

ผลงานฉบับเต็ม

ของ

นางปรีดีเปรม ทศนกุล

นักวิทยาศาสตร์ 5 ตำแหน่งเลขที่ 2798

กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง

ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง

กรมวิชาการเกษตร

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 6ว. ตำแหน่งเลขที่ 2798

กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง

ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง

กรมวิชาการเกษตร



ผลงานฉบับเต็ม

ของ

นางปรีดีเปรม ทศนกุล
นักวิทยาศาสตร์ 5 ตำแหน่งเลขที่ 2798
กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง
ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง
กรมวิชาการเกษตร

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6ว. ตำแหน่งเลขที่ 2798
กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง
ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง
กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางดิบ

Analytical of Wastewater from Raw Rubber Industry

ปริศน์เปรม ทศนกุล วิชัย ใจภักดี หรรษา เอนกชัย

จักรี เลื่อนราม และ สุรศักดิ์ สุทธิสงค์

กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง/ศูนย์วิจัยยางสงขลา

สถาบันวิจัยยาง

บทคัดย่อ

ศึกษาสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางดิบทุกประเภท เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ทำการวิเคราะห์ที่กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง ศูนย์วิจัยยางสงขลา จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2538-กันยายน 2539 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานยางในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานีและจังหวัดนราธิวาส รวมจำนวน 37 โรงงาน แยกเป็นโรงงานผลิตยางแท่ง (Standard Thai Rubber) ชนิด STR 20 11 โรงงาน ผลิตน้ำยางข้น (Concentrated Latex, CL) 10 โรงงาน ผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง (Air Dried Sheet, ADS) 5 โรงงาน ที่ผลิตทั้ง ADS และยางแท่ง STR 5L 3 โรงงาน และโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L 8 โรงงาน ตัวอย่างน้ำเสียที่สุ่มนำมาวิเคราะห์ค่าความสกปรกในเหมอมของความต้องการออกซิเจน (BOD), ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$)

ผลจากการวิเคราะห์พบว่าค่า BOD ของโรงงาน CL, ADS และยางแท่ง STR 5L จะมีค่า BOD สูงกว่าโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 และค่า pH ของโรงงานยางทุกประเภทมีค่า pH ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดบ่อสุดท้ายอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานยกเว้นมีเพียง 2 โรงงาน ซึ่งเป็นโรงงานผลิต CL ที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน ส่วนค่า SS ของน้ำก่อนเข้าระบบบำบัดของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 มีค่าอยู่ในช่วง 60-6,420 mg/l ขณะที่โรงงานยางประเภทอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 10-2,500 mg/l แต่อย่างไรก็ตามค่า SS ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 มีเพียงร้อยละ 27.3 ที่เกินกว่ามาตรฐาน ขณะที่โรงงานผลิต ADS+STR 5L และผลิตทั้ง CL + STR 5L มีค่า SS เกินกว่ามาตรฐานร้อยละ 33.3 และ 37.5 ตามลำดับ สำหรับค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของทุกโรงงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งคือ $< 25 \text{ mg/l}$

คำนำ

ปัจจุบันการขยายตัวด้านผลผลิตทางภายในประเทศมีปริมาณค่อนข้างสูงขึ้นทุก ๆ ปี ตามความต้องการของตลาดโลก จากผลผลิตยางที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 9.17 ในปี 2539 และร้อยละ 3.17 ในปี 2540 (สถาบันวิจัยยาง, 2541) และข้อมูลจากการสำรวจโรงงานแปรรูปยางดิบในปี 2541 โดยสำรวจโรงงานผลิตยางดิบเพียง 3 ประเภท คือ โรงงานยางแผ่นรมควัน โรงงานยางแท่งเอสทีอาร์ และโรงงานน้ำยางข้น มีจำนวนโรงงานยางแผ่นรมควัน 95 โรง โรงงานผลิตยางแท่งเอสทีอาร์ 45 โรง และโรงงานผลิตน้ำยางข้น 59 โรง (สถาบันวิจัยยาง, 2542) นอกจากนี้ยังมีโรงงานผลิตยางเครพเหลืองของกลุ่มเกษตรกรอีก 648 โรง ประมาณได้ว่ามีจำนวนโรงงานผลิตยางดิบรวม 847 โรงทั่วประเทศ ซึ่งการผลิตยางดิบไม่ว่าจะอยู่ในรูปของยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง น้ำยางข้น ยางแผ่นผึ่งแห้ง หรือยางเครพ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้น้ำในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้น น้ำทิ้งส่วนใหญ่มีสิ่งสกปรกหลายชนิดที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายออกซิเจนได้ ดังนั้นเมื่อระบายน้ำทิ้งลงแม่น้ำ จึงเป็นสาเหตุให้สารละลายออกซิเจนในน้ำลดลง การวัดความสกปรกของน้ำส่วนใหญ่แล้วจะวัดค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) ซึ่งจะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการใช้ ถ้าค่า BOD มีค่ามากแสดงถึงมีความสกปรกอยู่ค่อนข้างสูง ถ้า BOD มีค่าน้อยคือ $\leq 60 \text{ mg/l}$ แสดงว่าน้ำมีความสะอาดอยู่ในระดับหนึ่ง (เกรียงศักดิ์, 2539) ค่า BOD จึงมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำในระบบบำบัดและน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้ยังใช้ในการออกแบบการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

ดังนั้นการสร้างโรงงานยางผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงระบบการบำบัดน้ำเสีย แต่ปัญหามากที่สุดคือการระบายน้ำทิ้งที่ไม่ได้มาตรฐานลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางดิบในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและใช้เป็นแนวทางป้องกันและสามารถปรับปรุงระบบเพื่อให้บำบัดน้ำเสียได้คุณสมบัติของน้ำเสียตามที่มาตรฐานกำหนดและยังเป็นการแก้ไขปัญหาด้านน้ำเสียที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและแหล่งชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สารเคมีเช่น KH_2PO_4 , NH_4Cl , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็นต้น
2. ขวด BOD
3. suction pump
4. เครื่องแก้วเช่น บีกเกอร์ บิเปต บิวเรต เป็นต้น
5. ตู้เพาะเชื้อ (incubator)
6. pH meter
7. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ เช่น กระตักน้ำแข็ง ถังพลาสติก เป็นต้น
8. spectrophotometer

วิธีการ

1. สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางดิบแบ่งตามประเภทคือ น้ำยางชั้นยางแท่ง ยางแผ่นผึ่งแห้ง ในเขตจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง เช่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และ จังหวัดนราธิวาส รวม 37 โรงงาน โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ดังนี้คือ น้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรก น้ำทิ้งก่อนบ่อบรองสุดท้าย และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด

2. กำหนดสมบัติของน้ำเสียที่ควรตรวจสอบคือ pH, BOD, SS (suspended solid), และ $\text{NH}_3\text{-N}$ (ammonia-nitrogen)

2.1 ค่า pH (กรมอนามัย, 2535)

ค่า pH ของน้ำทิ้งมีความสำคัญในการบำบัดด้วยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมค่า pH ของน้ำทิ้งให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัดไว้

การหาค่า pH โดยใช้เครื่อง pH meter ทำการวัดตัวอย่างน้ำได้โดยตรง ดังนี้

2.1.1 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดและคาโธดอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง

2.1.2 ปรับเครื่องมือให้ได้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำของเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 8417 ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH 7.00 และ 4.01 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าของน้ำเสีย และน้ำทิ้งของตัวอย่างที่จะวัดที่อุณหภูมิ 25°C

2.1.3 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง

2.1.4 วัดค่า pH ของตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ 25°C

2.2 ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand)

น้ำทิ้งหรือน้ำเสียมีสองสัณฐานหลายชนิดปะปนกัน การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของสิ่งสกปรกแต่ละชนิดทำได้ยาก ในทางปฏิบัติจึงหาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรก ปริมาณออกซิเจนที่ได้เรียกว่า ความต้องการออกซิเจน

การหาค่า BOD ตามมาตรฐานสากลวัด BOD ทั้งหมดในช่วงเวลา 5 วัน ที่ 20°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิของน้ำในฤดูร้อนของประเทศหนาว

การหาค่า BOD มี 2 วิธีดังนี้

2.2.1 วิธีที่ 1 direct method (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2535)

วิธีนี้ใช้กับน้ำตัวอย่างที่มีความสกปรกน้อย มีค่า BOD ไม่เกิน 7 mg/l ส่วนใหญ่เป็นน้ำที่ออกจากระบบบำบัดบ่อสุดท้าย (สังเกตจากน้ำใสสะอาดจริงๆ) โดยไม่ต้องทำการเจือจาง หาค่า BOD ได้โดยตรงดังนี้

2.2.1.1 ปรับอุณหภูมิของน้ำให้ได้ประมาณ 20°C

2.2.1.2 เติมออกซิเจนลงในน้ำโดยการ aerate ด้วยอากาศแล้วเทลงในขวด BOD 3 ใบ 2 ขวดแรกนำไป incubate ที่ $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 5 วัน

2.2.1.3 อีกขวดนำไปหา DO (dissolved oxygen) ทันที

$$\text{ค่า BOD}_5 = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

$$\text{DO}_0 = \text{DO ที่ 0 วัน}$$

$$\text{DO}_5 = \text{DO ที่ 5 วัน}$$

2.2.2 วิธีที่ 2 dilution method

ใช้กับตัวอย่างที่มีความสกปรกมาก เช่นน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรก และน้ำทิ้งก่อนบ่อรองสุดท้าย ซึ่งมีค่า BOD ค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าไม่เจือจางปริมาณออกซิเจนจะไม่เพียงพอในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ค่า DO สุดท้ายเป็นศูนย์

จึงต้องเจือจางก่อน อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลือเวลานั้น

การวิเคราะห์ BOD โดยวิธี dilution method ทำได้ดังนี้ (Clair and Perry, 1967)

2.2.2.1 ค่อย ๆ รินน้ำผสมเจือจางตามวิธีการของ Clair และ Perry ลงในกระบอก

ตวงขนาด 1,000 ml ประมาณ 500 ml

2.2.2.2 เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ 2 ml แล้วเติมน้ำผสมเจือจางจนครบ 1,000 ml

2.2.2.3 เติมออกซิเจนลงในน้ำโดยการ aerate ด้วยอากาศแล้วเทลงในขวด

BOD 3 ใบ 2 ขวดแรกนำไป incubate ที่ $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 5 วัน

2.2.2.4 อีกขวดนำไปหา DO (dissolved oxygen) ทันที

$$\text{ค่า } \text{BOD}_5 = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

$$\text{DO}_0 = \text{DO} \text{ ที่ } 0 \text{ วัน}$$

$$\text{DO}_5 = \text{DO} \text{ ที่ } 5 \text{ วัน}$$

2.3 ของแข็งแขวนลอย (suspended solid, SS) (APHA, AWWA and WPCF, 1985)

มีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย เป็นค่าหนึ่งที่ยบอถึงความสกปรกของน้ำเสียนั้น ตลอดจนบอกประสิทธิภาพของหน่วยกำจัด น้ำเสียต่าง ๆ สำหรับงานควบคุมความสกปรกของลำธารถือว่า SS ทั้งหมดเป็นของแข็งในของเหลวที่มีของแข็งตกตะกอนอยู่ (settleable solid) เพราะเวลาในการตกตะกอนไม่จำกัด เนื่องจากการสะสมทับถมกันของของแข็งเกิดขึ้นจากการตกตะกอนทางชีวและเคมี ดังนั้นการหาค่า SS จึงสำคัญเท่า ๆ กับ BOD

การหาค่า SS ทำได้โดยกรองตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรองใยแก้ว GF/C ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบให้แห้ง แล้วคำนวณหาปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ดังนี้

$$\text{mg/l suspended solid} = \frac{A - B \times 1,000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

$$A = \text{น้ำหนักแผ่นกระดาษกรอง + ของแข็ง}$$

$$B = \text{น้ำหนักแผ่นกระดาษกรอง}$$

2.4 ammonia-nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$)

$\text{NH}_3\text{-N}$ พบมากในน้ำโสโครก โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางแท่ง STR 5L ซึ่งให้น้ำยางสดเป็นวัตถุดิบเนื่องจากประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิดโปรตีน ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (RRIM, 1979(a)) และมีการใช้แอมโมเนียในการผลิตน้ำยางชั้น (RRIM, 1979(b)) ดังนั้นปริมาณ $\text{NH}_3\text{-N}$ จึงสูงกว่าน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้ว

การวิเคราะห์หาค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ โดยใช้วิธีการ Nesslerization (สมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, 2535) เมื่อ $\text{NH}_3\text{-N}$ ทำปฏิกิริยากับน้ำยาเนสเลอร์จะได้สีตั้งแต่เหลืองจนถึงน้ำตาล สีที่เกิดขึ้นจะเข้มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของ $\text{NH}_3\text{-N}$ นำสารละลายที่ทำปฏิกิริยาแล้วไปอ่านค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 400 nm

2.4.1 ใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml เติมสารละลาย ZnSO_4 1 ml และ NaOH 0.5 ml เพื่อ

ให้ได้ pH 10.5 (วัดโดยใช้เครื่องวัด pH) คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที

แล้วกรองลงบนกระดาษกรอง

2.4.2 นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระดาษกรอง 50 ml เติมน้ำยา EDTA 1 หยด และน้ำยา

เนสเลอร์ 2 ml ในหลอดเนสเลอร์

2.4.3 ปิดหลอดเนสเลอร์ด้วยจุกยาง พลิกหลอดกลับไปมา 6 ครั้ง

2.4.4 ทำแบบลั้งค์เปรียบเทียบกับและเตรียม calibration curve โดยเติมสารละลาย NH_4Cl

มาตรฐาน 0, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, และ 4.0 ml ตามลำดับ

แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 50 ml

2.4.5 ให้ปฏิกิริยาดำเนินไปอย่างน้อย 10 นาที แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าของกราฟ

มาตรฐาน

การบันทึกข้อมูล

- ข้อมูลของโรงงานเกี่ยวกับกำลังการผลิต (ตัน/เดือน) และปริมาณการใช้น้ำ

(ลูกบาศก์เมตร/วัน)

- บันทึกจำนวนบ่อบำบัดน้ำเสีย จำนวนเครื่องเติมอากาศที่ใช้ขณะที่ทำการสำรวจและพื้นที่ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย (ไร่)

- บันทึกผลการวิเคราะห์ ค่า pH, BOD, SS และ $\text{NH}_3\text{-N}$ ตามชนิดของโรงงาน

รวม 37 โรงงาน

เวลาและสถานที่

- เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2538 - กันยายน 2539
- จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง คือจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง พัทลุง สงขลา ยะลา และจังหวัดปัตตานี และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง ศูนย์วิจัยยางสงขลา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาสมบัติน้ำเสียเบื้องต้นของโรงงานยางประเภทต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลโดยทั่วไปของโรงงาน

1.1 โรงงานยางแท่ง STR 20 (Standard Thai Rubber 20)

โรงงานชนิดนี้ผลิตยางแท่ง STR 20 โดยใช้วัตถุดิบประเภทยางกันถ้วย เศษยาง ยางตามรอยกรีด และยางแผ่นดิบ โดยมีกำลังการผลิตทั้ง 11 โรงงาน อยู่ในช่วง 900-3,700 ตัน/เดือน ปริมาณการใช้น้ำทั้ง 9 โรงงาน อยู่ในช่วง 400-2,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน ยกเว้น 2 โรงงานที่ไม่เคยวัดและไม่ทราบปริมาณการใช้ ทั้งนี้ปริมาณการใช้น้ำจะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต และทั้ง 11 โรงงานเมื่อเทียบอัตราส่วนกำลังการผลิตต่อ 1 ตันจะมีปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 21.33 ลูกบาศก์เมตร น้ำที่ใช้ในโรงงานนั้นเป็นน้ำบาดาล บางโรงงานสูบน้ำคลองขึ้นมายังบ่อดกตะกอนแล้วใช้โดยตรง บางโรงงานนำน้ำจากบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายมาใช้ร่วมกับน้ำบาดาล หรือน้ำคลองหรือคิโดโดยเฉลี่ยร้อยละ 18 ของโรงงาน ที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 11 โรงงาน

ข้อมูลของโรงงานที่ใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อบำบัดน้ำเสียมีเพียง 4 โรงงานเท่านั้น คือ โรงงานที่ 2, 4, 8 และ 10 จาก 11 โรงงานหรือคิดเป็นร้อยละ 63.6 ที่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ

จำนวนบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานยางแท่งชนิดนี้มีอยู่ 3-12 บ่อ แต่ละบ่อมีขนาดหรือปริมาตรแตกต่างกัน บางโรงงานมีจำนวนบ่อน้อยแต่ใช้พื้นที่ของบ่อมาก บางโรงงานมีจำนวนบ่อบำบัดหลายบ่อแต่ใช้พื้นที่บ่อบำบัดไม่มากนัก และจากการสำรวจพื้นที่บ่อบำบัดน้ำเสีย โรงงานที่มีพื้นที่มากที่สุดถึง 90 ไร่ ขณะที่บางโรงงานมีพื้นที่บ่อบำบัดเพียง 1 ไร่เท่านั้น โดยจำนวนบ่อบำบัดไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่บ่อบำบัดทั้งหมดแต่ขึ้นอยู่กับขนาดของบ่อบำบัดแต่ละโรง (ตารางที่ 1)

1.2 โรงงานผลิตน้ำยางข้น

โรงงานชนิดนี้ใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำยางสด ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงเป็นน้ำที่ใช้ในระหว่างการผลิต น้ำจากการล้างวัสดุอุปกรณ์ และน้ำจากเซรุ่มที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยมีปริมาณการใช้น้ำทั้ง 9 โรงงาน อยู่ในช่วง 10-800 ลูกบาศก์เมตร/วัน ยกเว้น 1 โรงงานที่ไม่เคยวัดและไม่ทราบปริมาณการใช้น้ำ กำลังการผลิตน้ำยางข้นทั้ง 10 โรงงานอยู่ในช่วง 450-4,000 ตัน/เดือน และเมื่อเทียบอัตราส่วนกำลังการผลิต 1 ตันจะมีการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 5.27 ลูกบาศก์เมตร หรือน้อยกว่าน้ำที่ใช้ในโรงงานยางแท่ง STR 20 ประมาณ 4 เท่า จากการสำรวจจำนวนบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น ที่น้อยที่สุด 4 บ่อ และที่มีมากที่สุดถึง 10 บ่อ และจากการสุ่มโรงงานทั้ง 10 โรงงาน มีเพียง 3 โรงงานเท่านั้นที่มีเครื่องเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศส่วนใหญ่จะอยู่ที่บ่อก่อนบ่อรองสุดท้ายและบ่อสุดท้าย

พื้นที่บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่มีมากที่สุดคือ 130 ไร่ น้อยที่สุด 7 ไร่ และเมื่อเทียบกับโรงงานยางแท่ง STR 20 แล้ว โรงงานผลิตน้ำยางข้นจะใช้พื้นที่ในการบำบัดมากกว่า (ตารางที่ 2)

1.3 โรงงานผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง

จากการสำรวจทั้ง 5 โรงงาน ส่วนใหญ่เป็นของกลุ่มเกษตรกรรวัดุดิบที่ใช้ผลิตคือน้ำยางสด เช่นเดียวกับโรงงานผลิตน้ำยางข้น โดยมีกำลังการผลิตทั้ง 5 โรงงานอยู่ระหว่าง 30-90 ตัน/เดือน ปริมาณการใช้น้ำอยู่ในช่วง 1-20 ลูกบาศก์เมตร/วัน และเมื่อเทียบอัตราส่วนกำลังการผลิตต่อ 1 ตัน จะมีการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 1 ลูกบาศก์เมตร น้ำที่ใช้เป็นน้ำบาดาล จากการสำรวจพบว่าปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าโรงงานที่ผลิตยางแท่ง STR 20 ประมาณ 21 เท่า และน้อยกว่าโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้น 4 เท่า

พื้นที่บ่อบำบัดของโรงงานชนิดนี้มีพื้นที่บำบัดเพียง 1-2 ไร่ เมื่อเทียบกับกำลังการผลิตโดยเฉลี่ย 62 ตัน/เดือน และทุกโรงงานไม่มีเครื่องเติมอากาศ (ตารางที่ 3)

1.4 โรงงานผลิตทั้งยาง ADS และ STR 5L

โรงงานที่ผลิตทั้งยาง ADS และ STR 5L จะใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำยางสด และใช้กรดในการจับตัวโดยมีกำลังการผลิตทั้ง 3 โรงงานอยู่ในช่วง 580-630 ตัน/เดือน หรือประมาณ 22.3 - 24.2 ตัน/วัน ปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 โรงงานอยู่ในช่วง 100 - 120

ลูกบาศก์เมตร/วัน และเมื่อเทียบอัตราส่วนกำลังการผลิต 1 ตัน จะมีการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 4.6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่าการผลิตยาง ADS เพียงอย่างเดียวถึง 4.6 เท่า (หัวข้อ 1.3)

จำนวนบ่อบำบัดน้ำเสียมีความสัมพันธ์กับพื้นที่บ่อบำบัด โดยเฉลี่ย 1 บ่อ ใช้พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ และทุกโรงงานใช้เครื่องเติมอากาศ (ตารางที่ 4)

1.5 โรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้น (Concentrated Latex, CL) และยางแท่ง STR 5L (และ/หรือ ยางแท่ง STR 20)

จากการสุ่มตัวอย่าง 5 โรงงานเป็นโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L จะใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำยางสดในการผลิตอีก 2 โรงงาน เป็นโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 20 ซึ่งใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำยางสดและยางแท่งตามลำดับ และอีก 1 โรงงานเป็น โรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้น ยางแท่ง STR 5L และยางแท่ง STR 20 โดยมีกำลังการผลิตทั้ง 8 โรง อยู่ใน ช่วง 1,500-4,500 ตัน/เดือน และมีปริมาณการใช้น้ำในช่วง 380-1,620 ลูกบาศก์เมตร/วันและเมื่อเทียบอัตราส่วนกำลังการผลิตต่อ 1 ตันของโรงงานที่ผลิต CL+STR 5L และ CL + STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 5.93 และ 10.7 ลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ส่วนโรงงานที่ผลิตทั้ง CL+STR 5L และ STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่า 6.84 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากโรงงานนี้ นำน้ำจากบ่อสุดท้ายมาใช้ในการกระบวนการผลิตด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าโรงงานที่ผลิตทั้ง CL + STR 20 จะมีการใช้น้ำมากกว่าโรงงานที่ผลิต CL+STR 5L เกือบ 2 เท่า

ข้อมูลของโรงงานที่ใช้เครื่องเติมอากาศมีเกือบทุกโรงงานที่ใช้เครื่องเติมอากาศหรือคิดเป็นร้อยละ 87.5 ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งคือมีอยู่โรงเดียวที่ไม่ใช้เครื่องเติมอากาศแต่มีจำนวนบ่อบำบัดน้ำเสียถึง 14 บ่อ และใช้พื้นที่บำบัดถึง 50 ไร่ (ตารางที่ 5)

2. ผลของการวิเคราะห์ค่า BOD ของโรงงานยางประเภทต่าง ๆ เทียบกับกำลังการผลิต ตัน/เดือน

2.1 ค่า BOD ของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20

ค่า BOD คือค่าที่บ่งถึงความสกปรกของน้ำในเทอมที่ต้องการออกซิเจน จะสังเกตได้น้ำที่ก่อนเข้าระบบบำบัดทั้ง 10 โรงงาน มีค่าอยู่ในช่วง 144-3,075 mg/l โรงงานที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดคือ 3,700 ตัน/เดือน ค่า BOD มีค่าสูงแสดงถึงความสกปรกค่อนข้างสูง โรงงานที่มีกำลังการผลิตน้อยคือ 750 ตัน/เดือน ค่า BOD มีค่า 299 mg/l แสดงถึงความสกปรกมีค่าน้อยอยู่ในระดับหนึ่ง และค่า BOD จะลดลงเมื่อนำได้ผ่านการบำบัดจากบ่อต่าง ๆ เป็น

ลำดับ น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดหรือจากบ่อสุดท้ายของโรงงานที่ 2, 5 และ 6 คิดเป็นร้อยละ 27 ที่มีค่าเกินมาตรฐาน (มาตรฐานกำหนด ≤ 60 mg/l) จากการวิเคราะห์ ดังเกิดได้ว่าน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดบ่อสุดท้ายหรือน้ำทิ้งของโรงงานที่ 2 มีค่า BOD สูงกว่าโรงอื่นอีก 10 แห่ง คือมีค่า 104 mg/l เนื่องจากข้อมูลของโรงงานนี้ใช้พื้นที่ในการบำบัดน้อยคือเพียง 1 ไร่ ขณะที่เครื่องเติมอากาศ 2 บ่อ จากจำนวน 3 บ่อ (ตารางที่ 6)

2.2 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้น

จากโรงงานที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 10 แห่ง มีอยู่ 4 โรงงานของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าเกินมาตรฐานคืออยู่ที่ 129, 127, 131 และ 114 mg/l และเมื่ออ้างอิงข้อมูลจากตารางที่ 2 ด้วยแล้วจะสังเกตว่า จาก 3 ใน 4 โรงงานนี้ไม่มีเครื่องเติมอากาศ และตัวอย่างของโรงงานที่มีค่าเกินมาตรฐานนี้มีกำลังการผลิตเพียง 500 ตัน/เดือน เท่านั้น จะเห็นได้ว่าค่า BOD ไม่ได้ขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตแต่ขึ้นอยู่กับวิธีการบำบัดน้ำเสียของโรงงานนั้นๆ นอกจากนี้ โรงงานชนิดนี้จะส่งกลิ่นเหม็นมากกว่าโรงงานชนิดอื่น สภาพของบ่อบำบัดน้ำเสียในบ่อแรกมีขี้ที่จับตัวเป็นก้อนคลุมเต็มผิวหน้าบ่อบำบัดทำให้สภาพกลายเป็น anaerobic และเกิดกลิ่นเหม็นของก๊าซไข่เน่า และสารประกอบพวก mercaptan (Tanicharoen, 1994) (ตารางที่ 7)

2.3 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตยาง ADS

โรงงานที่ผลิตยาง ADS เพียงอย่างเดียวนี้ทั้งหมดเป็นโรงงานของกลุ่มเกษตรกรที่ขึ้นโดยตรงกับสหกรณ์ชุมชนชาวสวนยาง ซึ่งมีกำลังการผลิตไม่มากนักและข้อมูลที่อ้างจากตารางที่ 3 มีจำนวนบ่อบำบัดน้ำเสียไม่เกิน 3 บ่อ น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดจากโรงงานทั้ง 5 แห่งนี้มีเพียง 1 โรงงานเท่านั้นที่มีค่า BOD เกินมาตรฐานคืออยู่ที่ระดับ 131 mg/l (ตารางที่ 8)

2.4 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตทั้งยาง ADS และ STR 5L

น้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดมีค่า BOD โดยเฉลี่ยสูงกว่าโรงงานผลิตน้ำยางข้น และโรงงานผลิตยาง ADS ขณะที่กำลังการผลิตเพียง 580-630 ตัน/เดือน และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดในจำนวนทั้งหมด 3 โรงงานนี้มีค่าเกินกว่ามาตรฐานทุกโรงงาน (ตารางที่ 9)

2.5 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L และ/หรือยางแท่ง STR 20)

โรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L (และ/หรือผลิตยางแท่ง STR 20) ทั้ง 8 โรงงาน มีกำลังการผลิตค่อนข้างสูงคืออยู่ในช่วง 1,500-4,500 ตัน/เดือน

ความสกปรกของน้ำก่อนเข้าระบบบำบัดจึงมาก และสูงกว่าโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้นเพียงอย่างเดียว และจากการสุ่มทั้ง 8 โรงงานนี้มี 3 โรงงานของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน (ตารางที่ 10)

3. ผลของการวิเคราะห์ค่า pH, SS และ $\text{NH}_3\text{-N}$ ของโรงงานยางประเภทต่าง ๆ

3.1 โรงงานผลิตยางแท่ง STR 20

มีค่า pH ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหมดทุกโรงงาน

ค่า SS ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดมีค่ามากกว่า SS ของโรงงานยางประเภทอื่น ๆ เนื่องจากมีเศษดิน เศษไม้ และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่เกาะติดอยู่กับก้อนยาง เศษยาง เมื่อถูกชะล้างแล้วจะไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำที่ออกจากระบบบำบัดมี 3 โรงงาน จาก 11 โรงงาน คือโรงงานที่ 2, 3 และ 7 หรือคิดเป็นร้อยละ 27.3 ที่มีค่า SS เกินกว่ามาตรฐาน (มาตรฐาน $\leq 150 \text{ mg/l}$)

ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (มาตรฐาน $\leq 25 \text{ mg/l}$) ทั้ง 11 โรงงาน (ตารางที่ 11)

3.2 โรงงานผลิตน้ำยางข้น

ค่า pH ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดมีเพียง 4 โรงงาน คือโรงงานที่ 1, 4, 8 และ 10 ที่มีค่าค่อนข้างเป็นกรด คืออยู่ที่ระดับ 5.51, 5.11, 5.30 และ 4.49 ตามลำดับ และผลจากการบำบัดของโรงงานนั้น ๆ ทำให้ค่า pH ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 4 โรงงาน แต่มีอีก 2 โรงงาน ที่ค่า pH ของน้ำทิ้งมีค่าค่อนข้างสูงคืออยู่ที่ระดับ 9.13 และ 9.29 ซึ่งถือว่าเกินกว่ามาตรฐาน

ค่า SS ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดมีค่าโดยเฉลี่ยน้อยกว่าโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 สำหรับ SS ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีเพียง 2 โรงงาน คือโรงงานที่ 3 และ 5 เท่านั้น ที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน

ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกโรงงาน แต่อย่างไรก็ตาม ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ สูงกว่าโรงงานยางแท่ง STR 20 เนื่องจากมีสารอินทรีย์ในรูปไนโตรเจน

โรงงานประเภทนี้ใช้น้ำอย่างสดเป็นวัตถุดิบในการผลิต ค่า SS ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าโรงงานผลิตยางแท่งและ ค่า SS ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหมดทุกโรง

ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัดและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดทุกโรงงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 13)

3.4 โรงงานผลิตทั้ง ADS และ STR 5L

มีเพียงโรงงานเดียว คือโรงงานที่ 1 ที่มีค่า pH ของน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบก่อนข้างเป็นกรดคือ 3.78 และค่า pH ของน้ำที่ออกจากระบบทั้ง 3 โรงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ค่า SS ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบของโรงงานที่ 3 มีค่าเกินกว่ามาตรฐานหรือคิดเป็นร้อยละ 33.3

ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และมีค่าใกล้เคียงกับโรงงานที่ผลิต ADS เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 14)

3.5 โรงงานผลิตทั้งน้ำยางข้นและ STR 5L (และ/หรือ STR 20)

มีค่า pH ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหมดทุกโรง

ค่า SS ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบมี 3 โรงงานคือโรงงานที่ 4, 5 และ 7 มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน หรือคิดเป็นร้อยละ 37.5

ค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ มีค่าสูงกว่าโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้นเพียงอย่างเดียว และสูงกว่าโรงงานที่ผลิตทั้ง ADS และ STR 5L (ตารางที่ 15)

สรุปผลการทดลอง

1. โรงงานผลิตยางดิบประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นผลิตยางแท่ง STR 20, น้ำยางข้น, ADS, ADS+STR 5L หรือน้ำยางข้น + STR 5L (และ/หรือ STR 20) ส่วนใหญ่จะเลือกพื้นที่ที่ตั้งใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อที่จะนำน้ำนั้นมาใช้ในโรงงานและสำหรับปล่อยน้ำทิ้งที่ได้ผ่านการบำบัดแล้ว โดยปริมาณการใช้น้ำขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตและประเภทของโรงงาน จากปริมาณการใช้น้ำเมื่อเทียบกับกำลังการผลิตยาง 1 ตัน ของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 21.33 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าโรงงานยางประเภทอื่น ๆ เช่น โรงงานที่ผลิตน้ำยางข้นเกือบ 4 เท่า และผลิตเฉพาะยาง ADS ถึง 21 เท่า สำหรับโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 20 มีปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 10.7 ลูกบาศก์เมตร และโรง-

งานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L มีปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย 5.93 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นการผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำเกือบ 2 เท่า ของการผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L

2. ค่าความสกปรกในเทอมของBOD ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดสุดท้ายของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 ทั้ง 11 โรงงานมีเพียงร้อยละ 27.3 ที่เกินกว่ามาตรฐาน ซึ่งน้อยกว่าโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้น โรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้นและยางแท่ง STR 5L และโรงงานที่ผลิตทั้งยาง ADS และยางแท่ง STR 5L มีค่าที่เกินกว่ามาตรฐานร้อยละ 40, 37.5 และ 100 ตามลำดับ

3. ค่า pH ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดสุดท้ายของโรงงานยางดิบประเภทต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นโรงงานผลิตน้ำยางข้น 2 โรงงานที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน

4. ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดและน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานผลิตยางแท่ง STR 20 โดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าโรงงานยางประเภทอื่น ๆ แต่เมื่อผ่านการบำบัดแล้วทำให้ค่า SS ของน้ำทิ้งลดลงและมีเพียงร้อยละ 27.3 ของโรงงานประเภทนี้มีค่า SS เกินกว่ามาตรฐาน ขณะที่โรงงานผลิต ADS + STR 5L และผลิตทั้งน้ำยางข้น + STR 5L ร้อยละ 33.3 และ 37.5 ตามลำดับ เกินกว่ามาตรฐาน

5. ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ของน้ำเสียของโรงงานยางดิบประเภทต่าง ๆ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามค่า $\text{NH}_3\text{-N}$ ของน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้น, ADS, ADS+STR 5L และน้ำยางข้น + STR 5L มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโรงงานยางแท่ง STR 20 เนื่องจากมีสารอินทรีย์ในรูปไนโตรเจนอยู่ในน้ำเสียเป็นจำนวนมาก

คำแนะนำ

แยกตามชนิดของโรงงานได้ดังนี้

1. โรงงานผลิตน้ำยางข้น และน้ำยางข้น + STR 5L

ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจะมีส่วนที่เป็นหางน้ำยางซึ่งถือว่าเป็นผลพลอยได้ หางน้ำยางเหล่านี้จะใช้กรดเข้มข้นในการจับตัวเพื่อผลิตเป็น skim crepe หรือ skim block ซึ่งน้ำที่ได้จากการใช้กรดจับตัวจะไหลลงสู่บ่อบำบัดทำให้ค่า pH ต่ำเกินไป จึงควรปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำและง่ายต่อการบำบัด ดังนั้นจึงควรเติมปูนขาว หรือโซดาไฟ (NaOH) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

สำหรับโรงงานที่มีปัญหาเรื่อง BOD ควรแก้ไขปัญหในเรื่องของการกักเก็บเศษยาง เศษหางน้ำยางที่เป็นเนื้อมายออกจากระบบบำบัดให้มากที่สุด ถ้ามีปริมาณมากไปจะเกิดระบบ anaerobic (ไม่ใช้ออกซิเจน) ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของก๊าซ H_2S และ NH_3 หรืออาจเพิ่มเติมอากาศให้มีปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะช่วยในการบำบัดได้ดี

สำหรับโรงที่ผลิตน้ำยางข้น + STR 5L จากข้อมูลส่วนใหญ่ใช้เครื่องเติมอากาศและมีพื้นที่ในการบำบัดมาก แต่ยังมีปัญหาเรื่อง SS อยู่ จึงควรเพิ่มบ่อบำบัดอีก เพราะจะทำให้ปริมาณ SS ลดลง หรืออาจยกระดับปลายท่อน้ำทิ้งให้สูงขึ้น เพื่อสามารถกักเก็บปริมาณน้ำได้อีกจำนวนมาก

2. โรงงานผลิตยางแท่ง STR 20

โรงงานประเภทนี้มีสารประเภทของแข็งแขวนลอยอยู่ในน้ำเสียเป็นจำนวนมาก จากการสังเกตบางโรงงานใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อสุดท้าย ซึ่งจะทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดยังคงแขวนลอยอยู่ในน้ำ เมื่อปล่อยน้ำออกจากระบบทำให้มีปริมาณ SS ไหลออกไปด้วย ดังนั้นในบ่อบำบัดบ่อสุดท้าย ไม่ควรใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อนี้ เพราะจะทำให้ปริมาณของแข็งต่างๆ จมลง

3. โรงงานผลิต ADS

โรงงาน ADS ส่วนใหญ่เป็นของกลุ่มเกษตรกรที่ขึ้นอยู่กับสหกรณ์กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง จากข้อมูลในบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศเลย ทำให้ค่าความสกปรกของน้ำยังสูงอยู่ จึงแนะนำให้ใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อบำบัดสุดท้าย เพื่อที่จะลดค่า BOD และเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย, 2535 . คู่มือตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรมอนามัย กองอนามัยสิ่งแวดล้อม.
กรุงเทพฯ 251 หน้า.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม 2539. กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบาย
น้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. วารสาร
ข่าวชมรมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อธุรกิจ. 2(3) เม.ษ 2539 : 3-5.
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539. การบำบัดน้ำเสีย พิมพ์ครั้งที่ 1 มิตรนราการพิมพ์
กรุงเทพฯ 442 หน้า.
- สถาบันวิจัยยาง, 2541. สถิติประเทศไทย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร 27(2) : 5
- สถาบันวิจัยยาง, 2542. รายชื่อโรงงานแปรรูปยางดิบ. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2 สมาคมวิศวกร
สิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพฯ 405 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and
Wastewater. 16th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
U.S.A.
- Clair N. Sawyer and Perry L. Mc. Carty. 1967. Chemistry for Sanitary Engineers.
Mc Graw- Hill. U.S.A.
- RRIM. 1979 (a). Latex Constitution ; Rubber Biosynthesis . In Lecture Notes for
Diploma of Natural Rubber Processing. Kuala Lumpur : 14-20.
- RRIM. 1979 (b). Treatment of SMR Factory Effluent. In Lecture Notes for Diploma of
Natural Rubber Processing Kuala Lumpur : 231-245.
- Tanticharoen, Morakot. 1994. Microbiology of Biogas Production from Organic Wastes,
paper on Anaerobic and Low Cost Treatment of Wastewater and Waste. AIT.
Thailand.

ตารางที่ 1 ข้อมูลของโรงงานที่ผลิตยางแท่ง STR 20 (Standard Thai Rubber)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ปริมาณการใช้ น้ำ (m ³ /วัน)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อ บำบัด (ไร่)
1	900	400	8	0	10
2	1,200	ไม่เคยวัด*	3	2	1
3	1,500	2,500	5	0	30
4	750	800	4	2	30
5	3,700	2,500	3	0	23
6	1,500(5L) ^{1/}	2,000	5	0	7
7	2,400	1,000	12	0	90
8	2,000	1,000	3	1	10
9	900	400	8	0	10
10	1,000	ไม่เคยวัด	4	2	1.5
11	1,200	1,000*	3	0	22

1/ เป็นโรงงานที่ผลิตยางแท่ง STR 5L

* น้ำจากบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายนำมาใช้ในกระบวนการผลิตด้วย

ตารางที่ 2 ข้อมูลของโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้น

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ปริมาณการใช้ น้ำ (ม ³ /วัน)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อ บำบัด (ไร่)
1	1,200	120*	8	0	21
2	450	10	6	0	15
3	1,200	300	9	0	130
4	800	150	6	1	20
5	1,300	350	8	0	20
6	1,600	300	10	0	40
7	500	60	8	0	25
8	4,000	350	8	2	30
9	1,800	800	5	0	7
10	1,000	ไม่เคยวัด	4	1	8

* น้ำจากบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายนำมาใช้ในระบบการผลิตด้วย

ตารางที่ 3 ข้อมูลของโรงงานที่ผลิต ADS (Air Dry Sheet)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ปริมาณการใช้ น้ำ/วัน (ม ³)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อ บำบัด (ไร่)
1	90	3	2	0	2
2	30	1	2	0	1
3	70	10	3	0	2
4	90	20	1	0	1
5	30	1	3	0	1

ตารางที่ 4 ข้อมูลของโรงงานที่ผลิตทั้ง ADS และ STR 5L

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ปริมาณการใช้ น้ำ/วัน (m ³)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อ บำบัด (ไร่)
1	630	100	11	2	25
2	580	100	9	2	15
3	600	120*	6	1	10

* น้ำจากบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายนำมาใช้ในกระบวนการผลิตด้วย

ตารางที่ 5 ข้อมูลของโรงงานที่ผลิตทั้งน้ำยางข้น (Concentrated Latex, CL) และ STR 5L (STR 20)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ปริมาณการใช้ น้ำ/วัน (m ³)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อ บำบัด (ไร่)
1. (CL+20)	3,000	850	7	2	15
2. (CL+5L)	3,600	800	8	2	12
3. (CL+5L)	4,500	1,000	14	0	50
4. (CL+5L)	2,200	450	6	1	52
5. (CL+5L)	1,700	400	6	2	21
6.(CL+5L+20)	3,800	1,000*	5	3	25
7. (CL+5L)	1,500	380	6	1	30
8. (CL+20)	3,000	1,620	7	2	10

* น้ำจากบ่อบำบัดบ่อสุดท้ายนำมาใช้ในกระบวนการผลิตด้วย

ตารางที่ 6 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตยางแท่ง STR 20 จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A), น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรก (B), น้ำทิ้งก่อนบ่อบำบัดสุดท้าย (C) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ค่า BOD (mg/l)			
		A	B	C	D
1	900	523	321	164	14
2	1,200	672	105	-	104
3	1,500	144	-	-	16
4	750	299	148	-	51
5	3,700	3,075	-	-	70
6	1,500 (5L)	3,600	900	104	67
7	2,400	443	75	-	12
8	2,000	260	105	-	33
9	900	351	156	79	44
10	1,000	180	149	111	3
11	1,200	294	100	41	44

หมายเหตุ - ไม่ได้วัด

ตารางที่ 7 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้น จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A),
น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดปอแรก (B), น้ำทิ้งก่อนบ่กรองสุดท้าย (C) และน้ำทิ้งที่
ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ค่า BOD (mg/l)			
		A	B	C	D
1	1,200	1,599	173	124	129
2	450	1,389	-	-	49
3	1,200	1,344	105	25	51
4	800	2,761	253	142	127
5	1,300	5,447	784	125	131
6	1,600	1,108	634	65	59
7	500	1,362	2,425	-	114
8	4,000	2,325	-	-	56
9	1,800	1,015	597	53	54
10	1,000	1,567	-	-	57

หมายเหตุ - ไม่ได้วัด

ตารางที่ 8 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตยาง ADS จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A)
และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ค่า BOD (mg/l)	
		A	B
1	90	178	131
2	30	281	12
3	70	168	36
4	90	808	20
5	30	900	55

ตารางที่ 9 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตทั้งยาง ADS และ STR 5L จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A), น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรก (B), น้ำทิ้งก่อนบ่อรองสุดท้าย (C) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ค่า BOD (mg/l)			
		A	B	C	D
1	630	5,000	2,365	142	124
2	580	3,918	541	146	62
3	600	2,171	511	45	65

ตารางที่ 10 ค่า BOD ของโรงงานที่ผลิตทั้งยางน้ำยางข้น และ STR 5L (STR 20) จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A), น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรก (B), น้ำทิ้งก่อนบ่อรองสุดท้าย (C) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	ค่า BOD (mg/l)			
		A	B	C	D
1. CL+20	3,000	1,895	231	112	33
2. CL+5L	3,600	2,985	-	33	48
3. CL+5L	4,500	4,925	-	-	51
4. CL+5L	2,200	3,246	2,754	443	199
5. CL+5L	1,700	1,988	-	-	861
6. CL+5L+20	3,800	1,791	-	-	48
7. CL+5L	1,500	1,516	-	-	525
8. CL+20	3,000	1,467	-	1,108	31

หมายเหตุ - ไม่ได้วัด

ตารางที่ 11 ค่า pH, SS, $\text{NH}_3 - \text{N}$ ของโรงงานที่ผลิตยางแท่ง STR 20 จากน้ำทิ้งก่อน
เข้าระบบบำบัด (A) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	PH		SS(mg/l)		$\text{NH}_3 - \text{N}$ (mg/l)	
		A	D	A	D	A	D
1	900	6.90	7.38	5,220	50	1.26	1.20
2	1,200	7.10	8.10	1,480	160	1.75	1.71
3	1,500	7.40	7.76	435	650	1.50	0.90
4	750	7.30	7.86	370	20	1.80	1.05
5	3,700	7.60	8.10	500	130	1.65	0.95
6	1,500 (5L)	7.41	8.20	60	150	2.00	1.08
7	2,400	7.49	8.41	1,380	190	4.62	1.90
8	2,000	7.65	7.49	1,540	150	0.95	0.114
9	900	7.69	8.12	1,630	40	0.99	0.441
10	1,000	7.52	7.94	160	20	0.95	0.63
11	1,200	7.95	8.00	6,420	140	11.73	6.98

ตารางที่ 12 ค่า pH, SS, $\text{NH}_3 - \text{N}$ ของบริษัทที่ผลิตน้ำยางข้น จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด
(A) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	pH		SS(mg/l)		$\text{NH}_3 - \text{N}$ (mg/l)	
		A	D	A	D	A	D
1	1,200	5.51	8.77	310	70	28.821	5.60
2	450	7.84	7.96	180	80	4.138	1.215
3	1,200	7.92	8.17	200	170	6.539	2.488
4	800	5.11	8.83	430	110	36.303	2.416
5	1,300	6.94	9.13	1210	190	37.320	6.539
6	1,600	8.94	9.29	230	150	34.676	4.45
7	500	8.28	8.98	240	110	3.318	2.637
8	4,000	5.30	7.90	30	20	-	-
9	1,800	8.90	8.88	390	60	6.107	2.117
10	1,000	4.49	5.80	10	10	16.406	1.751

ตารางที่ 13 ค่า pH, SS, NH_3 - N ของโรงงานที่ผลิตยาง ADS จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	pH		SS(mg/l)		NH_3 - N (mg/l)	
		A	D	A	D	A	D
1	90	7.78	7.21	220	20	6.81	3.84
2	30	7.32	7.93	65	60	5.707	2.40
3	70	7.40	8.40	250	85	6.98	1.35
4	90	7.64	8.02	480	70	2.31	1.59
5	30	7.47	7.26	1,030	50	2.47	1.27

ตารางที่ 14 ค่า pH, SS, NH_3 - N ของโรงงานที่ผลิตยางทั้ง ADS และ STR 5L จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	pH		SS (mg/l)		NH_3 - N (mg/l)	
		A	D	A	D	A	D
1	630	3.78	6.14	1,030	50	11.48	2.66
2	580	6.20	8.50	420	40	9.56	3.45
3	600	6.06	8.67	1,050	300	9.74	2.072

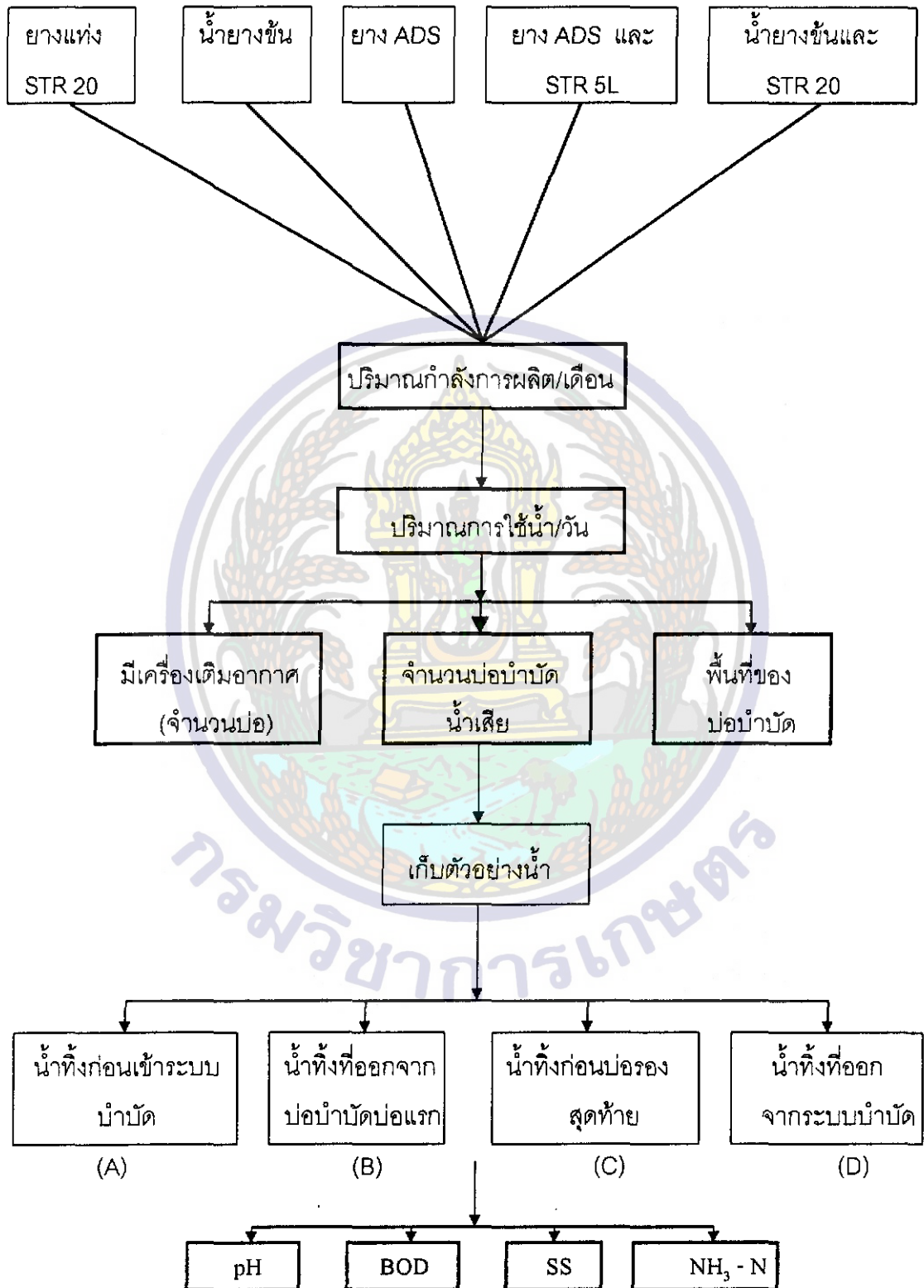
ตารางที่ 15 ค่า pH, SS, $\text{NH}_3 - \text{N}$ ของโรงงานที่ผลิตยางทั้งน้ำยางข้น และ STR 5L (20) จากน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบบำบัด (A) และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด (D)

โรงงานที่	กำลังการผลิต ตัน/เดือน	PH		SS (mg/l)		$\text{NH}_3 - \text{N}$ (mg/l)	
		A	D	A	D	A	D
1. CL+20	3,000	6.91	7.77	100	10	3.57	1.74
2. CL+5L	3,600	7.41	7.47	710	10	28.33	8.00
3. CL+5L	4,500	4.03	7.18	1,360	10	17.646	1.094
4. CL+5L	2,200	3.85	6.33	1,140	515	14.46	4.25
5. CL+5L	1,700	6.38	7.71	270	230	14.83	7.40
6. CL+5L+20	3,800	6.94	7.12	260	40	10.95	3.68
7. CL+5L	1,500	7.60	7.40	710	160	17.84	4.52
8. CL+20	3,000	10.30	8.35	2,500	5	18.81	0.23

ตารางที่ 16 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมตามกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2539

สมบัติ	ค่ามาตรฐาน
pH	5.5-9
BOD	$\leq 60 \text{ mg/l}$
SS	$\leq 150 \text{ mg/l}$
$\text{NH}_3 - \text{N}$	$\leq 25 \text{ mg/l}$

การวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 1 แสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานยางประเภทต่าง ๆ

การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนระดับห้องปฏิบัติการ
ในโรงงานผลิตน้ำยางข้น

Anaerobic Wastewater Treatment in Lab Scale

from Concentrated Latex Factory

ปรีดีเปรม ทศนกุล

วิชัย ใจภักดี

กฤษฎณา คงศิลป์

พรรษา อุดลยธรรม

กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง/ศูนย์วิจัยยางสงขลา

สถาบันวิจัยยาง

บทคัดย่อ

ศึกษาการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนระดับห้องปฏิบัติการในโรงงานผลิตน้ำยางข้น ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยยางสงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนธันวาคม 2539-กุมภาพันธ์ 2541 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจาก 2 โรงงานที่ผลิตน้ำยางข้นในเขตอำเภอจะนะ และอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา นำตัวอย่างน้ำเสียจากน้ำในบ่อบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งเป็นบ่อแรก น้ำจากบ่อที่สอง และน้ำจากบ่อที่สามตามลำดับใส่ในระบบจำลอง วิเคราะห์หาค่า ความต้องการออกซิเจนในเทอมค่า BOD, ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ของแข็งแขวนลอย (SS), ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) และ ของแข็งทั้งหมด(TS) ตามระยะเวลาการกักเก็บคือ 0, 1, 5, 15, 30 และ 60 วัน ตามลำดับ

ผลจากการทดลองพบว่า การบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนค่า BOD, SS, TDS และ TS ลดลงตามระยะเวลาการกักเก็บและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองโรงงาน ยกเว้นค่า BOD ของน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดแล้วยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแบบนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH เป็นสำคัญ ถ้า pH เป็นกรดมากจะทำให้การกำจัด BOD ไม่ได้ผลเท่าที่ควร โรงงาน ก มี pH เริ่มต้น 4.89 ประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD เท่ากับ 98.2% ขณะที่โรงงาน ข pH เริ่มต้น 4.49 ค่อนข้างเป็นกรดมากกว่าประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD มีเพียง 66.4% และจากการบำบัดนานถึง 60 วัน ค่า pH, SS, TDS และ TS ของทั้งสองโรงงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

คำนำ

ผลผลิตทางธรรมชาติของประเทศไทยในปี 2451 มีปริมาณ 2.075 ล้านตันหรือเพิ่มขึ้น 2.13% เมื่อเทียบกับปี 2450 (สถาบันวิจัยยาง, 2542(ข)) ขณะที่ The London-based Economist Intelligence Unit (EIU) ได้คาดการณ์ปริมาณการผลิตของประเทศไทยในปี 2542 จะผลิตได้ถึง 2.302 ล้านตัน และมีเป้าหมายการผลิต ในปี 2543 เป็นจำนวน 2.371 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นเป็น 3% ขณะที่ผลผลิตของตลาดโลกในปี 2543 เป็นจำนวน 6.66 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นเป็น 1.68% (สถาบันวิจัยยาง, 2542(ก)) จะเห็นได้ว่าผลผลิตทางธรรมชาติของ ไทยและของโลกมีแนวโน้มขยายตัวสูงขึ้นเนื่องจากตลาดโลกยังคงมีความต้องการบริโภค ยามากขึ้น และอุตสาหกรรมยางที่สำคัญและทำรายได้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบันคืออุตสาหกรรม น้ำยางข้น

จากการที่อุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้นมีการขยายตัวและมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น เรื่อย ๆ นี้จะมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมตามมาคือ การจัดการน้ำเสียจากโรงงานก่อนปล่อยลงสู่ แหล่งน้ำธรรมชาติและทำให้ประสบปัญหาในเรื่องการบำบัดน้ำเสีย ลักษณะน้ำเสียของ โรงงานผลิตน้ำยางข้นที่สำคัญคือ มีความเป็นกรดและมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง การ บำบัดที่ไม่ถูกวิธีจะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำได้ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้นส่วน ใหญ่ประกอบด้วย 1) บ่อดักยาง (rubber trap) มีหน้าที่เป็นตัวดักยางที่เหลือนซึ่งลอยสู่ผิวหน้า น้ำ สามารถลดค่าความสกปรกของน้ำในเทอม COD, BOD และของแข็งแขวนลอย (SS) ได้ ประมาณ 50% และช่วยปรับ pH ของน้ำให้สูงขึ้น (สุพัตรา, 2540) 2) บ่อบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic pond) เป็นวิธีทางชีวภาพ ที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้น ของอินทรีย์สารสูง ๆ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำกว่าระบบอื่น ให้ปริมาณตะกอนต่ำกว่า ระบบเดิมอากาศ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขุดลอก โดยเฉพาะการทำงานในระบบปิดจะ ให้ผลผลิตเป็นก๊าซมีเทนที่มีคุณค่าด้านพลังงาน 3) บ่อเติมอากาศ (aerobic pond) 4) บ่อขัด แต่ง (polishing pond)

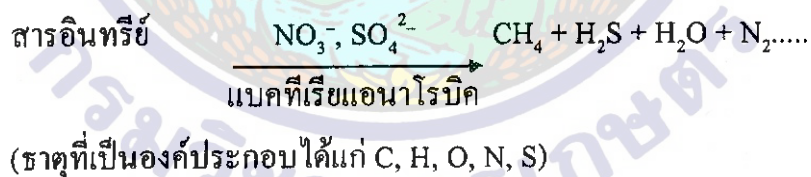
ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Treatment System) (เกรียงศักดิ์, 2539)

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธี anaerobic เป็นวิธีที่ไม่ต้องเติมออกซิเจนหรือนิยมเรียกว่า ระบบไร้ออกซิเจนหรือถังหมัก ระบบนี้เริ่มนิยมใช้กันแพร่หลายมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะสามารถ ประหยัดพลังงานในการเติมอากาศ และยังได้พลังงานที่เกิดจากระบบไร้ออกซิเจน ได้แก่ ก๊าซ

มีเทน เป็นต้น ซึ่งเป็นก๊าซที่ใช้ในการหุงต้มทำอาหารได้ และใช้ในการค้ำน้ำในหม้อค้ำน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมได้ ในอดีตเข้าใจกันว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธี anaerobic จำเป็นต้องมีน้ำเสียที่มีความสกปรกมาก (BOD มาก ๆ) แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนารูปแบบของถังปฏิกริยาขึ้นมาเรื่อย ๆ จนสามารถบำบัดน้ำเสียที่มี BOD ต่ำ ๆ เช่น น้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น

หลักการของระบบนี้เกิดขึ้น โดยเฉพาะในบ่อบำบัดบ่อแรกที่มีสภาพของบ่อบำบัดเป็นระบบปิดคือออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปบำบัดน้ำเสียได้ แบคทีเรียชนิดแอนาโรบิก (anaerobic) จะย่อยสลายสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบพวกสารอินทรีย์ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสารที่เป็นองค์ประกอบพวกอนินทรีย์ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส และทองแดง เป็นต้น แต่มีในปริมาณที่น้อยกว่า (Rossem, 1946) การย่อยสลายแบบนี้จะใช้ออกซิเจนที่อยู่ในรูปของสารประกอบไนเตรดไอออน หรือซัลเฟตไอออน จากปฏิกริยาเกิดก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งก๊าซทั้งสองตัวนี้จะละลายน้ำได้น้อย นอกจากนี้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นก๊าซที่เกิดกลิ่นเหม็นและอาจทำปฏิกริยากับไอออนบางชนิด เช่น เหล็ก เกิดเป็นสารประกอบไอออน (II) ซัลไฟด์ (FeS) ซึ่งมีสีดำ แหล่งน้ำที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบนี้จึงมีสีดำและส่งกลิ่นเหม็น (LeUlinga, et al., 1994)

สมการการเกิดปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยแบคทีเรียแอนาโรบิก



การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนในระดับห้องปฏิบัติการ และเป็นการลดกลิ่นเหม็นอันเนื่องมาจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่า BOD เช่น KH_2PO_4 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NH_4Cl , K_2HPO_4 และ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็นต้น
2. แบบจำลองระบบทำด้วย PVC ความจุ 25 ลิตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. ความสูง 36 ซม. จำนวน 3 หน่วย
3. ปุ่มดูดสุญญากาศ
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ เช่น เชือกไนลอน, ถังพลาสติก
5. เครื่องแก้ว เช่น ขวด BOD, ปิเปต, บิวเรต และ บีกเกอร์ เป็นต้น
6. กระดาษกรอง Whatman GP/C
7. ตู้เพาะเชื้อ (Incubator)
8. เครื่องเติมอากาศ
9. ตู้เย็นขนาด 6 ฟุต³
10. ตู้อบ (oven)
11. เครื่องวัด pH (pH meter)

วิธีการ

1. จำลองระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วยถัง PVC ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. สูง 36 ซม. ความจุ 25 ลิตร จำนวน 3 ใบ (Muttamara, 1994)
2. คัดเลือกโรงงานผลิตน้ำยางชั้นที่มีความสกปรกของน้ำสูง และโรงงานที่มีความสกปรกของน้ำไม่มากนัก ซึ่งผลจากการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยาง (ปรีดีเปรม และคณะ, 2538) ทำให้ได้ข้อมูลของโรงงานผลิตน้ำยางชั้นที่มีค่าสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสียจึงได้เลือกโรงงาน ก และ ข
3. เก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดก่อนเข้าระบบบำบัด (ภาพที่ 1) ใส่ในแกลลอนที่ 1 เพื่อใช้สำหรับถ่ายน้ำทุก ๆ วัน

4. เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้นในบ่อที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทำการกักเก็บน้ำไว้ในระบบจำลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 3)
5. วิเคราะห์ค่า pH, BOD, TS, SS และ TDS ของน้ำเสียในระบบจำลองทั้ง 3 ชุด ตามระยะเวลาของการกักเก็บ คือ 0, 1, 5, 10, 15, 30 และ 60 วัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

5.1 การวัดค่า pH (กรมอนามัย, 2535)

- 5.1.1 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรด ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง
- 5.1.2 ปรับเครื่องมือด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH 7.00 และ pH 4.01
- 5.1.3 วัดค่า pH ของตัวอย่างน้ำ

5.2 การวัดค่า BOD (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2535)

BOD (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึงปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ (Decomposable Organic Matter) ภายใต้ออกซิเจนที่มีออกซิเจน ค่า BOD จึงบอกถึงความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการใช้ ถ้าค่า BOD มีค่ามากแสดงถึงมีความสกปรกอยู่ค่อนข้างสูง ถ้ามีค่าน้อยคือต่ำกว่า 20 mg/l แสดงถึงน้ำมีความสะอาดเพียงพอ

การหาค่า BOD₃ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธี dilution method เนื่องจากใช้กับตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรกมาก เช่น น้ำก่อนเข้าระบบบำบัด น้ำที่ออกจากบ่อบำบัดบ่อแรกและน้ำจากบ่อที่สอง ซึ่งมีค่า BOD ค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าไม่เจือจางปริมาณออกซิเจนจะไม่เพียงพอในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ค่า DO (dissolved Oxygen) ลดต่ำลงเป็นศูนย์ จึงต้องเจือจางก่อน ดังนี้

5.2.1 ปิเปิดตัวอย่างน้ำลงในขวด BOD ตามประมาณความสกปรกของน้ำ เดิม น้ำผสมเจือจางที่ประกอบด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนเต็มทั้ง 3 ขวด

5.2.2 2 ขวดแรกนำไป incubate ที่ $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 3 วัน

5.2.3 อีกขวดนำไปหา DO ทันที

5.2.4 ค่า $\text{BOD}_3 = \text{DO}_0 - \text{DO}_3$

DO_0 คือค่า DO ที่ 0 วัน

DO_3 คือค่า DO ที่ 3 วัน

5.2.5 คำนวณประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ของแต่ละบ่อได้ดังนี้
(เกรียงศักดิ์, 2539)

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD} = \frac{(\text{BOD}_0 - \text{BOD}_{60}) \times 100}{\text{BOD}_0} \%$$

BOD_0 คือค่า BOD ที่ 0 วัน

BOD_{60} คือค่า BOD ที่ 60 วัน

5.2.6 คำนวณประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD ของบ่อที่ 1 ถึง 3 จาก
ระบบจำลองแบบต่อเนื่องได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD} = \frac{(\text{BOD}'_0 - \text{BOD}'_{60}) \times 100}{\text{BOD}'_0} \%$$

BOD'_0 คือ BOD ของบ่อบำบัดที่ 1 ระยะเวลา 0 วัน

BOD'_{60} คือ BOD ของบ่อบำบัดที่ 3 ระยะเวลา 60 วัน

5.3 การวัดค่าของแข็งแขวนลอย (suspended solid, SS) (APHA, AWWA and WPCF, 1985)

ค่า SS เป็นของแข็งในของเหลวที่มีของแข็งตกตะกอนอยู่ (settleable solid) ใช้
รังผึ้งกรองของน้ำเสียค่า SS จึงมีความสัมพันธ์กันกับค่า BOD

5.3.1 ใช้ตัวอย่างน้ำปริมาตร 20 ml กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว GF/C ซึ่ง
ต่อเข้ากับเครื่องดูดสุญญากาศ

5.3.2 นำกระดาษกรองไปอบให้แห้ง

5.3.3 คำนวณหาปริมาณของแข็งแขวนลอย ดังนี้

$$\text{mg/l SS} = \frac{A - B \times 100}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

A = น้ำหนักแผ่นกระดาษกรอง + ของแข็ง

B = น้ำหนักแผ่นกระดาษกรอง

5.4 การวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved Solids, TDS) (APHA, AWWA and WPCF, 1985)

TDS หมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถไหลผ่านกระดาษ
กรองใยแก้ว เมื่อกรองปริมาณสารแขวนลอยออกแล้ว เอน้ำใส่ที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้วไป
ระเหยจะหาปริมาณสารละลายได้ TDS มีหน่วยเป็น mg/l

5.5 การวัดค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solids, TS)(APHA, AWWA and WPCF, 1985)

TS หมายถึงปริมาณสารที่เหลืออยู่ในภาชนะหลังจากระเหยน้ำออกจากตัวอย่างน้ำจนหมด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103°C - 105°C จนน้ำหนักคงที่ ปลอบให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งหาน้ำหนักของของแข็งในภาชนะนั้น จะได้ปริมาณของของแข็งหรือสารทั้งหมด หน่วยเป็น mg/l หรืออาจคำนวณจาก $\text{TS} = \text{TDS} + \text{SS}$

จากการทำวิจัยจะวิเคราะห์ทั้ง TS, TDS และ SS เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์หาค่าตัวใดตัวหนึ่งใน 3 ตัวที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

6. ปริมาณปริมาตรของน้ำที่เติมในระบบจำลองได้ดังนี้

พื้นที่บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น โดยเฉลี่ย/บ่อ จุน้ำได้ $2,400 \text{ m}^3$

- จากปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยของทั้ง 2 โรงงานในตารางที่ 1 เท่ากับ $350 \text{ m}^3/\text{วัน}$
- การเติมน้ำในระบบจำลองเข้า 2 ช่วงคือเวลา 09.00 น. และ 14.30 น.
- ดังนั้นปริมาณโดยเฉลี่ย $175 \text{ m}^3/\text{ช่วงเวลาการผลิต}$

พื้นที่บ่อบำบัดน้ำได้	$2,400 \text{ m}^3$	มีปริมาณน้ำเข้า	175 m^3
พื้นที่ของระบบจำลอง	25 l	มีปริมาณน้ำเข้า	$\frac{175 \text{ m}^3 \times 25 \text{ l}}{2,400 \text{ m}^3}$

ดังนั้นมีปริมาณน้ำเข้าเท่ากับ 1.8 ml จึงกำหนดให้มีปริมาณน้ำเข้าในระบบจำลอง 1.8 l

หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำในระบบจำลองไว้ 1 คืน นำน้ำจากแกลลอนที่ 1 ปริมาตร 1.8 l ใส่ในภาชนะระบบจำลองที่ 1 ปล่อน้ำออกจากระบบจำลองที่ 1 ปริมาตร 1.8 l แบ่งมา 600 ml สำหรับทดสอบคุณภาพน้ำอีก 1.2 l ใส่ในระบบจำลองที่ 2 ปล่อน้ำจากระบบจำลองที่ 2 ปริมาตร 1.2 l แบ่งมา 600 ml สำหรับทดสอบคุณภาพน้ำอีก 600 ml ใส่ในระบบจำลองที่ 3 แล้วปล่อน้ำจากระบบจำลองที่ 3 ปริมาตร 600 ml สำหรับทดสอบคุณภาพน้ำตามระยะเวลาการกักเก็บคือ 0, 1, 5, 10, 15, 30 และ 60 วัน ตามลำดับ สำหรับในช่วงเวลา 14.30 น. ของวันทดสอบและวันที่ไม่ตรงกับวันทดสอบดังกล่าว ให้ถ่ายน้ำที่แบ่งมา 600 ml สำหรับทดสอบทั้งในช่วงเวลา 09.00 น. และ 14.30 น. (เป็นตัวแทนของช่วงเวลาการผลิตเข้าและป่ายที่ใช้น้ำในการล้างวัสดุ-อุปกรณ์ และน้ำเสียจากปอดักยาง)

7. วิเคราะห์สมบัติของน้ำที่ปล่อยออกจากระบบจำลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

8. วัดปริมาตรของก๊าซของทุกระบบจำลองเมื่อเดินระบบบำบัดนาน 60 วัน ดังนี้

8.1 เติมน้ำให้เต็มในกระบอกตวงขนาด 250 ml

- 8.2 เชียบปลายท่อพลาสติกด้านหนึ่งเข้ากับระบบจำลองตรงตำแหน่ง C (ภาพที่ 4) อีกปลายด้านหนึ่งต่อเข้าไปในกระบอกดวงให้จม
- 8.3 เปิดวาล์วตรงตำแหน่ง C เพื่อวัดปริมาตรของก๊าซโดยวิธีแทนที่น้ำ
- 8.4 วัดปริมาตรของก๊าซ หน่วยเป็น cm^3 ของทุกระบบจำลอง

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยต่อวัน และกำลังการผลิตต้น/เดือน ของโรงงานที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และจำนวนบ่อบำบัดน้ำเสีย

2. บันทึกผลการวิเคราะห์น้ำเสียตามสมบัติต่าง ๆ คือ pH, BOD_5 , SS TDS และ TS

3. บันทึกประสิทธิภาพในการกำจัด BOD_5 ของระบบจำลองแบบต่อเนื่อง

เวลาและสถานที่

- เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2539 - กุมภาพันธ์ 2541
- สถานที่ทำการทดลอง โรงงานผลิตน้ำยางข้นเขตอำเภอจะนะและอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง ศูนย์วิจัยยางสงขลา

ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ข้อมูลโดยทั่วไปของโรงงาน

จากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้นของโรงงาน ก มีกำลังการผลิตโดยเฉลี่ย 4,000 ตัน/เดือน หรือประมาณ 2.2 เท่า ของโรงงาน ข โรงงานทั้งสองใช้ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนในบ่อบำบัดบ่อแรก และใช้ระบบบำบัดแบบเปิดสำหรับบ่อที่ 2-8 ของโรงงาน ก และสำหรับบ่อที่ 2-5 ของโรงงาน ข ลักษณะของบ่อบำบัดทั้งสองโรงงานเป็นบ่อดินมีขนาดความลึกของแต่ละบ่อไม่เกิน 2.5 เมตร โรงงาน ก ใช้พื้นที่ในการบำบัดค่อนข้างมากคือไม่น้อยกว่า 30 ไร่ ขณะที่โรงงาน ข ใช้พื้นที่ในการบำบัดเพียง 7 ไร่ เท่านั้น (ปริทัศน์และคณะ, 2538) ตารางที่ 1

2. ผลการวิเคราะห์น้ำในระบบปิดแบบจำลองตามระยะเวลาการบำบัดจากโรงงาน ก

ผลการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ มีดังนี้

2.1 ค่า pH (มาตรฐาน 5.5-9)

ค่า pH ของน้ำเสียจากบ่อบำบัดบ่อแรกมีค่าค่อนข้างเป็นกรดคือ 4.89 เนื่องจากผลจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีการใช้กรดในการจับตัวหางน้ำยาง และน้ำในบ่อที่เก็บตัวอย่างมานี้ค่อนข้างสกปรกมีกลิ่นเหม็น มีก้อนยางคลุมที่ผิวหน้าของบ่อจนเกือบเต็มพื้นที่บ่อ (ภาพที่ 2) ส่วนน้ำเสียในระบบจำลองชุดที่ 2 และ 3 pH เท่ากับ 5.40 และ 5.98 ตามลำดับ แสดงถึงการบำบัดโดยใช้ระบบแบบธรรมชาติคือเป็นระบบแบบบ่อผึ่ง มีการย่อยสลายสารอินทรีย์สิ่งที่ทำให้ค่า pH สูงขึ้น หลังจาก 0 วัน การย่อยสลายจะอาศัยแบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Lettinga, et al., 1994) ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า pH สูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการกักเก็บตัวอย่างน้ำ ซึ่งแสดงถึงการบำบัดแบบนี้มีประสิทธิภาพค่า pH อยู่ที่ 7.0 ในช่วง 30 วัน(ในระบบจำลองชุดที่ 1) และหลังจาก 2 เดือน (60 วัน) ค่า pH อยู่ในระดับที่ไม่เกิน 8 (ตารางที่ 2)

2.2 ค่า SS (มาตรฐาน ≤ 150 mg/l)

ค่า SS ของน้ำเสียในระบบจำลองชุดที่ 1 และ 2 จากการบำบัดนานถึง 60 วันแล้ว ค่า SS อยู่ที่ 270 mg/l และ 160 mg/l ซึ่งถือว่าเกินกว่ามาตรฐาน ยกเว้นในระบบจำลองชุดที่ 3 มีค่า SS 110 mg/l ซึ่งมีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (ตารางที่ 2)

2.3 ค่า TDS (มาตรฐาน $\leq 5,000$ mg/l)

ค่า TDS ของน้ำเสียในระบบจำลองทั้งสามชุด มีค่าเริ่มต้นที่ 0 วัน เท่ากับ 1,900 mg/l , 2,341 mg/l และ 2,108 mg/l ตามลำดับ และจากการบำบัดนานถึง 60 วันมีค่าลดลงอยู่ที่ 1,310 mg/l , 1,695 mg/l และ 1,420 mg/l ตามลำดับซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (ตารางที่ 2)

2.4 ค่า TS (มาตรฐาน $\leq 5,150$ mg/l)

สำหรับค่า TS ให้ผลเช่นเดียวกับค่า TDS คือมีค่าลดลงและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 2)

2.5 ค่า BOD₅

BOD₅ ของน้ำเสียที่เก็บจากบ่อบำบัดบ่อแรกมีค่าสูงมากคือ 34,706 mg/l แต่เมื่อเก็บในระบบจำลองแบบปิดแล้วทั้งตามระยะเวลาการกักเก็บจนถึง 60 วัน ได้ค่า BOD₅ ลดลงอยู่ที่ 1,234 mg/l แสดงถึงประสิทธิภาพในการกำจัด BOD₅ ถึง 96.4% และจากการทดลองจะเห็นว่า การใช้ระบบจำลองแบบต่อเนื่องแบบนี้โดยที่น้ำเสียจากระบบจำลองที่ 1 ไหลลงสู่ระบบจำลองที่ 2 และน้ำจากระบบจำลองที่ 2 ไหลลงระบบจำลองที่ 3 ทำให้ค่า BOD₅ ลดลงเหลือ 629 mg/l หรือประมาณ 92.8% เมื่อเทียบในระบบจำลองที่ 3 และเมื่อทิ้งระยะเวลาไว้ 60 วัน โดยคิด

ประสิทธิภาพทั้งระบบสามารถกำจัดได้ถึง 98.2% ทั้งนี้โดยถือว่ามีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นทุกวัน และไหลผ่านทั้ง 3 ระบบจำลองทุกวัน (ตารางที่ 3)

3. ผลการวิเคราะห์น้ำในระบบปิดแบบจำลองตามระยะเวลาการบำบัดจากโรงงาน ข

ผลการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ มีดังนี้คือ

3.1 ค่า pH

ค่า pH ของน้ำเสียในระบบจำลองที่ 1, 2 และ 3 ก่อนข้างเป็นกรด โดยเฉพาะในระบบจำลองชุดแรกมีค่า pH เริ่มต้น 4.49 แบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งในกระบวนการปฏิกิริยาทางชีวเคมีของระบบปิดนี้จะเกิดก๊าซ CO_2 มากกว่าปกติ ทำให้ระบบการย่อยสลายของสารอินทรีย์ไม่ทำงาน (เกรียงศักดิ์, 2539) หลังจากการบำบัดนานถึง 60 วัน ระดับ pH เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยคืออยู่ที่ 5.21 ต่างจากน้ำเสียของชุดโรงงาน ก ที่มี pH เริ่มต้น 4.89 แบคทีเรียบางชนิดมีอยู่ในน้ำเสียสามารถใช้สารอาหารได้ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของน้ำเสียจากโรงงาน ก สูงกว่าโรงงาน ข ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสุพัตรา (2540) (ตารางที่ 4)

3.2 ค่า SS, TDS และ TS

สำหรับค่า SS, TDS และ TS เมื่อบำบัดในระบบจำลองหมักนานถึง 60 วัน มีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ยกเว้นในระบบจำลองชุดที่ 3 มีค่า SS เท่ากับ 158 mg/l ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานเล็กน้อย (ตารางที่ 4)

3.3 ปริมาณ BOD_5

น้ำเสียจากโรงงานชุดนี้มีค่า BOD_5 เริ่มต้นที่ 0 วันจากระบบจำลองชุดที่ 1, 2 และ 3 อยู่ที่ระดับ 5,530, 3,582 และ 3,473 mg/l ตามลำดับ หลังผ่านการบำบัดนาน 60 วัน ทำให้ BOD_5 อยู่ที่ระดับ 2,575, 2,156 และ 1,856 mg/l ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดเพียง 53.4%, 39.8% และ 46.6% ตามลำดับ และเมื่อคิดประสิทธิภาพทั้งระบบสามารถกำจัดได้เพียง 66.4% (ตารางที่ 5)

4. จากการเดินระบบบำบัดนานจนครบ 60 วัน เพื่อวัดปริมาตรของก๊าซโดยวิธีแทนที่น้ำจากการทดลองไม่สามารถวัดปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากก๊าซมีปริมาตรที่น้อยมาก

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ข้อสรุป

1. ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถดำเนินการได้ดีกับน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น
2. น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นชุดโรงงาน ข มีค่า pH ก่อนข้างเป็นกรดคือเท่ากับ 4.49 แบคทีเรียบางชนิดไม่สามารถทำงานได้ จึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้อยกว่าโรงงาน ก
3. ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD₅ ขึ้นอยู่กับค่า pH ที่เหมาะสมด้วย ซึ่งค่า BOD₅ จาก โรงงาน ก มีความสกปรกสูงคือ 34,706 mg/l จากการบำบัดนานถึง 60 วัน น้ำเสียที่ออกจาก ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนของถังหมักชุดที่ 3 มีค่า BOD₅ ลดลงที่ 629 mg/l แสดงถึงประสิทธิภาพทั้งระบบในการบำบัดได้ 98.2% ขณะที่โรงงาน ข มีความสกปรกน้อยกว่าคือ มีค่า BOD₅ เท่ากับ 5,530 mg/l จากการบำบัดนานถึง 60 วัน ค่า BOD₅ ลดลงที่ 1,856 mg/l ทำให้ประสิทธิภาพทั้งระบบในการบำบัดเพียง 66.4%
4. น้ำเสียที่เก็บมาทั้งสองโรงงานมีค่า SS, TDS และ TS จากการทดลองในระบบปิดพบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง ดังนั้นถ้าหากน้ำเสียที่ออกจากถังหมักที่ 3 ได้รับการบำบัดอีกครั้งโดยการกักเก็บน้ำให้นานกว่า 60 วัน จะได้น้ำที่มีความสะอาดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นกับค่าความสกปรก (BOD₅) และ pH ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อไม่ใช้ออกซิเจนทำได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของบ่อดักขางให้สามารถลดค่า BOD₅ สูงสุดและออกแบบให้บ่อมีการผสมน้ำเสียที่เป็นกรด และด่างมากที่สุด เพื่อให้ pH น้ำออกบ่อดักขางมีค่าสูงขึ้น
2. การควบคุม pH น้ำเสียก่อนเข้าบ่อบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยการเติม Na₂CO₃, NaOH หรือ Ca(OH)₂ ที่ระดับ 7.2, 7.6 และ 7.6 ตามลำดับ (สุพัตรา, 2540) เป็นการทำให้ระบบการย่อยสลายของสารอินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. น้ำเสียที่ได้รับการบำบัดนานถึง 60 วันแล้วค่า BOD ก็ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (มาตรฐาน ≤ 60 mg/l) ดังนั้นจึงควรกักเก็บน้ำในระบบจำลองให้นานกว่านี้คือประมาณ 90 วัน เพื่อให้ค่า BOD ได้ลดลง หรือน้ำที่ออกจากถังหมักที่ 3 แล้วผ่านเครื่องเติมอากาศ ก่อนที่จะระบายลงสู่คลองธรรมชาติเพื่อที่จะได้น้ำที่มีความสะอาดเพียงพอ

3. การใช้ Ca(OH)_2 เพื่อเป็นด่างปรับสภาพ pH ทำให้เกิดปัญหาการขึ้นเงินของบ่อ ควรมีบ่อพักเพื่อตกตะกอนหินปูนหรือใช้เฉพาะส่วนใสของสารละลาย Ca(OH)_2 เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาได้



เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย, 2535. คู่มือตรวจคุณภาพน้ำ. กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย กรุงเทพฯ. 251 หน้า
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2539. กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. ว. ข่าวชมรมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อธุรกิจ. 2(3) เม.ย 2539:3-5.
- เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. มิตรนราการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 442 หน้า
- ปรีดีเปรม ทศนกุลและคณะ. 2538. “การวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยาง. รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2539 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
- สถาบันวิจัยยาง, 2542(ก). ข่าวสถาบันวิจัยยาง. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 14(2) : 6.
- สถาบันวิจัยยาง, 2542(ข). สถิติยางประเทศไทย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 28 (1-2):1.
- สุพัตรา เฉลียววงศ์. 2540. สภาวะ pH ที่เหมาะสมของบ่อไร้อากาศในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย. 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. ครั้งที่ 2. 405 หน้า
- APHA, AWWA and WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th ed. New York : American Public Health Association.
- Lettinga, G. et al., 1994. Chemistry and Microbiology of Anaerobic Digestion paper from 1st International Training Course on Anaerobic and Low Cost Treatment of Wastewater and Waste/ Oct 10-21 1994. AIT Bangkok. 20 p.
- Muttamara, S., 1994. Anaerobic Treatment of Palm oil Wastewater. paper from International Training Course on Anaerobic and Low Cost Treatment of Wastewater and Wastes. Oct. 10-21 1994. AIT Bangkok. 42 p.
- Rossem, A.V. 1946. Composition of Crude Rubber. In The Chemistry and Technology of Rubber. Reinhold Publishing Corporation, New York, U.S.A. p 9-60.

ตารางที่ 1 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้น

โรงงาน	กำลังการผลิต ตัน/เดือน (โดยเฉลี่ย)	ปริมาณการใช้น้ำ (m ³ /วัน)	จำนวนบ่อ บำบัดน้ำเสีย (บ่อ)	เครื่องเติม อากาศ (บ่อ)	พื้นที่บ่อบำบัด (ไร่)
ก	4000	400	8	2	30
ข	1800	300	5	0	7



ตารางที่ 2 ผลของการวิเคราะห์น้ำในระบบปิดแบบจำลองตามระยะเวลาการบำบัดจาก
โรงงาน ก

TS (mg/l) น้ำบาด (วัน)	pH			SS(mg/l)			TDS(mg/l)			TS (mg/l)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	4.89	5.40	5.98	1,858	1,925	2,349	1,900	2,341	2,108	3,012	3,957	3,811
1	5.00	5.43	6.26	1,610	1,678	2,217	1,750	2,720	2,430	2,490	3,610	3,558
5	5.45	6.24	7.06	1,020	1,150	2,225	1,190	1,160	1,150	1,105	2,500	2,580
10	7.81	7.78	7.78	1,095	1,165	1,213	2,340	2,655	2,720	2,580	3,645	3,558
15	6.31	6.41	7.20	330	395	350	1,700	1,990	1,900	2,265	2,990	2,720
30	7.03	7.02	7.66	285	145	105	1,680	1,880	1,950	2,090	2,650	2,525
60	7.68	7.62	7.79	270	160	110	1,310	1,695	1,420	1,820	2,390	1,910

หมายเหตุ 1 คือ แบบจำลองระบบชุดที่ 1 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำบั้งค์ที่ 1)
2 คือ แบบจำลองระบบชุดที่ 2 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำบั้งค์ที่ 2)
3 คือ แบบจำลองระบบชุดที่ 3 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำบั้งค์ที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของประสิทธิภาพในการกำจัด BOD₅ ของน้ำเสียจากโรงงาน ก

ระบบ จำลองที่	ค่า BOD ₅ (mg/l) ตามระยะเวลาการบำบัด (วัน)							ประสิทธิภาพในการ กำจัด BOD ₅ (%)
	0	1	5	10	15	30	60	
1	34,706	4,706	3,881	3,182	2,900	1,818	1,234	96.4
2	17,030	4,845	3,144	2,904	2,829	2,425	2,186	87.2
3	8,769	3,586	2,335	2,425	2,388	225	629	92.8
ประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD ₅ (%)								98.2

โรงงาน ข

5.57	5.00	1,210	1,244	1,358	1,308	1,454	1,555	2,79
5.78	5.13	1,072	1,084	1,200	1,179	1,234	1,330	2,31
5.14	5.21	985	875	973	994	950	1,058	2,00
5.53	5.53	870	832	876	935	893	833	1,98
5.62	5.62	543	613	588	606	719	744	1,54
5.70	5.87	210	271	330	515	638	653	750
5.82	6.09	109	145	158	333	412	411	450

ก) แบบจำลองระบบชุดที่ 1 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำวัดที่ 1)
 ข) แบบจำลองระบบชุดที่ 2 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำวัดที่ 2)
 ค) แบบจำลองระบบชุดที่ 3 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำวัดที่ 3)

ของประสิทธิภาพในการกำจัด BOD₅ ของน้ำเสียจากโรงงาน ข

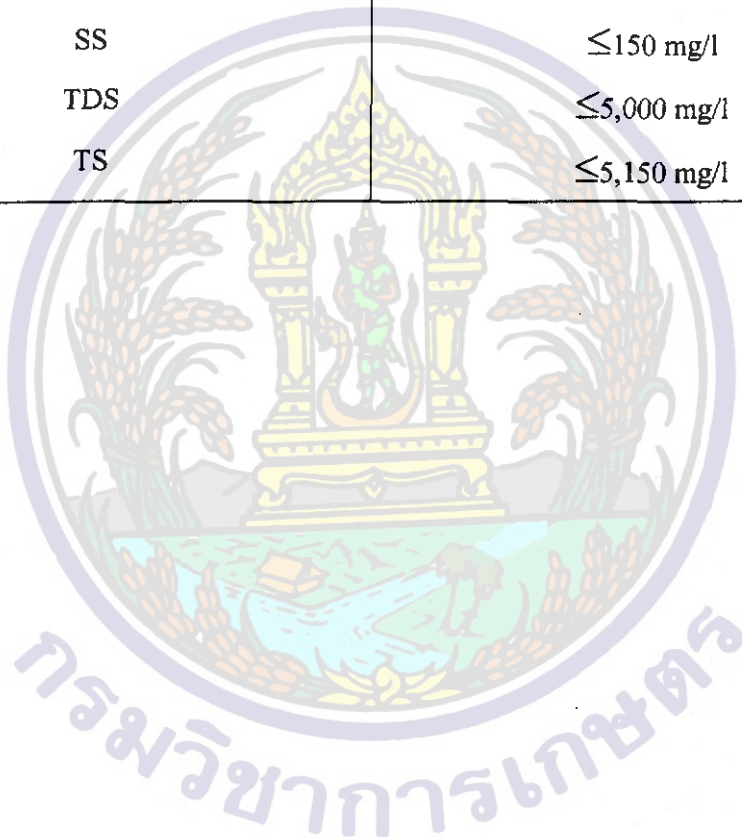
3 คือ แบบจำลองระบบชุดที่ 3 (เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำค้ดที่ 3)

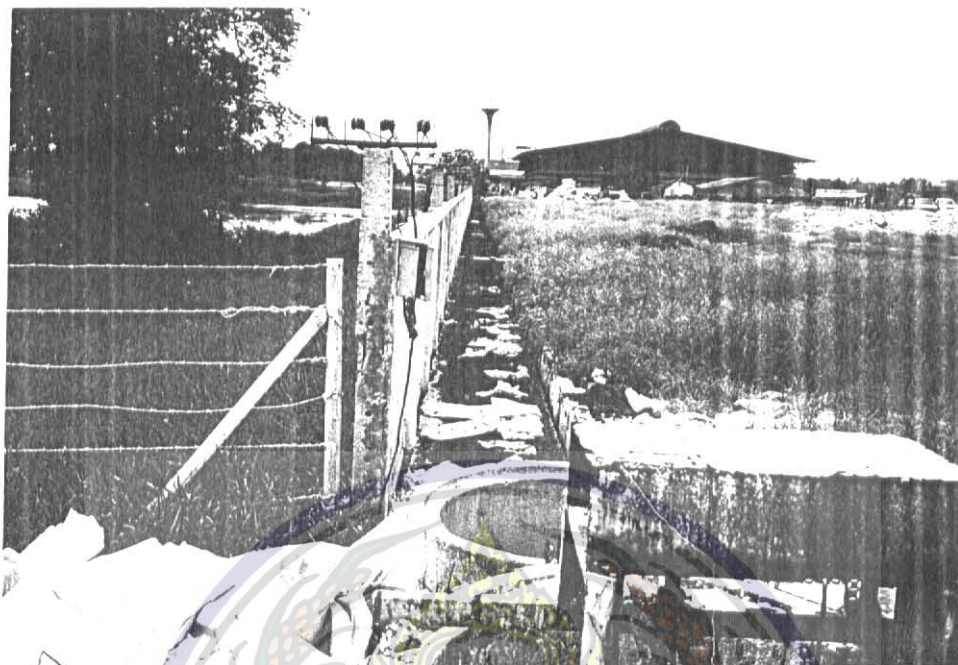
ตารางที่ 5 ผลของประสิทธิภาพในการกำจัด BOD₅ ของน้ำเสียจากโรงงาน ข

ระบบ จำลองที่	ค่า BOD ₅ (mg/l) ตามระยะเวลาการบำบัด (วัน)							ประสิทธิภาพในการ กำจัด BOD ₅ (%)
	0	1	5	10	15	30	60	
1	5,530	4,986	4,700	4,697	3,938	3,511	2,575	53.4
2	3,582	3,322	3,220	3,114	3,097	3,039	2,156	39.8
3	3,473	3,355	3,197	3,105	2,947	2,874	1,856	46.6
ประสิทธิภาพทั้งระบบในการกำจัด BOD ₅ (%)								66.4

ตารางที่ 6 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมตามกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , 2539

สมบัติ	ค่ามาตรฐาน
PH	5.5-9
BOD	≤ 60 mg/l
SS	≤ 150 mg/l
TDS	$\leq 5,000$ mg/l
TS	$\leq 5,150$ mg/l





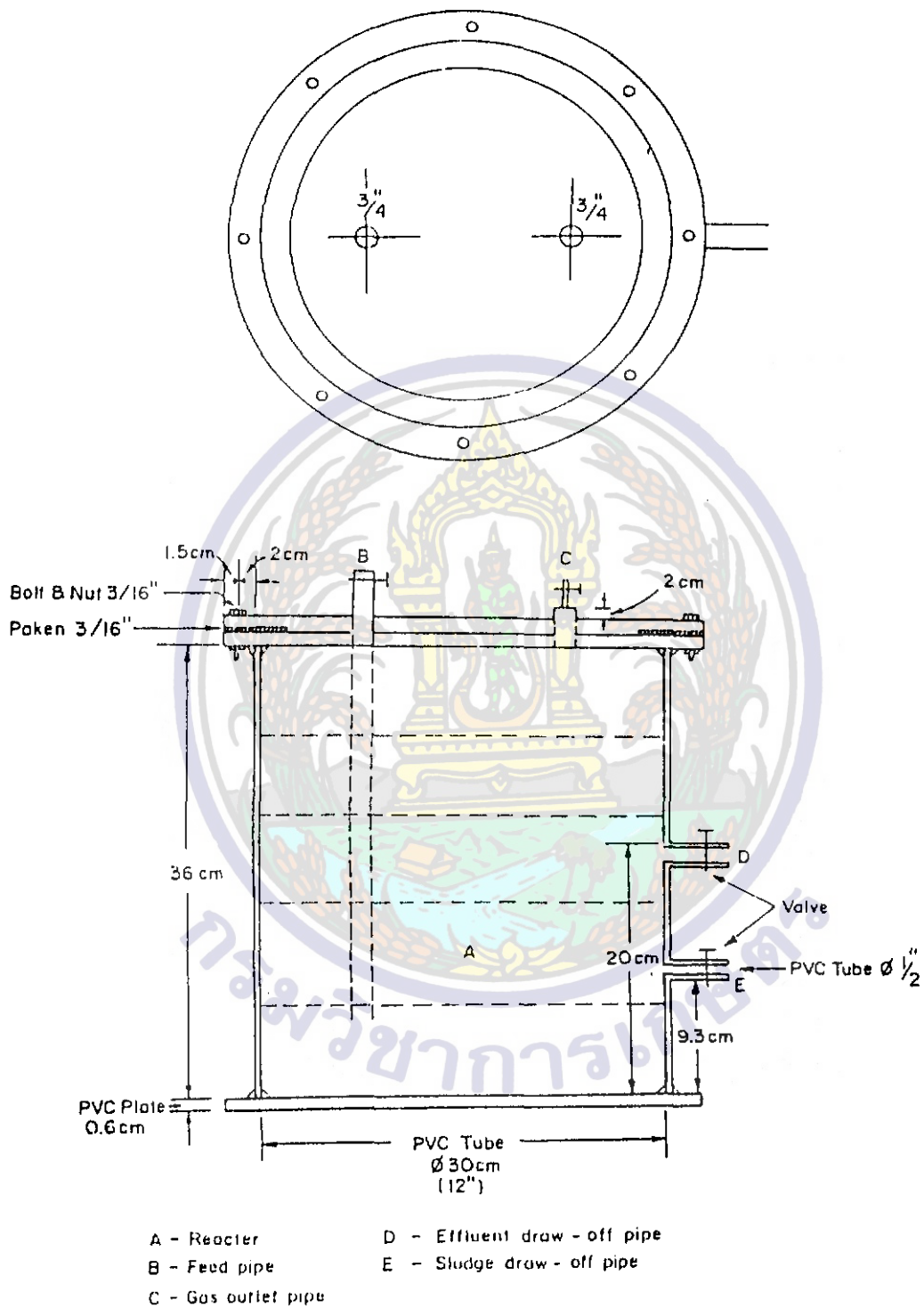
ภาพที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าระบบบำบัด



ภาพที่ 2 บ่อบำบัดแรกมีกลิ่นขมเต็มพื้นที่บ่อ



ภาพที่ 3 ลักษณะของถังหมัก PVC ที่มีความจุ 25 ลิตร



ภาพที่ 4 ระบบจำลองแบบไม่ใช้ออกซิเจนขนาดความจุ 25 ลิตร จำนวน 3 หน่วย

ที่มา : Muttamara, S., 1994. Anaerobic Treatment of Palm Oil Wastewater.