การปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากต้นไมยราบยักษ์

Water-supply Rectification by using Activated Carbon made from MIMOSA PIGRA L.

กาญจนา พิศาภาค[1*] วรรณา ศรีเพ็ชราพร[1] วลัยพร สินสวัสดิ์[1]

ดารานัย รบเมือง[1] และ ลาวัลย์ ประสงค์ดำรงกุล[1]

Kanjana Pisapak[1*], Wanna Sripetcharapon[1], Walaiporn Sinsawas[1]

Daranai Robmuang[1] and Lawan Prasongdomrongkul[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ เตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์โดยการกระตุ้นทางเคมีด้วยโซเดียมคลอไรด์(NaCl) ที่อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก เผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง การศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์ในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้การทดลองแบบทีละเท พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับ เหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล เท่ากับ 79.93, 72.71 , 50.32 และ 49.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการทดลองแบบต่อเนื่อง พบว่าประสิทธิภาพในการ ดูดซับ เหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล เท่ากับ 86.79, 77.57, 65.15 และ 68.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : ต้นไมยราบยักษ์-ถ่านกัมมันต์ น้ำประปาชุมชน

Abstract

The research was an experiment that divided into 2 parts. The first part was preparation of activated carbon from mimosa giant (*mimosa pigra* L) by using NaCl as an activated reagent. The results showed that the suitable of mimosa giant to NaCl weight ratio was 1:1 and the temperatures for carbonization was 800 ^{0}C for 1 hour. Performance of activated carbon from giant mimosa in absorbing iron, chloride, total hardness and E.coli by batch experiment were 79.93%, 72.71% , 50.32% and 49.93% respectively and by continueous experiment were 86.79%, 77.57%, 65.15% and 68.35% respectively

Keywords : giant mimosa (*mimosa pigra* L) - activated carbon , Water supply

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยาหันตรา

[1] Faculty of Science and Technology,Rajamangala University of Technology,Suvarnabhumi,Huntra District, Ayudhya 13000,Thailand

* corresponding author,E-mail : bumpisapak@gmail.com

บทนำ

แหล่งน้ำธรรมชาติมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การอุปโภค บริโภค การเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ของชุมชนในชนบท ซึ่งปัจจุบันน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติก็มีการปนเปื้อนของสารมลพิษซึ่งมีสาเหตุมาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมและน้ำทิ้งที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดจากการทำเกษตรกรรมซึ่งมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชที่ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นในชุมชนจึงต้องมีการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภค แหล่งน้ำที่นำมาทำน้ำประปาส่วนใหญ่เป็นน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลซึ่งอาจมีการปนเปื้อนเนื่องจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือจากน้ำผิวดินที่ซึมลงสู่ใต้ดิน ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำประปาชุมชนให้ดีขึ้นจะส่งผลให้การดำรงชีวิตของประชาชนในชุมชนมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นถ่านที่มีสมบัติพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้นโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติในการดูดซับสูง เนื่องจากมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก ปัจจุบันแนวโน้มการใช้ถ่านกัมมันต์ ภายในประเทศสูงขึ้นเรื่อย ๆ และวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกสารอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกเซลลูโลสที่มาจากพืชและต้นไม้ รวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ต้นไมยราบยักษ์ (mimosa pigra L.) เป็นพืชตระกูลถั่วยืนต้นที่มีระบบรากลึก สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปีและติดเมล็ดมาก เมล็ดของไมยราบยักษ์สามารถพักตัว (seed dormancy) ได้เป็นระยะเวลาหลายปีเพื่อรอโอกาสที่ปัจจัยสภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด ไม่มีศัตรูธรรมชาติ จัดเป็นวัชพืชที่มีการระบาดอย่างรวดเร็ว สามารถขึ้นได้ในดินทุกสภาพ ความเสียหายที่เกิดจากต้นไมยราบยักษ์นั้นมีมาก โดยเฉพาะพื้นที่ทำการเกษตร ตามคลองชลประทานหรือแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีต้นไมยราบยักษ์ขึ้นอย่างหนาแน่นทำให้ขวางกั้นทางเดินของน้ำ นอกจากนี้ไมยราบยักษ์ที่ขึ้นปกคลุมอยู่อย่างแน่นทึบและยากที่พรรณไม้อื่นจะขึ้นผสมผสานได้ ทำให้พรรณพืชดั้งเดิมขาดแสงตายลงและค่อย ๆ สูญหายไปจากพื้นที่ (นันทวัน บุญยะประภัสสร และอรนุช โชคชัยเจริญพร, 2542)

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารกระตุ้นพบว่า เมื่อใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างต้นไมยราบยักษ์และโซเดียมคลอไรด์ ที่อัตราส่วน 1:1 เผาที่อุณหภูมิ 800 $^{\circ}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร 0.294 ± 0.0015 g/cm^3 , ค่าเถ้า 1.90 ± 0.0058 % , ค่าความสามารถในการดูดซับเมทธิลีนบลู 239.62 ± 0.0416 mg/g และค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุด 957.08 mg/g นอกจากนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากต้นไมยราบยักษ์ พบว่า ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วสูงกว่า 90 % ที่ pH 6 ใช้เวลาในการดูดซับ 10 นาที และค่าคงที่ไอโซเทอมของการดูดซับแบบฟรุนดลิชของตะกั่ว 2.908 mg/g สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านกัมมันต์ได้ทำการทดลองแบบทีละเท batch กับน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินในธรรมชาติที่มีการเติมตะกั่ว พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่ว คือ 66.490 % และ 82.998 % ตามลำดับ (กาญจนา พิศาภาค, 2552)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาชุมชนโดยใช้ต้นทุนต่ำ แต่มีประสิทธิภาพสูงด้วยกระบวนการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากต้นไมยราบยักษ์ซึ่งเป็นวัชพืชที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทยสร้างความเสียหายแก่ระบบชลประทานและการเกษตร ทั้งยังเป็นการลดปริมาณการนำเข้าถ่านกัมมันต์ และนำวัชพืชทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกทางหนึ่ง

วิธีการศึกษา

การศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการเตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์ที่กระตุ้นด้วย เกลือแกง หาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ในขั้นการเตรียมด้วยการหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และหาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์ในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้การทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment) จากนั้นศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านกัมมันต์โดยทำการทดลองแบบทีละเทกับน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นและน้ำประปาชุมชนที่มีการเติมเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli)

ขั้นตอน

การผลิตถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์

การเตรียมถ่านโดยนำวัตถุดิบมาล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง จากนั้นตัดให้มีขนาดประมาณ 1 - 3 เซนติเมตร แล้วนำไปเผาในหลุมที่ลึก 0.5 เมตร กว้าง 1 เมตรโดยนำเชื้อเพลิง เช่น เศษไม้ ฟางข้าว วางไว้ก้นหลุมหนาประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร จุดไฟเผาเชื้อเพลิงที่ก้นหลุม เมื่อไฟเริ่มติดบริเวณผิวด้านบนของเชื้อเพลิงใส่ต้นไมยราบยักษ์ที่เตรียมทีละน้อยจนเต็มหลุม รอจนสังเกตเห็นว่าไฟลุกติดต้นไมยราบยักษ์ นำแกลบปิดทับด้านบนให้หนาพอที่ควันไฟไม่สามารถขึ้นมาได้ เติมแกลบในช่วง 4 - 5 ชั่วโมง หลังเผาทิ้งไว้ 1 คืน เปิดปากหลุมนำถ่านออกมาแช่น้ำทิ้งให้เย็นจะได้ถ่าน (char coal) ที่มีลักษณะสีดำ

ทำการบรรจุถ่านในภาชนะดินเผา กระตุ้นด้วย โซเดียมคลอไรด์ อัตราส่วน 1:1 ปิดฝา และนำเข้าสู่กระบวนการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นล้างสารกระตุ้นโดยการแช่น้ำค้างคืนไว้ 1 คืนแล้วล้างถ่านด้วยน้ำเดือดเพื่อล้างสารกระตุ้นออก แล้วนำไปอบแห้ง และบดละเอียด นำถ่านที่ผ่านการเผานั้น ไปวิเคราะห์ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ตามวิธีการของ American Society for Testing and Material [ASTM] เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านกัมมันต์ มาใช้ในการทดลองในขั้นต่อไป

การหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์ [ASTM D4607 – 94]

บดถ่านกัมมันต์ที่จะทำการวิเคราะห์ให้ละเอียด จนถ่านสามารถร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาดเบอร์ 100 เมช ได้ 95 เปอร์เซ็นต์ นำถ่านกัมมันต์ที่บดแล้วมาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 145 ถึง 155 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นที่โถดูดความชื้น ประมาณค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านตัวอย่าง เพื่อนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของถ่าน (carbon dosages) ที่จะใช้ในการทดลอง โดยนำถ่านที่ทราบน้ำหนักแน่นอนใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

ปิเปต สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10.00 มิลลิลิต ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละใบ ปิดจุกเขย่าเบา ๆ เพื่อให้ตัวอย่างเปียกทั่ว เปิดฝาแล้วนำไปตั้งบนเตาให้ความร้อนในตู้ดูดควัน ให้ความร้อนจนของเหลวในภาชนะเดือด ทิ้งให้เดือดต่อประมาณ 30 ± 2 วินาที เพื่อไล่ซัลเฟอร์ในตัวอย่าง หลังจากนั้นนำตัวอย่างออก แล้วทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง

ปิเปตสารละลายไอโอดีน 0.1 นอร์มัล จำนวน 100.00 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ปิดจุกขวดทันที แล้วเขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 30 ± 1 วินาที เปิดจุกแล้วกรองสารละลายผ่านกระดาษกรองพับจีบเบอร์ 42 ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 25.00 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ไทเทรตสารละลายด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนเติมสารละลายน้ำแป้งลงไป 1 มิลลิลิตร สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แล้วไทเทรตต่อจนกระทั่งสารละลายในขวดรูปชมพู่ไม่มีสี บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

การคำนวณ

$$\frac{X}{M} = [A - (DF)(B)(S)] / M$$

เมื่อ $\frac{X}{M}$ = iodine adsorption per gram of carbon (มิลลิกรัมต่อกรัม)

A = $(N_2)(12693.0) - N_2$ = ความเข้มข้นของไอโอดีน (นอร์มัล)

B = $(N_1)(126.93) - N_1$ = ความเข้มข้น $Na_2S_2O_3$ (นอร์มัล)

DF = dilution factor = (100+10)/25 = 4.4

S = ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

M = น้ำหนักถ่านตัวอย่าง (กรัม)

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซับไอโอดีนต่อกรัมถ่านกับค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนหลังการดูดซับ

คำนวณค่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ตรงตำแหน่งที่ค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือเท่ากับ 0.02 นอร์มัล

การศึกษาสภาวะของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้น

ทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment)

ศึกษาความสามารถในการดูดซับเหล็กจากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากต้นไมยราบยักษ์ โดยศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับได้แก่ ความจุของถ่านกัมมันต์และระยะเวลาการดูดซับ

อิทธิพลของความจุของถ่านกัมมันต์

1. เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของโซเดียมไนเตรต 65 มิลลิกรัมต่อลิตร ชั่งโซเดียม-ไนเตรท 0.089 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

2. ชั่งถ่านกัมมันต์ใส่ขวดรูปชมพู่ 1 กรัม เติมน้ำประปาที่สังเคราะห์ปริมาตร 5, 10, 15, 20, 50, 75 และ100 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าทำการกรองน้ำเสียที่สังเคราะห์ด้วยกระดาษกรอง เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่กรอง นำน้ำที่ได้วิเคราะห์หาเหล็กที่เหลือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

อิทธิพลของระยะเวลาต่อการดูดซับ

เมื่อทราบความจุของถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.1.1 นำความจุที่ได้มาทดลองหาระยะเวลาการดูดซับที่เหมาะสมที่สุด โดยนำถ่านกัมมันต์ 1 กรัม เติมน้ำประปาที่สังเคราะห์ปริมาตรที่เหมาะสม นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า โดยให้มีระยะเวลา 5, 10, 15 และ 30 นาที นำนำเสียสังเคราะห์กรองแยกออกจากถ่านกัมมันต์ เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่กรองได้วิเคราะห์หาเหล็กที่เหลือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

ศึกษาความสามารถในการดูดซับความกระด้างของน้ำเสียที่สังเคราะห์จากถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากต้นไมยราบยักษ์ โดยศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับได้แก่ ศึกษาความสูงของชั้นถ่านกัมมันต์และอัตราการไหลของน้ำ

อิทธิพลของความสูงของถ่านกัมมันต์ต่อการดูดซับ

1. เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของคลอไรด์ 700 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. คัดขนาดถ่านกัมมันต์ ให้มีขนาดเท่ากับเม็ดทราย จากนั้นบรรจุถ่านกัมมันต์ลงในคอลัมน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนต์ติเมตร โดยให้ชั้นถ่านมีความสูงเป็น 10, 20, 30, 50 และ 60 มิลลิลิตรของบิวเรต

3. ทำการป้อนน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นอย่างต่อเนื่องแบบไหลลง (อัตราการไหลของน้ำ 2 มิลลิลิตรต่อนาที) เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปลายคอลัมน์ทั้ง 5 คอลัมน์ทุกๆ 100 มิลลิลิตร นำน้ำที่ได้วิเคราะห์หาคลอไรด์ที่เหลือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

อิทธิพลของอัตราการไหลต่อการดูดซับ

เมื่อทราบความสูงของคอลัมน์ที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.2.1 นำความสูงที่ได้มาทดลองหาอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุด

1. นำถ่านกัมมันต์บรรจุเป็นคอลัมน์ให้ได้ค่าความสูงที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.2.1
2. ทำการป้อนน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นอย่างต่อเนื่องแบบไหลลง โดยให้มีอัตราการไหล 1, 2, 3, และ 5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปลายคอลัมน์ทั้ง 4 คอลัมน์ทุกๆ 100 มิลลิลิตร นำน้ำที่ได้วิเคราะห์หาคลอไรด์ที่เหลือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ศึกษาความสามารถในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

การทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment)

เมื่อทราบความจุของถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมจากข้อ 3.1.1 ทราบระยะเวลาต่อการดูดซับที่เหมาะสมจากข้อ 3.1.2 จากนั้นเตรียมน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นโดยให้มีความเข้มข้นของเหล็ก 5 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอไรด์ 728.205 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างทั้งหมด 700 มิลลิกรัมต่อลิตร และ อี.โคไล (E.coli) 253 โคโลนี จากนั้นชั่งถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้น 1 กรัม นำไปเขย่าที่เครื่องเขย่าเป็นเวลา 5 นาที กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง นำน้ำที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล (E.coli) ตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (โดย parameter ต่างๆจะทำการเตรียมให้มีความเข้มข้นมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค)

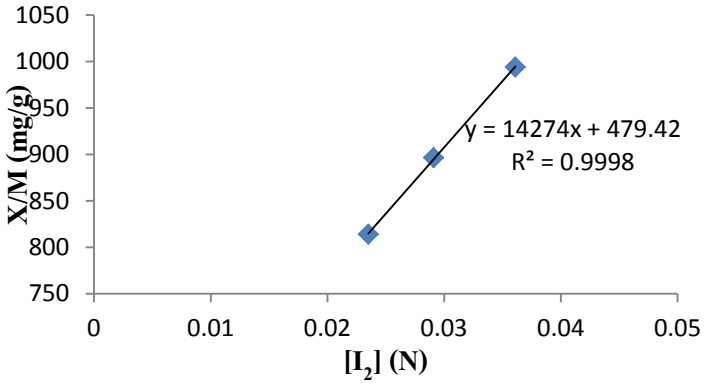
การทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

เมื่อทราบความจุความสูงที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.1 และทราบอัตราการไหลที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.2 จากนั้นเตรียมน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นโดยให้มีความเข้มข้นของเหล็ก 5 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอไรด์ 728.205 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างทั้งหมด 700 มิลลิกรัมต่อลิตร และ อี.โคไล (E.coli) 253 โคโลนี บรรจุถ่านกัมมันต์ลงในคอลัมน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนต์ติเมตร แล้วปรับให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสม เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปลายคอลัมน์ทุกๆ 100 มิลลิลิตร นำน้ำที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) ตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการทดลอง

การผลิตถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์

การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการดูดซับไอโอดีนเป็นการทดสอบสมบัติการดูดซับสารพิษออกจากน้ำของถ่านกัมมันต์ ตามมาตรฐาน ASTM ได้กำหนดความเข้มข้นของไอโอดีนที่สภาวะสมดุลเท่ากับ 0.02 นอร์มอล ซึ่งควบคุมได้โดยการแปรน้ำหนักของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซับไอโอดีนต่อกรัมถ่าน $\left(\frac{X}{M}\right)$ กับค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนหลังการดูดซับ

คำนวณค่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ตรงตำแหน่งที่ค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนที่เหลือเท่ากับ 0.02 นอร์มอล

จาก $Y = 14274x + 479.42$

$= 14274\ (0.02) + 479.42$

$= 764.9$ มิลลิกรัมต่อกรัม

ตารางที่ 1 ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากต้นไมยราบยักษ์ที่เผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ที่อัตราส่วนวัตถุดิบต่อสารกระตุ้นในอัตรา 1:1 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

อุณหภูมิ	**อัตราส่วน**	**ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL)**			I_2 (mg/g)	**สมการเส้นตรง**	R^2
(°C)		1	2	3			
800	1:1	6.0	7.4	9.2	764.9	Y = 14275x+479.4	0.999

ประสิทธิภาพของถ่านกัมมัต์ที่ผลิตได้จากต้นไมยราบยักษ์ให้เผากระตุ้นให้อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ให้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อสารกระตุ้นในอัตรา 1:1 เมื่อพิจารณาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ พบว่าถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ 764.9 มิลลิกรัมไอโอดีนต่อกรัมของถ่านกัมมันต์

สภาวะของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้น

ทำการศึกษาสภาวะของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตขึ้นจากต้นไมยราบยักษ์โดยการทดลองแบบทีละเท ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ ความจุของถ่านกัมมันต์ และระยะเวลาการดูดซับ และการทดลองแบบต่อเนื่อง ศึกษาอิทธิพลของความสูงของถ่านกัมมันต์ และอัตราการไหลของน้ำ

ตารางที่ 2 สภาวะของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเท และการทดลองแบบต่อเนื่อง

การทดลองแบบทีละเท	**การทดลองแบบต่อเนื่อง**
ความจุ 6.407 mg/g	ความสูง 50 mLของบิวเรต
เวลา 5 นาที	อัตราการไหล 2 mL/นาที

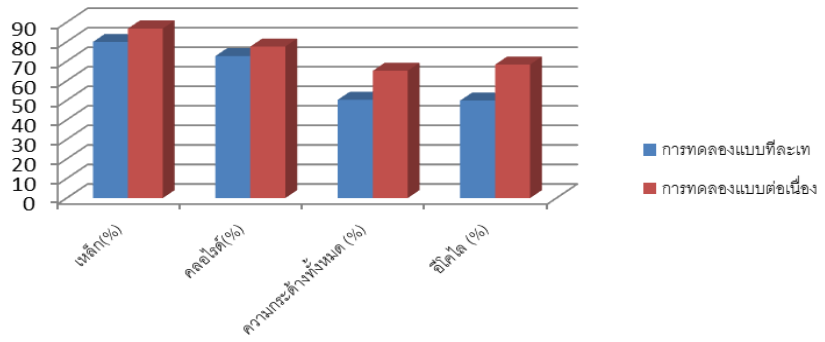
จากการทดลองจะพบว่า ความจุและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ โดยใช้การทดลองแบบทีละเท คือ 6.407 มิลลิกรัม/กรัม และ 5 นาที ตามลำดับ และสำหรับการทดลองแบบต่อเนื่อง ความสูงของคอลัมน์และอัตราการไหล คือ 50 มิลลิลิตรและ 2 นาที ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลความสามารถในการดูดซับจะนำไปเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ความสามารถในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

ทำการศึกษาความสามารถในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเทและการทดลองแบบต่อเนื่อง โดยใช้ปัจจัยที่เหมาะสมที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ (ตารางที่ 2) จากการทดลอง คือเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้น้ำปราศจากไอออนตัวอื่นๆซึ่งมีความเข้นข้นของเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) อยู่ที่ 5, 728.205, 700 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 253 โคโลนี ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

พารามิเตอร์ (%)	**การทดลองแบบทีละเท**	**การทดลองแบบต่อเนื่อง**
เหล็ก	79.93	86.79
คลอไรด์	72.71	77.57
ความกระด้างทั้งหมด	50.32	65.15
อีโคไล	49.93	68.35



รูปที่ 2 ความสามารถในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) และการทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Experiment)

จากการทดลอง พบว่าถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์มีประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้การทดลองแบบทีละเท เท่ากับ 79.93, 72.71 , 50.32 และ 49.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการทดลองแบบต่อเนื่อง พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล เท่ากับ 86.79, 77.57, 65.15 และ 68.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อภิปรายผล

ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์อยู่ที่ 764.9 มิลลิกรัมไอโอดีนต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASTM ความจุที่เหมาะสมต่อความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยใช้การทดลองแบบทีละเท คือ 6.407 มิลลิกรัม/กรัม และระยะเวลา 5 นาที มีประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้น คือ 79.93, 72.71 , 50.32 และ 49.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสำหรับการทดลองแบบต่อเนื่องความจุความสูงของคอลัมน์ คือ 50 มิลลิลิตร และอัตราการไหลที่ 2 มิลลิลิตรต่อนาที พบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับ เหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล คือ 86.79, 77.57, 65.15 และ 68.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพของการดูดซับด้วยการทดลองแบบต่อเนื่องให้ผลการทดลองสูงกว่าการทดลองแบบทีละเท

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การเตรียมถ่านกัมมันต์จากต้นไมราบยักษ์ โดยมีโซเดียมคลอไรด์เป็นสารกระตุ้นที่อัตราส่วน 1:1 เผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงให้ค่าไอโอดีนัมเบอร์เท่ากับ 764.9 มิลิกรัมต่อลิตร

2. สภาวะของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้น

   2.1 ความจุที่เหมาะสมต่อความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยใช้การทดลองแบบทีละเท คือ 6.407 มิลลิกรัม/กรัม และระยะเวลา 5 นาที ตามลำดับ

   2.2 ความสูงของคอลัมน์และอัตราการไหลที่เหมาะสมต่อความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยใช้การทดลองแบบต่อเนื่อง คือ 50 มิลลิลิตรและ 2 นาที ตามลำดับ

3. การทดลองแบบทีละเท พบว่า ถ่านกัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์มีประสิทธิภาพในการดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และ อี.โคไล (E.coli) จากน้ำประปาที่สังเคราะห์ขึ้น เท่ากับ 79.93, 72.71 , 50.32 และ 49.93

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองแบบต่อเนื่อง พบว่า ประสิทธิภาพในการ ดูดซับเหล็ก คลอไรด์ ความกระด้างทั้งหมด และอี.โคไล เท่ากับ 86.79, 77.57, 65.15 และ 68.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณประจำปี 2555

เอกสารอ้างอิง

กรกช ธิวงศ์คำ. (2547).*ประสิทธิภาพของการลดซีโอดีและสีออกจากน้ำเสียด้วยระบบดูดติดผิวโดยใช้ถ่านกัมมันชนิดเปลือกมะคาเดเมีย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวะสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กาญจนา พิศาภาค.(2552).*การกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยกระบวนการดูดซับโดยใช้ถ่าน กัมมันต์จากต้นไมยราบยักษ์*. งานนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

รุ่งนภา สุขสว่าง.(2550).*การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและการประยุกต์ใช้ในการกำจัดสีย้อมและการจำจัดโลหะหนัก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ลลิดา นิทัศนจารุกุล.(2544).*การกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์) สาขาสภาวะสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.(2547).*มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์*.กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม

อรัญ ขวัญปาน.(2547). *การกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลาลูกตาลโตนด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม.