป็นดินโคลนละเอียด หรือตะกอนมาจากชายฝั่งอาจจะเป็นดินทรายส่วนมาก

ดินในป่าชายเลนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ดินกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นดินเกิดใหม่ ลักษณะดินพวกนี้เป็นดินซึ่งยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ มีเฉพาะชั้น A และ C (A และ C horizons) ดินในชั้น A ซึ่งเป็นดินบนอาจจะพบจุดสีประขนาดเล็ก ซึ่งเกิดจากกระบวนการเพิ่มและลดของออกซิเจนเพราะน้ำขึ้นน้ำลง ในดินชั้นล่างซึ่งเป็นดินชั้น C นั้นมักมีลักษณะอ่อนมากและยังไม่มีโครงสร้างของดินเกิดขึ้น พวกกิ่งไม้ รากไม้ผุ ๆ มักจะปรากฏให้เห็น ดินชั้นนี้จะมีความเป็นกรดสูง pH อยู่ระหว่าง 2.5-6.0 ดินมีความเข้มข้นของเกลือสูง สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุของดินชนิดนี้จะแปรผันมากตามความลึกของดิน คือมีค่าระหว่างร้อยละ 2-20 มีปริมาณโปแตสเซียมและฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ เนื้อดินจะมีตั้งแต่ลักษณะดินเหนียวจนถึงดินเหนียวปนทราย ดินกลุ่มที่ 2 เป็นดินซึ่งพัฒนาแล้ว ดินป่าชายเลนชนิดนี้มักจะพบบริเวณที่ค่อนข้างสูง

ซึ่งได้รับน้ำทะเลหรือน้ำทะเลท่วมถึงบางครั้งบางคราวเท่านั้น ดินชั้นบนมีสีค่อนข้างดำและเป็นดินเหนียวลึกประมาณ 10-30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง ส่วนดินข้างล่างหรือบริเวณที่ลึกมากกว่านี้จะมีสีค่อนข้างจาง ดินประเภทนี้จะมีความลึกประมาณ 40-90 เซนติเมตร จากผิวดิน และจากการวิเคราะห์ดินพวกนี้จะเป็นกรดอย่างแรง มีปริมาณเกลือสูงแต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ต่ำ ส่วนดินกลุ่มที่ 3 ดินในป่าชายเลนในกลุ่มนี้เป็นดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่มากและมีชั้นดินลึกชั้นของดินอินทรีย์ส่วนใหญ่ เป็นพวกที่มีอินทรียวัตถุที่ฝังสลายตัวไม่สมบูรณ์ หรือพวกอินทรียวัตถุที่สลายตัวน้อย (fibric) ดินชนิดนี้ประกอบด้วยดินบน จะมีสีเทาแก่จนถึงน้ำตาลอมเทาและแทบจะเป็นสีเดียวกันตลอดทั้งชั้นของดิน จากการวิเคราะห์ดินชนิดนี้มีความเป็นกรดอย่างแรง ปริมาณเกลือและโปแตสเซียมสูงแต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ต่ำ สำหรับเนื้อดินเป็นพวก loam และ clay loam (ชุบและคณะ, 2530, อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, 2542)

8. ธาตุอาหาร ในการที่มีธาตุอาหารที่เพียงพอนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศป่าชายเลน มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ธาตุอาหารประเภทอนินทรียสาร (inorganic minerals) เป็นสารอาหารที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในป่าชายเลน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ส่วนใหญ่สารอาหารประเภทนี้ในป่าชายเลนมีมากพอ ยกเว้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณค่อนข้างน้อย จึงมักจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในป่าชายเลน แหล่งที่มาของธาตุอาหารประเภทอนินทรียสารที่สำคัญอย่างน้อย 5 แหล่งด้วยกันคือ จากน้ำฝน จากน้ำที่ไหลผ่านแผ่นดิน จากดินตะกอน จากน้ำทะเลและจากการผุสลายของอินทรียวัตถุในป่าชายเลน ธาตุอาหารประเภทอินทรียสาร (organic detritus) แหล่งที่มาสำคัญของธาตุอาหารประเภทอินทรียสารในป่าชายเลนมีอยู่ 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ แหล่งแรกเป็นแหล่งที่มาจากป่าชายเลนเอง (autochthonous sources) ได้แก่ แพลงค์ตอนพืช ไดอะตอม แบคทีเรีย สาหร่ายที่เกาะตามต้นไม้ รากไม้ และพืชอื่น ๆ ในป่าชายเลน นอกจากนี้ยังมีซากสัตว์และสิ่งขับถ่ายของสัตว์ต่าง ๆ อีกด้วย ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความอุดมสมบูรณ์อย่างมากในป่าชายเลน ส่วนแหล่งที่สองเป็นแหล่งที่มาจากภายนอกป่าชายเลน (allochthonous sources) ได้แก่ พวกสารแขวนลอยในน้ำที่ไหลมาจากแหล่งน้ำลำธาร ตะกอนดินจากการกัดเซาะชายฝั่งและบนภูเขา ซากพืชและสัตว์ที่อยู่บนฝั่งหรือในทะเล และชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เกสรดอกไม้และใบไม้ที่ลมพัดพา ธาตุอาหารที่ได้มาจากภายนอกจะมีปริมาณสูงในฤดูฝน โดยมีปริมาณสูงกว่าธาตุอาหารที่ได้มาจากป่าชายเลนเอง (Lugo et al., 1974, อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, 2542)

โดยเฉพาะธาตุอาหารจำพวกฟอสฟอรัสจะพบปริมาณสูงในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง (Ukpong, 2000)

ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ละลายอยู่ในตะกอนพื้นท้องน้ำ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ ธาตุอาหารพืชที่แพร่จากดินตะกอนขึ้นมาสู่พื้นน้ำเบื้องบนมีอิทธิพลโดยตรงต่อแพลงค์ตอนพืช ในการใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตอินทรีย์สารในแหล่งน้ำ กระบวนการ “upwelling” จัดเป็นกระบวนการหนึ่งที่เป็นการนำพาเอาสารอาหารที่สะสมอยู่บริเวณพื้นน้ำระดับลึกขึ้นมายังระดับบน ที่มีปริมาณแสงเพียงพอต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืช อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำที่ลึกไม่มากนักหรือแหล่งน้ำที่มีขอบเขตจำกัด เช่น ในเขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรืออ่าวขนาดเล็ก มักจะเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากธาตุอาหารพืชในดินตะกอนพื้นท้องน้ำได้โดยตรงและชัดเจนกว่าแหล่งน้ำที่มีความลึกมากหรืออยู่ในเขตทะเลเปิด

กระบวนการหลักในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืชจากดินตะกอนขึ้นมาสู่แหล่งน้ำเบื้องบน คือ การแพร่ (diffusion) ซึ่งในดินตะกอนมักมีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชสูงกว่าในบริเวณน้ำเหนือดิน (overlying water) ถึงประมาณ 100 เท่า นอกจากกระบวนการดังกล่าวยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารพืช (รวมทั้งก๊าซต่าง ๆ) ออกจากพื้นดิน ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่ คลื่น โดยจะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการกระทบกระเทือนที่ผิวดิน และทำให้เกิดการไหลของ pore water การไหลแทนที่ด้วยน้ำที่มีความเค็มสูงกว่า การได้รับอิทธิพลของรูหรือท่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน และการเกิดก๊าซ $CH_4$ เป็นฟองผุดขึ้นมาจากดินชั้นล่าง ซึ่งมีส่วนช่วยส่งเสริมการแพร่กระจายของสารตามแนวดิ่ง แต่ไม่ว่าการเคลื่อนย้ายของสารจะเกิดขึ้นด้วยกระบวนการใด หากในบริเวณใดมีการเคลื่อนย้ายสารในแนวดิ่งมีเพียงพอ และปริมาณธาตุอาหารมีการเพิ่มเข้าสู่เขต euphotic zone ธาตุอาหารพืชในบริเวณนั้น ๆ ก็จะสามารถถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตของพวกแพลงค์ตอนพืช

ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินตะกอน รูปที่มีความสำคัญต่อผลผลิตขั้นต้นของแพลงค์ตอนพืชในแหล่งน้ำ เช่น ไนเตรท ($NO_3^-$) แอมโมเนีย ($NH_4^+$) ฟอสเฟต ($PO_4^{3-}$) และซิลิเกต ($SiO_4^{4-}$) จะละลายอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน หรือที่เรียกว่า “interstitial space” ช่องว่างเหล่านี้ถูกบรรจุด้วยน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุอาหารพืชในสัดส่วนที่แตกต่างกัน น้ำในช่องว่างดังกล่าวเรียกว่า “pore water” ในพื้นท้องน้ำที่มีเนื้อดินหยาบ เช่น ทรายซึ่งมีการไหลผ่านของน้ำดี

มักจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินที่ผิวหน้าต่ำ เนื่องจากธาตุอาหารพืชเหล่านั้นมีโอกาสแพร่ผ่านออกไปทั้งโดยกระบวนการทางเคมี ตลอดจนกิจกรรมทางชีวภาพและกายภาพที่เกิดขึ้นที่บริเวณหน้าดิน เมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชเหล่านี้จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ แต่เมื่อถึงความลึกของดินตะกอนระดับหนึ่ง ซึ่งมีกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียต่ำ ธาตุอาหารพืชเหล่านี้ก็จะเกิดได้น้อยลงตามไปด้วย สำหรับในดินที่มีเนื้อละเอียดและมีปริมาณอินทรียสารทับถมกันอยู่ในปริมาณมาก ดินลักษณะดังกล่าวจะพบกิจกรรมการย่อยสลายอินทรียสารของแบคทีเรียสูงมาก และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินจะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นใกล้ผิวดินได้มาก ดินที่มีลักษณะเช่นนี้ส่วนใหญ่จะพบธาตุอาหารพืชในช่องว่างระหว่างเม็ดดินอยู่ในระดับที่สูงมากตั้งแต่ชั้นผิวดินลงไป อย่างไรก็ตามในดินที่ระดับลึกลงไปก็มีการสะสมของธาตุอาหารพืชจากกิจกรรมการย่อยสลายได้สูงเช่นกัน ซึ่งสารอาหารประเภทแอมโมเนียและฟอสเฟตจะพบสะสมในดินที่ลึก ซึ่งเป็นผลจากการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนธาตุอาหารพืชประเภทไนเตรทจะพบมากในชั้นของดินที่มีการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนบริเวณใกล้ผิวดินเท่านั้น แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนบางกลุ่มยังสามารถใช้ไนเตรทในกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ซึ่งทำให้ปริมาณไนเตรทในดินลดลงอย่างรวดเร็วในดินที่มีระดับลึกลงไป (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กัลยา วัฒยากร (2547) พบว่าสารอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนมีการลดลงของความเข้มข้นตามความลึกของชั้นดิน เนื่องจากเมื่อดินอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนไนเตรทจะถูกนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แทนออกซิเจน ทำให้ไนเตรทและอินทรีย์ไนโตรเจนมีปริมาณลดลง ในขณะที่แอมโมเนียมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นในดินชั้นลึกมากกว่าที่ผิว สำหรับฟอสเฟตมีการเพิ่มขึ้นตามความลึกคล้ายกับแอมโมเนีย โดยพบฟอสเฟตมีปริมาณสูงสุดที่ระดับความลึกประมาณ 18-20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับลึกที่พบปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำที่สุด

## สารอินทรีย์ในดินตะกอนป่าชายเลน

สารอินทรีย์ (Organic compounds) เป็นสารที่มีส่วนประกอบซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน เป็นสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ กล่าวคือสิ่งสกปรกที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งจะถูกระบายออกมาในรูปของสารอินทรีย์ ซึ่งจะมีผลทำให้จุลินทรีย์ในน้ำมีการใช้สารเหล่านี้เป็นอาหาร กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ

ในน้ำจะต้องใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นตัวช่วย ดังนั้นแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ในปริมาณที่สูงก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดการเน่าเสียได้ (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2547)

อินทรียวัตถุ (Organic Matter) คือสิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ รวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว มีความสำคัญในแง่ของการควบคุมคุณสมบัติของดิน ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ (อรรถ สมร่าง, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, พงศธร เพียรพิทักษ์, และ บุศรินทร์ แสวงลาภ, 2548) ในดินที่มีอินทรียวัตถุสูง ดินจะจับตัวกันเป็นก้อน โปร่ง มีการระบายอากาศและระบายน้ำดี เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน ปริมาณของจุลินทรีย์ดินขึ้นอยู่กับปริมาณของอินทรียวัตถุในดินหรือสารอินทรีย์คาร์บอนที่ใส่ลงไปในดิน (นิยม บุญพิคำ, 2543)

อินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน (granulation) โดยเฉพาะการรวมตัวกันของอนุภาคต่าง ๆ ในดินหรือเซลล์จุลินทรีย์ในดินได้เป็นอย่างดี ช่วยลดความหนืด (plasticity) และการเกาะยึดกันเอง (cohesion) ของดิน ตลอดจนช่วยให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำ โดยอินทรียวัตถุในดินมีความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดเล็ก และมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำไว้ได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยในการถ่ายเทอากาศได้อีกด้วย นอกจากนี้อินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมาก และมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกได้สูง จึงมีผลให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดี อินทรียวัตถุในดินมีธาตุอาหารต่าง ๆ ของพืชเป็นองค์ประกอบหรือผสมอยู่ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ในดิน หลังจากอินทรียวัตถุย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ธาตุอาหารพืชที่เป็นประจุบวกซึ่งดูดซับอยู่โดยอินทรียวัตถุ ยังเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เช่นเดียวกัน โดยประจุบวกที่ถูกดูดซับอยู่จะถูกแลกเปลี่ยนหรือแทนที่โดยประจุบวกด้วยกันเอง และอีกประการหนึ่งอินทรียวัตถุที่มีสมบัติเป็นกรดหรือกรดที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถูกปลดปล่อยออกมา เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวและยังช่วยละลายธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกด้วย อินทรียวัตถุในดินเป็นอาหารของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน (heterotrophic) ดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูง จะทำให้จุลินทรีย์ในดินนั้นสูงด้วย ซึ่งก็เป็นผลให้กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารพืช การตรึงไนโตรเจน เกิดขึ้นในดินได้เป็นอย่างดี

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน (soil erosion) หรือการที่หินหรือดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือเกิดขึ้นภายในแหล่งน้ำ แล้วสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอนทับถมลงบนพื้นท้องน้ำ อาทิ บริเวณพื้นทะเล พื้นทะเลสาบ พื้นของแม่น้ำ น้ำตก เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) ปัจจัยที่สำคัญในการเกิดดินป่าชายเลน คือ ลักษณะสภาพพื้นที่ที่เอื้ออำนวยให้ตะกอนลำน้ำซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินตกตะกอนและสะสมตามปากแม่น้ำต่าง ๆ ส่วนปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พืชพรรณธรรมชาติที่เกิดขึ้นหรือสิ่งมีชีวิตในดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญรองลงมา พืชพรรณธรรมชาติที่ขึ้นเหล่านี้ จะช่วยชะลออัตราความเร็วของกระแสน้ำ ทำให้ตะกอนลำน้ำตกสะสมตามปากแม่น้ำได้ดี แทนที่จะถูกกระแสน้ำทะเลพัดหายไปในทะเล (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2535)

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ (2548) กล่าวถึงความสำคัญของดินตะกอนไว้ว่า ดินตะกอนจัดเป็นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์อยู่ในตัวของมันเองในเชิงของห่วงโซ่อาหารบริเวณพื้นท้องน้ำ ดินตะกอนจัดเป็นแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์ วางไข่และหลบภัยของสัตว์หน้าดิน (benthos) ทั้งยังเป็นที่ยึดเกาะและแหล่งธาตุอาหารของป่าชายเลน พรรณไม้น้ำ สาหร่ายและหญ้าทะเล เป็นแหล่งสะสมและกักเก็บธาตุอาหาร ตลอดจนเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่มวลน้ำเบื้องบน (sink and source of nutrients) เนื่องจากในดินตะกอนจะเป็นที่รวมของผู้ย่อยสลายอย่างมากมาย นอกจากนี้ดินตะกอนยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ และกำลังผลิตของแหล่งน้ำในภาพรวม ที่สำคัญคุณลักษณะของดินตะกอนยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารต่าง ๆ ได้ดีกว่าการใช้คุณลักษณะของน้ำ เพราะดินตะกอนจะผันแปรตามเวลาช้ากว่าน้ำ (ชลฤทัย พิมพ์มานะกิจ, 2548)

ภายในดินตะกอนแหล่งต่าง ๆ โดยทั่วไปจะพบสารอินทรีย์รวมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น ในดินตะกอนป่าชายเลนน้ำกร่อยคลองหงาว จะพบปริมาณสารอินทรีย์รวมบริเวณปากคลองเท่ากับร้อยละ 7.44-8.50 และในบริเวณต้นคลองมีปริมาณร้อยละ 5.23-8.53 (ธัชชา รัมมะศักดิ์, สิรินทรเทพ เต้าประยูร, และ Vladimir Bashkin, 2545) ในขณะที่ป่าชายเลนในอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนเท่ากับร้อยละ 3.26-4.21 (กนกพร บุญส่ง และ โชคชัย ยะซูศรี, 2547) ปริมาณสารอินทรีย์รวม (total organic matter content) ที่ตรวจพบในดินตะกอนอาจมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 1 ในบริเวณพื้นท้องน้ำที่เป็นทราย หรือ

อาจมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10 ในพื้นท้องน้ำที่มีการสะสมของเลนโดยเฉพาะในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์สูง โดยได้มีการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่พบในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 6.61-10.27 และร้อยละ 2.33–10.76 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่รองรับการถ่ายเทมวลสารที่เกิดจากกิจกรรมทั้งทางธรรมชาติ และกิจกรรมที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งสองฟากฝั่งแม่น้ำ ส่งผลให้ในบริเวณปากแม่น้ำพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสะสมอยู่ในปริมาณสูงกว่าในบริเวณอื่นๆ (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) สารอินทรีย์ส่วนนี้ประกอบด้วย ไนโตรเจนอินทรีย์ (nitrogen compounds) และสารประกอบของคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) ซึ่งอาจมีกำเนิดมาจากพื้นดินหรือเกิดภายในแหล่งน้ำเอง สารอินทรีย์กลุ่มหลักที่พบ ได้แก่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) กรดฮิวมิค (humic acid) กรดอะมิโน (amino acid) ไขมัน (lipid) และลิกนิน (lignin) เป็นต้น

ดินตะกอนในบริเวณใกล้ฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณป่าชายเลน อาจมีสารอินทรีย์ใหม่ในปริมาณสูง แต่ในทะเลลึกที่ตะกอนสะสมอย่างช้า ๆ สารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายไปโดยกระบวนการของจุลินทรีย์ภายในไม่ช้าหลังจากการตกตะกอน สารอินทรีย์ในทะเลมีความสำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลควบคุมการเปลี่ยนแปลงหลังการตกตะกอน การแพร่กระจายของปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนมีการผันแปรตามสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปพบว่าปริมาณของสารอินทรีย์รวมในตะกอนมีค่าสูงเมื่ออยู่ใกล้ฝั่งและมีค่าลดลงเมื่ออยู่ห่างฝั่งออกไปเรื่อย ๆ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548; Tam & Wong, 1998) ปริมาณดังกล่าวมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่ออยู่ในทะเลลึก ชนิดของสารอินทรีย์ที่พบในตะกอนแต่ละบริเวณมักจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ เช่น ในตะกอนใกล้ฝั่งอาจมีกรดฮิวมิคสูงกว่าร้อยละ 50 ของสารอินทรีย์รวม แต่ในทะเลลึกอาจมีไม่ถึงร้อยละ 5 อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบย่อยของสารอินทรีย์ในดินตะกอนทะเลลึกมักจะคล้ายคลึงกันมากกว่า ส่วนการที่สารอินทรีย์จะตกค้างอยู่ในดินตะกอนได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการตกตะกอนของตะกอนทุกประเภท และอัตราการย่อยสลายหรือเปลี่ยนแปลงรูปของสารในแหล่งนั้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) การสะสมของสารอินทรีย์ในดินตะกอนป่าชายเลนได้มาจาก 2 แหล่งคือ จากการผุสลายของใบไม้ กิ่งไม้ ลำต้น ราก และจากน้ำที่หมุนเวียนในระบบ (Tam & Wong, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ในดินตะกอนมีความสัมพันธ์

ทางบวกกับปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งได้จากเศษกิ่งไม้ ใบไม้ที่ร่วงหล่น ซึ่งได้จากการศึกษาของ กนกพร บุญส่ง และ โชคชัย ยะชูศรี (2547) บริเวณป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.158-0.315 และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.01-0.06 ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก เนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดินอาจทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) เพิ่มสูงขึ้นเมื่ออินทรียวัตถุเหล่านั้นสลายตัว และฟอสฟอรัสอาจได้รับจากน้ำทะเลส่วนหนึ่ง เพราะน้ำทะเลเป็นแหล่งสำคัญที่ให้ฟอสฟอรัสในรูป soluble phosphorus นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังมีความสัมพันธ์กับ pH ของดิน ถ้า pH อยู่ระหว่าง 6-7 จะมี $PO_4$-P ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนจะมีความสัมพันธ์ปริมาณน้ำในดินตะกอน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงสัดส่วนของน้ำหนักต่อน้ำหนักดินตะกอนในปริมาตรของดินตะกอนหนึ่ง ๆ ซึ่งค่านี้จะแสดงออกมาในรูปของร้อยละของน้ำหนักดินที่ใช้วิเคราะห์ ปริมาณน้ำในดินตะกอนเป็นปัจจัยทางกายภาพเบื้องต้นที่ทำการวิเคราะห์ได้ไม่ยาก ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถสะท้อนขนาดของอนุภาคดินตะกอน และสภาพความอุดมสมบูรณ์ทางอินทรียสารของดิน ดินตะกอนที่มีระดับของปริมาณน้ำในดินต่ำ ประมาณร้อยละ 20-40 มักมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นทรายที่มีเนื้อหยาบและมีปริมาณอินทรีย์สารต่ำด้วย นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินตะกอนยังสามารถสะท้อนระดับของกิจกรรมในดินของสิ่งมีชีวิต (อาทิ การขุดรู การสร้างท่อ และการเคลื่อนที่ในดิน) ดินตะกอนที่มีระดับของน้ำในดินสูงมักจะเกิดเนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมในดินมากด้วย (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) ได้มีการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนที่พบตลอดแม่น้ำบางปะกงในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 47.23–74.43 และร้อยละ 32.84–79.10 ตามลำดับ โดยภาพรวมปริมาณน้ำในดินตะกอนของแม่น้ำบางปะกงจะมีค่าสูงกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากดินตะกอนมีอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กและมีเนื้อละเอียด และมีดินตะกอนที่มีสารอินทรีย์รวมค่อนข้างสูง ทำให้มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีจึงทำให้ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีมาก ตะกอนดินที่มีสารอินทรีย์สูงเป็นตะกอนที่สามารถดูดซับน้ำได้มาก นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินตะกอนจะสามารถประเมินปริมาณของสารอินทรีย์ในดินตะกอนได้อีกด้วย กล่าวคือถ้าพื้นที่ใดมีปริมาณน้ำในดินตะกอนมากแสดงว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมากตามไปด้วย เพราะสารอินทรีย์จะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี ถ้าปริมาณน้ำในดินตะกอนมีมากกว่าร้อยละ 60 ดินตะกอนจะมีลักษณะเป็นโคลนเหลว ซึ่งอาจจะเกิดจากการตกตะกอนของมวลสารจากเบื้องบนลงมาสู่ผิวดิน อาจมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของดินตะกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิด

สภาพไร้ออกซิเจนในดินตะกอนและการสะสมของปริมาณซัลไฟด์ซึ่งมีผลต่อสัตว์หน้าดิน (คณะประมง, 2546, อ้างถึงใน ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

## ความสำคัญของไฮโดรเจนซัลไฟด์

ซัลไฟด์ หรือ $S^{2-}$ เมื่ออยู่ในดินตะกอนจะพบในรูปของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($H_2S$) หรือเหล็กซัลไฟด์ อาทิ FeS, $Fe_2S_3$ และ $FeS_2$ สารประกอบของซัลไฟด์เหล่านี้สามารถเกิดได้ง่ายภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งเป็นสภาพทั่วไปที่พบในดินตะกอน ซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นและสะสมอยู่ในดินตะกอนจัดเป็นสารที่เป็นอันตรายอย่างหนึ่งต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นสูงอาจมีผลต่อระบบหายใจและเมตาบอลิซึมในร่างกายของสัตว์พื้นท้องน้ำได้

สภาพความเป็นพิษของซัลไฟด์จะส่งผลต่อการเปลี่ยนกลุ่มของประชากรสิ่งมีชีวิตหน้าดิน โดยทั่วไปปริมาณสัตว์หน้าดินที่มีขนาดใหญ่ (macrofauna) โดยเฉพาะสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น หอยชนิดต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของซัลไฟด์ในดินสูงขึ้น กลุ่มของสัตว์หน้าดินขนาดกลาง (meiofauna) โดยเฉพาะในกลุ่มไส้เดือนทะเลจำพวก capitellids และ spionids จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสภาพไร้ออกซิเจนในดินและปริมาณซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น สัตว์หน้าดินเหล่านี้จัดเป็นดัชนีแสดงสภาพมลภาวะทางอินทรียสาร (pollution indicator species) ในดินตะกอน การเปลี่ยนแปลงของสภาพทางเคมีของพื้นท้องน้ำจะมีผลกระทบต่อการเกิดทดแทนที่ของสิ่งมีชีวิต (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

ซัลไฟด์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในดินตะกอน เกิดจากกระบวนการชีวภาพและกระบวนการทางอนินทรีย์เคมี สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทโดยตรงต่อการเกิดซัลไฟด์คือ แบคทีเรียกลุ่มที่ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินโดยไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) แต่ใช้ซัลเฟต ($SO_4^{2-}$) เป็นตัวรับอิเลคตรอนในปฏิกิริยา แบคทีเรียกลุ่มนี้เรียกว่า sulfate reducing bacteria และปฏิกิริยาที่เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในลักษณะนี้ เรียกว่า กระบวนการ sulfate reduction ผลของปฏิกิริยา sulfate reduction จะให้สารประกอบ อาทิ แอมโมเนียและซัลไฟด์ออกมาสะสมอยู่ในดิน ณ ตำแหน่งที่เกิดหรืออาจมีการแพร่กระจายขึ้นไปที่ผิวดินได้ ซัลไฟด์ที่ผลิตในดินจะมีการรวมตัวกับธาตุเหล็กเกิดเป็นสารประกอบในรูป FeS ซึ่ง FeS เองก็ยังมีการเปลี่ยนรูปแบบได้สารประกอบที่เรียกว่า pyrite ($FeS_2$) ซึ่งเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำและถือเป็นองค์ประกอบหลักขั้นสุดท้ายจากกระบวนการ sulfate reduction ในสภาพดินที่ไม่มีออกซิเจนอยู่เลย ซัลไฟด์หรือ

ไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเริ่มปรากฏขึ้นเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548) ไฮโดรเจนซัลไฟด์จัดเป็นก๊าซพิษ ไม่มีสี ไม่ติดไฟ และมีกลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่าแม้ที่ความเข้มข้นต่ำ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2547)

ระดับที่มีการสะสมไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงสุดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบทางอินทรีย์สารของดินตะกอนนั้น ดินตะกอนในธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นทรายอาจมีระดับสูงสุดของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ประมาณ 6-8 เซนติเมตร ขณะที่ในดินที่เป็นโคลนปนทรายอาจมีระดับสูงสุดอยู่ที่ใกล้ผิวดินมากกว่า ในระดับประมาณ 2-3 เซนติเมตรเท่านั้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

ค่าความต่างศักย์โออาร์พี (Oxidation-Reduction Potential) แสดงถึงแนวโน้มการให้หรือรับอิเล็คตรอน ถ้า ORP เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างน้ำแสดงแนวโน้มในการรับอิเล็คตรอน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, 2547) ระดับ ORP และ pH จะเป็นตัวกำหนดชนิดและความเข้มข้น โดยน้ำที่มี pH ต่ำจะพบไฮโดรเจนซัลไฟด์มีกลิ่นเหม็นมากที่สุด ส่วนน้ำที่มี pH เป็นกลางจะพบอิออนซัลไฟด์ซึ่งไม่มีกลิ่นเหม็น มีแต่ไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่านั้นที่เป็นพิษต่อปลา น้ำที่มี pH เป็นกลางหรือเป็นด่างและ ORP มีค่าเป็นบวกซึ่งแสดงว่ามีออกซิเจนละลายน้ำอย่างไม่ขาดแคลน แสดงให้เห็นว่าการป้องกันมิให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำสามารถทำได้โดยควบคุมอย่าให้ ORP มีค่าเป็นลบหรืออย่าให้ขาดแคลนออกซิเจน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา, 2539)

**การย่อยสลายและธาตุอาหารจากการย่อยสลายในป่าชายเลน**

ทรัพยากรธรรมชาติป่าชายเลนเป็นที่รวมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ประกอบด้วย สัตว์น้ำ สัตว์บกนานาชนิด ป่าชายเลนเป็นจุดกำเนิดของห่วงโซ่อาหารของชายฝั่งทะเลและในทะเล เนื่องจากใบไม้ เศษไม้ จากป่าชายเลนจะร่วงหล่น และจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์และสัตว์น้ำบางชนิด เช่น พวกปู ให้กลายเป็นอินทรีย์สาร ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์เล็ก ๆ และสัตว์เหล่านี้จะเติบโตกลายเป็นอาหารของพวกสัตว์ใหญ่ต่อไป การหมุนเวียนของธาตุอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน แสงแดด ลม และปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช เป็นต้น (อภิรักษ์ อนันต์ศิริวัฒน์ และ จิระศักดิ์ ชูความดี, 2545) ซึ่งการ

ย่อยสลายของซากพืชในป่าชายเลนประกอบด้วยการย่อยสลายตัวเองของเนื้อเยื่อ (autolysis) และการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นพวกแบคทีเรียและรา (ษมาพร สรรพอร่ามเดชะ, เสาวภา อังสุภานิช, วสันณ์ เพชรรัตน์, และ นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2545) ปูก็จัดเป็นสัตว์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ที่ช่วยทำให้เศษใบไม้แตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ดี ซึ่งจะช่วยให้จุลินทรีย์ในดินย่อยสลายได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น (สนิท อักษรแก้ว, 2542) นอกจากนี้พบว่าชนิดของพืชที่แตกต่างกันและฤดูกาลก็มีผลต่ออัตราการย่อยสลายที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของษมาพร สรรพอร่ามเดชะ และคณะ (2545) พบว่าใบถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) มีอัตราการย่อยสลายมากกว่าโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการย่อยสลายในฤดูฝน และช่วง 10 สัปดาห์แรกของการย่อยสลายในฤดูร้อน ผลจากการย่อยสลายทำให้เกิดธาตุอาหาร ธาตุอาหารนี้เป็นตัวเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน และพืชก็จะดูดซึมกลับไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตต่อไป ธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากพืชป่าชายเลนส่วนใหญ่ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว,2542) หมุนเวียนเป็นวัฏจักร นิตยา เลาหะจินดา (2546) ได้กล่าวถึงวัฏจักรของธาตุที่สำคัญไว้ดังนี้

**วัฏจักรไนโตรเจน** (Nitrogen Cycle)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างโปรโตพลาสซึมของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งโดยจะเป็นส่วนประกอบสำคัญของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก แหล่งสะสมของไนโตรเจนอยู่ในบรรยากาศ ปริมาณไนโตรเจนในบรรยากาศมีสูงถึงร้อยละ 79 ของอากาศทั้งหมด สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะไม่สามารถใช้ก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศได้โดยตรง แต่จะใช้ได้เมื่ออยู่ในสภาพสารประกอบ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรต ดังนั้นแหล่งสะสมที่แท้จริงของไนโตรเจนจึงอยู่ในสภาพสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย โปรตีน กรดนิวคลีอิก ธาตุไนโตรเจนในบรรยากาศจึงจำเป็นต้องถูกเปลี่ยนรูปให้อยู่ในสภาพที่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะใช้ได้ ซึ่งเกิดโดยการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation)

การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation)

เป็นการเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนจากอากาศให้อยู่ในสภาพของแอมโมเนียหรือไนเตรต ซึ่งพืชนำไปใช้ได้ เกิดขึ้นได้ 3 วิธี คือ

1) เกิดโดยกระบวนการ Electrochemical fixation และ Photochemical fixation โดยปฏิกิริยาจากฟ้าแลบ ฟ้าผ่า สามารถตรึงไนโตรเจนเป็นไนเตรตได้ถึง $7.6 \times 10^6$ เมตริกตัน/ปี

2) การตรึงไนโตรเจนโดยกระบวนการทางชีววิทยาเกิดโดยการกระทำของสิ่งมีชีวิต จะได้ไนโตรเจนถึงปีละ $54 \times 10^6$ เมตริกตัน/ปี สิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนี้มีหลายกลุ่มคือ

- Symbiotic bacteria ได้แก่ แบคทีเรียที่อาศัยในปมรากของพืชตระกูลถั่วหลายชนิด ซึ่งปัจจุบันมีความสำคัญมาก แบคทีเรียส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Rhizobium* ซึ่งแต่ละสปีชีส์จะมีความเฉพาะเจาะจงในการอยู่ร่วมกับพืชพวกถั่วชนิดต่าง ๆ มาก

- Free-living nitrogen fixers ได้แก่ แบคทีเรียพวก Azotobacter และ Clostridium รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria) อีกหลายชนิด เช่น *Nostoc* และ *Anabaena*

3) การตรึงไนโตรเจนโดยการสังเคราะห์ทางอุตสาหกรรม ซึ่งจะได้ไนเตรตออกมาใช้ในสภาพของปุ๋ยปีละจำนวนมาก

แอมโมเนียและไนเตรตในสภาพที่ละลายน้ำได้ จะถูกพืชนำไปใช้สังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีน เพื่อใช้สร้างเป็นโปรโตพลาสซึมของพืชต่อไป หรือถ้าสัตว์มากินพืช โปรตีนในพืชจะถูกเปลี่ยนเป็นโปรตีนสัตว์ เมื่อพืชและสัตว์ตายลง ซากจะถูกย่อยสลายให้กลายเป็นแอมโมเนีย หรือในสัตว์เองถ้ามีเมตาบอลิซึมของโปรตีนก็จะได้ของเสียในสภาพของยูเรียและของเสียพวกไนโตรเจนรูปอื่น ๆ เช่น กรดยูริค นอกจากนี้ ในวัฏจักรของไนโตรเจนยังมีกระบวนการอื่น ๆ อีก 3 กระบวนการที่สำคัญ คือ

แอมโมนิฟิเคชัน (Ammonification)

ในการย่อยสลายกรดอะมิโน (หรือโปรตีน) นี้เกิดโดยการกระทำของ Ammonifying bacteria เช่น *Pseudomonas* และ *Proteus* การเปลี่ยนแปลงตอนนี้จึงเรียกว่า Ammonification ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนจากกรดอะมิโน หรือโปรตีนในซาก หรือในของเสียจากเมตาบอลิซึมเป็นแอมโมเนีย

ไนตริฟิเคชัน (Nitrification)

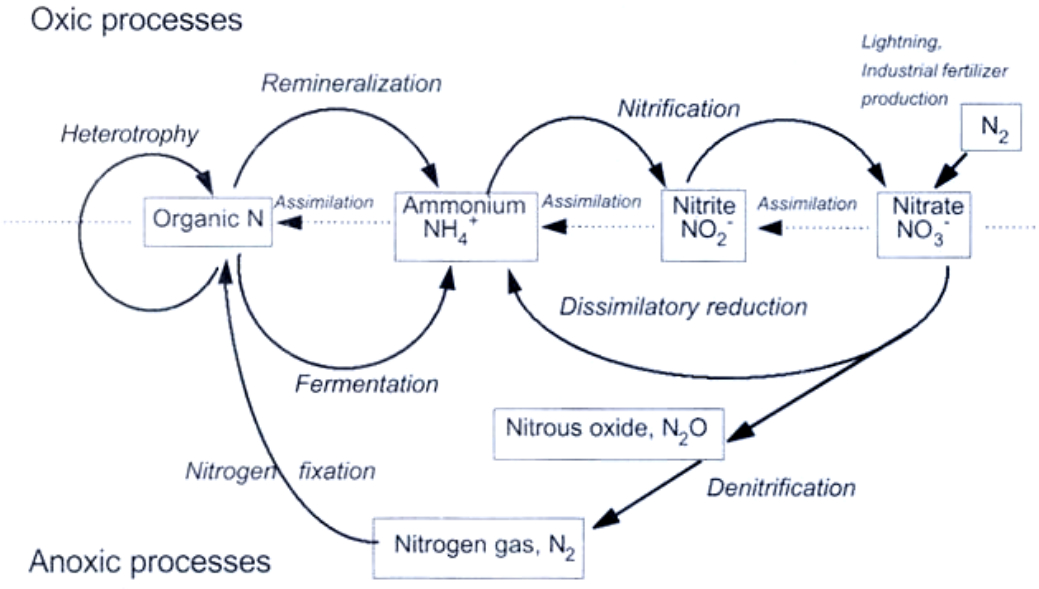
สิ่งขับถ่ายจากสัตว์และซากของพืชและสัตว์ในสภาพของแอมโมเนียจะถูกไนไตรท์แบคทีเรีย เช่น *Nitrosomonous* เปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์ และไนไตรท์จะถูกไนเตรตแบคทีเรีย เช่น *Nitrobacter* เปลี่ยนเป็นไนเตรตต่อไป การเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนไตรท์และไนเตรตนี้เรียกว่า Nitrification

ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)

ไนเตรตนี้ถูกพืชนำไปใช้ได้โดยตรง และในที่สุดถูกพืชเปลี่ยนไปเป็นกรดอะมิโนและโปรตีนในพืชใหม่ หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเป็นไนโตรเจนในบรรยากาศได้ใหม่ โดยการกระทำของ Denitrifying bacteria เช่น *Pseudomonas*, *Thiobacillus* และ *Micrococcus denitrificans* การเปลี่ยนแปลงจากไนไตรท์และไนเตรตไปเป็นแก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศใหม่เรียกว่า Denitrification

ภาพที่ 2.1

วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen Cycle)




ที่มา : Dodds (2002)

**วัฏจักรฟอสฟอรัส** (Phosphorus Cycle)

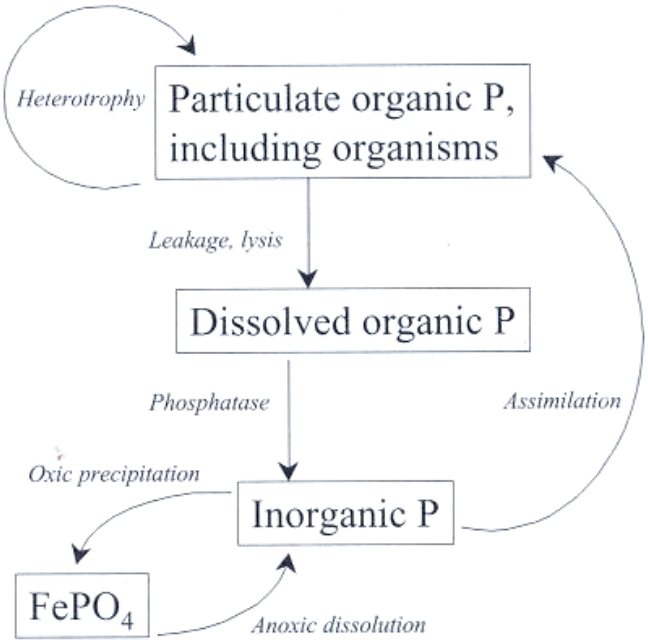
ฟอสฟอรัสเป็นธาตุจำเป็นอีกอย่างหนึ่งที่พบเป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบของ Phospholipids หรือของ ATP ซึ่งเป็นโมเลกุลสะสมพลังงานที่พบในสิ่งมีชีวิตทั่วไป ฟอสฟอรัสพบมากในโปรโตพลาสซึมของพืชและสัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายได้โดยกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ หรือเมื่อตายลงจะถูกย่อยสลายโดย Phosphatizing bacteria เพื่อให้กลายเป็นฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ (Dissolved phosphates) เช่น $CaHPO_4$ ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้นี้อาจถูกพืชใช้ได้โดยตรง หรืออาจตกตะกอนรวมเป็นหินฟอสเฟตในทะเล ถ้าเป็นหินฟอสเฟตจะละลายน้ำยาก ซึ่งมีสูตร $Ca_3(PO_4)_2$ นอกจากนี้ฟอสเฟตอาจถูกตรึงอยู่ในสภาพที่นำมาใช้ไม่ได้ เช่น อยู่ในกระดูกหรือในหินขี้นกทะเล (Guano deposits) จนกว่าคนนำมาใช้ ดังนั้นฟอสเฟตจึงมักถูกตรึงอยู่ในทะเลในสภาพของหินฟอสเฟตและนำมาใช้ไม่ได้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้บนพื้นดินที่มีการกสิกรรมมาก ๆ ยิ่งมีการขาดฟอสเฟตมากขึ้นทุกที ฟอสเฟตสังเคราะห์จึงถูกนำมาใช้มากขึ้นในพื้นที่มีการกสิกรรม แหล่งทดแทนฟอสเฟตตามธรรมชาติบนพื้นดิน คือ มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติ แต่ในบางแห่งมูลสัตว์อาจถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น มูลวัว ควาย ถูกนำไปตากแห้ง และเผาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นการสูญเสียฟอสเฟตธรรมชาติไป

แหล่งสะสมของฟอสเฟตที่ใหญ่ที่สุดของโลกอยู่ในสภาพของหินฟอสเฟตที่มีสารประกอบของเฟอริคฟอสเฟตและแคลเซียมฟอสเฟต สารประกอบทั้ง 2 ชนิดจะละลายได้น้อยมาก จึงมีการหมุนเวียนนำมาใช้ในวัฏจักรช้ามาก และในการละลายออกมาใช้ในวัฏจักรมักเกิดโดยปฏิกิริยาของกรดไนตริคเจือจางที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการ Nitrification ดังนั้นจึงต้องมีการขุดหินฟอสเฟตและนำไปถลุงแยกส่วนประกอบ เพื่อเอาไปใช้ในระบบนิเวศต่าง ๆ

ในปัจจุบันแหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญอีกแหล่ง คือ ผงซักฟอกที่ใช้ตามบ้านเรือน เมื่อถูกปล่อยลงท่อระบายน้ำเสีย จะไหลมารวมกันในแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ และปากแม่น้ำ ซึ่งสังเกตได้ว่า แม่น้ำหรือคูคลองที่มีฟอสเฟตจากผงซักฟอกปะปนมากนั้น ผิวน้ำจะเป็นฟอง และฟองเป็นตัวกีดกั้นการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของผิวน้ำและบรรยากาศ นอกจากนี้การมีฟอสเฟตสะสมอยู่ในน้ำมาก ๆ จะทำให้เกิดการเจริญอย่างรวดเร็ว (Bloom) ของสาหร่ายเป็นจำนวนมาก และอาจเป็นเหตุให้น้ำเสียเกิดขึ้นตามมาได้ เรียกว่า Eutrophication

ภาพที่ 2.2

วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle)




ที่มา : Dodds (2002)

**วัฏจักรกำมะถัน** (Sulfur Cycle)

กำมะถันเป็นธาตุที่สำคัญมากในการสังเคราะห์โปรตีนหลายชนิด เนื่องจากกำมะถันเป็นตัวเชื่อมในสายโพลีเปปไทด์ของโปรตีนสำคัญในสิ่งมีชีวิต กล่าวกันว่าสิ่งมีชีวิตในโลกนี้หากขาดกำมะถัน จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ เนื่องจากขาดโปรตีนที่สำคัญนั่นเอง กำมะถันที่พบในธรรมชาติอยู่ในสภาพของแร่ธาตุและในสภาพสารประกอบลายประเภท เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($H_2S$) ซัลไฟท์ ($SO_2^-$) และซัลเฟต ($SO_4^-$)

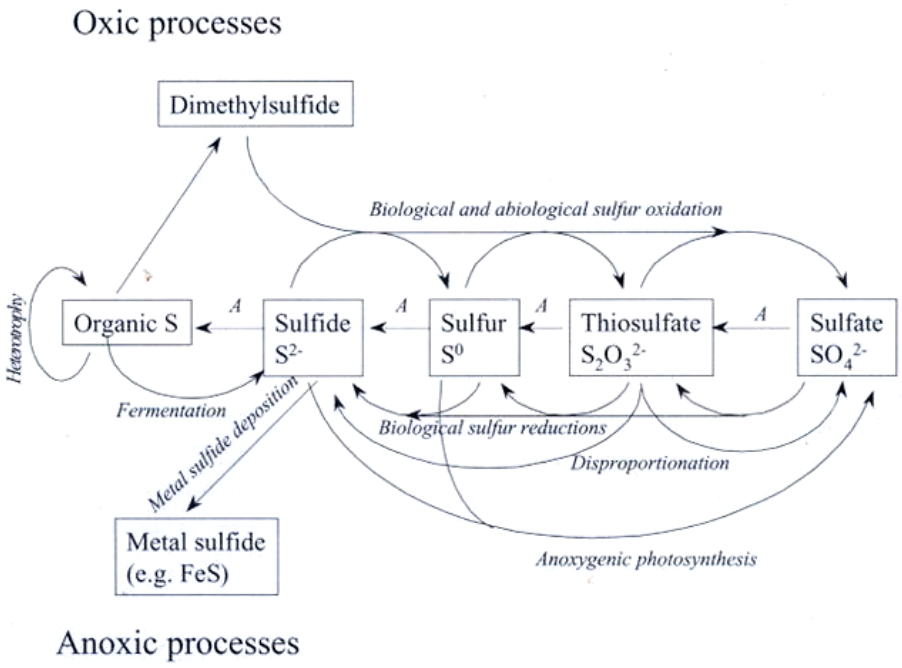
สารประกอบอินทรีย์ในพืชและสัตว์ถูกย่อยสลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยปฏิกิริยาของแบคทีเรีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ถูกออกซิไดซ์ต่อไปเป็นซัลเฟตโดย sulfur oxidizing bacteria ซัลเฟตนี้ถูกใช้โดยพืชเพื่อเป็นอาหารโดยตรง บางครั้งไฮโดรเจนซัลไฟด์มีการสะสมเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการสลายของโปรตีน เช่น ที่ทะเลดำ ในระดับความลึกมากกว่า 150 เมตร

จะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์และกรดซัลฟิวริคสูงมาก จนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ยกเว้นซัลเฟอร์แบคทีเรีย หรือบริเวณปากแม่น้ำที่ค่อนข้างสกปรกจะพบสาหร่ายพวกผักกาดทะเล (sea lettuce, *Ulva* spp.) เป็นจำนวนมาก เมื่อตายทับถมกันจะทำให้เกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากมีการผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมาในระหว่างการเน่าเสีย กำมะถันในซากของพืชและสัตว์บางส่วนถูกสะสมและถูกตรึงอยู่ในถ่านหิน และน้ำมันปิโตรเลียมเป็นเวลานาน จนกว่าจะมีการนำออกมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยการเผาไหม้ จึงได้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) ออกมา

แหล่งที่มาของกำมะถันได้มาจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ เช่น ซากของพืชและสัตว์โดยการกระทำของแบคทีเรียและราบางชนิด สะสมเป็นดินหรือมีการตกตะกอนในน้ำทับถมเป็นถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม ส่วนในบรรยากาศมีอยู่น้อยและมักได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จนได้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมา แก๊สนี้เมื่ออยู่ในบรรยากาศจะรวมตัวกับละอองน้ำและตกลงมาเป็นฝนกรดของกำมะถัน ซึ่งทำให้กัดกร่อนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ และเป็นอันตรายต่อการหายใจของคน ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์นี้ถูกฝนชะล้างให้น้อยลงจากบรรยากาศ และเมื่อตกลงสู่พื้นดิน สิ่งมีชีวิตในดินเปลี่ยนเป็นซัลเฟต ซึ่งพืชนำไปใช้เป็นอาหารโดยตรง อย่างไรก็ตามซัลเฟตนี้อาจถูกเปลี่ยนเป็นกลับเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ใหม่เมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนโดย sulfur fixing bacteria และไฮโดรเจนซัลไฟด์ถูกเปลี่ยนเป็นซัลเฟตได้ใหม่โดยปฏิกิริยาของ photosynthetic และ chemosynthetic sulfur bacteria เช่น *Triobacillus*

ภาพที่ 2.3

วัฏจักรกำมะถัน (Sulfur Cycle)




ที่มา : Dodds (2002)

# พื้นที่ศึกษา

## ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดชลบุรีอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทยหรือชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 องศา 22 ลิปดาเหนือ กับเส้นแวงที่ 100 องศา 59 ลิปดาตะวันออก พื้นที่โดยรวมทั้งหมด 4,363 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,985,107 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศใต้ ติดกับ จังหวัดระยอง
ทิศตะวันออก ติดกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา จันทบุรี และระยอง
ทิศตะวันตก ติดกับ ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย

## เขตการปกครอง

จังหวัดชลบุรี แบ่งเขตการปกครองออกแบ่งเป็น 11 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนัสนิคม อำเภอพานทอง อำเภอศรีราชา อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอเกาะสีชัง การปกครองส่วนท้องถิ่นประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาลเมือง 8 แห่ง เทศบาลตำบล 29 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 60 แห่ง มีรูปแบบการปกครองพิเศษ 1 แห่ง คือ เมืองพัทยา แยกจากการปกครองของอำเภอบางละมุง เนื่องจากเป็นเมืองท่องเที่ยวระดับนานาชาติ ซึ่งมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

พื้นที่ของศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศตั้งอยู่ที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยตำบลเสม็ดแห่งนี้มีพื้นที่ทั้งหมด 7,812.5 ไร่ หรือประมาณ 12.5 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็น 3 หมู่บ้าน เป็นศูนย์รวมด้านการค้าและศูนย์รวมหน่วยงานราชการ มีประชากรอาศัยอยู่ค่อนข้างหนาแน่น จำนวนประชากรในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลเสม็ด 13,482 คน ประชากรแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนที่เป็นชุมชนดั้งเดิมอยู่อาศัยตั้งแต่ครั้งบรรพบุรุษ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง ค้าขาย ทำนา และชุมชนใหม่ที่

อพยพเคลื่อนย้ายเข้ามาในเขตพื้นที่มาซื้อบ้านพักอาศัยในลักษณะของอาคารพาณิชย์ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับราชการ พนักงาน ลูกจ้างองค์กรเอกชน มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ทิศใต้ ติดกับ เทศบาลตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ทิศตะวันตก ติดกับ อ่าวไทย

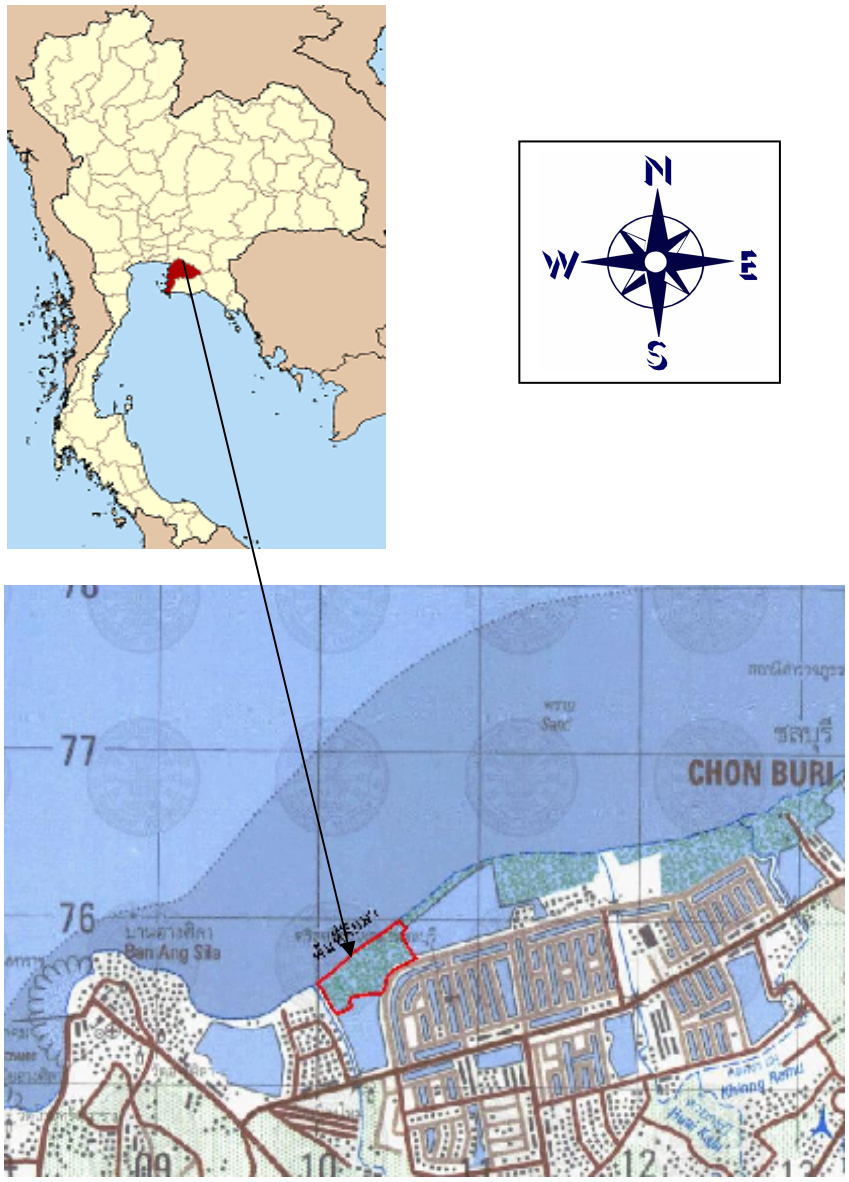
ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี เป็นลักษณะของป่าชายเลนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีเนื้อที่ป่าชายเลนประมาณ 500 ไร่ มีทางเดินศึกษาธรรมชาติเป็นสะพานไม้ยาว 2,300 เมตร โดยรอบ พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ในป่าชายเลนเป็นไม้ในสกุลไม้แสม (*Avicennia*) นอกจากนี้ยังมีไม้ในสกุลไม้โกงกาง (*Rhizophora*) และไม้ในสกุลไม้ลำพู-ลำแพน (*Sonneratia*) เล็กน้อย พันธุ์ไม้มีช่วงอายุที่กว้างทั้งไม้รุ่น ไม้ขนาดกลาง และไม้ที่เจริญเติบโตเต็มที่ นอกจากนี้ยังมีลักษณะของการปลูกต้นไม้ขึ้นเพื่อซ่อมแซมต้นไม้ที่ถูกทำลายไปโดยองค์กรต่าง ๆ ไม้ส่วนใหญ่ที่ปลูกขึ้นซ่อมแซม เป็นไม้ในสกุลไม้โกงกาง ทั้งโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก

ภาพที่ 2.4

พื้นที่ศึกษาบริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลน

เพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ตำบลเสม็ด

อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี




ที่มา : แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 กรมแผนที่ทหาร

**ลักษณะภูมิประเทศ**

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรีมีการผสมผสานกันมากถึง 5 แบบ ทั้งที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง พื้นที่สูงชัน และภูเขา รวมถึงเกาะน้อยใหญ่อีกมากมาย ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขาของชลบุรี พบได้ทางด้านตะวันออกของจังหวัดในเขตอำเภอบ้านบึง พนัสนิคม หนองใหญ่ ศรีราชา บางละมุง สัตหีบ และบ่อทอง พื้นที่นี้มีลักษณะสูง ๆ ต่ำ ๆ คล้ายลูกระนาด สำหรับที่ราบชายฝั่งทะเลนั้นพบตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงถึงอำเภอสัตหีบ เป็นที่ราบแคบ ๆ ชายฝั่งทะเล มีภูเขาลูกเล็ก ๆ สลับเป็นบางตอน ถัดมาคือ พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง มีลำน้ำคลองหลวงยาว 130 กิโลเมตร ต้นน้ำอยู่ที่อำเภอบ่อทองและอำเภอบ้านบึง ผ่านพนัสนิคมไปบรรจบเป็นคลองพานทองไหลลงสู่แม่น้ำบางปะกง โดยดินตะกอนอันอุดมสมบูรณ์จากการพัดพาของแม่น้ำบางปะกงนี้เอง ได้ก่อให้เกิดที่ราบลุ่มเหมาะสมต่อการเกษตรกรรม ส่วนพื้นที่สูงชันและภูเขานั้น อยู่ตอนกลางและด้านตะวันออกของจังหวัด ตั้งแต่อำเภอเมือง บ้านบึง ศรีราชา หนองใหญ่ และบ่อทอง ที่อำเภอศรีราชานั้นเป็นต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ แหล่งน้ำอุปโภคบริโภคหลักแห่งหนึ่งของชลบุรี

**ลักษณะภูมิอากาศ**

จังหวัดชลบุรีมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical Climate) โดยได้รับอิทธิพลจากทั้งลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ส่งผลให้จังหวัดชลบุรีมีฤดูกาลแตกต่างกันอย่างชัดเจน 3 ฤดู ได้แก่

| | |
|---|---|
| ฤดูร้อน | เดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม อากาศค่อนข้างอบอ้าว แต่ไม่ถึงกับร้อนจัด |
| ฤดูฝน | เดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม มีฝนตกกระจายทั่วไป โดยมักตกหนักในเขตป่าและภูเขา |
| ฤดูหนาว | เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ อากาศไม่หนาวจัด |

**อุณหภูมิ**

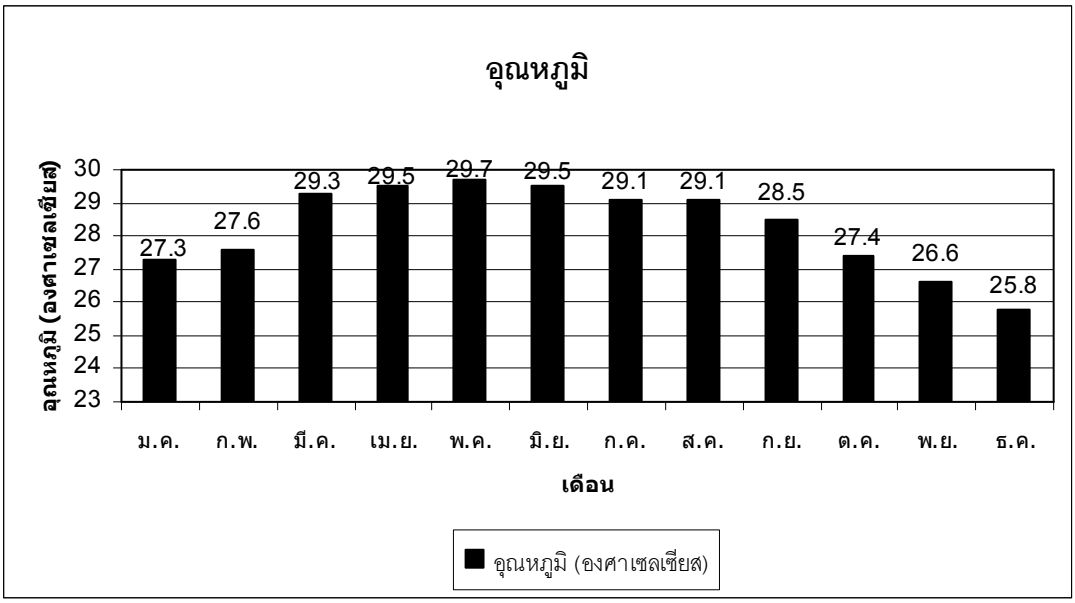
อุณหภูมิอากาศของจังหวัดชลบุรีแบ่งตามฤดูกาลเป็น 3 ฤดู ดังนี้

ช่วงฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ เดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 18.7-35.4 องศาเซลเซียส

ช่วงฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ เดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22.1-33.9 องศาเซลเซียส

ช่วงฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 12.9-30.4 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2.5
อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดชลบุรี
(มกราคม-ธันวาคม 2551)

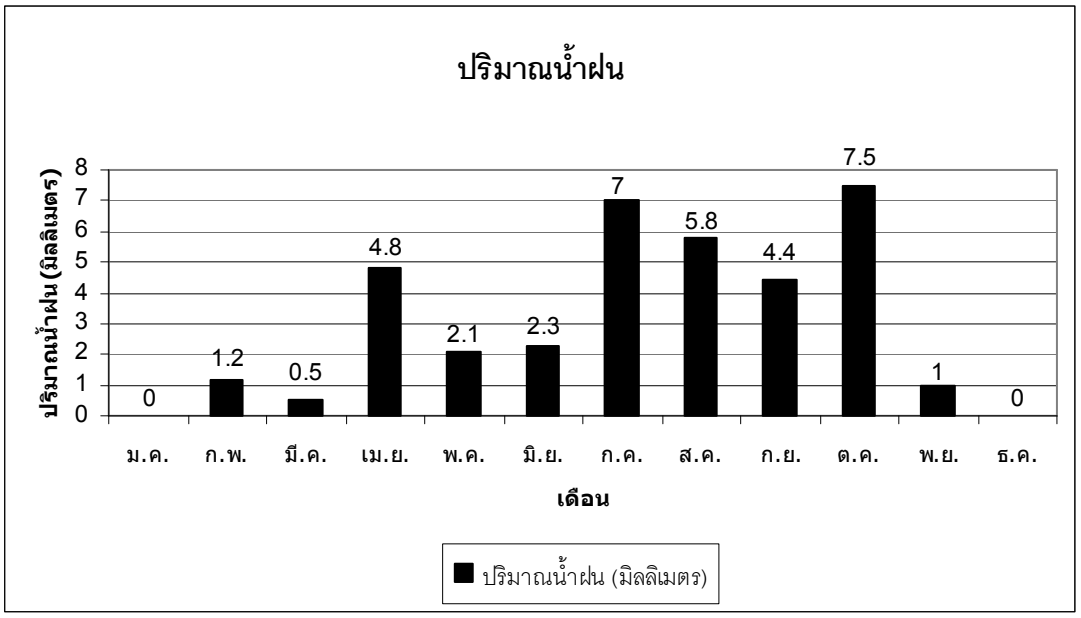



ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

**ปริมาณน้ำฝน**

ปริมาณฝนตกตลอดปีของพื้นที่ในปี พ.ศ. 2551 ปริมาณฝนเท่ากับ 1,039.9 มิลลิเมตร โดยจำนวนวันที่มีฝนตก 101 วัน ตลอดทั้งปี

ภาพที่ 2.6
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดชลบุรี
(มกราคม-ธันวาคม 2551)

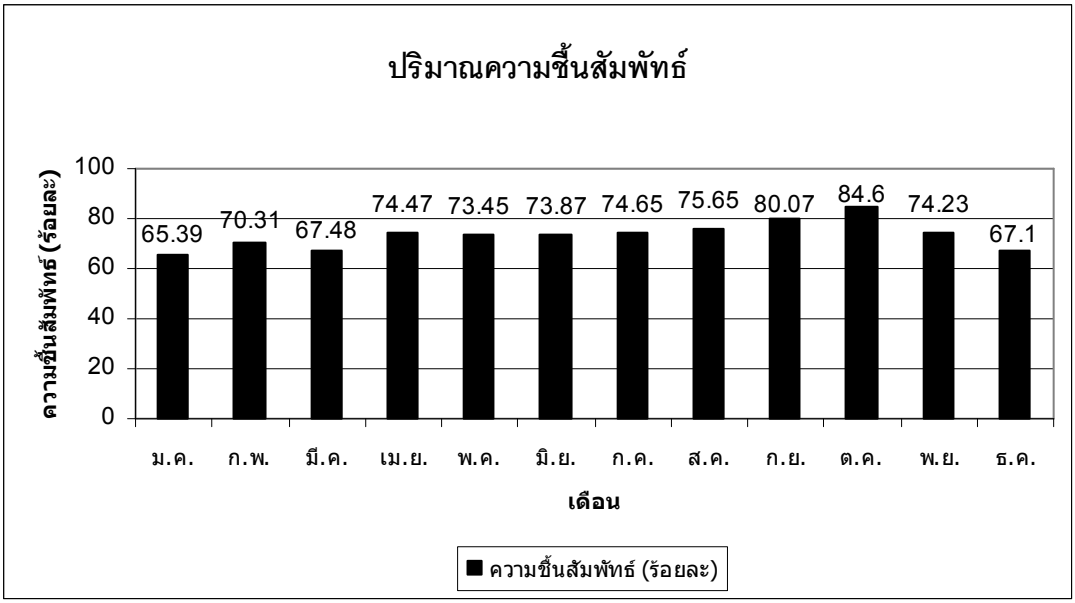



ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

**ความชื้นสัมพัทธ์**

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี ในปี พ.ศ. 2551 เท่ากับ ร้อยละ 69.22 โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด เท่ากับร้อยละ 97.0 และต่ำสุดร้อยละ 26.0

ภาพที่ 2.7
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดชลบุรี
(มกราคม-ธันวาคม 2551)




ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

**ทิศทางลม**

ทิศทางลมหลักที่พัดผ่านในพื้นที่มี 3 ทิศทาง คือ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม จะเป็นลมตะวันออก โดยได้รับอิทธิพลจากความกดอากาศสูงจากประเทศจีน พัดพาเอาความหนาวเย็นลงมาปกคลุมบริเวณจังหวัดชลบุรี ส่วนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนพฤษภาคมจะเป็นลมใต้ และในช่วงเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนสิงหาคม จะเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับความเร็วลมเฉลี่ยของแต่ละเดือนอยู่ในพิสัยระหว่าง 2.2-3.6 น๊อต ความเร็วลมสูงสุดที่เคยบันทึกไว้ได้คือ 49 น๊อต เป็นลมใต้ที่เกิดในเดือนกุมภาพันธ์