สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

1 (2)

การลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากโรงงานถุงมือยาง โดยการใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน

ทรรศนวรรณ อินทัตสิงห์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2545

10 มิ.ย. 2547
178227

ISBN 974-9578-07-4

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์
ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน

(ดร.ศิริโฉม ทุ่งเก้า)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)

..... กรรมการ

(ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

(ดร.ศิริโฉม ทุ่งเก้า)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)

..... กรรมการ

(ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

..... กรรมการ

(ดร.ศิวัวรรณ พูลพันธุ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กุหลาบ รัตนสัจธรรม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2545

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆอย่างดียิ่งจาก ดร.ศิริโฉม ทุ่งเก้า ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์ และดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบริษัทเอ็ม.อาร์.ไอ.จำกัด และพนักงานแผนกห้องปฏิบัติการที่ได้ให้ความกรุณาและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนายอินทร์สมและนางทิพย์วัน อินทัตสิงห์ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนเรื่องการเรียนมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณนายสมชาย ชำนาญปืนที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องคอมพิวเตอร์และอำนวยความสะดวกในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนายพงษ์ศักดิ์ จิตรานุรักษ์สกุล ที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในทุกด้าน

ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจสำคัญอย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ทรรศนวรรณ อินทัตสิงห์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

41910816 : สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ; วท.ม.
คำสำคัญ : โคแอกกูเลชัน/ถุงมือยาง/ไคโตซาน

ทรรศนวรรณ อินทัตสิงห์ : การลดปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียจากโรงงานถุงมือยางโดยการใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน (A REDUCTION IN SUSPENDED SOLIDS FROM RUBBER GLOVES WASTE EFFLUENTS USING CHITOSAN AS A COAGULANT AID) อ.ที่ปรึกษา : ศิริโฉม ทุ่งเก้า , วท.ด., พิชาญ สว่างวงศ์ , วท.ด., สุวรรณา ภาณุตระกูล , วท.ด. 130 หน้า. ISBN 974-9578-07-4

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อแยกเอาอนุภาคสารแขวนลอยออกจากน้ำเสียจากโรงงานผลิตถุงมือยางซึ่งมีส่วนประกอบของอนุภาคยางแขวนลอยอยู่เป็นจำนวนมาก กระบวนการที่ใช้เป็นกระบวนการโคแอกกูเลชันด้วยสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซาน เพื่อลดค่าความขุ่นและปริมาณสารแขวนลอยให้ต่ำลงก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียอื่นอีกต่อไป การศึกษาแยกออกเป็นสามขั้นตอนคือ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารช่วยสร้างตะกอนระหว่างไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ , ปริมาณพีเอซีและไคโตซานที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียและการทดลองใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนเติมลงในระบบบำบัดน้ำเสียเอเอส

ผลการวิจัยพบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโตซานคือพีเอชช่วง 8.5-9.0 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารช่วยสร้างตะกอนระหว่างไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ พบว่าเมื่อใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีคุณภาพดีที่สุดคือ สามารถลดค่าความขุ่นจาก 50.06±0.03 NTU ลงอยู่ระหว่าง 22.30±0.02 ถึง 41.68±0.01 NTU และสารแขวนลอยทั้งหมดจาก 141±1.53 มก./ล ลงอยู่ระหว่าง 63±1.00 ถึง 118±0.58 มก./ล ส่วนโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบจะบำบัดได้ดีรองลงมา ปริมาณสารสร้างตะกอนพีเอซีและสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสีย คือ ต้องใช้พีเอซีความเข้มข้น12 มก./ล ร่วมกับไคโตซานความเข้มข้น 3 มก./ล เมื่อคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดมวลสาร สามารถลดค่าความขุ่นได้ถึงร้อยละ 64.89±0.01 , สารแขวนลอยทั้งหมดร้อยละ 64.77±0.23 และซีโอดีร้อยละ 28.48±4.29 เมื่อทดลองใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนเติมลงในระบบบำบัดน้ำเสียเอเอส พบว่าประสิทธิภาพของการบำบัดดีกว่าระบบบำบัดเดิมที่ใช้โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ สามารถลดค่าสารแขวนลอยทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 96.97±1.14 , ของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดร้อยละ 25.90±6.54 , ซีโอดีร้อยละ 83.28±6.09 และบีโอดีร้อยละ 87.16±5.36

41910816 : MAJOR : ENVIRONMENT SCIENCE ; M.ES.

KEYWORD : COAGULATION/RUBBER GLOVE/CHITOSAN

TASSANAWAN INTHATSINGH : A REDUCTION IN SUSPENDED SOLIDS FROM RUBBER GLOVES WASTE EFFLUENTS USING CHITOSAN AS A COAGULANT AID. THESIS ADVISOR : SIRICHOM THUNGKAO , D.MS., PICHAN SAWANGWONG , D.AS., SUWANNA PANUTRAKUL , D.AS. 130 P. ISBN 974-9578-07-4

This research was aimed at the study is to investigate into techniques for removal of suspended solid from a rubber-gloves plant waste effluents containing high content of latex particulates. Processes considered here coagulation with coagulant aid which seem to offer way to reduce turbidity and suspended solid down to a certain level before disposal or further treatment. Three series of test have been performed : compared efficiencies of coagulant aid between chitosan and polymeracrylamide , amount of poly aluminium chloride(PAC) and chitosan for coagulation waste effluent and using chitosan as a coagulant aid filled in activated sludge plant.

The results of the study show that optimum pH for coagulant with chitosan is range 8.5-9.0 Compared efficiencies of coagulant aid between chitosan and polymeracrylamide appears when using chitosan as a coagulant aid will to improve the effluent best quality can reduce level of turbidity from 50.06±0.03 NTU down to range 22.30±0.02 to 41.68±0.01 NTU and suspended solid from 141±1.53 mg/l down to 63±1.00 to 118±0.58 mg/l. Cationic and anionic polymeracrylamide can reduce next in order successively. The optimum dosage of PAC and chitosan for coagulation when using PAC as acoaglant and chitosan as a coagulant aid is around 12 mg/l PAC and of around 3 mg/l chitosan can reduce particulates so good when calculate in term of %removal efficiencies can reduce level of turbidity 64.89±0.01% , suspended solid 64.77±0.23% and COD 28.48±4.29%. Using chitosan as a coagulant aid in activated sludge plant can reduce particulates better than using anionic polymeracrylamide can reduce suspended solid is 96.97±1.14% , dissolve solid 25.90±6.54% , COD 83.28±6.09% and BOD 87.16±5.36%

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

สมมติฐานของการวิจัย..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 6

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

ข้อจำกัดของการวิจัย..... 6

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 7

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8

กระบวนการผลิตถุงมือยาง..... 8

การออกสูตรและเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี..... 9

พื้นฐานขั้นตอนการจุ่ม..... 14

อุปกรณ์และเครื่องจักรที่เป็นแหล่งของน้ำเสีย..... 20

กระบวนการผลิตถุงมือยางและแหล่งที่มาของน้ำเสีย

บริษัทเอ็ม.อาร์.ไอ.จำกัด..... 22

การบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมการผลิตถุงมือยาง..... 24

กระบวนการโคแอกกูเลชัน..... 28

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ หน้า

สมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์..... 28
เสถียรภาพของคอลลอยด์..... 29
กลศาสตร์การรวมตัวของตะกอน..... 29
สารสร้างตะกอน..... 33

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 43
เครื่องมือ..... 43
วัตถุดิบ..... 43
สารเคมี..... 43
สารสร้างตะกอน..... 43
สารช่วยสร้างตะกอน..... 44
วิธีดำเนินการ..... 44
ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของน้ำเสีย..... 44
สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดกระบวนการโคแอกกูเลชัน..... 45
ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย..... 46
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ..... 46

4 ผลการวิจัย..... 47
คุณสมบัติของน้ำเสียจากโรงงานผลิตถุงมือยาง..... 47
ปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตถุงมือยาง..... 47
ลักษณะของน้ำเสียรวมจากโรงงานผลิตถุงมือยาง..... 47
สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดกระบวนการโคแอกกูเลชัน..... 49
ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย..... 59

5 สรุปและอภิปรายผล..... 66
สรุปผล..... 66
อภิปรายผลการทดลอง..... 67
ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในโรงงานผลิตถุงมือยาง..... 72
ค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย..... 72
ข้อเสนอแนะ..... 73

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ หน้า

ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย..... 73
ข้อเสนอแนะทางการจัดการสิ่งแวดล้อม..... 73

บรรณานุกรม..... 75

ภาคผนวก..... 84
ภาคผนวก ก..... 85
ภาคผนวก ข..... 101
ภาคผนวก ค..... 126

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 130

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตถุงมือตรวจโรค	3
2	แสดงตัวอย่างชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตถุงมือยาง	4
3	สมบัติของน้ำยางข้นชนิดรักษาด้วยแอมโมเนียมาก	9
4	ตัวอย่างส่วนประกอบของน้ำยางสด	10
5	ตัวอย่างสูตรใช้ผลิตถุงมือชนิดต่าง ๆ	14
6	ลักษณะของน้ำเสียรวมจากโรงงานผลิตถุงมือยางช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2545	48
7	ปริมาณความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมดในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยพีเอซีที่พีเอชต่าง ๆ	49
8	ปริมาณความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่พีเอชต่าง ๆ	51
9	ปริมาณความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อใช้พีเอซีที่ความเข้มข้น 3 มก./ล เป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นช่วยสร้างตะกอน	54
10	ปริมาณความขุ่น สารแขวนลอยทั้งหมดและซีโอดีเมื่อใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	57
11	มวลสารของน้ำเสียก่อนบำบัด น้ำเสียหลังบำบัดบ่อหนึ่งและบ่อสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบตามลำดับ	60
12	ร้อยละในการกำจัดมวลสารของน้ำเสียก่อนบำบัด น้ำเสียหลังบำบัดบ่อหนึ่งที่เติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและน้ำเสียหลังบำบัดบ่อสองที่เติมสารช่วยสร้างตะกอนโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ	63
13	ค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย	73

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ หน้า

14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดหลังจากตกตะกอนโดยพีเอซี ที่พีเอช 7.0 , 7.5 , 8.0 , 8.5 , 9.0 และ 10.0..... 89
15 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากตกตะกอนโดยพีเอซี ที่พีเอช 7.0 , 7.5 , 8.0 , 8.5 , 9.0 และ 10.0 โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 90
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดหลังจากตกตะกอนโดยไคโตซาน , โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ที่พีเอช 6.5 , 7.0 , 7.5 , 8.0 , 8.5 และ 9.0..... 91
17 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากตกตะกอนโดยไคโตซาน , โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบโดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 91
18 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากตกตะกอนโดยไคโตซาน, โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ที่พีเอช 6.5 , 7.0 , 7.5 , 8.0 , 8.5 และ 9.0 โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 92
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดหลังจากตกตะกอนโดยสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซาน , โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มก./ล..... 93
20 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากตกตะกอนโดยสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซาน , โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบโดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 93
21 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากตกตะกอนโดยสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซาน, โพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มก./ล โดยใช้ LSD วิเคราะห์.... 94
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดหลังจากใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนและไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน..... 95
23 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอน ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 3 , 6 , 9 , 12 และ 15 มก./ล โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 96

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ หน้า

24 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด หลังจากใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มก./ล โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 97

25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณซีโอดีหลังจากใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนและไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน..... 98

26 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณซีโอดี หลังจากใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนที่ระดับความเข้มข้น 0 , 3 , 6 , 9 , 12 และ 15 มก./ล โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 99

27 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณซีโอดี หลังจากใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอน ที่ระดับความเข้มข้น 0 , 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มก./ล โดยใช้ LSD วิเคราะห์..... 100

28 การเจือจางสารละลายมาตรฐานความขุ่นต่างๆ..... 104

29 ปริมาณตัวอย่างและรีเอเจนต์ที่ใช้สำหรับขนาดต่างๆ ของภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย..... 111

30 ช่วงของค่าบีโอดีกับวิธีการเจือจางต่าง ๆ ของตัวอย่าง..... 117

31 กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2..... 127

32 หมายเหตุแนบท้ายตารางค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง 128

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มูลค่าการส่งออกถุงมือยางปี 2535 – 2539	2
2	กระบวนการผลิตถุงมือยาง	8
3	สูตรโครงสร้างโมเลกุลยาง	10
4	ลักษณะของซิสคอนฟิกูเรชั่น	11
5	สถานะการเป็นสารแขวนลอยของน้ำยางสด	12
6	การทำความสะอาดแม่พิมพ์ในระหว่างกระบวนการผลิต	16
7	การจุ่มพิมพ์ลงในน้ำยางผสมสารเคมี	17
8	การอบถุงมือให้คงรูป	18
9	การถอดถุงมือออกจากพิมพ์	19
10	การตรวจสอบคุณภาพขั้นแรก	20
11	ภาชนะกวนผสมน้ำยางกับสารเคมี	21
12	กระบวนการผลิตถุงมือยางและแหล่งที่มาของน้ำเสีย บริษัท เอ็ม.อาร์ไอ. จำกัด	23
13	แสดงที่มาของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตถุงมือตรวจโรค	25
14	แผนผังของโรงงานบำบัดน้ำเสียระบบเอเอส บริษัท เอ็ม.อาร์.ไอ. จำกัด	27
15	แรงระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ที่ระยะห่างต่าง ๆ	29
16	กลไกของการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์แบบต่อเชื่อมด้วยโพลิเมอร์	31
17	กลไกในการสร้างโคแอกกูเลชันด้วยสารส้ม	34
18	โพลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ	36
19	โครงสร้างทางเคมีของไคตินและไคโตซาน	38
20	กลไกโดยรวมของหมู่เคมีในหน่วยไคติน-ไคโตซาน	40
21	อิเลคตรอนคู่โดดเดี่ยวโดยรวมของหน่วยไคติน-ไคโตซาน	40
22	ปริมาณความขุ่นเมื่อใช้พีเอซีดกตะกอนน้ำเสียที่พีเอชต่าง ๆ	50

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ หน้า

23 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อใช้พีเอซีตกตะกอนน้ำเสียที่พีเอชต่าง ๆ..... 50
24 ปริมาณความขุ่นเมื่อตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่พีเอชต่าง ๆ..... 52
25 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่พีเอชต่างๆ..... 52
26 ปริมาณความขุ่นเมื่อใช้พีเอซีที่ความเข้มข้น 3 มก./ล เป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารช่วยสร้างตะกอน..... 55
27 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อใช้พีเอซีที่ความเข้มข้น 3 มก./ล เป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารช่วยสร้างตะกอน..... 55
28 ปริมาณความขุ่นเมื่อใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 58
29 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเมื่อใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 58
30 ปริมาณซีโอดีเมื่อใช้พีเอซีเป็นสารสร้างตะกอนตามด้วยไคโตซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 59
31 ปริมาณความขุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่ง และสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 60
32 ปริมาณบีโอดีของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่ง และสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 61
33 ปริมาณซีโอดีของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่ง และสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 61
34 ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 62

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ หน้า

35 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 62
36 ร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดความขุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 63
37 ร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดสารแขวนลอยทั้งหมดของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 64
38 ร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมดของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 64
39 ร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดซีโอดีของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ..... 65
40 ร้อยละเฉลี่ยในการกำจัดบีโอดีของระบบบำบัดน้ำเสียบ่อหนึ่งและสองเมื่อเติมสารช่วยสร้างตะกอนไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุลบ.... 65
41 แผนโครงสร้างการเก็บตัวอย่างหาพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยพีเอซี..... 86
42 แผนโครงสร้างการเก็บตัวอย่างหาพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ..... 87
43 แผนโครงสร้างการเก็บตัวอย่างหาชนิดและปริมาณของสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบระหว่างไคโตซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ..... 87
44 แผนโครงสร้างการเก็บตัวอย่างหาปริมาณพีเอซีและไคโตซานที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสีย..... 88
45 ใส่ตัวอย่างลงในขวดบีโอดี ด้วยวิธีกาลักน้ำ..... 122
46 อุปกรณ์ทดสอบจาร์เทสต์..... 124
47 ขั้นตอนการทดสอบการตกตะกอนโดยวิธีจาร์เทสต์..... 125

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University