

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 Mechanical Stirrer

3.1.2 เครื่องแก้ว เช่น ปีกเกอร์ กระจกตวง จานเพาะเชื้อ เป็นต้น

3.1.3 ขวดเก็บสารขนาด 60, 120, 500, 1000 และ 5000 ml

3.1.4 เครื่องชั่งสารปริมาณมาก (kg)

3.1.5 เครื่องชั่งสารทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SHIMADZU AY 220

3.1.6 เครื่องชั่งสารทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น PB 303

3.1.7 เครื่อง pH meter ยี่ห้อ EUTECH INSTRUMENTS

3.1.8 เครื่อง Fourier Transform Infrared Resonance ยี่ห้อ PERKIN ELMER รุ่น

SYSTEM 2000

3.1.9 Parafilm

3.1.10 กระจกกรอง เบอร์ 1

3.1.11 ผ้ากรอง

3.1.12 ผ้าไนลอน รุ่น PES 150/35 ซื้อมาจากบริษัท ซีนเทค จำกัด มีขนาดรูกรอง

32 ไมครอน

3.1.13 นาฬิกาจับเวลา

3.1.14 ซ้อนตักสาร

3.1.15 ปีเปตขนาดต่างๆ

3.1.16 บิวเรต ขนาด 50 ml

3.1.17 Magnetic stirrer

3.1.18 กรวยกรอง

3.1.19 เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ EUTECH INSTRUMENTS รุ่น TN-100/T-100

3.1.20 ถาดสแตนเลส ขนาด 38×28.5 cm²

3.1.21 พัดลม

3.1.22 ฉากสำหรับกันลม

ภาพที่ 3.1

เครื่องวัดความขุ่น ยี่ห้อ EUTECH INSTRUMENTS รุ่น TN-100/T-100



3.2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 น้ำกลั่น

3.2.2 โคโคซานที่มีโมเลกุลใหญ่ (CS) ซื้อจากบริษัท A.N. LAB

3.2.3 Acetic Acid ความเข้มข้น 99.98% (commercial grade)

3.2.4 Sulphuric acid ความเข้มข้น 98% (commercial grade)

3.2.5 หางน้ำยาง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ยางวีเอ จำกัด จังหวัดตรัง (วันที่รับหางน้ำยาง 25 ส.ค. 2552, 10 ต.ค. 2552, 30 ต.ค. 2552 และ 9 ม.ค. 2553)

3.2.6 โพลีเมอร์ประจุบวก ชื่อทางการค้า Waterfloc WF5803 ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท วอเตอร์ ด็อกเตอร์ จำกัด (Water doctor co., Ltd)

3.2.7 Acetic Acid ความเข้มข้น 100% ยี่ห้อ Merck Ltd., Thailand

3.2.8 Methyl red ความเข้มข้น 0.1% ละลายใน ethanol ความเข้มข้น 95%

3.2.9 Hydrochloric ความเข้มข้น 37-38% ยี่ห้อ Merck., Thailand

3.2.10 Sulphuric acid ความเข้มข้น 96% ยี่ห้อ Cario Erba

3.3 การทดสอบสมบัติของโพลิเมอร์

3.3.1 การทดสอบไคโตซาน (chitosan) เนื่องจากสมบัติการจับตะกอนจะขึ้นกับมวลโมเลกุลและประจุ

3.3.1.1 ทดสอบมวลโมเลกุลของไคโตซาน ที่ใช้ในการทดลองนี้ ด้วยวิธี gel permeation chromatography (GPC) ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

3.3.1.2 ทดสอบ %Deacetylation ของไคโตซาน ด้วยวิธี NMR (Nuclear Magnetic Resonance) ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

3.3.2 การทดสอบโพลิอะคริลาไมด์ดัดแปร (modified polyacrylamide) เนื่องจากสมบัติการจับตะกอนจะขึ้นกับมวลโมเลกุลและประจุ

3.3.2.1 ทดสอบหมู่ฟังก์ชันของโพลิเมอร์ที่ได้รับความอนุเคราะห์มา การทดสอบทำด้วยเทคนิค FTIR โดยใช้เครื่อง Fourier Transform Infrared Resonance ยี่ห้อ PERKIN ELMER รุ่น SYSTEM 2000 ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

3.3.2.2 ทดสอบความหนืด (Viscosity) ของสารละลายโพลิเมอร์ที่ได้รับความอนุเคราะห์มา เตรียมสารละลายโพลิอะคริลาไมด์ดัดแปรละลายน้ำ จากโพลิเมอร์ประจุบวกที่ได้รับการอนุเคราะห์มาทั้ง 3 ชนิด ชื่อทางการค้า คือ WF 5803, WF 5804 และ WF 5807 เพื่อใช้ในการทดสอบค่าความหนืดของสารละลาย ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ BROOKFIELD รุ่น DV- II plus Programmable ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) การทราบค่าความหนืดของสารละลายโพลิเมอร์จะเป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักโมเลกุลของโพลิเมอร์ที่ได้รับมาทางอ้อม

3.4 การทดสอบสมบัติของยางน้ำยางที่ได้รับมา (As-Received Rubber Latex)

สมบัติของน้ำยาง เช่น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณยาง และ ปริมาณโลหะที่สำคัญ รวมถึงความเป็นประจุของอนุภาคยาง ค่าต่างๆ เหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามอายุของยางน้ำยางที่ได้รับ และแหล่งของยางน้ำยางที่รับมา

3.4.1 การหาค่า TSC ของยางน้ำยาง (ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง; Total Solid Content)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง หมายถึง ปริมาณยางส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดในน้ำยาง รวมกับสารอื่นๆ ที่เป็นของแข็งและส่วนที่ไม่ใช่ยาง ซึ่งจะคงเหลืออยู่หลังจากการทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิทดสอบและบรรยากาศที่กำหนด (<http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbtech/NR.htm>) ในงานวิจัยนี้หาค่า TSC ของยางน้ำยาง ตามวิธีการจากมาตรฐาน ISO 124:1997 โดยชั่งน้ำหนักยางน้ำยาง บนจานเพาะเชื้อประมาณ 2 กรัม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C จนกระทั่งแห้ง แล้วบันทึกค่าน้ำหนักแห้ง ซึ่งใช้หาค่า TSC ได้จากการนำค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจากทั้ง 3 ตัวอย่างมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ดังสมการ 3.1

$$\text{TSC} = \frac{\text{dried total solid weight}}{\text{actual skim latex weight}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.4.2 การหาค่า DRC ของยางน้ำยาง (ปริมาณเนื้อยางแห้ง; Dry Rubber Contents)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง หมายถึง ปริมาณส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดในน้ำยาง ซึ่งได้จากการทำให้ยางจับตัวด้วยกรดอะซิติก ภายใต้การควบคุมสภาพการจับตัวอย่างแน่นอน เป็นค่าบ่งชี้ปริมาณของเนื้อยางจริงๆ ซึ่งมีความสำคัญในการซื้อขายและการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง (<http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbtech/NR.htm>) ในงานวิจัยนี้หาค่า DRC ของยางน้ำยาง ตามวิธีการจากมาตรฐาน ASTM D1076-06 โดยการชั่งน้ำหนักยางน้ำยางประมาณ 20 กรัม เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 2% จนกระทั่งค่า pH = 4.5 จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำเนื้อยางที่กรองได้เข้าอบที่อุณหภูมิ 70 °C จนกระทั่งแห้ง บันทึกค่าน้ำหนักแห้ง ซึ่งใช้หาค่า DRC ได้จากการนำค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจากทั้ง 3 ตัวอย่างมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ดังสมการ 3.2

$$\text{DRC} = \frac{\text{dried rubber weight}}{\text{actual skim latex weight}} \times 100 \quad (3.2)$$

3.4.3 การหาค่าปริมาณความเป็นด่างของยางน้ำยาง (Alkalinity)

ปริมาณความเป็นด่าง หมายถึง ปริมาณด่างอิสระทั้งหมดในน้ำยาง แสดงเป็นปริมาณแอมโมเนีย เนื่องจากส่วนใหญ่จะรักษาสภาพน้ำยางขึ้นด้วยแอมโมเนีย ค่านี้จะบ่งชี้ว่าการรักษาสภาพของน้ำยางเพียงพอหรือไม่ และจะปรับได้แอมโมเนียออกอย่างไร เมื่อนำไปแปรรูปเป็น

ผลิตภัณฑ์ (<http://rubber.sc.mahidol.ac.th/rubbertech/NR.htm>) ในงานวิจัยนี้หาค่าปริมาณความเป็นด่างของยางน้ำยาง ตามวิธีการจากมาตรฐาน ISO 125:2003 โดยการชั่งน้ำหนักยางน้ำยางประมาณ 5-10 กรัม แล้วเทลงในน้ำกลั่น 200 cm³ จากนั้นเติม Methyl red 0.1% ในปริมาณเท่ากันในทุกการทดสอบ (ประมาณ 5-10 หยด) ทำการไตเตรตโดยค่อยๆหยดกรดเกลือ (HCl) 0.1 mol/dm³ ลงไปในสารละลายที่เตรียมไว้ จนกระทั่งค่า pH = 6.0±0.05 หรือสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูส้ม บันทึกปริมาณกรดที่ใช้ ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 2 ตัวอย่าง โดยยางน้ำยางแต่ละตัวอย่างต้องมีน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.01 g และค่าปริมาณความเป็นด่างที่ได้จากแต่ละตัวอย่างต้องต่างกันไม่เกิน 0.5% ค่าปริมาณความเป็นด่างของยางน้ำยางได้จากค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 ตัวอย่างซึ่งคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากสมการ 3.3

$$\text{NH}_3 = \frac{F_1 c V}{m} \quad (3.3)$$

เมื่อ	F_1	=	1.7 เมื่อใช้ HCl
	c	=	ความเข้มข้นของกรด (mol/dm ³)
	V	=	ปริมาตร (ml)
	m	=	มวลของน้ำยาง (g)

3.4.4 การหาปริมาณโลหะในน้ำยาง

โดยการนำยางน้ำยาง น้ำเซรั่มจากการทดสอบ DRC นี้ไปตรวจหา TSC และ DRC ไปตรวจสอบด้วยเทคนิค XRF (X-ray fluorescence spectrometer) เพื่อหาชนิดและปริมาณของธาตุในสารตัวอย่าง ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) เทคนิค XRF อาศัยหลักการที่ว่า เมื่อรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานสูงไปกระทบชิ้นงาน จะทำให้ชิ้นงานเกิดการปล่อยโฟตอนออกมา (fluoresced) เนื่องจากโฟตอนที่ปล่อยออกมาจากธาตุต่างชนิดจะมีความยาวคลื่นเฉพาะสำหรับธาตุนั้นๆ ทำให้บ่งชี้ชนิดของธาตุที่มีอยู่ในตัวอย่างได้ ทั้งนี้ปริมาณโฟตอนที่เปล่งออกมาขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุนั้นในสารตัวอย่างด้วย การเตรียมตัวอย่างในกรณีนี้เป็นสารละลายจะนำตัวอย่างใส่ลงใน PP Sample holder (หน้าต่างแผ่นฟิล์ม PP ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 cm หนา 6 μm) กรณีตัวอย่างเป็นของแข็งจะชั่งตัวอย่างบน Sample holder แล้วนำไปวิเคราะห์

3.4.5 การตรวจสอบค่า zeta potential

ค่า Zeta potential จะบ่งบอกความมีประจุของอนุภาคยางในทางน้ำยาง โดยหาจากความเร็วที่อนุภาคเคลื่อนที่ภายใต้ความเข้มข้นของไฟฟ้าสถิตย์ที่ทราบค่า โดยการวิจัยนี้ส่งตัวอย่างเพื่อตรวจสอบค่า Zeta potential ที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) โดยการเตรียมตัวอย่างก่อนนำเข้าวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Zetasizer Nano ZS ด้วยการหยดทางน้ำยาง 1-2 หยดลงในน้ำกลั่น แล้วคนให้กระจายตัวทั่ว

3.5 การเตรียมสารละลายเพื่อใช้เป็นสารรวมตะกอน

3.5.1 สารละลายไคโตซานละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 2%, 1.5%, 1% และ 0.5% wt/wt

เตรียมไคโตซาน (Chitosan; CS) ละลายในกรดอะซิติกเข้มข้น 2%, 1.5%, 1% และ 0.5% wt/wt เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานต่างๆ กัน เช่น 0, 0.6, 0.8, 1.0, และ 1.2 % wt/vol โดยสารรวมตะกอนในกลุ่มนี้จะทำการเตรียมทั้งจากกรดซึ่งเป็น Laboratory grade และ Commercial grade

3.5.2 สารละลายกรดซัลฟิวริก

ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98% wt/wt เช่นเดียวกับที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้ และเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นเจือจางลงด้วย คือ 80%, 60%, 40% wt/wt โดยกรดซึ่งใช้เป็นสารรวมตะกอนนี้เป็น Commercial grade

3.5.3 สารละลายโพลีอะคริลาไมด์ตัดแปรรละลายในน้ำ

เตรียมโพลีเมอร์โดยละลายในน้ำกลั่น เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายโพลีเมอร์ เท่ากับ 0.05, 0.1 และ 0.15 % wt/vol โดยโพลีเมอร์ที่ใช้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Water Doctor จำกัด ชื่อทางการค้า คือ WF 5803, WF5804 และ WF5807

3.5.4 สารละลายโพลีอะคริลาไมด์ตัดแปรรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% wt/wt

เตรียมโพลีเมอร์โดยละลายในกรดอะซิติกเข้มข้น 1.5% wt/wt เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายโพลีเมอร์ต่างกัน คือ 0.05, 0.1 และ 0.15 % wt/vol โดยกรดซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายของสารรวมตะกอนกลุ่มนี้เป็น Commercial grade

3.5.5 สารละลายไคโตซานละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt

เตรียมไคโตซานละลายในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 40% wt/wt เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานต่างๆ กัน เช่น 0.6, 0.8, 1.0, และ 1.2 % wt/vol เป็นต้น โดยกรดซัลฟิวริกที่ใช้เป็นตัวทำละลายของสารรวมตะกอนกลุ่มนี้เป็น Commercial grade

3.5.6 สารละลายโพลีอะคริลาไมด์ตัดแปรละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt

เตรียมโพลีเมอร์โดยละลายในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 40% wt/wt เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายโพลีเมอร์ต่างกัน คือ 0.05, 0.1 และ 0.15 % wt/vol โดยกรดซัลฟิวริกที่ใช้เป็นตัวทำละลายของสารรวมตะกอนกลุ่มนี้เป็น Commercial grade

3.6 การทดสอบสมบัติของสารละลายโพลีเมอร์ (สารรวมตะกอน)

นำสารละลายโพลีเมอร์ที่จะใช้เป็นสารรวมตะกอนมาทดสอบค่าความเป็นกรดต่าง โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ EUTECH INSTRUMENTS ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3.7 การปรับค่า pH ของหางน้ำยาง

หางน้ำยางที่ได้รับมา มีการเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพของหางน้ำยางไม่ให้เสื่อมสภาพ ทำให้มีค่าความเป็นกรดต่างค่อนข้างสูง คือ pH ประมาณ 9.4 – 9.7 การรวมตะกอนยางสกิมจะสามารถรวมได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียที่มีอยู่ในหางน้ำยางด้วย ดังนั้นก่อนนำหางน้ำยางไปรวมตะกอน จึงต้องนำหางน้ำยางมาผ่านกระบวนการทำให้แอมโมเนียระเหยออกไปให้ได้มากที่สุดก่อน ในงานวิจัยนี้จะทำการปรับค่า pH ของหางน้ำยางโดยการเติมกรด และการระเหยแอมโมเนียด้วยการพาแบบธรรมชาติและการพาแบบบังคับ เพื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณแอมโมเนียในหางน้ำยางต่อการจับก้อนยางสกิม

3.7.1 การปรับค่า pH โดยการใช้กรดเกลือ (HCl) ความเข้มข้น 10% wt/wt

แบ่งหางน้ำยางส่วนหนึ่งมาทำการปรับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ให้มีค่าประมาณ 7.0 โดยการเติมกรดเกลือความเข้มข้น 10% wt/wt หลังจากการปรับค่า pH แล้ว จะนำหางน้ำยางกรองผ่านผ้ากรอง เพื่อนำตะกอนบางส่วนที่อาจจะถูกจับโดยกรดเกลือออกก่อนนำไปทำการทดลองต่อไป และจะมีการนำหางน้ำยางที่ปรับค่าความเป็นกรดต่างแล้วไปหาค่า TSC และ DRC

เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นของการทดลองด้วย ในที่นี้จะเรียกยางน้ำยางที่ถูกปรับให้เป็นกลางนี้ว่า “ยางน้ำยางที่เป็นกลาง” (neutral skim rubber) และเรียกยางน้ำยางสดที่ไม่มีการปรับค่าความเป็นกรดต่างว่า “ยางน้ำยางปกติ” (normal skim rubber)

3.7.2 การปรับค่า pH โดยการระเหยแอมโมเนียออกจากยางน้ำยางด้วยการพาแบบอิสระ

แบ่งยางน้ำยางส่วนหนึ่งนำมาใส่ภาชนะที่มีพื้นที่ผิวกว้าง คือ ถาดขนาด 38×28.5 cm² โดยใส่ในปริมาณความลึกของยางน้ำยางประมาณ 1-2 cm และทดลองวัดอัตราการระเหยของแอมโมเนียในเวลาต่างๆ คือ 1, 3, 6, 9, 12, และ 24 ชั่วโมง โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างยางน้ำยางในเวลานั้นๆ มาทำการวัดค่า pH โดยใช้ pH meter และหาปริมาณความเป็นต่างของยางน้ำยาง (ปริมาณแอมโมเนีย) ด้วยการไตเตรต ทุกครั้งก่อนสุ่มตัวอย่างจากถาดจะใช้แท่งสุ่มตัวอย่างกวนยางน้ำยางในถาด 3 รอบเพื่อให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียใกล้เคียงกันในทุกจุด

3.7.3 การปรับค่า pH โดยการระเหยแอมโมเนียออกจากยางน้ำยางด้วยการพาแบบบังคับ

ทำการทดลองคล้ายกับหัวข้อ 3.7.2 แต่มีการเปิดพัดลมเป่าอากาศที่ผิวหน้าของถาดยางน้ำยาง เพื่อช่วยในการระเหย การสุ่มตัวอย่างและการวัดค่าทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.7.2

3.8 การทดสอบเตรียมยางสกิม

3.8.1 การทดสอบเตรียมยางสกิมกับยางน้ำยางที่ปรับค่า pH โดยกรดเกลือ

3.8.1.1 การรวมตะกอนยางน้ำยางปกติและยางน้ำยางที่เป็นกลาง โดยใช้สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกเข้มข้น 2% wt/wt

นำยางน้ำยาง (ทั้งยางน้ำยางปกติ และยางน้ำยางที่เป็นกลาง) ปริมาณ 100 ml ใส่ในบีกเกอร์ เติมสารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติก (เข้มข้น 2% wt/wt) ความเข้มข้น 0.8% wt/vol ในปริมาณต่างๆ คือ 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ml แล้วเติมน้ำเพื่อให้ปริมาตรรวมเท่ากับ 150 ml จากนั้นนำไปปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 200 rpm เป็นเวลา 5 นาที และปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 50 rpm เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงก่อนนำไปกรองด้วยผ้ากรอง นำเนื้อยางที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70-80°C จนกระทั่งแห้งแล้วบันทึกผลน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณเป็น %เนื้อยางที่รวมตะกอน(%Solid removal) ได้ต่อไป โดยค่า %เนื้อยางที่รวมตะกอนได้ หาได้จากสมการ (3.4)

$$\% \text{ ของแข็งที่ถูกจับตะกอน} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่ถูกรวมตะกอน} \times 100}{\text{น้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารแขวนลอย}} \quad (3.4)$$

(% solid removal)

3.8.1.2 การรวมตะกอนหางน้ำยาที่เป็นกลาง โดยใช้สารละลายโคโตซานละลายในกรดอะซิติกเข้มข้น 1 % wt/wt

ใช้หางน้ำยาที่เป็นกลาง ดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.8.1.1 โดยใช้สารรวมตะกอนเป็นสารละลายโคโตซานละลายในกรดอะซิติก (เข้มข้น 1% wt/wt) ความเข้มข้น 0.8% wt/vol ในปริมาณต่างๆ เพื่อเป็นการทดสอบความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เหมาะสมในการรวมตะกอนหางน้ำยา

3.8.2 การทดสอบเตรียมยางสกิมกับหางน้ำยาปกติ และหางน้ำยาที่ปรับค่า pH โดยการระเหยแอมโมเนีย

3.8.2.1 การทดสอบเบื้องต้น

(1) ทดสอบผลของสารรวมตะกอนที่เหมาะสม

ทำทดสอบผลของสารรวมตะกอนทั้ง 6 กลุ่มในหัวข้อ 3.5 โดยนำหางน้ำยา 100 ml ใส่ในบีกเกอร์ เติมสารรวมตะกอนในปริมาณที่กำหนด ดังตารางที่ 3.1 นำไปปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 100 rpm เป็นเวลา 5 นาที และปั่นกวนด้วยความเร็วรอบช้า 50 rpm เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วใช้ผ้ากรองไนลอน PES 150/35 กรองแยกส่วนของเนือยาง ออกจากส่วนของน้ำเซรัม สำหรับน้ำเซรัมนำไปวัดค่าความขุ่นและค่า pH ส่วนเนือยางนำไปล้างน้ำเปล่า ซึ่งเป็นการล้างสารรวมตะกอนบางส่วนออกไป และรีดให้มีความหนาประมาณ 2 มม. แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C จนกระทั่งแห้งบันทึกผลน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณเป็น %เนือยางที่รวมตะกอนได้ (%solid removal) ต่อไป

(2) ทดสอบผลของการปั่นกวนในการรวมตะกอนยางสกิม

ทำการทดสอบผลของการปั่นกวน 2 แบบ คือ การใช้การกวนเร่งเพื่อจับก้อน และการปล่อยให้จับก้อนเองโดยมิได้กวน โดยใช้หางน้ำยา 100 ml ในบีกเกอร์ เติมกรดซัลฟิวริก 98% wt/wt เป็นสารรวมตะกอน โดยคำนวณปริมาณกรดที่ใช้ในการทดสอบตามข้อมูลที่โรงงานน้ำยางชั้นใช้ (อ้างอิงข้อมูลการใช้กรดซัลฟิวริกในการจับยางสกิมของโรงงานน้ำยางชั้นบริษัท ยางวีเอ จำกัด จังหวัดตรัง) บีกเกอร์หนึ่งหลังจากเติมกรดแล้วปั่นกวนให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งเนือยางรวมก้อนกันเองเช่นที่โรงงานน้ำยางชั้นทำ อีกบีกเกอร์หลังจากเติมกรดแล้วนำไปปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 100 rpm เป็นเวลา 5 นาที และปั่นกวนด้วยความเร็วรอบช้า 50 rpm เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วใช้ผ้ากรองไนลอน PES 150/35 กรองแยก

ส่วนของเนื้อเยื่อ นอกจากส่วนของน้ำเซรัม สำหรับน้ำเซรัมนำไปวัดค่าความขุ่นและค่า pH ส่วนเนื้อเยื่อนำไปล้างน้ำเปล่า ซึ่งเป็นการล้างสารรวมตะกอนบางส่วนออกไป และรีดให้มีความหนาประมาณ 2 มม. แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C จนกระทั่งแห้งบันทึกผลน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณเป็น %เนื้อเยื่อที่รวมตะกอนได้ (%solid removal) ต่อไป

ตารางที่ 3.1

แสดงปริมาณของสารรวมตะกอนแต่ละกลุ่มที่จะใช้ในการทดสอบเบื้องต้น

สารรวมตะกอน	ความเข้มข้นของสารรวมตะกอน	ปริมาตรที่ใช้เติม (ml)
สารละลายโคโคซานละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 2%, 1.5%, 1% และ 0.5 wt/wt	0, 0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2% wt/vol	50
สารละลายกรดซัลฟิวริก	98, 80, 60 และ 40% wt/wt	0.5
สารละลายโพลีเมอร์อะคริลิไมด์ตัดแปรละลายน้ำ	0.05, 0.1 และ 0.15% wt/vol	70
สารละลายโพลีเมอร์อะคริลิไมด์ตัดแปรละลายในกรดอะซิติกความเข้มข้น 2%, 1.5%, 1% และ 0.5% wt/wt	0.05, 0.1 และ 0.15% wt/vol	50
สารละลายโคโคซานละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt	0.6, 0.8, 1.0 และ 1.2% wt/vol	0.5
สารละลายโพลีเมอร์อะคริลิไมด์ตัดแปรละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 40% wt/wt	0.05, 0.1 และ 0.15% wt/vol	0.5

3.8.2.2 การทดสอบเต็มรูปแบบ

เลือกสภาวะของสารรวมตะกอนแต่ละกลุ่มที่ให้ผลดีที่สุด เพื่อทำการทดสอบแบบเต็มรูปแบบ ตั้งแต่การระเหยแอมโมเนียบนลาดกว้าง ทั้งด้วยสถานการณ์การพาแบบธรรมชาติ และการพาแบบบังคับ จะได้หาน้ำยางที่สามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ หางน้ำยางที่ไม่ได้ระเหยแอมโมเนียเลย หางน้ำยางที่ระเหยแอมโมเนียไปแล้วส่วนหนึ่ง และหางน้ำยางที่ระเหย

แอมโมเนียจนเหลือน้อย แล้วนำหางน้ำยางนั้นๆ มาเติมสารรวมตะกอนตามสภาวะที่ให้ผลการรวมตะกอนดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม (จากการทดสอบเบื้องต้น)

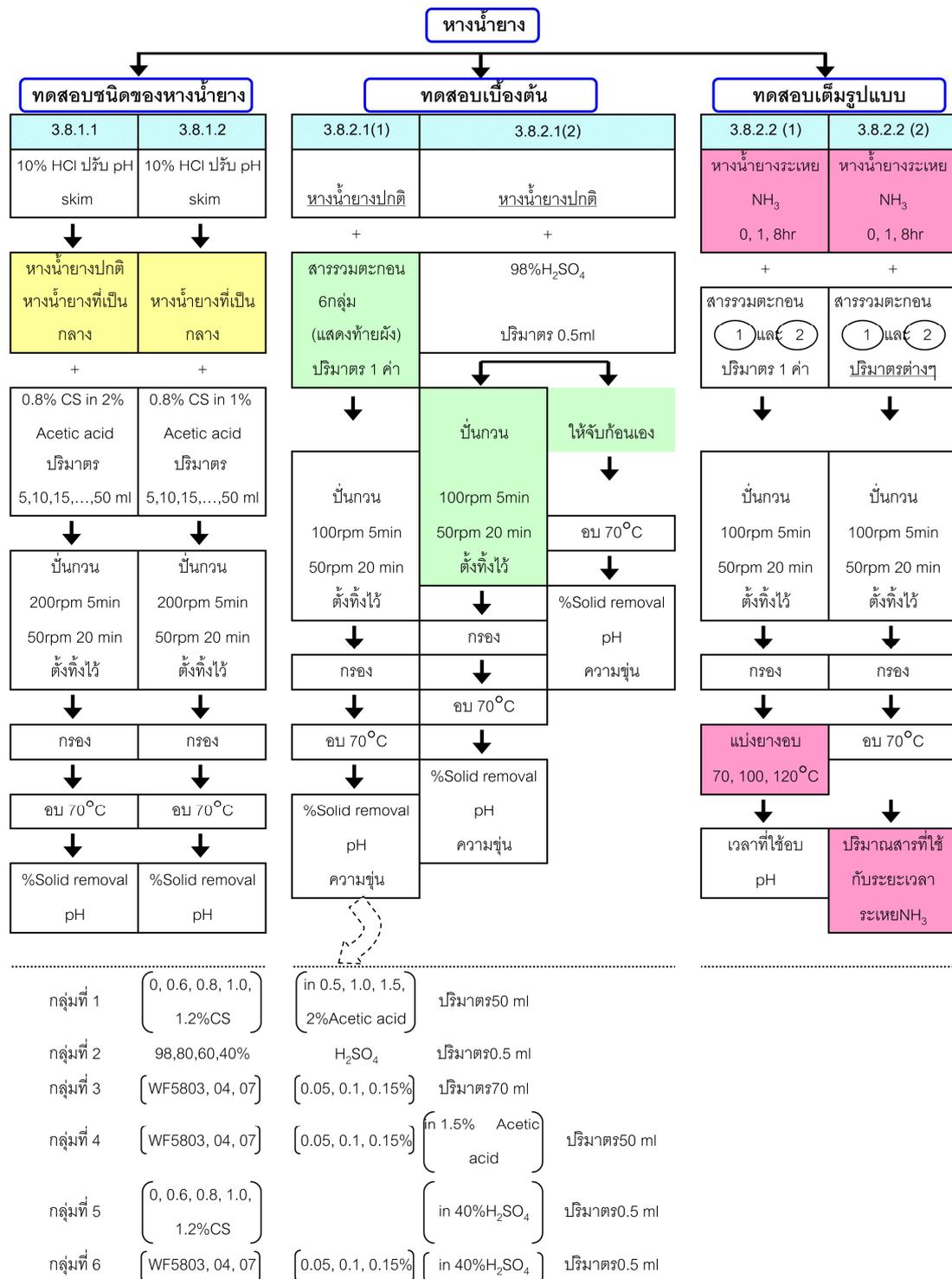
(1) การศึกษาอัตราการทำให้แห้งของยางสกิม

สำหรับวิธีทำการศึกษา จะเริ่มต้นด้วยการรวมตะกอนหางน้ำยางโดยใช้ปริมาตรหางน้ำยาง, ปริมาตรสารรวมตะกอน และขั้นตอนการทดสอบดังเช่นที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.8.2.1 (1) สำหรับเนื้อยางที่ได้จากการรวมตะกอนหลังการล้างน้ำเปล่าแล้ว จะนำเอามาทำการศึกษาอัตราการทำให้แห้งของยางสกิม โดยแบ่งก้อนยางที่ได้จากการรวมตะกอนเป็น 3 ส่วน นำเข้าอบที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 70, 100 และ 120 °C ศึกษาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปที่เวลาต่างๆ (ทุก 0.5 ชั่วโมง) จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักคงที่ในการทดลองครั้งนี้จะใช้เกณฑ์คือน้ำหนักยางของ 2 ช่วงที่ทำการบินหักกันไม่เกิน 0.0005g หรือ 0.5mg

(2) การศึกษาผลการใช้สารรวมตะกอนปริมาณต่างๆ

ทำการรวมตะกอนหางน้ำยางโดยใช้ปริมาตรหางน้ำยาง และขั้นตอนการทดสอบดังเช่นที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.8.2.1 (1) ส่วนสารรวมตะกอนที่ใช้เติมนั้นจะใช้ปริมาตรที่ลดลงตามช่วงเวลาในการระเหยแอมโมเนีย กล่าวคือหากหางน้ำยางที่ใช้มีการระเหยแอมโมเนียเป็นเวลานาน จะใช้สารรวมตะกอนในปริมาณที่ลดลง เนื้อยางที่ได้จากการทดสอบหลังจากนำไปล้างน้ำเปล่าแล้ว จะถูกรีดให้มีความหนาประมาณ 2 มม. แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C จนกระทั่งแห้งบันทึกผลน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณเป็น %เนื้อยางที่รวมตะกอนได้ (%solid removal) ต่อไป

ภาพที่ 3.2
แผนผังสรุปขั้นตอนในการเตรียมยางสกี



3.9 การขยายขนาดการทดลอง (scale-up procedure)

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของสารรวมตะกอน จากการทดสอบเบื้องต้นซึ่งเป็นผล การทดลองในระดับเล็กแล้ว (จากหัวข้อ 3.8.2.1 (1)) จะขยายขนาดการทดลองให้มีระบบใหญ่ขึ้น ปริมาตร (V) ในที่นี้จาก 0.2157 ลิตร เป็น 0.8835 ลิตร, 1.7255 ลิตร และ 3.3391 ลิตร เนื่องจาก ความปั่นป่วนของระบบมีผลต่อการจับก้อนของยาง (ผลของการไหลเนื่องจากความปั่นป่วนจาก การกวน มีมากกว่าผลของการเคลื่อนที่ของโพลิเมอร์และอนุภาคของยางที่เป็นการแพร่แบบสุ่ม ทิศทาง) ทั้งนี้เป็นไปตามหลักการของการ scale-up ระบบปั่นกวน อันขึ้นกับขนาดของถังกวน ความเร็วรอบ และขนาดของใบพัดกวน

กำหนดให้ D_a	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดกวน (m)
D_T	คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของถังกวน (m)
H	คือ ความสูงของระดับน้ำในถังกวน (m)
P	คือ กำลังงานที่ใช้ในการกวน ($J/s = W$)
N	คือ จำนวนรอบที่ใช้ในการกวน (rev/s)
N_p	คือ เลขกำลัง (Power number)
ρ	คือ ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)
V	คือ ปริมาตรทั้งหมดของสารในภาชนะ

เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะถังกวนเท่ากับ ความสูงของระดับน้ำในถังกวน ($D_{T1}=H_1$) สามารถคำนวณหาปริมาตรทั้งหมดของสาร (V) และ Scale-up ratio (R) ได้ดังสมการ ต่อไปนี้

$$V = \frac{\pi D_T^2}{4} (H) = \frac{\pi D_T^3}{4} \quad (3.5)$$

$$R = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{1/3} = \frac{D_{T2}}{D_{T1}} \quad (3.6)$$

นำค่า Scale-up ratio (R) มาคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดกวน (D_a) จาก ความสัมพันธ์

$$D_{a2} = R \cdot D_{a1} \quad (3.7)$$

เมื่อทราบค่าจำนวนรอบที่ใช้ในการกวนของระบบเล็ก (N_1) แล้วซึ่งในการทดสอบนี้ใช้ จำนวนรอบที่ใช้ในการกวนของระบบเล็กเท่ากับ 100 rpm สามารถนำมาคำนวณเพื่อหาจำนวน รอบที่จะใช้ในระบบที่ใหญ่ขึ้น (N_2) ได้จากความสัมพันธ์

$$N_2 = N_1 \left(\frac{1}{R} \right)^n = N_1 \left(\frac{D_{T1}}{D_{T2}} \right)^n \quad (3.8)$$

โดยในงานวิจัยนี้ใช้ค่า $n = 3/4$ เนื่องจากเป็นระบบของสารแขวนลอยด้วยอนุภาคของแข็ง เมื่อต้องการให้มีระดับของการกระจายตัวใกล้เคียงกันในสองระบบ (Geankoplis, 1993)

จากความสัมพันธ์ของค่ากำลังงานที่ใช้ในการกวน (P)

$$P_1 = N_p \rho N_1^3 D_{a1}^5 \quad (3.9)$$

ต้องการให้กำลังงานที่ใช้ในการกวน (P) ต่อปริมาตรของสารทั้งหมด (V) ของแต่ละ

ระบบการทดสอบเท่ากัน นั่นคือ $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_n}{V_n}$ จะได้ว่า

$$P_2 = \frac{P_1}{V_1} \cdot V_2 \quad (3.10)$$

ในงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของใบพัดกวน คือ มีใบพัดกวนเพียงแค่ 2 ขนาด คือ 0.05 m และ 0.1 m ซึ่งใบพัดขนาดเล็กจะใช้กับระบบที่มีปริมาตร V_1 และ V_2 ส่วนใบพัดขนาดใหญ่จะใช้กับระบบที่มีปริมาตร V_3 และ V_4 ดังนั้นจึงทำให้จำนวนรอบที่ใช้ในการปั่นกวนไม่เป็นไปตามสมการที่ (3.8) เพื่อหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการทดลองที่มีข้อจำกัดนี้ สามารถคำนวณได้ดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$N_2^3 = \frac{P_2 \pi D_{T2}^{3/4}}{D_{a2}} \quad (3.11)$$

$$N_3^3 = \frac{P_3 \pi D_{T3}^{3/4}}{D_{a3}} \quad (3.12)$$

$$N_4^3 = \frac{P_4 \pi D_{T4}^{3/4}}{D_{a4}} \quad (3.13)$$

ในการทดสอบขยายขนาดการทดลองในครั้งนี้ใช้ค่าขนาดของถังกวน ปริมาตรทั้งหมด ขนาดของใบพัดและความเร็วรอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

แสดงค่าที่ใช้ในการทดสอบจากการคำนวณสำหรับการขยายขนาดการทดลอง

	ขนาดของถังกวน	ปริมาตรทั้งหมด	ขนาดของใบพัด	ความเร็วรอบ
	(m)	(ลิตร)	(m)	(rpm)
1	0.065	0.2157	0.05	100
2	0.104	0.8835	0.05	180
3	0.130	1.7255	0.1	75
4	0.162	3.3391	0.1	99

3.10 การทดสอบสมบัติของยางสกิมที่จับก้อนได้ และสมบัติของน้ำเซรัม

3.10.1 ทดสอบสมบัติของยางสกิมที่จับก้อนได้

เนื่องจากเนื้อยางสกิมที่ได้จากการทดลองระดับเล็ก จะได้น้ำหนักเนื้อยางไม่เพียงพอต่อการส่งตรวจคุณสมบัติเนื้อยางแห้ง ดังนั้นเนื้อยางสกิมเพื่อส่งตรวจจึงได้มาจากการรวบรวมเนื้อยางสกิมจากหน่วยการทดลองหลายหน่วย ของสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของสารรวมตะกอนแต่ละกลุ่ม การทดสอบคุณสมบัติของเนื้อยางสกิม ส่งทดสอบที่ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ ดังรายละเอียดตามเอกสารวิชาการยางแท่งเอสทีอาร์ 3/2538 ซึ่งคุณสมบัติที่ทดสอบมีดังนี้

3.10.1.1 ปริมาณสิ่งสกปรก

3.10.1.2 ปริมาณสิ่งระเหย

3.10.1.3 ปริมาณเถ้า

3.10.1.4 ปริมาณไนโตรเจน

3.10.1.5 ความอ่อนตัวเริ่มแรก (P_0) ความอ่อนตัวเป็นสมบัติของยางดิบหรือยางผสมที่ยังไม่ได้วัลคาไนซ์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุลยาง ซึ่งแสดงถึงความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของยาง และองศาของการไหลของยางได้สภาวะอุณหภูมิและแรงอัดที่กำหนด (<http://www.rubbercenter.org/dictionary/total.php>)

3.10.1.6 ดัชนีความอ่อนตัว (PRI: Plasticity Retention Index) อัตราส่วนของค่าพลาสติกซิตีหลังจากการให้ความร้อนในตู้อบอากาศร้อนเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 140

องศาเซลเซียส ต่อค่าพลาสติกซีดีที่ก่อนการให้ความร้อนในตู้อบ ซึ่งค่านี้จะบอกถึงความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชันของยางดิบ (<http://www.rubbercenter.org/dictionary/total.php>)

3.10.1.7 ความหนืดมูนนี่ ML (1+4) 100°C ความหนืดของยางดิบหรือยางคอมพาวด์ ทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืด Mooney viscometer ซึ่งเครื่องวัดดังกล่าวมีจานโลหะหมุนอยู่ในห้องใส่ยาง ภายใต้อุณหภูมิและความดันตามที่กำหนดไว้ การหมุนของจานโลหะในยางทำให้เกิดแรงบิด (torque) ขึ้น และจะขับให้สปริงรูปตัวยูเกิดการเคลื่อนที่ ใช้ไมโครมิเตอร์วัดขนาดการเคลื่อนที่ให้ออกมาเป็นมาตรที่เรียกว่า Mooney Viscosity เช่น 50 ML 1+4 (100°C)

50 หมายถึง ค่าความหนืดที่วัดได้ในหน่วยมูนนี่

M หมายถึง Mooney

L หมายถึง จานหมุนขนาดใหญ่ (ถ้าใช้จานหมุนขนาดเล็กให้ใช้อักษร S)

1 หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการอุ่นยางก่อนทดสอบ เป็นนาที

4 หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เป็นนาที

100 °C หมายถึง อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

(<http://www.rubbercenter.org/dictionary/total.php>)

3.10.2 ทดสอบสมบัติของน้ำเซรั่ม

การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำเซรั่ม ตรวจค่าความขุ่น และค่า pH ที่ห้องปฏิบัติการภาคิวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และส่งตรวจคุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ BOD, COD, ไนโตรเจน และของแข็งแขวนลอยที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม บริษัท เบตเตอร์ เวิลด์กรีน จำกัด(มหาชน)

3.10.2.1 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

ค่า BOD จะบอกปริมาณความสกปรกของน้ำ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ การวิเคราะห์หาค่า BOD เป็นวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปเป็นเวลา 5 วันในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 °C (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2547) เนื่องจากที่อุณหภูมิ 20°C จะใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำทั่วไป และไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (nitrifying bacteria) เจริญเติบโตช้า ส่วนระยะเวลาการบ่มเชื้อ (incubation) เลือกลงใช้ 5 วัน เพราะถ้าน้อยกว่านี้ปริมาณออกซิเจนก็จะถูกใช้ไปน้อยมาก และเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ออกซิเจนไปในช่วงที่สองของการย่อยสลายโดยไนตริไฟอิงแบคทีเรีย

3.10.2.2 COD

ค่า COD จะบอกปริมาณความสกปรกของน้ำ โดยคิดเปรียบเทียบกับในรูปของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ โดยใช้สารเคมีที่มีอำนาจในการออกซิไดซ์สูงในสารละลายที่เป็นกรด (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2547)

การวิเคราะห์โดยวิธี Closed Reflux คือใช้ตัวเติมออกซิเจน (สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ทำการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสีย ที่ทราบปริมาณสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่แน่นอนและเติมในปริมาณที่เกินพอในสถานะที่เป็นกรดอย่างรุนแรงและอุณหภูมิสูง โดยใช้ Ag^+ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จากนั้นวัดปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือ โดยนำไปไตเตรตกับเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate, FAS) และใช้เฟอร์โรอิน (Ferroun) เป็นอินดิเคเตอร์ ทำให้ทราบปริมาณของโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้การออกซิไดซ์สารอินทรีย์ได้ ซึ่งวิธี Closed Reflux มีข้อดีคือ ประหยัดสารเคมี สะดวกสามารถทำได้ง่าย ทราบผลรวดเร็ว และน่าเชื่อถือกว่าค่า BOD_5 เนื่องจากมีตัวแปรผันน้อย รวมทั้งสามารถลดผลกระทบที่มีต่อสภาวะแวดล้อม

3.10.2.3 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนในน้ำและน้ำทิ้ง มีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$), ไนไตรท์-ไนโตรเจน ($\text{NO}_2^- \text{-N}$) และไนเตรต-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- \text{-N}$) นอกจากนี้อาจจะอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ออร์แกนิกไนโตรเจน (Organic N) (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2547) สารประกอบไนโตรเจนทั้ง 4 ประเภท ดังกล่าว รวมทั้งก๊าซไนโตรเจน (N_2) มีความสัมพันธ์กันเป็นวงจร เรียกว่า วงจรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen)

น้ำโสโครกและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดจะมีปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่าน้ำตามธรรมชาติหรือน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้ว เนื่องจากน้ำโสโครกและน้ำทิ้งดังกล่าวมีปริมาณของสารอินทรีย์อยู่มาก จึงทำให้มีไนโตรเจนอยู่มากกว่าน้ำธรรมชาติ ในการหาแอมโมเนียไนโตรเจนนั้น อาจมีสารรบกวนที่มีอยู่ในน้ำ ซึ่งจะทำให้ผลวิเคราะห์ผิดไป เช่น ถ้ามี $\text{Ca}^{2+} > 250$ มก./ลิตร ค่าของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่วัดได้จะน้อยกว่าความเป็นจริง เพราะ Ca^{2+} จะทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตบัฟเฟอร์ให้ตะกอนแคลเซียมฟอสเฟต และ H^+ ออกมา จึงจำเป็นต้องปรับ pH ให้เหมาะสม เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าถูกต้อง แอมโมเนีย-ไนโตรเจนจะถูกดันออกมาที่ pH ประมาณ 9.5 ดังนั้นในการกลั่นจำเป็นต้องใส่สารละลายบัฟเฟอร์เพื่อ

ควบคุม pH ให้มีค่าใกล้เคียง 9.5 ถ้าขณะกลั่นมี pH สูงเกินไป สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอยู่จะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด ทำให้มีบางส่วนรั่วไหลออกไปก่อนต่อเข้ากับ condenser แต่ถ้า pH ต่ำไปแอมโมเนียจะถูกกลั่นออกมาไม่หมด แอมโมเนียที่ระเหยออกมาในขณะกลั่นจะถูกเก็บโดยให้ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกหรือกรดบอริก จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจน โดยการเทียบสีหรือโดยการไตเตรตกับสารละลายกรด ซึ่งทราบความเข้มข้นที่แน่นอน

ออร์แกนิกไนโตรเจน (Organic-Nitrogen)

ออร์แกนิกไนโตรเจนที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำอาจอยู่ในสารประกอบเหล่านี้คือ กรดอะมิโน โพลีเปปไทด์ โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบอันเกิดจากกระบวนการทางชีววิทยา การวิเคราะห์ออร์แกนิกไนโตรเจน ทำโดยวิธี Kjeldahl Method มีเมอร์คิวริกซัลเฟต (HgSO_4) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) พวกออร์แกนิกไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนียมซัลเฟต หลังจากการย่อยสารละลายด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น มีโปแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวเพิ่มจุดเดือด สารละลายที่ย่อยสลายแล้วจะถูกเจือจาง และทำให้เป็นด่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น จากนั้นนำสารละลายไปกลั่นต่อโดยมีสารละลายกรดบอริกเป็นตัวดูดกลืน เพื่อนำไปหาปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนต่อไป โดยการไตเตรตดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ ถ้าไม่ได้แยกแอมโมเนียไนโตรเจนออกเสียก่อนผลที่ได้จะเป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN) ซึ่งหมายถึงผลบวกระหว่างออร์แกนิกไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจน

3.10.2.4 ของแข็งแขวนลอย (SS: Suspended Solids)

หมายถึง ของแข็งทั้งหมดที่ตกค้างอยู่บนกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) และถูกทำให้แห้งที่ $103-105\text{ }^{\circ}\text{C}$ จนมีน้ำหนักคงที่ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2547)

3.10.2.5 ความขุ่น (Turbidity)

เกิดจากอนุภาคแขวนลอยต่างๆ (Suspended matters) ที่อยู่ในน้ำซึ่งขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น เมื่อมีแสงส่องกระทบสารแขวนลอยจะเกิดการหักเหของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบ หรือแสงนั้นอาจจะถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้อีก จึงทำให้มองเห็นว่าน้ำนั้นขุ่น (สิทธิชัย ตันธนะสุภะดี, 2549) โดยทั่วไปความขุ่นจะอ่านค่าเป็นหน่วย NTU (Nephelometric Turbidity Units) เครื่องมือวัดความขุ่นจะอาศัยหลักเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่ส่องผ่านตัวอย่างน้ำ

กับความเข้มข้นของแสงที่ผ่านสารละลายที่มีความขุ่นมาตรฐาน (Standard reference suspension) ถ้าตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นสูงก็จะทำให้ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาน้อย

3.10.2.6 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน (H^+) ในน้ำ มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยทั่วไปน้ำมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-8