บทที่ 5
สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเปรียบเทียบตัวกรองชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพารา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถของตัวกรองแต่ละชนิดในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการแปรรูปยางพารา และเปรียบเทียบตัวกรองแต่ละชนิดในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพาราในระดับครัวเรือน โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแบบทดลอง ซึ่งผลการศึกษามีดังนี้

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการเปรียบเทียบตัวกรองชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพารา โดย

1. จากการนำน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการแปรรูปยางพารามาทำการทดสอบ เพื่อศึกษาระยะเวลาที่น้ำจะระเหยหมดในขวดทดลอง ในอุณหภูมิห้อง โดยน้ำที่นำมาทดสอบมีปริมาณ 1 มิลลิลิตร 5 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร พบว่า ระยะเวลาที่ทำให้น้ำ 1 มิลลิลิตร ระเหยหมด ใช้เวลา 4 วัน น้ำปริมาณ 5 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการระเหยหมด จำนวน 20 วัน และน้ำปริมาณ 10 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการระเหยหมด จำนวน 40 วัน ลักษณะทางกายภาพของน้ำก่อนการทดลองมีลักษณะสีน้ำตาลอมดำ หลังจากทำการทดลอง 2 วัน น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีดำคล้ำ วันที่ 4 ของการทดลอง น้ำเริ่มมีฝ้าสีขาวปนน้ำตาลลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ปริมาณน้ำลดลงเรื่อย ๆ

2. จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำ โดยนำน้ำปริมาณ 5 มิลลิลิตร มาทำการทดสอบกับตัวกรองชีวภาพแต่ละประเภท ภายใน 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณน้ำที่เหลือหลังจากการทดสอบ เรียงลำดับจากมากไปน้อยมีดังนี้ น้ำในโหลกาบมะพร้าวผสมกากตะกอนน้ำเสีย มีปริมาณ 4.8 มิลลิลิตร น้ำในโหลแกลบผสมกากตะกอนและโหลเปลือกต้นยางพารา ปริมาณ 4.4 มิลลิลิตร น้ำในโหลเปลือกต้นยางพาราผสมกากตะกอนและโหลแกลบ มีปริมาณ 4 มิลลิลิตร และน้ำในโหลกาบมะพร้าวมีปริมาณน้ำคงเหลือ 3.8 มิลลิลิตร ตามลำดับ และจากการสังเกตที่ผนังโหลแก้วด้านในพบละอองน้ำเกาะติดอยู่ที่ผนังเรียงลำดับปริมาณละอองน้ำที่พบ จากมากไปน้อย ดังนี้ โหลกาบมะพร้าวผสมกากตะกอนน้ำเสีย โหลแกลบผสมกากตะกอนน้ำเสีย โหลเปลือกต้นยางพาราผสมกากตะกอนน้ำเสีย โหลกาบมะพร้าว โหลแกลบและโหลเปลือกต้นยางพาราตามลำดับ

3. จากการทดสอบความสามารถในการรับรู้กลิ่นสาร 1-Butanol ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความสามารถในการรับรู้กลิ่นได้ดี (ร้อยละ 100) และส่วนใหญ่สามารถเลือกความเข้มของกลิ่น 1-Butanol ได้ถูกต้อง (ร้อยละ 100)

4. จากการทดสอบความสามารถของตัวกรองชีวภาพแต่ละประเภทในการบำบัดกลิ่นน้ำเสีย ในสัดส่วนตัวกรอง:กากตะกอนน้ำเสีย คิดสัดส่วนเท่าโดยน้ำหนัก 15 : 6 โดยวิธีการดมกลิ่นตามวิธีมาตรฐานของ ASTM STP 440 โดยใช้อาสาสมัครที่มีอายุระหว่าง 18-20 ปี จากจังหวัดจันทบุรีพบว่า กาบมะพร้าวผสมกากตะกอนน้ำเสียมีความสามารถในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียได้ ในระดับ 1 ไม่ได้กลิ่น ร้อยละ 70 และเมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นในสัดส่วนตัวกรองต่อกากตะกอนน้ำเสีย15 : 20 และ 15 : 40 พบว่ากาบมะพร้าวผสมกากตะกอนมีความสามารถในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียได้ ร้อยละ 85 และ ร้อยละ 90 ตามลำดับ

จากการทดสอบเปรียบเทียบระยะเวลากับการบำบัดกลิ่นน้ำเสีย ในสัดส่วนตัวกรองต่อกากตะกอนน้ำเสีย สัดส่วนเท่าโดยน้ำหนัก 15 : 6 พบว่า ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความสามารถในการบำบัดกลิ่นน้ำเสีย

อภิปรายผล

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียที่นำมาทดสอบกับตัวกรอง พบว่าเมื่อทดสอบแล้วปริมาณน้ำที่ 1 มิลลิลิตร มีการเปลี่ยนแปลง คือ น้ำตัวอย่างมีปริมาณลดลง ซึ่งในการทดสอบกลิ่นอาจทำให้ได้ผลที่ไม่แน่นอน เนื่องจากกลิ่นจางไปพร้อมกับปริมาณน้ำที่ลดลง ส่วนปริมาณน้ำ 5 มิลลิลิตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก น้ำยังคงมีปริมาณคงที่ สีของน้ำคล้ำขึ้น และปริมาณน้ำ 10 มิลลิลิตร มีการเปลี่ยนแปลงไป คือ น้ำมีสีคล้ำขึ้น ผิวน้ำมีฝ้าสีขาว และเกิดตะกอน เนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารแบบใช้อากาศ (พิไท ตาทอง, ม.ป.ป.)

ผลการทดสอบระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและปริมาณน้ำที่ปริมาณ 5 มิลลิลิตร นำมาทดสอบการบำบัดกลิ่นด้วยตัวกรองชีวภาพโดยวิธีการดมกลิ่นตามวิธีมาตรฐานของ ASTM STP 440 พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีละอองน้ำเกิดขึ้นที่ผนังโหลแก้วและฝาของโหลแก้ว และเมื่อระยะเวลาผ่านไปใน 48 ชั่วโมง พบว่า มีสายราเกิดขึ้นที่ผ้าขาวบางซึ่งห่อกาบมะพร้าวผสมกากตะกอนน้ำเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก รองลงมาคือผ้าขาวบางที่ห่อแกลบผสมกากตะกอนน้ำเสีย และพบสายราจำนวนเล็กน้อยบนผ้าขาวบางที่ห่อไม้ยางพาราผสมกากตะกอนน้ำเสีย ตามลำดับ ส่วนตัวกรองที่ไม่ได้ผสมกากตะกอนน้ำเสียไม่พบสายราเกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีระบบบำบัดกลิ่นด้วยตัวกรองชีวภาพ โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารระเหยอินทรีย์ที่ทำให้เกิดกลิ่น ระบบตัวกรองชีวภาพประกอบด้วยตัวกลางที่มีรูพรุน ซึ่งอาจเป็น

วัสดุสารประกอบอินทรีย์ ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารและน้ำ เป็นที่แลกเปลี่ยนสารเคมีในอากาศกับน้ำ และรองรับของเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ เมื่อสารระเหยอินทรีย์ผ่านตัวกลางที่มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารปนเปื้อนให้กลายเป็นสารประกอบขนาดเล็ก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และจุลินทรีย์ชนิดใหม่ (Devinny, et al., 1999) และสายราที่เกิดขึ้นนี้อาจจะมีหรือไม่มีผลต่อการบำบัดกลิ่น กลไกการบำบัดกลิ่นขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายไอระเหยชนิดนั้น ๆ เช่น แยกเชื้อราจากตัวกรองชีวภาพจนได้เชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดไอระเหยของไซลีน (Prachuabmorn and Panich) (2010) หรืออาจเป็นเพียงผลผลิตจากกระบวนการบำบัดกลิ่นด้วยตัวกรองชีวภาพ ตามทฤษฎีเท่านั้น ส่วนละอองน้ำเป็นผลผลิตหนึ่งจากกระบวนการบำบัดกลิ่นด้วยตัวกรองชีวภาพ หากกระบวนการในตัวกรองชีวภาพตัวใดสมบูรณ์ที่สุดจะพบจำนวนละอองน้ำมากที่สุด ตามทฤษฎีของ Devinny (Devinny, et al., 1999)

จากการทดสอบความสามารถของตัวกรองชีวภาพด้วยการดมกลิ่นพบว่า กาบมะพร้าวผสมกากตะกอนน้ำเสีย สามารถบำบัดกลิ่นน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปยางพาราในระดับครัวเรือนได้ดี กว่าแกลบผสมกากตะกอนน้ำเสีย และต้นยางพาราผสมกากตะกอนน้ำเสียตามลำดับ กาบมะพร้าวที่ใช้เป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์ในกากตะกอนยึดเกาะ มีโครงสร้างของเส้นใยธรรมชาติที่สานกันอยู่อย่างหนาแน่นและไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้เกิดช่องว่างขนาดเล็กระหว่างเส้นใยจำนวนมหาศาล (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2552) ช่องว่างเล็ก ๆ เหล่านี้เป็นที่แลกเปลี่ยนสารเคมีในอากาศและน้ำ ส่วนแกลบ พื้นผิวของแกลบ มีรูปร่างคล้ายข้าวโพด คือมีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็กเรียงกันเป็นแนว และโครงสร้างภายใน มีความพรุนมาก (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2553) แต่น้อยกว่ากาบมะพร้าว ส่วนเปลือกต้นยางพารา เปลือกไม้มีความหนาแน่นมาก มีรูพรุนน้อย และลักษณะเนื้อไม้โดยธรรมชาติจะมีน้ำยางอยู่ในไม้ยางพาราอยู่แล้ว จึงเป็นต้นกำเนิดของกลิ่นเหม็นได้ ไม้ยางพาราจึงมีคุณสมบัติในการบำบัดกลิ่นได้น้อยที่สุด เพราะฉะนั้นกาบมะพร้าวจึงเป็นตัวกลางที่มีคุณสมบัติในการบำบัดกลิ่นได้ดีกว่าแกลบ และเปลือกต้นยางพาราตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ สุโรชา พูลสวัสดิ์ (2546) ศึกษาการกำจัดไอของไซลีนโดยใช้เครื่องกรองชีวภาพ โดยใช้เครื่องกรองชีวภาพ 2 ชุด คือ ชุดที่มีตัวกลางหลักเป็นแกลบและกาบมะพร้าว โดยใช้ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียและปุ๋ยคอกเป็นแหล่งจุลินทรีย์และแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ อัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่าง ตัวกลางหลัก:ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย : ปุ๋ยคอก เป็น 75 : 5 : 20 พบว่า ความสามารถในการบำบัดไอของไซลีน โดยเฉลี่ยของทั้งสองชุดการทดลองตลอดการดำเนินการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถสูงสุดในการบำบัดไอของไซลีนในชุดตัวกลางที่เป็นแกลบ และกาบมะพร้าว มีค่า 20.30 และ 28.44 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรตัวกลางต่อชั่วโมงตามลำดับ ดังนั้น ตัวกรองชีวภาพที่ใช้กาบมะพร้าวเป็นตัวกลางหลักจึงมีความสามารถในการบำบัดกลิ่นน้ำเสียที่ได้จากการแปรรูป

ยางพารา ได้ดีกว่าและมีความเหมาะสมมากกว่าตัวกรองชีวภาพที่ใช้แกลบเป็นตัวกลางหลัก และการศึกษาของ Prachuabmorn and Panich (2010) ทำการศึกษาการบำบัดกลิ่นไซลีนโดยใช้จุลินทรีย์ซึ่งคัดแยกมาจากกากตะกอนน้ำเสีย ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงใช้กากตะกอนน้ำเสียมาบำบัดกลิ่นน้ำเสีย ซึ่งคาดว่ากากตะกอนน้ำเสียน่าจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ตามผลการศึกษาของ สโรชา พูลสวัสดิ์ (2546)และ Prachuabmorn and Panich (2010)

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1. เปลือกต้นยางพารามีน้ำยางพาราอยู่ภายในเนื้อเปลือกไม้ แม้ว่าเนื้อไม้จะแห้งแล้วยังพบว่ามีกลิ่นเหม็นได้แม้จะไม่มีน้ำยางออกมาให้เห็นชัดเจน ดังนั้น เมื่อทำการทดลอง กลิ่นจากเปลือกต้นยางพาราซึ่งนำมาเป็นตัวกรองชีวภาพได้ส่งกลิ่นเหม็นของยางพาราออกมาผสมกับน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการแปรรูปยางพาราด้วย เพราะฉะนั้น วัสดุต้นกำเนิดกลิ่นจึงไม่สามารถนำมาบำบัดกลิ่นได้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ตัวกลางหลักเป็นกาบมะพร้าว กับแกลบ และไม่ควรใช้เปลือกต้นยางพารา

2. การศึกษาควรใช้น้ำเสียปริมาณ 5 มิลลิลิตร ควรใช้เวลาทำการศึกษาไม่เกิน 20 วัน เนื่องจากปริมาณน้ำที่ระเหย และปริมาณกลิ่นของน้ำเสียอาจจะระเหยหมดไปตามเวลา ซึ่งการไม่ได้กลิ่นของน้ำเสียหรือกลิ่นที่ลดลงอาจเกิดจากการระเหยของกลิ่นตามสภาพแวดล้อมและเวลา ไม่ได้เกิดจากกระบวนการบำบัดของตัวกรอง

3. การทดสอบแบบใช้ฐานน้ำหนัก ควรเลือกวัสดุที่มีความหนาแน่นและน้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ศึกษาวัสดุทางการเกษตรอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุที่นำมาทำการทดสอบ เพื่อจะได้เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุการเกษตรที่เหลือใช้ ลดปริมาณขยะที่เป็นปัญหาในการกำจัดต่อไป

2. ทำการตรวจวัดความชื้นของวัสดุตัวกลาง, กากตะกอนก่อนทำการทดลอง และควบคุมความชื้นของตัวกลาง ในระหว่างทำการทดลอง

3. ทำการวัดปริมาณไอระเหยของสารอินทรีย์ในน้ำเสียทั้งก่อนและหลังทำการบำบัด

4. ศึกษาผลของปริมาตรตัวกรองต่อการบำบัดกลิ่น

5. ในการศึกษาครั้งต่อไปหาสัดส่วนของวัสดุทางการเกษตร เพื่อทราบความเหมาะสมของสัดส่วน ระหว่างวัสดุทางการเกษตรและกากตะกอนน้ำเสีย