จุลสาร เคมีวิเคราะห์ Online

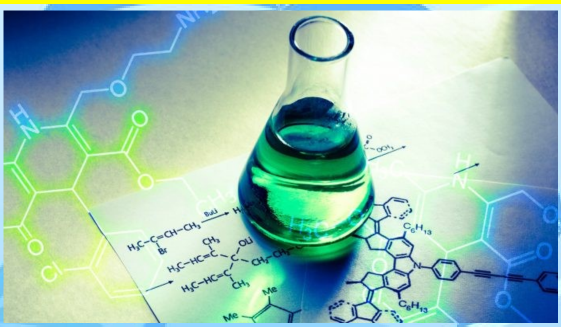
Analytical Chemistry Newsletter

Vol.5 – Feb.2024

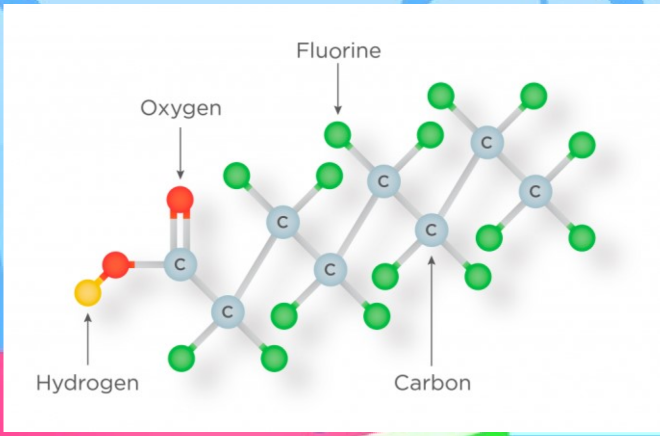
..เรื่องราวที่น่าสนใจ..ฉบับเดือนกุมภาพันธ์ 2567

(เล่มที่ 5 ของปี งป.67)

❑ มุมความรู้ทั่วไป: เคมีวิเคราะห์สีเขียว (Green Analytical Chemistry, GAC)



❑ มุมสิ่งแวดล้อม: สารเคมีอมตะ PFAS



❑ มุมเทคโนโลยีการวิเคราะห์ทางเคมี: สระว่ายน้ำระบบคลอรีนและเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้น

❑ มุมสมุนไพรใกล้ตัว: กระสัง วัชพืชมากประโยชน์

สารบัญจุลสาร เคมีวิเคราะห์ online

Analytical Chemistry Newsletter

Vol.5 Feb.2024

1 มุมความรู้ทั่วไปในห้อง LAB

เคมีวิเคราะห์สีเขียว (Green Analytical Chemistry, GAC (หน้า 1)

2 มุมสิ่งแวดล้อม

สารเคมีอมตะ PFAS (หน้า 8)

3 มุมเทคโนโลยีการวิเคราะห์ทางเคมี

สระว่ายน้ำระบบคลอรีนและเครื่องมือ
วัดคุณภาพน้ำเบื้องต้น (หน้า 18)

4 มุมสมุนไพรใกล้ตัว

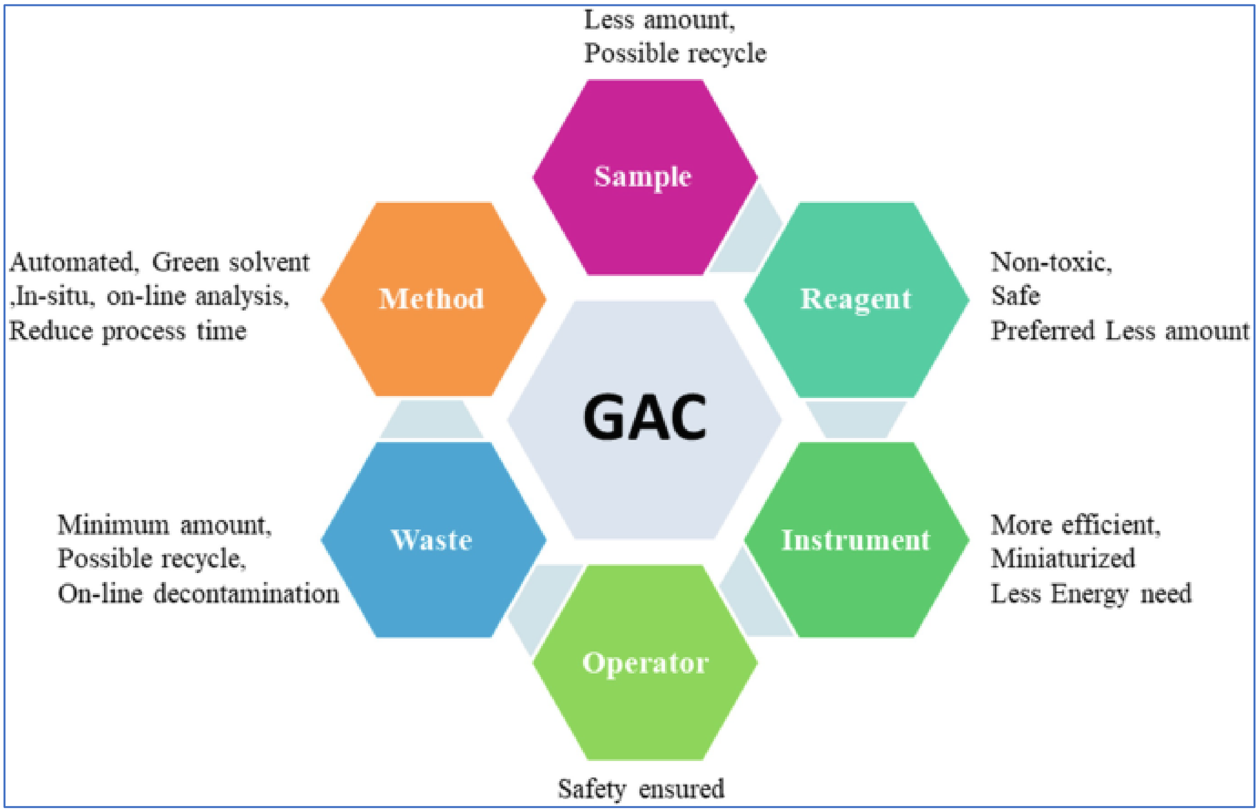
กระสัง วัชพืชมากประโยชน์ (หน้า 27)

เคมีวิเคราะห์สีเขียว

(Green Analytical Chemistry)

ในกระบวนการของเคมีวิเคราะห์นั้นมีกระบวนการพัฒนาวิธีวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของวิธี ซึ่งปกติจะมีการตัดสินใจเลือกใช้วิธีวิเคราะห์นั้นหรือไม่ ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความถูกต้อง (accuracy) สภาพไว (sensitivity) ความเที่ยง (reproducibility) ความยากง่าย (simplicity) ค่าใช้จ่าย (cost effectiveness) ความสะดวก (flexibility) และความรวดเร็ว (speed) และนอกจากปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเหล่านี้แล้ว ยังมีปัจจัยที่มักจะถูกมองข้าม และไม่ได้นำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีวิเคราะห์อีก คือ ความปลอดภัยของผู้ทดลอง (operator safety) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (environmental impact) ซึ่งเมื่อนำวิธีวิเคราะห์ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยด้านความปลอดภัยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปใช้งานจริง พบว่า วิธีวิเคราะห์บางวิธีใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย และยังทำให้เกิดของเสียที่มีความเป็นพิษมากกว่าสปีชีส์ที่ต้องการวิเคราะห์ (analyte) เสียอีก ดังนั้นห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ต่างๆ ควรมีมาตรการในการควบคุมกระบวนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ จนกระทั่งถึงกระบวนการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น ให้เป็นกระบวนการวิเคราะห์ที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและต่อผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า **"เคมีวิเคราะห์สีเขียว (Green Analytical Chemistry; GAC)"**

แนวคิดของเคมีสีเขียวประกอบไปด้วยหลักการพื้นฐาน 12 ข้อ ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการคิดวางแผนออกแบบ การพัฒนา และการนำไปปฏิบัติ เพื่อทำให้กระบวนการผลิตทางเคมีลดหรือเลิกการใช้และการผลิตสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ส่วนแนวทางปฏิบัติของเคมีวิเคราะห์สีเขียวนั้น มีความสอดคล้องกับแนวคิดของเคมีสีเขียว โดยสามารถพัฒนาวิธีวิเคราะห์ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการตรวจวัดให้เป็นระบบที่มีขนาดเล็กลง มีการดำเนินงานเป็นแบบอัตโนมัติ และมีความจำเพาะเจาะจงกับสารที่วิเคราะห์ ซึ่งช่วยลดปริมาณการใช้สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ และตัวทำละลายอีกทั้งยังช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ ยังสามารถพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้มีการลดหรือหลีกเลี่ยงรีเอเจนต์และตัวทำละลายเป็นพิษเปลี่ยนไปใช้สารที่ไม่เป็นอันตรายแทน และพัฒนาให้มีขั้นตอนการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นพร้อมไปด้วย



หลักการพื้นฐาน 12 ข้อของเคมีสีเขียว มีดังนี้

1. ป้องกันการเกิดของเสีย (Prevent waste) การป้องกันการเกิดของเสียเป็นวิธีที่ดีกว่าการปล่อยให้ของเสียเกิดขึ้นแล้ว ต้องมีการนำไปบำบัดและกำจัดของเสียนั้น การป้องกันไว้ก่อนเป็นวิธีที่ดีกว่าการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ในการดำเนินกระบวนการต่าง ๆ ทางเคมี ควรต้องมีการคำนึงถึงวิธีป้องกันการเกิดของเสีย หรือให้เกิดของเสียน้อยที่สุด ซึ่งจะดีกว่าการปล่อยให้เกิดของเสียมากมายแล้วก็ต้องกำจัดอีกในภายหลัง การป้องกันนี้ควรยึดถือตามหลักการ "กันไว้ดีกว่าแก้ แย่แล้วแก้ไม่ทัน"

2. ใช้ทุกอะตอมอย่างคุ้มค่า (Atom Economy) ควรจะออกแบบวิธีการสังเคราะห์สารเคมีให้ทุกสารที่ใช้ในกระบวนการมีส่วนร่วมมากที่สุดไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

3. ในกระบวนการสังเคราะห์สารเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี ควรมีการออกแบบปฏิกิริยาและวางแผนให้สารเคมีที่เกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาให้มากที่สุดในทุกขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในหลักการข้อนี้ ต้องการใช้ทุกอะตอมให้มีส่วนร่วมมากที่สุดในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งสามารถหาประสิทธิภาพการมีส่วนร่วมของอะตอมได้จากสมการ คือ

$$\%\ \text{atom economy} = \frac{\text{มวลโมเลกุลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ}}{\text{มวลโมเลกุลของสารตั้งต้นทั้งหมด}} \times 100$$

3. กระบวนการสังเคราะห์ที่อันตรายน้อยกว่า (Less Hazardous Synthesis) ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติในที่ใดก็ตาม ควรมีการออกแบบวิธีการสังเคราะห์ให้ใช้และทำให้เกิดสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อย หรือไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม แนวทางปฏิบัติสำหรับการสังเคราะห์สารเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ควรมีการออกแบบวิธีดำเนินการหรือขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาให้อยู่บนพื้นฐานของความปลอดภัยเสมอ เลือกใช้กระบวนการที่ไม่เกิดปฏิกิริยารุนแรง ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4. ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยกว่า (Safer Chemicals) ควรออกแบบผลิตภัณฑ์เคมีให้คงไว้ซึ่งสมรรถภาพการทำงานในขณะที่ความเป็นพิษลดลง ควรมีการออกแบบโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม สามารถใช้งานให้เกิด

ประสิทธิภาพได้สูงสุด และในขณะเดียวกันก็ต้องมีความเป็นพิษลดลงหรือไม่เป็นอันตรายเลยจะดีที่สุด

5. ตัวทำละลายและสารช่วยที่ปลอดภัยกว่า (Safer Solvents and Auxiliaries) ในทุกครั้งที่เป็นไปได้ ไม่ควรที่จะต้องใช้สารช่วย (เช่น ตัวทำละลาย รีเอเจนต์ช่วยในการแยก เป็นต้น) แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรที่จะไม่เป็นสารอันตราย ควรมีการลด ละ เลิกใช้ตัวทำละลายอินทรีย์และสารช่วยต่างๆ ที่มีความเป็นพิษและอันตราย หรือเลือกใช้สารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแทน เชน การใช้ของเหลวไอออนิก (ionic liquid) หรือใชระบบสารละลายน้ำสองวัฏภาค (aqueous two-phase system) เพื่อสกัดสารที่สนใจ

6. ความมีประสิทธิภาพของพลังงาน (Energy Efficiency) ความต้องการใช้พลังงานควรจะต้องตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์ และควรจะลดการใช้พลังงานลง กระบวนการสังเคราะห์สารควรทำที่สภาวะอุณหภูมิและความดันปกติ

7. สารตั้งต้นที่เกิดใหม่ทดแทนได้เร็ว (Renewable Feedstocks) ไม่ว่าจะปฏิบัติในที่ใดก็ตามในแง่เศรษฐศาสตร์และด้านเทคนิค วัตถุดิบของสารตั้งต้นควรจะเกิดใหม่ทดแทนได้เร็วดีกว่าการใช้แล้วหมดไป วัตถุดิบหรือสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตในกระบวนการควรพิจารณาเลือกใช้จากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ จะดีกว่าการใช้วัตถุดิบจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป เช่น การใช้เมล็ดปาล์ม สำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

8. ลดสารอนุพันธ์ (Reduce Derivatives) เมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ ควรหลีกเลี่ยงการทำอนุพันธ์ที่ไม่จำเป็น (กลุ่มกีดขวาง การป้องกัน /การเลิกป้องกัน และการดัดแปลงชั่วคราวด้วยกระบวนการทางเคมีหรือฟิสิกส์) การเกิดปฏิกิริยาเคมีบางครั้งต้องมีกระบวนการทำอนุพันธ์เพื่อบังคับให้เกิดผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ เช่น การใช้หมู่ฟังก์ชันเพื่อป้องกันหรือบังคับให้เกิดปฏิกิริยาตรงตำแหน่งที่ต้องการในโครงสร้างสารเคมี การทำอนุพันธ์เป็นการใช้สารเคมีในกระบวนการที่มากขึ้น และทำให้เกิดของเสียเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้น การออกแบบปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องควรคำนึงให้มีระบวนการทำอนุพันธ์ดลงหรือไม่มีการทำอนุพันธ์จะดีที่สุด

9. การเร่งปฏิกิริยา (Catalysis) ควรใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความจำเพาะที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดผลดีกว่าการใช้สารเคมีตามปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งจะช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น บังคับให้ได้สารที่ตรงตามต้องการ และตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะกลับคืนมาสภาพเดิม ซึ่งเป็นข้อดี ดังนั้น จึงควรมีการวางแผนการเลือกใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่จะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการเคมีต่าง ๆ ดำเนินก้าวหน้าไปได้

10. ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ (Design for Degradation) ควรจะออกแบบผลิตภัณฑ์เคมีเพื่อไม่ให้มีการตกค้างในสิ่งแวดล้อมเมื่อหมดอายุการใช้งานแล้ว และเสื่อมผุพังเป็นสารที่ไม่เป็นพิษหลังการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ เช่น ถุงพลาสติกที่สามารถย่อยสลายด้วยกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น แสงแดด

11. ตรวจวิเคราะห์ติดตามผลตลอดเวลาเพื่อการเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะ (Real-time analysis for Pollution Prevention) ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาวิธีวิเคราะห์ขึ้นมาให้มีการติดตามแบบทันทีและกำกับดูแลก่อนที่มีสารอันตรายเกิดขึ้น และเพื่อจะได้แก้ไขสถานการณ์ที่ไม่ปกติได้ทันเวลา ก่อนการเกิดมลพิษปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

12. ระวังความปลอดภัยทางเคมีเป็นปกติวิสัยเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ (Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention) ควรจะเลือกสารและสถานะของสารที่ต้องใช้ในกระบวนการเคมีให้เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อลดอุบัติเหตุทางเคมีที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ การรั่วไหล การระเบิดและไฟไหม้

แนวคิดของเคมีสีเขียวตามหลักการพื้นฐาน 12 ข้อนี้ มุ่งเพื่อออกแบบกระบวนการผลิตทางเคมีให้มีประสิทธิภาพ ใช้วัตถุดิบ สารเคมี รีเอเจนต์ ตัวทำละลาย สารช่วยและใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า เพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ปกป้องรักษาสุขภาพของมนุษย์และมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด หลักการพื้นฐาน 12 ข้อ ของเคมีสีเขียวสามารถรวบรวมสรุปเป็นแผนภาพได้ตรงกับคำว่า “PRODUCTIVELY” ซึ่งหมายถึง “ก่อให้เกิดผลิตผลอย่างมีประสิทธิภาพ”

Prevent wastes (ข้อที่ 1)
Renewable materials (ข้อที่ 7)
Omit derivatization steps (ข้อที่ 8)
Degradable chemical products (ข้อที่ 10)
Use safe synthetic methods (ข้อที่ 3)
Catalytic reagents (ข้อที่ 9)
Temperature, pressure ambient (ข้อที่ 6)
In-process monitoring (ข้อที่ 11)
Very few auxiliary substances (ข้อที่ 5)
E-factor, maximize feed in product (ข้อที่ 2)
Low toxicity of chemical products (ข้อที่ 4)
Yes, it is safe (ข้อที่ 12)

นอกจากนี้ แนวทาง 12ข้อ ของเคมีวิเคราะห์สีเขียว ยังสอดคล้องกับคำว่า SIGNIFICANCE (นัยสำคัญ) อีกด้วย

ที่มา https://www.linkedin.com/posts/guenter-boehm-23150351_green-analytical-chemistry-helps-to-move-activity-7057311715939479552-Clg1

การปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบของแผนกเคมีวิเคราะห์ฯ สู่ห้องปฏิบัติการสีเขียว

แนวทางของเคมีวิเคราะห์สีเขียว สามารถนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการทั้งในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนการตรวจวัด/วิเคราะห์ ดังนี้

1. ลดปริมาณการใช้สารตัวอย่าง รีเอเจนต์ และตัวทำละลายลง โดยพัฒนาวิธีเตรียมตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ให้เป็นระบบที่มีขนาดเล็ก เป็นระบบอัตโนมัติ มีความจำเพาะเจาะจงกับสารที่ต้องการวิเคาะห์ ซึ่งจะทำให้เกิดของเสียลดลงตามไปด้วย หรือพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้เป็นแบบตรวจวัดสารได้โดยตรง ไม่ผ่านการเตรียมตัวอย่าง ซึ่งจะไม่มีการใช้ตัวทำละลลายหรือรีเอเจนต์เลย

2. ลดความเป็นพิษของตัวทำละลายและสารรีเอเจนต์ หรือหลีกเลี่ยงการใช้ตัวทำละลายที่มีความเป็นพิษ และเปลี่ยนไปใช้สารที่ไม่เป็นอันตรายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแทน

3. มีการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่เป็นพิษลดลง หรือไม่เป็นพิษเลย ซึ่งอาจเป็นการบำบัดแบบอนไลน์ต่อเนื่องหลังจากการเตรียมตัวอย่างหรือการตรวจวัดเมื่อผ่านการบำบัดแล้ว ยังสามารถอาจนำกลับมาใช้ใช้ซ้ำดีอีก

<u>แหล่งที่มาข้อมูล</u>

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-96534-1_1

https://www.thaiscience.info/journals/Article/JOSL/10888410.pdf

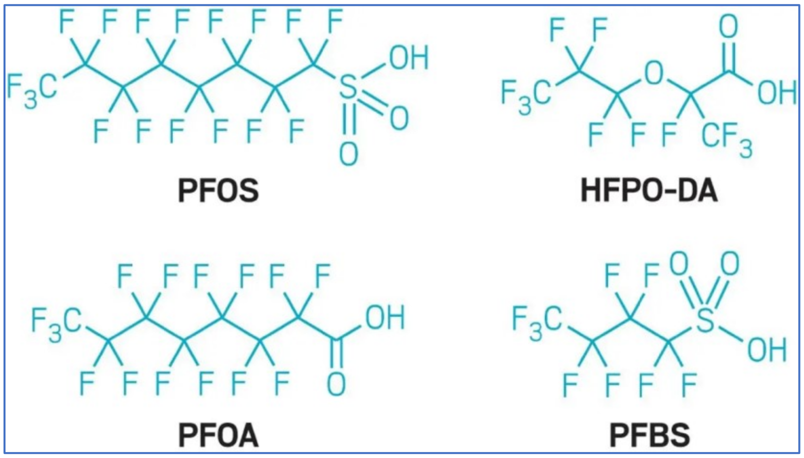
สารเคมีอมตะ

จะเกิดอะไรขึ้น หากเราต้องดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารเคมี โดยเฉพาะเมื่อรู้ว่าสารเคมีเหล่านั้น ไม่สามารถถูกทำลายได้เลย สารเคมีที่กำลังพูดถึงนั้นคือสาร PFAs (Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances) หรือที่รู้จักกันในภาษาไทยว่า " สารเคมีอมตะ (forever chemicals)" ซึ่งสารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีที่มนุษย์สร้างขึ้น และไม่สามารถถูกทำลายได้ แหล่งที่มาของสารเคมีอมตะ มาจากหลายแหล่งดังรูป

ที่มารูป http://aramnazel.com/%D8%AD%D8%B0%D9%81-pfas-%D8%A7%D8%B2-%D8%A2%D8%A8/

สารเคมี PFAS หรือ Per-and polyfluoroalkyl substances ที่เรารู้จักกันในชื่อ สารเคมีตลอดกาล เป็นกลุ่มสารเคมีที่มีคาร์บอน และฟลูออรีน เป็นองค์ประกอบหลัก ถือเป็นสารที่มีความเสถียรสูง มีคุณสมบัติทนทานความร้อน อีกทั้งป้องกันความชื้นและไขมันได้ดี จึงถือเป็นสารที่ได้รับความนิยมในการใช้งานนับแต่ทศวรรษ 1950 เป็นต้นมา จึงมีการนำสารกลุ่ม PFAS มาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เช่น พรม เสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์

บรรจุภัณฑ์ กระดาษสำหรับอาหารและเครื่องครัวเคลือบกันเปื้อน (Non-Stick) เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติที่มีความเสถียรสูงและสามารถคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน จึงทำให้สารกลุ่ม PFAS เกิดการแพร่กระจายและสะสมในสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์ได้ สารสารเคมี PFAS ยังแบ่งย่อยได้เป็น PFOS, PFOA, PFBS, HFPO-DA



สารเคมีอมตะถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1902 โดยบริษัท 3M ซึ่งเป็นบริษัทขุดเหมืองในรัฐมินนิโซตา สหรัฐอเมริกา พวกเขาผลิตสารเคมีมานับร้อยปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1902 ไปจนถึง 2002 หลังจากนั้น สาร PFAs ก็ได้แพร่กระจายไปยังบ้านเรือนต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 1940 เมื่อบริษัท DuPont ผู้ผลิตเครื่องครัวเคลือบสารกันติด (Non-stick) เทฟลอน ได้เริ่มใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติในการกันน้ำในปริมาณที่มากขึ้นในขั้นตอนการผลิต ซึ่ง ณ ตอนนั้นอาจจะดูไม่มีพิษภัยอะไรเพราะไม่มีใครคิดว่าสารเคมีเหล่านี้จะตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้นานเท่านี้

จากรายงานของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคในปีค.ศ. 2015 พบว่า พบสาร PFAs ปนเปื้อนในเลือดของคนอเมริกันถึง 97% นั่นก็เพราะว่า สารเหล่านี้สามารถพบได้ในของใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นในน้ำดื่ม ในสารกันติดที่เคลือบกระทะ ในภาชนะใส่อาหารตามร้านขายของทั่วไป หรือแม้กระทั่งในของใช้ส่วนตัวทั่ว ๆ ไป

รูปแสดงอันตรายของ PFAS ต่อมนุษย์

ที่มา https://www.mtec.or.th/post-knowledges/82189/

แม้สาร PFAs จะมีขนาดเล็กจนมองไม่เห็น แต่มันก็ไม่ได้ปลอดภัยเลย ผลจากการวิจัยมากมายชี้ไปในทิศทางเดียวกันว่า สารเคมีเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับ:

- มะเร็งชนิดต่าง ๆ
- ภูมิคุ้มกันที่อ่อนแอในเด็ก

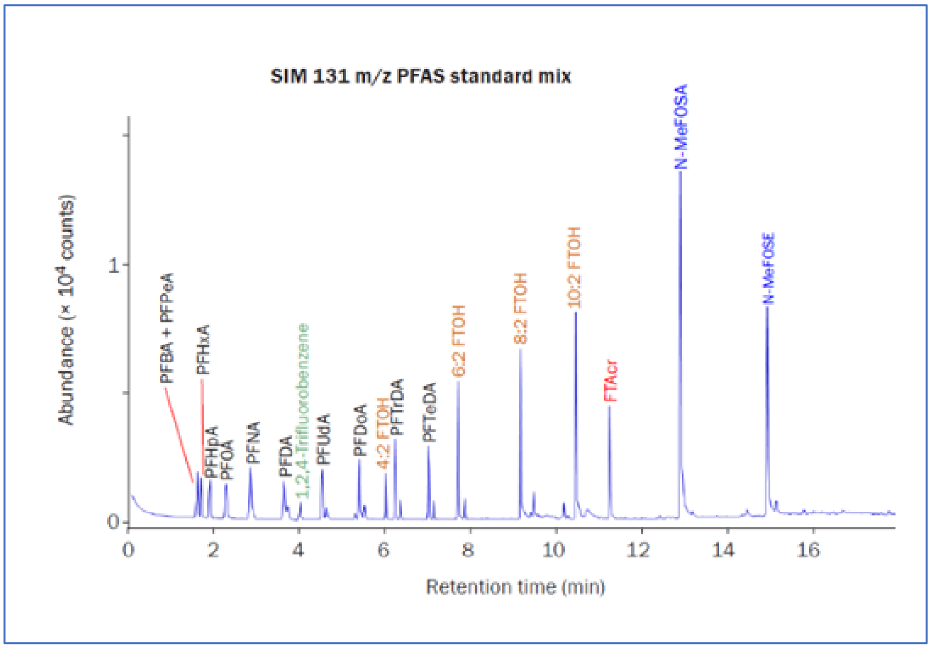
- ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย
- ปัญหาการสืบพันธุ์
- ระดับคอเลสเตอรอลสูงขึ้น
- น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ สาร PFAs ยังถูกจัดว่าเป็นสารที่ "อาจก่อให้เกิดมะเร็ง" จากการรายงานของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม (EPA) ชัดเจนแล้วว่า การลดปริมาณของสาร PFAs ในน้ำดื่ม อาหาร และของใช้ส่วนตัว เป็นทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพของทุกคน สำหรับประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ.2560 กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้วิเคราะห์สาร PFOS และ PFOA ในน้ำผิวดินหลายตัวอย่าง พบว่าน้ำผิวดินปนเปื้อนสาร PFOS ในช่วงตั้งแต่ตรวจวัดไม่ได้ไปจนถึง 15 ppt ส่วนสาร PFOA ในช่วงตั้งแต่ตรวจวัดไม่ได้ไปจนถึง 16 ppt โดยบริเวณที่พบส่วนใหญ่อยู่ใกล้นิคมอุตสาหกรรมและบ่อบำบัดน้ำเสีย

การตรวจวิเคราะห์สาร PFAS

ปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม PFAS จำเป็นต้องใช้หลายเทคนิคการวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ได้อย่างครอบคลุม วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์สารกลุ่ม PFAS ที่ปนเปื้อนในดินหรือในน้ำ จะใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายหรือการสกัดด้วยตัวดูดซับของแข็ง (Solid Phase Extraction, SPE) เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลว แต่สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาสาร PFAS ที่ปนเปื้อนในอากาศยังไม่พบวิธีการเตรียมตัวอย่างที่เป็นวิธีมาตรฐาน อย่างไรก็ดี ได้มีการสกัดด้วยเทคนิค Thermal Desorption (TD) มาใช้ในการสกัดสารกลุ่ม PFAS โดยการเติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นจำนวน 18 ชนิดลงในห้อง (Chamber) ขนาด 20 ลิตร เพื่อจำลองการปนเปื้อนในอากาศ หลังจากเก็บตัวอย่างเรียบร้อยแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี -แมสสเปคโตรมิเตอร์ (GC-MS)

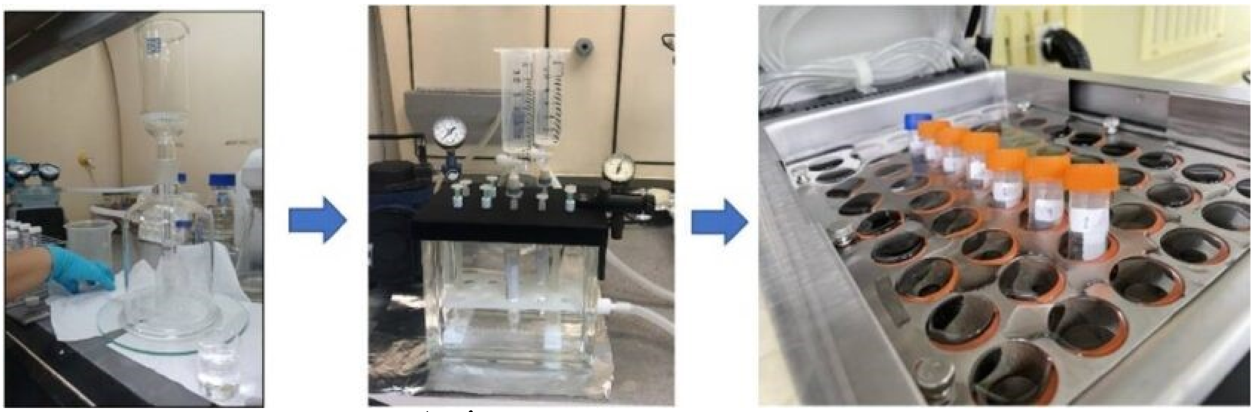
รูปแสดงอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (A) และหลอดเก็บตัวอย่าง (B)



รูปแสดงโครมาโตแกรมผลการวิเคราะห์สาร PFAS ด้วยเทคนิค TD-GC/MS

ภารวิเคราะห์สารกลุ่ม PFAS จำนวน 18 ชนิดด้วยเทคนิค TD-GC/MS นี้พบว่าการใช้หลอดเก็บตัวอย่างของเทคนิค TD เป็นวิธีสกัดที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อกลุ่มสาร PFAS ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้แม้ความเข้มข้นของสารจะอยู่ในระดับต่ำ และการใช้เทคนิค TD ในการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ยังเป็นการเพิ่มความเข้มข้นอีกขั้น ทำให้การใช้เทคนิคนี้มีความไวสูง (Sensitivity) ในการตรวจวัดสารกลุ่ม PFAS อีกทั้งการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิค TD ไม่ใช้สารละลายอินทรีย์ในการสกัดช่วยลดความเสี่ยงให้กับผู้ปฏิบัติงาน และยังช่วยลดของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย

สำหรับหน่วยงานในประเทศไทย เช่นศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ PFAS ในแหล่งน้ำ โดยนำน้ำผิวดินมาสกัดด้วยเทคนิค Solid Phase Extraction (SPE) เพื่อให้สาร PFOS มีความเข้มข้นที่สูงขึ้น โดยการนำน้ำตัวอย่างมาประมาณ 0.5 ลิตรใส่บนตัวดูดซับของแข็ง (sorbent) เพื่อให้สาร PFOS ถูกดูดซับไว้ จากนั้นก็จะใช้เมทานอลในการชะสาร PFOS ออกมา ก่อนจะนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS/MS)



รูปแสดงการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิค Solid Phase Extraction (SPE)

ทิศทางการควบคุมการใช้สารเคมีกลุ่ม PFAS

เพื่อลดปัญหาด้านสุขภาพและป้องกันสารตกค้างเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในสหภาพยุโรป (EU) อยู่ระหว่างการปรับปรุงกฎหมาย 2 ฉบับ คือ (1) กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยสารเคมีของสหภาพยุโรป และ (2) กฎระเบียบว่าด้วยวัสดุสัมผัสอาหารของสหภาพยุโรปเพื่อปรับลดหรือยกเลิกการใช้สาร PFAS ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. เสนอให้มีการกำหนดมาตรการปรับลดหรือยกเลิกการใช้สาร PEAS ให้เหลือเพียงกลุ่ม “essential uses” เท่านั้น โดยเริ่มจากการห้ามการใช้สาร PFAS กับโฟมกันไฟ (fire-fighting foams) ก่อน ซึ่งคาดว่าจะมีการพิจารณาเห็นชอบภายในต้นปี 2565 และหลังจากนั้นในช่วงกลางปี 2565 จะเริ่มกระบวนการพิจารณาห้ามการใช้สารนี้กับสินค้าอื่นทั้งหมด ยกเว้นสินค้าจำเป็น เช่นอุปกรณ์ด้านการแพทย์ เป็นต้น

2. เสนอให้มีการขยายขอบเขตการกำกับดูแลการใช้สารในกลุ่ม PFAS ในวัสดุสัมผัสอาหารต่าง ๆ ให้รวมถึงบรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยกระดาษ กระดาษแข็ง และเยื่อไฟเบอร์ชนิดอื่น ๆ ด้วย

การดำเนินการของ วศ.ทร. ต่อการควบคุมการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ PFAS

จากผลการศึกษาของหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศ เช่นกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ และหน่วยงานจัดการด้านเคมีของสหภาพยุโรป (European Chemicals Agency - ECHA) เผยข้อมูลว่าผลพวงของการใช้โฟมดับเพลิงซึ่งมีส่วนประกอบของสารเคมี PFAS ทำให้ปนเปื้อนน้ำดื่มและน้ำบาดาล ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนและความหลากหลายทางชีวภาพได้ในระยะยาว ทำให้ปัจจุบัน รัฐบางรัฐในสหรัฐฯ ได้หาทางเลือกอื่นเพื่อใช้ในการดับเพลิงและได้ยกเลิกการใช้โฟมดับเพลิงจากสารเคมี PFAS ส่วนการจัดการน้ำ ประธานาธิบดีโจ ไบเดน ได้สนับสนุนเงิน 1 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐฯ สำหรับการลดผลกระทบ/ความเสี่ยงจากสารเคมี PFAS ในน้ำดื่ม และมีการใช้กระบวนการ CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act) ใน 35 พื้นที่

ขณะที่ฝั่งยุโรป มีรายงานจากหน่วยงานจัดการด้านเคมีของสหภาพยุโรป (European Chemicals Agency - ECHA) เผยแพร่เมื่อมิถุนายน 2563 ระบุว่าการใช้สารเคมี PFAS ในโฟมดับเพลิงเป็นประเด็นข้อห่วงกังวลทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ อาทิ ในสวีเดนและเนเธอร์แลนด์ โดยพบการปนเปื้อนในน้ำดื่มและน้ำบาดาลสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนดเช่นเดียวกัน แต่ยังไม่ได้มีมาตรการในการจัดการอย่างเพียงพอในตอนนี้

" โฟมดับเพลิง AFFF (Aqueous Film-Forming Foams: AFFFs) ที่มี PFAS มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ สุขภาพนักดับเพลิง" ข้อความดังกล่าวนี้ คงไม่ใช่เรื่องใหม่ที่ทุกภาคส่วนของ ทร. ต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับน้ำยาดับเพลิงประเภทโฟมดับเพลิง เพื่อใช้ดับเพลิงประเภท Bหรือ ข โฟมดับเพลิง AFFF ยังคงเป็นสารดับเพลิงหลักที่ใช้ในการขจัดไอระเหย และดับไฟจากของเหลวที่ติดไฟ ทั้งในแบบการใช้งานระบบดับเพลิงด้วยตนเอง และระบบดับเพลิงแบบติดตั้งอัตโนมัติ เพื่อให้โฟมดับเพลิงจะสร้างฟิล์มเคลือบฟองอากาศบนผิวของเหลวที่ติดไฟเพื่อป้องกันไอระเหยของเชื้อเพลิง และออกซิเจนไม่ให้เกิดปฏิกิริยาสร้างองค์ประกอบที่ติดไฟได้ขึ้นมาใหม่ได้

เป็นเวลาเกือบ 5 ทศวรรษแล้วที่ AFFF ถูกใช้เป็นโฟมดับเพลิงประเภท B (ข) ที่ซึ่งมีบทบาทสำคัญและมีประสิทธิภาพ ก่อนการนำ AFFF มาใช้ สารหลักสำหรับการดับเพลิงของเหลวที่ติดไฟได้คือ โฟมโปรตีน ซึ่งได้มาจากการกระบวนการไฮโดรไลซิสของผลิตภัณฑ์โปรตีนกลายเป็นโฟมอัดอากาศเพื่อนำไปผลิตเป็นแผ่นโฟมที่ซับฟองอากาศบนผิวเชื้อเพลิง ซึ่งแต่เดิมนั้น สารประกอบ PFAS ยังเป็นส่วนผสมในโฟมดับเพลิง AFFF โดยส่วนประกอบน้ำยา AFFF มีส่วนผสมสารลดแรงตึงผิว ซึ่งคือสารกลุ่ม PFAS นั่นเอง ที่มีคุณสมบัติที่สำคัญของการขจัดเชื้อเพลิง ค่าความคงตัวทางความร้อน แรงตึงผิวต่ำ และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายเชิงบวก เพื่อให้สามารถก่อตัวเป็นฟิล์มบนพื้นผิวเชื้อเพลิง AFFF ได้รับการยอมรับว่ามีคุณสมบัติในการควบคุมไฟที่มีประสิทธิภาพ แต่ทว่า ด้วยปัจจุบัน โฟมดับเพลิง AFFF ที่มี PFAS ได้สร้างผลกระทบต่อกับสิ่งแวดล้อม มีการสะสมทางชีวภาพเกิดเป็นพิษ จึงนำมาสู่การยกเลิก หรือการ band ห้ามใช้ในน้ำยาโฟมดับเพลิงปัจจุบัน ทั้งนี้ วศ.ทร. เป็นหนึ่งหน่วยงานที่ได้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของโฟมฟองดับเพลิงต้องปราศจากสารกลุ่ม PFAS ในปัจจุบัน (นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2566)

แนวทางการปฏิบัติเมื่อใช้โฟมดับเพลิง AFFF หรือมีส่วนผสมของสารประกอบฟลูออรีน

แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยอุตสาหกรรมโฟม สำหรับการใช้โฟมที่มีฟลูออรีน เนื่องจากความกังวลเกี่ยวกับมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

(1) โฟมฟลูออไรด์ (สำหรับเพลิงประเภท ข/Class B) ควรใช้เฉพาะในสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอันตรายจากไฟไหม้ของเหลวอย่างมีนัยสำคัญ

(2) ภก่อนตัดสินใจใช้โฟมฟลูออรีน สำหรับเพลิง Class B สำหรับอันตรายจากไฟไหม้ที่เป็นของเหลวโดยเฉพาะ ให้ตรวจสอบว่าเทคนิคอื่นไม่ใช้สารฟลูออรีนสามารถประสบผลสำเร็จได้ในการดับเพลิง และความต้านทานการเผาไหม้ที่ต้องการหรือไม่

(3) เทคนิคทางเลือกและสารที่ใช้ ต้องได้รับการประเมินอย่างดรล่วงหน้าถึงสถานการณ์ฉุกเฉินที่ต้องการตอบสนองอย่างเร่งด่วน

(4)ใช้โฟมสำหรับการฝึกดับเพลิงที่ไม่มีสารลดแรงตึงผิวของน้ำ “Fluorosurfactants Free” เพื่อลดการเพิ่มปริมาณสาร PFAS ในสิ่งแวดล้อม

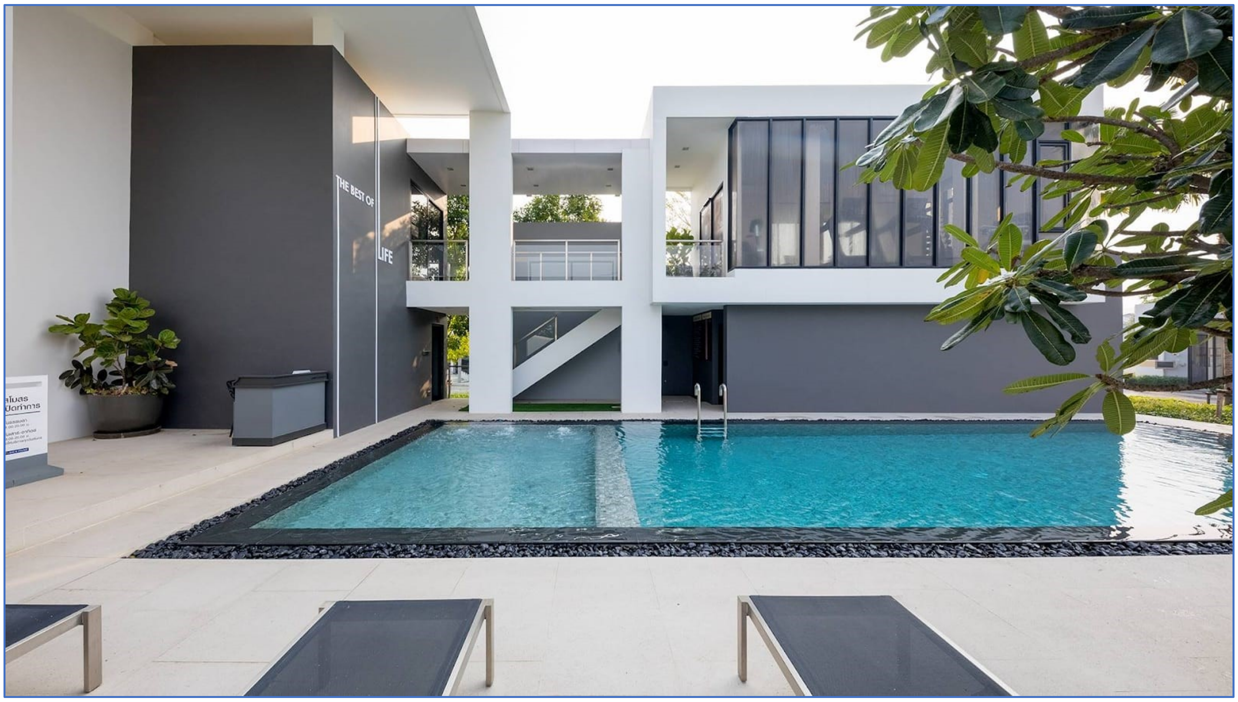
(5) ใช้วิธีการทดสอบของเหลวอื่น แทนสารลดความตึงผิวของน้ำ สำหรับการทดสอบระบบคงที่ และระบบปรับสัดส่วนโฟมของเครื่องยนต์

(6) จัดให้มีการกักเก็บ การบำบัดและการกำจัดสารละลายโฟมอย่างเหมาะสม ไม่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง และจัดทำแผนการรวบรวมน้ำที่ไหลจากอัคคีภัยที่มีการใช้โฟมที่มีฟลูออรีนเมื่อดับไฟประเภท ข (Class B)

<u>แหล่งที่มาข้อมูล</u>

1. https://www.zerowaterthailand.com
2. https://www.scispec.co.th/learning/index.php/blog/chromatography/220316td
3. https://globthailand.com/brussels-031121
4. https://www.sdgmove.com/2021/05/18/pfas-forever-chemicals-in-firefighting-foam-effects-health-and-environment/
5. https://www.mtec.or.th/post-knowledges/82189/
6. https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2021/05/pcdnew-2021-05-23_06-41-59_184670.pdf

สระว่ายน้ำระบบคลอรีนและเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้น



สระว่ายน้ำเป็นสถานที่เพื่อสร้างความเพลิดเพลินบันเทิงใจ การว่ายน้ำนอกจากเป็นกีฬาและกิจกรรมเพื่อการออกกำลังกายแล้ว สระว่ายน้ำยังเป็นพื้นที่แห่งความสุขของหลายๆคน ที่ทำกิจกรรมร่วมกันอีกด้วย เมื่อมีการใช้งานสระว่ายน้ำก็ต้องมีการดูแลรักษา เพราะสระว่ายน้ำไม่ว่าจะตั้งอยู่ในพื้นที่ร่มหรือที่โล่งแจ้ง หากไม่ดูแลในเรื่องความสะอาดของน้ำหรือมีคุณภาพของน้ำในสระไม่เหมาะสม ย่อมส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของผู้ใช้สระได้ การตรวจสอบคุณภาพน้ำในสระอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับเกณฑ์คุณภาพน้ำสระว่ายน้ำที่สำคัญในระบบคลอรีน คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) และค่าคลอรีนอิสระ(Free Chlorine) รวมถึงค่าปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid, TDS)

โดยทั่วไป จุดประสงค์ของการใส่สารเคมีประเภทคลอรีนในสระว่ายน้ำคือเพื่อฆ่าเชื้อโรคและควบคุมคุณภาพของน้ำให้ได้ตรงตามมาตรฐานของน้ำในสระว่ายน้ำที่ดีนั่นเอง ค่ามาตรฐานของน้ำในสระว่ายน้ำระบบคลอรีน แสดงดังตาราง

ตารางแสดงค่ามาตรฐานของน้ำในสระว่ายน้ำสำหรับสระว่ายน้ำคลอรีน

พารามิเตอร์	ค่าที่เหมาะสมสำหรับสระว่ายน้ำส่วนตัว	ค่าที่เหมาะสมสำหรับสระว่ายน้ำสาธารณะ
คลอรีนอิสระ	1.0 ppm	1.5 – 3.0 ppm
ความเป็นกรด–ด่าง	7.2 – 7.6	7.2 – 7.6
ความเป็นด่างรวม	80 – 150 ppm	80 – 150 ppm
ความกระด้างของน้ำ	200 – 400 ppm	200 – 400 ppm
กรดไซยานูริก	20 – 40 ppm	20 – 40 ppm

- หากค่า pH ต่ำกว่า 7.2 (เป็นกรด) จะเป็นผลให้คลอรีนสลายตัวอย่างรวดเร็ว และเกิดการกัดกร่อนมากขึ้นทั้งยังทำให้แสบตาเมื่อเล่นน้ำ โดยเฉพาะสระที่ใช้คลอรีนเป็นหลัก

วิธีแก้ไข : ใช้โซดาแอช (Soda ash, Na_2CO_3) ปริมาณ 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำในสระ 100 ลบ.ม. (แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดมากหรือเป็นกรดน้อย ถ้าค่าน้ำเป็นกรดมาก เช่น6.0 – 6.8 ต้องเพิ่มปริมาณการใช้โซดาแอช)

- หากค่า pH สูงกว่า 7.6 (เป็นด่าง) จะเป็นผลให้ประสิทธิภาพของคลอรีนลดลง จะเกิดตะกอน น้ำจะขุ่น และแสบตาเช่นกันโดยเฉพาะสระที่ใช้เกลือเป็นหลัก

วิธีแก้ไข : ใช้กรดเกลือ (HCl) หรือ ($NaHSO_4$) ปริมาณ 1 ลิตร ต่อ น้ำในสระ 100 ลบ.ม. (แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นด่างมากหรือเป็นด่างน้อย ถ้าค่าน้ำเป็นด่างมาก เช่น 7.6 – 8.0 ต้องเพิ่มปริมาณการใช้กรดเกลือ)

เมื่อมีการเติมคลอรีนในสระว่ายน้ำ เช่นคลอรีน 90 % (ชนิด Trichloroisocyanuric acid, TCCA) สารคลอรีนจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเมื่ออยู่ในรูปต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Free Chlorine คือ ประเภทของคลอรีนที่เรามักจะทดสอบเพื่อหาระดับของคลอรีนที่เหมาะสมในน้ำ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค โดยทั่วไประดับFree Chlorine ในน้ำดื่มจะอยู่ที่ 0.2 –2.0 มก./ล. และอาจจะสูงได้ถึง 4.0 มก./ล.

2. Combined Chlorine (คลอรีนรวม) คือ คลอรีนที่ได้ฆ่าเชื้อในน้ำไปแล้ว ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคอีกต่อไป

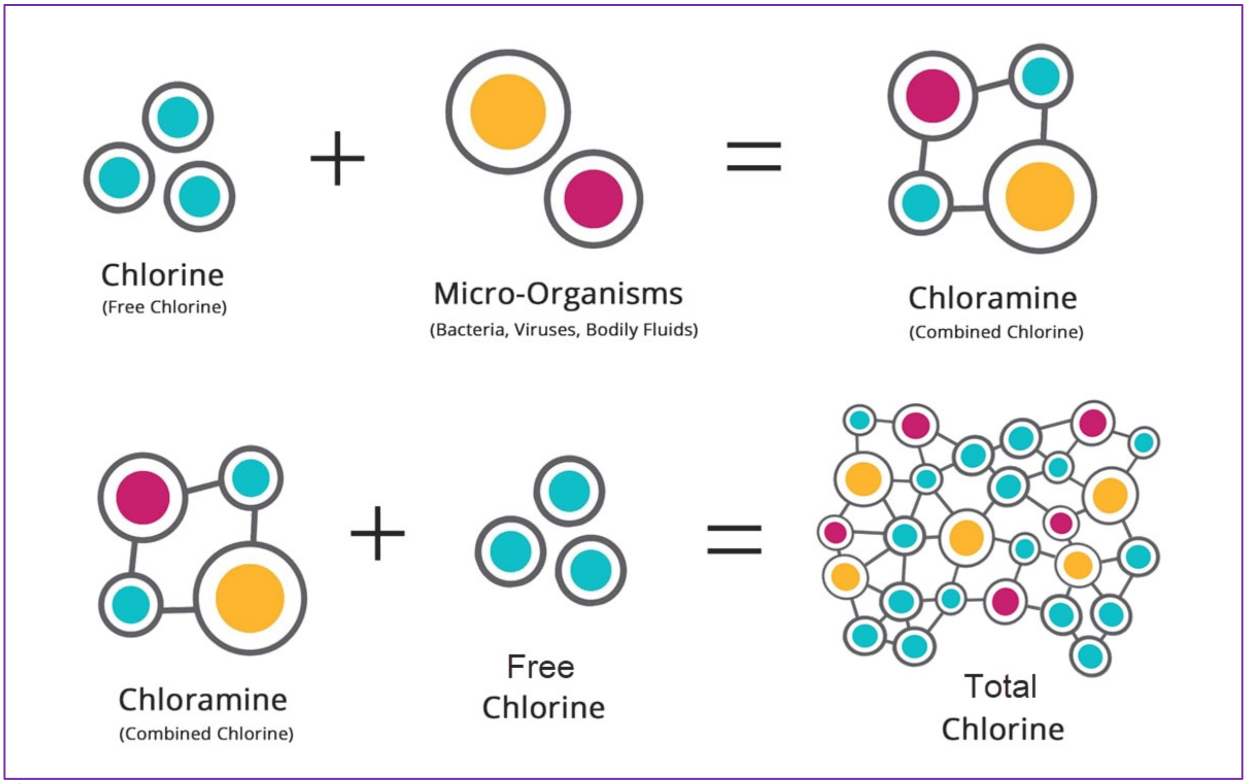
3. Total Chlorine (คลอรีนทั้งหมด) คือ ผลรวมของ Free Chlorine และ Combined Chlorine

ค่ามาตรฐานของคลอรีนทั้งหมดโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 1.0–4.0 มก./ล บางตำราอยู่ในช่วง 1–3 มก./ล.

ดังนั้น การเลือกซื้อเครื่องวัดคลอรีน จะต้องซื้อเครื่องมือที่วัดค่าคลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ควบคู่ไปกับเครื่องวัดคลอรีนแบบคลอรีนทั้งหมด (Total Chlorine) ด้วย ไม่ควรวัดค่าคลอรีนรวม Combined Chlorine ได้เพียงค่าเดียว

- คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) หมายถึง คลอรีนเป็นอิสระยังไม่ได้รวมกับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งมีประสิทธิ์ภาพเพื่อฆ่าเชื้อสารปนเปื้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหมายความว่าน้ำนี้ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในสระว่ายน้ำ คลอรีนชนิดนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ หากมีคลอรีนอิสระในน้ำไม่เพียงพอจะไม่สามารถกำจัดแบคทีเรียและสารปนเปื้อนอื่นๆ ได้ ค่าทั่วไปสำหรับสระว่ายน้ำช่วง 1.0–4.0 มก./ล. เครื่องมือส่วนใหญ่วัดคลอรีนอิสระได้เพียงอย่างเดียว

- คลอรีนรวม (Combined Chlorine) คือ คลอรีนอีกชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่สระว่ายน้ำเมื่อฆ่าเชื้อโรค ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียจากเหงื่อหรือปัสสาวะรวมถึงสารคลอรามีน (Chloramine) เรียบร้อยแล้ว เกิดเป็นคลอรีนรวม เมื่อวัดน้ำในสระว่ายน้ำปริมาณคลอรีนรวมควรน้อยกว่า 0.0–0.2 มก./ล การพบปริมาณคลอรีนรวมในสระว่ายน้ำนั่นหมายความว่า คลอรีนอิสระกำลังกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำนั้น สระว่ายน้ำที่สะอาดและผ่านกระบวนการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์จะพบปริมาณคลอรีนรวมเป็นศูนย์ หากมีการเติมปริมาณคลอรีนอิสระในสระว่ายน้ำในปริมาณที่เหมาะสมตลอดเวลา



ที่มา https://chemtrol.com.au/knowledge-centre/indoor-pool-water-chemistry/

ความสำคัญของการรักษาระดับคลอรีนที่เหมาะสมในสระว่ายน้ำ

ภาการรักษาระดับ Chlorine ที่เหมาะสมในสระว่ายน้ำเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมีความปลอดภัยและดีต่อสุขภาพสำหรับนักว่ายน้ำ นี่คือเหตุผลบางประการ:

1. ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย: คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายอื่น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดการติดเชื้อและการเจ็บป่วยได้ เมื่อเติมลงในน้ำสระจะทำปฏิกิริยากับจุลินทรีย์เหล่านี้และทำลายพวกมันช่วยป้องกันการแพร่กระจายของโรค

2. ป้องกันการเจริญเติบโตของสาหร่าย: สาหร่ายเป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสระว่ายน้ำหากน้ำไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสม สาหร่ายสามารถทำให้น้ำขุ่น ลื่น และไม่สวยงาม คลอรีนช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำที่สาหร่ายกินเข้าไป

3. ปรับปรุงความใสของน้ำ: คลอรีนสามารถช่วยปรับปรุงความใสของน้ำในสระโดยการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ เช่นเซลล์ผิวหนัง เหงื่อ และปัสสาวะ ซึ่งอาจทำให้น้ำขุ่นได้ ระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยรักษาน้ำให้ใส

4. ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์สระว่ายน้ำ: แบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ๆ ในปริมาณสูงในน้ำในสระสามารถนำไปสู่การสึกกร่อนและความเสียหายต่ออุปกรณ์ในสระ เช่น ปั๊ม ตัวกรอง และเครื่องทำความร้อน ระดับคลอรีนที่เหมาะสมสามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์สระว่ายน้ำ

ชุดอุปกรณ์วัดคลอรีนอิสระในน้ำ (Free Chorine meter)

ชุดอุปกรณ์วัดคลอรีนในสระว่ายน้ำ คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดความเข้มข้นหรือปริมาณของคลอรีนในสระว่ายน้ำ เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่อาจก่อให้เกิดการติดเชื้อหรือเจ็บป่วย อย่างไรก็ตาม หากปริมาณคลอรีนในสระว่ายน้ำมีมากเกินไปหรือน้อยเกินไป อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใสระว่ายน้ำได้ ดังนั้น การรักษาระดับปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในสระจึงเป็นสิ่งสำคัญ ด้วยการใช้ชุดอุปกรณ์วัดคลอรีนอิสระในน้ำ ทั้งนี้ หากปริมาณ Free Chlorine ในสระว่ายน้ำน้อยเกินไป < 1 mg/L ทำให้ไม่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรค แต่ถ้ามากเกินไป > 3 mg/L จะทำให้ระคายเคืองผิว และแสบตาได้

<u>ชุดทดสอบคลอรีนที่จำหน่ายในท้องตลาดมีหลากหลายแบบ ดังนี้</u>

1. แบบกระดาษทดสอบ ย่านการวัด 50-200 mg/l (PPM) การใช้งานจุ่มลงในสารละลายคลอรีน กระดาษเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีม่วงสีฟ้า ซึ่งแสดงถึงการมีอยู่ของคลอรีน เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมด้าน ยาฆ่าเชื้อ อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่มและฟาร์มเลี้ยงสัตว์

(1) กระดาษสำหรับการทดสอบคลอรีน

(2) 1 ตลับความยาว 5 เมตร. และความกว้าง 10 มม.

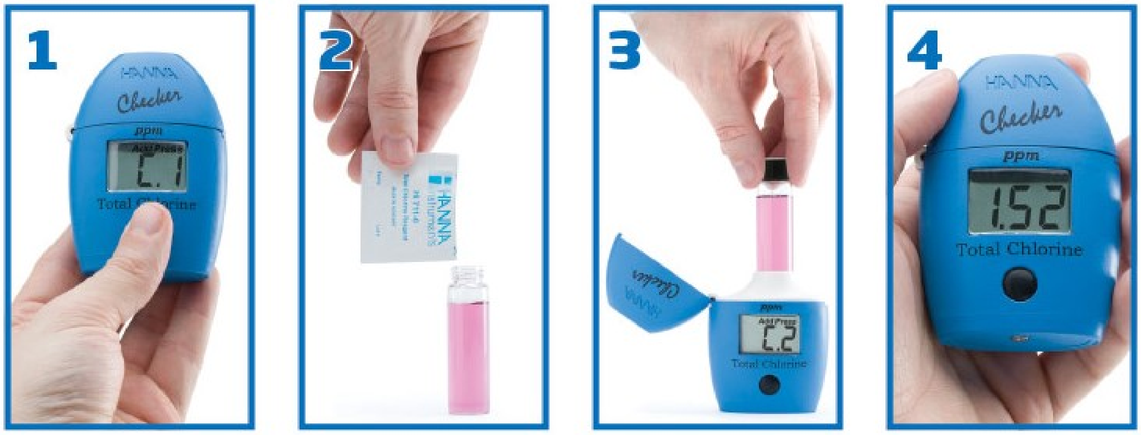
(3) ปฏิกิริยาสี ขาว -> สีน้ำเงินเข้ม

(4) การไล่ระดับ 10-50-100-200 มก./ล. Cl_2

** จะเห็นได้ว่า ชุดตรวจคลอรีนอิสระแบบกระดาษทดสอบ นี้ไม่เหมาะสำหรับการใช้สำหรับตรวจคลอรีนอิสระในสระว่ายน้ำ เนื่องจากย่านการวัดสูงเกินค่ามาตรฐานคลอรีนอิสระในสระว่ายน้ำ**

2. ชุดทดสอบคลอรีนอิสระ (Free Chlorine Test Kit) มาพร้อมกับอุปกรณ์การทดสอบที่สมบูรณ์ประกอบด้วยชุดของน้ำยาและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบ สามารถทดสอบได้ประมาณ 50 การทดสอบ/ชุด อาศัยหลักการวัดแบบการเทียบสี (colorimetry , โดยการเติมรีเอเจนต์ N,N-diethyl-phenylenediamine (DPD) มีช่วงการวัด 0.0 ถึง 2.0 มก./ล. ความละเอียด 0.5 มก./ล.

3. เครื่องวัดคลอรีนอิสระแบบอ่านค่าตัวเลขดิจิตอล เป็นอุปกรณ์วัดปริมาณคลอรีนอิสระโดยเทคนิค Colorimetry, ที่มีการใช้รีเอเจนต์ N,N-diethyl-phenylenediamine (DPD) แต่การแสดงผลเป็นตัวเลขดิจิตัล ไม่ใช้การคาดคะเนโดยการแผ่นเทียบสีหรือประมาณตัวเลข ทำให้การอ่านผลการตรวจสะดวกมากขึ้น คุณลักษณะของเครื่องมือ ดังตาราง



Range	0.00 to 2.50 ppm (mg/L)
Resolution	0.01 ppm (mg/L)
Accuracy @ 25ฐC	± 0.03 ppm ฑ3% of reading
Light Source	LED @ 525 nm
Light Detector	Silicon photocell
Environment	0 to 50°C (32 to 122°F); RH max 95% non-condensing
Battery Type	(1) 1.5V AAA
Auto-off	after two minutes of non-use and ten seconds after reading
Dimensions	81.5 x 61 x 37.5 mm (3.2 x 2.4 x 1.5”)
Weight	64 g (2.25 oz.)
Method	adaptation of USEPA method 330.5, DPD method

4. ชุดทดสอบปริมาณคลอรีนอิสระและค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือเป็นเป็นชุดตรวจสอบ 2 IN 1 (คลอรีนอิสระและ pH) ช่วงการวัดคลอรีน 0.0 ถึง 2.5 มก./ล. และช่วง pH 6.0 - 8.5 มาพร้อมกับรีเอเจนต์และอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อทำการวิเคราะห์ ชุดทดสอบมีรีเอเจนต์เพียงพอสำหรับการทดสอบคลอรีนอิสระได้ 50 รายการและการทดสอบ pH ได้ 100 รายการ

สำหรับ ชุดทดสอบปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid, TDS) จำเป็นสำหรับสระว่ายน้ำเช่นกัน เนื่องจาก สระว่ายน้ำสาธารณะที่มีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก มักพบค่า TDS สูงขึ้นตลอดเวลา ค่า TDS เป็นค่าที่ได้จากการวัดสารละลายทั้งหมดในน้ำ ทั้งคลอไรด์อิออน เกลือแร่ต่าง ๆ สิ่งปนเปื้อนจากผิวหนังร่างกาย เหงื่อ ค่า TDS ในสระว่ายน้ำควรควบคุมให้อยู่ในช่วง 1,000 -2,000 มก./ล. และหากค่าสูงกว่านี้จะพบว่าการใช้คลอรีนจะสูงขึ้น ค่า TSD ที่สูงเกินไปจะมีผลเสียต่อระบบท่อทางน้ำ ระบบกรองและปั๊ม น้ำในสระมีความขุ่นและทำให้ประสิทธิภาพของคลอรีนลดลง หากน้ำที่มีค่า TDS สูงเกินกว่า 2,500 มก./ล. ควรมีการเปลี่ยนเติมน้ำในสระ

เครื่องวัดค่า TDS (ช่วงค่าการวัด : 0 - 9,990 ppm (mg/L)

ที่มา https://www.tools.in.th/product/tds-ez/

ดังที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการวัดค่าคลอรีนอิสระและค่า pH รวมถึงค่า TDS มีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพน้ำในสระว่ายน้ำ เนื่องจาก คลอรีนอิสระเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการวัดระดับของสารเคมีที่ใช้ในการทำสะอาดและฆ่าเชื้อโรค และอนุภาคอินทรีย์ที่อาจทำให้น้ำสระมีกลิ่นเหม็นหรือสี โดยการวัดค่าคลอรีนอิสระเป็นวิธีการตรวจสอบว่าระดับคลอรีนอิสระในสระอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปลอดภัยสำหรับการใช้งาน ในขณะที่ค่า pH ที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมให้คลอรีนที่เติมในสระ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันการกัดกร่อนของโครงสร้างที่ทำจากวัสดุที่ใช้ในการสร้างสระและเครื่องมือที่ใช้ในการดูแลรักษาสระ ตลอดจนน้ำที่มีค่า pH เหมาะสม ผู้ใช้สระว่ายน้ำจะรู้สึกสบายและไม่มีความระคายเคืองต่อผิวหนัง นัยต์ตา สำหรับค่า TDS เป็นค่าจะบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำในสระมีความใสและเสริมประสิทธิภาพการทำงานของคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ขุ่นจะมีการใช้ปริมาณคลอรีนที่เติมมากขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณคลอรีนอิสระอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำสระว่ายน้ำ

แหล่งที่มาข้อมูล

1. https://www.neonics.co.th/chroline/free-total-chlorine.html
2. https://www.hannathailand.com/
3. https://chemtrol.com.au/knowledge-centre/indoor-pool-water-chemistry/
4. https://www.tools.in.th/chlorine/swimming-pool-chlorine-meter/
5. https://www.neonics.co.th/chroline/pool-chlorine-meter.html
6. https://www.hannathailand.com/product/hi701-checker-hc-free-chlorine/

กระสัง วัชพืชมากประโยชน์

หลายท่าน อาจเคยเห็นต้นกระสัง แต่ไม่ทราบว่าพืชนี้ ชื่อ “กระสัง” และมองข้ามประโยชน์ของพืชชนิดนี้ไปเพียงเพราะเป็นแค่วัชพืช ที่ชอบเกิดขึ้นตามกระถางต้นไม้ ในบทความนี้ จึงได้รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวกับพืชชนิดนี้

กระสัง (*Peperomia pellucida., Bonpl. & Kunth*) อยู่ในวงศ์ Piperaceae เป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 15–30 ซม. ลำต้นและใบอวบน้ำ ลำต้นใส ใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปหัวใจ ใบกว้าง 1.5–3 ซม. ปลายแหลม โคนเว้าตื้นๆ ขอบเรียบ แผ่นใบด้านบนสีเขียว ด้านล่างสีอ่อนกว่า มีต่อมโปร่งแสง เส้นใบออกจากโคนใบประมาณ 6 เส้น ก้านใบยาว 1–1.2 ซม. ช่อดอกออกที่ข้อตรงข้ามกับใบ ยาว 2.5–6.5 ซม. เรียงโค้งขึ้น ประกอบด้วยดอกเล็ก ๆ ที่ไม่มีก้านดอกจำนวนมากเวียนรอบแกน ก้านช่อดอกยาว 0.5–1 ซม. เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ไม่มีทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอก มีใบประดับดอกละ 1 ใบ มีเกสรเพศผู้ 2 อัน อยู่ข้าง ๆ รังไข่ อับเรณูสีขาว ก้านชูอับเรณูสั้น เกสรเพศเมีย 1 อัน รังไข่รูปกลม อยู่เหนือฐานดอก ผลกลม มี 1 เมล็ด

กระสัง
Peperomia pellucida (L.) Humb., Bonpl. & Kunth
ก. ลักษณะต้นและช่อดอก ข. ช่อดอก ค. ช่อผล

ประโยชน์ทั่วไปของกระสัง (แบบชาวบ้าน) [2]

ผักกระสังมีรสเผ็ดหอม มีสรรพคุณทางหยาง (จัดแบ่งง่ายๆ ว่า หยินคือเย็น หยางคือร้อน) เรื่องรสยาเผ็ดหอมนี้ยังพออธิบายได้อีกมุมมองหนึ่งว่า ผักกระสังกับพริกไทยนั้นเป็นพี่น้องกัน มีคนลองนำเอาผักกะสังมาขยายใหญ่ให้เท่าต้นพริกไทย มองใบสีเขียวใสๆ ให้เป็นสีเขียวเข้ม ก็จะเห็นหน้าตาผักกระสังเหมือนกับต้นพริกไทย นอกจากนี้ ถ้าได้กินผักกระสังที่ยังมีเมล็ดเกาะกันเป็นช่อคล้ายช่อเมล็ดพริกไทยก็จะได้ลิ้มรสเผ็ดนิดๆ ซ่าน้อย ๆ ที่ลิ้น ผักกระสังเป็นผักสมบูรณ์แบบชนิดหนึ่งทั้งรสชาติ รูปร่างหนตาโดยนำมากินสดๆ หรือลวกกินกับน้ำพริก กินเป็นสลัด หรือยำกินก็ได้ หรือนำมาจัดเป็นแจกันผักขนาดเล็กเป็นผักแกล้มบนโต๊ะกินข้าว ก็น่าชมไม่น้อย โดยผักกระสังมีประโยชน์ ดังนี้

1. ผักกระสัง รักษาโรคลักปิดลักเปิด

ในตำรายาไทยระบุไว้ว่าใบของผักกะสังใช้ในการรักษาไรคลักปิดลักเปิด ซึ่งพอจะอธิบายได้ว่าในผักกระสังมีวิตามินซีและสารอาหารสูง ซึ่งการรักษานั้นใช้ทั้งการกินและการบดตันแปะบริเวณที่เลือดออกตามไรฟัน

2. ผักกระสัง รักษา เริม สิว ฝี มะเร็งเต้านม

หมอยาพื้นเมืองของไทยใช้ผักกระสังเป็นยาไม่มากนัก ส่วนใหญ่ใช้พอกฝีและสิวโดยใช้ต้นสดตำพอกฝี หรือใช้น้ำคั้นทาสิว ในต่างประเทศ เช่นฟิลิปปินส์ ใช้ทั้งต้นสุดบดประคบฝีหรือตุ่มหนอง และโรคผิวหนังอื่น ๆ เช่นกัน ซึ่งจากการศึกษาสมัยใหม่พบว่าผักกะสังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านแบคทีเรียหลายชนิด ทั้งยังมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งจะช่วยกำจัดเนื้อตายทำให้ฝีแตกได้ง่าย และสิวยุบเร็วขึ้น “ผักกระสังรักษาเริ่มและมะเร็งเต้านม” ความรู้นี้ไม่ค่อยแพร่หลายนักแต่แมะ (มือลอ มะแซ) ที่บ้านกำปงบือแน ต.จะกว๊ะ อ.รามัน จว.ยะลา บอกว่าผักกระสังเป็นยารักษาเริม มะเร็งเต้านมและฝี ในการรักษาเริมนั้นจะนำต้นผักกะสังผสมกับขมิ้นและข้าวสาร ตำให้ละเอียดแล้วพอกทิ้งไว้ข้ามคืน และนำใบมาตำขยำแปะใต้ราวนม แก้มะเร็งเต้านม ข้อมูลที่ว่าผักกะสังใช้รักษามะเร็งนี้ไม่เคยรู้มาก่อนเลยและเป็นที่น่าทึ่งตรงที่ว่ามีรายงานการศึกษาพบว่าสารในผักกระสังมีฤทธิ์ต้านมะเร็งด้วย นอกเหนือไปจากการแก้อักเสบและแก้ปวด

3. ผักกระสัง...แก้อักเสบ ข้ออักเสบ เก๊าต์

หมอยาพื้นบ้านบางคนบอกว่ากินผักกระสังแก้ปวดข้อซึ่งในประเทศฟิลิปปินส์ มีการกินผักกะสังสดๆ หรือนำมาต้มกิน เพื่อรักษาโรคเก๊าต์และข้ออักเสบ โดยนำผักกรสังต้นยาวสัก 20 ซม. ต้มกับน้ำ 2 แก้ว ให้เหลือประมาณ 1 แก้ว แบ่งรับประทานครั้งละครึ่งแก้ว เช้า–เย็น ปัจจุบันผักกระสังเป็นสมุนไพรตัวหนึ่งที่ฟิลิปปินส์กำลังศึกษาวิจัยเพื่อใช้เป็นยารักษาโรคข้ออักเสบรวมทั้งโรคเก๊าต์ เนื่องจากสามารถลดปริมาณกรดยูริคในกระแสเลือดได้

4. ผักกระสัง...บำรุงผิว บำรุงผม

ผักกระสังยังเป็นสมุนไพรสำหรับผู้หญิงอีกชนิดหนึ่งนอกจากใช้รักษาสิวแล้ว สาวๆ สมัยก่อนยังใช้น้ำต้มผักกระสังล้างหน้าบ่อย ๆ จะทำให้ผิวหน้าสดใส และนอกจากนี้สามารถใช้เป็นยาสระผมทำให้ผมนุ่ม โดยนำใบขยำกับน้ำซโลมศีรษะให้ศีรษะเย็นป้องกันผมร่วง ทำให้ผมนุ่ม เนื่องจากผักกระสังมีธาตุอาหารมีความเป็นกรดอ่อนๆ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อราและแบคทีเรีย

เภสัชวิทยาของสารสกัดกระสัง [3]

การใช้วัสดุธรรมชาติรักษาโรคต่าง ๆ นับว่ามีความปลอดภัยกว่าการใช้ยาสังเคราะห์ ดังนั้น การสำรวจส่วนผสมจากธรรมชาติที่มีสรรพคุณทางยาจึงมีความสำคัญ โดยกระสังมีฤทธิ์ในการป้องกันโรคต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1. ป้องกันความดันโลหิตสูง

ความดันโลหิตสูง เป็นโรคระบบไหลเวียนโลหิตที่ทำให้ความดันหลอดเลือดสูงกว่าปกติ ยาที่ใช้สำหรับลดความดันโลหิต เช่นcaptopril และ amlodipine ซึ่งมีสารยับยั้งเอนไซม์ angiotensin-converting enzyme (ACE) ทั้งนี้ สารสกัด Ethyl acetate ของ *P. pellucida* ในขนาด 50 มก./กก. BW มีฤทธิ์ยับยั้ง ACE คล้ายกับ captopril จึงสามารถลดความดันโลหิต ระดับ angiotensin II และความเข้มข้นของเรนินในพลาสมาได้ โดยสารสกัด Peperomia pellucida n-hexane และ ethyl acetate ประกอบด้วย 2,3,5-trimethoxy-9-(12,14,15-trimethoxybenzyl)-1H-indene และ pellucidine A ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่แปลง angiotensin โดยมีค่า IC50 เท่ากับ 72 M (27.95 g/mL) และ 11 M (4.4 g/mL ตามลำดับ)

2. ต้านเบาหวาน

โรคเบาหวาน (DM) เป็นโรคทางเมตาบอลิซึมที่ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ เรียกว่าน้ำตาลในเลือดสูง พืชที่ใช้รักษาโรคเบาหวานเป็นพืชที่ผลิตสารประกอบที่ส่งผลต่อการออกฤทธิ์ของอินซูลินหรือเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นกลูโคส หรือซึ่งมีผลฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด โดยสารสกัด P. pellucida methanol มีฤทธิ์ในการต้านเบาหวาน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ไตรกลีเซอไรด์ และฟอสโฟไลปิด จากการทดลอง หนูวิสตาร์ที่ได้รับสารสกัดเอทานอลและเฮกเซน *P. pellucida* ในขนาด 40 มก./กก. น้ำหนักลดระดับน้ำตาลในเลือด 54.57% และ 51.25% ตามลำดับ และมีการควบคุมเชิงบวก การบริหารงานของ *P. pellucida* สารสกัดในขนาด 40 มก./กก. BW ที่นาทีที่ 120 ให้

ผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุมเชิงลบ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากไกลเบนคลาไมด์ในขนาด 0.45 มก./กก. BW

3. ต่อต้านโรคกระดูกพรุน

โรคกระดูกพรุนเป็นความผิดปกติของการเผาผลาญกระดูกซึ่งมีอัตราการสร้างกระดูกต่ำกว่าการสลายของกระดูก ต้นกระสังถูกนำมาบริโภคเป็นผักและใช้ในการแพทย์แผนโบราณรักษากระดูกหัก โรคกระดูกพรุนซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญประการหนึ่งโดยเฉพาะในผู้สูงอายุ โรคกระดูกพรุนเป็นความผิดปกติของการเผาผลาญกระดูกที่ทำให้เกิดกระดูกหักซึ่งส่งผลเสียต่อคุณภาพชีวิต จากการทดลอง สารสกัดเอทานอลของ P. pellucida ในขนาด 100 มก./กก. มีผลในการป้องกันโรคในหนูที่ได้รับการผ่าตัดรังไข่จากโรคกระดูกพรุน และสารสกัด *P. pellucida* (n-hexane, ethyl acetate, ethanol and aqueous extract) ตรวจพบสาร quercetin, stigmasterol ที่สามารถผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจนและฤทธิ์ต้านฮอร์โมนเอสโตรเจน และยังตรวจพบสาร apigenin และ apigetrin ที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งทำหน้าที่รักษาความหนาแน่นของกระดูก จึงมีฤทธิ์ทางชีวภาพในการป้องกันโรคกระดูกพรุน

4. สารต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ P. pellucida สามารถวัดได้โดยใช้วิธีการต่อไปนี้: การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, อนุมูลไฮดรอกซิล และวิธี iron thiocyanate จากการประเมินโดยการทดสอบ DPPH สารสกัด *P. pellucida* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน butylated hydroxyl anisole (BHA) ที่ใช้ในการทดสอบ

5. ต่อต้านจุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ ในมนุษย์ หรือที่เรียกกันว่าจุลชีพก่อโรค ใบ *P. pellucida* นั้นมักใช้รักษาอาการท้องเสียเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ แบคทีเรียบางชนิดยังสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อได้ผิวหน้าที่ทำให้เกิดสิว เช่นPropionibacterium Acnes

แบคทีเรียก่อโรคบางชนิดในอาหารได้แก่ *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* มีรายงานว่า *P. pellucida* ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ เช่น*E. coli, S. aereus, Pseudomonas aeruginosa, Bacillus subtilis, Klebsiellae pneumonae, Salmonella typhi, Candida albicanas, Rhizopus stolon, Aspergillus niger, Penicillum notatum* และ *Propionibacterium Acnes*

จากการทดลอง สารสกัดเอทานอลจากใบ *P. pellucida* มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว (Propionibacterium Acnes) ซึ่งแปรผันและเป็นสัดส่วนโดยตรงกับที่มีความเข้มข้นและจัดว่ามีฤทธิ์ยับยั้งอย่างแรง สารสกัดเมทานอลของ P. pellucida ยับยั้ง *Bacillus cereus* โดยมีความเข้มข้นในการยับยั้งขั้นต่ำ (MIC) และฆ่าเชื้อแบคทีเรียขั้นต่ำ ค่าความเข้มข้น (MBC) คือ 3.91 มก./มล. และ 7.81 มก./มล. ตามลำดับ Phytol เป็นสารประกอบหลักในสารสกัดจากพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ทางชีวภาพของยาต้านจุลชีพ

6. ต่อต้านมะเร็ง

สารสกัดจากใบ *P. pellucida* มีฤทธิ์ต้านมะเร็งต่อเซลล์มะเร็งต่อมเต้านมของมนุษย์ (MCF-7) โดยมีค่า IC50 10.4ฑ0.06 กรัม/มล. ซึ่งในการสกัดมีสาร Phytol เป็นสารประกอบหลัก

7. รักษาโรคข้ออักเสบรวมทั้งโรคเก๊าต์ [4]

ภาวะกรดยูริกในเลือดสูงมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของผลึกโมโนโซเดียมยูเรต ซึ่งเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดโรคเกาต์ Peperomia pellucida สามารถยับยั้งการสร้างกรดยูริกด้วยฤทธิ์ของแซนทีนออกซิเดสผ่านฟลาโวนอยด์ชนิดเคอร์ซิติน

สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั่วไปในการยับยั้ง xanthine oxidase ได้แก่ apigenin, luteolin, camphorol, quercetin และ myricetin ปริมาณฟลาโวนอยด์ในสมุนไพรมีฤทธิ์ลดระดับกรดยูริกโดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสบนฐานพิวรีนเพื่อลดการผลิตกรดยูริก ฟลาโวนอยด์ชนิดเคอร์ซิทินมีกลุ่มไฮดรอกซิลที่สามารถแข่งขันกับแซนทีน

(สารตั้งต้น) ดังนั้นสารฟลาโวนอยด์ (เควอซิติน) จึงสามารถทำปฏิกิริยากับสารเหล่านี้ได้มากขึ้นเอนไซม์ xanthine oxidase เพื่อให้ฤทธิ์ยับยั้งการสร้างกรดยูริกคงอยู่ได้นานตราบเท่าที่ยังมีสารฟลาโวนอยด์อยู่พลาสมา

วิธีการสกัดและวิเคราะห์สาระสำคัญ

ในครั้งนี้ ผู้เขียนได้สนใจสารเคอร์ซิตินซึ่งช่วยในการบรรเทาอาการอักเสบรวมทั้งโรคเก๊า จึงได้สรุปวิธีการสกัดและวิเคราะห์สารเคอร์ซิติน ดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำผักกระสังทั้งต้นพร้อมใบล้างให้สะอาดและผึ่งลมในที่ร่มให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางในถาดแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน แล้วนำมาป่นให้ละเอียดเป็นผง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในตู้เย็นจนกระทั่งใช้งาน

2. วิธีการสกัดผักกระสังโดยใช้เอทานอล

นำผงแห้งผักกระสัง 1 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ethanol 95% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 วัน แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำมากลั่นระเหยให้แห้งด้วย rotary evaporator โดยมีปริมาตรสารละลายสุดท้าย 2 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารสกัดหยาบผักกระสัง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในตู้เย็นจนกระทั่งใช้งาน

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญเคอร์ซิติน

เตรียมสารมาตรฐานเคอร์ซิติน (Sigma-Aldrich, MO, USA) 1 มิลลิกรัม ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร เติมอะซิโตไนไตรล์เพื่อทำละลายและปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร เตรียมกราฟมาตรฐานที่ช่วงความเข้มข้น 10-100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร การวิเคราะห์หาปริมาณเคอร์ซิตินที่สกัดได้จากตัวอย่างกระสังด้วยเครื่อง HPLC ใช้สารมาตรฐานเคอร์ซิตินเป็นสารเปรียบเทียบปริมาณเคอร์ซิตินที่สกัดได้คำนวณปริมาณสารสำคัญที่สกัดได้ต่อตัวอย่างกระสัง 1 กรัม โดยสภาวะที่ใช้วิเคราะห์สารเคอร์ซิตินมีดังนี้คอลัมน์ C18 ขนาด

อนุภาคภายในคอลัมน์5 มิลลิเมตร กว้าง 4.6 x 250 มิลลิเมตร ตัวทำละลายที่ใช้คือ Acetonitrile และ Acetic acid ร้อยละ 2 (pH 2.6) ในสัดส่วน 25 ต่อ 75 ด้วยอัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาณที่ฉีด 20 ไมโครลิตร ความยาวคลื่นที่ใช้ 370 นาโนเมตร

การใช้ประโยชน์จากสารสกัดกระสัง

1. ด้านเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

[5] ธารหทัย และคณะ (2019) พัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรจากกระสัง ที่มีฤทธิในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* วิจัยโดยสกัดสารจากกระสังด้วยเอทานอล 95% เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นระเหยตัวททำละลายออกได้สารสกัดกระสัง ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเขียว มีกลิ่นฉุน หลังจากนั้นนำสารสกัดกระสังมาปรับความเข้มข้นที่ระดับ 10,000, 50,000 และ 100,000 ppm. ด้วยสารละลาย Dimethylsulfoside (DMSO) แล้วทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus ด้วยวิธี paper disc diffusion method พบว่า สารสกัดกระสังที่ทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ดี โดยมีวงใสในการยับยั้งเชื้อเท่ากับ 7, 8.5 และ 10 มิลลิเมตร ที่ระดับความเข้มข้น 10,000, 50,000 และ 100,000 ppm. ตามลำดับ เมื่อมาเตรียมผลิตภัณฑ์สบู่เหลวจากสารสกัดกระสังซึ่งประกอบด้วย สารสกัดกระสังที่ความเข้มข้น 100,000 ppm แล้วนำไปทดสอบความพึงพอใจของผู้อุปโภคจำนวน 50 คน พบว่าผู้อุปโภคมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ที่ระดับดีมาก

2. ด้านอาหาร

[6] Nguyen (2019) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและเวลาลวก อุณหภูมิการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อน และสภาวะการเก็บรักษาต่อวิตามินซี (มก./100 กรัม) ฟลาโวนอยด์ (มก./กรัม) และคะแนนทางประสาทสัมผัส สำหรับผลิตชาสมุนไพรอบแห้งจากใบกระสัง ผลการวิจัยพบว่าการอบแห้งช่วยให้คงคุณค่าของสารอาหาร ง่ายต่อการจัดเก็บและบริโภค โดยสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชาอบแห้ง ควรลวกใบกระสังในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 4 วินาที โดยมี $CaCl_2$ อยู่ 2.5% แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความ

ร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนถึงความชื้น 8.0% ชาสมุนไพรขั้นสุดท้ายสามารถเก็บรักษาภายใต้สุญญากาศในถุง PET/AL/PE ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาปริมาณฟลาโวนอยด์ไว้เป็นเวลา 12 เดือน

3. ด้านยา[7]

Islamudin et al. (2023) ทำการทบทวนวรรณกรรมเพื่อให้เห็นศักยภาพด้านยาสมุนไพรจากกระสัง และโอกาสที่จะเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติทางเศรษฐกิจของยาสมุนไพร โดยในชุมชนในอินโดนีเซีย โบลิเวีย บราซิลกายอานา แอมะซอน ฟิลิปปินส์ บังกลาเทศ และทางใต้อเมริกา มีการใช้ยาที่ใช้ Peperomia pellucida รักษาโรคได้หลายชนิด การพัฒนาวิธีการสกัดในปัจจุบันเพื่อเพิ่มผลผลิตปริมาณโพลีฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์ของสมุนไพรนี้โดยใช้ ILMAE เทคนิคดังกล่าวมีความเป็นไปได้สูงที่จะถูกถ่ายทอดไปจนถึงระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากให้ผลผลิตการสกัดสูง ปริมาณตัวทำละลายเล็กน้อย ต้นทุนทางเศรษฐกิจต่ำ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตรงตามเกณฑ์ของแนวคิด green extraction จากมุมมองของอุตสาหกรรมยา *P. pellucida* มีศักยภาพสูงที่จะพัฒนาเป็นสมุนไพรที่มีข้อบ่งใช้ที่เกี่ยวข้องกับเภสัชวิทยา สามารถผลิตเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ยาเสริมสำหรับโรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน หรือผู้ป่วยการอักเสบ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพได้รับการควบคุมให้เป็นอาหารโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาจึงทำให้มีความเป็นไปได้มากขึ้นที่จะผลิตได้ตั้งแต่กฎระเบียบด้านอาหารไม่เข้มงวดเท่ากับกฎระเบียบด้านยาเสพติด (Commissioner, 2022) อย่างไรก็ตาม การพัฒนา P. pellucida ให้เป็นยาสมุนไพรในอนาคตควรตรวจสอบอย่างลึกซึ้งในการกำหนดสูตรและการทดลองข้อมูลทางคลินิกว่ายาสมุนไพรสามารถนำไปใช้ในการดูแลสุขภาพขั้นพื้นฐานได้

4. ด้านการเกษตรกรรมและการปศุสัตว์ [8]

ธิดาพร และคณะ (2021) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดหยาบผักกระสัง (crude extract) ในการยับยั้งแบคทีเรียกลุ่ม Vibrio spp.และระดับการแสดงออกของยีน (gene expression) ที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันโรคในกุ้งขาวแวนนาไม หลังการให้อาหารที่ผสมสารสกัดหยาบผักกระสัง ตลอดจนทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ

V. parahaemolyticus สายพันธุ์ก่อโรคตายด่วน (Vp AHPND) และเชื้อไวรัสดวงขาว จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าสารสกัดหยาบผักกระสังไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียกลุ่ม Vibrio spp. และไม่สามารถต้านทานโรคไวรัสดวงขาว แต่สามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันโรคของกุ้งขาวแวนนาไมให้เพิ่มขึ้น มีผลตอบสนองที่สัมพันธ์ต่อความต้านทาน V. parahaemolyticus AHPND ในกุ้งขาวแวนนาไม ทำให้มีอัตรารอดตายสูงขึ้น

<u>แหล่งอ้างอิงข้อมูล</u>

[1] ราชบัณฑิตยสถาน. 2538. <u>อนุกรมวิธานพืช อักษร ภ</u>. กรุงเทพมหานคร: เพื่อนพิมพ์. หน้า 119

[2] https://cmru63.com/grass/peperomia-pellucida-korth/

[3] Marina S. Peperomia pellucida (L.) Kunth: Traditional medicinal and its bioactivity. World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences. 2022. 09(03). 060-066.

[4] Lutfian et.al. Effectiveness of Messenger Plants (Peperomia Pellucida L.) and Tai Chi Exercise as Modality Therapy for Elderly with Hyperuricemia: A Literature review. Nursing and Health Sciences Journal. 2021.

[5] ธารหทัย และคณะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพรจากกระสัง. Walailak Procedia. 2019.

[6] Nguyen Phuoc Minh. HERBAL TEA PRODUCTION FROM PEPEROMIA PELLUCIDA LEAF. Plant Archives Vol. 19, Supplement 2, 2019 pp. 449-451

[7] Islamudin et al. Peperomia pellucida (L.) Kunth herbs: A comprehensive review on phytochemical, pharmacological, extraction engineering development, and economic promising perspectives. Journal of Applied Pharmaceutical Science Vol. 13(01), pp 001-009, January, 2023

[8] ธิดาพร และคณะ. ผลของสารสกัดผักกระสังต่อระบบภูมิคุ้มกันและต้านทานโรคในกุ้งขาวแวนนาไม (Penaeus vannamei). สารวิชาการฉบับที่ 7/2564