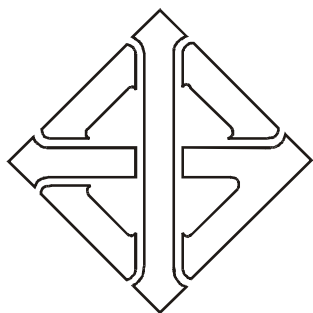




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 578 – 2549

วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก

METHODS FOR ANALYSIS AND TEST OF LAUNDRY DETERGENT POWDER

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 71.100.40

ISBN 974-292-248-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก

มอก. 578 — 2549

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3000

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 55 ง
วันที่ 3 พฤษภาคม พุทธศักราช 2550

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 51
มาตรฐานผงซักฟอก

ประธานกรรมการ

ศ. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นางสาวชนิษฐา พานชูวงศ์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสาวผาณิต รัตสุข

กรมควบคุมมลพิษ

นางกุลญดา ทอนมณี

นายชานัน ติรณะรัต

นางสาวอัญชลี เจริญมหาราชชัย

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นางรณิษฐ์ หวังดีธรรม

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นางกาญจนา อนุรักษกุลกุล

บริษัท ไลอ้อน (ประเทศไทย) จำกัด

นายชนะชัย วรรณประเสริฐ

บริษัท คอลเกต-ปาล์มโอลีฟ (ประเทศไทย) จำกัด

นางสาวปิยธิดา ตูลยลักษณ์

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด

นายจิตเทพ ชัดขจร

นางกรองทอง รัตนานนท์

บริษัท แอมเวย์ (ประเทศไทย) จำกัด

R.D. KHIMESRA

บริษัท ไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์ จำกัด

นายชัยรัตน์ สุวรรณประเสริฐ

บริษัท พีคิว เคมีคอลส์ (ประเทศไทย) จำกัด

นายถวัลย์ เล่าชี

กรรมการและเลขานุการ

นางอารัมภรัตน์ รัชดานุรักษ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอกนี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.578-2528 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 102 ตอนที่ 148 วันที่ 16 ตุลาคม พุทธศักราช 2528 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานขึ้นใหม่เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.578-2540 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 115 ตอนที่ 4 ง วันที่ 13 มกราคม พุทธศักราช 2541 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมและถูกต้อง จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ASTM D 820-93 (Reapproved 2003)	Standard Test Methods for Chemical Analysis of Soaps Containing Synthetic Detergents
ASTM D 2330-02	Standard Test Method for Methylene Blue Active Substances
ASTM E 1347-03	Standard Test Method for Color and Color- Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry
BS 3762 : Section 3.7 : 1986 (2002)	Analysis of formulated detergents Part 3. Quantitative test methods Section 3.7 Method for determination of total non-ionic matter content
Fed.spec.P-D-245 F AMENDMENT 1 October 11, 1991	Detergent, general purpose, lanundry and hand dishwashing (granular)
JIS K 3362-1990	Testing Methods for Synthetic Detergent
SS 231 : 1980 Amendment NO.1 August 1994	Specification for Laundry detergent powder for household use in manual washing
Method for the determination of the biodegradability of surfactants used in synthetic detergents, Organization for Economic Co-operation and Development	
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC, 20th Edition, 1998	

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3670 (พ.ศ. 2550)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก มาตรฐานเลขที่ มอก.578-2540

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2298 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก ลงวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ.2540 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก มาตรฐานเลขที่ มอก.578-2549 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผงซักฟอก ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก.78-2549 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

โสมิต ปันเปียมรัชฎ์

(นายโสมิต ปันเปียมรัชฎ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีวิเคราะห์และทดสอบผงซักฟอก

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดวิธีวิเคราะห์และทดสอบ คุณลักษณะทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพของผงซักฟอก

2. ความเป็นกรด-ด่าง

- 2.1 เครื่องมือ
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ที่มีความไวและอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.05 หน่วย ก่อนใช้ให้ใช้สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ปรับเครื่องวัดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.0
- 2.2 วิธีทดสอบ
ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม $\pm$ 0.001 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ๆ และตั้งไว้ให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง เจือจางจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.1 หน่วย

3. สารที่ละลายได้ในเอทานอล

- 3.1 เครื่องมือ
- 3.1.1 เครื่องอ่างน้ำ (water bath) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 90 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส
- 3.1.2 ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส
- 3.2 สารเคมี
เอทานอล ร้อยละ 95 โดยปริมาตร
- 3.3 วิธีวิเคราะห์
- 3.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1.0 กรัมถึง 2.0 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.001 กรัม (m_1) ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำเอทานอลประมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปิดบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิลา นำไปใส่ไว้ในเครื่องอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารละลายเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (โดยคนเป็นครั้งคราว) แล้วตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยเอทานอลจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งไว้ในที่ตะกอนนอนก้น (อาจใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงที่มีความเร็วสูงเพื่อช่วยในการแยกตะกอน แต่จะต้องระมัดระวังการระเหยของเอทานอล)

- 3.3.2 เตรียมขามระเหยที่สะอาดและผ่านการอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทราบมวลแล้ว (m_2) ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขามระเหย นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำและอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งหามวล และอบซ้ำจนมวลเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก (m_3)

3.4 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณสารที่ละลายได้ในเอทานอล จากสูตร

$$\text{สารที่ละลายได้ในเอทานอล ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \times \frac{250}{100} \times 100$$

เมื่อ m_3 คือ มวลของขามระเหยที่มีสารที่ละลายได้ในเอทานอล เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของขามระเหย เป็นกรัม

m_1 คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

4. สารลดความกระด้างของน้ำ

4.1 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

4.1.1 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม 0.10 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต 10.000 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์เป็นเวลา 2 นาทีถึง 3 นาที ทำให้เย็น เติมน้ำกลั่น 2 หยดถึง 3 หยด แล้วปรับสีของสารละลายให้เป็นสีส้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1+1 ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

4.1.2 สารละลายบัฟเฟอร์ ความเป็นกรด-ด่าง 10.0

ชั่งไดโซเดียมเอทิลีนไดเอมีนเททราอะซิเตตไดไฮเดรต 1.179 กรัม และแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 780 มิลลิกรัม หรือแมกนีเซียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 644 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นในสารละลายผสมระหว่าง แอมโมเนียมคลอไรด์ 16.9 กรัม กับสารละลายแอมโมเนีย (ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก) 172 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ไว้ในขวดพลาสติกหรือขวดแก้ว ปิดปากขวดให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย หรือการดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ หากเติมสารละลายบัฟเฟอร์นี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในตัวอย่างแล้วไม่สามารถรักษาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่จุดยุติของการไทเทรตไว้ได้ที่ 10 ± 0.1 ให้เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ใหม่

4.1.3 เออร์โอโครมแบล็กทีอินดิเคเตอร์

นำผงเออร์โอโครมแบล็กที 0.5 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ 100 กรัม มาบดผสมให้เข้ากัน

4.1.4 สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.05 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชั่งไดโซเดียมเอทิลีนไดแอมีนเทรแอสีเทตไดไฮเดรต 18.615 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร แล้วสอบเทียบความเข้มข้นที่แน่นอนโดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานแคลเซียม

4.2 วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.80 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.001 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตต์ดูดน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ คนให้ละลาย แล้วใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานแคลเซียม 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์โดยคนตลอดเวลาอย่างน้อย 10 นาที กรองจนได้สารละลายใส ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ปรับความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 10 เดิมเอริโอโครมแบล็กทีอินดิเคเตอร์ปริมาณที่เหมาะสม ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลายเปลี่ยนจากสีแดงคล้ำเป็นสีน้ำเงิน

4.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณสารลดความกระด้างของน้ำ จากสูตร

$$\text{สารลดความกระด้างของน้ำ (คำนวณเป็นแคลเซียมที่ทำปฏิกิริยา)} = \frac{200.4 - (V \times c \times 80.16)}{m}$$

มิลลิกรัมต่อกรัม

เมื่อ V คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

m คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

5. ฟอสเฟตทั้งหมด

5.1 เครื่องมือ

5.1.1 ขามระเหยหรือครุชเบิลขนาดใหญ่ ทำด้วยกระเบื้องหรือซิลิกา

5.1.2 เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 550 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส

5.1.3 แท่นให้ความร้อน (hot plate)

5.1.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ที่มีความไวและอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.05 หน่วย ก่อนใช้ให้ใช้สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ปรับเครื่องวัดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.0 และ 9.0

5.2 สารเคมีและสารละลาย

5.2.1 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

5.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก

5.2.3 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่ไม่มีคาร์บอนเนตเจือปน ให้เก็บสารละลายนี้ในสภาพที่ไม่สามารถดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศได้

5.3 วิธีวิเคราะห์

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.01 กรัม ใส่ลงในขามระเหยหรือครุชชีเบล แล้วเผาด้วยไฟอ่อน ๆ จนไม่มีควันหรือไอออกมาอีก จากนั้นนำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีถึง 15 นาที ทำให้เย็น แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระเหยจนแห้ง เติมน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วถ่ายลงในบีกเกอร์ขนาด 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ล้างขามระเหยหรือครุชชีเบลด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง รวมน้ำล้างลงในบีกเกอร์ จนได้ปริมาตรทั้งหมดประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิลา ท้มบนแท่นให้ความร้อนให้เดือดเบา ๆ เป็นเวลาประมาณ 30 นาทีถึง 60 นาที ตั้งไว้ให้เย็น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเป็น 4.3 ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ อย่างระมัดระวัง จนสารละลายมีความเป็นกรด-ด่าง 8.8 บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต

5.4 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด จากสูตร

$$\text{ฟอสเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น } P_2O_5 \text{) ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{V \times c \times 7.098}{m}$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

m คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

6. ต่างทั้งหมด

6.1 สารละลายและวิธีเตรียม

6.1.1 สารละลายเมทิลออเรนจอินดิเคเตอร์ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซึ่งเมทิลออเรนจ 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6.1.2 สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

6.2 วิธีวิเคราะห์

6.2.1 ซึ่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.001 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เป็นสารละลายตัวอย่าง

6.2.2 ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายตัวอย่าง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายเมทิลออเรนจอินดิเคเตอร์ 5 หยด ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนสี บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต

6.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณต่างทั้งหมด จากสูตร

$$\text{ต่างทั้งหมด (คำนวณเป็น Na}_2\text{O) ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{V \times c \times 3.10}{m} \times \frac{250}{50}$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

m คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

7. โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

7.1 เครื่องมือ

7.1.1 เครื่องสกัด (extractor)

7.1.2 เบ้ากรองที่มีรูพรุนเล็ก ๆ (fine porosity fritted glass crucible)

7.1.3 ขวดกลั่นขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมเครื่องควบแน่นกลั่นกลับ

7.1.4 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

7.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

7.2.1 แอนไฮดรัสเอทานอล

7.2.2 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

7.2.3 สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

สกัดโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ใช้สำหรับทำผงซักฟอกประมาณ 2 กรัม ด้วยแอนไฮดรัสเอทานอล ในเครื่องสกัดเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง อบส่วนที่เหลือจากการสกัดให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนมวลคงที่ ซึ่งโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่อบแห้งแล้ว 0.200 0 กรัม $\pm$ 0.000 1 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

7.2.4 สารละลายกรดซัลฟิวริก 10 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างช้า ๆ ลงในน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

7.2.5 สารละลายไดไฮดรอกซีแนฟทาลีน

ซึ่ง 2,7-ไดไฮดรอกซีแนฟทาลีน 0.100 กรัม ละลายในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ตั้งไว้ค้างคืน แล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาลในที่มืด

7.3 วิธีวิเคราะห์

7.3.1 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.001 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมแอนไฮดรัสเอทานอล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วต้มบนเครื่องอังไอน้ำเป็นเวลา 5 นาที รินของเหลว ส่วนบนลงเบ้ากรอง เก็บส่วนที่เหลือไว้ในบีกเกอร์ สกัดเช่นเดียวกันนี้อีก 4 ครั้ง โดยใช้แอนไฮดรัสเอทานอล ครั้งละ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่อย ๆ เทส่วนที่เหลือทั้งหมดลงในเบ้ากรอง อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วถ่ายจากเบ้ากรองลงในขวดกลั่น ล้างเบ้ากรองให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นร้อนปริมาตรเล็กน้อย (ปริมาตรของ

น้ำกลั่นที่ใช้ล้างทั้งหมดต้องไม่เกิน 50 ลูกบาศก์ เซนติเมตร) เก็บน้ำล้างรวมไว้ในขวดกลั่น ค่อยๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 38 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกลั่น กลับเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พร้อมกับเตรียมสารละลายมาตรฐานและสารละลายแปลงก์

7.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลส 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดกลั่น เติมน้ำกลั่น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 38 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกลั่นกลับเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

7.3.3 การเตรียมสารละลายแปลงก์

ใช้ปิเปตต์ดูดน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดกลั่น เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 38 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกลั่นกลับเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

7.3.4 หลังจากกลั่นกลับสารละลายตามข้อ 7.3.1 ถึงข้อ 7.3.3 แล้ว ล้างเครื่องควบแน่นกลั่นกลับด้วยน้ำกลั่น 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรถึง 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร รวมน้ำล้างลงในขวดกลั่น ตั้งไว้ให้เย็น ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ล้างขวดกลั่นด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกปริมาตรเล็กน้อย ตั้งไว้ให้เย็น เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายแปลงก์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายมาตรฐาน 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ลงในหลอดแก้วซึ่งทำเครื่องหมายไว้ 6 หลอดตามลำดับ เติมสารละลายไดไฮดรอกซีแนฟทาลีน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในแต่ละหลอด แล้ววางในเครื่องอังไอน้ำเป็นเวลา 90 นาที ตั้งไว้ให้เย็น ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร สารละลายมาตรฐานที่ได้มีโซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลส ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก และร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักตามลำดับ

7.3.5 วัดค่าความดูดกลืนของสารละลายมาตรฐาน (ข้อ 7.3.4) และสารละลายแปลงก์ด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยให้สารละลายแปลงก์มีค่าความดูดกลืนเป็น 0 เขียนกราฟสอบเทียบระหว่างค่าความดูดกลืนกับปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลสในสารละลายมาตรฐานเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

7.3.6 วัดค่าความดูดกลืนของสารละลายตัวอย่าง แล้วคำนวณหาปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตซีเมทิลเซลลูโลสจากกราฟสอบเทียบ

8. การเพิ่มความสดใส

8.1 เครื่องมือ

8.1.1 ผ้าฝ้ายขาวมาตรฐาน ขนาด 12 เซนติเมตร × 18 เซนติเมตร

8.1.2 แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเล็ต

8.2 วิธีทดสอบ

นำผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานไปซักฟอกด้วยผงซักฟอกตัวอย่างตามข้อ 9.3 แล้วส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตในห้องมืด เปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานที่ไม่ได้ผ่านการซักฟอก ผ้าที่ผ่านการซักฟอกด้วยผงซักฟอกตัวอย่างแล้วต้องเรืองแสงมากกว่าจึงจะถือว่าผงซักฟอกตัวอย่างนั้นมีสารเพิ่มความสดใสอยู่

9. ความสามารถในการซักฟอก

9.1 เครื่องมือ

9.1.1 เครื่องทดสอบการซักฟอก

ให้ใช้เครื่องเติร์กโอโทมิเตอร์ (terg-O-Tometer) หรือเครื่องทดสอบการซักฟอกอื่น ๆ ที่เทียบเท่า ที่มีถังซักขนาด 1 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีอัตราเร็วในการซัก 150 รอบต่อนาที

9.1.2 ผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐานและผ้าฝ้ายขาวมาตรฐาน

- (1) ผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐาน ขนาด 10 เซนติเมตร × 18 เซนติเมตร ที่หาค่าการสะท้อนแสงตามข้อ 10.2 แต่วัดค่าการสะท้อนแสงเฉพาะด้านที่เปื้อนเพียงด้านเดียว
- (2) ผ้าฝ้ายขาวมาตรฐาน ขนาด 12 เซนติเมตร × 18 เซนติเมตร ที่หาค่าการสะท้อนแสงตามข้อ 10.2 แล้ว

9.1.3 เตารีด

ให้ใช้เตารีดที่ปรับอุณหภูมิได้

9.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

น้ำ น้ำกลั่น และสารละลายที่ใช้ในการทดสอบให้มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส

9.2.1 ผงซักฟอกอ้างอิงชนิดซักฟอกด้วยมือ (กรณีผงซักฟอกตัวอย่างเป็นชนิดซักฟอกด้วยมือ และชนิดซักฟอกด้วยมือหรือเครื่องซักผ้า)

ผสมสารเคมีตามชนิดและปริมาณที่กำหนดในตารางที่ 1 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้โกร่งบดสารเคมีดังกล่าว 2 ครั้ง ครั้งแรกบดสารเคมีตามรายการที่ 1 และรายการที่ 2 เข้าด้วยกัน ครั้งที่ 2 บดสารเคมีตามรายการที่ 3 ถึงรายการที่ 6 เข้าด้วยกัน ผสมสารเคมีทั้งหมดที่บดแล้วให้เป็นเนื้อเดียวกัน อาจใช้น้ำกลั่นช่วยในการบดและผสมด้วยก็ได้ แล้วทำให้แห้งจนมีมวลเท่าเดิม

9.2.2 ผงซักฟอกอ้างอิงชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า (กรณีผงซักฟอกตัวอย่างเป็นชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า)

ผสมสารเคมีตามชนิดและปริมาณที่กำหนดในตารางที่ 1 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 9.2.1

ตารางที่ 1 สารเคมีที่ใช้เตรียมผงซักฟอกอ้างอิง
(ข้อ 9.2.1 และข้อ 9.2.2)

หน่วยเป็นกรัม

รายการที่	สารเคมี	ผงซักฟอกอ้างอิง ชนิดซักฟอกด้วยมือ	ผงซักฟอกอ้างอิง ชนิดซักฟอกด้วยเครื่องซักผ้า
1	โซเดียมแอลคิลอะริลซัลโฟเนต	18.4 ± 0.5	5.1 ± 0.2
2	แอนไฮดรัสโซเดียมไทรพอลิฟอสเฟต	21.0 ± 0.5	21.0 ± 0.5
3	แอนไฮดรัสโซเดียมซิลิเคต	3.4 ± 0.1	3.4 ± 0.1
4	โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	0.31 ± 0.01	0.31 ± 0.01
5	ไทโนพล ดีเอ็มเอส	0.10 ± 0.01	0.10 ± 0.01
6	แอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต	ปริมาณที่เหลือที่ทำให้ของผสมทั้งหมดเป็น 100	

หมายเหตุ ข้อกำหนดคุณภาพของสารเคมี ดูภาคผนวก ก.

9.2.3 สารละลายผงซักฟอก 10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซึ่งผงซักฟอกตัวอย่างหรือผงซักฟอกอ้างอิงแล้วแต่กรณี 10.0 กรัม ± 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่น
เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

9.2.4 สารละลายมาตรฐานน้ำกระด้าง ความกระด้าง (คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต) 3 000 มิลลิกรัมต่อ
กิโลกรัม

ซึ่งแคลเซียมคลอไรด์ไดไฮเดรต ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 3.544 กรัม ± 0.002 กรัม และแมกนีเซียมคลอไรด์
เฮกซะไฮเดรต 1.194 กรัม ± 0.002 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร
1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

9.2.5 สารละลายมาตรฐานน้ำกระด้าง ความกระด้าง (คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต) 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
เจือจางสารละลายมาตรฐานน้ำกระด้าง (ข้อ 9.2.4) 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยน้ำกลั่นจนสารละลาย
มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

9.3 วิธีทดสอบ

9.3.1 เตรียมสารละลายผงซักฟอกตัวอย่าง จำนวน 2 ชุด โดยใส่สารละลายผงซักฟอกตัวอย่าง 200 ลูกบาศก์
เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 1 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 775 ลูกบาศก์เซนติเมตร
และสารละลายมาตรฐานน้ำกระด้าง (ข้อ 9.2.4) 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

9.3.2 เตรียมสารละลายผงซักฟอกอ้างอิงตามชนิดของผงซักฟอกตัวอย่าง จำนวน 2 ชุด โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับ
ข้อ 9.3.1 แต่ใช้สารละลายผงซักฟอกอ้างอิงดังกล่าวข้างต้นแทนสารละลายผงซักฟอกตัวอย่าง

- 9.3.3 ถ่ายสารละลายข้อ 9.3.1 และข้อ 9.3.2 แต่ละชนิด ลงในถังชกของเครื่องทดสอบการชักฟอกแต่ละใบ เดินเครื่องทดสอบการชักฟอกเป็นเวลา 1 นาที เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐาน จำนวน 4 ชิ้น และผ้าฝ้ายขาวมาตรฐาน จำนวน 1 ชิ้น ลงในถังชกแต่ละใบอย่างรวดเร็ว (ถังชกแต่ละใบจะมี ผ้าฝ้าย 5 ชิ้น) เดินเครื่องทดสอบเป็นเวลา 10 นาที
- 9.3.4 ทิ้งสารละลายในถังชกแต่ละใบ แล้วนำผ้ามาบีบน้ำออกด้วยมือ นำผ้ากลับไปใส่ในถังชกใบเดิม เติมสารละลายมาตรฐานน้ำกระด้าง (ข้อ 9.2.5) 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ลงในถังชกแต่ละใบ ชกด้วย เครื่องทดสอบการชักฟอกเป็นเวลา 3 นาที
- 9.3.5 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 9.3.4
- 9.3.6 ทิ้งสารละลายในถังชกแต่ละใบ แล้วนำผ้ามาบีบน้ำออกด้วยมือ
- 9.3.7 นำผ้าฝ้ายที่ชกแล้วมารีดให้แห้งโดยสอดไว้ระหว่างผ้าขาวสะอาด 2 ชิ้น นำผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐานที่ชกและรีด ให้แห้งแล้วมาหาค่าการสะท้อนแสงตามข้อ 10.2 แต่วัดค่าการสะท้อนแสงเฉพาะด้านที่เคยเปื้อนเพียง ด้านเดียว จะได้ 2 ค่า ในทิศทางตั้งฉากกัน ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้ทั้งหมดเป็นเกณฑ์ตัดสินสำหรับ ผ้าฝ้ายแต่ละชิ้น ทั้งนี้ผ้าฝ้ายในแต่ละถังชกจะต้องมีค่าการสะท้อนแสงใกล้เคียงกันไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น มิฉะนั้น ให้ทดสอบใหม่โดยให้วัดค่าการสะท้อนแสงของผ้าฝ้ายทั้งก่อนชกและหลังชก
- 9.4 วิธีคำนวณ
- 9.4.1 คำนวณหาการชักฟอก จากสูตร

$$\text{การชักฟอก ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{A - B}{C_0 - B} \times 100$$

เมื่อ A คือ ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐานหลังชก จำนวน 8 ชิ้น
 B คือ ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของผ้าฝ้ายเปื้อนมาตรฐานก่อนชก จำนวน 8 ชิ้น
 C₀ คือ ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานก่อนชก จำนวน 2 ชิ้น

- 9.4.2 คำนวณหาความสามารถในการชักฟอกเทียบกับผงชักฟอกอ้างอิง จากสูตร
- ความสามารถในการชักฟอกเทียบกับผงชักฟอกอ้างอิง ร้อยละโดยน้ำหนัก

$$= \frac{\text{การชักฟอกของผงชักฟอกตัวอย่าง ร้อยละโดยน้ำหนัก}}{\text{การชักฟอกของผงชักฟอกอ้างอิง ร้อยละโดยน้ำหนัก}} \times 100$$

10. ความสามารถในการรักษาความขาว

10.1 เครื่องมือ

รีเฟล็กโทมิเตอร์ (reflectometer) ที่เป็นไปตาม ASTM E 1347 ซึ่งมีช่องรับแสง (aperture) ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้ฟิลเตอร์สีเขียว (tristimulus(Y) filter) ก่อนใช้ให้ปรับเทียบเครื่องมือ นี้โดยใช้แผ่นกระเบื้องเคลือบมาตรฐานซึ่งมีค่าการสะท้อนแสงใกล้เคียงกับค่าการสะท้อนแสงของเนื้อผ้าหรือ ผ้าที่จะใช้วัด

10.2 วิธีทดสอบ

นำผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานที่ซักฟอกตามข้อ 9.3 แล้วทั้ง 4 ชั้น มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยรีเฟลกโทมิเตอร์ การวัดแต่ละชั้น ให้อ่านค่าการสะท้อนแสง 4 ครั้ง โดยวัดทั้งสองด้านของผ้าด้านละ 2 ครั้ง ในทิศทางที่ตั้งฉากกัน ผ้าชิ้นหนึ่ง ๆ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้ทั้งหมดเป็นเกณฑ์ตัดสินในการวัดเพื่อหาค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ย และวัดค่าการสะท้อนแสงของผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานทั้งก่อนซักและหลังซัก

10.3 วิธีคำนวณ

10.3.1 คำนวณหาการรักษาความขาว จากสูตร

$$\text{การรักษาความขาว ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{C_w}{C_o} \times 100$$

เมื่อ C_w คือ ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานหลังซัก จำนวน 2 ชั้น

C_o คือ ค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของผ้าฝ้ายขาวมาตรฐานก่อนซัก จำนวน 2 ชั้น

10.3.2 คำนวณหาความสามารถในการรักษาความขาวเทียบกับผงซักฟอกอ้างอิง จากสูตร

ความสามารถในการรักษาความขาวเทียบกับผงซักฟอกอ้างอิง ร้อยละโดยน้ำหนัก

$$= \frac{\text{การรักษาความขาวของผงซักฟอกตัวอย่าง ร้อยละโดยน้ำหนัก}}{\text{การรักษาความขาวของผงซักฟอกอ้างอิง ร้อยละโดยน้ำหนัก}} \times 100$$

11. การย่อยสลายทางชีวภาพ

11.1 หลักการ

วิธีทดสอบนี้ใช้กับผงซักฟอกที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกหรือนอนไอออนิกเป็นส่วนประกอบเท่านั้น สำหรับผงซักฟอกที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแคตไอออนิกเป็นส่วนประกอบนั้น ไม่ได้กำหนดวิธีทดสอบไว้ในมาตรฐานนี้ ให้เป็นหน้าที่ของผู้ทำแสดงผลทดสอบ

11.2 การย่อยสลายทางชีวภาพสำหรับผงซักฟอกที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกเป็นส่วนประกอบ

11.2.1 การทดสอบเบื้องต้น

11.2.1.1 เครื่องมือ

- (1) ขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร อุดปากขวดด้วยสำลีแล้วอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงถึง 2 ชั่วโมง
- (2) เครื่องเขย่า ที่มีอัตราเร็ว 70 รอบต่อนาที ระยะชักประมาณ 11 เซนติเมตร ใช้กับขวดแก้วรูปกรวยขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตรได้

11.2.1.2 สารละลายและวิธีเตรียม

- (1) สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้

นำสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ ประมาณร้อยละ 92 โดยน้ำหนัก เช่น โซเดียมลอริลซัลเฟต ปริมาณที่เหมาะสมมาเจือจางด้วย น้ำกลั่นจนมีความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู (methylene blue active substance, MBAS) 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

- (2) สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้น้อย

นำสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ประมาณร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก เช่น เทตระโพรฟิโนเบนซีนซัลโฟเนต (TBS) ที่มีโครงสร้างแบบกิ่ง ปริมาณเหมาะสมมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

- (3) อาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมสารละลาย 4 ชนิด ดังนี้

- (3.1) สารละลายที่มีส่วนประกอบดังนี้

โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	8.5	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	21.75	กรัม
ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตไดไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	33.4	กรัม
แอมโมเนียมคลอไรด์	1.7	กรัม
น้ำกลั่น	1 ลูกบาศก์เดซิเมตร	

- (3.2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

ซังแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต 22.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

- (3.3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ซังแอนไฮดรัสแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) 27.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

- (3.4) สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์

ซังไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 0.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ใส่น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ลงในบีกเกอร์ เติมสารละลายในข้อ (3.1) ถึงข้อ (3.4) อย่างละ 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน เพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ให้เตรียมใหม่ก่อนใช้ทุกครั้ง

- (4) สารละลายจุลินทรีย์

ใส่ดินสำหรับเพาะปลูก 100 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ตั้งไว้เป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเนื้อหยาบ ทั้งสารละลายที่กรองได้ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรแรก ให้เก็บสารละลายที่กรองได้ส่วนที่เหลือไว้และผ่านอากาศลงไปในสารละลายนั้นตลอดเวลาจนกว่าจะใส และควรเตรียมสารละลายนี้ในวันที่จะใช้

- (5) สารละลายเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์

ซังเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ (HgCl_2) 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.1.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- (1) ชั่งตัวอย่าง 40 กรัม $\pm$ 1 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วกันกลมขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร สกัดตัวอย่างโดยเติมเอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกลั่นกลับเป็นเวลา 15 นาที กรองสารละลายส่วนที่ใสขณะร้อนผ่านซินเตอร์กลาสส์ ที่มีรูพรุน 10 ไมโครเมตรถึง 20 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องดูดช่วย สกัดส่วนที่เหลือในขวดแก้วกันกลมและที่ค้างอยู่บนซินเตอร์กลาสส์ซ้ำโดยวิธีเดียวกันอีก 2 ครั้ง โดยใช้เอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) ครั้งละ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายที่กรองได้รวมทั้งเอทานอลที่ใช้ล้างซินเตอร์กลาสส์ทั้งหมดมาระเหยให้แห้ง นำสิ่งที่เหลือจากการระเหยมาละลายในน้ำกลั่น โดยใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร นำสารละลายนี้มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูตามข้อ 12.
- (2) นำสารละลายตัวอย่างจากข้อ (1) ปริมาณที่เหมาะสมมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.1.4 วิธีทดสอบ

- (1) นำสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 11.2.1.3(2)) สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ และสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้น้อยอย่างละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวย จำนวน 3 ใบที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ใบละ 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร เติมสารละลายจุลินทรีย์ประมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายที่ได้ไม่ควรมีฟอง นำสารละลายส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูตามข้อ 12. โดยให้วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยให้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งควรมีค่าอยู่ระหว่าง 4.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรถึง 5.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เป็นค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู (c_0)
- (2) นำสารละลายจากข้อ (1) ปริมาตร 900 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 2 ขวดตามลำดับ อุดปากขวดด้วยสำลีอย่างหลวมๆ เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศภายในขวดกับบรรยากาศภายนอกได้ นำขวดแก้วรูปกรวยไปตั้งในเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส โดยมีให้ถูกแสงสว่างและบรรยากาศในห้องทดลองควรปราศจากสารมลพิษและสารพิษอื่นๆ เช่น ตัวทำละลายประเภทคลอรีเนเตดไฮโดรคาร์บอน ฟีนอล เบนซีน แล้วเก็บไว้
- (3) นำสารละลายจากข้อ (2) ส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู เมื่อครบ 5 วันและ 8 วัน ต่อจากนั้นให้วิเคราะห์วันเว้นวัน จนครบ 19 วันนับแต่วันที่เริ่มทดสอบหรือจนกระทั่งผลการวิเคราะห์ 2 ค่าในช่วงเวลา 4 วันแตกต่างกันน้อยกว่า 0.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

หมายเหตุ กรณีไม่สามารถวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูได้ ภายในเวลา 3 ชั่วโมง ให้รักษาสภาพไว้โดยเติมสารละลายเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ลงในสารละลายตัวอย่างจนมีความเข้มข้น ของเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ 50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.1.5 วิธีคำนวณ

คำนวณหาการย่อยสลายทางชีวภาพของตัวอย่างและของสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิก จากสูตร

$$A_t = \frac{c_0 - c_t}{c_0} \times 100$$

เมื่อ A_t คือ การย่อยสลายทางชีวภาพเมื่อวันที่ t เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

c_0 คือ ความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูเมื่อเริ่มทดสอบ เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

c_t คือ ความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูเมื่อวันที่ t เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.1.6 เกณฑ์ตัดสิน

- (1) ผลการทดสอบตัวอย่างจะเชื่อถือได้เมื่อการย่อยสลายทางชีวภาพของสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้มีค่าระหว่างร้อยละ 90 โดยน้ำหนักถึงร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก ภายในเวลา 14 วัน และการย่อยสลายทางชีวภาพของสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้น้อยมีค่าไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดนี้ให้วิเคราะห์ใหม่
- (2) หากผลการทดสอบตัวอย่างภายในเวลา 19 วันมีค่าการย่อยสลายทางชีวภาพน้อยกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก ให้ทดสอบยืนยันตามข้อ 11.2.2 ต่อไป

11.2.2 การทดสอบยืนยัน

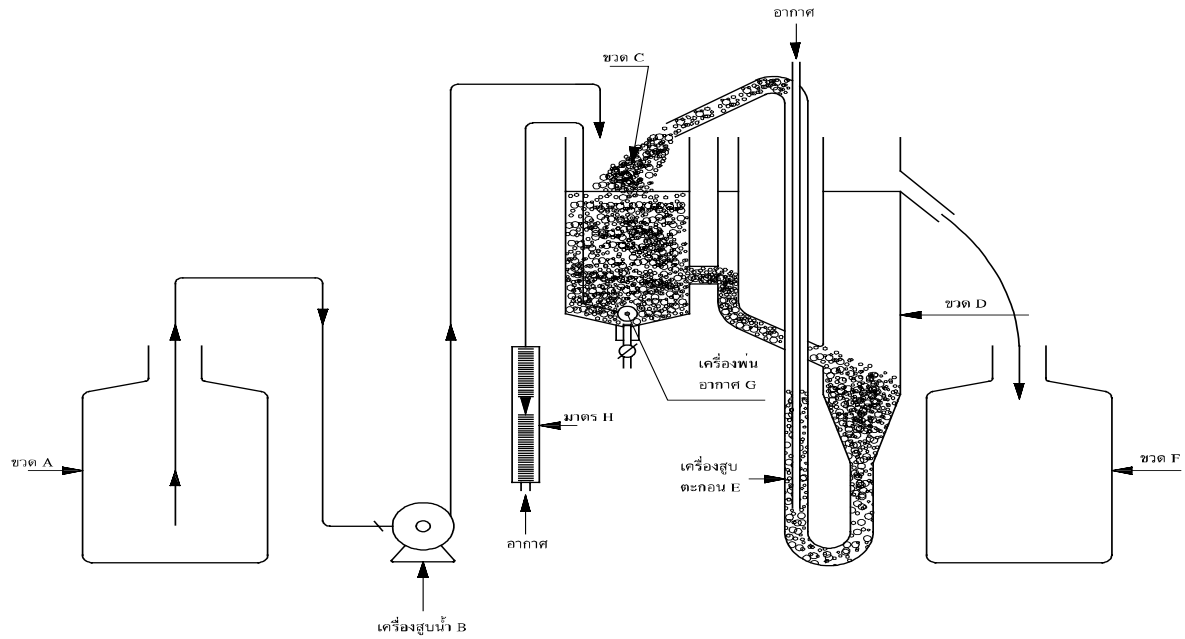
11.2.2.1 ภาวะทดสอบ

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส

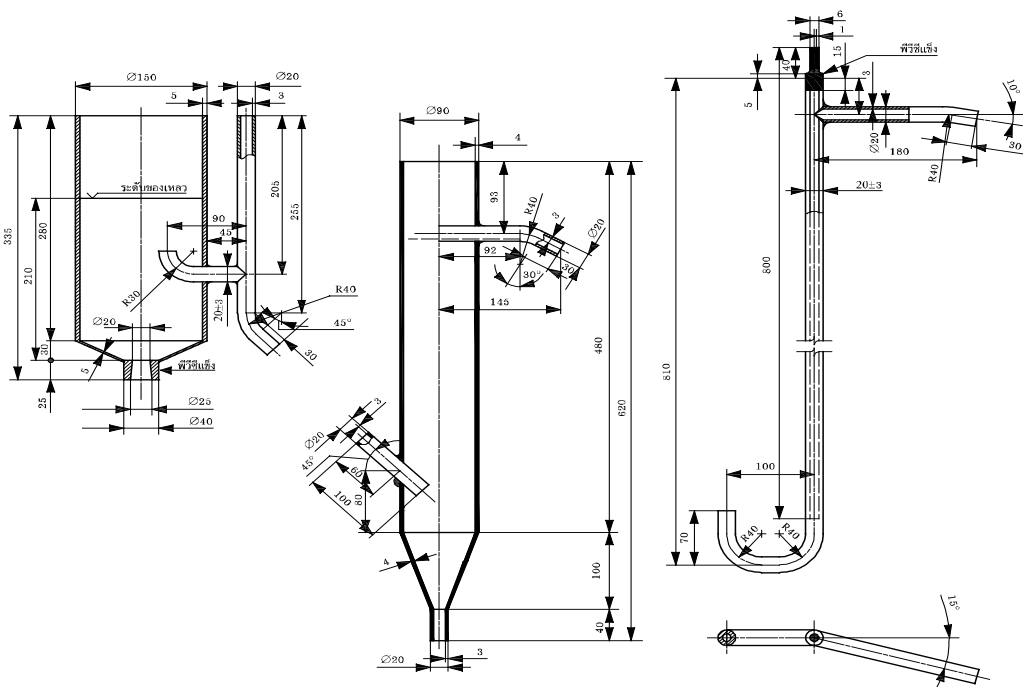
11.2.2.2 เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ ดังรูปที่ 1 ซึ่งมีมิติดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย

- (1) ขวด A คือ ขวดเก็บน้ำเสีย ขนาดความจุประมาณ 24 ลูกบาศก์เดซิเมตร ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกใสที่เหมาะสม
- (2) เครื่องสูบน้ำ B คือ เครื่องสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำเสียจากขวด A ไปยังขวด C ได้อย่างสม่ำเสมอ ในอัตรา 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อชั่วโมง
- (3) ขวด C คือ ขวดปฏิกิริยา ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 3 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (4) ขวด D คือ ขวดตกตะกอน
- (5) เครื่องสูบตะกอน E คือ เครื่องสูบตะกอนแบบใช้แรงดันอากาศ (air-lift pump)
- (6) ขวด F คือ ขวดเก็บน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายแล้ว ขนาดความจุประมาณ 24 ลูกบาศก์เดซิเมตร ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกใสที่เหมาะสม
- (7) เครื่องพ่นอากาศ G คือ เครื่องพ่นอากาศที่ควบคุมปริมาณอากาศด้วยมาตร H
- (8) มาตร H คือ มาตรอัตราการไหล (flow meter)



รูปที่ 1 เครื่องมือทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ
(ข้อ 11.2.2.2)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 มิติของเครื่องมือทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ
(ข้อ 11.2.2.2)

11.2.2.3 สารละลายและวิธีเตรียม

- (1) น้ำเสียสังเคราะห์ มีส่วนประกอบดังนี้

เพปไทน์	160 มิลลิกรัม
มีดเอกซ์แทรกต์	110 มิลลิกรัม
ยูเรีย	30 มิลลิกรัม
โซเดียมคลอไรด์	7 มิลลิกรัม
แคลเซียมคลอไรด์ไดไฮเดรต	4 มิลลิกรัม
แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต	2 มิลลิกรัม
สารที่ไวต่อเมทิลีนบลู*	20 มิลลิกรัม $\pm$ 2 มิลลิกรัม
น้ำ	1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

หมายเหตุ * หมายถึง สารที่ไวต่อเมทิลีนบลูได้จากสิ่งที่เหลือจากการระเหยในกระบวนการสกัดตัวอย่างในข้อ 11.2.2.4(4))

- (2) สารละลายจุลินทรีย์

ใช้น้ำทิ้งที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไป

- (3) สารละลายไอร้ออน (III) คลอไรด์ 50 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.2.4 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- (1) ชั่งตัวอย่างให้ทราบมวลแน่นอน โดยให้มีปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูประมาณ 50 กรัม นำมาผสมกับน้ำกลั่นประมาณ 0.5 เท่าของมวลตัวอย่างถึง 2 เท่าของมวลตัวอย่าง จนมีลักษณะเป็นของเหลว คนให้เข้ากันเป็นเวลาประมาณ 10 นาที เติมนิโตรเจนไดออกไซด์ 60 กรัมต่อปริมาณน้ำที่ใช้ทุก ๆ 100 กรัม แล้วคนต่อไปอีกเป็นเวลาประมาณ 10 นาที จนกระทั่งละลายหมด

หมายเหตุ 1. ถ้าตัวอย่างมีฤทธิ์เป็นกรดต้องทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรก่อนเติมนิโตรเจนไดออกไซด์
2. ถ้าตัวอย่างมีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ ให้เติมแอนไฮดรัสโซเดียมซัลไฟด์ก่อนทำให้เป็นกลาง สำหรับโซเดียมซัลไฟด์ที่เหลืออยู่จำนวนเล็กน้อยนั้นไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

- (2) เติมนิโตรเจน-2-ออกไซด์ (ร้อยละ 99 โดยปริมาตร) ที่มีปริมาตรประมาณ 1 เท่าของมวลตัวอย่างถึง 2.5 เท่าของมวลตัวอย่าง คนให้เข้ากันเป็นเวลาประมาณ 30 นาที กรองด้วยกรวยบุคเนอร์โดยใช้เครื่องดูดช่วย ล้างภาชนะที่ค้างอยู่ในเครื่องกรองด้วยนิโตรเจน-2-ออกไซด์ (ร้อยละ 99 โดยปริมาตร) ปริมาตรน้อย ๆ หลาย ๆ ครั้ง เก็บรวมกับสารละลายที่กรองได้ ถ่ายสารละลายที่กรองได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะแยกออกเป็น 2 ชั้น ใส่ลงในกรวยแยก ล้างขวดที่รองรับสารละลายที่กรองได้ด้วยนิโตรเจน-2-ออกไซด์ (ร้อยละ 99 โดยปริมาตร) แล้วถ่ายรวมลงในกรวยแยก ไขชั้นน้ำส่วนล่างทิ้ง กรองส่วนนิโตรเจน-2-ออกไซด์ลงในขวดกลั่น กลั่นใส นิโตรเจน-2-ออกไซด์ด้วยความร้อนจากเครื่องอังไอน้ำจนกระทั่งนิโตรเจน-2-ออกไซด์เหลืออยู่

น้อยที่สุด ถ่ายภาพที่เหลือจากการกลั่นทั้งหมดลงในชามระเหย ล้างขวดกลั่นด้วยโพรแพน-2-ออล (ร้อยละ 99 โดยปริมาตร) แล้วถ่ายรวมลงในชามระเหย นำไประเหยบนเครื่องอังไอน้ำ คนอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งมวล 2 ครั้ง ที่ซึ่งได้ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงต่างกันไม่เกิน 1.0 กรัม

- (3) นำสารที่สกัดได้ด้วยโพรแพน-2-ออลมาแยกสบู่ออกด้วยวิธีดังนี้
นำสารที่สกัดได้ด้วยโพรแพน-2-ออลที่มีปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูไม่น้อยกว่า 30 กรัม มาละลายในเมทานอลประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร โดยใช้ความร้อนช่วยเล็กน้อย หลังจากเติมเมทานอลจนครบ 800 ลูกบาศก์เซนติเมตรแล้ว เติมน้ำกลั่นจนครบ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ซึ่งโพรโมฟีนอลบลู 0.4 กรัม ละลายในเอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร) 5 หยดถึง 10 หยด ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (2 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) จนมีความเป็นกรด-ด่าง 3 บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ถ่ายสารละลายลงในกรวยแยกขนาดที่เหมาะสม (อาจใช้กรวยแยกหลาย ๆ ใบก็ได้) สกัดด้วยเฮกเซน 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ครั้งและ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรอีก 2 ครั้ง ถ้ามีสารละลายเป็นชั้นขุ่นเกิดอยู่ระหว่างกลาง ให้รวมชั้นขุ่นนั้นไว้กับสารละลายชั้นล่างของการสกัด 2 ครั้งแรก และให้รวมไว้กับสารละลายชั้นบนของการสกัดครั้งสุดท้าย ถ้าปริมาณเฮกเซนน้อยเกินไปไม่สามารถที่จะละลายและสกัดได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากมีปริมาณสบู่มาก ให้เพิ่มปริมาณเฮกเซนขึ้นตามสัดส่วนที่เหมาะสม
- (4) รวมเฮกเซนที่ใช้สกัดทั้งหมด แล้วล้างด้วยสารละลายผสมของเมทานอลกับน้ำในอัตราส่วน 80 ต่อ 20 ทั้งสารละลายที่เป็นชั้นขุ่นระหว่างกลางพร้อมกับชั้นเฮกเซน นำชั้นสารละลายผสมของเมทานอลกับน้ำมาไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ จนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 9 นำ สารละลายไประเหยไล่เมทานอลบนเครื่องอังไอน้ำ นำสิ่งที่เหลือจากการระเหยส่วนหนึ่ง มาละลายน้ำโดยใช้ความร้อนจากเครื่องอังไอน้ำช่วย เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตรที่แน่นอนแล้วนำมาหาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูตามข้อ 12.

11.2.2.5 วิธีทดสอบ

- (1) นำน้ำเสียสังเคราะห์มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูตามข้อ 12.
- (2) เติมน้ำเสียสังเคราะห์และสารละลายจุลินทรีย์ลงในขวด C และขวด D ปรับระดับความสูงของขวด D จนปริมาตรของน้ำเสียสังเคราะห์ในขวด C เป็น 3 ลูกบาศก์เดซิเมตร ปรับเครื่องฟุ้งอากาศ G ให้คงที่เพื่อให้สิ่งที่อยู่ในขวด C มีลักษณะเป็นสารแขวนลอยสม่ำเสมอ ในขณะที่เดียวกันปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำไม่ควรน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หากมีฟองให้กำจัดฟองด้วยวิธีที่เหมาะสมแต่ห้ามใช้สารกันฟองที่ยับยั้งการตกตะกอนหรือสารกันฟองที่มีสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูประกอบอยู่ด้วย แล้วตั้งเครื่องสูบน้ำ B ให้อัตราน้ำเสียที่ผ่านเข้าในขวด C เป็น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาที่อยู่ในขวด C เป็น

3 ชั่วโมง ปรับเครื่องสูบลม E ให้ปริมาณตะกอนหมุนเวียนลงมาในขวด C อย่างสม่ำเสมอ ตะกอนที่สะสมอยู่บริเวณส่วนบนของขวด C ที่ส่วนล่างของขวด D หรืออยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่ง ให้ใช้แปรงปัดหรือวิธีอื่นที่เหมาะสมเพื่อนำตะกอนเข้ามาสู่ระบบหมุนเวียนอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง หากไม่สามารถตักตะกอนได้อาจเพิ่มความหนาแน่นของตะกอนโดยการเติมสารละลายไฮดรอกไซด์ (III) คลอไรด์ครั้งละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนกว่าจะได้ความหนาแน่นของตะกอนตามต้องการ

- (3) เก็บรวบรวมน้ำที่ไหลออกจากขวด D ไว้ในขวด F จนครบ 24 ชั่วโมง คนให้เข้ากันแล้วนำไปหาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูตามข้อ 12. ทันทีก่อนให้ทราบค่าละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร นำน้ำในขวด F มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูทุกวัน แล้วคำนวณเป็นค่าการย่อยสลายทางชีวภาพของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นร้อยละโดยน้ำหนักกับเวลาเป็นวัน

หมายเหตุ ควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยสลาย ดังนี้

1. หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการทำปฏิกิริยาทางเคมี ค่าซีโอดี (COD) ของน้ำเสียสังเคราะห์ในขวด A ที่กรองแล้วอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สำหรับน้ำในขวด F ก็ปฏิบัติเช่นเดียวกัน แล้วคำนวณหาค่าซีโอดีที่ลดลงเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก การลดลงของค่าซีโอดีจะเริ่มน้อยลงเมื่อมีการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นปกติทุกวัน เช่น ในระยะสุดท้ายของช่วงเริ่มย่อยสลาย (running-in period)
การหาซีโอดี ให้ปฏิบัติตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC ฉบับล่าสุด
2. โดยปกติช่วงการเริ่มย่อยสลายจะใช้เวลาประมาณ 10 วัน แต่ไม่ควรเกิน 6 สัปดาห์
3. หาปริมาณตะกอนแห้งในขวด C สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ถ้ามีปริมาณไม่น้อยกว่า 2.5 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ให้กำจัดส่วนที่เกินทิ้งไป

11.2.2.6 วิธีคำนวณ

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของการย่อยสลายทางชีวภาพของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูในระยะเวลา 21 วันนับจากวันที่เริ่มมีการย่อยสลายคงที่ซึ่งจะเป็นช่วงต่อจากช่วงเริ่มย่อยสลาย แล้วรายงานเป็นค่าการย่อยสลายทางชีวภาพของผงซักฟอกตัวอย่าง

11.3 การย่อยสลายทางชีวภาพสำหรับผงซักฟอกที่มีสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกเป็นส่วนประกอบ

11.3.1 ภาวะทดสอบ

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส $\pm$ 1 องศาเซลเซียส

11.3.2 เครื่องมือ

- 11.3.2.1 ขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร อุดปากขวดด้วยสำลีแล้วอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงถึง 2 ชั่วโมง

11.3.2.2 เครื่องเขย่า ที่มีอัตราเร็ว 70 รอบต่อนาที ระยะชักประมาณ 11 เซนติเมตร ใช้กับขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตรได้

11.3.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

11.3.3.1 สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก

อาจใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก เช่น

- (1) ลอริลแอลกอฮอล์เอทอกซิเลตสังเคราะห์ ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้
- (2) แอลคิลฟีนอลเอทอกซิเลต ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้น้อย

นำสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกที่ได้เลือกแล้วปริมาณที่เหมาะสมมาเจือจาง ด้วยน้ำกลั่นจนมีความเข้มข้น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.3.3.2 เชื้อจุลินทรีย์ (inoculum)

นำตะกอนที่ได้จากบ่อบำบัดน้ำเสีย (activated sewage sludge) มาเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง แล้วเทน้ำทิ้ง นำตะกอนที่ได้มาเชื้อให้กระจายบนแผ่นกระจกหรือภาชนะ ที่ไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ให้ ถูกแสง นำตะกอนแห้งมาบดเป็นผงก่อนใช้ และให้ใช้ภายใน 1 สัปดาห์ถึง 15 สัปดาห์หลังจากเก็บ ตะกอนจากบ่อ

- หมายเหตุ 1. ให้เก็บที่อุณหภูมิห้องในขวดแก้วสีน้ำตาลมีฝาปิด
2. ถ้าการทดสอบไม่ได้ผลตามเวลาที่กำหนดให้ทำเชื้อจากตะกอนใหม่
 3. ตะกอนจากแหล่งต่างกัน หรือแหล่งเดียวกันแต่ต่างเวลากัน จะให้ค่าการย่อยสลายทางชีวภาพต่างกัน ดังนั้นควรมีการสอบเทียบกับสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกทุกครั้ง

11.3.3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมสารละลาย 5 ชนิด ดังนี้

- (1) สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต
ชั่งแอมโมเนียมซัลเฟต $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 2.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต
ชั่งแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต 25.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
ชั่งแอมโมเนียมแคลเซียมคลอไรด์ 27.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (4) สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์
ชั่งไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร
- (5) สารละลายบัฟเฟอร์ฟอสเฟต
ชั่งแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ไฮโดรเจนฟอสเฟต 42.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นไฮดรอกไซด์ 8.8 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร สารละลายนี้มีความเป็นกรด-ด่าง 7.2 ± 0.1

ใส่น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำละลายในข้อ (1) ถึงข้อ (5) อย่างละ 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ฟ้นอากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมงถึง 2 ชั่วโมง เพื่อให้อิ่มตัวด้วยอากาศ

11.3.3.4 สารละลายเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์

ซิงก์เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.3.4 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

11.3.4.1 ซิงค์ตัวอย่าง 40 กรัม $\pm$ 1 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วก้นกลมขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร สกัดตัวอย่างโดยเติมเอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกลั่นกลับเป็นเวลา 15 นาที กรองสารละลายส่วนที่ใสขณะร้อนผ่านซินเตอร์กลาสส์ ที่มีรูพรุน 10 ไมโครเมตรถึง 20 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องดูดช่วย สกัดส่วนที่เหลือในขวดแก้วก้นกลมและที่ค้างอยู่บนซินเตอร์กลาสส์ ซ้ำโดยวิธีเดียวกันอีก 2 ครั้ง โดยใช้เอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) ครั้งละ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำสารละลายที่กรองได้รวมทั้งเอทานอลที่ใช้ล้างซินเตอร์กลาสส์ทั้งหมดมาระเหยให้แห้ง

11.3.4.2 แยกสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกโดยปฏิบัติดังนี้

- (1) ละลายสิ่งที่เหลือจากการระเหย (ข้อ 11.3.4.1) ซึ่งทราบมวลแล้วให้เป็นสารละลายร้อยละ 4 โดยน้ำหนักในเอทานอล
- (2) ซั่งเรซินผสม (ประกอบด้วยตัวแลกเปลี่ยนแคตไอออนิกซึ่งเป็นกรดแก่ในรูปไฮโดรเจนและตัวแลกเปลี่ยนแอนไอออนิกซึ่งเป็นด่างแก่ในรูปไฮดรอกไซด์) ประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในสารละลายตัวอย่างในเอทานอลจากข้อ (1) (กรณีสารละลายตัวอย่างในเอทานอลมากกว่า 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมเรซินผสมเพิ่มขึ้นในอัตรา 5 กรัมต่อสารละลายตัวอย่างในเอทานอล 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร) คนเป็นเวลา 20 นาที
หมายเหตุ อาจใช้เรซินผสมเสร็จหรือถ้าจะผสมเอง ให้ผสมในอัตราส่วนผกผัน (inverse proportion) กับความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน
- (3) กรองเรซินผสมออก นำสารที่กรองได้ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยที่ทราบมวลแน่นอนแล้ว นำไประเหยจนแห้ง แล้วซั่ง
- (4) ส่วนที่เหลือจากการระเหยในข้อ (3) เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีความเข้มข้น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.3.5 วิธีทดสอบ

11.3.5.1 นำสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 11.3.4.2(4)) มาวิเคราะห์หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกตามข้อ 13.

11.3.5.2 นำสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 11.3.4.2(4)) และสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกอย่างละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวย จำนวน 3 ใบที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ใบละ 60 มิลลิกรัม เติมหาอาหารเลี้ยงเชื้อจนสารละลายในแต่ละขวดมีปริมาตร 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร นำสารละลายส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์

ประเภทนอนไอออนิกตามข้อ 13. โดยให้วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยให้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เป็นค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก (c_0)

11.3.5.3 นำสารละลายจากข้อ 11.3.5.2 ปริมาตร 900 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 2 ขวดตามลำดับ อุดปากขวดด้วยสำลีอย่างหลวม ๆ เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศภายในขวดกับบรรยากาศภายนอกได้ นำขวดแก้วรูปกรวยไปตั้งในเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส โดยมีให้ถูกแสงสว่างและบรรยากาศในห้องทดลอง ควรปราศจากสารมลพิษและสารพิษอื่น ๆ เช่น ตัวทำละลายประเภทคลอรีเนตไฮโดรคาร์บอน ฟีนอล เบนซีน แล้วเก็บไว้

11.3.5.4 เก็บสารละลายตัวอย่างในช่วงระหว่างการย่อยสลายทางชีวภาพ มาหาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกตามข้อ 13.

หมายเหตุ 1. เก็บสารละลายตัวอย่างครั้งแรกเมื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ ต่อไปเก็บสารละลายตัวอย่างทุก 1 วันถึง 2 วัน จนกระทั่งการย่อยสลายทางชีวภาพสมบูรณ์
2. ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างจะใช้เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพแล้ว
3. สารละลายตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบต้องชักตัวอย่างไว้มาก่อน 4 ชั่วโมง ถ้าเกิน 4 ชั่วโมง ให้รักษาสภาพไว้โดยเติมเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ลงในสารละลายตัวอย่างจนมีความเข้มข้นของสารละลายเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ 50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เพื่อกำจัด แบคทีเรีย เป็นการป้องกันการย่อยสลาย

11.3.5.5 ดำเนินการต่อจนถึงจุดยุติ ใช้เวลาประมาณ 7 วันถึง 21 วัน

11.3.6 วิธีคำนวณ

คำนวณหาการย่อยสลายทางชีวภาพของตัวอย่างและของสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก จากสูตร

$$A_t = \frac{c_0 - c_t}{c_0} \times 100$$

เมื่อ A_t คือ การย่อยสลายทางชีวภาพเมื่อวันที่ t เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

c_0 คือ ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกเมื่อเริ่มทดสอบ เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

c_t คือ ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกเมื่อวันที่ t เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

12. ความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู

12.1 หลักการ

วิธีวิเคราะห์นี้เป็นวิธีหาปริมาณแอลคิลเบนซีนซัลโฟเนตที่ละลายในน้ำ ซึ่งมีสมบัติสามารถทำปฏิกิริยากับเมทิลีนบลูภายใต้ภาวะที่กำหนดแล้วได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม ดังนั้นจึงอาจเรียกวิธีวิเคราะห์หาปริมาณแอลคิลเบนซีนซัลโฟเนตนี้ว่าเป็นวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูด้วย

12.2 เครื่องมือ

สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

12.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

12.3.1 สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิก 0.01 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ซึ่งสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ประมาณร้อยละ 92 โดยน้ำหนัก เช่น โซเดียมลอริลซัลเฟต ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 1.0000 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายนี้ 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

12.3.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 5 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซึ่งฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 กรัม ละลายในเอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12.3.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซึ่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

12.3.4 สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำกลั่นอย่างช้า ๆ เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12.3.5 สารละลายเมทิลีนบลู

ซึ่งเมทิลีนบลูคลอไรด์ 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำสารละลายนี้ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เติมน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) 7 ลูกบาศก์เซนติเมตร และโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 50 กรัม เขย่าให้ละลาย เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

12.3.6 คลอโรฟอร์ม

12.3.7 สารละลายโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต

ซึ่งโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตโมโนไฮเดรต 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) 7 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

12.4 การสร้างกราฟสอบเทียบ

12.4.1 ใส่สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิกจากบิวเรตต์ 0.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 3.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 5.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 7.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร 9.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 12.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกรวยแยกขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 7 ใบตามลำดับ เติมน้ำกลั่นลงในกรวยแยกแต่ละใบจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- 12.4.2 นำกรวยแยกแต่ละใบมาเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 3 หยด และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนสารละลายเริ่มมีสีชมพู เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ละน้อยจนสีชมพูจางหายไป เติมสารละลายเมทิลีนบลู 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน เติมคลอโรฟอร์ม 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น ถ่ายชั้นคลอโรฟอร์มลงในกรวยแยกขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรอีกใบหนึ่ง ทั้งส่วนที่อยู่ระหว่างชั้นน้ำกับชั้นคลอโรฟอร์มไว้ในกรวยแยกใบเดิม แล้วสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้คลอโรฟอร์มครั้งละ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 12.4.3 เติมสารละลายโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในคลอโรฟอร์มที่ใช้สกัดทั้งหมดที่รวมไว้ในกรวยแยก (ข้อ 12.4.2) เขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 30 วินาที แกว่งกรวยแยกในแนวตั้ง แล้วตั้งไว้เป็นเวลา 1 นาที กรองชั้นคลอโรฟอร์มผ่านใยแก้วลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมคลอโรฟอร์ม 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในกรวยแยก แล้วสกัดซ้ำโดยวิธีเดียวกัน กรองชั้นคลอโรฟอร์มรวมไว้ในขวดแก้วปริมาตร เจือจางด้วยคลอโรฟอร์มจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน
- 12.4.4 นำสารละลายสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูจากขวดที่มีสารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทแอนไอออนิก 0.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร มาปรับค่าความดูดกลืนของสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ให้เป็นศูนย์ที่ความยาวคลื่น 652 นาโนเมตร แล้ววัดค่าความดูดกลืนของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูที่สกัดได้จากแต่ละขวดภายในเวลา 30 นาทีหลังจากทำปฏิกิริยากับเมทิลีนบลูแล้ว เพราะถ้าทิ้งไว้นานสีจะจางลง
- 12.4.5 เขียนกราฟสอบเทียบระหว่างค่าความดูดกลืนกับปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูเป็นมิลลิกรัม
- 12.5 วิธีวิเคราะห์
- นำสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูมา 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับสารละลายตัวอย่างที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร แต่ถ้าสารละลายตัวอย่างมีความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูอยู่ในช่วง 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรถึง 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ให้นำสารละลายตัวอย่างมา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติตามข้อ 12.4.2 ถึงข้อ 12.4.4 โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบล็ก หาปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูจากกราฟสอบเทียบ

12.6 วิธีคำนวณ

คำนวณหาความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู จากสูตร

$$\frac{\text{ความเข้มข้นของสารที่ไวต่อเมทิลีนบลู}}{\text{มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}} = \frac{m \times 1\,000}{V}$$

เมื่อ m คือ ปริมาณสารที่ไวต่อเมทิลีนบลูที่อ่านได้จากกราฟสอบเทียบ เป็นมิลลิกรัม

V คือ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

13. สารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก

13.1 หลักการ

วิธีวิเคราะห์นี้เป็นวิธีหาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก ซึ่งครอบคลุมถึง พอลิออกซีเอทิลีน แอลคิลฟีนอล อีเทอร์ (polyoxyethylene alkylphenol ether) พอลิออกซีเอทิลีน แอลคิล อีเทอร์ (polyoxyethylene alkyl ether) พอลิออกซีเอทิลีน ไกลคอล แฟตตีแอซิด เอสเทอร์ (polyoxyethylene glycol fatty acid ester) พอลิออกซีเอทิลีน ซอร์บิแทน แฟตตีแอซิด เอสเทอร์ (polyoxyethylene sorbitan fatty acid ester) พอลิออกซีเอทิลีน กลีเซอริน แฟตตีแอซิด เอสเทอร์ (polyoxyethylene glycerine fatty acid ester) และแอลคานอล แฟตตีแอซิด แอไมด์ (alkanol fatty acid amide)

13.2 เครื่องมือ

สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

13.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

13.3.1 สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร

ซึ่งสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ประมาณ ร้อยละ 92 โดยน้ำหนัก เช่น พอลิออกซีเอทิลีน-เอ็น-โดเดซิล อีเทอร์ (polyoxyethylene-n-dodecyl ether) ให้ทราบมวลแน่นอนถึง 1.000 0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายนี้ 100 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

13.3.2 สารละลายแอมโมเนียมโคบอลต์ไทโอไซยาเนต

ซึ่งแอมโมเนียมไทโอไซยาเนต 620 กรัม และโคบอลต์ไนเตรด 280 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ใส่ลงใน บีกเกอร์ ถ่ายลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

13.3.3 โซเดียมคลอไรด์

13.3.4 คลอโรฟอร์ม

13.4 การสร้างกราฟสอบเทียบ

13.4.1 ใส่สารละลายมาตรฐานสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก ที่มีปริมาณสารลดแรงตึงผิว ชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก 0.0 มิลลิกรัม 0.5 มิลลิกรัม 1.0 มิลลิกรัม 1.5 มิลลิกรัม 2.0 มิลลิกรัม 2.5 มิลลิกรัม 3.0 มิลลิกรัม 3.5 มิลลิกรัม และ 4.0 มิลลิกรัม ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 9 ใบตามลำดับ เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

13.4.2 นำสารละลายจากข้อ 13.4.1 แต่ละใบมาถ่ายลงในกรวยแยกขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรวยแยก แต่ละใบเติมสารละลายแอมโมเนียมโคบอลต์ไทโอไซยาเนต 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร และโซเดียมคลอไรด์ 35.5 กรัม เขย่าเป็นเวลา 1 นาที ตั้งไว้เป็นเวลา 15 นาที เติมคลอโรฟอร์ม 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยปิเปตต์ เขย่าอีกเป็นเวลา 1 นาที ตั้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น ถ่ายชั้นคลอโรฟอร์มลงในขวดแก้ว ปริมาตรขนาด 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้ววัดค่าความดูดกลืนด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 322 นาโนเมตร

13.4.3 เขียนกราฟสอบเทียบระหว่างค่าความดูดกลืนกับปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกเป็นมิลลิกรัม

13.5 วิธีวิเคราะห์

นำสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก มา 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ให้มีปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิก 0 ไมโครกรัม ถึง 3 000 ไมโครกรัม) ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติตามข้อ 13.4.2 โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบล็กก์ หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดสังเคราะห์ประเภทนอนไอออนิกจากกราฟสอบเทียบ

ภาคผนวก ก.

ข้อกำหนดคุณภาพของสารเคมีที่ใช้เตรียมผงซักฟอกอ้างอิง
(ตารางที่ 1)

- ก.1 โซเดียมแอลคิลอะริลซัลโฟเนต
ต้องมีสมบัติดังนี้
โซเดียมลิเนียร์แอลคิลเบนซีนซัลโฟเนต (ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ย 330 ถึง 360) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก
โซเดียมซัลเฟต ไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก
- ก.2 แอนไฮดรัสโซเดียมไตรพอลิฟอสเฟต
ต้องมีสมบัติดังนี้
ฟอสเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น P_2O_5) ร้อยละ 57.0 โดยน้ำหนัก $\pm$ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก
ฟอสเฟต (ในรูปของ $Na_5P_3O_{10}$) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85.0 โดยน้ำหนัก
ฟอสเฟต (ในรูปของ $Na_4P_2O_7$) ไม่เกินร้อยละ 13.0 โดยน้ำหนัก
ฟอสเฟต (ในรูปของ Na_3PO_4) ไม่เกินร้อยละ 7.0 โดยน้ำหนัก
ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 3.0 โดยน้ำหนัก
เมื่อละลายสารนี้ในน้ำให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้น 10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร สารละลายนี้จะต้องมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 9.2 ถึง 10.0
- ก.3 แอนไฮดรัสโซเดียมซิลิเกต
ต้องมีสมบัติดังนี้
ด่างทั้งหมด (คำนวณเป็น Na_2O) ร้อยละ 33.0 โดยน้ำหนัก $\pm$ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก
ซิลิกาทั้งหมด (คำนวณเป็น SiO_2) ร้อยละ 66.8 โดยน้ำหนัก $\pm$ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก
- ก.4 โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส
ต้องมีสมบัติดังนี้
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ชนิดองศาของการแทนที่ (degree of substitution) 0.5 ถึง 0.7) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก
ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- ก.5 ไทโนพล ดีเอ็มเอส (ชื่อทางการค้า)
สารเพิ่มความสดใส
- ก.6 แอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต
ต้องมีสมบัติดังนี้
โซเดียมซัลเฟต ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95.0 โดยน้ำหนัก
ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก