



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการน้ำเสียและกลิ่นเหม็นจากการผลิตยางแผ่นด้วยเทคโนโลยีสะอาด น้ำหมักจุลินทรีย์
และระบบก๊าซชีวภาพ
Treating wastewater and stench from rubber sheet production by using
cleaner technology, bio-fermentation and biogas system

หัวหน้าโครงการ

อาจารย์ ดร. วิภาญดา ทองเนื้อแข็ง

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.ดร. อุษา อินทอง

อาจารย์ ดร. นิรมล จันทรชาติ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

สัญญาเลขที่ TSU61SRG005

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการน้ำเสียและกลิ่นเหม็นจากการผลิตยางแผ่นด้วยเทคโนโลยีสะอาด น้ำหมักจุลินทรีย์
และระบบก๊าซชีวภาพ

Treating wastewater and stench from rubber sheet production by using
cleaner technology, bio-fermentation and biogas system

หัวหน้าโครงการ

อาจารย์ ดร. วิภาญดา ทองเนื้อแข็ง

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.ดร. อุษา อ้นทอง

อาจารย์ ดร. นิรมล จันทระชาติ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คำรับรอง



คำรับรองคุณภาพ

รายงานวิจัยเรื่อง การจัดการน้ำเสียและกลิ่นเหม็นจากการผลิตยางแผ่นด้วยเทคโนโลยีสะอาด น้ำหมักจุลินทรีย์และระบบก๊าซชีวภาพ

ผู้วิจัย วิชาญดา ทองเนื้อแข็ง และคณะ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ขอรับรองว่ารายงานวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว มีความเห็นว่าผลงานวิจัยฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- ดีมาก
- ดี
- ปานกลาง
- พอใช้
- ควรปรับปรุง

(อาจารย์ ดร.วันลก ดิษสุวรรณ)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
วันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดการเกิดน้ำเสียและการตกค้างของน้ำเสียในสถานประกอบการผลิตยางแผ่น และพัฒนาสูตรน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้จุลินทรีย์ในการจัดการกลิ่นเหม็นในโรงงาน รวมทั้งศึกษาการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบก๊าซชีวภาพ เพื่อบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซมีเทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน โดยทำการศึกษาและประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริงของโรงงานผลิตยางแผ่น ตำบลปริก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่า น้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนมีความสกปรกแตกต่างกัน โดยน้ำเสียจากตะกอนในการขึ้นรูปยางแผ่นมีค่าความสกปรกทั้งในรูป ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และซัลเฟต สูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำเสียจากการรีดยาง ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางแผ่นและล้างพื้นนั้นมีค่าความสกปรกต่ำ ดังนั้นในการจัดการน้ำเสียจากสถานประกอบการยางแผ่น จึงออกแบบการจัดการน้ำเสียจากตะกอนและการรีดยางด้วยระบบหมักไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางและการล้างพื้น ทำการจัดการด้วยน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดความสกปรกและกลิ่นเหม็น ผลการศึกษาระบบผลิตก๊าซชีวภาพ โดยเพิ่มกระบวนการหมักเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ พบว่า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบผลิตก๊าซเดิมของสถานประกอบการ และจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 30 25 และ 20 วัน พบว่า ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 30 วัน ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงที่สุด พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และตะกอนแขวนลอยสูงเกินกว่า 80% ในทุกพารามิเตอร์ และพบซัลไฟด์ตกค้างในระบบเพียงเล็กน้อย ในด้านการจัดการกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิตและในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ ผลการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นจากสถานประกอบการผลิตยางแผ่น โดยเปรียบเทียบระดับกลิ่นก่อนและหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์โดยผู้ตรวจสอบกลิ่นจำนวน 10 คน พบว่า บริเวณพื้นที่ผลิตยางแผ่นมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 2.8 - 4.4 (มีกลิ่นที่รับได้-กลิ่นแรง) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.7 - 3.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-กลิ่นแรง) บริเวณระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 1.8 - 2.4 (มีกลิ่นจาง-มีกลิ่นที่รับได้) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.5 - 1.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน) บริเวณพื้นที่สวนยางพารา ซึ่งรองรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ระหว่าง 3.4 - 4.2 (มีกลิ่นที่รับได้-มีกลิ่นแรง) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 2.8 - 3.2 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-มีกลิ่นที่รับได้)

คำสำคัญ: น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น เทคโนโลยีสะอาด ระบบก๊าซชีวภาพ น้ำหมักจุลินทรีย์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1. หลักการและเหตุผล	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	14
บทที่ 5 อภิปรายผลสรุปและข้อเสนอแนะ บรรณานุกรม	39 41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 อัตราการเกิดน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต	17
ตารางที่ 2 ลักษณะน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต	18
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	19
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	20
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟต์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	20
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	21
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	21
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	22
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	22
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน	23
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	24
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	24
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟต์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	25
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกัก 25 วัน	25

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	26
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	26
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	27
ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน	27
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	28
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	29
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟต์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	29
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	30
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	30
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	31
ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	31
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน	32

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพที่ 2 โรงงานผลิตยางแผ่น	14
ภาพที่ 3 การทำแผ่นยาง	14
ภาพที่ 5 น้ำเสียจากตะกอก	15
ภาพที่ 6 ร้างล้างยางแผ่น	16
ภาพที่ 7 ตะกอกและจักรรีดยาง	16
ภาพที่ 8 เก็บตัวอย่างน้ำเสีย	17

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

การพัฒนาอุตสาหกรรมยางของประเทศได้เจริญรุดหน้าเรื่อยมา และสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ อย่างกว้างขวาง สำหรับในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีสำคัญมาก จนสามารถพูดได้ว่าเป็นวิถี ของการดำรงชีวิตของคนภาคใต้ และปัจจุบันยางพารากำลังขยายฐานการผลิตไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนืออีกด้วย การแปรรูปน้ำยางดิบเพื่อเพิ่มมูลค่าของยางพาราในระดับอุตสาหกรรมสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น น้ำยางข้น ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นอบแห้ง และยางแท่ง เป็นต้น นอกจากนี้การแปรรูปยางพาราในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่แล้ว ในพื้นที่ภาคใต้ยังมีสหกรณ์และโรงงานขนาดเล็กจำนวนมาก ที่ทำการแปรรูปยางพาราเป็นยางแผ่นผึ่งแห้งหรือยางแผ่นรมควัน ซึ่งส่วนมากจะตั้งอยู่ในเขตชุมชน ปัญหาที่ตามมาคือ ปัญหาน้ำเสีย ซึ่งมีความสกปรกมากและส่งกลิ่นเหม็นรุนแรงเป็นอันตรายต่อสุขภาพส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคนในชุมชน เนื่องจากการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง มีกระบวนการผลิตโดย นำน้ำยางดิบผสมกับน้ำสะอาดและกรดฟอร์มิกหรือซัลฟูริกในอัตราส่วนที่เหมาะสม กวนให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ให้ยางแข็งตัว หลังจากนั้นนำยางที่แข็งตัวแล้วเข้าเครื่องรีดให้เป็นแผ่น และผึ่งตากยางให้แห้ง จากกระบวนการผลิตดังกล่าว ทำให้เกิดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของน้ำยาง เศษยาง และกรดที่เป็นส่วนผสมในการผลิต ทำให้น้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรด มีความสกปรกสูง และมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ และซัลเฟตสูง เมื่อเกิดการย่อยสลายของสารปนเปื้อนในน้ำเสีย จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นรุนแรงและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ผู้ประกอบการผลิตยางแผ่นส่วนใหญ่จัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิด หรือสูบน้ำเสียไปทิ้งในที่ห่างไกลชุมชน ซึ่งไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างแท้จริง ยังคงมีปัญหากลิ่นเหม็นและการปนเปื้อนของน้ำเสียลงสู่ผิวดินและใต้ดิน และโรงงานส่วนใหญ่ยังไม่มี การนำหลักการลดการเกิดของเสียไปประยุกต์ใช้ ทำให้มีน้ำเสียเกิดขึ้นปริมาณมาก จึงยากต่อการจัดการ อีกทั้งยังมีการตกค้างของน้ำเสียภายในพื้นที่ผลิตยางแผ่น เกิดการหมักหมมและกลิ่นเหม็น

ทีมผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การลดการเกิดน้ำเสีย การจัดการน้ำเสียตกค้างในพื้นที่ผลิต การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบที่ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น และมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง การวิจัยครั้งนี้จึงนำเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) มาใช้ในการลดการเกิดน้ำเสียและการตกค้างของน้ำเสียในโรงงาน และพัฒนาสูตรน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้จุลินทรีย์ในการจัดการกลิ่นเหม็นในโรงงาน รวมทั้งประยุกต์ใช้ระบบก๊าซชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซมีเทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในโรงงาน โดยทำการศึกษาและประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริงของโรงงานผลิตยางแผ่น ตำบลปริก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นต้นแบบให้แก่สถานประกอบการผลิตยางแผ่นอื่นๆ ได้มาศึกษาเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) ในการจัดการปัญหาน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น
- พัฒนาน้ำหมักจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดกลิ่นเหม็นจากน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น
- พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ น้ำ สารเคมี และวัตถุดิบต่างๆ รวมทั้งชนิดและอัตราการเกิดของเสียจากการผลิตยางแผ่น
- วิเคราะห์กระบวนการผลิตยางแผ่นเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) ในการลดการใช้ น้ำ สารเคมี และวัตถุดิบในการผลิตยางแผ่น และลดการเกิดมลพิษต่างๆ ในโรงงาน รวมทั้งนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์
- ศึกษาการพัฒนาน้ำหมักจุลินทรีย์สูตรต่างๆ และทดลองนำไปใช้ในการจัดการกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิต และในระบบบำบัดน้ำเสีย
- ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานต้นแบบ และศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพของระบบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ยางแผ่น

ยางแผ่นผลิตโดยผสมน้ำยางกับน้ำ และเติมกรดฟอร์มิกหรือซัลฟูริกลงในน้ำยางเพื่อให้ยางจับตัวกัน และแยกตัวออกจากน้ำ เมื่อยางแข็งตัวควรเติมน้ำลงในตะกอนเพื่อล้างฝุ่นผง แล้วจึงเทยางออกจากตะกอน ใช้ลูกกลิ้งบีบนวดยางให้เป็นแผ่นหนาพอเข้าจักรรีดได้ นำยางไปรีดเป็นแผ่นด้วยเครื่องรีดแบบ 2 ลูกกลิ้ง นำไปล้างน้ำ แล้วนำไปตากแดดหรือผึ่งในอากาศร้อนเพื่อไล่ความชื้น โดยน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางแผ่น ได้แก่

- น้ำเสียจากการทำยางให้แข็งตัว
- น้ำเสียจากการรีดยาง
- น้ำเสียจากการล้างถังบรรจุน้ำยางสด เครื่องมือและอุปกรณ์
- น้ำเสียจากการล้างพื้น

การผลิตยางแผ่น ส่วนใหญ่เป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน หรือคนในชุมชนรวมกลุ่มกัน เพื่อทำการผลิต เนื่องจากเป็นการดำเนินการในระดับชุมชน ไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรม จึงยังไม่มีหน่วยงานใดเข้าไปจัดการแก้ไขปัญหา น้ำเสียที่เกิดขึ้น ชาวบ้านต้องจัดการกับน้ำเสียที่เกิดขึ้นเอง น้ำเสียจากการแปรรูปยางพารามีความสกปรกในรูปซีไอดี 3,129-12,450 mg-COD/L มีการปนเปื้อนของซัลเฟต 1,075-4,210 mg-SO₄²⁻/L และมีการปนเปื้อนของไนโตรเจน 303-2,290 mg-TKN/L (Boonsawang, *et al.*, 2008; Jakeaw, 2003; Hathaisamit, 2004; Longsa, 2010) จากลักษณะน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น ซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง และมีส่วนผสมของกรดซัลฟูริก เมื่อกักพักน้ำเสียไว้ในบ่อ หรือปล่อยลงสู่พื้นดิน จะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเกิดการผลิตก๊าซ ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรุนแรงและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และยังมีองค์ประกอบของมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นกลุ่มก๊าซที่เป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน

2.2 เทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology) ซึ่งเริ่มมีการตื่นตัวกันแพร่หลาย รวมทั้งประเทศไทย เทคโนโลยีสะอาดเกิดขึ้น ในยุคที่ประชากรโลกมีการตื่นตัว ในเรื่องปัญหามลพิษ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการแก้ไขและป้องกันปัญหามลพิษที่ต้นเหตุ คือ แหล่งกำเนิดนั่นเอง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมการผลิต และอุตสาหกรรมบริการ เทคโนโลยีสะอาดเปรียบเสมือนเครื่องมือ ในการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ บริการ และกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดของเสีย ลดการใช้วัตถุดิบ ลดการใช้พลังงาน และลดต้นทุนในการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการ เทคโนโลยีสะอาด เป็นปฏิบัติการเชิงรุก โดยใช้ความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรม ศึกษากระบวนการผลิตโดยละเอียดของแต่ละหน่วย

เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดของเสีย เพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประหยัดพลังงาน ลดความเสี่ยงและประหยัดทรัพยากร โดยยึดนโยบายที่ว่า ของเสียที่ลดลงจะไปเพิ่มเป็นผลผลิตที่มีค่า (ที่มา <http://www.material.chula.ac.th>)

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตยางแผ่นเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตยางแผ่นของสถานประกอบการที่จะทำการศึกษาในเบื้องต้น พบว่ามีกระบวนการผลิตดังนี้

(1) การรับน้ำยาง รวบรวมน้ำยางสดจากสมาชิกสหกรณ์แต่ละคน โดยชั่งน้ำหนักน้ำยางสด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำยางสดเพื่อวิเคราะห์หาร้อยละของเนื้อยางแห้ง และเทน้ำยางสดลงสู่บ่อรับน้ำยางสดผ่านตะแกรงกรอง เพื่อกรองแยกสิ่งสกปรกออกจากน้ำยางสด

(2) การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทำยางแผ่น อุปกรณ์และเครื่องใช้ทุกอย่างในการทำยางแผ่น เช่น ตะแกรงกรอง ตะก่งทำยางแผ่น เครื่องรีดยาง จำเป็นต้องสะอาดอยู่เสมอ เนื่องจากจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สะอาดและมีคุณภาพดี

(3) การทำยางให้เป็นแผ่น ในการผลิตยางแผ่นรมควัน จะต้องมีการเจือจางน้ำยางสด เพื่อให้ได้เนื้อยางแห้งประมาณ 15-18% โดยเจือจางน้ำยางสดด้วยน้ำ ซึ่งจะต้องมีการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมเจือจาง ในอัตราส่วนผสม น้ำยางสดกับน้ำ คือ 3:2 (หรือน้ำยางผสมน้ำปริมาตรประมาณ 215 ลิตร ต่อตะก่ง) และเติมกรดฟอร์มิกความเข้มข้น 2% ในอัตราส่วน 0.4-0.6 ของเนื้อยางแห้ง (หรือปริมาตรประมาณ 8.2 ลิตรต่อตะก่ง) เพื่อให้ยางจับตัวกันเป็นก้อน ทำการกวนผสมให้เข้ากันซึ่งในการกวนจะมีฟองเกิดขึ้นและต้องทำการตักฟองออกให้หมด เพราะยางแผ่นที่ได้จะมีรอยจุดฟองอากาศทำใหยางแผ่นรมควันที่ได้มีคุณภาพต่ำ และทำการใส่แผ่นเสียบให้ครบ ทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมงเพื่อให้ยางแข็งตัว เมื่อยางแข็งตัวค่อยๆ ดึงแผ่นเสียบออกจากตะก่งและนำแผ่นยางที่ได้ไปล้างในรางล้างยาง

(4) การรีดยาง นำยางแผ่นที่ผ่านการล้างแล้วมารีดด้วยเครื่องรีดยาง ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งผิวเรียบ 4-5 คู่ และ ลูกกลิ้งลายดอกอีก 1 คู่สุดท้ายเพื่อรีดให้ยางมีความหนา ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ในกระบวนการนี้มีการสเปรย์น้ำ เพื่อหล่อลื่นในขณะที่รีดยาง จากนั้นล้างน้ำอีกครั้งและนำไปผึ่งลมเป็นเวลา 1 วัน

(5) การรมควันยาง นำยางแผ่นที่ผึ่งลมแล้วไปอบรมควันในห้องอบที่มีอุณหภูมิประมาณ 50-60 °C โดยความร้อนและควันที่ใช้ในการรมยางให้แห้ง ได้จากการเผาไม้ฟืนในเตาเผา ซึ่งสามารถควบคุมการลุกไหม้ของไม้ฟืนเพื่อให้ได้ความร้อนตามต้องการโดยการเปิดหรือปิดช่องให้อากาศเข้าทางประตูใส่ฟืน โดยความร้อนและควันจากเตาเผา จะถูกส่งมาตามท่อซีเมนต์ปล่อยควันสู่ห้องอบ โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาในการรมควัน

ประมาณ 4-12 วัน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพและความชื้นของยางแผ่นดิบ) จนแผ่นยางสุกได้ผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า ยางแผ่นรมควัน

จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตยางแผ่นมีการใช้ทรัพยากร ได้แก่ น้ำยางสด (วัตถุดิบ) กรดฟอร์มิค (สารเคมีที่ทำให้น้ำยางจับตัว) น้ำ เชื้อเพลิงในการอบรมควันยางแผ่น และพลังงานไฟฟ้าในการผลิต ของเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่น เช่น น้ำเสีย ขี้เถ้า และภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่สำคัญของการผลิตยางแผ่นคือ น้ำเสีย ซึ่งมาจากหลายขั้นตอนในกระบวนการผลิต เช่น น้ำจากการล้างถังบรรจุน้ำยางสดของสมาชิกสหกรณ์ น้ำจากการล้างเครื่องมือและอุปกรณ์ทำยางแผ่น น้ำที่เหลืออยู่ในตะกอนจากการทำให้ยางจับและแข็งตัวเป็นแผ่น น้ำจากการล้างยางแผ่น น้ำจากการรีดยาง และน้ำจากการล้างพื้น

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด สามารถช่วยลดการใช้ทรัพยากรในการผลิตยางแผ่น ลดการเกิดของเสีย และลดผลกระทบต่อจากของเสียได้

2.3 กลิ่นเหม็นจากสถานประกอบการและน้ำหมักชีวภาพเพื่อกำจัดกลิ่น

สารที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการรวบรวมและแปรรูปยางพารา ประกอบด้วย สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายโปรตีนในยาง ได้แก่ แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น (สมศักดิ์ ศิริวนารังสรรค์ และ อุทัยวรรณ บุตรแพ, 2558) โดยทั่วไปสถานประกอบการ จะแก้ไขปัญหาโดยการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย การใช้ผ้าใบปิดคลุม และการฉีดน้ำจุลินทรีย์ดับกลิ่น

น้ำจุลินทรีย์ หรือ น้ำหมักชีวภาพ เป็นของเหลว สีดำออกน้ำตาล กลิ่นอมเปรี้ยวอมหวาน ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เช่น พืช สัตว์ทุกประเภท สามารถช่วยปรับความสมดุลของสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตได้ บางครั้งยังสามารถนำน้ำหมักชีวภาพไปชำระล้างห้องน้ำได้ ซึ่งจะช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นได้ **ด้านสิ่งแวดล้อม** ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการทั่วไป ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์ และการเพาะปลูกพืช กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นและมีสภาพดีขึ้น **ด้านการประมง** ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้ ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำช่วยรักษาโรคแผลต่างๆในปลา กบ จระเข้ได้ ช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมัก ใช้กับพืชต่างๆได้ดี (ที่มา <http://www.thaihealth.or.th>)

ฝ่ายรักษาความสะอาดและสวนสาธารณะ สำนักงานเขตสัมพันธวงศ์ (2558) กล่าวว่า น้ำหมักจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อดับกลิ่นมูลสัตว์ ซึ่งนอกจากจะทำให้ดับกลิ่นเหม็น ฆ่าเชื้อโรค แมลงวันไม่รบกวนแล้ว ยังทำให้มูลสัตว์ย่อยสลายเป็นปุ๋ยอีกด้วย เป็นการประหยัดลดต้นทุนแก่ผู้เลี้ยงสัตว์อีกทางหนึ่งวิธีใช้ หัวเชื้อจุลินทรีย์ 1 ลิตร ผสมน้ำเปล่า 20 ลิตร คนให้เข้ากันแล้วนำไปราดในคอกปศุสัตว์จะช่วย ดับ

กลิ่นเหม็น และฆ่าเชื้อโรคได้ หลักการทำน้ำหมักจุลินทรีย์ชีวภาพมีดังนี้ 1) ความสะอาด ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ประเภททำลายหรือทำให้เกิดการบูดเน่าซึ่งการใช้ภาชนะที่สะอาดและมีฝาปิดมิดชิด จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่ควรละเลย 2) ขณะหมักจะต้องวางถังหมักไว้ในที่ร่มไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรง เพราะจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตาย 3) ระยะเวลาหมัก ต้องใช้เวลาในการหมักนานประมาณ 3 เดือน เพื่อให้กระบวนการย่อยสลายมีความสมบูรณ์ จึงสามารถนำน้ำหมักจุลินทรีย์ชีวภาพไปใช้งาน

ตัวอย่างสูตรจุลินทรีย์เพื่อใช้ดับกลิ่น มีดังนี้ (หมอชาวบ้าน, 2542)

วัสดุที่เตรียม

1. ผัก ผลไม้ หรือข้าวสุก
2. น้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล
3. ภาชนะขนาดตามต้องการที่สามารถหาอะไรมาปิดได้
4. น้ำ

วิธีทำ

1. ล้างผักหรือผลไม้ให้สะอาด แล้วหั่นเป็นท่อนๆตามต้องการ
2. นำน้ำตาลทรายแดงมาคลุกเคล้าในอัตราส่วน 1:2 คือ ผักและผลไม้ 2 ส่วน ใช้น้ำตาลทรายแดง 1 ส่วน
3. หมักไว้ 7-10 วัน แล้วเติมน้ำ 10 ส่วน
4. หมักอีก 1 เดือน ก็ใช้ได้ แต่ 3 เดือนจะใช้ได้ดี
5. หมั่นดูทุก 3-5 วัน และคน จะทำให้ใช้ได้เร็ว
6. ตักน้ำชุดแรกหมดแล้ว เติมน้ำอีก 10 ส่วน น้ำตาลทรายแดงอีก 1 ส่วน หมักไว้ 7 วัน ใช้ได้

2.4 ระบบก๊าซชีวภาพ

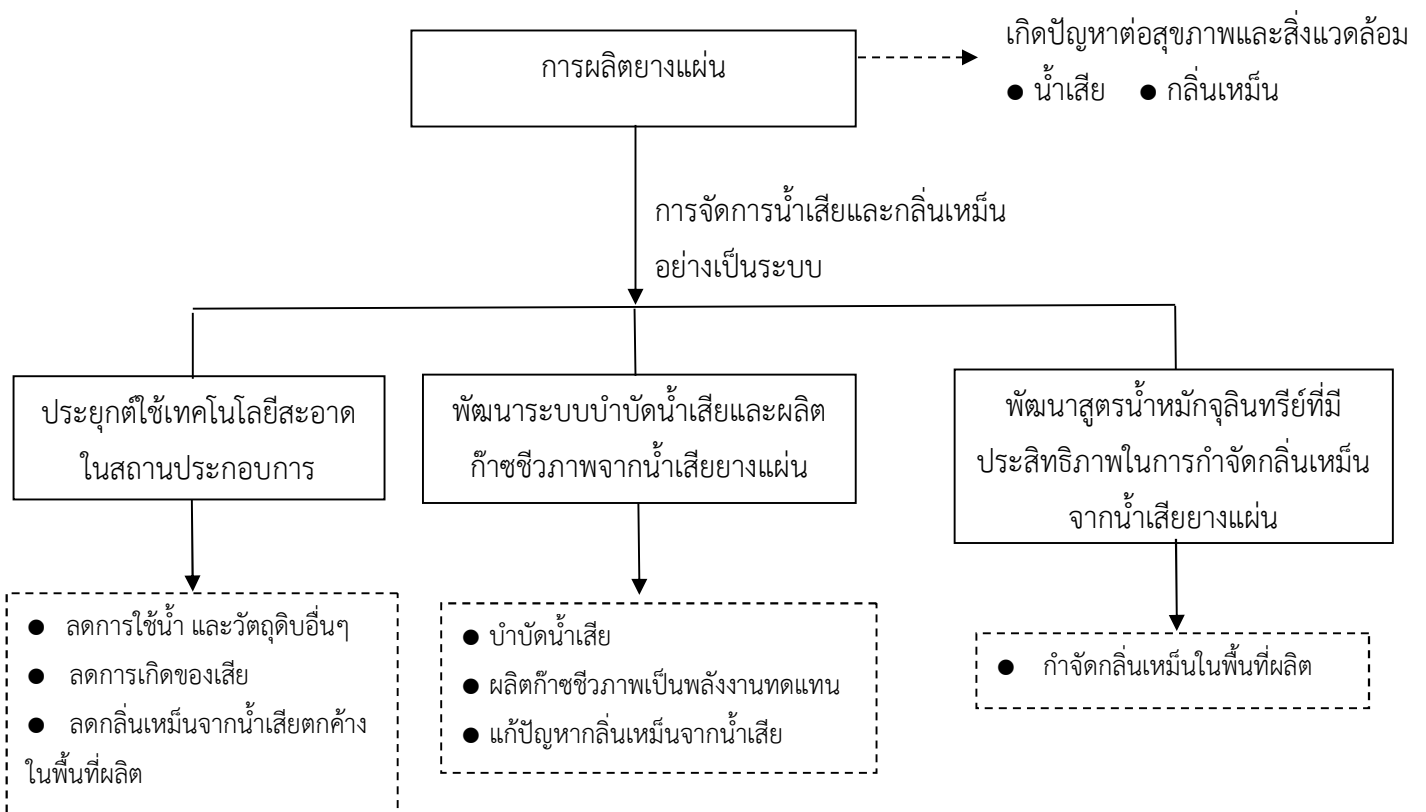
ระบบก๊าซชีวภาพ มีหน้าที่ในการบำบัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง โดยอาศัยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) และเกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบและสามารถจุดติดไฟได้ จากข้อมูลของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบหลัก ดังนี้ ก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38% ก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไนโตรเจน (N_2) เป็นต้น ประมาณ 2% ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถทดแทนพลังงานในรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้ ก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม น้ำมันเตา 0.55 ลิตร ไฟฟ้า 1.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง น้ำมันดีเซล 0.60 ลิตร

ก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพที่ทำให้ก๊าซชีวภาพมีคุณสมบัติติดไฟได้ เมื่อพิจารณาค่ามีเทนในก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานประเภทต่างๆ พบว่า

โรงงานผลิตอาหารทะเล	ค่ามีเทน 81-85 %
โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม	ค่ามีเทน 60-70%
โรงงานผลิตน้ำตาล	ค่ามีเทน 65-80%

โรงงานผลิตสุรา	ค่ามีเทน 80-90%
โรงงานผลิตอาหารจากพืช	ค่ามีเทน 65-70%
โรงเรือนเลี้ยงหมู	ค่ามีเทน 50-70%

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน กล่าวว่า ก๊าซชีวภาพ เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ปัจจุบันสารอินทรีย์ที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วให้ก๊าซชีวภาพ คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแปงมันสำปะหลัง โรงงานเบียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยวิธีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การใช้เป็นเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำ การเผาให้ความร้อนในกระบวนการผลิต การผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ใช้หุงต้มในโรงอาหารของโรงงาน หรือในครัวเรือน เป็นต้น ซึ่งสามารถทำได้ถ้าอยู่ไม่ห่างไกลจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพมากนัก (ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน <http://www.dede.go.th>)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2.5 การทบทวนวรรณกรรม

การประกอบกิจการแปรรูปยางพารา ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียและกลิ่นเหม็นที่รุนแรงตามมา มีผลงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัญหาดังกล่าวในหลายๆ รูปแบบ แต่ปัญหาเหล่านี้ก็ยังคงไม่ได้ถูกแก้ไขได้หมดสิ้น ยังคงต้องการการศึกษาพัฒนาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และต้องการการส่งเสริมให้เกิดการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการ

ในประเด็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก (2553) ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง ผลการศึกษาพบว่า การผลิตยางแผ่นดิบในอำเภอเขาชะเมา ส่วนใหญ่มีขั้นตอนหลักเป็นไปตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (2551) นอกจากนี้ยังพบว่าแต่ละขั้นตอนในการผลิตยางแผ่นดิบของเกษตรกร ขาดการใช้ทรัพยากรในการผลิตอย่างประหยัด จึงได้จัดทำทางเลือกตามหลักเทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสีย 4 ทางเลือก ได้แก่ การปรับปรุงกระบวนการในการผลิตยางแผ่นดิบ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในการผลิตยางแผ่นดิบ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ และการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งผลการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินการครั้งนี้มี 2 ทางเลือก คือ 1) การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบให้สอดคล้องกับแนวทางของสถาบันวิจัยยางอย่างแท้จริง และ 2) การดำเนินการร่วมกันระหว่างการปรับปรุงกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบให้สอดคล้องกับแนวทางของสถาบันวิจัยยางร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ และการนำของเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ เมื่อได้นำทางเลือกทั้งสองทางเลือกไปทดลองปฏิบัติ พบว่า สามารถลดการใช้น้ำได้ ร้อยละ 34-73 ลดการใช้สารเคมีได้ร้อยละ 21.38 และยังสามารถลดภาระระบบบำบัดน้ำเสียได้ถึง ร้อยละ 87-96 ค่าความสกปรกของน้ำเสียโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น

สำหรับการกำจัดปัญหากลิ่นนั้น สมศักดิ์ ศิริวนารังสรรค์ และ อุทัยวรรณ บุตรแพ (2558) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการปัญหาเหม็นจากกลิ่น จากการประกอบกิจการประเภทการสะสมยางก้อนถ้วย โดยทำการศึกษา ปัจจัยเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากสถานประกอบการ ได้แก่ น้ำเสีย และกลิ่นเหม็น และศึกษาประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์ในการแก้ไขปัญหาเหม็นจากกลิ่น ผลการศึกษาพบว่า สถานประกอบการประเภทนี้ เคยได้รับการร้องเรียน ปัญหากลิ่นเหม็นจากการสะสมยาง และกลิ่นเหม็นจากบ่อพักน้ำเสียแหล่งกำเนิดกลิ่นและสาเหตุของการเกิดกลิ่นจากการประกอบกิจการที่สำคัญ คือ กลิ่นจากก้อนยางและน้ำเสียจากก้อนยาง ซึ่งเกิดขึ้นได้ตลอดขั้นตอนของการซื้อขาย ผลการตรวจวัดค่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ย ของปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดในบริเวณลานรวบรวมก้อนยางก่อนและหลังการ ฉีดพ่น จุลินทรีย์ของสถานประกอบการ จำนวน 5 แห่ง พบว่า ก่อนการฉีดพ่นจุลินทรีย์ มีค่าปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดเฉลี่ย 0.031 ppm จากนั้นลดลงเป็น 0.007 ppm หลังการฉีดพ่น 10 นาที และตรวจวัดไม่พบหลังการฉีดพ่น 30 นาที และ 60 นาที การเปรียบเทียบระดับกลิ่นก่อนและหลังการฉีดพ่น จุลินทรีย์ พบว่า บริเวณลานรวบรวมกองยาง มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ระหว่าง 2.8 - 4.4 ภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 20 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลง เป็นอยู่ระหว่าง 1.7 - 3.9 หลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์ สามารถลดค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลงได้มากกว่า ไม่ฉีดพ่นจุลินทรีย์ ทั้งที่ระยะ 50 เมตร 100 เมตร และ 150 เมตร

ดังนั้นในการจัดการปัญหาเหตุรำคาญจากกลิ่นของสถานประกอบการรับซื้ออย่างก้อนด้วย จำเป็นต้องจัดการปัญหาตามแหล่งกำเนิดกลิ่นทั้งกลิ่นจากก้อนยางและกลิ่นของน้ำ เสียในทุกขั้นตอนของการรับซื้อ

ด้านการจัดการน้ำเสียจากการแปรรูปยาง เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพเป็นรูปแบบที่น่าสนใจ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเดินระบบต่ำและได้ก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นพลังงานทดแทน เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพมีหลายรูปแบบ เช่น ระบบยูเอเอสบี ระบบบ่อหมักแบบมีตัวกลาง ระบบบ่อหมักแบบราง ระบบบ่อหมักแบบกวนผสม เป็นต้น การเลือกใช้เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพชนิดใด ขึ้นอยู่กับลักษณะน้ำเสีย ต้นทุนในการก่อสร้าง ความยากง่ายในการเดินระบบและดูแลรักษาระบบ เป็นต้น ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยและมีการนำเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้ในการจัดการของเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ หลายประเภท ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น มูลสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรมปาล์ม น้ำมัน โรงงานผลิตแป้งจากมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมอาหาร โรงสุรากลั่น และของเสียครัวเรือน เป็นต้น แต่สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปยางพารา ยังจำเป็นต้องศึกษาพัฒนาระบบที่เหมาะสม เนื่องจากน้ำเสียมีการปนเปื้อนของซัลเฟตสูงมาก ส่งผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตก๊าซชีวภาพ (Methanogens) ในระบบ วิกาญดา และ อุษา (2010) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้งในระดับอุตสาหกรรมชุมชน น้ำเสียมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์สูง และมีสภาพเป็นกรด (pH เฉลี่ย 4.6) จึงต้องทำการปรับ pH ของน้ำเสียให้มีสภาพเป็นกลางก่อนป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการเดินระบบด้วยน้ำเสียที่ผ่านการปรับพีเอชในระยะเริ่มต้นระบบ และใช้มูลสุกรเป็นเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นระบบประมาณ 1/4 ของปริมาตรถังหมัก พบว่า ระบบบำบัดไร้อากาศแบบ 2 ถัง (ประกอบด้วยถังหมักไร้อากาศ 2 ถัง แต่ละถังมีระยะเวลาเก็บน้ำเสีย 7.5 วัน) มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพดีกว่าระบบบำบัดไร้อากาศแบบ 1 ถัง (ประกอบด้วยถังหมักไร้อากาศ 1 ถัง ระยะเวลาเก็บน้ำเสีย 15 วัน) ระบบบำบัดไร้อากาศแบบ 1 ถัง มีประสิทธิภาพการบำบัด COD, BOD, TSS, TKN และ TP เฉลี่ย 58.86%, 56.47%, 45.88%, 31.74% และ 29.44% ตามลำดับ ระบบบำบัดไร้อากาศแบบ 2 ถัง มีประสิทธิภาพการบำบัด COD, BOD, TSS, TKN และ TP เฉลี่ย 61.71%, 57.65%, 51.76%, 33.03% และ 31.78%, ตามลำดับ อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบ 1 ถัง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.411 m³-gas/m³-reactor.day (0.60 m³-gas/kg COD_{removed}) ส่วนระบบ 2 ถัง มีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 0.467 m³-gas/m³-reactor.day (0.65 m³-gas/kg COD_{removed}) วิกาญดา และ อุษา (2012) ศึกษาวิจัยและประยุกต์ใช้ระบบก๊าซชีวภาพในการบำบัดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นในระดับชุมชน ได้แก่ ชุมชนบ้านหัวคู ชุมชนนบพิดำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ชุมชนเกาะหมากน้อย ชุมชนเกาะป้อ จังหวัดพังงา เป็นต้น ซึ่งระบบที่ประยุกต์ใช้คือ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบตะกอนแขวนลอย พบว่า ระบบถังหมักไร้อากาศขนาด 800 ลิตรสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 360 ลิตรต่อวัน และสามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้ประมาณ 2 ชั่วโมงต่อวัน ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีองค์ประกอบของมีเทน 65% คาร์บอนไดออกไซด์ 32% และก๊าซอื่นๆ ได้แก่ ไนโตรเจนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ประมาณ 3% ปัญหาที่พบในการประยุกต์ใช้ระบบตะกอนแขวนลอยในการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่น ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ถูกชะล้างออกจากระบบ เกิดการผลิต

ซัลไฟด์ภายในระบบ ซึ่งกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์สร้างมีเทน และก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบของไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง ทำให้เตาแก๊สเสียหาย เป็นต้น

Jawjit and Liengcharernsit (2010) ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นด้วยระบบ two-stage upflow anaerobic sludge blanket (UASB) พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ประมาณ 82% มีอัตราการผลิตมีเทน $0.116 \text{ L-CH}_4/\text{g-COD}_{\text{removed}}$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าทฤษฎีประมาณ 67% ซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทน $0.35 \text{ L-CH}_4/\text{g-COD}_{\text{removed}}$

นอกจากนี้ Wongkittivimon (2000) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปยางพาราด้วยระบบ hybrid anaerobic reactor พบว่า มีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ประมาณ 80.8% และมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด $0.164 \text{ L-CH}_4/\text{g-COD}_{\text{removed}}$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าทฤษฎีเช่นกัน

Saritpongteeraka and Chaiprapat (2008) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นด้วยระบบ anaerobic buffer reactor (ABR) ซึ่งซัลเฟตถูกกำจัดโดย first compartment ของ ABR ก่อนที่จะไหลไปสู่ส่วนผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟต และ COD 96.60% และ 82.71% ตามลำดับ อัตราการผลิตมีเทนสูงสุดประมาณ $0.30 \text{ L-CH}_4/\text{g-COD}_{\text{removed}}$ จะเห็นได้ว่า ระบบมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ไม่มีการกำจัดซัลเฟตออกจากน้ำเสียก่อนเข้าสู่การผลิตก๊าซชีวภาพ อย่างไรก็ตามก๊าซชีวภาพจากผลการศึกษา มีองค์ประกอบของ hydrogen sulfide สูงถึง 12.3-14.5% เนื่องจาก sulfate reducing bacteria (SRB) ในระบบ รีดิวซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ ซึ่งซัลไฟด์จะส่งผลกระทบต่อ Methanogens ในระบบ และทำให้ก๊าซชีวภาพมีฤทธิ์กัดกร่อนและมีกลิ่นเหม็น

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

1) ร่วมกับสถานประกอบการในการเก็บข้อมูลในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด ทั้งในช่วงที่มีกำลังการผลิตมากและน้อย เช่น

- การใช้น้ำในแต่ละขั้นตอน
- การเกิดน้ำเสีย และวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอน
- การใช้สารเคมี
- การใช้ไฟฟ้า
- การทำสมดุลมวลปริมาณน้ำอย่างสดในการผลิตและปริมาณยางแผ่นที่ผลิตได้ เพื่อวิเคราะห์การสูญเสียและหาแนวทางการจัดการ

- การเกิดของเสียและมลพิษอื่นๆ จากแต่ละขั้นตอน

2) ร่วมกับสถานประกอบการในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตยางแผ่นเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) โดยมีเป้าหมาย ดังนี้

- ลดการใช้น้ำ
- ลดการใช้ไฟฟ้า
- ลดการใช้สารเคมี
- ลดการสูญเสียวัตถุดิบในการผลิตยางแผ่น
- ลดการเกิดน้ำเสีย กลิ่นเหม็น และมลพิษอื่นๆ
- นำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์

โดยร่วมกับสถานประกอบการในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ ในการประยุกต์ใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆ เพื่อให้สามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมายข้างต้น

3) ศึกษาการพัฒนาหมักจุลินทรีย์สูตรต่างๆ และทดลองนำไปใช้ในการกำจัดกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิต และในระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่

- หมักจุลินทรีย์จากน้ำเสียดังกล่าว ใช้น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตจุลินทรีย์ เพื่อพัฒนาจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดซัลเฟต-ซัลไฟด์ และสารอินทรีย์จากน้ำเสียยางพาราโดยเฉพาะ

- หมักจากเปลือกผลไม้ที่มีคุณสมบัติในการดับกลิ่นได้ดี ได้แก่ เปลือกมะนาว และเปลือกส้มแปรรูป

1. น้ำเสียดังกล่าว/เปลือกผลไม้
2. กากน้ำตาล
3. ถังหมักขนาด 50 ลิตร
4. น้ำ

วิธีทำ

1. นำกากน้ำตาลมาผสมกับเปลือกผลไม้หรือน้ำเสียยางแผ่นในอัตราส่วน 1:2
2. หมักไว้ 10 วัน แล้วเติมน้ำ 10 ส่วน
3. หมั่นคนส่วนผสมให้เข้ากันทุก 5 วัน
4. หมักอีกเป็นเวลา 3 เดือน

4) สํารวจแหล่งกำเนิดกลิ่น กำหนดพื้นที่ และ จำนวนจุดตรวจสอบกลิ่นของสถานประกอบการ โดยตรวจสอบกลิ่นในจุดเหนือลมและใต้ลมของสถานประกอบการ และศึกษาการใช้น้ำหมักจุลินทรีย์แก้ไขปัญหากลิ่น โดยตรวจวัดกลิ่นก่อนและหลังการใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ ศึกษา 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่มีการผลิตมาก และช่วงที่มีการผลิตน้อย วิธีการตรวจสอบกลิ่น ใช้ผู้ตรวจสอบกลิ่นจำนวน 10 คน อบรมวิธีการและขั้นตอนในการตรวจสอบกลิ่น ก่อนการดมกลิ่นทุกครั้ง วิธีการตรวจสอบกลิ่น ประยุกต์ใช้แนวทางการติดตามตรวจสอบคุณภาพ สิ่งแวดล้อมอย่างง่ายสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและการสำรวจปัญหากลิ่นในชุมชน ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งกำหนดระดับกลิ่น เป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับกลิ่นและคำอธิบาย (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

ระดับกลิ่น	ความรู้สึกรบกวนเรื่องกลิ่น	
0	ไม่มีกลิ่น	ไม่รู้สึกได้กลิ่น
1	กลิ่นอ่อนมาก	โดยปกติคนทั่วไปจะไม่ได้กลิ่น แต่คนที่มีหน้าที่ตรวจสอบกลิ่น และคนที่มีความรู้สึกไวต่อกลิ่นเป็นพิเศษจะรู้สึกได้
2	กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน	กลิ่นที่เกิดขึ้นจะอ่อนหรือจางมาก หากจะรู้สึกได้จะต้อง ตั้งใจดม มิเช่นนั้นจะไม่ทราบว่ามึกลิ่น
3	มีกลิ่นที่รับได้	ความเข้มข้นกลิ่นอยู่ในระดับปานกลางทำให้รู้สึกว่า ได้กลิ่น ที่ไม่ชอบ ระดับกลิ่นที่เกิดขึ้นอาจเกิดปัญหารบกวนในชุมชนที่พักอาศัย
4	กลิ่นแรง	ความเข้มข้นของกลิ่นที่เกิดขึ้นจะทำให้รู้สึกได้และเกิดความเดือดร้อน รำคาญเรื่องกลิ่น
5	กลิ่นแรงมาก	กลิ่นที่เกิดขึ้นเข้มข้นรุนแรงมาก จนไม่เหมาะที่จะใช้เป็น อากาศหายใจ

5) การบำบัดน้ำเสีย

จากการเก็บข้อมูลในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด จะทราบข้อมูลปริมาณน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากแต่ละขั้นตอน ในการบำบัดน้ำเสียจะแยกน้ำเสียเป็น 2 ส่วน โดยน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีต่ำจะบำบัดด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ และน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีสูงจะบำบัดด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

จัดทำชุดทดลองการบำบัดน้ำเสียอย่างแผ่น ณ มหาวิทยาลัยทักษิณ

- เนื่องจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพของสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ เป็นระบบ Plug Flow (น้ำเสียไหลตามแนวยาว) ในการทดลองจึงจัดทำระบบผลิตแบบเดียวกับที่สถานประกอบการใช้อยู่ โดยเพิ่มเติมกระบวนการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อให้ซัลไฟด์ที่เกิดจากกระบวนการซัลเฟตรีดักชันเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส ช่วยลดผลกระทบของซัลไฟด์ต่อจุลินทรีย์ผลิตมีเทน

- เติมน้ำด้วยเชื้อจุลินทรีย์จากจากฟาร์มสุกร ซึ่งมีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซชีวภาพ และสะดวกต่อการนำไปใช้จริง โดยควบคุมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 30 25 และ 20 วัน

- ติดตามการเปลี่ยนแปลงของ substrate และ products ภายในระบบ โดยวิเคราะห์น้ำเสียก่อนและหลังบำบัดในพารามิเตอร์ต่างๆ

- เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดและตรวจวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ APHA Standards for the Examination of Water and Wastewater โดยวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD และ VFA ในน้ำเสียทุก 5 วัน จนระบบเข้าสู่สภาวะ steady state จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD, sulfate, sulfide, thiosulfate, VFA, TKN, nitrite และ nitrate ในน้ำเสีย และวิเคราะห์หา CH_4 , N_2 , CO_2 และ H_2S ในก๊าซ ทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน

- ตรวจวัดอัตราการเกิดก๊าซจากระบบแต่ละรอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะ steady state

- เก็บตัวอย่างน้ำและก๊าซ เมื่อเดินระบบเข้าสู่สภาวะ steady state อย่างน้อย 5 ครั้ง ครึ่งละ 3 ชั่วโมง เพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ statistical significance ของผลการศึกษาที่ได้จากการเดินระบบที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียต่างๆ

- เก็บข้อมูลปัญหา อุปสรรค จากการเดินระบบฯ เช่น การอุดตัน และการถูกชะล้างของตะกอนจุลินทรีย์ออกจากระบบ เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) เก็บข้อมูลการเกิดน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นของสถานประกอบการ

สถานประกอบการที่เป็นพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ มีกำลังการผลิตยางแผ่น 2500-3000 แผ่นต่อวัน กระบวนการผลิตยางแผ่นมีรายละเอียดดังภาพ



ภาพที่ 2 โรงงานผลิตยางแผ่น



ภาพที่ 3 การทำแผ่นยาง



ภาพที่ 4 การทำแผ่นยาง (ต่อ)



ภาพที่ 5 น้ำเสียจากตะกอน



ภาพที่ 6 รางล้างยางแผ่น



ภาพที่ 7 ตะกอนและจักรรีดยาง

ทีมวิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากสถานประกอบการยางแผ่น เพื่อวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอน พบว่าน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต มีปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในระดับที่แตกต่างกันไป ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 และ 2



ภาพที่ 8 เก็บตัวอย่างน้ำเสีย

ตารางที่ 1 อัตราการเกิดน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)
น้ำเสียจากตะกอน	3.25±0.15
น้ำเสียจากการล้างยางแผ่น	1.10±0.05
น้ำเสียจากการรีดยาง	0.45±0.04
น้ำเสียจากการล้างภาชนะและล้างพื้น	0.50±0.10
รวม	5.3±0.12

ตารางที่ 2 ลักษณะน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต	COD (mg/L)	SS (mg/L)	Sulfate (mg/L)	pH
น้ำเสียจากตะกอน	12,250±150	82.5±25.5	125.5±12.5	5.8±0.5
น้ำเสียจากการล้างยางแผ่น	5,725±125	54.5±15.0	62.2±8.5	6.5±0.4
น้ำเสียจากการรีดยาง	10,150±130	64.0±18.5	98.5±10.5	6.2±0.3
น้ำเสียจากการล้างภาชนะและล้างพื้น	1,520±55	36.5±12.5	42.4±8.0	6.8±0.2

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า น้ำเสียจากตะกอนในการขึ้นรูปยางแผ่นมีค่าความสกปรกทั้งในรูป ซีโอดีของแข็งแขวนลอย และซัลเฟต สูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำเสียจากการรีดยาง ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางแผ่นและล้างพื้นนั้นมีค่าความสกปรกต่ำ ดังนั้นในการจัดการน้ำเสียจากสถานประกอบการยางแผ่น ทีมวิจัยจึงออกแบบการจัดการน้ำเสียจากตะกอนและการรีดยางด้วยระบบหมักไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของซีโอดีสูง ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางและการล้างพื้น ทำการจัดการด้วยน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดความสกปรกและกลิ่นเหม็นก่อนนำไปใช้ในการรดน้ำสวนยางในพื้นที่โรงงาน

2) การบำบัดน้ำเสียจากตะกอนและจากการรีดยางด้วยระบบก๊าซชีวภาพ

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณน้ำเสียและลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากแต่ละขั้นตอน ในการบำบัดน้ำเสียจะแยกน้ำเสียเป็น 2 ส่วน โดยน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีต่ำจะบำบัดด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ และน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีสูง คือ น้ำเสียจากตะกอนและจากการรีดยาง จะบำบัดด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ การบำบัดน้ำเสียจากตะกอนและจากการรีดยางด้วยระบบก๊าซชีวภาพ มีรายละเอียดดังนี้

จัดทำชุดทดลองการบำบัดน้ำเสียยางแผ่น ณ มหาวิทยาลัยทักษิณ

- เนื่องจากน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นมีการปนเปื้อนของซัลเฟตสูง จึงจัดทำระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียผลิตยางแผ่น โดยเพิ่มเติมกระบวนการหมวนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อให้ซัลไฟด์ที่เกิดจากกระบวนการซัลเฟตรีดกักชั้นเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส ช่วยลดผลกระทบของซัลไฟด์ต่อจุลินทรีย์ผลิตมีเทน

- เติมน้ำด้วยเชื้อจุลินทรีย์จากฟาร์มสุกร ซึ่งมีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซชีวภาพ และสะดวกต่อการนำไปใช้จริง โดยควบคุมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 30 25 และ 20 วัน

- ติดตามการเปลี่ยนแปลงของ substrate และ products ภายในระบบ โดยวิเคราะห์น้ำเสียก่อนและหลังบำบัดในพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH, SS, COD และ VFA ในน้ำเสียทุก 5 วัน จนระบบเข้าสู่สภาวะ steady state จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่า pH, SS, COD, sulfate, sulfide, thiosulfate, VFA, TKN, nitrite และ nitrate ในน้ำเสีย และวิเคราะห์หา CH₄, CO₂ และ H₂S ในก๊าซ ทุก 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน

- ตรวจสอบอัตราการเกิดก๊าซจากระบบแต่ละรอบระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะ steady state

ผลการศึกษาที่มีรายละเอียดดังนี้

2.1) การเปลี่ยนแปลงของ substrate และ products และประสิทธิภาพในการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

น้ำเสียจากตะกอนและจากการรีดียงถูกนำมาผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการเกิดน้ำเสีย และป้อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อทำการเดินระบบที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 30 วัน โดยมีการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อกำจัดซัลไฟด์ที่ตกค้างในระบบให้เป็นก๊าซซัลไฟด์ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และ ตะกอนแขวนลอยสูงเกินกว่า 80% ในทุกพารามิเตอร์ และพบซัลไฟด์ตกค้างในระบบเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	COD _{in} (mg/L)	COD _{out} (mg/L)	COD removal efficiency (%)
30	11,282.43	4,252.43	62.31±1.50
35	11253.25	1625.25	85.56±1.85
40	11165.23	1672.26	85.02±1.22
43	11324.23	1620.24	85.69±1.55
46	11453.62	1682.53	85.31±1.25
49	11423.12	1692.24	85.19±1.25
52	11325.24	1695.25	85.03±1.20
55	11243.26	1685.25	85.01±1.32

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	Sulfate-S _{in} (mg/L)	Sulfate-S _{out} (mg/L)	Sulfate removal efficiency (%)
30	125.25	24.25	80.64±1.52
35	123.45	22.24	81.98±1.52
40	122.54	20.12	83.58±1.25
43	132.12	19.85	84.98±1.50
46	126.84	20.21	84.07±1.32
49	131.21	20.98	84.01±1.42
52	130.14	20.54	84.22±1.35
55	128.23	19.86	84.51±1.30

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟด์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	Sulfide-S _{in} (mg/L)*	Sulfide-S _{out} (mg/L)
30	-	15.65
35	-	12.24
40	-	11.86
43	-	12.12
46	-	12.21
49	-	11.68
52	-	12.35
55	-	12.22

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	Thiosulfate-S _{in} (mg/L)*	Thiosulfate-S _{out} (mg/L)
30	-	2.25
35	-	2.08
40	-	1.86
43	-	2.05
46	-	2.32
49	-	2.52
52	-	2.22
55	-	2.21

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	TKN _{in} (mg/L)	TKN _{out} (mg/L)	TKN removal efficiency (%)
30	122.23	120.24	1.63±0.50
35	124.25	121.21	2.45±0.55
40	126.22	122.81	2.70±0.45
43	125.23	123.63	1.28±0.40
46	132.21	128.21	3.03±0.35
49	131.21	129.22	1.52±0.32
52	124.22	122.32	1.53±0.25
55	122.36	120.16	1.80±0.43

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	pH _{in}	pH _{out}
30	5.80	6.80
35	6.20	7.0
40	5.70	6.8
43	5.60	7.0
46	5.80	7.2
49	5.60	6.8
52	6.10	6.8
55	5.60	6.8

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	SS _{in} (mg/L)	SS _{out} (mg/L)	SS removal efficiency (%)
30	85.25	16.25	80.94±1.50
35	83.45	15.24	81.74±1.25
40	82.54	16.12	80.47±1.34
43	82.12	17.85	78.26±1.55
46	86.84	16.21	81.33±1.62
49	81.21	15.98	80.32±1.22
52	80.14	16.54	79.36±1.20
55	88.23	15.86	82.02±1.15

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน

Day	อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (L/day)	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ		
		CH ₄	CO ₂	H ₂ S
		(%)	(%)	(ppm)
30	122.5	69.4	29.6	82
35	125.5	70.2	29.4	80
40	130.2	70.5	29.2	78
43	135.5	70.8	29.3	80
46	132.2	70.6	29.6	81
49	130.5	70.5	29.4	80
52	132.5	70.4	29.5	78
55	135.2	70.2	29.2	78

2.2) การเปลี่ยนแปลงของ substrate และ products และประสิทธิภาพในการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

น้ำเสียจากตะกอนและจากการรีดียงถูกนำมาผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการเกิดน้ำเสีย และป้อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อทำการเดินระบบที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 25 วัน โดยมีการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อกำจัดซัลไฟด์ที่ตกค้างในระบบให้เป็นก๊าซซัลไฟด์ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และ ตะกอนแขวนลอยลดลง เมื่อเทียบกับการเดินระบบที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 30 วัน ในทุกพารามิเตอร์ และพบซัลไฟด์ตกค้างในระบบเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	COD _{in} (mg/L)	COD _{out} (mg/L)	COD removal efficiency (%)
25	11,280.40	1,852.43	83.58±1.50
30	11,281.42	3,252.43	71.17±1.55
35	11253.25	3325.25	70.45±1.65
40	11162.22	3372.26	69.79±1.62
43	11324.23	3180.24	71.92±1.28
46	11436.62	3282.53	71.30±1.22
49	11423.12	3292.24	71.18±1.43
52	11315.24	3195.35	71.76±1.44
55	11223.22	3285.25	70.73±1.65

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	Sulfate-S _{in} (mg/L)	Sulfate-S _{out} (mg/L)	Sulfate removal efficiency (%)
25	125.45	28.25	77.48±1.55
30	125.55	30.25	75.91±1.24
35	124.45	32.24	74.09±1.45
40	122.54	31.12	74.60±1.65
43	132.12	30.85	76.65±1.24
46	128.84	29.91	76.79±1.56
49	131.21	30.98	76.39±1.21
52	131.14	31.54	75.95±1.62
55	128.23	32.86	74.37±1.65

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟด์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	Sulfide-S _{in} (mg/L)	Sulfide-S _{out} (mg/L)
25	-	15.15
30	-	15.25
35	-	13.24
40	-	11.76
43	-	12.12
46	-	12.31
49	-	14.68
52	-	12.35
55	-	12.32

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกัก 25 วัน

Day	Thiosulfate-S _{in} (mg/L)	Thiosulfate-S _{out} (mg/L)
25	-	2.51
30	-	2.25
35	-	2.18
40	-	1.86
43	-	2.15
46	-	2.32
49	-	2.42
52	-	2.22
55	-	2.21

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	TKN _{in} (mg/L)	TKN _{out} (mg/L)	TKN removal efficiency (%)
25	123.43	121.34	1.69±0.15
30	123.23	122.24	0.80±0.22
35	124.25	121.21	2.45±0.12
40	125.22	123.81	1.13±0.05
43	125.23	123.63	1.28±0.10
46	130.21	129.21	0.77±0.04
49	131.21	129.22	1.52±0.03
52	125.22	122.32	2.32±0.05
55	122.36	120.16	1.80±0.04

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	pH _{in}	pH _{out}
25	5.6	7
30	5.70	6.80
35	6.10	7
40	5.60	6.8
43	5.60	7
46	5.80	7.2
49	5.60	6.7
52	6.00	6.8
55	5.60	6.8

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	SS _{in} (mg/L)	SS _{out} (mg/L)	SS removal efficiency (%)
25	84.15	26.28	68.77±1.65
30	84.25	26.25	68.84±1.55
35	83.25	25.24	69.68±1.52
40	82.54	26.12	68.35±1.25
43	82.18	27.05	67.08±1.22
46	86.84	26.21	69.82±1.80
49	81.25	25.88	68.15±1.35
52	81.14	26.54	67.29±1.42
55	85.23	25.76	69.78±1.27

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 วัน

Day	อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (L/day)	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ		
		CH ₄	CO ₂	H ₂ S
		(%)	(%)	(ppm)
25	110.5	70.4	29.2	80
30	105.5	69.4	29.6	82
35	105.5	70.2	29.4	80
40	100.2	70.6	29	81
43	105.5	70.8	29.3	80
46	102.2	70.2	29.8	82
49	100.5	70.5	29.4	80
52	105.5	70.4	29.5	78
55	105.2	70.2	29.2	78

2.3) การเปลี่ยนแปลงของ substrate และ products และประสิทธิภาพในการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

น้ำเสียจากตะกอนและจากการรั่วซึมถูกนำมาผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการเกิดน้ำเสีย และป้อนเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อทำการเดินระบบที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 20 วัน โดยมีการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อกำจัดซัลไฟด์ที่ตกค้างในระบบให้เป็นก๊าซซัลไฟด์ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และตะกอนแขวนลอยลดลง เมื่อเทียบกับการเดินระบบที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 30 และ 25 วัน ในทุกพารามิเตอร์ และพบซัลไฟด์ตกค้างในระบบเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น COD ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	COD _{in} (mg/L)	COD _{out} (mg/L)	COD removal efficiency (%)
20	11,271.40	3,152.43	72.03±1.60
25	11,281.40	3,852.48	65.85±1.52
30	11,279.42	3,855.43	65.82±1.26
35	11253.25	3925.26	65.12±1.32
40	11162.22	3972.16	64.41±1.23
43	11314.23	3880.84	65.70±1.44
46	11336.62	3882.55	65.75±1.54
49	11413.22	3892.14	65.90±1.65

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลเฟตในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	Sulfate-S _{in} (mg/L)	Sulfate-S _{out} (mg/L)	Sulfate removal efficiency (%)
20	126.45	32.25	74.50±1.55
25	123.25	38.25	68.97±1.35
30	121.52	39.25	67.70±1.24
35	124.45	38.84	68.79±1.55
40	122.54	39.92	67.42±1.65
43	132.22	40.85	69.10±1.60
46	129.84	39.91	69.26±1.43
49	131.21	40.48	69.15±1.22

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซัลไฟด์ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	Sulfide-S _{in} (mg/L)	Sulfide-S _{out} (mg/L)
20	-	12.14
25	-	13.15
30	-	12.22
35	-	13.24
40	-	11.76
43	-	12.12
46	-	12.31
49	-	12.28

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Thiosulfate ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	Thiosulfate-S _{in} (mg/L)	Thiosulfate-S _{out} (mg/L)
20	-	2.51
25	-	2.51
30	-	2.25
35	-	2.18
40	-	1.86
43	-	2.15
46	-	2.32
49	-	2.42

* มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (<0.02 mg/L)

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TKN ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	TKN _{in} (mg/L)	TKN _{out} (mg/L)	TKN removal efficiency (%)
20	121.23	120.24	0.82±0.10
25	121.25	120.21	0.86±0.05
30	123.23	121.24	1.61±0.12
35	124.25	122.21	1.64±0.10
40	121.22	120.11	0.92±0.08
43	125.23	124.13	0.88±0.05
46	128.21	126.21	1.56±0.08
49	130.22	129.32	0.69±0.03

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยของ pH ในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	pHin	pHout
20	5.6	7
25	5.6	7
30	5.70	6.80
35	6.10	7
40	5.60	6.8
43	5.60	7
46	5.80	7.2
49	5.60	6.7

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดและประสิทธิภาพการบำบัดที่ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	SS _{in} (mg/L)	SS _{out} (mg/L)	SS removal efficiency (%)
20	84.12	32.28	61.63±1.22
25	84.25	34.18	59.43±1.65
30	82.25	33.15	59.70±1.25
35	83.28	33.24	60.09±1.23
40	82.56	33.14	59.86±1.42
43	82.28	33.15	59.71±1.22
46	86.84	34.22	60.59±1.28
49	81.55	32.86	59.71±1.21

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน

Day	อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (L/day)	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ		
		CH ₄	CO ₂	H ₂ S
		(%)	(%)	(ppm)
20	90.5	70.4	29.2	82
25	89.0	70.4	29.2	80
30	85.5	69.4	29.6	82
35	88.0	70.2	29.4	80
40	85.5	70.6	29	82
43	85.5	70.8	29.3	81
46	86	70.2	29.8	82
49	86.5	70.5	29.4	80

3) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

การศึกษาครั้งนี้ ได้ร่วมกับสถานประกอบการในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตยางแผ่นเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) โดยมีเป้าหมายในการลดการใช้น้ำ ลดการใช้ไฟฟ้า ลดการสูญเสียวัตถุดิบในการผลิตยางแผ่น ลดการเกิดน้ำเสีย กลิ่นเหม็น และมลพิษอื่นๆ นำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ จากการเก็บข้อมูลการผลิตของสถานประกอบการ พบปัญหาในขั้นตอนต่างๆ และได้ร่วมกับสถานประกอบการในการจัดการดังต่อไปนี้

3.1) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

1. การรับน้ำอย่างสด

สภาพปัญหา

การถ่ายน้ำอย่างสด ลงสู่บ่อรับน้ำอย่างสดโดยผ่านตะแกรงกรองสิ่งสกปรก มีการหกหล่น และกระเด็นของน้ำอย่างเป็นจำนวนมากซึ่งทำให้ต้องใช้น้ำในการล้างพื้นปริมาณมาก

แนวทางการแก้ไข

กำกับดูแลการทำงานของพนักงาน ลดการกระเด็นหกหล่นระหว่างการถ่ายน้ำอย่างสด เพื่อลดปริมาณน้ำที่ใช้ล้างพื้น

2. การทำยางให้เป็นแผ่น

สภาพปัญหา

มีการสูญเสียน้ำเกิดขึ้นในระหว่างการถ่ายน้ำเนื่องจากท่อสำหรับถ่ายน้ำเป็นท่อที่ไม่มีวาล์ว หรือก๊อกที่สามารถควบคุมการไหลของน้ำ

แนวทางการแก้ไข

ลดการหกหล่นของน้ำที่ถ่ายลงสู่ตะก่ง โดยติดตั้งวาล์วควบคุมการปิด-เปิดที่ปลายสายยางถ่ายน้ำ และปิดน้ำทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน

3. การรีดยาง

สภาพปัญหา

ในกระบวนการรีดยางมีน้ำเสียเป็นจำนวนมาก โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นมาจากน้ำในแผ่นยางเองและน้ำจากการหล่อลื่น ในขณะที่รีดยาง ซึ่งน้ำที่ใช้เพื่อการหล่อลื่นในการรีดยางมีปริมาณมากเนื่องจาก ต้องมีการเปิดน้ำเพื่อหล่อลื่นยางตลอดเวลา

แนวทางการแก้ไข

- ไม่เปิดวาล์วน้ำที่ใช้สำหรับหล่อลื่นจนสุด
- ปรับขนาดรูสเปรย์น้ำหล่อลื่นให้พอเหมาะ
- ติดตั้งภาชนะรองรับน้ำจากการรีดยางเพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใส่อ่างล้างยาง รดน้ำต้นไม้

4. การทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์และการล้างยาง

สภาพปัญหา

อุปกรณ์และเครื่องใช้ทุกอย่างในการทำยางแผ่น จำเป็นต้องสะอาดอยู่เสมอ เนื่องจากจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและมีคุณภาพดี ซึ่งในการล้างมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากและมีการใช้อย่างสิ้นเปลือง การล้างยางเป็นอีกขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อล้างชำระคราบออกเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี โดยในการผลิตมีการล้างยาง 2 ครั้ง คือ หลังจากคัดยางแผ่นจากตะก และหลังจากการรีดยาง

แนวทางการแก้ไข

- ติดตั้งหัวฉีดแรงดันสูงที่ปลายสายยาง
- ปิดน้ำเมื่อไม่ใช้งาน
- เติมน้ำสำหรับการล้างยาง ในรางล้างยาง และบ่อล้างยางให้พอดีโดยเหลือไว้ 1 แผ่น กระเบื้องเพื่อป้องกันการล้นของน้ำ

3.2) ประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ

ปัญหาจากการใช้วัตถุดิบ ได้แก่ การปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม ประกอบกับมีการสูญเสียน้ำยางและเนื้อยางจากกระบวนการผลิต ดังนั้นการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดต้นทุน และการสูญเสียทรัพยากร

1. การรับน้ำยางสด

สภาพปัญหา

ในการรับน้ำยางสดจากสมาชิก ในระหว่างการถ่ายน้ำยางสดลงสู่บ่อรับน้ำยางสด โดยการถ่ายผ่านตะแกรงกรองสิ่งสกปรกมีการหกหล่น และกระเด็นของน้ำยางเป็นจำนวนมากซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำยาง

แนวทางการแก้ไข

ลดการกระเด็นหกหล่น ระหว่างการถ่ายน้ำยางสด โดยการใส่ตะแกรงกรองแบบลาดชันเพื่อลดการกระเด็นระหว่างการถ่ายน้ำยางสด และเทอย่างระมัดระวังโดยไม่เทในระดับที่สูงจนเกินไป

2. การทำยางให้เป็นแผ่น

สภาพปัญหา

ในการถ่ายน้ำยางสดลงสู่ตะกามีการสูญเสียน้ำยางสดเกิดขึ้น และเนื่องจากท่อสำหรับถ่ายน้ำยางสดเป็นท่อที่ไม่มีวาล์วหรือก๊อก ที่สามารถควบคุมการไหลของน้ำยางสด

แนวทางการแก้ไข 1. ลดการหกหล่นของน้ำยางสดที่ถ่ายลงสู่ตะกโดย ติดตั้งวาล์วควบคุมการปิด-เปิดที่ปลายสายยางถ่ายน้ำยางสด 2. กวณผสมยางอย่างระมัดระวังไม่ให้เกิดฟองมากเกินไป 3. เติมนครดฟอร์มิกให้มีค่าพีเอช 4.8-5.1 เพื่อการจับตัวของยางที่เหมาะสม

3.3) ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากการวิเคราะห์ปัญหา มีการใช้พลังงานทั้งในรูปพลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยสัดส่วนของพลังงานความร้อนมากกว่าไฟฟ้า หากสหกรณ์ใดมีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อนต่อปริมาณวัตถุดิบไม่คงที่ โดยเฉพาะในบางเดือนอาจมีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก แสดงว่าสหกรณ์มีการใช้ทรัพยากรที่ขาดประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ในกระบวนการผลิตและพฤติกรรมของพนักงาน เกิดจากการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง เช่น การขาดการบำรุงรักษาเตาเผาและตู้อบซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน ทำให้ต้องมีการใช้ไม้ฟืนมาก รวมทั้งขาดการพัฒนาศักยภาพของเจ้าหน้าที่ เช่น เรื่องการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ในส่วนที่พบบ่อยว่า การใช้ไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง มีสาเหตุหลักมาจาก การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ประหยัดพลังงาน เช่น การใช้บัลลาสต์ธรรมดาที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานสูง เป็นต้น รวมถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ เป็นต้น

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข 1. ปิดไฟเมื่อไม่จำเป็น 2. รักษาความสะอาดของหลอดไฟไม่ให้มีฝุ่นจับ 3. จำนวนหลอดไฟตามความเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน 4. เลือกใช้สีทาห้องที่สว่างและสบายตา 5. ตรวจสอบประสิทธิภาพของเตารวมควินยาง

3.4) การเกิดน้ำเสียและของเสีย

การวิเคราะห์ปัญหา ในการวิเคราะห์การเกิดน้ำเสียในอันดับแรก ควรวิเคราะห์ถึงการใช้น้ำ และการจัดเตรียมวัตถุดิบก่อน ซึ่งหากลดการใช้ทรัพยากรในส่วนทั้งสองได้ ปัญหาน้ำเสียจะลดความรุนแรงไปส่วนหนึ่ง หลังจากนั้นจึงมาวิเคราะห์ และประเมินน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตส่วนอื่น เช่น น้ำที่เหลือในตะกอนจากทำยางแผ่น น้ำจากการรีดยางหรือน้ำจากการหล่อลื่นยาง การล้างอุปกรณ์และพื้นในสายการผลิตอย่างสิ้นเปลืองและไม่จำเป็น

แนวทางการแก้ไขและตัวอย่างการจัดการที่ดี

1. ลดของเสียและน้ำเสียจากการผลิต

สภาพปัญหา ของเสียที่เกิดขึ้นคือ น้ำเสียเศษยาง ชี้ได้จาก การเผาไหม้ไม้ฟืน และภาชนะบรรจุกรดฟอร์มิก ซึ่งเศษยางไม่มีปัญหาในการกำจัด เนื่องจากสามารถนำไปจำหน่ายได้ แต่ชี้ได้จากภาชนะบรรจุกรดฟอร์มิกยังไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีของเสียที่เกิดจากส่วนพอกอาศัย คือ ขยะ เศษอาหารพลาสติก ที่เหลือจากการอุปโภคบริโภค

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข 1. ลดปริมาณมูลฝอยทั้งในส่วนการผลิต และส่วนพอกอาศัย เช่น เลือกใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้ง่าย 2. นำของเสียที่เกิดขึ้นมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ก่อนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ จะต้องมีการคัดแยกและจัดเก็บอย่างเหมาะสม เช่น แยกถังตามประเภทของมูลฝอย มีฝาปิดมิดชิดเพื่อป้องกันแมลงและหนูสำหรับถังขยะเปียก เป็นต้น โดยมูลฝอยในสหกรณ์หรือโรงมยางสามารถแยกได้ดังนี้ - ขยะแห้ง ได้แก่ เศษกระดาษ พลาสติกเศษยาง - ขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร - ขยะอันตราย ได้แก่ ภาชนะบรรจุกรดฟอร์มิก ขยะแห้ง ซึ่งของเสียเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้คือ เศษกระดาษ และพลาสติกสามารถนำไปจำหน่าย เศษอาหารสามารถนำไป หมักทำปุ๋ย

การกำจัดหรือบำบัดมูลฝอยเป็นการจัดการขั้นสุดท้าย เมื่อไม่สามารถนำมูลฝอยไปใช้ประโยชน์ได้ สำหรับสหกรณ์หรือโรงแรมยาง ที่อยู่ในเขตเทศบาล หรือเขตองค์การบริหารส่วนตำบลจะมีเทศบาล หรือองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้เก็บรวบรวม และนำมูลฝอยไปกำจัด แต่สำหรับสหกรณ์หรือโรงแรมยางที่อยู่นอกเขตเทศบาล จะต้องทำการกำจัด และบำบัดมูลฝอยอาจจะด้วยการเผาในเตาเผา หรือการฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล แต่สำหรับขยะอันตราย เช่น ภาชนะบรรจุสารเคมีควรแยกประเภทและกำจัดอย่างถูกวิธี ทั้งนี้ในการดำเนินการควรติดต่อหน่วยงานรัฐบาล หรือผู้ขายสารเคมีให้เป็น ผู้ดำเนินการกำจัดต่อไป

2. ระบบบำบัดน้ำเสีย

สภาพปัญหา น้ำเสียที่เกิดขึ้นมาจากการล้างแผ่นยาง การรีดยาง การล้างอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และจากการล้างพื้น ซึ่งในปัจจุบันน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้รับการบำบัดด้วยระบบบ่อหมักไร้อากาศแบบปิด แต่ยังไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการแก้ไข 1. ปรับปรุงบ่อบำบัดน้ำเสีย 2. จัดทำวางระบายน้ำเสีย และวางระบายน้ำฝนเพื่อแยกน้ำเสียและ น้ำฝนออกจากกัน เพื่อลดปริมาณน้ำที่ลงสู่อบ่บำบัดน้ำเสีย 4. พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพได้มาตรฐานและใช้เป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำและพืชน้ำ

3.5) กลิ่นเหม็น

การวิเคราะห์ปัญหา กลิ่นเหม็นในอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน เป็นกลิ่นเหม็นที่ผสมปนกับก๊าซชนิดต่างๆ โดยมากแล้วเป็นก๊าซที่มีองค์ประกอบของสารประกอบซัลเฟอร์ และไนโตรเจน เป็นเหตุรำคาญที่ก่อให้เกิดสภาวะที่ไม่ดีต่อสุขภาพ

แนวทางการแก้ไขและตัวอย่างการจัดการที่ดี

1. การควบคุมกลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดน้ำเสีย

สภาพปัญหา ขนาดและจำนวนบ่อไม่สามารถรองรับน้ำเสียและน้ำฝนที่เกิดในแต่ละวันได้จึง เกิดกลิ่นเหม็นที่เป็นเหตุเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

แนวทางการแก้ไข

- แยกเศษยางที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียออกก่อนปล่อยลงสู่อบ่บำบัดน้ำเสีย
- ปลูกต้นไม้เพื่อเป็นแนวกันลม ลดปัญหาลมพัดพากลิ่นเหม็นไปสู่ชุมชน
- ควรให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำเสีย ทบทวนการจัดการน้ำเสียของกลุ่มสหกรณ์

2. บริเวณเก็บขี้ยาง

สภาพปัญหา เศษยางและขี้ยางต่างๆ ที่ได้จากกระบวนการผลิต จะถูกนำมากอง ซึ่งหากพนักงานในโรงงานละเลยและเก็บเศษยางหรือขี้ยางไว้เป็นเวลานานโดยไม่มีการแปรรูปหรือขายไปก็จะเป็นการหมักหมมและเกิดกลิ่นเหม็น

แนวทางการแก้ไข 1. รักษาบริเวณที่เก็บขี้ยางหรือเศษยางให้สะอาด จะช่วยลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้กลิ่นเหม็นลดลง 2. เก็บเศษยางหรือขี้ยางไว้ในโรงงานในระยะเวลาสั้นๆ และขาย ให้กับผู้รับซื้ออย่างรวดเร็วที่สุด

4) การจัดการกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิตและในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์

4.1) ข้อมูลการได้รับผลกระทบด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของประชาชน

จากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับสถานประกอบการ ร้อยละ 75 ของประชาชนที่สัมภาษณ์ไม่มีโรคประจำตัว ผลกระทบหลักที่ประชาชน ได้รับจากสถานประกอบการ คือ ปัญหากลิ่นเหม็น (ร้อยละ 85) และน้ำเสีย (ร้อยละ 10) ซึ่งประชาชนที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85) ไม่ดำเนินการใดๆ ร้อยละ 15 มีการร้องเรียนไปยังองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

4.2) การสำรวจแหล่งกำเนิดกลิ่น

จากการสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสีย พบว่า กลิ่นเหม็นที่เกิดในสถานประกอบการ ได้แก่ กลิ่นน้ำเสียที่ตกค้างตามพื้นโรงงาน (เนื่องจากพื้นโรงงานเป็นคอนกรีตที่เริ่มชำรุด ไม่สม่ำเสมอ) กลิ่นน้ำเสียในรางระบายน้ำเสียแบบเปิดภายในสถานประกอบการ กลิ่นน้ำเสียในบ่อพักเก็บน้ำเสียแบบเปิด (รับน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดด้วยระบบผลิตแก๊สชีวภาพ) และ กลิ่นน้ำเสียที่ระบายลงสู่สวนยางหลังสถานประกอบการ

4.3) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นจากการประกอบการผลิตยางแผ่น

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้พัฒนาน้ำหมักจุลินทรีย์ และทดลองนำไปใช้ในการกำจัดกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิตและในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นน้ำหมักจุลินทรีย์จากน้ำเสียยางแผ่น ใช้น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตจุลินทรีย์ เพื่อพัฒนาจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดซัลเฟต-ซัลไฟด์ และสารอินทรีย์จากน้ำเสียยางพาราโดยเฉพาะ ผสมกับเปลือกผลไม้ที่มีคุณสมบัติในการดับกลิ่นได้ดี ได้แก่ เปลือกมะนาว และเปลือกส้มปصرة ผลการศึกษามีดังนี้

(1) ผลการตรวจวัดค่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดในสถานประกอบการ

ผลการตรวจวัดค่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดในตัวพื้นที่ผลิตยางแผ่น ก่อนและหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์ พบว่า ก่อนการฉีดพ่นจุลินทรีย์มีค่าเฉลี่ย 0.025 ppm จากนั้นลดลงเป็น 0.008 ppm หลังการฉีดพ่น 10 นาที และตรวจวัดไม่พบหลังการฉีดพ่น 30 นาที และ 60 นาที อย่างไรก็ตามเนื่องจากปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดที่ตรวจวัดนั้นไม่ครอบคลุมถึงสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายโปรตีน ได้แก่ แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังนั้นการศึกษานี้ จึงให้ความสำคัญกับการตรวจสอบกลิ่นโดยผู้ตรวจสอบเป็นหลัก

(2) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นจากสถานประกอบการผลิตยางแผ่น โดยเปรียบเทียบระดับกลิ่นก่อนและหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์โดยผู้ตรวจสอบกลิ่นจำนวน 10 คน พบว่า ในทุกจุดเหนือลมที่ระยะ 50 เมตร จากสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเป็น 0 หรือไม่มีกลิ่น บริเวณพื้นที่ผลิตยางแผ่นมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 2.8 - 4.4 (มีกลิ่นที่รับได้-กลิ่นแรง) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 20 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.7 - 3.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-กลิ่นแรง)

บริเวณระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 1.8 - 2.4 (มีกลิ่นจาง-มีกลิ่นที่รับได้) โดยหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.5 - 1.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน)

บริเวณพื้นที่สวนยางพารา ซึ่งรองรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ระหว่าง 3.4 - 4.2 (มีกลิ่นที่รับได้-มีกลิ่นแรง) โดยหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 2.8 - 3.2 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-มีกลิ่นที่รับได้)

ระดับกลิ่นและคำอธิบาย (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

ระดับกลิ่น		ความรู้สึกรบกวนเรื่องกลิ่น
0	ไม่มีกลิ่น	ไม่รู้สึกรับกลิ่น
1	กลิ่นอ่อนมาก	โดยปกติคนทั่วไปจะไม่ได้กลิ่น แต่คนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบกลิ่น และคนที่มีความรู้สึกไวต่อกลิ่นเป็นพิเศษจะรู้สึกได้
2	กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน	กลิ่นที่เกิดขึ้นจะอ่อนหรือจางมาก หากจะรู้สึกได้จะต้องตั้งใจดม มิเช่นนั้นจะไม่ทราบว่า มีกลิ่น
3	มีกลิ่นที่รับได้	ความเข้มข้นกลิ่นอยู่ในระดับปานกลางทำให้รู้สึกว่าได้กลิ่น ที่ไม่ชอบ ระดับกลิ่นที่เกิดขึ้นอาจเกิดปัญหาการรบกวนในชุมชนที่พักอาศัย
4	กลิ่นแรง	ความเข้มข้นของกลิ่นที่เกิดขึ้นจะทำให้รู้สึกได้และเกิดความเดือดร้อน รำคาญเรื่องกลิ่น
5	กลิ่นแรงมาก	กลิ่นที่เกิดขึ้นเข้มข้นรุนแรงมาก จนไม่เหมาะที่จะใช้เป็นอากาศหายใจ

บทที่ 5 อภิปรายผลสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การลดการเกิดน้ำเสีย การจัดการน้ำเสียตกค้างในพื้นที่ผลิต การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบที่ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นและมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง การวิจัยครั้งนี้จึงนำเทคโนโลยีสะอาด มาใช้ในการลดการเกิดน้ำเสียและการตกค้างของน้ำเสียในโรงงาน และพัฒนาสูตรน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้จุลินทรีย์ในการจัดการกลิ่นเหม็นในโรงงาน รวมทั้งศึกษาการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบก๊าซชีวภาพ เพื่อบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซมีเทนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนในโรงงาน โดยทำการศึกษาและประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริงของโรงงานผลิตยางแผ่น ตำบลปรัก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผลการศึกษาพบว่า น้ำเสียเกิดจากขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ จากตะกอนทำยางแผ่น บ่อล้างยาง การรีดยางแผ่น และการล้างพื้นและทำความสะอาดอุปกรณ์ ซึ่งน้ำเสียจากแต่ละขั้นตอนมีความสกปรกแตกต่างกัน โดยน้ำเสียจากตะกอนในการขึ้นรูปยางแผ่นมีค่าความสกปรกทั้งในรูป ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย และซัลเฟต สูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำเสียจากการรีดยาง ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางแผ่นและล้างพื้นนั้นมีค่าความสกปรกต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวิวัฒน์ (2553) ซึ่งทำการศึกษาเพื่อลดการใช้น้ำในการผลิตยางแผ่นดิบ ดังนั้นในการจัดการน้ำเสียจากสถานประกอบการยางแผ่น ทีมวิจัยจึงออกแบบการจัดการน้ำเสียจากตะกอนและการรีดยางด้วยระบบหมักไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของซีโอดีสูง ส่วนน้ำเสียจากการล้างยางและการล้างพื้น ทำการจัดการด้วยน้ำหมักชีวภาพ เพื่อลดความสกปรกและกลิ่นเหม็นก่อนนำไปใช้ในการรดน้ำสวนยางในพื้นที่โรงงาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียจากตะกอนและการรีดยางของสถานประกอบการผลิตยางแผ่น โดยเพิ่มเติมกระบวนการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ เพื่อให้ซัลไฟด์ที่เกิดจากกระบวนการซัลเฟตรีดักชันเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส ช่วยลดผลกระทบของซัลไฟด์ต่อจุลินทรีย์ผลิตมีเทน เริ่มต้นระบบด้วยเชื้อจุลินทรีย์จากฟาร์มสุกร ซึ่งมีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซชีวภาพ และสะดวกต่อการนำไปใช้จริง โดยควบคุมและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียรวม 30 25 และ 20 วัน พบว่า การเดินระบบโดยเพิ่มเติมกระบวนการหมุนเวียนก๊าซกลับเข้าสู่ระบบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบผลิตก๊าซเดิมของสถานประกอบการ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lohwacharin และคณะ (2010) ซึ่งทำการศึกษาการกำจัดซัลไฟด์ในน้ำเสียด้วยระบบชีวภาพแบบ Airlift Reactor ภายใต้สภาวะ oxygen limited condition (0.2-1.0 mg-O₂/L) และเมื่อทำการเดินระบบที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 20 วัน ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และ ตะกอนแขวนลอยลดลง เมื่อเทียบกับการเดินระบบที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 25 และ 30 วัน ในทุกพารามิเตอร์ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 30 วัน ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงที่สุด พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซัลเฟต และ ตะกอนแขวนลอยสูงเกินกว่า 80% ในทุกพารามิเตอร์ และพบซัลไฟด์ตกค้างในระบบเพียงเล็กน้อย

ในด้านการจัดการกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิตและในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์พบว่า จากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับสถานประกอบการ ผลกระทบหลักที่ประชาชนได้รับจากสถานประกอบการ คือ ปัญหากลิ่นเหม็น ซึ่งประชาชนที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการใดๆ จากการสำรวจแหล่งกำเนิดน้ำเสีย พบว่า กลิ่นเหม็นที่เกิดในสถานประกอบการ ได้แก่ กลิ่นน้ำเสียที่ตกค้างตามพื้นโรงงาน (เนื่องจากพื้นโรงงานเป็นคอนกรีตที่เริ่มชำรุด ไม่สม่ำเสมอ) กลิ่นน้ำเสียในรางระบายน้ำเสียแบบเปิดภายในสถานประกอบการ กลิ่นน้ำเสียในบ่อพักเก็บน้ำเสียแบบเปิด (รับน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดด้วยระบบผลิตแก๊สชีวภาพ) และ กลิ่นน้ำเสียที่ระบายลงสู่สวนยางหลังสถานประกอบการ ในการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาน้ำหมักจุลินทรีย์ และทดลองนำไปใช้ในการกำจัดกลิ่นเหม็นในพื้นที่ผลิตและในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นน้ำหมักจุลินทรีย์จากน้ำเสียน้ำเสียอย่างแผ่น ใช้น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตจุลินทรีย์เพื่อพัฒนาจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดซัลเฟต-ซัลไฟด์ และสารอินทรีย์จากน้ำเสียน้ำเสียอย่างพาราโดยเฉพาะ ผสมกับเปลือกผลไม้ที่มีคุณสมบัติในการดับกลิ่นได้ดี ได้แก่ เปลือกมะนาว และเปลือกสับปะรด

ผลการตรวจวัดค่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของปริมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดในตัวพื้นที่ผลิตยางแผ่น ก่อนและหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์ พบว่า ก่อนการฉีดพ่นจุลินทรีย์มีค่าเฉลี่ย 0.025 ppm จากนั้นลดลงเป็น 0.008 ppm หลังการฉีดพ่น 10 นาที และตรวจวัดไม่พบหลังการฉีดพ่น 30 นาที และ 60 นาที ผลการศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องกลิ่นจากสถานประกอบการผลิตยางแผ่น โดยเปรียบเทียบระดับกลิ่นก่อนและหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์โดยผู้ตรวจสอบกลิ่นจำนวน 10 คน พบว่า ในทุกจุดเหนือลมที่ระยะ 50 เมตร จากสถานประกอบการ มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นเป็น 0 หรือไม่มีกลิ่น บริเวณพื้นที่ผลิตยางแผ่นมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 2.8 - 4.4 (มีกลิ่นที่รับได้-กลิ่นแรง) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 20 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.7 - 3.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-กลิ่นแรง)

บริเวณระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ ระหว่าง 1.8 - 2.4 (มีกลิ่นจาง-มีกลิ่นที่รับได้) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 1.5 - 1.9 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน)

บริเวณพื้นที่สวนยางพารา ซึ่งรองรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ มีค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นอยู่ระหว่าง 3.4 - 4.2 (มีกลิ่นที่รับได้-มีกลิ่นแรง) โดยภายหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 30 นาที ค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นลดลงอยู่ระหว่าง 2.8 - 3.2 (กลิ่นจาง กลิ่นอ่อน-มีกลิ่นที่รับได้)

ผลการใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดกลิ่นจากสถานประกอบการผลิตยางแผ่นครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมศักดิ์ และ อุทัยวรรณ (2558) ซึ่งศึกษารูปแบบการจัดการปัญหาเหตุรำคาญเรื่องกลิ่นจากการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทการสะสมยางก้อนถ้วย โดยพบว่าหลังการฉีดพ่นจุลินทรีย์สามารถลดค่าเฉลี่ยระดับกลิ่นจากลานกองสะสมยางก้อนถ้วยลงได้มากกว่าไม่ฉีดพ่นจุลินทรีย์ และพบว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตจากน้ำเสียผลิตยางแผ่นมีประสิทธิภาพสูงกว่าการศึกษาของ สมศักดิ์ และ อุทัยวรรณ (2558) ซึ่งไม่สามารถลดกลิ่นจากบริเวณที่มีการระบายน้ำเสียออกจากสถานประกอบการในระยะใกล้เคียงกับจุดตรวจสอบกลิ่น

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ (2549), คู่มือเกณฑ์ปฏิบัติในการจัดการและควบคุมกลิ่นจากฟาร์มสุกร, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. <http://www.dede.go.th>
- วิภาญดา ทองเนื้อแข็งและ อุษา อ้นทอง (2010), การบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียยางแผ่น. เอกสารประกอบการนำเสนอผลงานวิจัย, Technology and Innovation for Sustainable Development International Conference (TISD2010) Faculty of Engineering, KhonKaen University, Thailand, 4-6 March 2010.
- วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก (2553), การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นดิบ: กรณีศึกษาอำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม), คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สมศักดิ์ ศิริวนารังสรรค์ และ อุทัยวรรณ บุตรแพ (2558), รูปแบบการจัดการปัญหาเหตุรำคาญเรื่องกลิ่นจากการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภทการสะสมยางกันถ้วย, วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 ตุลาคม-ธันวาคม, หน้า 60-80.
- หมอบ้าน (2542), เศษอาหารจุลินทรีย์หมักจรรยาต์กลิ่น ทำปุ๋ย ชี้ช่องทางแก้จน, นิตยสารหมอบ้าน เล่มที่ 247 พฤศจิกายน 2542.
- Boonsawang, P., Laeh, S. and Intrasingkha, N. (2008), Enhancement of sludge granulation in anaerobic treatment of concentrated latex wastewater, Songklanakarin J. Sci. Technol., 30 (Suppl.1), pp. 111-119.
- Jakeaw, P. (2003), Treatment of latex industrial wastewater by activated sludge system, Master of engineering thesis in chemical engineering, Prince of Songkla University, Thailand.
- Jawjit, S. and Liengcharernsit, W. (2010), Anaerobic treatment of concentrated latex processing wastewater in two-stage upflow anaerobic sludge blanket, Canadian Journal of Civil Engineering, 37, 5, pp. 805-813.
- Hathaisamit, K. (2004), Treatment of concentrated rubber-latex wastewater by two stages upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor, Master of Chemical Science thesis in Industrial Chemistry, King Mongkut's University Technology Thonburi, Thailand.
- Hulshoff Pol, L.W., Lens, P.N.L., Stams, A.J.M. and Lettinga, G. (1998), Anaerobic treatment of sulphate-rich wastewaters, Biodegradation, 9, pp. 213-224.
- Lohwacharin, J. and Annachatre Ajit P., (2010), Biological sulfide oxidation in an airlift bioreactor, Bioresource Technology, 101, pp. 2114-2120.

Saritpongteeraka, K. and Chaiprapat, S. (2008), Effects of pH adjustment by parawood ash and effluent recycle ratio on the performance of anaerobic baffled reactors treating high sulfate wastewater, *Bioresource Technology*, 99, pp. 8987–8994.

Wongkittivimon, A., 2000, Treatment of latex processing wastewater by a hybrid anaerobic reactor, Master of Engineering thesis in Environmental Engineering, KMUTT, Thailand.