บทที่ 2

การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและความสำคัญของป่าชายเลน

ป่าชายเลน (Mangrove Forest) หมายถึง สังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ หรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิดหลายวงศ์และเป็นพวกวงศ์ไม้ไม่ผลัดใบ (evergreen species) มีลักษณะทางสรีรวิทยาและความต้องการทางสิ่งแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน (สนิท อักษรแก้ว , 2541) พันธุ์ไม้ที่เด่นและสำคัญคือพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งได้แก่ ไม้โกงกาง (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ เป็นที่เพาะพันธุ์ แหล่งหลบภัยและ อนุบาลสัตว์น้ำหลายชนิด สนิท อักษรแก้ว (2541) กล่าวว่าป่าชายเลนมีคุณค่าทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคมดังนี้

1) คุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่
   - ด้านป่าไม้ เป็นไม้ฟืน เผาถ่าน ทำเสาเข็ม เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือ เป็นต้น
   - ด้านประมงเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์น้ำ เป็นที่อยู่อาศัยที่อนุบาลของสัตว์น้ำในระยะวัยอ่อน
   - ด้านอุตสาหกรรม ผลพลอยได้จากการเผาไม้ป่าชายเลนได้ของเหลวและก๊าซหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กรดน้ำส้ม น้ำมันดินไม้ และเมธิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น

2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม

ป่าชายเลนมีความสำคัญทางด้านอนุรักษ์พื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยเป็นฉากกำบังภัยธรรมชาติป้องกันลมพายุ บรรเทาการกัดเซาะชายฝั่งช่วยในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยช่วยกรองของเสียและขยะบริเวณชายฝั่ง นอกจากนี้ป่าชายเลนยังช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนสู่บรรยากาศ (วิพักตร์ จินตนา และคณะ, 2540)

3) คุณค่าทางด้านสังคม

ผู้ที่อาศัยบริเวณป่าชายเลนและชายฝั่งอาศัยไม้ป่าชายเลนมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร และขายเป็นรายได้อีกทางหนึ่งและยังได้อาศัยป่าชายเลนในการจับสัตว์น้ำนานาชนิด รวมทั้งกุ้ง หอย ปู ปลา ซึ่งใช้ทั้งบริโภค และขายอีกด้วย และประการสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือป่าชายเลนยังเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ และแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประชาชนทั้งที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งและบริเวณอื่นๆ

เนื่องจากป่าชายเลนเป็นที่รวมของสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจทั้งพืชและสัตว์ และยังเป็นแหล่งศึกษาธรรมชาติที่สำคัญ

2.1.1 สถานการณ์ป่าชายเลนในประเทศไทย

จากการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนถึง 2,299,375 ไร่ (บุญชนะ กลั่นคำสอน และธงชัย จารุพพัฒน์, 2525) และต่อมาในปี พ.ศ. 2518 จากการถ่ายภาพดาวเทียม LANDSET-1 ปรากฏว่าพื้นที่ป่าชายเลนมีประมาณ 1,954,575 ไร่ (สุวิชย์ วิบูลย์เศรษฐ, ชโลมพร เกตุเรืองโรจน์ และ นิสัย ศรีปลั่ง, 2518) และจากการสำรวจครั้งล่าสุดด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เมื่อปี พ.ศ. 2539 พบว่าพื้นที่ป่าชายเลน เหลือเพียง 1,047,390 ไร่เท่านั้น (ธงชัย จารุพพัฒน์และ จิราวรรณ จารุพพัฒน์, 2540) จะเห็นว่าในระยะเวลา 35 ปี พื้นที่ป่าชายเลนได้ลดลงถึง 1,251,985 ไร่ หรือร้อยละ 54.10 ของพื้นที่ในปี พ.ศ. 2504 โดยมีพื้นที่ลดลงเฉลี่ย 35,771 ไร่ต่อปีหรือร้อยละ 2.8 ต่อปี รายละเอียดการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงระยะเวลาต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน ระหว่างปี พ.ศ. 2504-2539 (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

ปี	พื้นที่	พื้นที่การทำลาย		อัตราการทำลาย	
	ไร่	ไร่	เปอร์เซ็นต์	ไร่/ปี	เปอร์เซ็นต์
2504	2,299,375				
2518	1,954,575	344,800	15.0	24,628	7.1
2522	1,795,675	503,700	21.9	27,983	5.5
2528	1,679,335	620,040	26.9	25,835	4.0
2529	1,227,674	1,071,701	46.6	42,868	4.0
2536	1,054,266	1,245,109	54.1	38,909	3.1
2539	1,047,390	1,251,985	54.1	35,771	2.8

สาเหตุที่พื้นที่ป่าชายเลนมีปริมาณลดลงมาโดยตลอด เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การพัฒนาเทคนิคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และสังคม ทำให้มีความต้องการใช้พื้นที่เพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ป่าชายเลนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำเหมืองแร่ นาเกลือ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ท่าเทียบเรือ การทำไม้ รวมทั้งการเข้าอยู่อาศัยของชุมชน โดยเฉพาะในช่วงหลัง ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา ได้มีการขยายพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งหรือการทำนากุ้งในพื้นที่ป่าชายเลนเป็นจำนวน 162,725 ไร่ และ

เพิ่มเป็นจำนวน 689,120 ไร่ ในปี พ.ศ. 2529 หรือ คิดเป็น 64.30 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดที่ถูกทำลาย และจากการสำรวจครั้งสุดท้ายปี พ.ศ. 2539 พบว่ามีพื้นที่นากุ้งทั้งสิ้นประมาณ 418, 736 ไร่ (ธงชัย จารุพพัฒน์และจิรวรรณ จารุพพัฒน์, 2540) ซึ่งจะเห็นว่าพื้นนากุ้งได้ลดลง แสดงว่าพื้นที่ลดลงนี้ผู้ประกอบการได้เลิกกิจการทำนากุ้งไป ทำให้เป็นพื้นที่นากุ้งได้กลายเป็นนากุ้งร้าง ประมาณ ไร่ 270, 384 ไร่

2.2 ผลกระทบนากุ้งกับป่าชายเลน

2.2.1 การทำนากุ้งในประเทศไทย

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2530) โดยฝ่ายทรัพยากรการเกษตร ได้สรุปเกี่ยวกับงานวิจัยทรัพยากรประมงในด้านวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งไว้คือการเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยมีการดำเนินการเลี้ยงใน 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

2.2.1.1 การเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ (extensive system) เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิมที่ทำกันมานาน ผู้เพาะเลี้ยงจะทำการถางป่าจนหมด ในบางแห่งจะตัดฟันต้นไม้แค่ระดับคอราก จากนั้นจะทำการสร้างคันดินโดยรอบนากุ้งซึ่งมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีการสร้างประตูกั้นน้ำ ประตูจับกุ้งและประตูน้ำล้น มีเครื่องยนต์ดันน้ำและโรงเรือนสำหรับคนเฝ้า การทำนากุ้งจะเริ่มโดยการดันน้ำทะเลเข้านากุ้งซึ่งจะมีเชื้อกุ้งจากธรรมชาติเข้าไปด้วย โดยจะดันในช่วงน้ำขึ้น หลังจากนั้น 30-45 วัน ก็จะทำการจับกุ้ง ผลผลิตที่ได้ไม่แน่นอนและมักได้ผลผลิตต่ำ

2.1.1.2 การเลี้ยงกุ้งแบบกึ่งธรรมชาติ (semi-intensive system) เป็นการนำเอาหลักวิชาการเข้ามาใช้ในการทำนากุ้งแบบธรรมชาติ โดยมีการซื้อลูกกุ้งจากโรงเพาะพันธุ์ มาปล่อยเสริมในนากุ้งในอัตราที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ในพื้นที่ที่มีพันธุ์กุ้งธรรมชาติชุกชุมน้อยพร้อมกับให้อาหารเสริม เช่น สับปลาละเอียด รำข้าว อาหารผสม และอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ การเลี้ยงกุ้งโดยวิธีนี้ช่วยให้กุ้งเติบโตเร็ว มีขนาดใหญ่ ขายได้ราคาดี มีผลผลิตต่อไร่สูงคุ้มกับการลงทุน

2.1.1.3 การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา (intensive system) เป็นวิธีการเลี้ยงกุ้งที่ทันสมัย ต้องใช้ความรู้ตามหลักวิชาการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการบริหารด้านต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการ การเลี้ยงจะมีการนำลูกกุ้งจากโรงเพาะพันธุ์มาเลี้ยงอย่างเดียว โดยลูกกุ้งที่นำมาปล่อยมีความหนาแน่นมาก คือ 15 ตัวขึ้นไปต่อตารางเมตร จะมีการให้อาหารกุ้งทุกๆวันๆ ละ 3-5 มื้อ ในช่วงเดือนที่ 3-4 ของการเลี้ยงใช้เครื่องตีน้ำ 1 เครื่องต่อเนื้อที่ผิวน้ำ 1-2 ไร่ การเลี้ยงกุ้งแบบนี้จะให้ผลผลิตต่อไร่สูงมากและให้ผลตอบแทนเร็ว ต้องลงทุนสูง แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเพราะมีน้ำเสียออกมาจากนากุ้งมาสู่สภาพแวดล้อมรอบๆนากุ้ง สำหรับพื้นที่นากุ้งในประเทศไทย นับตั้งแต่ปลาย พ.ศ. 2532 เกษตรกรเริ่มประสบปัญหาเลี้ยงกุ้งแล้วตาย ปัญหาดังกล่าวนี้มีความรุนแรงมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2533-2534 ทำให้เกษตรกรได้หยุดเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาและในช่วงปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมานากุ้งจำนวนมากถูกทิ้งร้าง รอ

โอกาสที่จะนำไปใช้ประโยชน์และเพื่อฟื้นฟูปรับปรุงให้เป็นป่าชายเลนสมบูรณ์ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2542)

2.2.2 ผลกระทบของการทำนากุ้งต่อสิ่งแวดล้อม

ปัญหาการทำนากุ้งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 2 ประการใหญ่ ด้วยกันคือ ประการแรก การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนเป็นผลกระทบโดยตรง และ ประการที่สอง คือ การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศชายฝั่ง ดังนี้

2.2.2.1 ผลกระทบของการทำนากุ้งต่อคุณภาพน้ำ

การเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยในระยะแรกเป็นการเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ ความหนาแน่นของกุ้งประมาณ 2-5 ตัวต่อตารางเมตร และอาหารส่วนใหญ่เป็นอาหารจากธรรมชาติที่มาพร้อมกับน้ำ ทำให้น้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากนากุ้งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ต่อมาปี พ.ศ. 2515 การเลี้ยงกุ้งได้เปลี่ยนเป็นแบบกึ่งพัฒนา อัตราความหนาแน่นของลูกกุ้งประมาณ 5-10 ตัวต่อตารางเมตร คุณสมบัติของน้ำที่ปล่อยจากนากุ้งจึงไม่แตกต่างจากน้ำทะเล และคุณสมบัติต่างๆของน้ำก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ ต่อมาปี พ.ศ. 2539 ได้มีการพัฒนาระบบการเลี้ยงกุ้งเป็นแบบพัฒนา เป็นระบบที่ได้รับความนิยมและขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุนสูง อัตราความหนาแน่นของลูกกุ้งประมาณ 30-40 ตัวต่อตารางเมตร มีการใช้สารอินทรีย์และอนินทรีย์เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำและดินตะกอน จากนากุ้งมีธาตุอาหารสูงเช่นที่ พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ สมภพ รุ่งสุภาและ เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2538) รายงานว่ากิจกรรมการทำนากุ้งในบริเวณจังหวัดตราดทำให้ธาตุอาหารในน้ำได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน ในบริเวณป่าชายเลนที่อยู่ใกล้พื้นที่ทำนากุ้งมีค่าสูงกว่าป่าชายเลนที่อยู่ไกลออกไป และการปล่อยน้ำทิ้งจากนากุ้งประกอบด้วยธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารเคมีที่มีปริมาณสูงกว่าปกติ เป็นสาเหตุให้เกิดสภาวะสารอาหารที่สมบูรณ์ (Eutrophication) และการเพิ่มผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ นำไปสู่ปัญหาการเสื่อมโทรมของคุณภาพแหล่งน้ำ หรืออาจเกิดการเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารสูง หรืออาจก่อให้เกิดการเติบโตของแพลงค์ตอนพืชที่มีพิษ ในแหล่งน้ำ (toxic algal bloom) และการทำนากุ้งยังมีคันกั้นน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการขังน้ำไว้เป็นเวลานานทำให้ความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำสูงขึ้น และการทำนากุ้งนั้นต้องตัดไม้ป่าชายเลนจนหมดหรือเกือบหมดเป็นการเปิดพื้นที่กว้างและได้รับแสงเต็มที่ซึ่งทำให้อุณหภูมิของน้ำบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไปโดยจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2.2.2.2 ผลกระทบของการทำนากุ้งต่อคุณสมบัติของดิน

สนิท อักษรแก้ว (2541) รายงานว่าดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ที่มาจากการกัดเซาะฝั่งของแม่น้ำ หรือการพังทลายของดินตะกอนที่ไหลมาตามแม่น้ำลำคลองและจากตะกอนของสารแขวนลอยตลอดจนการสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุบางช่วงเวลาที่ทับถม และพบว่าดิน

เป็นปัจจัยสำคัญที่มีส่วนในการกำจัดการเติบโตและการกระจายของไม้ป่าชายเลน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าชายเลนเป็นพื้นที่นากุ้ง จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติดิน โดยพบว่าบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินในป่าชายเลนธรรมชาติที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน เช่น ประมุข แก้วเนียน (2536) ได้ศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม จากการทำนากุ้งในเขตอำเภอเมือง อำเภอหัวไทร อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าดินในบริเวณนั้นแช่ขังด้วยน้ำเค็มที่เกิดจากการรั่วไหลหรือปล่อยออกจากนากุ้ง ขณะที่ ชฎา ณรงค์ฤทธิ์ (2535) พบว่าการเปลี่ยนพื้นที่ป่าชายเลนมาเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งจะทำให้เกิดสารประกอบกำมะถัน (pyrite) ในชั้นดินตะกอนชั้นล่างถูกเคลื่อนย้ายขึ้นมาสัมผัสกับอากาศเกิดเป็นกรดกำมะถัน ทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลง อยู่ในระดับเป็นกรดอย่างรุนแรง ทั้งยังทำให้สูญเสียแหล่งให้อินทรีย์วัตถุแก่ดินและมีความสัมพันธ์กับการลดลงของฟอสฟอรัส ลดปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน

2.2.2.3 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

2.2.2.3.1 ผลกระทบต่อพืชในป่าชายเลน

ผลกระทบทางตรงคือทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนผลกระทบในระยะยาว คือป่าชายเลนที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เลี้ยงกุ้งจะเสื่อมโทรมและค่อยๆ หมดสภาพเพราะสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจนไม่เอื้ออำนวยต่อการเติบโตของไม้ป่าชายเลนและคุณสมบัติดินตะกอนของน้ำจากการเลี้ยงกุ้งมีผลกระทบต่อโครงสร้างและการเติบโตของไม้ป่าชายเลน เช่น บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบว่าชนิดพันธุ์ไม้น้อยลงและทำให้การขึ้นอยู่ของพรรณไม้เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ ไม้ตะบูนจะขึ้นอยู่บริเวณห่างจากริมอ่าวมากขึ้น ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ไม่มีความแตกต่างกัน

2.2.2.3.2 ผลกระทบต่อแพลงค์ตอนและสัตว์หน้าดินในป่าชายเลน

แพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ ถ้าจำนวนชนิดของแพลงค์ตอนน้อย แต่ชนิดของแพลงค์ตอนมีปริมาณสูงและค่า density index ต่ำแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพต่ำหรือเน่าเสีย การทำนากุ้งทำให้เกิดผลกระทบต่อพวกครัสตาเซียนที่อาศัยอยู่บริเวณป่าชายเลนทำให้มีจำนวนน้อยลง โดยการทำลายวงจรชีวิตสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น ปู กุ้ง กั้ง และตั๊กแตน (ไพบูลย์ นัยเนตร, 2534) และจากการศึกษาของเริงชัย ตันสกุล (2538) เกี่ยวกับผลกระทบของการทำนากุ้งในจังหวัดสงขลาและจังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้เกิด Eutrophication ในเขตชายฝั่ง แพลงค์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดินมี ความหลากหลายของชนิด (spices diversity) ต่ำแต่มีมวลชีวภาพมากขึ้น และไม่มีผลกระทบต่อ ความหลากหลายของปลาเศรษฐกิจที่จับได้

2.2.3 การปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้าง

พื้นที่นากุ้งร้างบริเวณชายฝั่งทะเลมีอยู่ทั่วไปและพบเห็นได้เป็นพื้นที่จำนวนมากคือบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช สมุทรสงคราม สมุทรสาคร เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์นอกจากนั้นจะเป็นพื้นที่ค่อนข้างน้อย เช่น ในจังหวัดระนอง สงขลา พังงา และปัตตานี เป็นต้นทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งในระยะเวลาที่ผ่านมามีปัญหาเรื่องน้ำเสีย และโรคกุ้ง จึงทำให้พื้นที่หลายแห่งเลิกกิจการเลี้ยงกุ้งและทิ้งไว้เป็นนากุ้งร้าง ประมาณได้ว่ามีหลายหมื่นไร่และพื้นที่เหล่านี้สามารถฟื้นฟูปลูกป่าชายเลนกลับขึ้นมาใหม่ได้ จากการศึกษาปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่นากุ้งร้างโดย พูลศรี เมืองสงและสนิท อักษรแก้ว (2540) บริเวณหมู่บ้านหาดทรายขาว จังหวัดระนอง ซึ่งเป็นนากุ้งได้ทิ้งร้างมาแล้วประมาณ 2 ปี และเป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอพบว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่เหมาะสมและปลูกได้ผลดีที่สุดตามลำดับคือไม้โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ถั่งขาว และโปรงแดง เป็นต้น สำหรับนากุ้งร้างที่มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างสูง ก็สามารถที่จะปลูกฟื้นฟูให้เป็นป่าชายเลนได้ โดยเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมและปลูกได้ผลดีคือ ไม้โกงกางใบเล็กและแสมทะเล รองลงมาคือ ไม้ถั่วขาว เป็นต้น (JAM, 1997)

อย่างไรก็ตามการปลูกไม้ป่าชายเลนบนพื้นที่นากุ้งร้างเพื่อให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพดีนั้น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาและดำเนินการเป็นอันดับแรก คือการทำลายคันนากุ้งเพื่อให้น้ำทะเลขึ้นลงในพื้นที่นากุ้งร้างได้ตามธรรมชาติและการคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมมาปลูกในพื้นที่นั้น และยังต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างกล่าวได้แก่ แสง เนื่องจากไม้ป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นไม้ที่ต้องการแสงรวมถึงการขึ้นลงของน้ำทะเลและสภาพของดินด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 **ลักษณะทั่วไปของพันธุ์ไม้ที่ทำการศึกษา** (สนิท อักษรแก้วและ สมชาย พานิชสุโข, 2529)

2.3.1 ไม้โกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculata* วงศ์ RHIZOPHORACEAE

โกงกางใบเล็กเป็นไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 20-30 เมตร เปลือกนอกสีน้ำตาลเทา แตกเป็นสะเก็ดเล็กๆ หรือค่อนข้างเรียบ เปลือกในสีน้ำตาลแดง ฐานใบสีน้ำตาลแดง กระพี้อ่อนแก่นสีน้ำตาลแดง แข็งมาก ลำต้นกิ่งก้านมาก และมีรากค้ำจุนที่เรียกว่า stilt root หรือ prop root ทำหน้าที่พยุงลำต้น รากชนิดนี้งอกจากส่วนของลำต้น และกิ่งใหญ่ๆตอนล่าง

ใบ (leaf) เป็นใบแบบใบเดี่ยว (simple leaf) เรียงตัวแบบตรงกันข้าม (opposite) แต่ละคู่สลับทิศทางกัน (decussate) ใบมน (elliptic) ฐานสอบเข้าหากันคล้ายรูปลิ่ม (cuneate) ปลายใบแหลมเป็นติ่ง (acute or apiculate) ก้านใบยาว 1.5-3 เซนติเมตร หูใบยาว 4-8 เซนติเมตร จะหุ้มใบอ่อนไว้ ไม่ผลัดใบ ใบเกลี้ยงทั้งหน้าและหลังใบ

ดอก (flower) เป็นช่อดอกขนาดเล็กเกิดระหว่างง่ามใบ ตรงปลายกิ่งช่อหนึ่งๆ มี 2 ดอก ไม่มีก้านดอก ดอกสีเหลืองมีกลีบเลี้ยง 4 กลีบ โคนกลีบติดกัน ปลายแยกเป็นแฉก รูปไข่ปลายแหลม กลีบดอกรูปใบหอกยาว 3.8-1.1 เซนติเมตร ไม่มีขน เกสรตัวผู้มี 12 อัน ยาว 0.60 - 0.75 เซนติเมตร เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ออกดอกในราวเดือนกันยายนถึงเดือนมกราคม

ผล (fruit) เป็นแบบแก่แล้วสามารถงอกได้ก่อนผลร่วง (viviparous fruit) เมื่อแก่เต็มที่มีขนาดประมาณ 1.2 X 38.0 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบรองดอกซึ่งเหลือติดอยู่เมื่อผลแก่ มีเปลือกของผล (pericarp) หุ้มปลายยอดอ่อน (plumule) ลำต้นส่วนล่าง (hypocotyle) และปลายรากอันแรกของต้นอ่อน (radicle) ไม่มีอะไรหุ้ม และขยายใหญ่ที่ส่วนปลาย เมื่อผลแก่คัพภะ (embryo) จะหลุดจากเปลือก ผลปักลงในเลนพร้อมที่จะงอกทันที แต่ถ้าน้ำทะเลขึ้นผลจะลอยไปตามน้ำ มีอายุอยู่ได้ประมาณ 2 เดือน และเมื่อเกยตื้นอยู่กับที่ก็จะงอกทันที ผลแก่ในราวเดือนธันวาคมถึงมกราคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2 แสมทะเล *Avicennia marina* วงศ์ AVICENNIACEAE

เป็นไม้ขนาดเล็ก สูงประมาณ 5- 8 เมตร มีลักษณะเป็นพุ่ม ส่วนใหญ่มีสองลำต้นหรือมากกว่า ไม่มีพูพอน เรือนยอดโปร่ง มีรากหายใจคล้ายรูปดินสอยาว 10-20 เซนติเมตร เหนือผิวดิน เปลือกเรียบเป็นมัน สีขาวอมเทาหรือขาวอมชมพูต้นที่อายุมากเปลือกจะหลุดออกเป็นเกล็ดบางๆคล้ายแผ่นกระดาษ และผิวของเปลือกใหม่จะมีสีเขียว

ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปรี หรือรูปใบหอกแกมรูปไข่ ขนาด 1.5-4.0 X 3-12 เซนติเมตร ปลายใบมนถึงแหลมเล็กน้อย ฐานใบรูปลิ่ม ขอบใบเรียบ ม้วนเข้าหากันทางด้านท้องใบ มีลักษณะคล้ายหลอดกลม ใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านท้องใบขาวอมเทา หรือขาวนวล ก้านใบยาว 0.4-1.4 เซนติเมตร

ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่ง หรือง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง เป็นช่อเชิงลด ก้านช่อดอกยาว 1-5 เซนติเมตร แต่ละช่อมี 8-14 ดอก ช่อดอกย่อยเป็นช่อกระจุก ก้านดอกยาว 0.5-1.5 เซนติเมตร ดอกย่อยไม่มีก้าน ดอกมีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบ ติดคงทน กลีบดอก 4 กลีบ รูปไข่กว้าง ยาว 0.3 เซนติเมตร โคนกลีบติดกัน สีส้มอมเหลือง เกสรเพศผู้ 4 อัน ออกดอกประมาณเดือน กุมภาพันธุ์ถึงเดือนมิถุนายน

ผล เป็นรูปไข่กว้าง เบี้ยว ถึงเกือบกลม แบนด้านข้าง ขนาด 1.5-2.0 x 1.5-2.5 เซนติเมตร เปลือกอ่อนนุ่มสีเขียวอมเหลือง มีขนนุ่ม ปลายผลไม่มีจะงอย ผลแก่เปลือกจะแตกด้านข้างตามยาวผล และม้วนเป็นหลอดกลม แต่ละผลมี 1 เมล็ด เป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดีในที่โล่งติดชายฝั่งทะเล หรือพื้นที่ดินเลนงอกใหม่ที่ดินค่อนข้างเป็นทราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.3 ไม้ถั่วขาว *Bruguiera cylindrica* Bl. วงศ์ RHIZOPHORACEAE

ถั่วขาวเป็นไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ความสูง 8-16 เซนติเมตร เปลือกนอกสีน้ำตาล เปลือกค่อนข้างเรียบหรือแตกเป็นสะเก็ดเล็กน้อย เปลือกในสีน้ำตาลแดง กะพี้สีเหลืองอ่อน แก่นสีน้ำตาลแกมเหลือง หรือสีเหลือง

ใบ (leaf) เป็นใบเดี่ยว (simple) เรียงตัวตรงกันข้าม (opposite) สลับทิศทาง (decussate) ใบมน (elliptic) ขนาด 2.5-4.0 x 7.5-1.5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม (acute) ฐานใบสอบเข้าหากันเป็นรูปลิ่ม (cuneate) ก้านใบยาว 1.5 –2.0 เซนติเมตร หูใบยาว 4.5 เซนติเมตร หุ้มใบอ่อนไว้ ใบเกลี้ยงทั้งหน้าและหลังใบ ใบสีเขียวเหลือง มีรากค้ำจุนบริเวณโคนต้น

ดอก (flower) เป็นแบบช่อ 2-5 ดอก สีเขียวอมเหลือง ปลายกลีบเลี้ยงแยกเป็น 8 แฉก ผิวนอกของกลีบเลี้ยงเป็นสันนูนยาว 0.7-0.9 เซนติเมตร หลอดเกสรตัวเมีย (style) ยาว 0.12-0.15 เซนติเมตร ออกดอกราวเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม

ผล (fruit) เป็นแบบ viviparous fruit ขนาด 0.5-0.75 x 13 เซนติเมตร ผิวเรียบ ผลประกอบด้วยส่วนกลีบเลี้ยงซึ่งติดอยู่จนผลแก่ มีเปลือกผล (pericarp) หุ้มส่วนปลายยอดอ่อน ส่วนลำต้นตอนล่าง และปลายรากอันแรกไม่มีอะไรหุ้มและขยายใหญ่ที่ส่วนปลาย เมื่อผลแก่คัพภะ (embryo) จะหลุดจากเปลือกปักลงในเลนพร้อมจะงอกทันที แต่ถ้าลอยน้ำอยู่จะมีอายุได้ 2 เดือนหลังจากร่วง ผลถั่วขาวจะแก่เดือนในตุลาคมถึงเดือนธันวาคม

ถั่วขาวพบขึ้นเป็นกลุ่มเล็กๆ ปะปนกับไม้โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก หรืออาจขึ้นในที่เลนตื้นชายฝั่ง ซึ่งเป็นดินเหนียวค่อนข้างแข็ง มีชั้นของฮิวมัสและมีการระบายน้ำดี (พูลศรี เมืองสง, 2541) และสามารถขึ้นได้ในพื้นที่น้ำท่วมถึง (สง่า สรรพศรีและคณะ, 2530) เนื้อไม้ถั่วขาวมีสีเหลืองหรือน้ำตาลแกมเหลือง เสี้ยนค่อนข้างตรง เลื่อยผ่าใสกบตบแต่งได้ง่าย เนื้อไม้ปานกลาง ใช้ทำเสา เสาโป๊ะ แต่ส่วนมากใช้ทำฟืนเผาถ่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.4 ไม้โปรงแดง *Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob วงศ์ RHIZOPHORACEAE

ไม้โปรงแดงเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ความสูง 10-20 เมตร บางครั้งอาจแตกกิ่งระเกะระกะคล้ายไม่พุ่มตามสภาพพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม

ใบ (leaf) ไม้โปรงแดงเป็นใบเดี่ยว (simple) เรียงตัวแบบตรงกันข้าม(opposite) แต่ละคู่สลับทิศทางกัน (decussate) ใบเป็นใบรูปไข่กลับ (obovate) ขนาดของใบ 2-2.5 x 5-11.5 เซนติเมตร ฐานใบแหลม (acute) ปลายใบมน (obtuse) หรือเว้าหยักเล็กน้อย (retuse) ใบค่อนข้างหนา ใบเกลี้ยง หน้าใบสีเขียว เป็นมันหลังใบสีเขียวอมเหลืองใบเกิดเป็นกระจุกที่ปลายกิ่ง

ดอก (flower) เป็นช่อดอกอยู่ตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง แต่ละช่อดอกอาจมีถึง 10 ดอก กลีบเลี้ยงมีความยาว 0.6-0.7 เซนติเมตร มี 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน ปลายกลีบแยกเป็น 5 แฉก กลีบดอกมี 5 กลีบ สีเหลืองรูปขอบขนาน ยาวประมาณ 0.4 เซนติเมตร มีระยางรูปกระบอกที่ปลายกลีบ เกสรตัวผู้ยาว 0.3-0.5 เซนติเมตร มีขนาดสั้นและยาวสลับกัน ออกดอกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม

ผล (fruit) เป็นผลที่เมื่อแก่เต็มที่แล้วสามารถงอกได้ก่อนผลร่วง (viviparous fruit) ผลที่สามารถงอกได้มีขนาดความยาว 15-35 เซนติเมตร ประกอบด้วยส่วนของกลีบเลี้ยงซึ่งเหลืออยู่ มีส่วนของเปลือกผล (pericarp) ซึ่งหุ้มปลายของยอดอ่อน (plumule) อยู่ส่วนลำต้นส่วนล่าง (hypocotyls) และปลายรากอันแรกของต้นอ่อน (radicle) ไม่มีอะไรหุ้มและขยายใหญ่ในส่วนปลาย hypocotyls มีสันนูนตามทางยาวโดยตลอด ซึ่งเมื่อต้นอ่อนหล่นจากต้นลงบนเลนก็จะปักลงไปในเลน พร้อมที่จะงอกทันที แต่ถ้าหล่นขณะน้ำขึ้นก็จะลอยไปตามน้ำ มีอายุอยู่ได้นานประมาณ 2 เดือน แต่เมื่อเกยตื้นหรือติดอยู่กับที่ก็จะงอกทันที ผลไม้โปรงแดงจะแก่ในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน

ไม้โปรงแดงมักขึ้นเป็นหมู่เป็นกลุ่มในที่ลุ่มริมทะเล บริเวณที่เลนไม่ลึกนักหรือเลนค่อนข้างแข็งหรืออยู่ตอนสูงของป่าเลนที่มีน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยท่วมถึง ส่วนใหญ่นำไม้เป็นเสาหลัก ทำฟืน เผาถ่าน เปลือกไม้ให้สีน้ำตาลใช้ย้อมหนัง อวน แห ผ้า ฯลฯ เนื้อไม้มีสีส้มแดงและจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอมน้ำตาลเมื่อถูกอากาศ กระพี้บางไม่มีสีไม่ค่อยแตกต่างจากเนื้อไม้มากนัก เนื้อไม้แข็งและหนัก เนื้อละเอียดเสี้ยนตรงและมีวงปี ประโยชน์ของไม้โปรงแดง ใช้ในการทำการฟืน เผาถ่าน ก่อสร้าง ทั่วไป หรือทำไม้ค้ำยันในการทำเหมืองแร่ และลำต้นใช้ทำเรือ เป็นต้น

2.4 การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

2.4.1 การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางและ ความสูงของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

การเติบโต คือ การสะสมและเพิ่มจำนวนโปรโตพลาสซึ่ม (protoplasm) สร้างส่วนต่างๆขึ้นมา การเติบโตของพืชจะประกอบด้วยการเติบโต (growth) และการพัฒนา (development) โดยการเติบโตเป็นการเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณ แต่สำหรับการพัฒนาเป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อคุณภาพ รูปร่าง ลักษณะ ดังนั้นผลการเติบโตจะแสดงออกทางการเพิ่มพูนน้ำหนักและปริมาณมวลชีวภาพ (Toumey, 1948)

การเติบโตของไม้ป่าชายเลนจะแตกต่างกันตามชนิดและสภาพพื้นที่ที่พันธุ์ไม้ขึ้นอยู่ เช่น สนิท อักษรแก้ว จิตต์ คงแสงไชยและวิพักต์ จินตนา (2530) ได้ศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนธรรมชาติจังหวัดระนอง พบว่า ลำแพนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (diameter at breast, dbh) สูงสุดคือ 34.10 เซนติเมตร รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 20 เซนติเมตรเหนือคอราก เฉลี่ย 6.60 เซนติเมตร ถั่วดำมีขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 6.40 เซนติเมตร ถั่วขาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเฉลี่ย 6.20 เซนติเมตร โกงกางใบเล็กมีขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 5.90 เซนติเมตร และโปรงแดงมีขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยคือ 5.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ ชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพานิช (2536) ทำการศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่สวนรุกชาติป่าชายเลน จังหวัดระนอง ที่มีอายุ 7-8 ปี พบว่าไม้ตาตุ่มมีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 6.91 เซนติเมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 6.04 เซนติเมตร ถั่วขาว4.64 เซนติเมตร โกงกางใบใหญ่ 4.54 เซนติเมตร ฝาดดอกแดง 3.70 เซนติเมตร พังกาหัวสุมดอกขาว 3.64 เซนติเมตร ถั่วดำ 3.43 เซนติเมตร พังกาหัวสุมดอกแดง 3.42 เซนติเมตร และตะบูนขาว 3.95 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงพบว่าตาตุ่มมีการเติบโตทางความสูงมากที่สุด 7.99 เมตร รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ 6.67 เมตร ถั่วดำ 5.38 เมตร พังกาหัวสุมดอกแดง 4.92 เมตร ฝาดดอกแดง 4.35 เมตร และตะบูนขาว 3.08 เมตร ตามลำดับ และ วิโรจน์ ธีรธนาธร (2531) ศึกษาป่าชายเลนในพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา พบว่า การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้าไม้ 5 ชนิดคือ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ถั่วดำ ถั่วขาวและโปรงแดง เมื่ออายุ 12 เดือน ในโกงกางใบเล็กมีการเติบทางเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดคือ 0.88 เซนติเมตรรองลงมาคือโกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว ถั่วดำและโปรงแดงตามลำดับคือ 0.85, 0.44, 0.51 และ 0.41 เซนติเมตร ในขณะที่การเติบโตทางความสูงพบในโกงกางใบใหญ่ 99.36 เซนติเมตรรองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว ถั่วดำและโปรงแดงตามลำดับ คือ 88.86, 37.67, 53.10 และ 30.40 เซนติเมตร ตามลำดับ และ ทนุวงศ์ แสงเทียน เนาวรัตน์ นตโนภาส และ รานี ปรีดาเวศน์ (2536) ศึกษาทดลองปลูกโกงกางใบเล็กบนพื้นที่เหมืองแร่ร้าง พบว่าการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของโกงกางใบเล็กที่มีอายุ 3 ปี 6 เดือน เท่ากับ 16.20 มิลลิเมตร ขณะที่ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 101.23 เซนติเมตร และการศึกษาของโสภณ หะวานนท์ มงคล ไขมุกและรักชาติ สุขสำราญ (2538) ในโกงกาง

ใบใหญ่ที่มีอายุ 10 ปีและ 11 ปี พบว่าการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยคือ 4.40 เซนติเมตร และ 4.82 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงคือ 4.36 เมตร และ 4.64 เมตรตามลำดับ และได้ศึกษาในโกงกางใบเล็กที่อายุ 5 และ 6 ปีพบว่าการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 1.98 เซนติเมตร และ 2.28 เซนติเมตร ส่วนการเติบโตทางความสูงคือ 1.53 เมตรและ 1.98 เมตร ตามลำดับ และในขณะเดียวกัน การศึกษาของสมศักดิ์ พิริยโยธา และ ชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพาณิชย์ (2538) ได้ศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้ว เมื่อกล้าไม้อายุ 1 ปี พบว่า การเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ของไม้ตาตุ่มทะเลมีค่าสูงสุดคือ 11.08 มิลลิเมตร ส่วนโกงกางใบเล็กและพังกาหัวสุมดอกแดงมีค่าเท่ากัน คือ 7.07 มิลลิเมตร ถั่วดำ 5.77 มิลลิเมตร ถั่วขาว 5.15 มิลลิเมตร และโปรงแดง 4.53 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงเฉลี่ยพบว่า พังกาหัวสุมดอกแดงมีความสูงสูงที่สุดคือ 52.20 เซนติเมตร รองลงมาโกงกางใบเล็ก 50.11 เซนติเมตร ถั่วขาว 44.50 เซนติเมตร ตาตุ่มทะเล 44.26 เซนติเมตร ถั่วดำ 42.69 เซนติเมตร และโปรงแดง 31.56 เซนติเมตร ตามลำดับ และ ชฎาณรงค์ฤทธิ์ และนพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2538) ได้ศึกษาการเติบโตของแสมทะเลที่ปลูกบนหาดเลนใหม่ชายฝั่ง อ่าวปัตตานี พบว่าเมื่อศึกษาแสมทะเลตอนอายุ 3 ปี 6 เดือน พบว่ามีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง 18.3 $\pm$ 5.7 เซนติเมตร และการเติบโตทางความสูงเท่ากับ 223.9 $\pm$ 47.3 เซนติเมตร และการเติบโต ดีที่สุดเมื่อปลูกห่างจากฝั่ง 200 เมตร และจากการศึกษาการเติบโตของไม้ป่าชายเลนที่ปลูกในพื้นที่ดินเลนงอกใหม่โดย JAM (1997) จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีอายุ 1 ปี พบว่าโกงกางใบใหญ่มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดคือ 2.48 เซนติเมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 1.73 เซนติเมตร และแสมทะเล 1.63 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางพบว่าใน โกงกางใบใหญ่มีค่ามากที่สุดคือ 116.9 เซนติเมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 90.4 เซนติเมตร และแสมทะเล 85.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และการศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง ของพูลศรี เมืองสงและสนิท อักษรแก้ว (2540) โดยการศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง จังหวัดระนอง เมื่ออายุ 2 ปี พบว่า ถั่วขาวมีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดคือ 3.32 เซนติเมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 3.23 เซนติเมตร โกงกางใบใหญ่ 3.10 เซนติเมตร และโปรงแดง 2.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการเติบโตทางความสูงพบว่า โกงกางใบใหญ่มีการเติบโตทางความสูงสูงที่สุดคือ 2.95 เมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 2.30 เมตรถั่วขาว 1.91 เมตร และโปรงแดง 1.09 เมตร ตามลำดับ และจากการศึกษาป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้างของ JAM (1997) ศึกษาการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่ออายุ 1 ปี พบว่า โกงกางใบเล็กมีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากมากที่สุดคือ1.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ แสมทะเล 1.33 เซนติเมตร ถั่วขาว 0.91 เซนติเมตร และโปรงแดง 0.89 เซนติเมตร ส่วนการเติบโตทางความสูงพบว่าแสมทะเลมีค่าสูงที่สุดคือ 66.60 เซนติเมตร รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก 59.30 เซนติเมตร โปรงแดง 45.50 เซนติเมตร และถั่วขาว 39.90 เซนติเมตร ตามลำดับ และ การศึกษาของป่าชายเลนบนพื้นที่เหมืองแร่ร้าง จังหวัดพังงา ในแสมดำ โกงกางใบเล็ก ตะบูน โปรงแดงและถั่วขาว พบว่า แสมดำมีการ

เติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดคือ 1.45 เซนติเมตร รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก 0.86 เซนติเมตร ตะบูน 0.93 เซนติเมตร โปรงแดง 0.60 เซนติเมตร และถั่วขาว 0.53 เซนติเมตร ตามลำดับ การเติบโตทางความสูงมีค่าสูงสุดเช่นเดียว 84.30 เซนติเมตร รองลงมาคือ แสมดำ 57.60 เซนติเมตร โกงกางใบเล็ก 53.20 เซนติเมตร โปรงแดง 49.80 เซนติเมตรและถั่วขาว 35.90 เซนติเมตร และ การศึกษาป่าชายเลนบนพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม จังหวัดระนอง ใน โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็กและ ถั่วขาว พบว่าการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางของโกงกางใบใหญ่มีค่ามากที่สุด 1.20 เซนติเมตร รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก 0.93 เซนติเมตร และถั่วขาว 0.63 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนทางด้านการเติบโตทางความสูงเช่นเดียวกันคือ โกงกางใบใหญ่มีการเติบโตทางความสูงสูงที่สุด 145.70 เซนติเมตร รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 109.50 เซนติเมตร และถั่วขาว 43.60 เซนติเมตรตามลำดับ และรายละเอียดของการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงในพื้นที่ต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

2.4.2 มวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ชายเลน

มวลชีวภาพ (Biomass) หมายถึง น้ำหนักของพืชที่วัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) หรือ น้ำหนักแห้งของพืชที่ปราศจากขี้เถ้า (ash-free dry weight) อาจเป็นน้ำหนักต่อหน่อยของพืช เช่น ต่อต้น หรือต่อหน่วยของพื้นดิน ซึ่งหมายถึงของพืชทั้งกลุ่มหรือทั้งสังคมพืช โดยปกติมักจะใช้พื้นที่ 1 ตารางเมตร หรือ 1 เฮกแตร์ แล้วแต่ชนิดของสังคมพืช (พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ, 2538) มวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน คือ ผลรวมของน้ำหนักแห้งของ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอก ผล ราก ทั้งเหนือดินและใต้ดิน ซึ่งการศึกษามวลชีวภาพมีหลายวิธี เช่น

Komiyama (1988) กล่าวว่าการประมาณหามวลชีวภาพของพืช มี 3 วิธี คือ

1) วิธีการตัดต้นไม้ทั้งหมดในแปลง (clear clipping) โดยการตัดต้นไม้ ทุกต้นในแปลงทดลอง แล้วแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ชั่งน้ำหนักหามวลชีวภาพ แล้วนำไปประมาณค่าต่อพื้นที่ป่าทั้งหมดซึ่งวิธีนี้จะใช้กับพืชที่มีขนาดเล็กเช่นวัชพืช หรือพืชชั้นล่าง

2) วิธีการเลือกตัดโดยหาค่าเฉลี่ย (mean tree) ใช้ได้ดีกับต้นไม้ ที่มีรูปแบบเดียวกันและป่าไม้ที่มีอายุน้อย

3) วิธีการหาความรู้ แบบแอลโลเมตรี (allometric relationship) ซึ่งมักนิยมใช้ dimension analysis เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไม้ และ มวลชีวภาพ โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆกันที่กระจายในแปลงเป็นตัวแทน ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างขนาดไม้ และมวลชีวภาพ ผลรวมของมวลชีวภาพที่ประมาณได้จากไม้ทุกขนาดจะเป็นค่ามวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก โดยอาศัยสมการแอลโลเมตรีจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวจากต้นไม้ตัวอย่างในรูปของ

$$W = a(D^2H)^b$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของพืชทั้งหมด (กิโลกรัมกรัม)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้น (เซนติเมตร)

a และ b คือ ค่าคงที่

สนิท อักษรแก้วและคณะ (2530) ได้กล่าวว่ามวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลนจะแตกต่างไปตามเขตของกลุ่มพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่และมวลชีวภาพของป่าชายเลนในประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งเป็นกลุ่มโกงกางขึ้นอยู่จะมีมวลชีวภาพเหนือดินของน้ำหนักแห้งถึง 113.70 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และไม้ถั่ว คือ ประมาณ 39.00 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และจากการศึกษามวลชีวภาพของสวนป่าชายเลนในประเทศไทยของจิตต์ คงแสงไชย โสภณ หะวานนท์ และไพศาล ธนะเพิ่มพูน (2534) พบว่ามวลชีวภาพของไม้โกงกางของสวนป่า จะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของสวนป่าคือ สวนป่าในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่มีอายุ 6-7 ปี พบว่ามวลชีวภาพ 12.82 – 21.67 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ สวนป่าในจังหวัดตรังที่มีอายุ 9 ปี พบว่ามวลชีวภาพรวม 22.72 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และสวนป่าในจังหวัดกระบี่ที่มีอายุ 9 ปี พบว่ามวลชีวภาพรวม 37.64 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และสวนป่าในจังหวัดปัตตานี ที่มีอายุ 6-7 ปี มีมวลชีวภาพ 5.08-10.05 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ขณะที่ดุสิต เวชชกิจ (2530) ได้ทำการศึกษาการเติบโตและการรอดตายของสวนป่าไม้โกงกางใบเล็กของเอกชนในท้องที่ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามที่มีอายุ 14 ปี พบว่ามวลชีวภาพของไม้โกงกางใบเล็กส่วนต่างๆ คือ ลำต้น กิ่ง ใบ และ รากค้ำยัน คือ 31.93, 3.52, 1.78 และ 3.00 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ เมื่อคิดเป็นมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 40.25 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และจาการศึกษาของ พูลศรี เมืองสง (2541) ที่ทำการศึกษามวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง อำเภอเมือง จังหวัดระนองที่มีอายุ 2 ปี พบว่าโกงกางใบเล็กมีมวลชีวภาพรวมสูงที่สุด 3.04 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น รองลงมาคือโกงกางใบใหญ่ 2.34 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น ถั่วขาว 0.66 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อต้น และ โปรงแดง 0.40 กิโลกรัมน้ำหนักต่อต้นตามลำดับ และจากการศึกษาของ JAM (1997) ได้ศึกษามวลชีวภาพของพันธุ์ป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่นากุ้งร้าง จังหวัดนครศรีธรรมราชที่มีอายุ 1 ปีพบว่าโกงกางใบเล็กและแสมทะเลมีมวลชีวภาพรวมสูงที่สุด รองลงมาคือถั่วขาว และโปรงแดง ตามลำดับ และจากการศึกษามวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในสภาพต่างๆ เช่น สภาพป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นที่หลังจากการทำเหมืองแร่ โดยโสภณ หะวานนท์ และคณะ (2538) ศึกษาการเติบโตและมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็ก ในพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ จังหวัดระนอง โดยใช้สมการความสัมพันธ์ในรูปแอลโลเมตรี เพื่อประมาณผลผลิตมวลชีวภาพ พบว่าไม้โกงกางใบเล็กเมื่ออายุ 5 ปี และ 6 ปี มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 1.38 และ 2.25 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตามลำดับขณะที่โกงกางใบใหญ่ที่มีอายุ 10 และ 11 ปี มีผลผลิตมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 3.13 และ 3.76 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตามลำดับ และไพศาล ธนะเพิ่มพูน (2532) พบว่าผลผลิตมวลชีวภาพของไม้โกงกางใบเล็กที่อายุ 5-20 ปี มีค่าผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้นมากที่สุดรองลงมาได้แก่ ส่วนของรากค้ำยัน กิ่ง

และใบ ตามลำดับ สำหรับผลผลิตมวลชีวภาพรวมหรือส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด พบว่าที่อายุ 5 และ 6 ปี เท่ากับ 1.36 และ 2.25 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตามลำดับ และชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพานิชย์ (2536) ได้ศึกษามวลชีวภาพของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน 9 ชนิด ในจังหวัดระนอง โดยมีอายุประมาณ 7 - 8 ปี พบว่าถั่วขาวมีมวลชีวภาพส่วนเหนือดินมากที่สุด 48.25 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ รองลงมาคือโกงกางใบเล็ก 7.14 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตาตุ่มทะเล 6.85 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ โกงกางใบใหญ่ 5.19 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ พังกาหัวสุมดอกแดง 4.04 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ พังกาหัวสุมดอกขาว 3.96 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ฝาดดอกแดง 2.53 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ถั่วดำ 0.91 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และตะบูน 0.68 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตามลำดับ และ สภาพป่าชายเลนที่ปลูกบนพื้นป่าธรรมชาติ โดย สนิท อักษรแก้วและคณะ (2530) ได้ศึกษามวลชีวภาพของป่าชายเลนธรรมชาติในจังหวัดระนอง โดยแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของกลุ่มพันธุ์ไม้และพบว่าน้ำหนักเหนือดินในเขตไม้โกงกางจะมีมวลชีวภาพมากที่สุดประมาณ 113.70 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และรองลงมาได้แก่ มวลชีวภาพในเขตไม้ถั่ว คือประมาณ 39.00 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ สำหรับมวลชีวภาพของเขตไม้ลำแพนและตะบูน พบว่ามีประมาณ 20.60 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และ 3.20 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ ตามลำดับ และ Komiyama et al. (1987) ได้ศึกษามวลชีวภาพรากใต้ดินของไม้ป่าชายเลน จังหวัดระระนอง โดยใช้วิธีขุดพื้นที่ กว้างขนาด 0.2 เมตร เป็นแนวตรง 15.5 เมตร และลึกประมาณ 1.0 เมตร พบว่าน้ำหนักที่รากบริเวณที่ทำการศึกษาประมาณ 70.00 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และศึกษาเขตของพันธุ์ไม้พบว่า เขตไม้โกงกางมีมวลชีวภาพของรากมากที่สุด 78.38 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ รองลงมาคือเขตไม้พังกาหัวสุม 38.82 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ เขตไม้ลำพูลำแพน 27.49 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และระหว่างเขตไม้ลำพู ลำแพน กับพังกาหัวสุม 13.57 ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ และรายละเอียดเกี่ยวกับมวลชีวภาพในพื้นที่ต่างๆ ดังตารางที่ 2.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 แสดงการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง อัตราการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ต่างๆ

ชนิดไม้	สถานที่/ อายุ	การเติบโต				เอกสารอ้างอิง
		เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม)	ความสูง (ม.)	อัตราเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม/ปี)	อัตราความสูง (ม./ปี)	
โกงกางใบเล็ก	นากุ้งร้าง จ.ระนอง	3.23	2.30	0.91	0.67	พูลศรี เมืองสง
ถั่วขาว	อายุ 2 ปี					(2541)
โปรงแดง		3.32	1.99	1.38	0.64	
		2.95	1.09	0.78	0.35	
โกงกางใบเล็ก	หาดเลนงอกใหม่ อายุ 1ปี	1.73	0.90	-	-	JAM (1997)
ถั่วขาว	จ. นคร ศรีธรรมราช	1.63	0.85	-	-	
โกงกางใบเล็ก	นากุ้งร้าง	1.43	0.59	-	-	JAM (1997)
แสมทะเล	จ.นครศรีธรรมราช	1.33	0.66	-	-	
ถั่วขาว	อายุ 1 ปี	0.91	0.39	-	-	
โปรงแดง		0.89	0.46	-	-	
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ			-	-	Aksornkoae et al.
	จ.สมุทรสงคราม	3.00-4.00	3.70-4.26	-	-	(1989)
	จ.นครศรีธรรมราช	5.36-6.27	4.20-6.05	-	-	
	จ.ปัตตานี	3.70-4.26	8.00-8.70			
	อายุ 6-7 ปี					
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ	5.90	-	0.56	0.31	สนิท อักษรแก้ว
ถั่วขาว	จ.ระนอง	6.20	-	0.18	0.54	และคณะ (2530)
โปรงแดง		5.40	-	0.10	0.27	
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ	-	-	-	0.44	Aksornkoae et al.
โปรงแดง	จ.จันทบุรี	-	-	-	0.11	(1978)
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ					จิตต์ คงแสงไชย
	จ.ตรัง	5.70-7.10	9.20-10.30	0.97	0.92	และคณะ (2534)
	จ. กระบี่	7.25-8.34	11.76-12.86	0.71	0.72	
	อายุ 9-10					
	จ.นครศรีธรรมราช	4.28-5.46	7.73-8.81	0.44	0.41	
	จ.ปัตตานี	2.92-3.32	3.63-4.77	0.47	0.71	
	อายุ 6-7 ปี					
โกงกางใบเล็ก	เหมืองแร่ร้าง	0.17	1.01	-	0.71	ทนุวงศ์ แสงเทียน
	จ.ระนอง อายุ 3 ปี 6 เดือน					และคณะ (2536)

ตารางที่ 2.3 แสดงการเติบโตทางมวลชีวภาพ อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ต่างๆ

ชนิดไม้	สถานที่/ อายุ	เติบโตทางมวลชีวภาพ (ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่)	อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ (ตันน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี)	เอกสารอ้างอิง
โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว ลำแพน	ป่าชายเลนธรรมชาติ จ.ระนอง	113.73 39.04 2.00	- - -	สนิท อักษรแก้ว และคณะ (2530)
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ จ.จันทบุรี อายุ 6-10ปี	8.00-16.50	-	Aksornkoae et al. (1982)
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ มาเลเซีย อายุ 5-10ปี	2.60-28.80	-	Ong et al. (1984)
โกงกางใบเล็ก	ป่าชายเลนธรรมชาติ จ.ตรัง จ. กระบี่ อายุ 9-10 จ.นครศรีธรรมราช จ.ปัตตานี อายุ 6-7 ปี	 22.72-27.32 37.64-38.68 12.82-21.67 5.08-10.05	 4.00 2.23 3.08 1.48	จิตต์ คงแสงไชย และคณะ (2534)
โกงกางใบเล็ก	เหมืองแร่ร้าง จ.ระนอง อายุ 5-6 ปี	1.38-2.53	0.87	โสภณ หะวานนท์ และคณะ (2538)
โกงกางใบเล็ก	เรือนเพาะชำ จ.กรุงเทพฯ อายุ 4 ปี	2.14	1.61	พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ และคณะ (2540)
โกงกางใบเล็ก	สวนป่า จ. ปัตตานี อายุ 5-6	1.35-2.25	1.43	ไพศาล ธนะเพิ่มพูน (2532)
เขตไม้โกงกาง เขตไม้ประสัก	ป่าชายเลนธรรมชาติ อินโดนีเซีย เหนือดิน	47.87-56.96 65.06 -69.82	- -	Komiyama et al.(1988)
ถั่วขาว โกงกางใบเล็ก	สวนรุกขชาติ จ. ระนอง อายุ 7 - 8 ปี	48.25 7.14		ชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพานิชย์ (2536)

2.5 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

2.5.1 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมทางบรรยากาศของโลกมีการเปลี่ยนมากอันเนื่องมาจาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้เพิ่มปริมาณสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาที่ผ่านมา จากความเข้มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 280 ppm ในปี ค.ศ. 1800 ได้เพิ่มเป็น 340-350 ppm ในปัจจุบัน (รวี เศรษฐภักดีและคณะ, 2538) ซึ่งอาจจะสูงขึ้นเรื่อยๆ หากไม่สามารถการลดการปลดปล่อยอย่างจริงจัง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของโลกจะเพิ่มเป็นสองเท่าของปัจจุบันภายในศตวรรษหน้า ทำให้บรรยากาศรอบโลกอบอุ่นขึ้นและเกิดผลสืบเนื่องต่อสภาวะแวดล้อมโลก ทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น กระแสน้ำในมหาสมุทรแปรปรวน เช่น ก่อให้เกิดลมพายุรุนแรงบางพื้นที่บ่อยครั้งขึ้น บางบริเวณเกิดน้ำท่วมบางพื้นที่เกิดความแห้งแล้งและการแพร่ของโรคเขตร้อนจะขยายออกไปทุกพื้นที่ซึ่งมีความร้อนและแห้งแล้งขึ้น(จริยา บุญยวัฒน์, 2541) มาตรการอย่างหนึ่งที่สำคัญในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การปลูกป่า และการปลูกพืชยืนต้นที่มีอายุยาวและการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ เพราะป่าไม้ช่วยให้การหมุนเวียนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปอย่างสมดุลย์ คือพืชจะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้เพื่อกระบวรการสังเคราะห์แสงและเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ หรือกักเก็บไว้ในรูปคาร์บอน ซึ่งประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืชนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายประการ (Salisbury and Ross, 1992) ลักษณะเรือนพุ่มของพืชเอง เช่นจำนวนพื้นที่ใบต่อต้น และการจัดเรียงตัวของใบ ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อกระบวนการดังกล่าว ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) เป็นค่าที่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายถึงการเติบโตของพืชได้

บทบาทของป่าไม้ช่วยในการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปอย่างสมดุลย์ เนื่องจากป่าไม้ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิดปะปนกัน ทำให้มี photosynthetic area สูง (พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์และคณะ, 2540) การสังเคราะห์แสง (photpsynthesis) เป็นกระบวนการนำคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำเกิดเป็นก๊าซออกซิเจน และน้ำตาล ซึ่งจะถูกพืชเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบคาร์บอนต่าง ๆ ที่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสง}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

สารจำพวกน้ำตาลที่ได้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ (respiration) ต่อไป (Salisbury and Ross,1991) หรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกเก็บสะสมไว้ในรูปของสารประกอบคาร์บอน จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์สู่อากาศอีกครั้งเพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ หรือการย่อยสลายของซากพืชที่ตายลงโดยจุลินทรีย์ ดังนั้นหากต้องการให้คาร์บอนไดออกไซด์ถูกเก็บ

สะสมไว้นาน ๆ ก็ต้องให้พืชมีอายุยืนยาวและปลูกป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการสะสมคาร์บอน

ในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนเป็นครั้งแรก โดย Aksornkoae et al. (1991) พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของไม้โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก และถั่วขาว มีความแตกต่างกันเป็นความผันแปรระหว่างชนิดพันธุ์ และความผันแปรของอัตราการสังเคราะห์ จะเกิดขึ้นในฤดูที่แตกต่าง โดยในช่วงฤดูฝน ต้นไม้จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง และวิพักตร์ จินตนาและ โนบุทากะ มนจิ (2537) ได้ทำการศึกษาอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลน จังหวัดพังงา พบว่า การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลนในตอนกลางวันมีค่าสูงกว่าตอนกลางคืน และในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง ขณะที่ พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์และคณะ(2540) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่าสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยและสูงสุดคือ 4.63 μmol m^{-2} s^{-1} และ 9.47 μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และจากการศึกษาของ ลดาวัลย์ พวงจิตร สนิท อักษรแก้ว และ วนบุษป์ เสือดี (2541) ได้ศึกษาความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน พบว่า โกงกางใบใหญ่ แสมขาว ถั่วขาว มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงส่วนโกงกางใบเล็ก โปรงแดง และพังกาหัวสุมดอกแดงมีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ และ Attiwill and Clough (1980) ได้ศึกษาในแสมทะเล *Avicennia marina* พบว่าอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 10.2 μmol m^{-2} s^{-1}

Cheesman et al. (1991) ได้ศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์ปากใบของถั่วขาวภายใต้สภาวะธรรมชาติ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์ปากใบที่ 150 μLL^{-1} ทำให้ได้การสังเคราะห์แสงสูงสุดคือ 14.5 μ mol m^{-2} s^{-1} ที่ปริมาณความเข้มแสง 750 μ mol m^{-2} s^{-1}

Clough et al. (1997) ศึกษาดัชนีพื้นที่ใบและการสังเคราะห์แสงของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน และได้ประมาณว่าถ้าพืชได้รับแสงวันละ 8 ชั่วโมง จะสามารถตรึงคาร์บอนได้ 155 kg C ha^{-1} d^{-1} หรือ 56 t C ha^{-1} yr^{-1}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.2 การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

ต้นไม้และป่าไม้ ช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนสภาพให้เป็นมวลชีวภาพ (Biomas) กระบวนการนี้เรียกว่า การสะสมคาร์บอนหรือการกักเก็บ (Carbon Sequestration) ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอเมริกามีการประมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมาแปรสภาพเพื่อการเติบโตของต้นไม้ในป่ามากถึง 1.60 ตันต่อไร่ต่อปี (เริงชัย เผ่าสัจจ, 2543) และ Schroeder (1992) ได้กล่าวว่าป่าไม้มีความสำคัญต่อการสะสมคาร์บอนและบทบาทของวัฏจักรคาร์บอน ซึ่งถ้ามีการปลูกป่าก็จะเป็นการเพิ่มแหล่งสะสมคาร์บอนและทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศลดลง และสังคมมีชีวิตสามารถกักเก็บคาร์บอนภายใต้ระดับของก๊าซคาร์บอนและภายใต้การกระจายมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้มากกว่าอินทรย์วัตถุในดิน (Schlesinger, 1990) อย่างเช่นการศึกษาของ Fujimoto et al. (1999) ได้ประมาณการสะสมคาร์บอนในหมู่เกาะแปซิฟิกเขตร้อน ว่ามีการสะสมคาร์บอนถึง 208 ตันคาร์บอนต่อไร่ และจากการศึกษาในผลผลิตสุทธิของป่าชายเลนในจังหวัดสตูลและกระบี่โดย Aksornkoae et. al. (1989) พบว่าการสะสมคาร์บอนเฉลี่ยในป่าชายเลนของจังหวัดสตูลเท่ากับ 0.62 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี และการสะสมคาร์บอนเฉลี่ยในจังหวัดกระบี่ 0.63 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับป่าชายเลนในต่างประเทศพบว่าผลผลิตในการกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลนของประเทศฟิลิปินส์ โดย Fortes (1982) ได้รายงานผลผลิตของโกงกางใบเล็กมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 0.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี และในแสมทะเลมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 0.37 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี และจากการรายงานของ Lugo และ Snedaker (1973) พบว่าป่าชายเลนในฟอริดา สหรัฐอเมริกาและปอร์เตอร์ริโก มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 6.19 –1.62 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี และซึ่งมีผลผลิตค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตป่าชายเลนในแถบเอเชีย Puangchit (1994) ได้กล่าวถึงการเปอร์เซ็นต์การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้เด่นในป่าประเภทต่างๆคือ ป่าดิบชื้นเขตร้อน 54 เปอร์เซ็นต์ ป่าผลัดใบผสม 52 เปอร์เซ็นต์ ป่าสน 48 และ ป่าชายเลน 55 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย