

การบำบัดน้ำเสียจากน้ำเสียโรงงานผลิตเส้นด้ายยางยืด โดยการดูดซับด้วยถ่านกะลามะพร้าว ร่วมกับระบบหญ้ากรองน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

Filatex Factory Wastewater Treatment by Coconut Shell Charcoal Adsorption Combination with Grass Filtration System and Constructed Wetland

วชิรพล บุญด้วยลาน (Wachirapon Boondouylam) ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ (Dr.Nipon Tungkananuruk)**
กณิตา ตั้งคณานุรักษ์ (Kanita Tungkananuruk)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายยางยืด โดยใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นตัวดูดซับ จากการทดลองแบบแบตช์ พบว่า ถ่านกะลามะพร้าว 4 กรัมต่อน้ำเสีย 50 มิลลิลิตรและระยะเวลาสัมผัส 3 ชั่วโมงให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสี 44.21% และ ซีโอดี 95.77% ได้ดีที่สุดในอัตราส่วนโดยน้ำหนักของถ่านกะลามะพร้าวกับดินที่เหมาะสมคือ 1:50 จากการทดลองแบบการไหลต่อเนื่อง พบว่าระบบบำบัดแบบหญ้ากรองน้ำเสียมีประสิทธิภาพในการลดสีและซีโอดีมากกว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม นอกจากนี้ ได้ทดลองโดยใช้เทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก พบว่าการใช้ถ่านกะลามะพร้าวผสมกับดินในอัตราส่วนที่เหมาะสมเป็นวัสดุปลูก และปลูก กกกลม และหญ้าแฝก ผลการทดลองพบว่าระบบหญ้ากรองน้ำเสียที่ปลูกหญ้าแฝกให้ประสิทธิภาพในการลด สีและซีโอดีได้สูงสุดคือที่ร้อยละ 88.89 และ 66.67 ตามลำดับ

ABSTRACT

This research was to investigate the removal efficiency of color and COD in filatex factory wastewater by coconut shell charcoal as adsorbent The batch experiments were carried out and found that coconut shell charcoal 4 g. per 50 ml of wastewater and 3 hr. of contact time gave the maximum removal percentage of color 44.21% and COD 95.77%. The ratio by weight of coconut shell charcoal to soil at 1:50 was the suitable ratio. From the continuous flow experiments revealed that the grass filtration treatment system had a higher color and COD removal efficiency than the constructed wetland. Furthermore, the filtrated lysimeter technique were conducted to simulate the constructed wetland and the grass filtration system by using the suitable ratio of coconut shell charcoal and soil as growing material and growing *Cyprus alternifolius* and *Vetiveria zizanioides* The results were found that the grass filtration system with growing *Vetiveria zizanioides* had the highest removal efficiency of color and COD percentage at 88.89 and 66.67 respectively

คำสำคัญ: ตัวดูดซับ ระบบบำบัดแบบหญ้ากรองน้ำเสีย พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

Key Words: Adsorbent, Grass filtration treatment system ,Constructed Wetland

* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายจากยางพารา ที่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มักมีปัญหาคาการระบายน้ำทิ้งสู่ภายนอกโดยเฉพาะมีค่าสี และค่าซีโอดีที่สูง ก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมต่อชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้โรงงาน ซึ่งการบำบัดสี และซีโอดีจากโรงงานอุตสาหกรรมจากยางพารา ในน้ำทิ้งด้วยกระบวนการดูดซับเป็นอีกวิธีที่นิยมใช้ร่วมกับวิธีอื่น (Nabel *et al.*, 1974) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และต้นทุนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากใช้ตัวดูดซับที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในประเทศไทย ซึ่งถ่านกะลามะพร้าวเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรกรรม และจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนต่างๆ ซึ่งมีปริมาณมากในประเทศไทย และยากแก่การกำจัด ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์จะใช้วิธีบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติคือระบบบำบัดแบบหมุนเวียนน้ำเสียและพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2543) มาบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายจากยางพารา บริษัทไทยฟิลาเท็กซ์ จำกัด (มหาชน) โดยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบบำบัดทั้งสองในการบำบัดสีและซีโอดีโดยใช้ถ่านกะลามะพร้าว ซึ่งเป็นตัวดูดซับมาผสมกับดินเป็นวัสดุปลูก ซึ่งถ่านกะลามะพร้าวจะช่วยดูดซับจับมวลสารไว้ก่อน เพื่อให้อุณหภูมิที่ย่อยสลายในเวลาต่อมา และเพื่อเป็นการป้องกันสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีปริมาณมากซึ่งอุณหภูมิที่ย่อยสลายไม่ทันในระบบบำบัด ไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะที่ปล่อยทิ้ง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตเส้นด้ายยางพาราจากยางพารา โดยใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นตัวดูดซับ ร่วมกับระบบบำบัดพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและระบบบำบัดหมุนเวียนน้ำเสีย

2. ศึกษาประสิทธิภาพของระบบหมุนเวียนน้ำเสียและระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นตัวดูดซับ เพื่อช่วยลดสี และซีโอดี

วิธีการวิจัย

1. วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายยางพารา มิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่า pH สี (color) ความขุ่น (turbidity) ความเค็ม (salinity) สภาพการนำไฟฟ้า (conductivity) ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids) อุณหภูมิ (temperature) BOD (Biochemical Oxygen Demand) และ COD (Chemical Oxygen Demand) เป็นต้น

2. ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีของถ่านกะลามะพร้าวด้วยการทดลองแบบแบดซ์ปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณถ่านกะลามะพร้าวและระยะเวลาบำบัด ตลอดจนไอโซเทอร์มของการดูดซับ และอัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดิน

- 2.1 ปริมาณถ่านกะลามะพร้าว ปริมาณถ่านกะลามะพร้าวที่ใช้ทดลอง คือตั้งแต่ 1 กรัม ถึง 8 กรัม ต่อ น้ำเสีย 50 มิลลิลิตร ระยะเวลาสัมผัส 60 นาที ตรวจวัดค่าสีและซีโอดีในน้ำเสียที่ผ่านการดูดซับ และคำนวณหาประสิทธิภาพการบำบัดสีและซีโอดี

2.2 ระยะเวลาสัมผัส

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.1 โดยใช้ปริมาณถ่านกะลามะพร้าวเท่ากับที่ศึกษาได้จากข้อ 2.1 และแปรผันระยะเวลาสัมผัสเป็นชั่วโมง คือ 1-5 ชั่วโมง และเป็นวันคือ 1-5 วัน

2.3 ไอโซเทอร์มการดูดซับ

ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.1 โดยใช้ระยะเวลาสัมผัสที่ศึกษาได้จากข้อ 2.2 นำข้อมูลที่ได้มาเขียนไอโซเทอร์มการดูดซับของแลมเบิร์ตและฟรุนดลิช

2.4 อัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดิน อัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดินที่ทำการศึกษาคือ 1:25 1:50 1:75 และ 1:100 และระยะเวลาบำบัดเป็นชั่วโมงที่ศึกษาได้จากข้อ 2.2

2.5 การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของชั้นวัสดุปลูกของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและหลุมกรองน้ำเสียโดยการทดลองแบบการไหลต่อเนื่อง

ทำการทดลองโดยใช้คอลัมน์แก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 140 เซนติเมตร บรรจุชั้น กรวด 9.6 เซนติเมตร ทรายหยาบ 4.2 เซนติเมตร ทรายละเอียด 2.8 เซนติเมตร และดินนาผสมถ่านกะลามะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมสูง 16.5 เซนติเมตร

2.5.1 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ทำการทดลองโดยการผ่านน้ำเสีย 1,500 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์อย่างต่อเนื่อง เก็บน้ำที่ไหลผ่านออกจากคอลัมน์ทุกๆ ชั่วโมง นำมาหาประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีทำการทดลองซ้ำจนประสิทธิภาพการบำบัดลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของประสิทธิภาพเริ่มต้น หรือคงที่

2.5.2 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบหลุมกรองน้ำเสีย

ทำการทดลองโดยการเติมน้ำเสีย 200 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ข้างทิ้งไว้ 5 วัน เก็บน้ำที่ไหลผ่านออกจากคอลัมน์ในวันที่ 5 และปล่อยให้ชั้นวัสดุปลูกแห้ง 2 วัน นำน้ำที่เก็บได้มาหาประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีทำการทดลองซ้ำจนประสิทธิภาพการบำบัดลดลงครึ่งหนึ่งของประสิทธิภาพเริ่มต้น หรือมีสภาวะคงที่

2.6 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสี และซีโอดี โดยใช้เทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก (filtrated lysimeter techniques)

ทำการทดลอง โดยใช้กระบะพลาสติกขนาด 51×51×54 เซนติเมตร ที่ บรรจุกรวด 7 เซนติเมตร ทรายหยาบ 3 เซนติเมตร ทรายละเอียด 2

เซนติเมตร และดินผสมตัวดูดซับถ่านกะลามะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมสูง 16.5 เซนติเมตร ร่วมกับการปลูกพืช 2 ชนิดคือ กกกลมและหญ้าแฝก

2.6.1 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ทำการทดลองโดยการเติมน้ำเสีย 200 ลิตร อย่างต่อเนื่อง เก็บน้ำที่ไหลผ่านออกจากกระบะทุกๆ ชั่วโมง นำน้ำที่เก็บได้มาหาประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีทำการทดลองซ้ำจนประสิทธิภาพการบำบัดลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของประสิทธิภาพเริ่มต้น หรือมีสภาวะคงที่

2.6.2 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบหลุมกรองน้ำเสีย

ทำการทดลองโดยการเติมน้ำเสีย 20 ลิตร ปล่อยทิ้งไว้ 5 วัน เก็บน้ำที่ไหลผ่านออกจากคอลัมน์ในวันที่ 5 และปล่อยให้ชั้นวัสดุปลูกแห้ง 2 วัน นำน้ำมาหาประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีทำการทดลองซ้ำจนประสิทธิภาพของการบำบัดลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของประสิทธิภาพเริ่มต้น หรือมีสภาวะคงที่

ผลการศึกษา

1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายยางยืด

ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าน้ำเสียที่มีสภาพเป็นเบส มีของแข็งละลายน้ำและสารอินทรีย์ในรูปซีโอดีและบีโอดีที่สูง เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542)

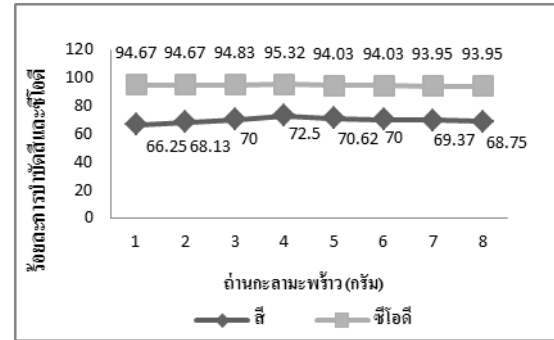
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำโรงงานผลิตเส้นด้ายยางยืด กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	น้ำเสียจากการผลิตเส้นด้ายยางยืด	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
พีเอช	8.5	5.5 – 9.0
สี (Pt-Co Unit)	73	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
EC (µS/cm.)	970	-
TDS (mg/L)	6210	ไม่เกิน 3,000
ความเค็ม (ppt.)	6.9	-
ความขุ่น(NTU)	31	-
ซีโอดี (mg/L)	2480	ไม่เกิน 120
บีโอดี (mc/L)	1200	ไม่เกิน 20
อุณหภูมิ(C ^o)	28	ไม่เกิน 40

2. ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีของถ่านกะลามะพร้าวด้วยการทดลองแบบเบตซ์

2.1 ปริมาณถ่านกะลามะพร้าว

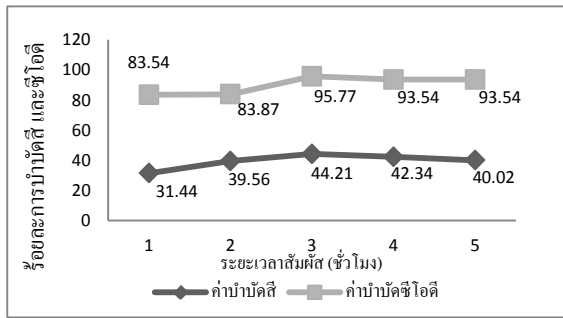
จากการทดลองแปรผันปริมาณถ่านกะลามะพร้าวตั้งแต่ 1 กรัม จนถึง 8 กรัม พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดสีใกล้เคียงกันในทุกปริมาณของถ่าน และประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณถ่านดังภาพที่ 1 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณถ่านเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการจับมวลสารต่างๆได้มากขึ้น จากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงค่อนข้างน้อย ซึ่งถ่านกะลามะพร้าว 4 กรัม สามารถบำบัดค่าสีและซีโอดีได้สูงสุดร้อยละ 72.5 และ 95.32 ตามลำดับ ดังภาพที่ 1



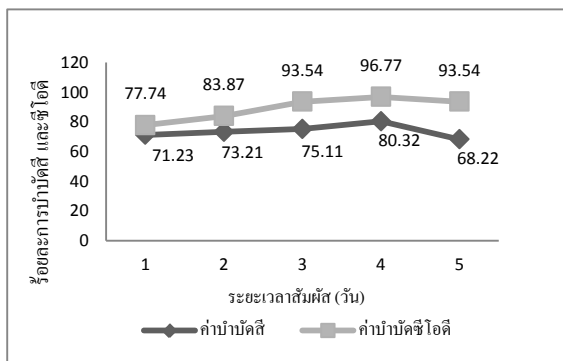
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดสีและซีโอดีกับปริมาณถ่านกะลามะพร้าว

2.2 ระยะเวลาการบำบัด

จากการทดลองระยะเวลาบำบัดทั้งประสิทธิภาพการบำบัดสีและซีโอดีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเข้าสู่สภาวะคงที่หรือลดลง ดังภาพที่ 2 เป็นชั่วโมงและวัน พบว่า มีแนวโน้มเหมือนกันคือ เมื่อเพิ่มระยะเวลาสัมผัส อธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาทำให้มวลสารมีโอกาสสัมผัส หรือถูกดูดซับด้วยถ่านลอยถ่านกะลามะพร้าวมากขึ้น แต่พื้นที่ของตัวดูดซับหรือถ่านลอยถ่านกะลามะพร้าวมีปริมาณจำกัด เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งบริเวณพื้นผิวตัวดูดซับถูกครอบครองด้วยตัวถูกดูดซับหรือมวลสารจนเข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้อัตราการดูดซับคงที่ และอาจมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเกิดการคายซับ (นิพนธ์ และคณิตา, 2550) ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ 3 ชั่วโมง ให้ร้อยละการบำบัดสี และซีโอดีเท่ากับร้อยละ 44.21 และ 95.77 ตามลำดับ และระยะเวลา 4 วัน ให้ร้อยละการบำบัดสี และซีโอดีเท่ากับร้อยละ 80.32 และ 96.77ตามลำดับ

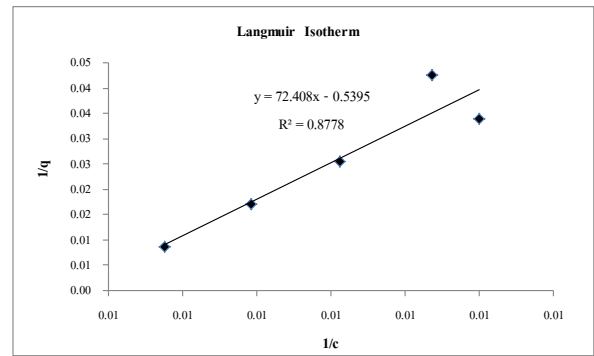


(ก)

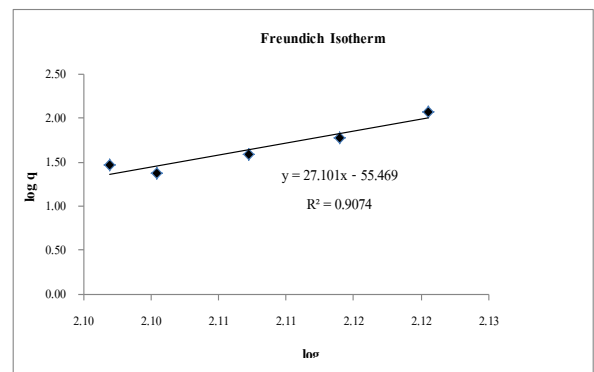


(ข)

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดและซีไออดีกับระยะเวลาที่เหมาะสม (ก. ชั่วโมง, ข. วัน)



(ก)



(ข)

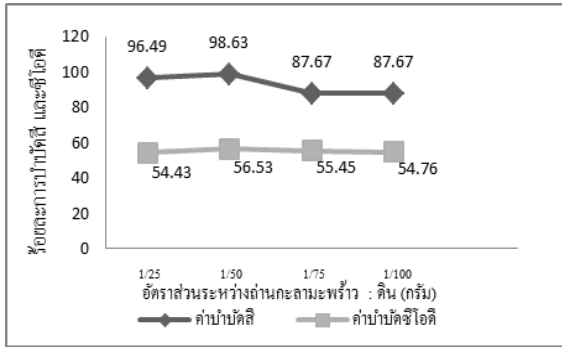
ภาพที่ 3 ไอโซเทอร์มการดูดซับด้วยถ่านกะลามะพร้าว (ก. แลงเมียร์, ข. ฟรุนดิช)

2.3 ไอโซเทอร์มการดูดซับ

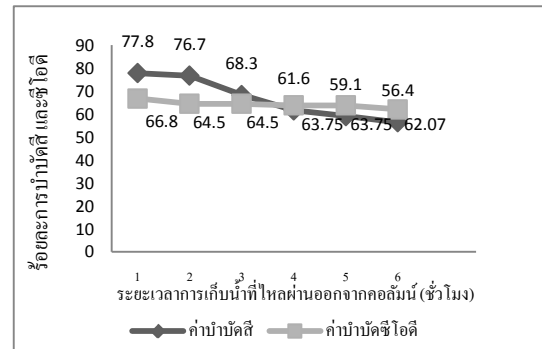
เมื่อเขียนกราฟแสดงไอโซเทอร์มของแลงเมียร์ (Langmuir Isotherm) และฟรุนดิช (Freundlich Isotherm) ได้กราฟดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8778 และ 0.974 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนั่นคือ กลไกการดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวสอดคล้องกับไอโซเทอร์มของฟรุนดิชซึ่งเป็นการดูดซับแบบหลายชั้น พื้นที่ผิวไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอด (Buckley, 1992) และตัวดูดซับจะเรียงตัวหลายชั้นบนพื้นผิวตัวดูดซับ โดยที่โมเลกุลตัวดูดซับจะเกิดการซ้อนทับกันได้ (นิพนธ์ และคณิตา, 2550)

2.4 อัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดิน

อัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดิน โดยน้ำหนักที่ทำการศึกษาคือ 1:25, 1:50, 1:75, และ 1:100 พบว่าทุกอัตราส่วนให้ร้อยละการบำบัดใกล้เคียงกัน และให้ร้อยละการบำบัดซีไออดีที่ดีที่สุดที่อัตราส่วน 1:50 เท่ากับ 56.53 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการใช้ถ่านกะลามะพร้าวอย่างเดียว เนื่องจากในดิน และถ่านกะลามะพร้าว มีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน คือ มีรูพรุน ซึ่งสามารถดูดซับสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี แต่การเพิ่มปริมาณของดิน ไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดทั้งซีไออดีและซีไออดีดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดดี และซีไอดี ของถ่านกะลามะพร้าวผสมดิน ในอัตราส่วนต่างๆ



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดดี และซีไอดี กับระยะเวลาการเก็บน้ำที่ไหลผ่านคอลัมน์ทุกชั่วโมง

3. การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของชั้นวัสดุปลูกของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและห้วยกรองน้ำเสีย โดยการทดลองแบบการไหลต่อเนื่อง

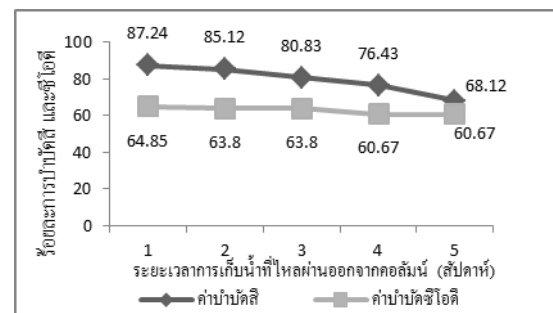
การทดลองแบบการไหลต่อเนื่องเป็นการจำลองหรือเลียนแบบชั้นวัสดุปลูกของระบบบำบัดแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและห้วยกรองน้ำเสีย

3.1 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ผลการทดลองการจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยผ่านน้ำเสียจากโรงงานอย่างต่อเนื่อง พบว่า ในชั่วโมงแรกชั้นวัสดุปลูกสามารถบำบัดดี และซีไอดีได้ดีที่สุด ร้อยละ 77.8 และ 66.80 ตามลำดับ และประสิทธิภาพการบำบัดเริ่มลดลงเรื่อยๆ (Esposito *et al.*, 1991) โดยลดลงเร็วใน 4 ชั่วโมงแรกที่เก็บตัวอย่าง จากนั้นประสิทธิภาพการบำบัดเริ่มคงที่ ร้อยละการบำบัดมากกว่า 50 % ดังภาพที่ 5 ซึ่งอธิบายได้ว่า ถ่านกะลามะพร้าว ในชั่วโมงแรก มีประสิทธิภาพในการบำบัดดี และซีไอดีได้ดี เพราะพื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซับมลสารต่างๆ ยังมีพื้นที่มาก และเมื่อระยะเวลาหนึ่ง ประสิทธิภาพในการบำบัดดี และซีไอดีเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนคงที่ เพราะตัวดูดซับหรือถ่านกะลามะพร้าวถูกครอบครองด้วยตัวถูกดูดซับหรือมลสารต่างๆ จนเข้าสู่ภาวะสมดุล (นิพนธ์ และกนิศา, 2550) ดังภาพที่ 5

3.2 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบห้วยกรองน้ำเสีย

ผลการทดลองจากการจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบห้วยกรองน้ำเสีย โดยแข่งขันน้ำเสียในคอลัมน์เป็นเวลา 5 วัน และปล่อยให้วัสดุปลูกแห้ง 2 วัน พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดดี และซีไอดีในสัปดาห์แรก สามารถบำบัดดีได้ดีที่สุดที่ร้อยละ 90.24 และ 64.85 ตามลำดับ และประสิทธิภาพเริ่มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งอธิบายได้เช่นเดียวกับการจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ดังภาพที่ 6



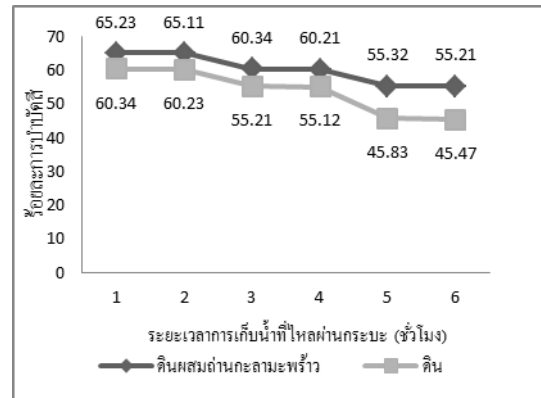
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการบำบัดดี และซีไอดี กับระยะเวลาการเก็บน้ำที่ไหลผ่านคอลัมน์ทุกสัปดาห์

4. ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสี และซีโอดี โดยใช้เทคนิคการกรองในหน่วยย่อยขนาดเล็ก

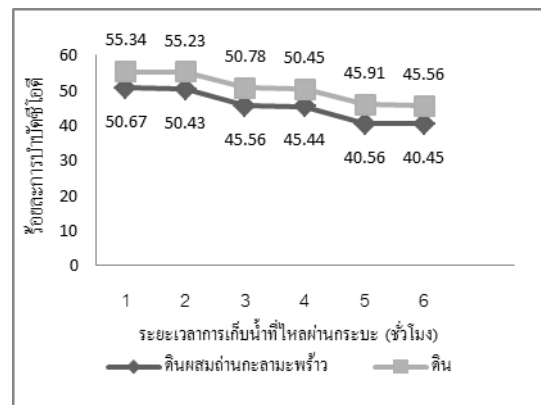
การทดลองมีการปลูกพืช 2 ชนิด คือ กกกลม และหญ้าแฝก ในแต่ละกระบะที่บรรจุวัสดุปลูก เช่นเดียวกับในคอลัมน์ และมีการเปรียบเทียบกับการใช้ดินไปผสมถ่านกะลามะพร้าว

4.1 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ผลการทดลองพบว่า ทั้งกระบะที่ปลูกกกกลม และหญ้าแฝก เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด ระหว่างกระบะที่ผสมถ่านกะลามะพร้าวกับดิน ในอัตราส่วนที่ 1:50 กับกระบะที่ใช้ดินปลูกเพียงอย่างเดียว พบว่า กระบะที่ผสมถ่านกะลามะพร้าวมีประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีได้มากกว่า กระบะที่ใช้ดินปลูกเพียงอย่างเดียว ประมาณ 10% เนื่องจาก ถ่านกะลามะพร้าว มีคุณสมบัติในการดูดซับมลสารต่างๆ ที่มาจากน้ำเสียโรงงานผลิตเส้นด้ายยางยืดได้ดี เมื่อนำมาผสมในดินปลูกร่วมกับพืช (กกกลม) ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดสี และซีโอดีของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมได้ (สุชาดา และคณะ, 2537) ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8 พบว่าหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพการบำบัดสีได้ดีกว่ากกกลม

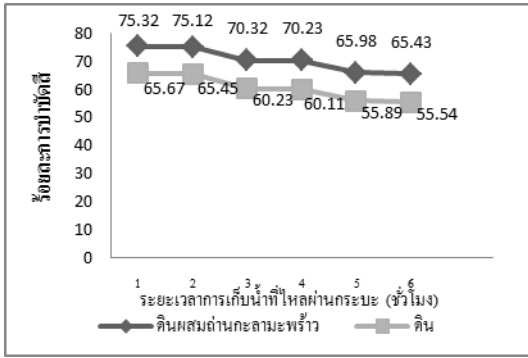


(ก)

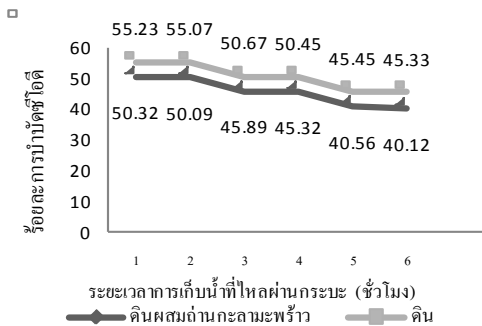


(ข)

ภาพที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดสี(ก) และซีโอดี (ข)ระหว่างใช้ดิน ละดินผสมถ่านกะลามะพร้าว (1:50) เป็นวัสดุปลูกกกกลม กับระยะเวลาเก็บน้ำในแต่ละชั่วโมง

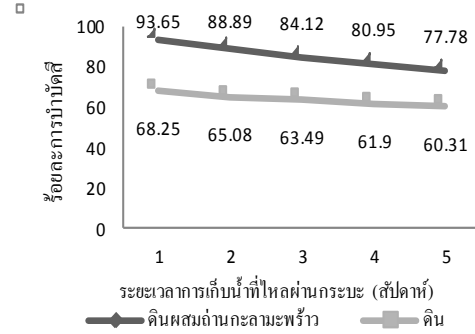


(ก)

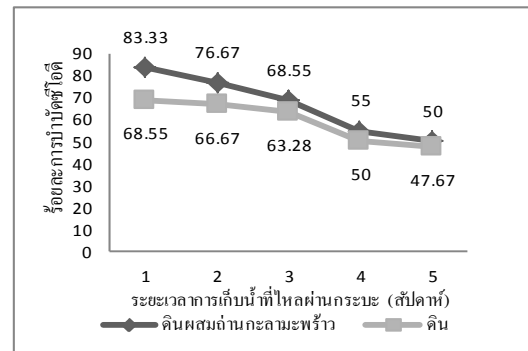


(ข)

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดดี(ก) และ ซีโอดี (ข)ระหว่างใช้ดิน ละดินผสมถ่าน กะลามะพร้าว (1:50) เป็นวัสดุปลูกแผลก กับ ระยะเวลาเก็บน้ำในแต่ละชั่วโมง



(ค)

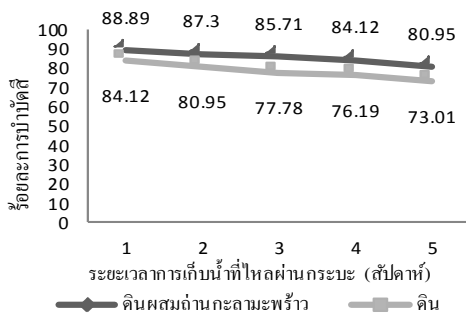


(ง)

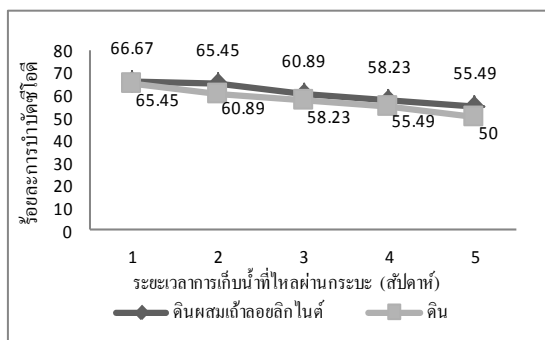
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดดี(ก) และ ซีโอดี (ข)ระหว่างใช้ดิน ละดินผสมถ่าน กะลามะพร้าว (1:50) เป็นวัสดุปลูกกลม กับ ระยะเวลาเก็บน้ำในแต่ละสัปดาห์

4.2 การจำลองการบำบัดน้ำเสียแบบระบบหมุนเวียนน้ำเสีย

ผลการทดลองพบว่า ทั้งกระบะที่ปลูกกกกลม และหญ้าแฝก เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด ระหว่างกระบะที่ผสมถ่านกะลามะพร้าวกับดินในอัตราส่วนที่ 1:50 กับกระบะที่ใช้ดินปลูกเพียงอย่างเดียว จะเห็นได้ว่า ระบบหมุนเวียนน้ำเสียสามารถบำบัดดีและซีโอดีในน้ำเสีตรงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายขยงยัดที่มีการใช้ดินผสมถ่านกะลามะพร้าวและปลูกหญ้าแฝก ได้ดีกว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยให้ร้อยละการบำบัดดีดี ที่สุดที่สัปดาห์แรกของการบำบัดคือ 88.89 และ 66.6 ตามลำดับ ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10



(ก)



(ข)

ภาพที่ 10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดสี(ก) และ สีโอดี (ข) ระหว่างใช้ดิน ถ่านดินผสมถ่าน กะลามะพร้าว (1:50) เป็นวัสดุปลูกหญ้าแฝก กับระยะเวลาเก็บน้ำในแต่ละสัปดาห์

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการบำบัดน้ำเสียจากบ่อกักน้ำของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตเส้นด้ายยางยืด ด้วยการดูดซับของ ถ่านกะลามะพร้าว ร่วมกับเทคนิคการกรองในหน่วย ย่อยขนาดเล็กที่จำลองระบบบำบัดพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและ หญ้ากรองน้ำเสีย การทดลองแบบแบดซ์พบว่าถ่าน กะลามะพร้าว 4 กรัมต่อน้ำเสียจากโรงงานผลิตเส้นด้าย ยางยืด 50 มิลลิลิตร และเวลาสัมผัส 3 ชั่วโมง สามารถ บำบัดสี และซีโอดี ได้ร้อยละ 44.21 และ 95.77 ตามลำดับ และอัตราส่วนของถ่านกะลามะพร้าวต่อดิน ที่เหมาะสมคือ 1:50 สามารถบำบัดสี และซีโอดี ได้ร้อยละ 98.63 และ 56.53 ผลการทดลองแบบการไหล ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการจำลองพื้นที่ปลูกของโครงการ ศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอัน

เนื่องมาจากพระราชดำริ ประสิทธิภาพการบำบัดสี และ ซีโอดีใกล้เคียงกัน ประมาณร้อยละ 65.00 และ 50.00 ตามลำดับ และการทดลองการบำบัดแบบประยุกต์ สำหรับใช้งานจริงโดยใช้เทคนิคการกรองในหน่วยย่อย ขนาดเล็กร่วมกับปลูกร่วมพืช 2 ชนิดคือ กกกลมและ หญ้าแฝก พบว่า หญ้าแฝกให้ประสิทธิภาพการบำบัดสี และซีโอดี ดีกว่ากกกลม ทั้งระบบบำบัดแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมและหญ้ากรองน้ำเสีย และระบบหญ้ากรองน้ำ เสียให้ประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ เทียม แสดงว่าถ่านกะลามะพร้าว มีศักยภาพสูงพอที่จะ นำมาเป็นตัวดูดซับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ บำบัดทั้งสองระบบในการบำบัดสี และซีโอดีในน้ำเสีย จากโรงงานผลิตเส้นด้ายยางยืด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์สารเคมี อุปกรณ์ตลอดจนสถานที่ในการ ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะสิ่งแวดล้อม ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและคำสั่งสอนแก่ ผู้วิจัย เพื่อนำความรู้ต่างๆไปใช้ประโยชน์ต่อไปใน อนาคต

ขอขอบพระคุณบริษัท ไทยฟิลาเท็กส์ จำกัด ที่ อนุเคราะห์น้ำเสีย ที่ใช้ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2542. คู่มือการจัดการ สิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมเชื้อและกระดาษ. กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม
- กระทรวงอุตสาหกรรม.
- นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์ และกนิดา ตั้งคณาภิรักษ์. 2550. หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิชัยพัฒนา. 2543. คู่มือเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย
ตามแนวพระราชดำริ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัย
สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา ศรีเพ็ญ วิรัชย์ เดชคง และ อมร พันทุศรี. 2537.
การคัดเลือกพืชที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการ
บำบัดน้ำเสียโดยวิธี grass filtration. กรุงเทพฯ
: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Buckley, CA. 1992. Membrane Technology for the
Treatment of Dyehouse Effluents. **Wat
Sci.Tech**, 25, 203-209.

Esposito, E., Canhos, VP., and Duran, N. 1991.
Screening of lignin degrading fungi for
removal of color from Kraft mill wastewater
with no additional extra carbon source.
Biotechnol Let, 8, 571-576.
Nabel, C., Gottchling, RD., and Neil, HJ. 1974. Ozone
Decolorization of Pulp and Paper
Secondary Effluents. **Welsbach Ozone Syst**,
84, 120-1