จุลสาร เคมีวิเคราะห์ Online

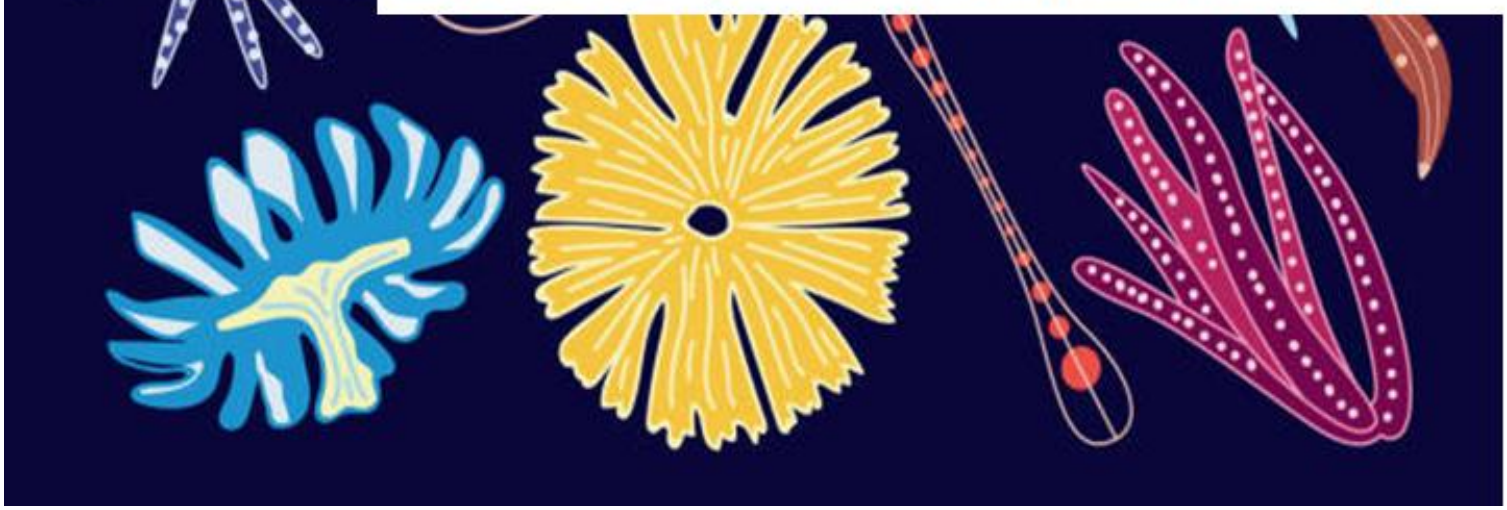
Analytical Chemistry Newsletter

Vol.3 – Dec.2023

..เรื่องราวที่น่าสนใจ..ฉบับเดือนธันวาคม 2566

(เล่มที่ 3 ของปี งป.67)

- มุมความรู้ทั่วไป:
  - การวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)
  - การวัดปริมาณความชื้นในวัสดุ (Moisture content measurement)
- มุมสิ่งแวดล้อม: การใช้แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Bioindicator) ของคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน
- มุมเทคโนโลยีการวิเคราะห์ทางเคมี: เครื่องฟลูออโรสเปคโตรมิเตอร์
- มุมสบาย: 6 เครื่องดื่มคลายหนาวเพื่อสุขภาพ
- สัมภาษณ์พิเศษ: ผู้หมวดเจี๋น่า กับการอบรม CBRN จากแดนภารตะ



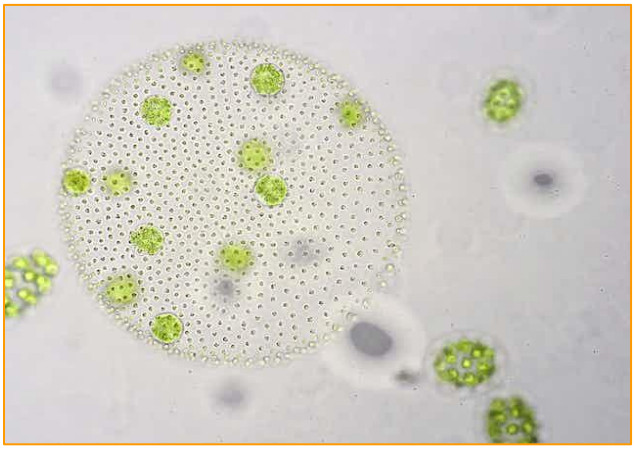
สารบัญจุลสาร เคมีวิเคราะห์ online

Analytical Chemistry Newsletter

Vol.3- Dec.2023

1 มุมความรู้ทั่วไปในห้อง LAB

- ภารวัดค่าภารนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) หน้า 1



มุมสิ่งแวดล้อม 2

ภารใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของแหล่งน้ำจืด หน้า 9

3 มุมเทคโนโลยีภารวิเคราะห์ทางเคมี

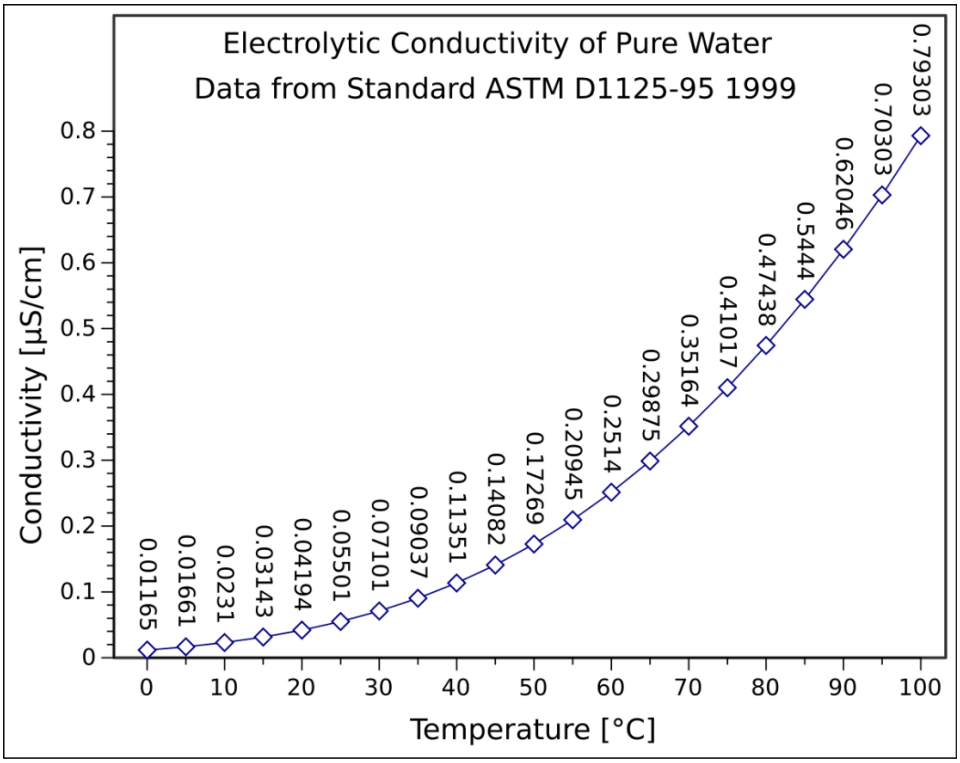
- ภารวัดปริมาณความชื้นในวัสดุ (Moisture content measurement) หน้า 21

มุมสบาย ๆ 4

6 เครื่องดื่มคลายหนาวเพื่อสุขภาพ หน้า 26

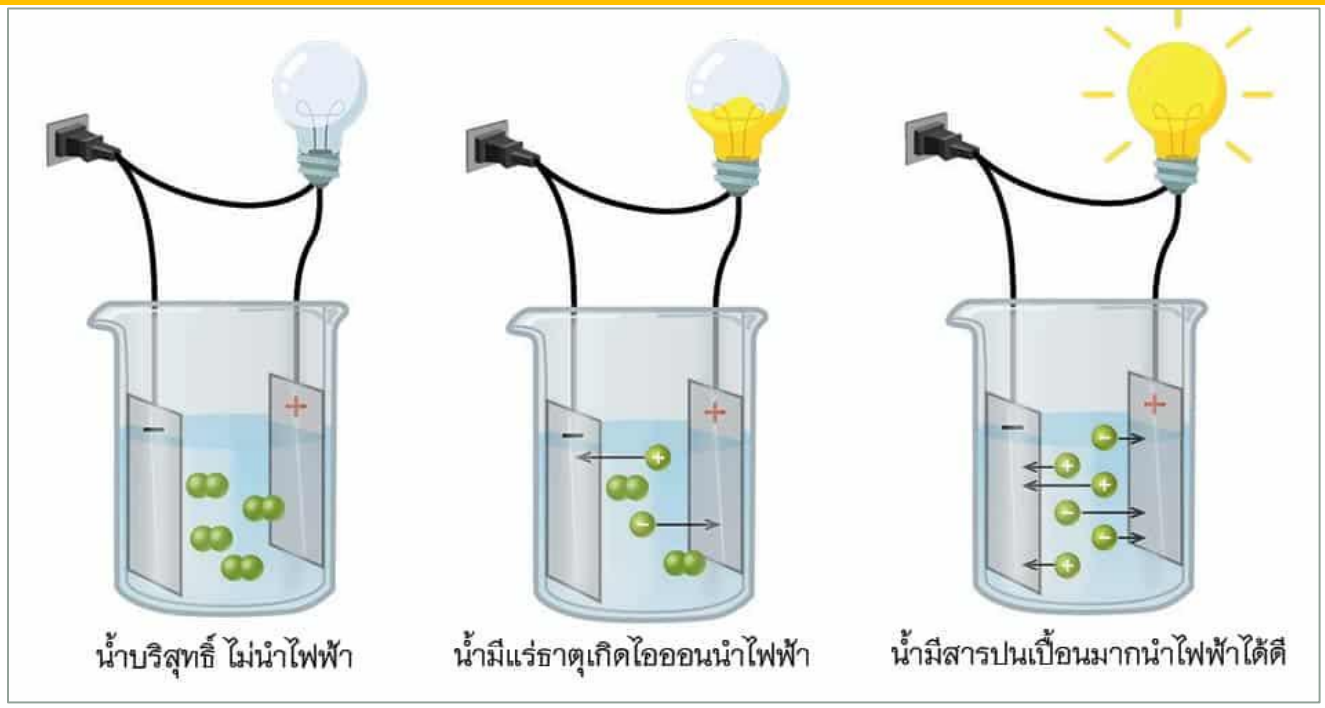
ภารวัดค่าภารนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

Electrical Conductivity คือ ภารวัดความสามารถของน้ำในภารส่งภระแสไฟฟ้า หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ภารนำไฟฟ้าของน้ำ” ทั้งนี้ น้ำสามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากมีเกลือโลหะรวมถึงสารเคมีอนินทรีย์/อินทรีย์ที่มีประจุละลายในน้ำ (มีคุณสมบัติเป็นสารอิเล็กโตรไลท์) จึงทำให้น้ำสามารถนำภระแสไฟฟ้าได้ แต่ทว่า น้ำบริสุทธ์ (Pure H_2O) นั้น จะไม่นำไฟฟ้า ค่าภารนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ค่าภารนำไฟฟ้าได้รับผลภระทบจากอุณหภูมิยิ่งน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ค่าภารนำไฟฟ้าก็จะยิ่งสูงขึ้นด้วย



ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Conductivity_%28electrolytic%29

ในหลายภรณีพบว่า ค่าภารนำไฟฟ้าสัมพันธ์โดยตรงกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total dissolved solids, TDS) น้ำบริสุทธิ์ปราศจากอิออนที่มีคุณภาพสูง (High quality deionized water) จะมีค่าภารนำไฟฟ้าประมาณ 0.05 µS/cm ที่ 25 °C, น้ำดื่มทั่วไปมีค่าในช่วง 200–800 µS/cm ในขณะที่น้ำทะเลมีค่า EC ประมาณ 50 mS/cm หรือ 0.05 S/cm



ความสำคัญของค่า Conductivity ในสารละลาย

การวัดค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายมีความสำคัญมากในงานวิทยาศาสตร์ทางเคมีและอุตสาหกรรมที่ใช้สารละลาย เหตุผลที่การวัดค่าการนำไฟฟ้ามีความสำคัญได้แก่

1. เป็นตัวชี้วัดความใช้ได้หรือความเป็นปกติของสารละลาย เช่น หากสารละลายนั้นยังคงใช้งานได้ตามปกติ จะมีค่าการนำฟ้าเป็นไปตามเกณฑ์ปกติที่กำหนด แต่ถ้ามีสารอื่นผสมเข้าไปเจือจางหรือมีสารตกตะกอน ค่าการนำไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงไปลดลงได้

2. ใช้สำหรับตรวจสอบความเข้มข้นของสารจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า เช่น ในการผลิตเครื่องดื่มหรืออาหาร การตรวจสอบคุณภาพน้ำในการทำการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

3. ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงของสารขณะที่เกิดปฏิกิริยาหรือการละลาย

4. ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต งานอุตสาหกรรม การวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถช่วยในการปรับปรุงหรือปรับความเข้มข้นของสารละลายในกระบวนการผลิต เช่น น้ำสำหรับหม้อไอน้ำ (Boiler) ระบบ Reverse osmosis เป็นต้น

5. ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบสารละลายที่ใช้ในงานต่าง ๆ ทำให้สามารถเลือกใช้สารที่มีคุณภาพสูงและเหมาะสมกับงานที่กำลังดำเนินการ

สำหรับการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแหล่งน้ำ สามารถใช้บ่งบอกค่าคุณภาพน้ำได้ด้วย ซึ่งปกติแหล่งน้ำแต่ละแห่งมีแนวโน้มที่จะมีช่วงการนำไฟฟ้าที่ค่อนข้างคงที่ จึงสามารถใช้เป็นค่าพื้นฐานในการเปรียบเทียบกับการวัดค่าการนำไฟฟ้าที่สภาวะปกติกับสภาวะที่มีการปนเปื้อนหรือมีการปล่อยมลพิษจากแหล่งอื่นลงสู่แหล่งน้ำนั้นได้

ค่ามาตรฐาน Conductivity ของน้ำ

ชนิดของน้ำ	ค่า CONDUCTIVITY
น้ำกลั่นบริสุทธิ์และน้ำปราศจากไอออน	0.05 µS/cm
น้ำทะเล	50 mS/cm
น้ำดื่ม	200 ถึง 800 µS/cm.
น้ำฝนหรือหิมะ	2 ถึง 100 µS/cm

ในการคำนวณค่า EC ของความเค็มของน้ำและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด จะช่วยในการระบุความบริสุทธิ์ของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าสำหรับน้ำบริสุทธิ์ ตัวอย่างเช่น น้ำกลั่นบริสุทธิ์ทำหน้าที่เป็นฉนวน ในขณะที่น้ำเค็มเป็นตัวนำไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมากเป็นต้น

สำหรับเครื่องผลิตน้ำบริสุทธิ์ (Ultrapure Deionized water Apparatus) จะมีระบบการวัดค่าการนำไฟฟ้าเพื่อบ่งชี้ความบริสุทธิ์ของน้ำที่ผลิตได้ และใช้เป็นค่าที่ใช้ในการติดตามเพื่อการซ่อมบำรุงดูแลเครื่อง ตัวอย่างเช่น หากระบบการแลกเปลี่ยนอิออนของเครื่องไม่อยู่ในสภาวะปกติ สารกรองเรซินเสื่อมสภาพ/หมดอายุการใช้งาน ค่าการนำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มที่สูงขึ้นจากค่าเกณฑ์มาตรฐานของเครื่องที่กำหนด น้ำบริสุทธิ์ที่ผลิตจากกรรมวิธีต่าง ๆ มีมาตรฐานค่าคุณภาพน้ำ ดังตาราง

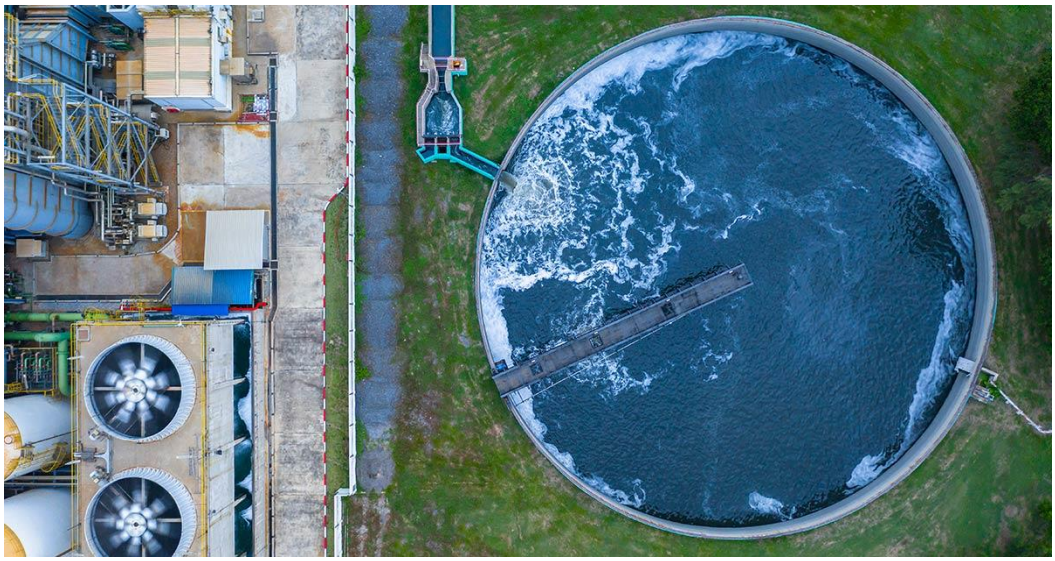
ASTM Standards for Laboratory Reagent Water (ASTM D1193-91)

Measurement (Unit)	Type I	Type II	Type III	Type IV
Resistivity (MΩ-cm)	> 18	> 1	> 4	> 0.2 (200KΩ)
Conductivity (µS/cm)	< 0.056	< 1	< 0.25	< 5
pH at 25°C	N/A	N/A	N/A	5.0 - 8.0
Total Organic Carbon (TOC) ppb or µg/L	< 50	< 50	< 200	N/A
Sodium (ppb or µg/L)	< 1	< 5	< 10	< 50
Chloride (ppb or µg/L)	< 1	< 5	< 10	< 50
Silica (ppb or µg/L)	< 3	< 3	< 500	N/A

The ASTM standards are further subdivided into A, B and C that can be used in conjunction with the type I, II, III or IV water above when bacteria levels need to be con

ที่มา https://www.worldwildthai.com/th/articles/257235-type-of-water2

ในระบบการผลิตน้ำดื่มหรือน้ำประปาหรือน้ำอุปโภค ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่วัดได้หากสูงเกินไป อาจหมายถึงมีสารปนเปื้อน หรือสารมลพิษที่ไม่ต้องการอยู่ในน้ำ รวมไปถึงน้ำความเค็มมากขึ้น ไอออนส่วนเกินที่มีอยู่ในน้ำ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบประปา ผลข้างเคียงทั้งหมดเหล่านี้สามารถป้องกันได้หากมีการตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในระบบการผลิตน้ำเป็นประจำ (Routine Check)



หน่วยการวัดค่าการนำไฟฟ้า Conductivity

หน่วย SI (International Systems of Units) ของค่า Electrical Conductivity คือซีเมนส์ต่อเมตร (S/m) หมายความว่า ของเหลวสามารถนำกระแสไฟฟ้าผ่านได้ดีเพียงใด เมื่อดูค่า EC ในน้ำหรือของเหลว โดยทั่วไป พบว่าน้ำในสภาพธรรมชาติเช่น ฝน น้ำในทะเลสาบ แม่น้ำ ฯลฯ จะมีค่า EC ต่ำ (น้ำบริสุทธิ์ไม่นำไฟฟ้าไม่มีค่า EC=0) แต่เมื่อน้ำอยู่ภายใต้มลภาวะมีการปนเปื้อนมีสิ่งเจือปน จะส่งผลเปลี่ยนแปลงในค่า EC ของน้ำนั้นด้วย เนื่องจากสารที่ละลายจะเพิ่มระดับของ EC ด้วยเหตุนี้ EC จึงเป็นเครื่องบ่งชี้มลพิษในน้ำได้ดี อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าสิ่งเจือปน เช่น เกลือในน้ำทะเลทำให้เกิดการอ่านค่า EC ที่สูงมาก เนื่องจากน้ำมีเกลือละลายอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากเมื่อเกลือละลาย มันจะแยกตัวออกเป็นไอออน (ซึ่งมีประจุไฟฟ้า)

ถึงแม้ว่าหน่วย SI คือซีเมนส์ต่อเมตร (S/m) แต่ในทางปฏิบัติค่า conductivity ในน้ำไม่สูงมากนัก จึงนิยมใช้เป็น ไมโครซีเมนส์/เซ็นติเมตร (μS/cm) และค่า conductivity จะเพิ่มขึ้นจริงเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้น EC มักจะถูกบันทึกที่ 25°C โดยมีอุณหภูมิและ EC พร้อมกัน หน่วยวัดอื่นสำหรับ EC คือ mS/cm หรือ มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (1 mS/cm = 1,000 μS/cm)

นอกจากนี้ ยังมีหน่วย US. unit ที่ใช้ระบุหน่วยค่าการนำไฟฟ้า คือ มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) อย่างไรก็ดี 1 mS/cm มีค่าเท่ากับ 1 mmho/cm

การแปลงค่า Conductivity เป็นค่า TDS หรือค่าความเค็ม จะขึ้นกับองค์ประกอบของสารในสาระลาย โดยทั่วไปค่า TDS จะวัดในการติดตามคุณภาพทางสิ่งแวดล้อมโดยค่าที่ละลายส่วยใหญ่เป็นของแข็งที่ละลายเป็นสารอิออนิค ความแตกต่างของอิออนจะให้ค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน เครื่องวัดค่า TDS ส่วนใหญ่จะแปลงค่าบนข้อมูล/factor ตัวเดียว ดังนั้นค่าที่วัดได้ จึงแตกต่างจากค่า TDS ที่แท้จริง และในการหาค่าความเข้มข้นจากค่าการนำไฟฟ้าที่ถูกต้องแล้ว ต้องทราบองค์ประกอบของสารทุกชนิดในสาระลายด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างค่า EC และความเข้มข้น ดังนี้

- 1 S/m = $s^3 * A^2 / kg * m^3$ where s is second, A is ampere, kg is kilogram, m is meter
- 1 mho/m = 1 rom = 1 S/m
- 1 EC = 1 µS/cm = 1 x 10^{-6} S/m
- 1 CF = 10 EC = 10 µS/cm = 1 x 10^{-5} S/m
- ppm_{500} = 500 x (conductivity in mS/cm) (USA)
- ppm_{640} = 640 x (conductivity in mS/cm) (Europe)
- ppm_{700} = 700 x (conductivity in mS/cm) (Australia)
- 1 mg/L = 1 ppm (assuming that the density of water is 1.00 g/mL)

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า Conductivity ของน้ำ

- ชนิดของสารเจือปนที่ละลายในน้ำ
- อุณหภูมิ
- ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายมีอยู่

ภารทำน้ำให้บริสุทธิ์เป็นภารลดค่าภารนำไฟฟ้าของน้ำ มีตัวเลือภที่แตภต่างภันในภารภรองน้ำ ได้แก่

ภารภำจัดไอออน

ภารรีเวิร์สออสโมซิส

ภารภรองคาร์บอน เนื่องจาภสารอินทรีย์หลายชนิดสามารถละลายในน้ำได้และมีประจุไฟฟ้า

ภารภลั่น

ภารประยุภต์ใช้ค่าความนำไฟฟ้า Conductivity

ภารวัดค่าภารนำไฟฟ้า มีภารใช้เป็นประจำในอุตสาหภรรม ชลประทาน ปศุสัตว์และสิ่งแวดล้อม จำนวนมาภ เป็นวิธีภารวัดปริมาณไอออนในสารละลายที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ เช่น ภารวัดค่าภารนำไฟฟ้าในน้ำสำหรับวัดประสิทธิภาพของระบบทำน้ำให้บริสุทธิ์อย่างต่อเนื่อง (on line measurement) มีภารใช้งานเครื่องมือตรวจวัด EC ในงานด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) วัดปริมาณปุ๋ยในภารปลูภผักไฮโดรโปนิภส์ (เนื่องจาภภารเติมปุ๋ยในน้ำทำให้ค่า Conductivity เพิ่มขึ้น)

2) วัดความบริสุทธิ์ของน้ำ (Ultrapure water) ในงานด้านวิทยาศาสตร์

3) วัดปริมาณแร่ธาตุในดิน โดยใช้ค่า EC ดิน (ถ้าดินมีค่า conductivity สูงนั่นหมายถึงมีแร่ธาตุในดินในปริมาณมาภ)

4) วัดความสะอาดของน้ำในระบบหล่อเย็น ระบบ Cooling Tower

5) วัดคุณภาพน้ำในระบบภารผลิตน้ำประปา ระบบชลประทานและภารผลิตไฟฟ้า

@ 25°C/77°F

°C	°F	µS/cm	°C	°F	µS/cm
0	32.0	776	22	71.6	1332
5	41.0	896	23	73.4	1359
10	50.0	1020	24	75.2	1386
15	59.0	1147	**25**	**77.0**	**1413**
16	60.8	1173	26	78.8	1440
17	62.6	1199	27	80.6	1467
18	64.4	1225	28	82.4	1494
19	66.2	1251	29	84.2	1521
20	68.0	1278	30	86.0	1548
21	69.8	1305	31	87.8	1575

ภารวัดค่า Conductivity เราสามารถวัดได้ด้วย EC Meter ซึ่งมีมากมายหลายชนิดทั้งแบบปากกา แบบตั้งโต๊ะ ซึ่งเครื่องวัดสมัยใหม่มีความแม่นยำและมีการออกแบบมาหลายรูปแบบ มีความแม่นยำ และมีความทนทาน เป็นต้น

(1)

(2)

(3)

รูป (1) เครื่องวัดค่า EC แบบตั้งโต๊ะ (2) แบบภาคสนาม และ(3) เครื่องวัดค่า EC สำหรับงานดิน

วิธีการวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้าโดยวิธี APHA,AWWA,WEF 2510 B.

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter, Conductometer)
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. บีกเกอร์
4. กระดาษทิชชู

สารเคมี

1. น้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากอิออน

2. สารละลายมาตรฐาน (Conductivity standard solutions) ที่มีค่าการนำไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเครื่องวัดและช่วงค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่าง เช่น ที่ค่าเท่ากับ 84, 1413 , 12880 µS/cm

วิธีการ

1. ใช้น้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากอิออนฉีดล้างแท่งอิเล็คโทรดของเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าให้สะอาดและใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง

2. จุ่มอิเล็คโทรดลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 25°C ให้ท่วมหัววัด (Probe) ปรับเทียบ (Calibrate) เครื่องมือให้ได้ค่า EC ตามที่ระบุไว้

3. ใช้น้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากอิออนฉีดล้างแท่งอิเล็คโทรดให้สะอาดและใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง

4. จุ่มอิเล็คโทรดลงในบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายตัวอย่างที่จะตรวจวัด กระทั่งได้ค่าที่คงที่ (ที่อุณหภูมิ 25°C) ค่าที่อ่านได้ จะมีหน่วยเป็น µS/cm หรือ S/m

5. รายงานค่าการนำไฟฟ้าพร้อมค่าอุณหภูมิของสารละลายที่วัดได้

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

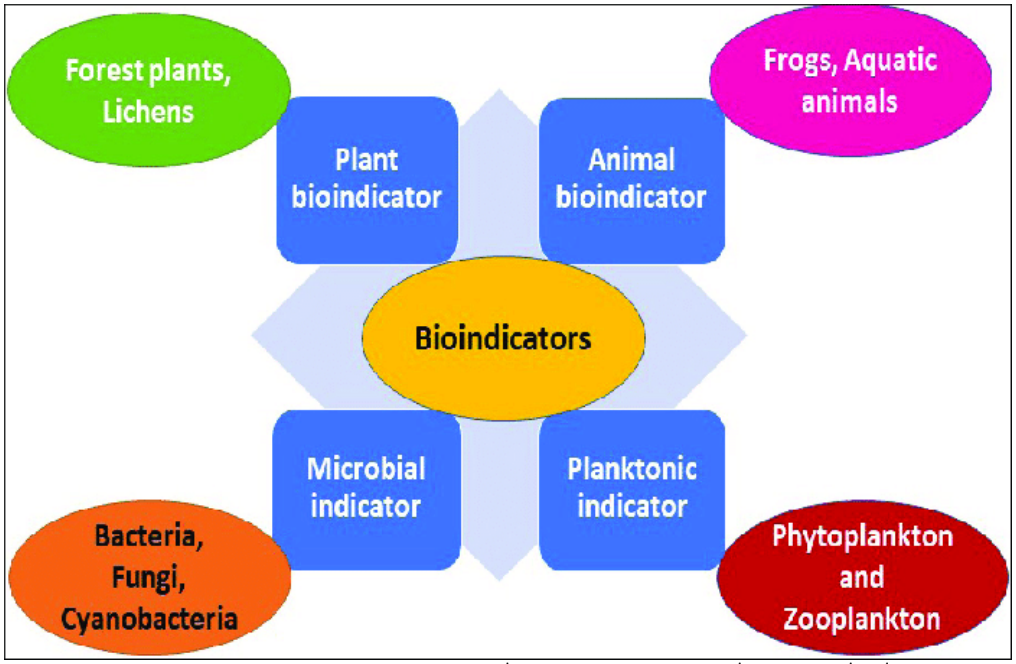
1. https://www.neonics.co.th/water-quality-testing/what-is-electrical-conductivity-ec.html

2. https://www.worldwildthai.com/th/articles/257235-type-of-water2

3. https://sensorex.com/electrical-conductivity-of-water/

การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำจืด
(Phytoplankton as bioindicator for freshwater resources)

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เป็นการสังเกตคุณลักษณะของแหล่งน้ำเป็นหลัก เพื่อตรวจสอบสี กลิ่น อุณหภูมิ ความขุ่นและความโปร่งแสง วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี เช่น ทดสอบความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (BOD) ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) รวมถึงพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติน้ำต่าง ๆ เช่น ค่าของแข็งในน้ำ ทั้งค่าของแข็งทั้งหมด (TS) ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ค่าน้ำมันและไขมันในน้ำ ค่าสารประกอบไนโตรเจน และค่าโลหะหนักทั้งแบบมีพิษและไม่มีพิษ และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ เป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ซึ่งในบทความนี้จะพูดถึงวิธีการใช้แพลงก์ตอนพืชในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Bioindicator)



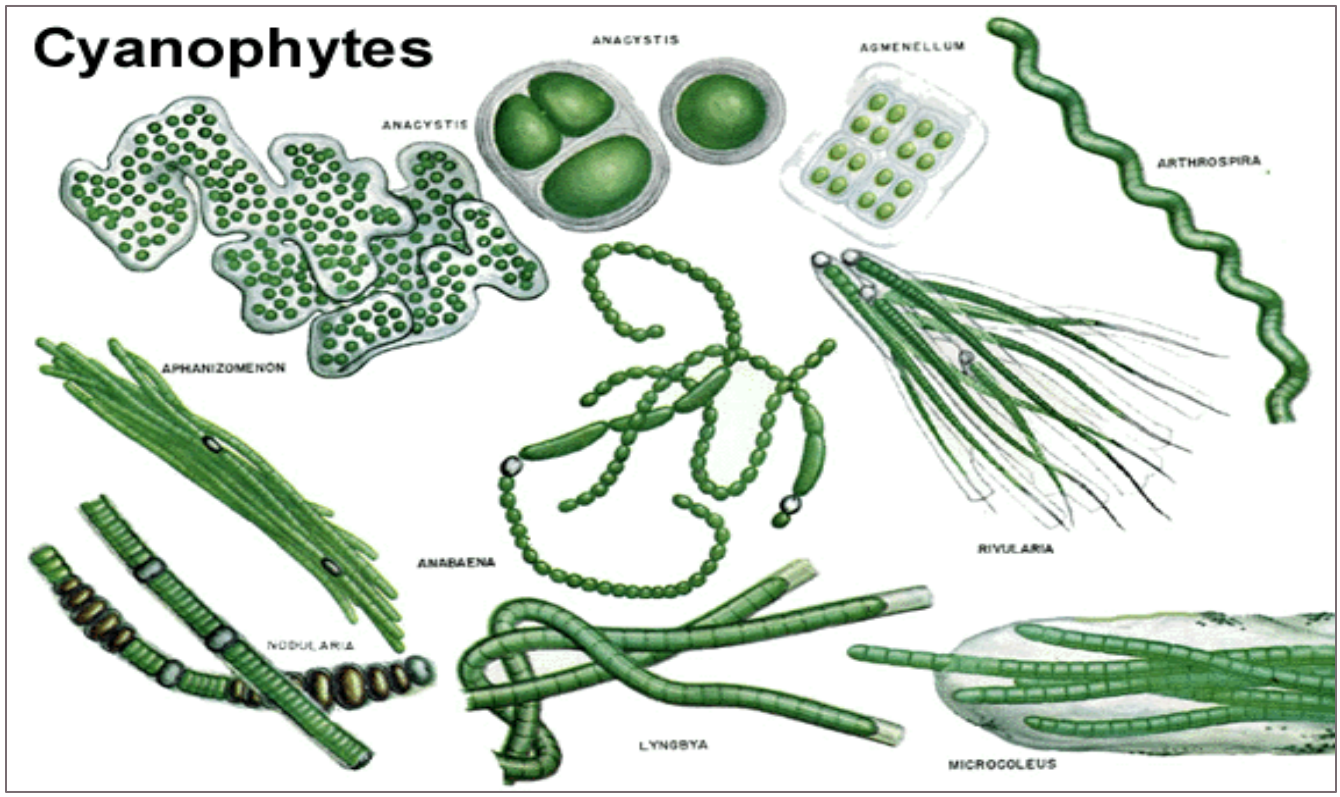
ดัชนีชีวภาพ (Bioindicator) หมายถึง สิ่งมีชีวิตเดียวหรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ภันเป็นกลุ่ม สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวภับสิ่งแวดล้อมทางภายภาพหรือทางเคมีที่บริเวณนั้น สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสามารถเป็นดัชนีชีวภาพบ่งบอกถึงภารเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมแหล่งนั้นได้ เริ่มจากภารบันทึกของนักวิทยาศาสตร์ในภารสังเกตสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำเสียนั้น มีความแตกต่างจากน้ำสภาวะปกติ ตั้งแต่นั้นมาข้อมูลก็มีภารบันทึกมากขึ้นเรื่อย ๆ เกี่ยวภับความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตตามแหล่งน้ำ เช่น สาหร่าย ปลา พรรณไม้น้ำ เป็นต้น ดังแผนภาพ

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นอีกหนึ่งสิ่งมีชีวิตที่สามารถชี้วัดคุณภาพน้ำได้เช่นกัน ดัชนีชีวภาพจากแพลงก์ตอนพืชสามารถให้ข้อมูลได้ 2 รูปแบบ คือ ข้อมูลระยะสั้น (Short-term information) จะเป็นการบอกถึงสถานการณ์ของสิ่งแวดล้อม เช่น การเพิ่มหรือลดปริมาณของแพลงก์ตอนพืช จะเป็นการบอกถึงสภาวะที่มีความสมบูรณ์หรือขาดแคลนของสารอาหารในแหล่งน้ำได้ และข้อมูลระยะยาว (Long-term information) จะบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นประจำ เช่น แพลงก์ตอนมีการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูร้อนเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนชนิดนั้น

ความรู้เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช

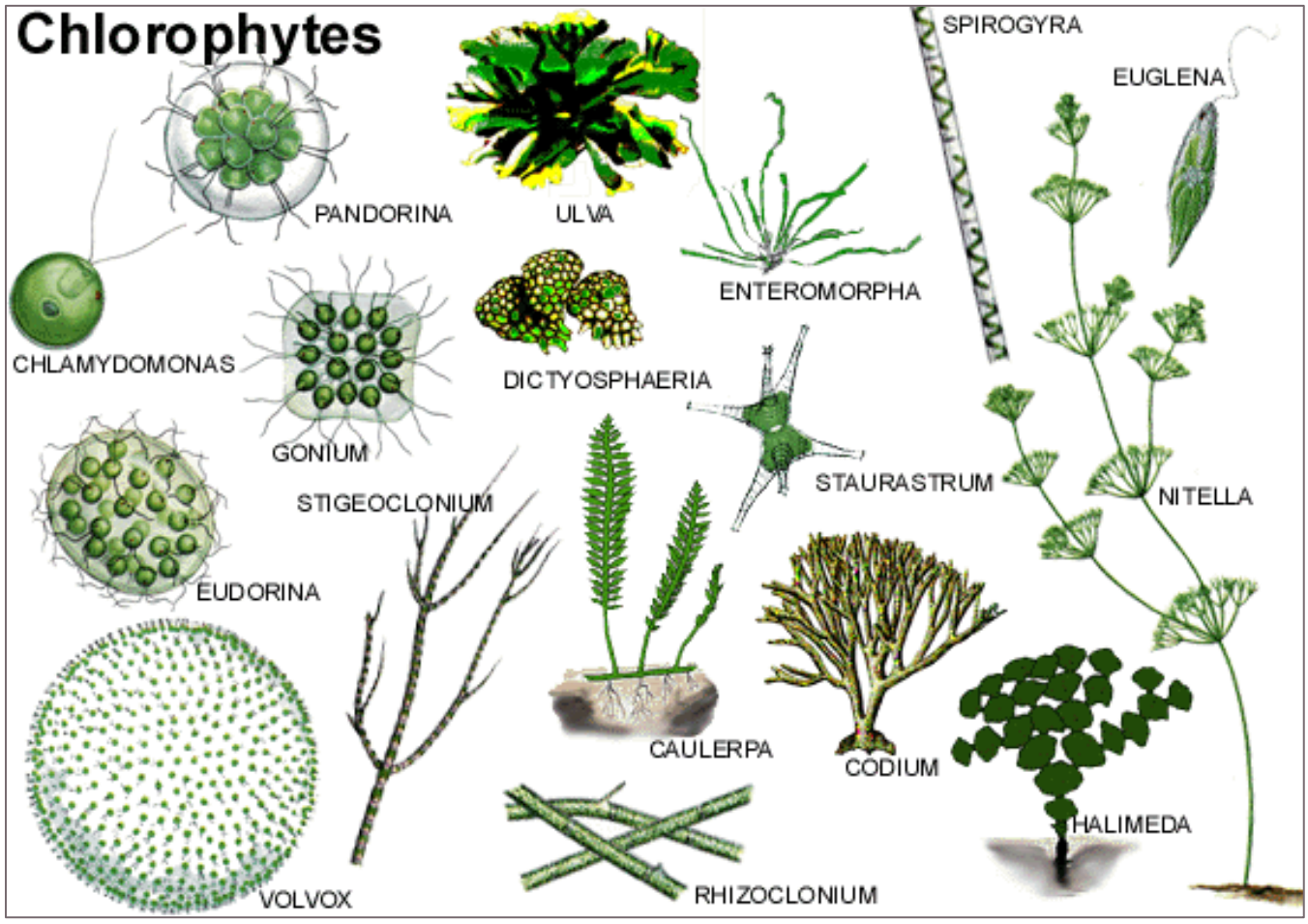
แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ พัดพาไปกระแสน้ำ มีคลอโรฟิลล์ในเซลล์จึงจัดเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในระบบนิเวศ ทำการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อเปลี่ยนแปลงสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ แพลงก์ตอนพืชประกอบด้วยสาหร่ายขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในน้ำ พบได้ทั้งในน้ำทะเล น้ำกร่อย และน้ำจืด การกระจายของแพลงก์ตอนพืชพบว่ามีการกระจายอยู่ทั่วโลก พบได้ทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อน สำหรับกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชแบ่งออกเป็น 7 Division (ยุวดี, 2549) รายละเอียดดังนี้

1. Division Cyanophyta (**สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน**)



มีลักษณะโครงสร้างของนิวเคลียสคล้ายคลึงกับนิวเคลียสของแบคทีเรีย และยังมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ แต่มีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีคลอโรฟิลล์ เอ จึงสามารถสังเคราะห์แสงได้ และมีออกซิเจนเกิดขึ้นตากการสังเคราะห์แสงด้วย ซึ่งไม่พบในพวกแบคทีเรีย สาหร่ายพวกนี้สามารถพบได้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น ในบ่อน้ำพุร้อน หรือบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น เช่น ในหิมะ หรือบริเวณขั้วโลก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเซลล์สาหร่ายชนิดนี้มีเมือก (gelatinous sheath) หุ้มจึงสามารถเก็บความชื้นไว้ในเซลล์ และสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนและความเย็นให้กับเซลล์ได้ อีกประการหนึ่งโมเลกุลของโปรตีนภายในโปรโตพลาสซึมจับตัวกันแน่น จึงอาจจะเป็นเหตุช่วยให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้นาน

2. Division Chlorophyta (**สาหร่ายสีเขียว**)



สาหร่ายสีเขียวนี้ส่วนใหญ่มีสีเขียวเหมือนหญ้า (grass-green algae) ทั้งนี้เพราะภายในคลอโรพลาสต์มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ เอ และ บีจำนวนมาก ซึ่งจะบดบังรงควัตถุสีอื่น ๆ ไว้ นอกจากนั้นก็มีรงควัตถุพวกแคโรทีนและแซนโธฟิลล์อีกหลายชนิด รงควัตถุทั้งหมดอยู่ในคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีรูปร่างหลายแบบ คุณสมบัติเหล่านี้สามารถนำมาจัดจำแนกสาหร่ายได้อย่างชัดเจน ซึ่ง

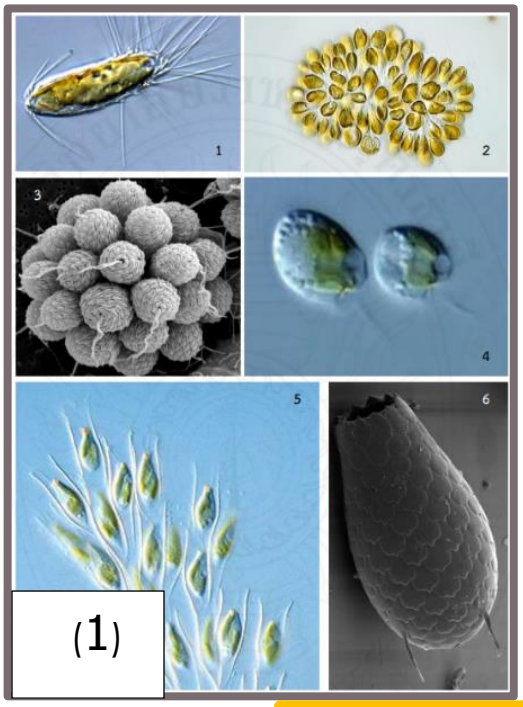
สาหร่ายชนิดนี้จะพบได้ทั่วไปแทบทุกหนทุกแห่ง โดยอาจจะเจริญอยู่ในน้ำตื้นๆ หรือน้ำลึกที่แสงส่องถึง และหลายชนิดมีสภาพเป็นแพลงก์ตอนพืช บางชนิดก็ขึ้นอยู่บนก้อนหิน ทราย โคลน เปลือกหอย บนพืช สัตว์อื่น หรือเจริญอยู่ในพืช หรือในสัตว์อื่นก็ได้ อาจจะขึ้นอยู่ในดิน หรือในเปลือกไม้บางชนิด สปอร์อาจจะปนมากับฝุ่นละออง และบางชนิดอาจจะพบอยู่ในหิมะ หรือน้ำแข็งก็ได้ (ภาญจนภาชน์, 2527; ยุวดี, 2549)

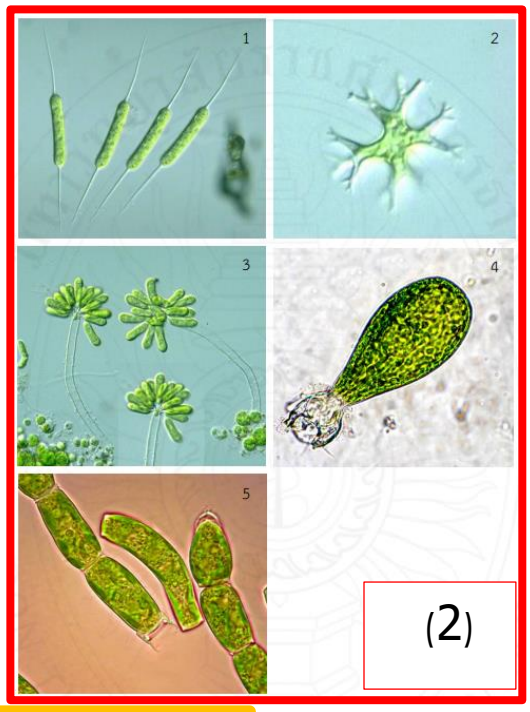
3. Division Bacillariophyta (ไดอะตอม)

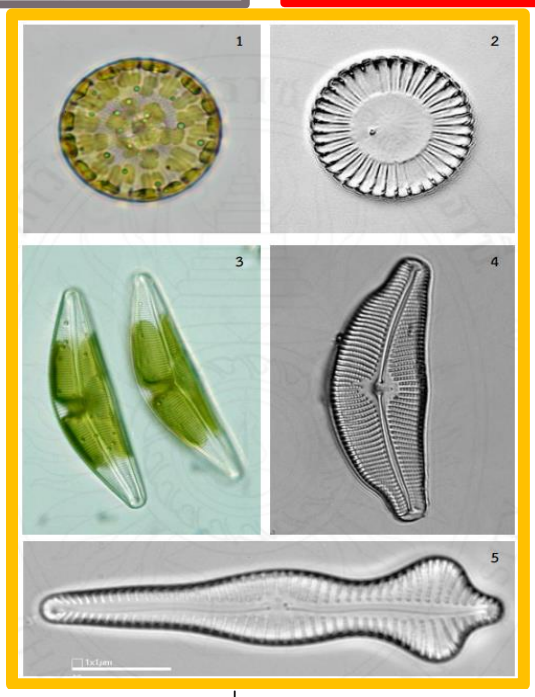
สาหร่ายในกลุ่มนี้มีชื่อสามัญว่า ไดอะตอม ลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว หรือต่อกันเป็นเส้นสายคล้ายโซ่อย่างหลวม ๆ ส่วนลักษณะของเซลล์เดี่ยว ประกอบด้วยฝาหรือฟรัสตูล (frustule) 2 ฝามาครอบเหลื่อมกันคล้ายจานเลี้ยงเชื้อ ฟรัสตูลมีสมมาตรแบบรัศมี หรือแบบซีกซ้ายขวาเท่ากัน สีของไดอะตอมเป็นสีของคลอโรพลาสต์ที่มีสีเหลืองส้มจนถึงสีน้ำตาล ผนังเซลล์เป็นสารเพกติน ซึ่งมีซิลิกาเข้าไปแทรกอยู่บนผนังเซลล์มีลวดลายทำให้สามารถใช้จำแนกชนิดของไดอะตอมได้ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืช หรือบางจีนัส จะเกาะตามวัตถุพื้นท้องน้ำ หรือเกาะตามพื้นน้ำและสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดอื่นๆ มีการกระจายได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม เนื่องจากผนังเซลล์ของไดอะตอมเป็นสารซิลิกาสลายตัวได้ยาก

4. Division Chrysophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง)

มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว หรือเซลล์อาจอยู่กันเป็นกลุ่ม เซลล์อาจมีแฟลกเจลลัม หรือไม่มีแฟลกเจลลัม ผนังเซลล์มีลวดลายและอาจเป็นสารซิลิกา การจัดจำแนกดิวิชันคริสโซไฟตาจึงต้องรวมเอากลุ่มสาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (golden-brown algae) สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (yellow-green algae) และไดอะตอม (diatom) มาอยู่ดิวิชันเดียวกัน แม้ว่ารูปร่างลักษณะหลายอย่างของเซลล์สาหร่ายทั้งสามกลุ่มจะแตกต่างกัน แต่มีลักษณะสำคัญร่วมกันคือ การมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์มากกว่าคลอโรฟิลล์ อาหารสะสมเป็นคริสโซลามินาแรน



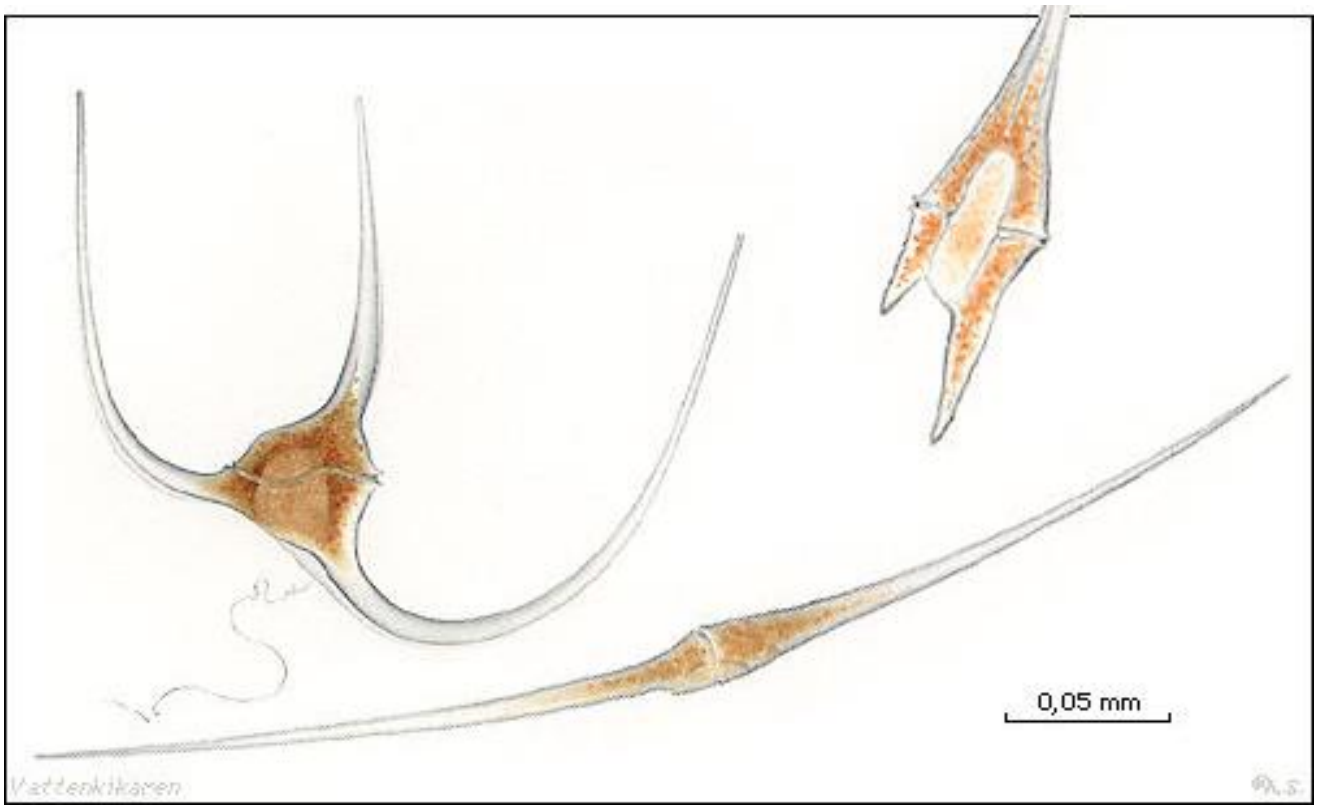




(1) สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (2) สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (3) ไดอะตอม

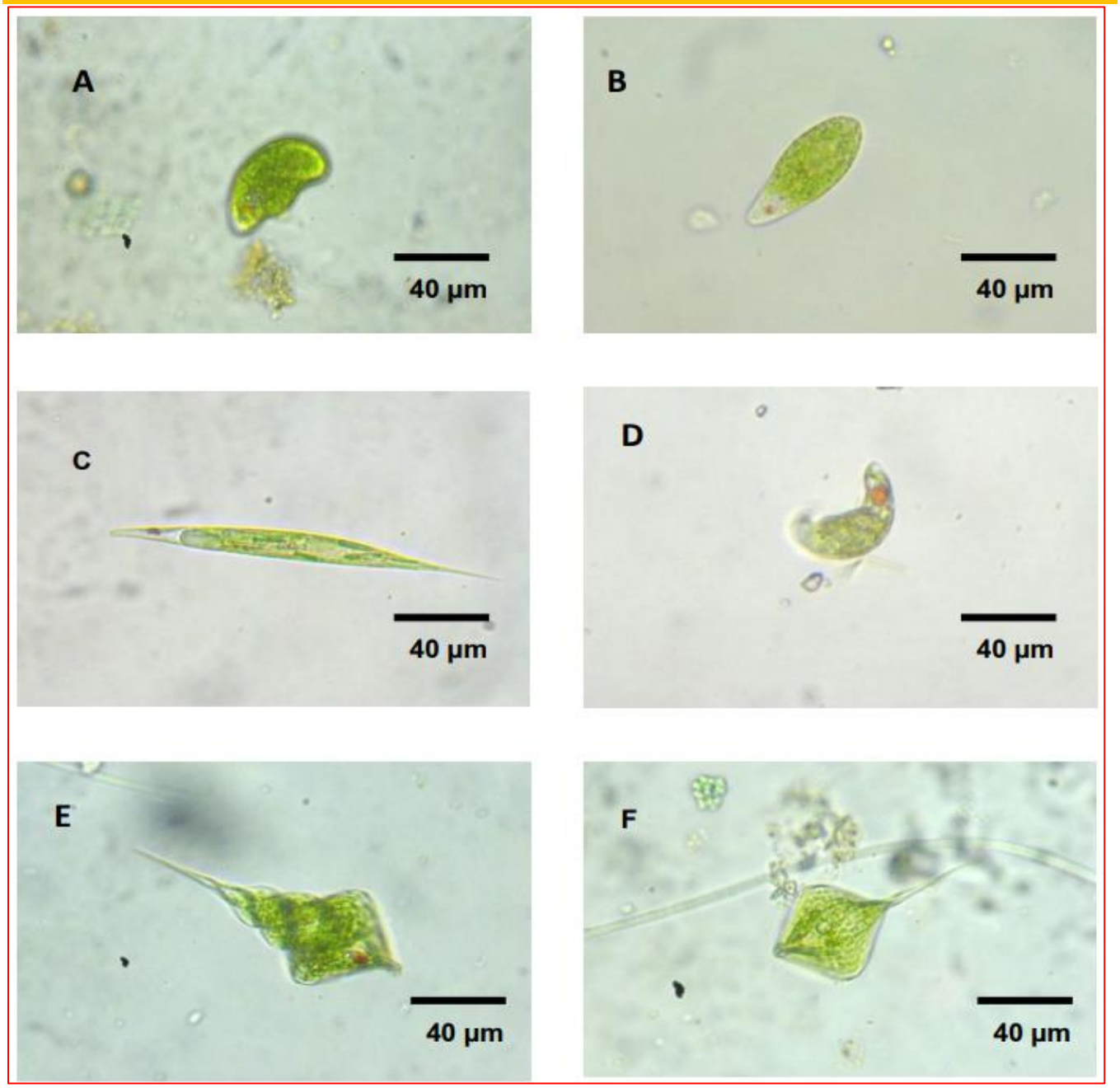
5. Division Pyrrhophyta (ไดโนแฟลกเจลเลต)

มีลักษณะเป็นเซลล์เดียวและมีแฟลกเจลลัม ใช้ในการเคลื่อนที่ ลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตประจำดิวิชันนี้คือ การมีแฟลกเจลลา 2 เส้นที่มีตำแหน่งต่างกัน โดยแต่ละเส้นอยู่คนระนาบตั้งฉากซึ่งกันและกันแฟลกเจลลัมยาวไม่เท่ากัน เป็นเซลล์เดี่ยว โดยส่วนใหญ่จะมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือกลมรี แต่ร่างกายไม่เป็นสมมาตร



6. Division Euglenophyta (ยูกลีนอยด์)

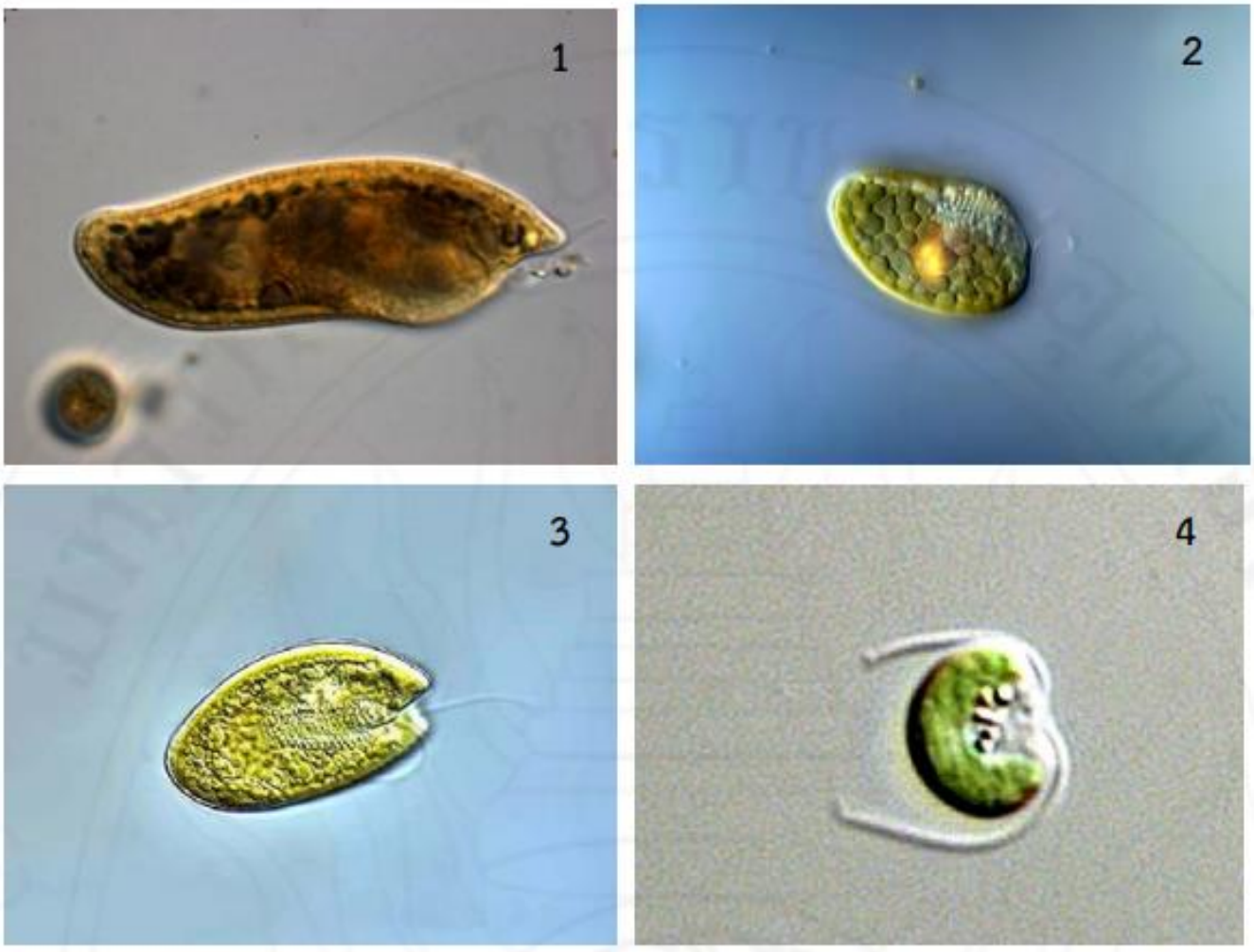
สาหร่ายในดิวิชันนี้เป็นกลุ่มของสาหร่ายที่เมื่อจัดจำแนกจะคาบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกลุ่ม โปรโตซัว เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้ดำรงชีวิตแบบเซลล์เดียว ใช้แฟลกเจลลัมในการเคลื่อนที่ มีอายสปอตที่ทำหน้าที่ในการรับแสง แต่ด้วยเหตุการณ์ที่ภายในเซลล์มีคลอโรฟิลล์ รวมถึงรงควัตถุอื่น ๆ ทำให้เกิดความสามารถในการสังเคราะห์แสง จึงจัดไว้ในกลุ่มของสาหร่ายได้ ส่วนมากสาหร่ายกลุ่มนี้จะดำรงชีวิตแบบเซลล์เดียว ว่ายน้ำอย่างอิสระ แต่มีบางชนิดที่สร้างก้านยึดติดกับพื้นหรือมีการสร้างเมือกและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเซลล์



7. Division Cryptophyta (**คริพโตโมแนด**)

เป็นสาหร่ายกลุ่มเล็กๆ ลักษณะเซลล์เดียว ว่ายน้ำอิสระ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืช พบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม ลักษณะเซลล์แบนจากด้านบนไปทางด้านท้ายเซลล์มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น ลักษณะเด่นของคริพโตโมแนดที่แตกต่างจากไดโนแฟลกเจลเลต คือ การมีรงควัตถุสีน้ำเงินและสีแดง ที่เรียกว่าไฟโคบิลิโปรตีน ซึ่งในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตจะไม่พบสารสีนี้เลย รงควัตถุดังกล่าวนี้มีองค์ประกอบที่แตกต่างจากรงควัตถุสีน้ำเงินของไฟโคบิลินที่พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และลักษณะ

เด่นชัดของคริพโตโมแนดส์ คือ การมีเซลล์พิเศษ เรียกว่า อีเจคโตโซม (ejectosome) เป็นเข็มพิษ ทำหน้าที่ป้องกันตัวและใช้จับเหยื่อ



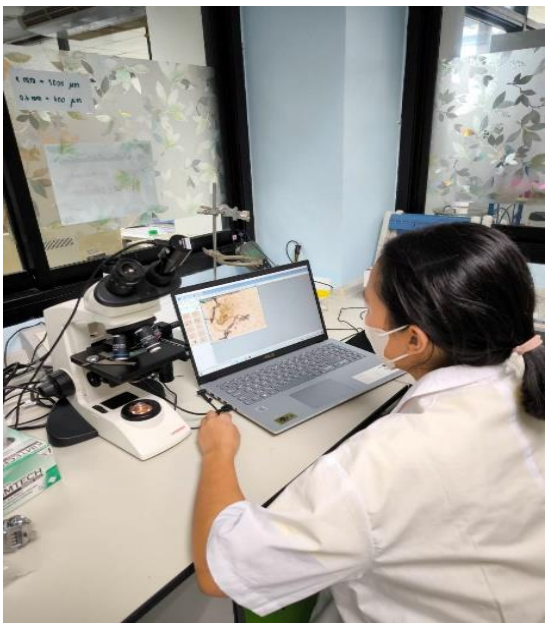
ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

แพลงก์ตอนพืช มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) ในห่วงโซ่อาหาร และนิยมนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำและความสมบูรณ์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์ต่อสัตว์น้ำในห่วงโซ่อาหาร โดยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยทางด้านอาหารที่แตกต่างกันไป มีลักษณะการดำรงชีวิตที่จำเพาะเจาะจง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำ เช่น ในน้ำสะอาดจะพบแพลงก์ตอนพืชจำพวก *Cyclotella sp., Dinobryon sp. Melosira sp., Pinnularia sp.* และ *Staurastrum sp.* ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบในน้ำเสียที่เกิดจากสารอินทรีย์สูง ได้แก่ *Euglena sp., Microcystis sp., Cylindrospermopsis sp.* และ Oscillatoria sp. ดังนั้น ในแต่ละสภาพแวดล้อมหรือแต่ละฤดูกาลจึงสามารถพบแพลงก์ตอนแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไป จึงสามารถใช้การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ในการบ่งชี้คุณภาพน้ำได้

วิธีการศึกษา

การเก็บและจำแนกตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างน้ำ ที่ระดับผิวน้ำ ไปจนถึงที่ระดับความ ลึกที่แสงส่องถึงปริมาตร 10 ลิตร เท ตัวอย่างน้ำผ่านถุงลากแพลงก์ตอนขนาด 21 ไมโครเมตร ให้ได้ปริมาตรที่กรองแล้ว 100 มิลลิลิตร จากนั้นถ่ายลงในขวดเก็บ ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และเก็บรักษาสภาพแพลงก์ตอนพืชด้วยสารละลาย Lugol's solution ปริมาณ 1 มิลลิลิตร



การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ

ทำการศึกษาชนิด และปริมาณแพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ โดย ดูดตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หยดลงในสไลด์นับแพลงก์ตอน (Sedgwick-Rafter) จากนั้น ทำการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืช และศึกษาปริมาณของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดโดยคำนวนตาม วิธีอ้างอิงจาก ลัดดา วงศ์รัตน์ นำมาจัดกลุ่มเด่นที่มีจำนวนมากที่สุด 3 สกุล วิเคราะห์โดยใช้ AARL-PP score (Applied Algal Research Laboratory Phytoplankton) นำข้อมูลแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น 3 สกุลที่ได้คะแนน โดยจะมีคะแนนตั้งแต่ 1-10 แล้วหาค่าเฉลี่ย และแปรผันเป็น ระดับคุณภาพน้ำ โดยคะแนน 1 หมายถึงคุณภาพน้ำดี สารอาหารน้อย คะแนน 10 หมายถึงคุณภาพน้ำ ไม่ดีมาก สารอาหารสูงมาก

ตัวอย่างภรณีศึกษา

สิริพร และ ปริญญา (2558) ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ ในช่วงเดือน ธันวาคม 2556 ถึงเดือนสิงหาคม 2557 ตามช่วงการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 ดิวิชัน 104 ชนิด ดิวิชั่นที่พบมากที่สุดคือคลอโรไฟตา ส่วนที่พบน้อยที่สุดคือดิวิชั่นไพโรไฟตา โดยพบจำนวนชนิดสูงที่สุดในฤดูร้อน 72 ชนิด รองลงมาคือฤดูหนาว 44 ชนิด และฤดูฝน 33 ชนิด ส่วนปริมาณพบว่าฤดูร้อน มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับฤดูหนาว และในฤดูฝนมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมน้อยที่สุด สำหรับคุณภาพน้ำเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่า จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับความโปร่งแสงคือ เมื่อมีความโปร่งแสงมากขึ้นจะมีตำนวนชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนบริเวณที่มีความขุ่นสูงจะส่งผลทำให้จำนวนแพลงก์ตอนพืชลดลงตามไปด้วย แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ลำดับแรก คือ Closterium sp. รองลงมาคือ Ceratium furcoides (Levander) Langhans และ Navicula sp. ซึ่งมีคะแนน AARL-PP Score เท่ากับ 5.0 จัดได้ว่าห้วยสำราญอยู่ในระดับ สารอาหารปานกลาง มีคุณภาพน้ำปานกลางจากคุณภาพน้ำ สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำห้วยสำราญอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3

คณิสร สิทธิพัฒน์ และ อุมารินทร์ (2560) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในโครงการแก้มลิงบึงบ้านขอม และสระน้ำบ้านหนองสงวน จังหวัดจันทบุรี ในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ 2562) และฤดูฝน (สิงหาคม 2560) และศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำรวม ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นด่าง ความกระด้าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์เอ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ Desmidium baileyi, Gloeocystis sp. และ Sphaerocystis sp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว Dinobryon sp. (คริสโซไฟต์) และ Peridinium sp. (ไดโนแฟลกเจลเลต) ค่าความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้าง เนื่องจากแหล่งน้ำเป็นน้ำสะอาดมีสารอินทรีย์น้อย ถูกจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 2 ของแหล่งน้ำผิวดิน (เกณฑ์คุณภาพน้ำดี) สามารถใช้ประโยชน์เพื่อทำการอุปโภค บริโภค โดยต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

สุพัฒน์ และคณะ (2561) ศึกษาความหลากชนิดของแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำ บริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชภายใต้โครงการ อพ.สธ. เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ครอบคลุมฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ช่วงเดือนธันวาคม 2559 ถึงเดือนกันยายน 2560 พบแพลงก์ตอนพืช 32 สกุล มีชนิด Lepocinclis sp. (26.5%), Euglena sp. (22.6%) และ Oscillatoria sp. (9.4%) เป็นชนิดเด่นตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ

แพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยเท่ากับ 1.3 เมื่อนำข้อมูลธาตุอาหารมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณธาตุอาหารกลุ่มไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในช่วงเดือนที่ศึกษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์กับปริมาณธาตุอาหารในน้ำโดยวิธี Canonical Correspondence Analysis (CCA) พบว่าค่าแอมโมเนียรวม (1.22 mg/l) ไนไตรท์ (0.09 mg/l) และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (0.29 mg/l) เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณของแพลงก์ตอนในบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุ์กรรมพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จึงสรุปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำส่งผลต่อความหลากชนิดของแพลงก์ตอน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอน เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรนิเวศทางน้ำต่อไปได้

ยุพิน (2565) ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีชีวภาพในการชี้วัดคุณภาพน้ำในคลองโพธิ์ ร่วมกับกลุ่มอนุรักษ์คลองโพธิ์ องค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน และชุมชนสามเรือน โดยได้กำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 1 ศูนย์การเรียนรู้เห็ดตับเต่า สถานีที่ 2 วัดสามเรือน และสถานีที่ 3 ตำบลตลิ่งชันที่เป็นเขตติดต่อกับตำบลสามเรือน ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในช่วงเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2564 โดยทำการวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ ประกอบด้วย ความลึกของน้ำ ค่าความโปร่งแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำ และการวัดคุณภาพน้ำด้วยแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) พบว่าน้ำมีสีน้ำตาลใส มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย ความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 1.5-2.2 เซนติเมตร ค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในช่วง 50-100 เซนติเมตร อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 32-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศ 32-37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.91-7.98 และปริมาณออกซิเจนในน้ำอยู่ในช่วง 4.3-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทำการเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินของกรมควบคุมมลพิษพบว่าอยู่ในคุณภาพน้ำปานกลาง และพบว่าแพลงก์ตอนพืชที่พบในคลองโพธิ์มีทั้งหมด 26 ชนิด โดยชนิด Chlamydomonas sp. พบมากที่สุด รองลงมาคือ Cosmarium sp. และ Cylindrospermopsis sp. ตามลำดับ แล้วเมื่อนำมาจัดระดับคุณภาพน้ำเทียบกับตาราง AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory- Phytoplankton Score) พบว่าอยู่ในคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี การใช้แพลงก์ตอนพืชจึงเป็นตัวชี้วัดในการบ่งบอกคุณภาพน้ำได้

ธนพล และ วิชญา (2562) ศึกษาการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำร่วมกับคุณภาพเบื้องต้นสำหรับอ่างเก็บน้ำบริเวณภาคตะวันออก ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางพระ อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2563 ถึง เดือนธันวาคม 2563 ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละครั้ง ทำการวิเคราะห์แพลงก์ตอนพืชเพื่อหาสกุลเด่นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ วิเคราะห์ระดับคุณภาพน้ำด้วยวิธี AARL – PP Score เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัย

ทางกายภาพและเคมี ด้วยวิธี AARL – PC Score จากผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยแพลงก์ตอนพืช มีคุณภาพน้ำในระดับ Meso-Eutrophic to Eutrophic condition สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธีทางเคมี คุณภาพน้ำอยู่ในระดับ Oligo-Mesotrophic to Mesotrophic condition ซึ่งจะแตกต่างกันอยู่หนึ่งระดับ ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่าสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำเบื้องต้นได้ อย่างไรก็ดี ควรเพิ่มจำนวนการเก็บตัวอย่างในบริเวณที่มีน้ำเข้ามาในอ่างเก็บน้ำมากขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำ

สรุป

แพลงก์ตอนพืชสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเบื้องต้นได้ ด้วยการศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในแหล่งน้ำ และประเมินคุณภาพน้ำด้วยค่าคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำในรูปแบบ AARL-PP-Score โดยชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำ และปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ความโปร่งแสง ความขุ่นของแหล่งน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ ในแหล่งน้ำปกติมักมีจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชหลากหลายมาก ส่วนในแหล่งน้ำที่มีความผิดปกติ หรือเน่าเสียจะพบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อย แต่พบแต่ละชนิดปริมาณหาแน่นมาก

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_7953
- ศรีสมร และ จงกลณี. 2560. การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในอ่างนฤบดินทรจินดา จังหวัดปราจีนบุรี. ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, สำนักวิจัยและพัฒนา
- สิริพร และ ปริญญา. 2558. การใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในการบ่งชี้คุณภาพน้ำในห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 38 ฉบับที่ 3
- สุพัฒน์ และคณะ. 2561. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนและความสัมพันธ์กับธาตุอาหารในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช ภายใต้โครงการ อพ.สธ. เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดชัยภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 49 ฉบับที่ 3 (พิเศษ)
- ยุพิน. 2565. การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีชีวภาพในคลองโพธิ์ ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. Science, Technology and Social Science Procedia.
- ธนพล และ วิชญา. 2566. การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำร่วมกับคุณภาพน้ำเบื้องต้นสำหรับอ่างเก็บน้ำบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 2)
- คณิสร และคณะ. 2560. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช ในโครงการแก้มลิงบึงบ้านขอมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ภารวัดความชื้นในตัวอย่างวัสดุ (Moisture content measurement)

ความสำคัญและวิธีภาร

ภารวัดความชื้นในตัวอย่างวัสดุ มีความสำคัญในหลายอุตสาหภรรม เช่น อุตสาหภรรมอาหาร, เครื่องดื่ม, วัสดุก่อสร้าง, ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง, และอุตสาหภรรมเครื่องดื่ม เนื่องจาก ความชื้นมีผลต่อคุณภาพของสินค้าและภระบวนภารผลิตปริมาณความชื้นในวัสดุมีผลต่อสมบัติและคุณภาพของวัสดุ เช่น ด้านอาหารมีผลต่อรสชาติ และส่งผลต่ออายุภารเก็บรักษา ด้านเคมีภัณฑ์มีผลต่อสมบัติทางภายภาพและลักษณะของพื้นผิว (เช่น ความร่วนแห้งหรือภารจับตัวเป็นก้อน) มีผลต่อน้ำหนักที่แท้จริงของสาร ด้านเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ความชื้นที่มีในปริมาณมากสามารถควบแน่นเป็นน้ำในถังเก็บ ส่งผลต่อภารเกิดปฏิภิริยาออกซิเดชัน ความเป็นภรด ภารเสื่อมสภาพของสารเติมแต่ง ตลอดจนทำให้มีผลอัตราภารเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย สำหรับวัสดุอิเล็กทรอนิกส์และแผงวงจรในอุตสาหภรรม semiconductor ความชื้นมีผลต่อค่าความต้านทานของวัสดุหรือภารเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าอื่น ๆ ภารสึกหรอของแผงวงจร ทำให้ภารส่งสัญญาณขาดหาย ภารสื่อสารไม่เสถียร ตลอดจนคุณสมบัติทางกลอื่น ๆ ได้ ดังนั้น ภารตรวจวัดความชื้นในตัวอย่างวัสดุ จึงมีความจำเป็นในภารควบคุมคุณภาพของวัสดุอย่างมาก

ความสำคัญของภารวัดความชื้นในวัสดุ ดังนี้

1. **ด้านคุณภาพสินค้า**: ความชื้นสามารถมีผลต่อคุณภาพของสินค้า ในบางภรณี, ความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุสามารถทำให้เกิดภารเสื่อมสภาพ ภารหดตัว หรือภารเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุ
2. **ด้านประสิทธิภาพภารผลิต**: ในภารผลิตหลาย ๆ ประเภทของสินค้า ความชื้นของวัสดุมีผลต่อภระบวนภารผลิต ภารที่วัสดุมีความชื้นมากเกินไปหรือน้อยเกินไปสามารถส่งผลให้เกิดปัญหาในภารผลิต
3. **ด้านภารเก็บรักษา**: ในภระบวนภารเก็บรักษาสินค้า ความชื้นมีบทบาทสำคัญในภารรักษาความสดของสินค้าและป้องกันภารเสื่อมเสีย ยิ่งเฉพาะในอุตสาหภรรมอาหารและเครื่องดื่ม
4. **ด้านความปลอดภัย**: ในบางภรณี ความชื้นสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับภารเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพหรือปัญหาทางอุตสาหภรรมได้

วิธีการวัดความชื้นในตัวอย่างวัสดุ

1. การใช้เครื่องมือวัด: ในห้องปฏิบัติการนักวิทยาศาสตร์สามารถใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องวัดความชื้นชนิดหัววัด (probe-type moisture meter) หรือเครื่องวัดความชื้นชนิดไม่ต้องสัมผัส (non-contact moisture meter)

2. การใช้วิธีการทางเคมี: วิธีการนี้มักใช้ในกระบวนการทดสอบที่ละเอียดและที่แม่นยำ วิธีการนี้สามารถใช้เคมีเป็นตัวชี้วัด เช่น การใช้เทคนิคเชิงน้ำหนัก (gravimetric method), การใช้วิธีการอบลมร้อนหรือความร้อน (loss on drying), หรือการใช้หลักการของการนำไฟฟ้า (conductance method)

ทั้งนี้ ยังสามารถจำแนกการวัดความชื้นได้ 3 วิธี ดังนี้

1. วิธีการโดยตรง (Direct Method)

– เป็นการวิเคราะห์เชิงความร้อน โดยใช้หลักการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างเพื่อทำให้ความชื้นระเหยออกไป วิธีนี้เป็นการวัดการสูญเสียน้ำหนักก่อนและหลังการให้ความร้อน แล้วนำมาเปรียบเทียบ (ร้อยละความชื้นในวัสดุ) เครื่องมือวัดวิเคราะห์ความชื้น ประเภทนี้ เช่น ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven) พร้อมกับเครื่องชั่งน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีเครื่อง Moisture Analysis ซึ่งเหมาะสำหรับการวัดที่ต้องการความแม่นยำสูง จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร งานวิจัยเป็นต้น ข้อเสียของวิธีนี้คือต้องให้ความร้อนแก่วัสดุ ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับวัสดุที่ติดไฟได้ง่ายเนื่องจากความร้อนเป็นต้น

(1)

(2)

รูปแสดงเครื่องมือที่ใช้หาปริมาณความชื้น

(1) ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่มา https://www.neonics.co.th/%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B9%89%E0%B8%B2/moc-63u

(2) เครื่องวัดความชื้น (Moisture analyzer) ที่มา https://store.asithailand.com/products/hot-air-oven-uf75/

ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ นำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น รวมถึงปริมาณของแข็งเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

Loss of weight = Initial weight - Dried weight

$$\text{Moisture Content (\% w/w)} = \frac{\text{Loss of weight} * 100}{\text{Initial weight}}$$

Solid content (% w/w) = 100 – Moisture Content

2. วิธีทางเคมีสำหรับการวิเคราะห์ความชื้น (Chemical Methods for Moisture Analysis)

ตัวอย่างวิธีการทางเคมี เช่น การไตเตรทแบบ Karl Fischer เป็นวิธีการที่แม่นยำและเฉพาะเจาะจงที่สุดในการกำหนดปริมาณน้ำของสารคือการไตเตรท Karl Fischer (KF) ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของไอโอดีนกับน้ำตัวอย่างต่อแอลกอฮอล์ตัวทำละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ใช้น้ำตัวอย่างทั้งหมดรวมถึงน้ำของการตกผลึกและน้ำที่ถูกดูดซับบนพื้นผิวในปฏิกิริยารีดอกซ์ จนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุด นี้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาปริมาณน้ำ มีทั้งแบบ Volumetric และแบบ Coulometric แตกต่างกันไปตามขนาดของตัวอย่างปริมาณน้ำที่วัดได้ความแม่นยำและวิธีการคำนวณปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ไป ทั้งนี้ วิธี coulometric method สามารถวัดปริมาณน้ำในระดับที่ต่ำกว่าของ volumetric method โดยหลักการคือ การออกซิเดชันของ SO_2 ด้วยสารละลาย I_2 โดยปฏิกิริยาจะทำในสารละลายแอลกอฮอล์เช่น เอานอล ไดเอทิลีนไกลคอล โมโนเอทิลอีเทอร์ หรือเมทานอล ที่มีเบสละลายอยู่ เช่น imidazole

$$2\,H_2O + SO_2 + I_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2\,HI$$

รูปแสดงเครื่อง Coulometric titrator (Karl Fisher)

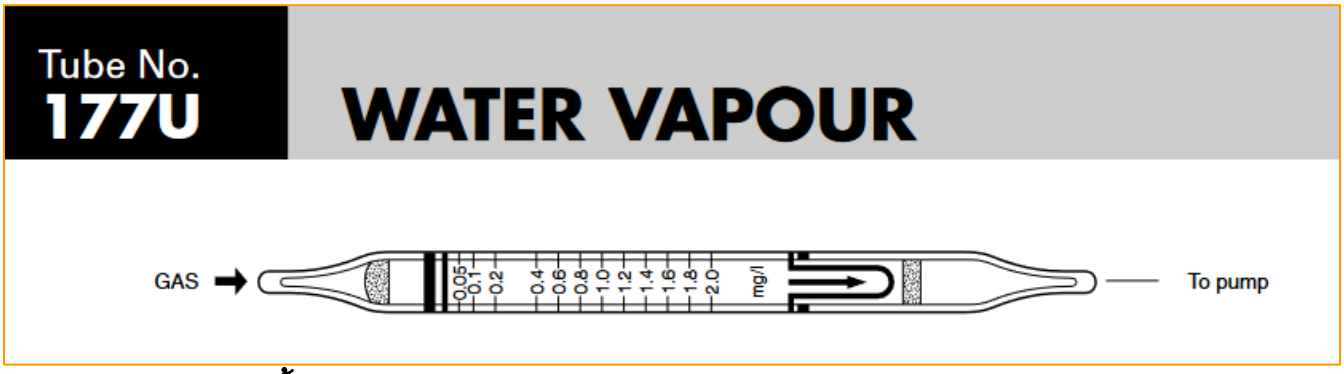
ที่มา https://www.metrohm.com/th_th/products/karl-fischer-titration/kf-titrando.html

เทคนิคนี้สะดวกและรวดเร็วสำหรับการวิเคราะห์น้ำอย่างแม่นยำในตัวอย่าง วิธีการวัดปริมาตรเหมาะสมกับปริมาณน้ำที่สูงขึ้น แต่มีความเข้มข้นของแรงงานมากขึ้นเล็กน้อย ของแข็งทั้งหมดจะต้องละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์และนี่อาจเป็นเรื่องยากสำหรับของแข็งบางชนิด

นอกจากนี้ การวัดความชื้นในตัวอย่างประเภทแก๊ส เช่น natural gas สามารถใช้วิธีการวัดการวิธีการผ่านแก๊สตัวอย่างเข้าสู่หลอดดูดซับ (adsorption)ซึ่งมีสารเคมีบรรจุอยู่ในหลอดแก้ว (glass tube) เพื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น Magnesium perchlorate ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังนี้

$$H_2O + Mg(ClO_4)_2 \longrightarrow Mg(ClO_4)_2.H_2O$$

สามารถแสดงสีตามความเข้มข้นของปริมาณความชื้นรวมถึงสเกลที่แสดงปริมาณความชื้นในหลอดแก้วได้ (ปริมาณในหน่วย mg H_2O/l)



3. วิธีการทางอ้อม (Indirect Methods)

เป็นวิธีที่ใช้หลักการทางไฟฟ้า เช่น การวัดความนำไฟฟ้า หรือความต้านทานทางไฟฟ้าหรือใช้หลักการแม่เหล็กไฟฟ้า หรือทางด้านสเปคโตรเมทรี (เช่น X-rays, UV-visible, NMR, microwaves and IR) วัสดุใดที่นำไฟฟ้าได้สูงก็แสดงว่ามีความชื้นอยู่สูง หลักการนี้นิยมใช้ในการหาความชื้นในไม้ เมล็ดธัญพืช กระดาษ คอนกรีต เป็นต้น เป็นวิธีการที่ง่ายรู้ผลของความชื้นอย่างรวดเร็ว แต่มีความแม่นยำน้อยกว่าวิธีการโดยตรงและวิธีทางเคมี จึงเหมาะสำหรับการตรวจวัดความชื้นในเบื้องต้น

รูปแสดง (1) เครื่องวัดความชื้นไม้ (2) เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว

เป็นเครื่องวัดความชื้นโดยอาศัยการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าในวัสดุตัวอย่าง และแปลงเป็นค่าความชื้น

สรุป

การวัดความชื้นในวัสดุ มีหลักการที่หลากหลายและมีวิธีการตรวจวัดหลายชนิด แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องศึกษาหลักการวัดด้วยวิธีต่าง ๆ กันให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ก่อนเลือกซื้อเครื่องมือวิเคราะห์ความชื้นมาใช้ ทั้งนี้ ต้องยึดถือวิธีการการวัดความชื้นที่เป็นมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างวัสดุแต่ละชนิด

<u>แหล่งอ้างอิงข้อมูล</u>

1. https://www.neonics.co.th/moisture-and-humidity/moisture-content-measurement.html

2. https://www.sensidyne.com/assets/docs/detector-tubes/datasheets/177U_1.pdf

3. https://en.wikipedia.org/wiki/Moisture_analysis

เครื่องดื่มคลายหนาวเพื่อสุขภาพ

เข้าสู่หน้าหนาว หาภได้เครื่องดื่มอุ่นๆ ดื่มเพื่อคลายหนาวและดีต่อสุขภาพคงดีไม่น้อย ทั้งนี้ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเพื่อคลายหนาวนั้นมีมาภมายให้เลือภดื่ม ในคอลัมน์นี้ ได้คัดสรร 6 เครื่องดื่มคลายหนาวเพื่อสุขภาพมาให้ทุภ ๆ คนได้ลองดื่มภัน ซึ่งไม่เพียงแค่ช่วยเพิ่มความอบอุ่นให้ภับร่างภายเท่านั้น ยังอุดมไปด้วยสรรพคุณและประโยชน์มาภมายที่คาดไม่ถึงเลยทีเดียว

1. โภโภ้ร้อน

ประโยชน์ของโภโภ้ร้อน มีดังนี้

- ช่วยในเรื่องของภารคลายเครียด
- ภระตุ้นให้ร่างภายภระปรี้ภระเปร่า สดชื่น
- อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและช่วยบำรุงผิวพรรณ
- ลดภารเภิดของไขมันในเส้นเลือดและบำรุงสมอง

2. นมร้อน

ประโยชน์ของนมร้อน มีดังนี้

– มีแคลเซียมช่วยเสริมสร้างกระดูกให้แข็งแรง

– ช่วยในเรื่องของภารนอนหลับ ทำให้นอนหลับได้ง่าย

– นมเป็นสารอาหารดูดซึมได้ง่ายและยังช่วยให้อิ่มท้อง

– ยังสามารถช่วยแก้ปวดได้หลาย ๆ อย่าง เช่น แก้ปวดหัว แก้ปวดประจำเดือน เพราะในนมมีแมกนีเซียม ซึ่งแมกนีเซียมเป็นสารที่ช่วยลดอาการปวดได้

3. น้ำขิงร้อน

ประโยชน์ของน้ำขิง มีดังนี้

- เป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ร้อน ช่วยคลายหนาวได้เป็นอย่างดี
- ช่วยเรื่องลำไส้ ลดอาการท้องอืด จุก และอาการคลื่นไส้
- ช่วยลดน้ำตาลในเลือดและความดันโลหิตสูงได้
- สามารถรักษาเรื่องภรดไหลย้อนและยังป้องกันโรคมะเร็งได้

4. ชามะนาวร้อน

ประโยชน์ของชามะนาวร้อน มีดังนี้

- ช่วยทำให้ร่างกายลดชื่น ชุ่มคอ
- ช่วยผ่อนคลายเส้นประสาท ลดอาการตึงเครียดของร่างกายได้
- เพิ่มสารต่อต้านอนุมูลอิสระและสามารถต่อต้านมะเร็งบางชนิดได้
- ช่วยลดอาการฟันผุและห่างไกลจากโรคหัวใจ

ไม่ว่าจะเป็นชาเขียว ชาดำ หรือชาสมุนไพร ก็ล้วนแล้วแต่ดีต่อสุขภาพทั้งสิ้น แถมคาเฟอีนน้อยกว่ากาแฟ ซึ่งถือเป็นทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพอีกหนึ่ง ที่จะช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ป้องกันโรคหัวใจตีบตัน บรรเทาอาการเจ็บหน้าอก รักษาโรคหวัดและอาการปวดหัวได้ และในใบชายังมีสารโพลิฟินอล คาร์โบไฮเดรท และกรดอะมิโน เมื่อสารเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับน้ำลาย ก็จะช่วยกระจายความร้อนในร่างกายออกไปพร้อมกับขับสารพิษในร่างกาย ขณะที่ชาสมุนไพร มีสารต้านอนุมูลอิสระ บำรุงสุขภาพ แก้หวัด เป็นต้น

5. ชาใบหม่อน

ประโยชน์ของชาใบหม่อน มีดังนี้

– ช่วยลดน้ำตาลในเลือด และลดความดันโลหิตได้

– ช่วยลดไขมัน และมีสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีต่อร่างกาย

– มีวิตามิน แคลเซียม และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย

– สามารถแก้หวัดได้ ลดจำนวนภาระเกิดของแบคทีเรีย ลดไข้ ไอ เจ็บคอ บรรเทาอาการเจ็บคอและขับเสมหะ

6. ช็อคโกแลตร้อน

ประโยชน์ของช็อคโกแลตร้อน มีดังนี้
- มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่ดีต่อร่างกาย
- ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง และลดอัตราการเกิดโรคหัวใจ
- ป้องกันการก่อตัวของไขมันในเส้นเลือด และชะลอวัยทำให้แก่ช้า
- ช่วยแก้อาการเมาค้าง ช่วยบำรุงความจำและระบบประสาท

จะเห็นได้ว่า เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ช่วยคลายหนาวนั้นมีให้เลือกดื่มได้อย่างหลากหลาย ถึงจะมีสรรพคุณและโยชน์มากมายแล้ว ก็ควรดื่มแต่พอดี ไม่ดื่มมากจนเกินไปจนเกิดโทษได้ และควรระมัดระวังการได้รับปริมาณน้ำตาลที่มากเกินไป เนื่องจากเครื่องบางชนิดมีฤทธิ์ร้อน หากดื่มมากเกินไปก็อาจจะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้เช่นกัน ทั้งนี้ เครื่องดื่มเหล่านี้ ที่สามารถทำเองได้ที่บ้านอย่างไรก็ดี การดื่มเครื่องดื่มอย่างเดียวนั้นก็ควรดื่มแต่พอเหมาะและควรกินอาหารตามหลักโภชนาการ มีการออกกำลังกายเพื่อรักษาสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดความเสี่ยงปัญหาต่าง ๆ ทางสุขภาพได้ด้วยเช่นกัน ..พบกันใหม่ ฉบับที่ 4 และขอส่งคำอวยพร Happy new year 2024 ล่วงหน้าครับ...

ที่มาข้อมูล

1. https://food.trueid.net/detail/VXZkEr3LGoGp
2. https://www.pptvhd36.com/health/food/2487