

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Determination of Dissolved Oxygen in Water)

ดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำมีจำนวนมากหลายชนิด สำหรับดัชนีคุณภาพน้ำที่บ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำในรูปของสารอินทรีย์และการใช้ออกซิเจนละลายในน้ำที่ใช้กันโดยทั่วไปมีหลายชนิดแต่ที่ใช้กันมาก คือ ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) ค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความสามารถในการละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน และเกลือแร่ในน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูง ความดันต่ำและปริมาณเกลือแร่ที่ละลายในน้ำมาก จะมีผลทำให้การละลายของแก๊สออกซิเจนละลายได้น้อย ที่อุณหภูมิ 35 °C ภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ แก๊สออกซิเจนละลายได้ 7 มิลลิกรัมต่อลิตร

การหาปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) เป็นการหาปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำอันเป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกว่ำน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และแนวการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าเป็นแบบใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Condition) หรือแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic Condition) การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากอย่างหนึ่งในการตรวจสอบมลพิษทางน้ำ และการควบคุมบำบัดน้ำเสีย

2.1.1 ความสำคัญของค่า DO

1) DO ในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวะที่เกิดขึ้นจะเกิดโดยสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic organism) หรือสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic organism) Aerobic organism ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตรายในขณะที่ Anaerobic organism ทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์สารอนินทรีย์บางตัว เช่น SO₄²⁻ เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น Organism ทั้งสองชนิดพบในธรรมชาติทั่วไป การหา DO จึงจำเป็นเพื่อรักษาสภาพสำหรับ Aerobic organism ในน้ำธรรมชาติซึ่งจะรับเอาสิ่งสกปรกจากที่ต่างๆ

2) ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลา และสัตว์น้ำอื่นให้มีค่า DO ในปริมาณที่เหมาะสม เช่น ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3) ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า BOD เพื่อหาค่ากำลังสกปรกของน้ำเสีย และอัตราของการออกซิเดชันทางชีวภาพซึ่งวัดได้โดยการหาค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

4) ค่า DO เป็นแฟคเตอร์สำคัญในการควบคุมการกักกร่อนของเหล็ก

5) ค่า DO ช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีใช้ออกซิเจน (Aerobic treatment process) เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนพอที่จะรักษาภาวะ Aerobic ไว้ได้ อีกทั้งป้องกันการใช้ออกซิเจนมากเกินไป

2.1.2 การเก็บตัวอย่าง

ขวดสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายเป็นขวดแก้วมีฝาปิดเรียกว่า ขวดบีโอดี ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศ โดยควรใช้กระบอกเก็บน้ำตัวอย่าง ในระหว่างการถ่ายน้ำจากกระบอกเก็บน้ำต้องให้สายยางที่ต่อจากกระบอกเก็บน้ำถึงก้นขวดเพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากบรรยากาศลงไปเจือปน ขณะปล่อยน้ำต้องค่อยๆ เลื่อนให้ปลายสายยางจุ่มใต้ผิวน้ำในขวดบีโอดีประมาณ 1 เซนติเมตร อยู่ตลอดเวลา เมื่อน้ำล้นปากขวดบีโอดีปล่อยให้ น้ำล้นสักกระยะหนึ่งแล้วค่อยๆ ใช้จุกแก้วปิดฝาขวดไม่ให้มีฟองอากาศหลงเหลืออยู่ที่คอขวดบีโอดี

2.1.3 การเก็บรักษาตัวอย่าง

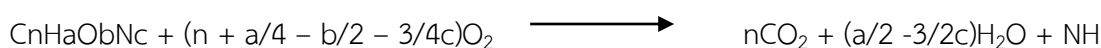
ในกรณีที่ไม่สามารถหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ทันทีควร Fix ตัวอย่างทันทีที่เก็บตัวอย่างเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของ DO เนื่องจากปฏิกิริยาทางชีววิทยา ทำได้ดังนี้

2.1.3.1 สำหรับตัวอย่างที่ไม่มีค่า iodine demand อาจเก็บไว้ได้ 2-3 ชั่วโมง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากการเติมน้ำยาเคมีที่ใช้ในการหา DO คือ $MnSO_4$ alkali-iodide aside และ $conc.H_2SO_4$ ตามด้วยการเขย่าและเก็บให้พ้นจากแสง

2.1.3.2 สำหรับตัวอย่างที่มีค่า iodide Demand การเก็บไว้ 4-5 ชั่วโมง อาจทำได้โดยการเติม $Conc. H_2SO_4$ 0.7 มิลลิลิตร และ NaN_3 1 มิลลิลิตร (2 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) ลงในตัวอย่างขวด DO เก็บที่อุณหภูมิ 10-20 องศาเซลเซียส โดยหล่อน้ำกลั่นบนจุกขวด และทำการเติมสารละลาย $MnSO_4$ 2 มิลลิลิตร alkali-iodide 3 มิลลิลิตร และ $Conc. H_2SO_4$ 2 มิลลิลิตร

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมีในน้ำ (Determination of Chemical Oxygen Demand in Water)

ค่า COD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการ เพื่อใช้ในการ Oxidize สารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยที่สารอินทรีย์เกือบทั้งหมด (95-100%) จะถูก Oxidize โดยตัวเติมออกซิเจน อย่างแรง (Strong oxidizing agent) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ดังสมการที่ 1



จะเห็นว่าสมการเกิดปฏิกิริยาของ COD คล้ายกับ BOD คือ สารอินทรีย์ในน้ำจะถูก Oxidize จนได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ต่างกันตรงที่ BOD นั้นใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายส่วน COD ใช้ตัวเติมออกซิเจน ดังกล่าวแล้ว โดยปกติค่า COD จะสูงกว่า BOD ทั้งนี้เพราะสารอินทรีย์คาร์บอนจะถูก Oxidize อย่างสมบูรณ์โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการดูดซึมทางชีวภาพ (Biological assimilation) ของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคส ลิกนิน โดยเฉพาะถ้าน้ำเสียนั้นมีสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถถูก Oxidize ทางชีวภาพอยู่ด้วย จะทำให้ค่า COD จะสูงกว่า BOD มาก ในกรณีที่น้ำเสียนั้นมีสารอินทรีย์บางพวก เช่น Straight chain aliphatic compound ปะปนอยู่ ซึ่งสารเหล่านี้จะไม่ถูก Oxidize ทางเคมี ค่า COD จะน้อยกว่า BOD

การ Reflux มี 2 วิธี คือ แบบเปิด (Open Reflux) และแบบปิด (Closed Reflux) ทั้งสองวิธีการ มีหลักการเหมือนกัน ต่างกันตรงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ และแบบระบบปิดสารอินทรีย์จะสามารถถูกออกซิไดซ์ได้มากกว่าระบบเปิด เพราะมีเวลาในการสัมผัสกับสารออกซิไดซ์ได้นานกว่า

2.1) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า COD และ BOD

ความสกปรกของน้ำทั้งจากอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมอาจบอกได้จากค่า COD หรือ BOD โดยปกติค่า COD จะสูงกว่าค่า BOD เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำโดยไม่ต้องอาศัยความสามารถในการดูดซึมทางชีวภาพของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคส ลิกนิน จะถูกออกซิไดซ์อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้ค่า COD สูงกว่า BOD และจะสูงกว่ามากถ้ามีสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถถูกออกซิไดซ์ทางชีวภาพอยู่ด้วย เช่น เซลลูโลส น้ำเสียจากโรงงานกระดาษมีสารลิกนินสูงจะมีค่า COD สูงกว่าค่า BOD แต่ในบางกรณีถ้าน้ำนั้นมีสารกลุ่ม aromatic hydrocarbon และ pyridine ซึ่งไม่ถูกออกซิไดซ์ทางเคมีค่า COD จะน้อยกว่าค่า BOD

น้ำเสียจากโรงงานจะมีค่า COD และ BOD ของน้ำเสียเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน คือ เมื่อ COD สูง ค่า BOD ก็สูง และเมื่อ COD ต่ำ ค่า BOD ก็ต่ำ เพียงแต่เปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของโรงงาน

2.2 ข้อดีและข้อเสียของ COD

ข้อดี

- 1) รวดเร็ว ใช้เวลาในการหาเพียง 3 ชั่วโมงในการหา BOD ต้องใช้เวลา 5 วัน
- 2) มีตัวแปรผันน้อยเมื่อเทียบกับการหา BOD และค่าที่ได้มีความแน่นอนเชื่อถือได้
- 3) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่า BOD
- 4) หาค่าสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสียที่มีสารมีพิษ

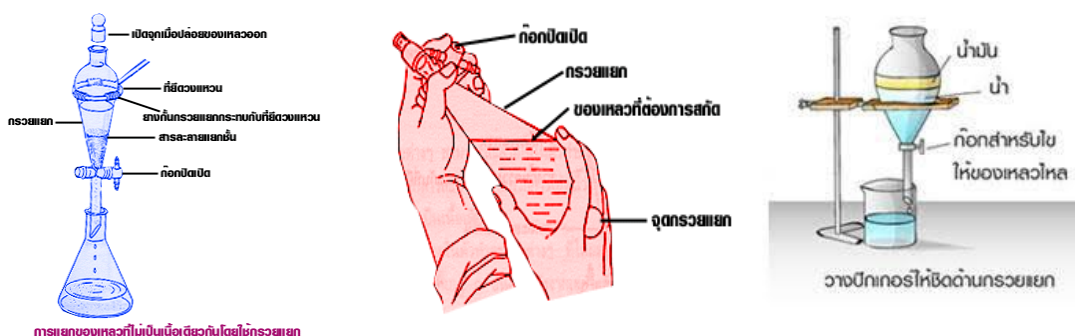
ข้อเสีย

ไม่สามารถแยกค่าสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดซ์ทางชีวะ หรือไม่ถูกออกซิไดซ์ทางชีวะออกจากกันได้

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำ (Determination of Oil and Grease)

น้ำเสียที่มีน้ำมันและไขมันปริมาณมากได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง หรือเป็น Inorganic Oil เช่น โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร ซึ่งจะเป็นน้ำเสียจากน้ำมันเครื่อง การหาปริมาณของน้ำมันและไขมัน หรือ FOG (Fat/Oil and Grease) เป็นการวัดปริมาณรวมของกลุ่มน้ำมันและไขมันที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น Hexane และไม่ระเหยที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส โดยการวัดนั้นอาจเลือกทำได้หลายวิธีตามความเหมาะสมดังต่อไปนี้

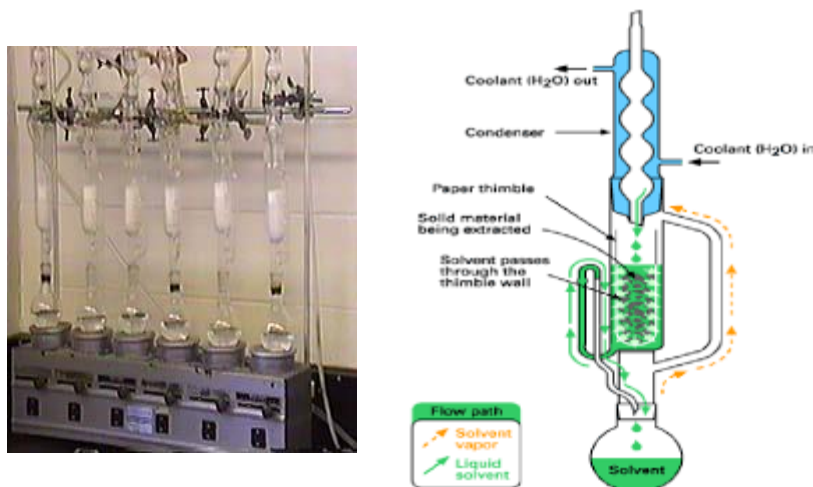
2.3.1 การสกัดด้วยกรวยแยก (Separator funnel Extraction) ดังรูป ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับการหาปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือน้ำทิ้งชุมชน



รูปที่ 3.1 การสกัดด้วยกรวยแยก

ที่มา: www.ku.ac.th/เทคนิคการสกัด

2.3.2 การสกัดด้วยซอกซ์เลต (Soxhlet Extraction) ดังรูปที่ 3.2 วิธีนี้ใช้ได้เช่นเดียวกับวิธีที่ 1 แต่ต่างกันที่หลักการแยกและสกัด นอกจากนี้แล้วยังสามารถหาปริมาณของไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ระเหย น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ ขี้ผึ้ง สบู่ และสารอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยมีความสามารถในการวิเคราะห์ในช่วง 5-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 3.2 การสกัดด้วยซอกซ์เลต (Soxhlextraction)

ที่มา: www.science.mju.ac.th/การสกัด

2.3.3 วิธีอินฟราเรด สเปกโทรโฟโตเมทรี (Infrared Spectrophotometry) วิธีนี้สามารถใช้หาปริมาณน้ำมันและไขมันได้เช่นเดียวกับวิธีที่กล่าวมาแล้ว วิธีนี้ยังสามารถหาปริมาณไฮโดรคาร์บอนชนิดที่ระเหยได้โดยสามารถหาได้ในระดับต่ำถึง 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยในกระบวนการวิเคราะห์นั้น ตัวอย่างที่จะนำมาหาปริมาณไขมันต้องเป็นกรด คือ มี $\text{pH} < 2$ จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง แล้วสกัดด้วยตัวทำละลายโดยวิธีซอกซ์เลต จากนั้นก็ระเหยตัวทำละลายออก นำส่วนที่เหลือไปอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนัก หรืออาจใช้กรวยแยกตามความเหมาะสม

วิธีวิเคราะห์ของน้ำชนิดต่างๆ

1) น้ำ น้ำสะอาดทั่วไปจะไม่ทำการหากริส จะทำในกรณีพิเศษ เช่น มีความสกปรกเกิดขึ้นซึ่งสารที่มีจุดเดือดสูงอาจจะหาค่าโดยตรงโดยการสกัด แต่สารที่กลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ควรหาค่าโดยการกลั่นแบบพิเศษ

2) น้ำโสโครก น้ำมัน ไขมัน ชีวมังและกรดไขมัน เป็นสารหลักที่พบในน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีพวกเอสเทอร์ปนอยู่ น้ำมัน หมายถึงสารไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่น้ำหนักโมเลกุลต่ำจนถึงสูง และมีแหล่งกำเนิดจากแร่ ตั้งแต่แก๊สโซลีน จนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น นอกจากนี้ยังรวมถึงพวกกลีเซอไรด์ที่มาจากพืชหรือสัตว์และมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ กรดไขมันที่ปนอยู่ในรูปตะกอนของ Ca หรือ Mg สารกลุ่มนี้ไม่ละลายในเฮกเซน ตัวอย่างจึงถูกทำให้เป็นกรดที่พีเอชประมาณ 1.0 เพื่อไล่กรดไขมันให้อยู่ในรูปอิสระ ดังสมการ



กรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมักไม่ละลายน้ำ เมื่อกรองจะค้างอยู่บนกระดาษกรอง

3) กากตะกอน (Sludge) กากตะกอนมีคุณสมบัติในการกรองยาก เพราะมีน้ำน้อย และต้องทำให้แห้งก่อนจึงจะทำการสกัดได้ การสกัดไขมันจากกากตะกอนทำได้โดยการเติม $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ลงไปเพื่อให้รวมตัวกับโมเลกุลของน้ำ เป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และสารอินทรีย์อื่นที่ไม่ใช่ กรีสก่อนนำไปสกัดด้วย soxhlet

ตัวอย่างที่เป็นกากตะกอนต้องใช้ความระมัดระวังในการเก็บเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็น ตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด ในกรณีที่ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง ให้เติม conc.HCl 1 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 80 กรัม และเก็บในตู้เย็น ห้ามใช้ CHCl_3 หรือโซเดียมเบนโซเอท

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งในน้ำ (Determination of Solids)

Solids หมายถึง สิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่าง ที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น กรดอินทรีย์และกรดต่างๆที่ละลายในน้ำ สิ่งเจือปนที่เหลือเป็นของแข็งนี้มีทั้ง สารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายในน้ำหรือไม่ก็ได้ การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในน้ำ ทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) แล้วรายงานผลในรูปน้ำหนักสารต่อปริมาตรของ ตัวอย่าง

2.4.1 Total Solids (TS) คือ สิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมดและอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 103 – 105 °C ซึ่ง TS อาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการละลาย คือ

1) Dissolved Solids (DS) หมายถึง ส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งส่วนมากได้แก่ กรดอนินทรีย์ เช่น NaCl และ สารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล

2) Insoluble Solids หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามขนาดของ ชิ้นส่วนที่ไม่ละลาย คือ

2.1 Suspended Solids (SS) หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอจะแขวนลอย (Suspend) อยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter, GF/C) แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 °C

2.2 Settleable Solids หมายถึง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ จะตกตะกอนรวมกันที่ส่วนล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หาได้โดยนำน้ำ ตัวอย่างมาใส่ในภาชนะที่เรียกว่า imhoff cone หรือกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วอ่าน ปริมาตร ของ ตะ กอน ที่ ตก ลง มา มี หน่วย เป็น มิลลิกรัม ต่อ ลิตร

2.4.2 Volatile Solids (VS) and Fixed Solids (FS) หมายถึง ของแข็งที่สลายไปเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 550 – 600 °C ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบอินทรีย์ กลายเป็น CO₂ และ H₂O ในขณะที่สารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะไม่เกิดการแยกสลายที่อุณหภูมิดังกล่าว ดังนั้นน้ำหนักที่หายไปของสารอินทรีย์ ส่วนตะกอนที่เหลือคือของแข็งที่คงตัวซึ่งเป็นสารอนินทรีย์

การวิเคราะห์ของแข็งไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด จะใช้วิธี gravimetric คือ การชั่งน้ำหนักหลักจากทำให้แห้งแล้ว ดังนั้นภาชนะก่อนที่จะนำมาใช้จะต้องแห้งปราศจากฝุ่นละอองหรือความชื้น

2.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

การวัดพีเอชหรือความเป็นกรด-ด่าง หรือค่ากรด-เบส คือการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนในสารละลาย เพื่อระบุว่าสารละลายนั้นๆ มีความเป็นกรดหรือเป็นด่าง ค่าของพีเอชจะมีค่าตั้งแต่ 0 - 14 โดยสารที่มีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 จะเป็นกรด และสารที่มีค่าพีเอชมากกว่า 7 จะเป็นด่าง สำหรับสารละลายที่เป็นกลางจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 การวัดค่าพีเอชนั้นทำได้หลายวิธีแต่จะให้ความละเอียดเที่ยงตรงไม่เท่ากัน เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัดค่าพีเอช มีดังนี้

2.5.1 กระดาษลิตมัส เป็นวิธีที่สามารถระบุได้ว่าสารละลายนั้นเป็นกรดหรือด่าง โดยกระดาษลิตมัสจะมี 2 สีคือ สีแดงและสีน้ำเงิน วิธีทดสอบคือ นำกระดาษทั้ง 2 สีไปจุ่มในสารละลายที่ต้องการทดสอบ แล้วกระดาษสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง สารละลายนั้นคือกรด และถ้าสารละลายนั้นเป็นด่างกระดาษสีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

2.5.2 กระดาษ pH เป็นการวัดพีเอชที่สามารถระบุได้ว่าสารละลายนั้นมีความเป็นกรด-ด่างมากน้อยแค่ไหนซึ่งให้ความละเอียดมากกว่าการใช้กระดาษลิตมัส เนื่องจากจะมีแถบสีเพื่อให้เทียบว่าตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นมีความเป็นกรดหรือด่างเท่าไร หรืออีกวิธีที่ให้ความละเอียดใกล้เคียงกันคือการใช้สารละลาย Universal Indicator ซึ่งเป็นสารละลายที่จะเปลี่ยนสีเมื่อค่าพีเอชเปลี่ยนไป



รูปที่ 5.1 กระดาษ pH สารละลาย Universal Indicator

ที่มา: www.biotechandscientific.lnwshop.com

2.5.3 pH Meter วัดค่า pH ได้โดยการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ที่เกิดขึ้นระหว่าง Indicator electrode และ Reference electrode แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นค่าพีเอช โดยมีการแสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ให้ความละเอียด และถูกต้องแม่นยำมากกว่า 2 อุปกรณ์ที่ผ่านมา เครื่อง pH Meter มีหลายแบบ เช่น แบบปากกา แบบมือถือ แบบตั้งโต๊ะ หรือแบบติดตั้ง



รูปที่ 5.2 pH Meter แบบตั้งโต๊ะ

ที่มา: NanaSupplier.com