

งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 โครงการย่อย โดยดำเนินการในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

โครงการที่ 1 การหาวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำป่าชายเลน ได้จัดสร้างชุดทดลองเป็นบ่อซีเมนต์ขนาด  $1 \times 2 \times 0.6$  เมตร จำนวน 50 ชุด บรรจุน้ำดินเลนสูงจากพื้นบ่อ 0.4 เมตร แบ่งชุดทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม สำหรับระบบการปล่อยน้ำแบบกะ (batch flow system) และแบบเติมต่อเนื่อง (continuous-added flow system) วางแผนการทดลองแบบ randomized completely block design (RCBD) involved factorial คือ ใช้กล้าไม้ 4 ชนิด และชุดควบคุม (ไม่ปลูกพืช) และน้ำเสีย 4 ชนิด และชุดควบคุม โดยกล้าไม้ที่ใช้ คือ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorhiza*) และโปรงแดง (*Ceriops tagal*) แบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย การเจริญเติบโตของกล้าไม้ และการสะสมธาตุอาหารในดินและกล้าไม้ ใช้น้ำเสีย NW (normal wastewater), 2NW, 5NW และ 10NW (น้ำเสียชุมชนปกติ และน้ำเสียชุมชนที่ปรับความเข้มข้นเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ) และชุดควบคุมใช้น้ำทะเล โดยน้ำเสีย NW มีค่าเฉลี่ย TN (total nitrogen) และ TP (total phosphorus) ประมาณ 20 และ 4 mg/l ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาพักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ตามลำดับ การทดลองระยะที่ 2 เพื่อศึกษาผลของความเค็มต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย ใช้น้ำเสีย NW ที่ปรับให้มีความเค็ม 6 psu, 12 psu, 18 psu และ 24 psu และชุดควบคุมใช้น้ำเสีย NW ใช้ระยะเวลาพักเก็บ 7 วัน ผลการทดลองพบว่า ระบบการปล่อยน้ำทั้ง 2 แบบมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดเมื่อใช้ระยะเวลาพักเก็บ 7 วัน ประสิทธิภาพการบำบัด BOD และ TN มีแนวโน้มลดลงเมื่อน้ำเสียมีความเค็มสูงขึ้น แต่ประสิทธิภาพการบำบัด TP มีแนวโน้มตรงกันข้าม ประสิทธิภาพการบำบัดของชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ต่างชนิดไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้มีประสิทธิภาพการบำบัด TN และ TP สูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ปลูกกล้าไม้ และในช่วงการทดลองระยะที่ 2 พบว่าโดยทั่วไปชุดทดลองที่ปลูกแสมทะเลมีประสิทธิภาพการบำบัด TN และ TP สูงกว่าชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ชนิดอื่น สำหรับกล้าไม้ พบว่า ความเข้มข้นของ TN และ TP ที่สูงถึง 200 และ 40 mg/l ตามลำดับ และความเค็มระหว่าง 0-24 psu ไม่มีผลในทางลบต่อการเจริญเติบโต กล้าไม้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อได้รับน้ำเสีย 5NW และ 12 psu เมื่อสิ้นสุดการทดลอง กล้าไม้ทุกชนิดมีปริมาณ TN และ TP ในใบสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดินมีการสะสมอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร (TN,  $\text{NH}_4^+$ , TP และ ortho- $\text{PO}_4$ ) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นสูงมีการสะสมสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเค็มสูงมีการสะสม TP และ ortho- $\text{PO}_4$  สูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเค็มต่ำ

โครงการที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน องค์กรประกอบธาตุอาหารในพืช และสัตว์หน้าดินในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำป่าชายเลนที่ใช้บำบัดน้ำเสีย กำหนดพื้นที่ศึกษา 3 บริเวณ คือ (1) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำป่าชายเลนปลูกใหม่ ซึ่งปลูกพันธุ์ไม้ตั้งแต่ปี 2542 (2) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำป่าชายเลนธรรมชาติ และ (3) แปลงควบคุมป่า

ธรรมชาติ เก็บตัวอย่างทุก 4 เดือน ระหว่างธันวาคม 2545 ถึง ธันวาคม 2547 ซึ่งช่วงดังกล่าวทางโครงการฯ ไม่ได้ใช้ระบบในการบำบัดน้ำเสีย แต่ได้เริ่มใช้อีกครั้งตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 จึงได้เก็บตัวอย่างเพิ่มในเดือน มิถุนายน 2548 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของทั้งระบบป่าชายเลนธรรมชาติและระบบป่าปลูกใหม่มีค่าสูงขึ้นกว่าในช่วงปี 2542-2543 (กนกพร บุญส่ง และคณะ, 2543) ส่วน TN และ TP ในดินและในใบแสมทะเลของทั้งระบบป่าชายเลนธรรมชาติและระบบป่าปลูกใหม่มีค่าสูงขึ้นตามช่วงเวลา ขณะที่แปลงควบคุมมีปริมาณค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้พบว่าแสมทะเลเป็นพืชที่มีการสะสม TP ในใบสูงที่สุด และสะสม TN สูงเป็นอันดับ 2 สัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นกว่าในช่วงปี 2542-2543 (ปริศนา เจียรกุล, 2543) พบสัตว์หน้าดินในวงศ์ Solenidae ซึ่งเป็นกลุ่มหอยสองฝา ซึ่งอาจเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ที่สูงขึ้น ปริมาณสัตว์หน้าดินพบสูงสุดในแปลงควบคุมป่าธรรมชาติ รองลงมาคือระบบป่าธรรมชาติ และระบบป่าปลูกใหม่ ตามลำดับ และในช่วงที่มีการปล่อยน้ำเสียพบว่าจำนวนชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินในระบบป่าปลูกใหม่ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่น

ผลการศึกษาทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำป่าชายเลนมีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสียชุมชน และสามารถรองรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นและความเค็มสูงได้ดี อย่างไรก็ตามต้องมีแผนการจัดการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบนิเวศป่าชายเลนซึ่งย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบำบัดด้วย

This research consists of 2 main topics and were conducted at the Royal Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province.

The first topic was to identify appropriate technique for domestic wastewater treatment utilizing mangrove constructed wetlands. The total of 50 concrete tanks of 1 x 2 x 0.6 meter dimension were set up. Mangrove soils were put into tanks to the depth of 40 cm, separated into 2 groups for (1) batch flow system and (2) continuous-added flow system. A completely randomized design (CRD) involved factorials was used, i.e. four mangrove seedlings (i.e., *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza* and *Cerios tagals*) and control unit (without seedlings) and four levels of domestic wastewater and control unit. The experiment was divided into 2 phases. The first phase was aimed to study the effects of wastewater concentrations on treatment efficiencies, growth of seedlings and nutrient accumulation in seedlings and soil. The wastewater was varied into 4 concentration levels, i.e., NW (normal wastewater), 2NW, 5NW, and 10 NW which contained 2, 5, and 10 times higher TN (total nitrogen) and TP (total phosphorus) than NW. Seawater was used as control unit. The NW contained average TN and TP of 20 and 4 mg/l, respectively. The detention times of 7, 5, and 3 days were varied. The second phase was aimed to study the effect of salinity levels on treatment efficiencies. The salinity of NW (control unit) was adjusted to 6psu, 12psu, 18psu and 24psu. The 7-day detention time was used. The results indicated that the highest treatment efficiencies in both flow systems were found in 7-day detention time. The removal percentage of BOD and TN were lower with higher salinity levels. But the removal percentage of TP showed the opposite trend. Generally, the removal percentages of experimental sets planted with different mangrove seedlings were not significantly different. But the experiment sets planted with seedlings had the tendency to treat TN and TP better than control unit (without seedlings). During the second phase, generally the experiment sets planted with *A. marina* showed higher TN and TP removal efficiencies than other seedlings. According to the growth of seedlings, the concentrations of TN and TP up to approximately 200 and 40 mg/l; and salinity levels between 0-24 psu did not cause any adverse impacts on the growth. There was the trend that all species received 5NW and 12psu had highest growth rate. After the treatment experiment, TN and TP in leave were significantly increased. Soil organic matter and nutrients (TN,  $\text{NH}_4^+$ , TP and ortho- $\text{PO}_4$ ) were significantly increased. Soil irrigated with 10NW had the highest organic matter and nutrient accumulation. Whereas soil irrigated with 24psu had the highest TP and ortho- $\text{PO}_4$  accumulation.

The second topic of this research was to monitor the change of soil characteristics, nutrient constituents in plant, and benthos in pilot scale mangrove constructed wetlands. The study sites included (1) the newly planted mangrove system, where seedlings were planted since 1999 (2) the natural mangrove system (3) the control plot of natural forest. Soil, leave and benthos were sampling at 4-month interval during Dec 2002 to Dec 2004. However, during the study period the Royal Laem Phak Bia Project did not discharged wastewater into the system. Wastewater discharged was started again in January 2005. Thus, the further sampling was conducted in June 2005. The results indicated that soil organic matter was increased as compared to the study of Boonsong et al. (2000) during 1999-2000. Nutrients (TN and TP) in soil and leave of *A. marina* in both newly planted system and natural forest system were also found. It was found that *A. marina* leave had highest TP and second highest TN comparing to other plant species. According to benthos study, the species composition increased as compared to the study of Prisna Jienkul (2000) during 1999-2000. The mollusk in family Solenidae as indicator species for soil fertility was found. The abundance of benthos in the control plot of natural forest was higher than natural forest system and newly planted systems, respectively. During wastewater discharged period, the species composition and abundance of benthos in newly planted system was lower.

The overall results indicated that mangrove constructed wetland system could be utilized as effective domestic wastewater treatment. The system showed high capacity to assimilate high nutrient concentration and salinity levels of wastewater. However, appropriate management plan is required in order to protect mangrove ecosystem from adverse impact, which finally may effect the treatment efficiencies of mangrove constructed wetland system itself.