คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ

FUNDAMENTAL SCIENCE FOR HEALTH SCIENCE LABORATORY MANUAL

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ

Fundamental Science for Health Science Laboratory Manual

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม (ภาคพิเศษ)

วิทยาลัยสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คำนำ

คู่มือปฏิบัติการนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียนในส่วนการปฏิบัติการของ รายวิชา ESH1101 วิทยาศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ภายในเล่มได้กำหนดลำดับบทปฏิบัติการให้สอดคล้องกับการบรรยายกับเนื้อหาทฤษฎี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้ให้เข้าใจในเนื้อหาการเรียนแต่ละบทมากขึ้น ซึ่งมีหลักในการออกแบบและพัฒนาบทปฏิบัติการที่การคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์เท่าที่จำเป็น สามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้ง่าย รวมถึงการเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาและทดลองด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การส่งเสริมให้เกิดการนำความรู้จากวิชานี้ไปในประโยชน์ในการดูแลสุขภาพและความงามในอนาคต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม (ภาคพิเศษ)
วิทยาลัยสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
บทนำ		1
บทปฏิบัติการที่ 1	เรื่อง ทักษะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	18
บทปฏิบัติการที่ 2	เรื่อง สารเคมีในสิ่งมีชีวิต	34
บทปฏิบัติการที่ 3	เรื่อง การตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในพืช	44
บทปฏิบัติการที่ 4	เรื่อง กล้องจุลทรรศน์	46
บทปฏิบัติการที่ 5	เรื่อง โครงสร้างของเซลล์สัตว์และเนื้อเยื่อสัตว์	52
บทปฏิบัติการที่ 6	เรื่อง โครงสร้างของเซลล์เซลล์พืช	57
บทปฏิบัติการที่ 7	เรื่อง การเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง	65
บทปฏิบัติการที่ 8	เรื่อง การตรวจวัดระดับความเข้มข้นของเลือด Hematocrit (Hct)	71
บทปฏิบัติการที่ 9	เรื่อง การตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	74
เอกสารอ้างอิง		82
ภาคผนวก		83

บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน หลักการและปรัชญาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและความรู้พื้นฐานทางด้านฟิสิกส์ ชีววิทยาและเคมีที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สุขภาพ นอกเหนือจากเนื้อหาในภาคทฤษฎีแล้ว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางด้านเคมีและด้านชีววิทยา เพื่อจะนำไปใช้ในการศึกษาในขั้นสูงขึ้นไป ซึ่งในบางรายวิชาเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีพื้นฐานเพียงพอจะเป็นต้องมีความรู้และทักษะการทดลอง ซึ่งทำขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมี

ห้องปฏิบัติการเคมีเป็นสถานที่ที่ให้นักศึกษาได้ค้นคว้าทดลองและเรียนรู้อย่างสนุก แต่ในขณะเดียวกันอาจจะเป็นสถานที่ที่มีอันตรายเกิดขึ้นได้ เพราะในการทดลองทำปฏิบัติการทางเคมีนั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิดรวมทั้งอุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายโดยตรง หรืออาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ในขณะทำการทดลอง การบาดเจ็บที่มักจะเกิดขึ้นเสมอในการทำการทดลอง ได้แก่ บาดแผลที่เกิดจากเครื่องแก้วบาด การไหม้พองเนื่องจากจับอุปกรณ์ที่ร้อนจัด สารเคมีกระเด็นเข้าตาหรือการปวดแสบปวดร้อนเนื่องจากผิวหนังถูกกรดเข้มข้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงการป้องกันหรือแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น

ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์ส่วนกลาง

1. ห้องปฏิบัติการ

1) ติดต่อขอใช้ห้องปฏิบัติการกับเจ้าหน้าผู้รับผิดชอบก่อนทุกครั้ง

2) เรียนรู้ตำแหน่งที่เก็บอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เช่น ตู้ยา ที่ล้างตา ก๊อกน้ำ เครื่องดับเพลิง กริ่งสัญญาณเตือนไฟฟ้าไหม้ ทางออกฉุกเฉิน

3) ดูแลความสะอาดและความเรียบร้อยหลังการใช้งานทุกครั้ง ทำความสะอาดโต๊ะต่างๆ พื้นห้อง และสอดเก้าอี้กลับเข้าใต้โต๊ะให้เรียบร้อย ไม่เทน้ำลงในกรดและ/หรือด่างแก่เพราะจะเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงและเป็นอันตรายได้

4) ปิดฉลากสารเคมีทุกครั้งที่มีการแบ่งใส่ภาชนะหรือเครื่องแก้ว เพื่อป้องกันการลืมหรือหยิบสลับอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้

5) การตักและรินสารเคมีควรแบ่งแค่พอใช้ ไม่ควรเทคืนกลับในขวดเดิม

6) กรณีที่พบความผิดปกติใดๆ ให้แจ้งเจ้าหน้าผู้รับผิดชอบหรืออาจารย์ผู้ควบคุมทันที

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

1) อ่านคู่มือการใช้อุปกรณ์ทดลองทุกชนิดก่อนใช้งาน ถ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องให้ มือแห้งสนิทก่อนใช้การถอดหรือเสียบเต้าเสียบต้องจับที่เตาเสียบเท่านั้น อย่าจับที่สายไฟ

2) ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์หลังการใช้งาน โดยเฉพาะเครื่องชั่งน้ำหนักตรวจสอบเศษผงหรือสารเคมีที่มีขนาดเล็กที่ตกหล่นบนเครื่องและโดยรอบ

3) หากพบเครื่องมือและอุปกรณ์ใดชำรุดควรแจ้งเจ้าหน้าที่หรืออาจารย์ผู้ควบคุมทันที

4) เครื่องมือมีสมุดบันทึกการใช้งานให้เขียนบันทึกทุกครั้งหลังการใช้งาน

5) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง แบบตั้งโต๊ะ หลังการใช้งานทำความสะอาด และจุ่มหัว Electode ในน้ำยาที่เตรียมไว้ ห้ามปล่อยให้ Electrode แห้ง

3. โต๊ะปฏิบัติการ

โดยทั่วไปโต๊ะทำการปฏิบัติการเป็นชนิดที่ทนน้ำและทดกรด หลังการใช้งานต้องทำความสะอาดทุกครั้ง เช็ดและขัดคราบน้ำสารเคมีที่ตกค้างให้เรียบร้อย

4. อ่างล้างมือ

อ่างล้างมือให้เทเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวลงเท่านั้น ขณะเทควรเปิดน้ำไล่ชำระล้างอย่างเหมาะสม ห้ามทิ้งสิ่งที่อาจทำให้เกิดการอุดตันของอ่างล้างมือ น้ำยาเคมีที่เป็นอันตรายให้ทิ้งลงขวด Waste เพื่อจัดเก็บต่อไป

5. ถังขยะและการจัดเก็บขยะ

ทิ้งขยะในถังที่เตรียมไว้ เครื่องแก้วที่แตกชำรุดให้ทิ้งแยกจากขยะทั่วไป ขยะติดเชื้อให้ทิ้งในถังเฉพาะ เพื่อการจัดเก็บขยะที่เหมาะสมต่อไป

น้ำกลั่นหรือน้ำขจัดไอออน

น้ำบริสุทธิ์เป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งสำหรับห้องปฏิบัติการ อาทิ เตรียมสารละลายใช้เป็นแบลงค์ (Blank) ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในขั้นตอนสุดท้าย น้ำบริสุทธิ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. น้ำกลั่น (distilled water)

เป็นน้ำบริสุทธิ์ที่ได้จากการทำให้น้ำระเหยแยกตัวออกจากสิ่งเจือปนด้วยความร้อน แล้วจึงทำให้ไอน้ำเหล่านี้ควบแน่นเป็นหยดน้ำด้วยความเย็น น้ำกลั่นที่ได้นี้อาจมีสิ่งเจือปนที่ระเหยได้ปะปนอยู่ เพื่อให้น้ำกลั่นมีความบริสุทธิ์มากขึ้นอาจนำน้ำกลั่นที่ได้กลับไปกลั่นอีกหลายๆ ครั้ง น้ำกลั่นแบบนี้เรียกว่า redistilled water ซึ่งจะได้ความบริสุทธิ์มากขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนครั้งที่กลั่น นอกจากนั้น ยังมีน้ำกลั่นแบบ carbon dioxide free distilled water ซึ่งหมายถึงน้ำกลั่นที่กลั่นได้ใหม่ ๆ และต้มไล่ CO_2 ประมาณ 15 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิห้อง พร้อมทั้งปิดฝาด้วยกระจกแก้ว (cover glass) ขณะต้มและทำให้เย็น

2. น้ำปราศจากอิออน (deionized water)

มีชื่อเรียกกันโดยทั่ว ๆ ไปว่าน้ำดีไอ (DI) เป็นน้ำบริสุทธิ์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ตามห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก น้ำบริสุทธิ์ชนิดนี้ได้จากการผ่านน้ำลงไปบน anion และ cation exchanger resin แต่น้ำที่ได้ยังมีสารอินทรีย์ จุลชีพ และสารที่ไม่ ionized ปนอยู่ ซึ่งต้องแก้ไขโดยการกรองน้ำนั้นด้วยถ่านก่อน หรือใช้น้ำที่กลั่นแล้วผ่านไปบน resin ทำให้น้ำที่ได้ไม่มีไอออนหลงเหลืออยู่ และ

เป็นน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงอย่างแท้จริงเพราะโมเลกุลที่เหลืออยู่จะมีเพียงโมเลกุลของน้ำเท่านั้น ปัจจุบัน Deionization เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการทำน้ำบริสุทธิ์ และยังสามารถนำไปใช้รวมกับวิธีการทำให้น้ำบริสุทธิ์วิธีอื่น ๆ เช่น RO (Reverse Osmosis) การกรอง การกลั่น และการใช้ตัวดูดซับคาร์บอน (Carbon adsorption) ได้ แต่ถึงแม้วิธี Deionization เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อจำกัดเพราะไม่สามารถกรองเชื้อจุลินทรีย์ได้ จุลินทรีย์สามารถอาศัยอยู่บนเรซิ่นทำให้เกิดการปนเปื้อนและสร้างความเป็นพิษในน้ำได้อีกด้วย ดังนั้น การจะทำให้น้ำบริสุทธิ์และปราศจากเชื้อด้วยจึงต้องใช้หลายวิธีควบคู่กัน

3. น้ำปราศจากสารอินทรีย์ (organically-free pure water)

น้ำบริสุทธิ์ชนิดนี้เป็นจัดเป็นน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด ใช้ในการวิเคราะห์ขั้นสูง อาทิ เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เครื่อง Gas Chromatography (GC) ตลอดจนใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าทีโอซี (TOC) หรือค่าบีโอดี (BOD) น้ำปราศจากสารอินทรีย์มีค่าความต้านทานมากกว่า 18.2 เมกะโอห์ม/ซม.

น้ำยาเคมี

1) ใช้น้ำยาสารเคมีเท่าที่จำเป็น
2) ห้ามใช้ปิเปตต์หรือกระบวงตวงซ้ำโดยที่ไม่สะอาด เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ
3) ถ้าน้ำยาเคมีหกให้รีบเช็ดทำความสะอาดทันที
4) สารเคมีชนิดกรดหรือด่างปริมาณน้อย ควรเจือจางก่อนทิ้งลงอ่างน้ำ และเปิดน้ำตามให้มากเพียงพอ
5) ตัวทำละลายต่างๆ อย่าทิ้งรวมกัน เพราะอาจนำมาใช้ได้ใหม่ ให้สอบถามเจ้าหน้าที่หรืออาจารย์ผู้ควบคุม

การล้างและรักษาความสะอาดเครื่องแก้ว

การล้างเครื่องแก้วหลังจากการทำปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญ เพราะส่งผลโดยตรงต่อความถูกต้องของผลการศึกษา เครื่องแก้วสกปรกมีการตกค้างของสารเคมีอาจเกิดการรวมตัวของสารเคมีที่ติดอยู่กับสารเคมีตัวใหม่ที่ใส่ลงไป เกิดผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สพิษ (toxic gas) หรือเกิดปฏิกิริยารุนแรงระเบิดได้ (explosion)

สำหรับวิธีการสังเกตเครื่องแก้วว่าล้างสะอาดหรือไม่ สามารถดูได้จากหากน้ำเกาะแล้วมีลักษณะเป็นหยด แสดงว่าแก้วไม่สะอาด หากน้ำที่เกาะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ แสดงว่าแก้วนั้นสะอาด การทำความสะอาดเครื่องแก้วมีหลายขั้นตอนด้วยกัน ขึ้นอยู่กับสิ่งสกปรกหรือสิ่งเจือปน ซึ่งขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องมีอย่างน้อย 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า ดังนี้

1) ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน
2) ตามด้วยล้างด้วยน้ำประปา

3) สุดท้ายกลั้วด้วยน้ำกลั่น และตากแห้ง

ถ้ามีเศษวัสดุติดอยู่ที่แก้วให้ใช้แปรงหรือผ้าเช็ดสิ่งสกปรกนั้นออกก่อน แล้วจึงทำการล้างตามปกติ เช่นเดียวกันหากมีการทากรีส (grease) หรือวาสลินกับเครื่องแก้วจะต้องกำจัดกรีสออกก่อนโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ หลังจากนั้นจึงทำการล้างตามปกติ

ในบางครั้งเครื่องแก้วมีความสกปรกมากจำเป็นต้องละลายผิวแก้วออกบางส่วน เรียกว่า stripping โดยใช้กรดกัดแก้ว เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก ผลที่ตามมาคือแก้วจะบาง อายุการใช้งานจะสั้นลง โดยมากจะทำ stripping กับเครื่องแก้วที่ไม่ใช้ในการวัดปริมาตร เช่น บีกเกอร์ ส่วนแก้วที่ใช้ในการวัดปริมาตรจะไม่ใช้วิธีนี้ เพราะจะทำให้ปริมาตรเปลี่ยนไปต้องทำการปรับเทียบมาตรฐานใหม่จึงจะนำมาใช้งานได้

ในกรณีที่ต้องการทำความสะอาดเป็นพิเศษ อาทิ ในการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณสารที่มีความเข้มข้นน้อยๆ (0.001 ppm) โดยเครื่องมือที่มีความละเอียดสูง อาจใช้กรดกำจัดสารอินทรีย์ที่ติดอยู่บนเครื่องแก้ว เบสจะใช้กลั้วสะเทินกรดที่เหลือในขั้นตอนสุดท้ายเครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองจำเป็นต้องล้างให้สะอาดเสมอ มิฉะนั้นจะทำให้ผลการศึกษาผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้

เทคนิคการล้างเครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง (cleaning glassware)

1) ต้องทำความสะอาดเครื่องแก้วนั้นทันทีหลังจากนำไปใช้งานแล้ว เพื่อให้เครื่องแก้วแห้งก่อนที่จะนำไปใช้งานในครั้งต่อไป

2) ต้องทำด้วยความระมัดระวังโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องแก้วที่มีลักษณะเป็นก้านยาว เช่น ขวดวัดปริมาตร ปิเปตต์ บิวเรตต์ ฯลฯ

3) ตามปกติการล้างเครื่องแก้วมักจะใช้สบู่หรือสารซักฟอกหรือสารละลายทำความสะอาด ดังนั้นจึงต้องล้างสบู่ สารซักฟอกหรือสารละลายทำความสะอาดออกให้หมดเพราะหากมีเหลือตกค้างอยู่ อาจไปรบกวนปฏิกิริยาเคมีได้

4) ในขั้นสุดท้ายต้องล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1-2 ครั้ง ถ้าเครื่องแก้วนั้นสะอาดจะสังเกตเห็นน้ำที่พื้นผิวเครื่องแก้วเปียกสม่ำเสมอเป็นแบบเดียวกัน แต่ถ้าเครื่องแก้วยังไม่สะอาด จะสังเกตเห็นเป็นหยดน้ำมาเกาะข้างเครื่องแก้วนั้น

5) การใช้แปรงล้างเครื่องแก้วต้องระมัดระวังให้มาก เพราะก้านแปรงเป็นโลหะอาจทำให้ เครื่องแก้วนั้นแตกได้ แปรงล้างเครื่องแก้วมีหลายชนิด หลายขนาด จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของเครื่องแก้วนั้น ๆ ด้วย

ข้อควรระวังในการล้างเครื่องแก้วโดยใช้แปรงถูคืออย่าถูแรงเกินไป เนื่องจากก้านแปรงเป็นโลหะเมื่อไปกระทบกับแก้วอาจทำให้แตกและเกิดอันตรายได้

สารละลายที่ใช้ในการทำความสะอาดเครื่องแก้ว (cleaning glassware solution)

เมื่อไม่สามารถทำความสะอาดเครื่องแก้วด้วยวิธีการทั่วไปแล้ว จำเป็นต้องใช้สารละลายที่มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในเครื่องแก้ว โดยอยู่ในมุมที่ทำความสะอาดได้ยาก เช่น การทำความสะอาดปิเปตต์ จะทำได้ยากเนื่องจากไม่สามารถนำแปรงล้างเครื่องแก้วเข้าไปภายในปิเปตต์ได้ จึงต้องอาศัยการแช่ด้วยสารละลายที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้ว ในการเตรียมสารละลายที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วนี้จำเป็นต้องมีความระมัดระวัง ต้องมีอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ถุงมือ แว่นตา และระบบระบายอากาศ เพราะใช้สารเคมีที่อันตรายมากพอสมควร

1. สารละลายกรดไนตริกเจือจาง โดยใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 10 % ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วต่างๆ ที่มีลักษณะเป็นฝ้า โดยการแช่ด้วยกรดไนตริกเจือจาง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด

2. สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต (Na_3PO_4) เตรียมได้โดยละลาย Na_3PO_4 จำนวน 57 กรัมและโซเดียมโอลีเอต 28.5 กรัม ในน้ำกลั่น 470 มิลลิลิตร เหมาะสำหรับกำจัดสารพวกคาร์บอน

3. สารละลายโพแทสเซียมหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัลกอฮอล์ (KOH/NaOH in alcohol) เตรียมได้โดยละลาย NaOH 120 กรัม หรือ KOH 150 กรัม ในน้ำกลั่น 120 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเอทานอล (C_2H_5OH) ความเข้มข้น 95% ลงไปเพื่อทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ใช้กำจัดคราบรอยจากการเผาไหม้ที่เป็นเถ้าเกาะติดแน่น

4. สารละลายไดโครเมต-กรดซัลฟิวริก เตรียมได้โดยการผสมโซเดียมไดโครเมต ($Na_2Cr_2O_7.2H_2O$) จำนวน 92 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 458 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4 conc.) ปริมาตร 800 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วจนกระทั่งสารละลายเข้ากันดี จะได้สารละลายสีส้มแดง ระหว่างการเทกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป สารละลายจะมีความร้อนเกิดขึ้นในปริมาณมากจะต้องคนด้วยแท่งแก้วคนสลับกับการเทกรดลงไป หลังจากเตรียมเสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็นก่อนใช้งาน

5. สารละลายกรดกัดทอง กรดกัดทองทำได้โดยการผสมกรดเกลือ (HCl) และกรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3) ในอัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1. ความปลอดภัยทั่วไปและข้อควรปฏิบัติ

1) นักศึกษาจะต้องมีสิ่งของเครื่องใช้ประจำดังต่อไปนี้ คือ หนังสือปฏิบัติการเคมี สมุดบันทึก เสื้อคลุม และแว่นตานิรภัย

2) เมื่อเข้าห้องปฏิบัติการห้ามส่งเสียงดัง เล่น ผิวปาก สูบบุหรี่ และการแต่งกายต้องสุภาพเรียบร้อย

3) ระมัดระวังในการทำปฏิบัติการและทำปฏิบัติการอย่างตั้งใจ ไม่เล่นหยอกล้อกัน

4) ก่อนทำการทดลองจะต้องศึกษาเรื่องที่จะทำการทดลองทุกครั้ง

5) ควรรู้ตำแหน่งที่เก็บอุปกรณ์ สำหรับใช้ในเวลาฉุกเฉินและเครื่องดับเพลิง

6) ในการทดลองแต่ละครั้ง บนโต๊ะทำงานควรจะมีแต่เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้จริง ๆ เท่านั้น

7) ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ นอกเหนือไปจากการทดลองที่กำหนดไว้ในบททดลอง

8) ขณะทำการทดลองจะต้องระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดแก่ตัวเอง และผู้อยู่ใกล้เคียง

9) เมื่อได้รับอันตรายจากการทดลอง ต้องรีบรายงานต่อผู้ควบคุมทันที

10) สารที่ติดไฟง่าย ได้แก่ อีเทอร์ เบนซีน ฯลฯ อย่านำไปใกล้ไฟ

11) ควรเก็บสารเคมีไวไฟในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ

12) ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ

13) สารเคมีที่เป็นพิษหรือมีกลิ่น สารระเหยไวไฟ (Volatile flammable material) ควรใช้ตู้ดูดควันควรทำการทดลองในตู้ควัน

14) ก่อนใช้ตะเกียงบุนเสนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่า ไม่มีสารเคมี ประเภทไวไฟอยู่ในบริเวณใกล้เคียง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุเกี่ยวกับไฟไหม้ ควรย้ายวัสดุไวไฟออกจากบริเวณดังกล่าว ควรแน่ใจว่าได้ปิดภาชนะที่บรรจุของเหลวไวไฟอย่างดีแล้ว

15) ห้ามใช้เปลวไฟในการให้ความร้อนแก่ของเหลวไวไฟ หรือในขบวนการกลั่น

16) เมื่อต้มของเหลวหรือสารละลายต้องใส่ Boiling chip ลงไป เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง

17) อย่าต้มของเหลวในหลอดทดลองขนาดเล็กด้วยเปลวไฟโดยตรง เพราะจะทำให้ของเหลวในหลอดพุ่งออกไปอาจเป็นอันตรายแก่ตัวเอง และผู้อยู่ใกล้ ควรต้มในบีกเกอร์ซึ่งมีน้ำเดือด

18) เวลารินสารเคมีต่าง ๆ ให้รินออกด้านตรงข้ามกับฉลาก และให้วางฝาจุกหงายขึ้น เมื่อใช้แล้วจะต้องรีบปิดฝาจุกทันที ขวดน้ำยาที่มีหลอดหยด (Dropper) เวลาหยดสารอย่าให้ปลายหลอดหยดแตะกับภาชนะที่รองรับ

19) ไม่ปิเปตต์สารละลายโดยใช้ปากดูด ให้ใช้ลูกยางช่วยในการดูดสารละลายเข้าไปในปีเปตต์

20) การทำให้กรดเจือจาง ให้เทกรดเข้มข้นลงในน้ำ ห้ามเทน้ำลงในกรด

21) การเตรียมสารเคมีพวก กรด ด่าง หรือสารระเหย ควรทำในตู้ดูดควัน

22) หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมี ห้ามทดสอบชนิดของสารเคมีโดยยกดมกลิ่นโดยตรงอย่างเด็ดขาด

23) ถ้าผิวหนังถูกกับกรดหรือเบสเข้มข้นให้รีบล้างด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ทันที หลังจากนั้นล้างด้วยสารละลาย 1% $NaHCO$ อีกครั้งหนึ่ง ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตาต้องรีบล้างด้วยน้ำทันที และแจ้งให้ผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบ

24) ไม่ใช้จุกแก้วกับขวดบรรจุสารละลายด่าง เพราะจุกจะติดกับขวดจนเปิดไม่ได้

25) ไม่ใช้จุกยางกับขวดบรรจุตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน

26) ให้ความระมัดระวังในการจุดไฟในห้องปฏิบัติการ ดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน ไม่ควรปล่อยให้ไฟติดทิ้งไว้โดยไม่มีคนดู

27) กรณีสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ ควรเลือกใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่พึงกระทำได้

28) อ่านคู่มือ และเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง

29) หากผิวหนังถูกสัมผัสโดยสารเคมี ต้องล้างออกโดยทันทีด้วยน้ำประปาหรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที

30) ห้ามชิมสารใด ๆ ในห้องปฏิบัติการ อย่าดมกลิ่นสารต่าง ๆ ด้วยการเอามาจ่อที่จมูก แต่ให้ถือหลอดทดลองที่มีสารเคมีนั้นไว้ห่าง ๆ แล้วใช้มือโบกกลิ่นของสารนั้นให้เข้าจมูกเพียงเล็กน้อย

31) ไม่รับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการ และไม่ใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเพื่อรองรับเครื่องดื่มหรือใส่อาหาร ห้ามดื่ม กิน เคี้ยวหมากฝรั่ง สูบบุหรี่ หรือแม้แต่ทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการ

32) ห้ามนำเครื่องดื่ม อาหาร บุหรี่ และเครื่องสำอางเข้ามาเก็บในบริเวณห้องปฏิบัติการ

33) ห้ามใช้เครื่องไมโครเวฟในห้องปฏิบัติการเพื่อเตรียมกาแฟหรืออาหาร

34) ห้ามใช้ตู้เย็นในห้องปฏิบัติการเพื่อเก็บอาหาร

35) เศษขยะของแข็ง เช่น พวกไม้ขีด กระดาษที่ไม่ใช้และเศษแก้วแตกให้ห่อด้วยกระดาษให้เรียบร้อยและทิ้งลงในภาชนะที่ทิ้งขยะ ของแข็งทุกชนิดห้ามทิ้งในอ่างน้ำ หรือตามพื้นห้อง ส่วนที่เป็นของเหลวให้เททิ้งลงอ่างน้ำ ถ้าเป็นพวกกรดหรือด่างต้องเปิดน้ำราดทุกครั้ง และบนโต๊ะทดลองถ้าสารเคมีหกจะต้องรีบเช็ดออกทันที

36) เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วทุกครั้ง เครื่องแก้วจะต้องล้างให้สะอาดด้วยผงซักฟอก และน้ำประปา แล้วล้างกลั้วอีกครั้งด้วยน้ำกลั่น ทำให้แห้ง จึงเก็บเข้าตู้ให้เรียบร้อย

37) ก่อนออกจากห้องจะต้องตรวจตู้ โต๊ะ และที่วางขวดน้ำยาให้อยู่ในสภาพเข้าที่เรียบร้อย และสะอาดเหมือนเดิมทุกครั้ง

38) ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

2. การปฏิบัติตนกรณีฉุกเฉิน

ขณะทำปฏิบัติการอาจมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น มีแนวปฏิบัติในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ดังนี้

1) แก้วบาด ถ้าบาดเล็กน้อยให้ห้ามเลือดโดยใช้ผ้าที่สะอาดพับหนาๆ กดลงบนบาดแผล กรณีเลือดไหลออกมากควรใช้ผ้ารัดเหนือบริเวณบาดแผลและนำส่งแพทย์ทันที

2) ไฟลวกหรือโดนของร้อน ใช้น้ำล้างมากๆ ล้างด้วยสารละลายโซเดียวไฮโดรเจนคาร์บอเนต ปิดผ้าพันแผลที่แห้ง ถ้าลวกมากนำส่งแพทย์

3) สารเคมีถูกผิวหนัง ล้างด้วยน้ำปริมาณมากในทันทีเพื่อป้องกันสารเคมีซึมเข้าผิว กรณีมีสารถูกผิวหนังปริมาณมากนำส่งแพทย์ และแจ้งชนิดของสารเคมีให้แพทย์ทราบ

4) สารเข้าตา ล้างด้วยน้ำปริมาณมากในทันทีเป็นเวลา 15 นาทีเพื่อให้น้ำยาเจือจาง และนำส่งแพทย์ทันที

5) สูดไอหรือแก๊ส รีบนำออกจากบริเวณที่มีแก๊สทันที ไปอยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทสะดวก กรณีได้รับไอมากเกินไปให้ผายปอดหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ และนำส่งแพทย์ทันที

6) การกลืนกินสารเคมี รีบนำส่งแพทย์ทันที พร้อมนำฉลากสารเคมีไปแจ้งแก่แพทย์ผู้รักษาด้วย

7) ถูกกระแสไฟฟ้าดูด รีบตัดกระแสไฟทันที หรือเขี่ยสายไฟออกจากตัวผู้ที่ถูกดูด ห้ามใช้มือเปล่าแตะตัวผู้ที่กำลังถูกไฟดูด จากนั้นทำการปฐมพยาบาลและนำส่งแพทย์ทันที

มาตราชั่งตวงวัด

หลายครั้งที่มักสับสนกับหน่วยต่างๆ มากมาย เช่น หน่วยของความยาว ซึ่งมีทั้งเซนติเมตร นิ้ว ฟุต หรือหน่วยของพื้นที่ ซึ่งมีทั้งตารางวา ตารางเมตร ไร่ หรือหน่วยของปริมาตร ซึ่งมีทั้งลูกบาศก์เซนติเมตร ออนซ์ลิตร หน่วยเหล่านี้ถูกแบ่งแยกเป็นกลุ่มตามระบบเมตริก อเมริกัน-อังกฤษ และไทย โดยสามารถเทียบเคียงเพื่อแปลงหน่วยในการนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์และความต้องการที่แตกต่างกันไปได้ ดังนี้

มาตราชั่ง

16	ออนซ์	เท่ากับ	1	ปอนด์
14	ปอนด์	เท่ากับ	1	สโตน
112	ปอนด์	เท่ากับ	1	อันเดรตเวท
20	ฮันเดรตเวท	เท่ากับ	1	ตัน
1	ตัน	เท่ากับ	1000	กิโลกรัม

มาตราชั่งระบบเมตริก

10	มิลลิกรัม	เท่ากับ	1	เซนติกรัม
10	เซนติกรัม	เท่ากับ	1	เดซิกรัม
10	เดซิกรัม	เท่ากับ	1	กรัม
10	กรัม	เท่ากับ	1	เดคากรัม
10	เดคากรัม	เท่ากับ	1	เฮกโตกรัม
10	เฮกโตกรัม	เท่ากับ	1	กิโลกรัม
10	กรัม	เท่ากับ	1	กิโลกรัม
10	เซนติกรัม	เท่ากับ	1	กรัม

<-เทียบอัตรานิยม->

1,000	กรัม	เท่ากับ	1	กิโลกรัม
100	เซนติกรัม	เท่ากับ	1	กรัม

มาตราชั่งอเมริกัน-อังกฤษ

437.5	เกรน	เท่ากับ	1	ออนซ์
16	ออนซ์	เท่ากับ	1	ปอนด์ (lb.)
2,204.6	ปอนด์ (lb.)	เท่ากับ	1	ตัน

มาตาราชั่งแบบไทย

4	สลึง	เท่ากับ	1	บาท
4	บาท	เท่ากับ	1	ตำลึง
20	ตำลึง	เท่ากับ	1	ชั่ง
50	ชั่ง	เท่ากับ	1	หาบ

การเปรียบเทียบมาตราในแต่ละระบบ

2.2046	ปอนด์	เท่ากับ	1	กิโลกรัม
28.34	กรัม	เท่ากับ	1	ออนซ์

มาตราตวง

มาตราตวงระบบเมตริก

1,000	ลูกบาศก์มิลลิเมตร	เท่ากับ	1	ลูกบาศก์เซนติเมตร
1,000,000	ลูกบาศก์เซนติเมตร	เท่ากับ	1	ลูกบาศก์เมตร
10	มิลลิลิตร	เท่ากับ	1	เซนติลิตร
10	เซนติลิตร	เท่ากับ	1	เดซิลิตร
10	เดซิลิตร	เท่ากับ	1	ลิตร
1,000	มิลลิลิตร	เท่ากับ	1	ลิตร
10	ลิตร	เท่ากับ	1	เดคาลิตร
10	เดคาลิตร	เท่ากับ	1	เฮกโตลิตร
10	เฮกโตลิตร	เท่ากับ	1	กิโลลิตร
1	ลูกบาศก์เซนติเมตร	เท่ากับ	1	มิลลิลิตร
1,000	ลูกบาศก์เซนติเมตร	เท่ากับ	1	ลิตร
1,000	ลิตร	เท่ากับ	1	ลูกบาศก์เมตร

มาตราตวงระบบอเมริกัน-อังกฤษ

3	ช้อนชา	เท่ากับ	1	ช้อนโต๊ะ
2	ช้อนโต๊ะ	เท่ากับ	1/8	ถ้วยตวง
4	ช้อนโต๊ะ	เท่ากับ	1/4	ถ้วยตวง
8	ช้อนโต๊ะ	เท่ากับ	1/2	ถ้วย
12	ช้อนโต๊ะ	เท่ากับ	3/4	ถ้วยตวง
16	ช้อนโต๊ะ	เท่ากับ	1	ถ้วย
8	ออนซ์	เท่ากับ	1	ถ้วย
1	ปอนด์	เท่ากับ	454	กรัม
1	ปอนด์	เทากับ	16	ออนซ์
2.2	ปอนด์	เท่ากับ	1	กิโลกรัม
1	ไพน์	เท่ากับ	2	ถ้วย
1	ควอท	เท่ากับ	4	ถ้วย
1	แกลลอน	เท่ากับ	4	ควอท
1	ออนซ์ (ของเหลว)	เท่ากับ	2	ช้อนโต๊ะ
1	ถ้วย	เท่ากับ	8	ออนซ์
1	ออนซ์ (ของแห้ง)	เท่ากับ	283	กรัม
1	ถัง	เท่ากับ	20	ลิตร
1	ลิตร	เท่ากับ	1,000	ลูกบาศก์เซนติลิตร
1	แกลลอน	เทากับ	45.6	ลิตร
1728	ลูกบาศก์นิ้ว	เท่ากับ	1	ลูกบาศก์ฟุต
27	ลูกบาศก์ฟุต	เท่ากับ	1	ลูกบาศก์หลา

การเปรียบเทียบมาตราในแต่ละระบบ

1	ช้อนชา	เท่ากับ	1	ซีซี
1	ช้อนชา	เท่ากับ	5	ลูกบาศก์เซนติเมตร
1	ถ้วย	เท่ากับ	240	ลูกบาศก์เซนติเมตร
4.55	ลิตร	เท่ากับ	1	แกลลอน

มาตราวัด

มาตราวัดระบบเมตริก

10	มิลลิเมตร	เท่ากับ	1	เซนติเมตร
10	เซนติเมตร	เท่ากับ	1	เดซิเมตร
10	เดซิเมตร	เท่ากับ	1	เมตร
100	เซนติเมตร	เท่ากับ	1	เมตร
10	เมตร	เท่ากับ	1	เดคาเมตร
10	เดคาเมตร	เท่ากับ	1	เฮกโตเมตร
10	เฮกโตเมตร	เท่ากับ	1	กิโลเมตร
1,000	เมตร	เท่ากับ	1	กิโลเมตร

มาตราวัดระบบอเมริกัน-อังกฤษ

12	นิ้ว	เท่ากับ	1	ฟุต
3	ฟุต	เท่ากับ	1	หลา
1,760	หลา	เท่ากับ	1	ไมล์

การเปรียบเทียบมาตราในแต่ละระบบ

2.54	เซนติเมตร	เท่ากับ	1	นิ้ว
30.48	เซนติเมตร	เท่ากับ	1	ฟุต
1.6093	กิโลเมตร	เท่ากับ	1	ไมล์
2	เมตร	เท่ากับ	1	วา
16	กิโลเมตร	เท่ากับ	1	โยชน์

การเขียนรายงานผลการศึกษา

1. รูปแบบของรายงาน

รายงานทั่วไปประกอบด้วย 7 หัวข้อ ได้แก่ บทคัดย่อ บทนำ วัตถุประสงค์ของการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ วิธีการศึกษา ผลการศึกษา วิจารณ์ผล และสรุปผล สำหรับวิชานี้ ได้มีการจัดทำแบบฟอร์มไว้ในแต่ละบทในหนังสือ อาจมีบางบทที่ผู้เรียนต้องจัดทำขึ้นเองตามหัวข้อที่กล่าวมาแล้ว

2. การเขียนตารางหรือรูปกราฟ

การเขียนตาราง

1) ควรเขียนหัวข้อให้ชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2) การระบุคำย่อในตารางสามารถทำได้ แต่ให้ใช้คำย่อที่เป็นสากล หรือกรณีที่ไม่มีและมีการกำหนดเองให้ระบุคำเต็มไว้ท้ายตาราง

3) ไม่ควรบรรจุคำหรือตัวเลขมากเกินไปทำให้แน่น และอ่านยาก

การเขียนกราฟ

1) เลือกสเกลให้เหมาะสมกับข้อมูล

2) เขียนหัวกราฟที่สั้นกระทัดรัด และชัดเจน

3) ระบุแกนให้ครบทั้งแกนตั้งและแกนนอน และระบุหน่วยให้ชัดเจน

4) เขียนกราฟให้ข้อมูลแต่ละจุดไม่ชิดกันเกินไป ให้อยู่ในระยะที่สามารถอ่านได้ชัดเจน

3. เลขนัยสำคัญ

ค่าที่ได้จากการวัดด้วยอุปกรณ์การวัดต่าง ๆ ประกอบด้วยตัวเลขและหน่วย โดยค่าตัวเลขที่วัดได้จากอุปกรณ์แต่ละชนิดอาจมีความละเอียดไม่เท่ากัน ซึ่งการบันทึกและรายงานค่าการอ่านต้องแสดงจำนวนหลักของตัวเลขที่สอดคล้องกับความละเอียดของอุปกรณ์

การนับเลขนัยสำคัญของข้อมูล

1) ตัวเลขที่ไม่มีเลขศูนย์ทั้งหมดนับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 1.23 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

2) เลขศูนย์ที่อยู่ระหว่างตัวเลขอื่น นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 6.02 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว 72.05 มีเลขนัยสำคัญ 4 ตัว

3) เลขศูนย์ที่อยู่หน้าตัวเลขอื่น ไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 0.25 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว 0.025 มีเลขนัยสำคัญ 2 ตัว

4) เลขศูนย์ที่อยู่หลังตัวเลขอื่นที่อยู่หลังทศนิยม นับเป็นเลขนัยสำคัญ เช่น 0.250 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว 0.0250 มีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

5) เลขศูนย์ที่อยู่หลังเลขอื่นที่ไม่มีทศนิยม อาจนับหรือไม่นับเป็นเลขนัยสำคัญก็ได้ 1 เช่น 100 อาจมีเลขนัยสำคัญเป็น 1 2 หรือ 3 ตัวก็ได้เนื่องจากเลขศูนย์ในบางกรณีอาจมีค่าเป็นศูนย์จริง ๆ จากการวัดหรือเป็นตัวเลขที่ใช้แสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวอยู่ในหลักร้อย

การปัดตัวเลข (rounding the number)

1) กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค้าน้อยกว่า 5 ให้ตัดตัวเลขที่อยู่ถัดไปทั้งหมด เช่น 5.7432 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 5.7 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 5.74

2) กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่ามากกว่า 5 ให้เพิ่มค่าของตัวเลขตำแหน่งสุดท้ายที่ต้องการอีก 1 เช่น 3.7892 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 3.8 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 3.79

3) กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และมีตัวเลขอื่นที่ไม่ใช่ 0 ต่อจากเลข 5 ให้เพิ่มค่าของตัวเลขตำแหน่งสุดท้ายที่ต้องการอีก 1 เช่น 2.1652 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 3 ตัว ปัดเป็น 2.17 กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และมี 0 ต่อจากเลข 5 ให้พิจารณาโดยใช้หลักการในข้อ 4

4) กรณีที่ตัวเลขถัดจากตำแหน่งที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 5 และไม่มีเลขอื่นต่อจากเลข 5 ต้องพิจารณาตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 ดังนี้

(1) หากตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 เป็นเลขคี่ ให้ตัวเลขดังกล่าวบวกค่าเพิ่มอีก 1 แล้วตัดตัวเลขตั้งแต่เลข 5 ไปทั้งหมด เช่น 0.635 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 0.64

(2) หากตัวเลขที่อยู่หน้าเลข 5 เป็นเลขคู่ ให้ตัวเลขดังกล่าวเป็นตัวเลขเดิม แล้วตัดตัวเลขตั้งแต่เลข 5 ไปทั้งหมด เช่น 0.645 ถ้าต้องการเลขนัยสำคัญ 2 ตัว ปัดเป็น 0.64 สำหรับการคำนวณหลายขั้นตอน การปัดตัวเลขของผลลัพธ์ให้ทำในขั้นตอนสุดท้ายของการคำนวณ

4. การบวกและการลบ

ในการบวกและลบ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีจำนวนตัวเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมเท่ากับข้อมูลที่มีจำนวนตัวเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมน้อยที่สุด

5. การคูณและการหาร

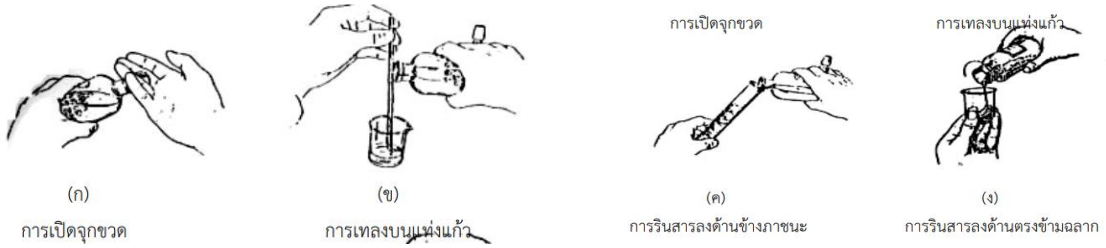
ในการคูณและการหาร ผลลัพธ์ที่ได้จะมีจำนวนเลขนัยสำคัญเท่ากับข้อมูลที่มีเลขนัยสำคัญน้อยที่สุด

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเคมี

การฝึกปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอุปกรณ์พื้นฐาน ดังนั้นการเรียนรู้ถึงความสำคัญของอุปกรณ์ตลอดจนเทคนิคการใช้อุปกรณ์พื้นฐานต่าง ๆ ที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การปฏิบัติการทดลองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย อุปกรณ์พื้นฐาน ตลอดจนเทคนิคการใช้อุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญในการเรียนในภาคการศึกษานี้ สรุปได้ดังนี้

1. การริน การเท และการตักสารเคมี

การรินและการเทสารละลาย (Pouring) ควรรินหรือเทลงบนแท่งแก้วคน (Stirring rod) หรือค่อย ๆ รินลงด้านข้างของภาชนะ และจับภาชนะใส่สารตรงด้านเดียวกับฉลาก เพื่อป้องกันสารหกเปรอะเปื้อนป้องกันฉลากเสียหาย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การริน และการเทสาร

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

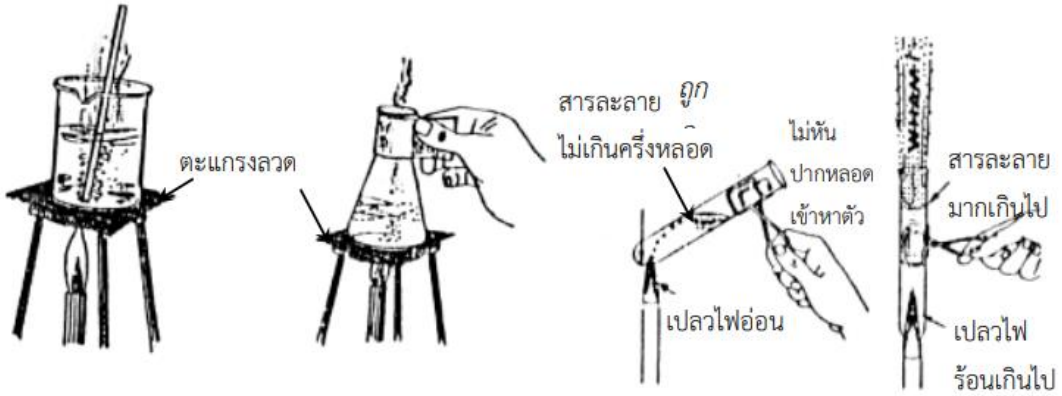
สำหรับการตักสารเคมี อาจใช้ช้อนตักสารเคาะเบา ๆ หรือใช้ดินสอเคาะช้อนตักสารเบา ๆ จนได้ปริมาณตามต้องการ ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การตักสารเคมีจากขาด

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

2. การให้ความร้อนสารละลายโดยตรง

การให้ความร้อนกับสารละลายโดยตรงอาจใช้ตะเกียงแก๊สหรือแผ่นให้ความร้อนกรณีที่ภาชนะใส่สารเป็นบีกเกอร์ หรือขวดรูปชมพู่ควรให้ความร้อนโดยผ่านตะแกรงลวด (Wire gauze) เพื่อกระจายความร้อนก่อน ส่วนกรณีการให้ความร้อนโดยตรงกับหลอดทดลองควรใช้เปลวไฟอ่อนและเอียงหลอดทดลองประมาณ 45 องศา เพื่อป้องกันการเดือดพลุ่งของสารละลาย และควรหันปลายปากหลอดให้พ้นจากคน ดังภาพที่ 3

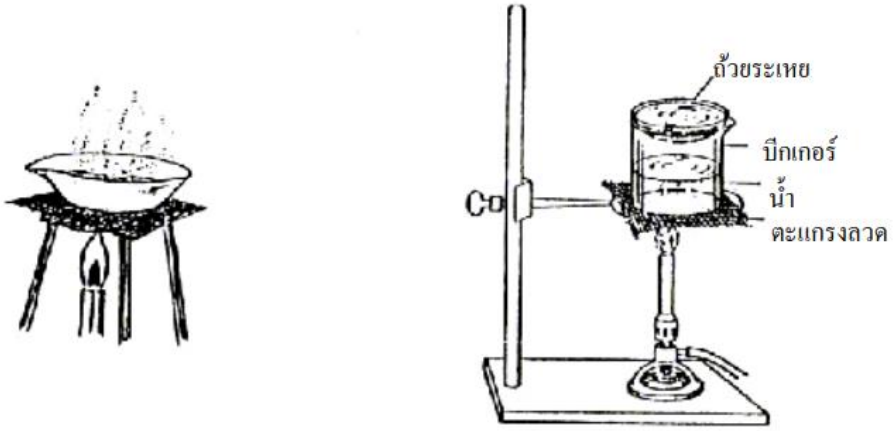


ภาพที่ 3 การให้ความร้อนสารละลายโดยตรง

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

3. การระเหยของเหลว (Evaporation)

การระเหยของเหลวควรใช้ภาชนะปากกว้าง เช่น บีกเกอร์หรือถ้วยระเหย (Evaporating dish) และควรใช้ไฟอ่อน ๆ ป้องกันการกระเด็น หรือระเหยบนเครื่องอังน้ำ (Water bath) กรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่ายไม่ควรระเหยโดยใช้เปลวไฟโดยตรง แต่ควรใช้แผ่นให้ความร้อนไฟฟ้า (Electric hot plate) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดการติดไฟได้ ดังภาพที่ 4

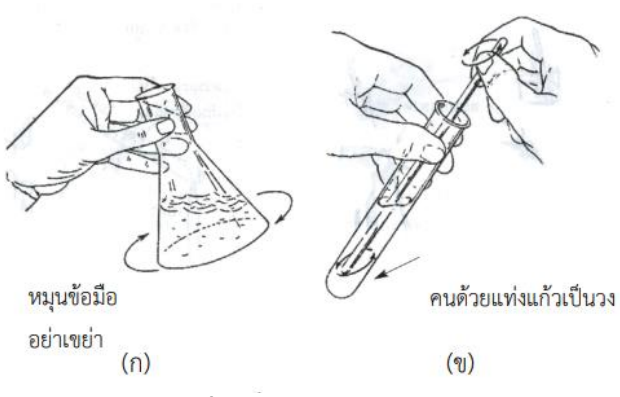


ภาพที่ 4 การผสมสารละลาย

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

4. การผสมสารละลาย

การผสมสารละลายเพื่อทำให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน หรือเพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยากันอย่างสมบูรณ์ กรณีที่ภาชนะที่ใช้เป็นบีกเกอร์ควรใช้แท่งแก้วคนเป็นวงไปในทางเดียวกัน หรือกรณีที่ใช้ขวดรูปชมพูใช้ข้อมือหมุนขวดรูปชมพู่เป็นวงไปในทางเดียวกัน และกรณีที่เป็นหลอดทดลองให้ใช้แท่งแก้วคนหรือสลัดให้สัมผัสฝ่ามือเบา ๆ ดังภาพที่ 5

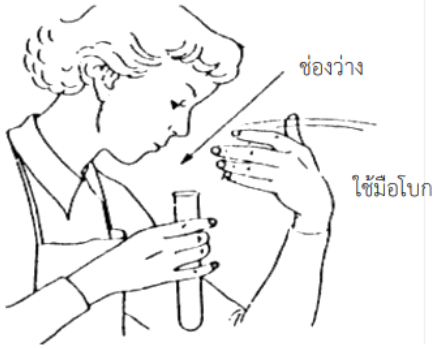


ภาพที่ 5 การผสมสารละลาย

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

5. การดมสาร

ไม่ควรดมสารใกล้ ๆ เพราะไอของสารอาจถูกสูดดมเข้าสู่ทางเดินหายใจจนก่อให้เกิดอันตรายได้ แต่ควรใช้มือโบกไอสารแทน ดังภาพที่ 6

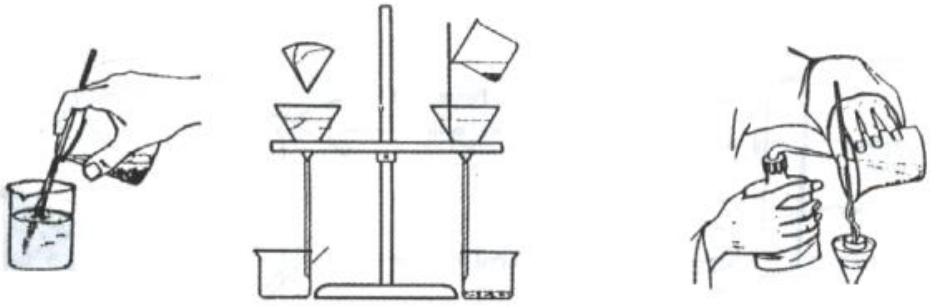


ภาพที่ 6 การดมสาร

(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

7. การแยกของแข็งออกจากสารละลาย

การแยกของแข็งออกจากสารละลายสามารถกระทำได้โดยการรินสารละลายใสออกจากตะกอน (Decantation) ดูจากภาพที่ 7 (ก) หรือโดยการกรองแบบธรรมดาโดยผ่านกระดาษกรองดูจาก รูปที่ 7 (ข) สำหรับการกรองสารละลายที่มีตะกอนติดอยู่ควรฉีดล้างตะกอนตามลงมาบนกระดาษกรอง แล้วล้างตะกอนบนกระดาษกรองจนแน่ใจว่าไม่มีสารติดอยู่บนตะกอนอีก ดังภาพที่ 7



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 7 การแยกของแข็งออกจากสารละลาย (ก) การรินสารละลายใสออกจากตะกอน (ข) การพับกระดาษกรอง (ซ้าย) การกรองแบบธรรมดา (ขวา) (ค) การกรองสารละลายที่มีตะกอนติดอยู่
(ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/)

บทปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง ทักษะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

หลักการ

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต และองค์ความรู้ที่มีระบบและระเบียบแบบแผน โดยทั่วไปกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ประกอบด้วย ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้แก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. สังเกตและระบุปัญหา 2. ตั้งสมมุติฐาน 3. ทำการทดลองหรือทดสอบสมมติฐาน 4. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และ 5. สรุปผลการทดลอง

ในทำปฏิบัติการนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่างๆ ซึ่งในบทนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การชั่งสาร การเตรียมสารละลาย และการวัดค่า pH เพื่อใช้ในการศึกษาในรายวิชาที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

หลังจบบทปฏิบัติการนี้ นักศึกษามีความสามารถ ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจถึงหลักปฏิบัติและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
2. มีทักษะการใช้อุปกรณ์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การชั่งสาร การเตรียมสารละลาย และการวัดค่า pH

วิธีการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมที่ 2 เครื่องชั่งและการชั่งสาร

กิจกรรมที่ 3 การเตรียมสารละลาย

กิจกรรมที่ 4 การวัดค่า pH

รายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาเครื่องมือและหลักการใช้เครื่องมือ

ในปฏิบัติการเคมีจำเป็นต้องมีการชั่ง ตวง และวัดปริมาณสาร โดยทั่วไปการชั่ง ตวง วัด มีความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ หรือผู้ทำปฏิบัติการที่จะส่งผลให้ผลการศึกษาที่ได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าจริง ซึ่งความน่าเชื่อถือของข้อมูล สามารถพิจารณาได้จาก 2 ส่วน คือความเที่ยง (precision) และความแม่น (accuracy) ของข้อมูล โดยความเที่ยงคือความใกล้เคียงกันของค่าที่ได้จากการวัดซ้ำ ส่วนความแม่นคือความใกล้เคียงของค่าเฉลี่ยจากการวัดซ้ำเทียบกับค่าจริง

2. เครื่องมือสำหรับวัดตวงปริมาตร

อุปกรณ์วัดปริมาตรสารเคมีที่เป็นของเหลวที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีขีดและตัวเลขแสดงปริมาตรที่ได้รับการตรวจสอบมาตรฐาน และกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ บางชนิดมีความคลาดเคลื่อนน้อย บางชนิดมีความคลาดเคลื่อนมาก ในการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับปริมาตรและระดับความแม่นที่ต้องการ อุปกรณ์วัดปริมาตรบางชนิดที่นักเรียนได้ใช้งานในการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นอุปกรณ์ที่ไม่สามารถบอกปริมาตรได้แม่นมากพอสำหรับการทดลองในบางปฏิบัติการ ดังนี้

1) บีกเกอร์ (beaker) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกปากกว้าง มีขีดบอกปริมาตรในระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด

2) ขวดรูปกรวย (erlenmeyer flask) มีลักษณะคล้ายผลชมพู่ มีขีดบอกปริมาตรในระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด

3) กระบอกตวง (measuring cylinder) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีขีดบอกปริมาตรในระดับมิลลิลิตร มีหลายขนาด

นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์ที่สามารถวัดปริมาตรของของเหลวได้แม่นยำมากกว่าอุปกรณ์ข้างต้น โดยมีทั้งที่เป็นการวัดปริมาตรของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายใน และการวัดปริมาตรของของเหลวที่ถ่ายเท เช่น ปิเปตต์ บิวเรตต์ ขวดกำหนดปริมาตร

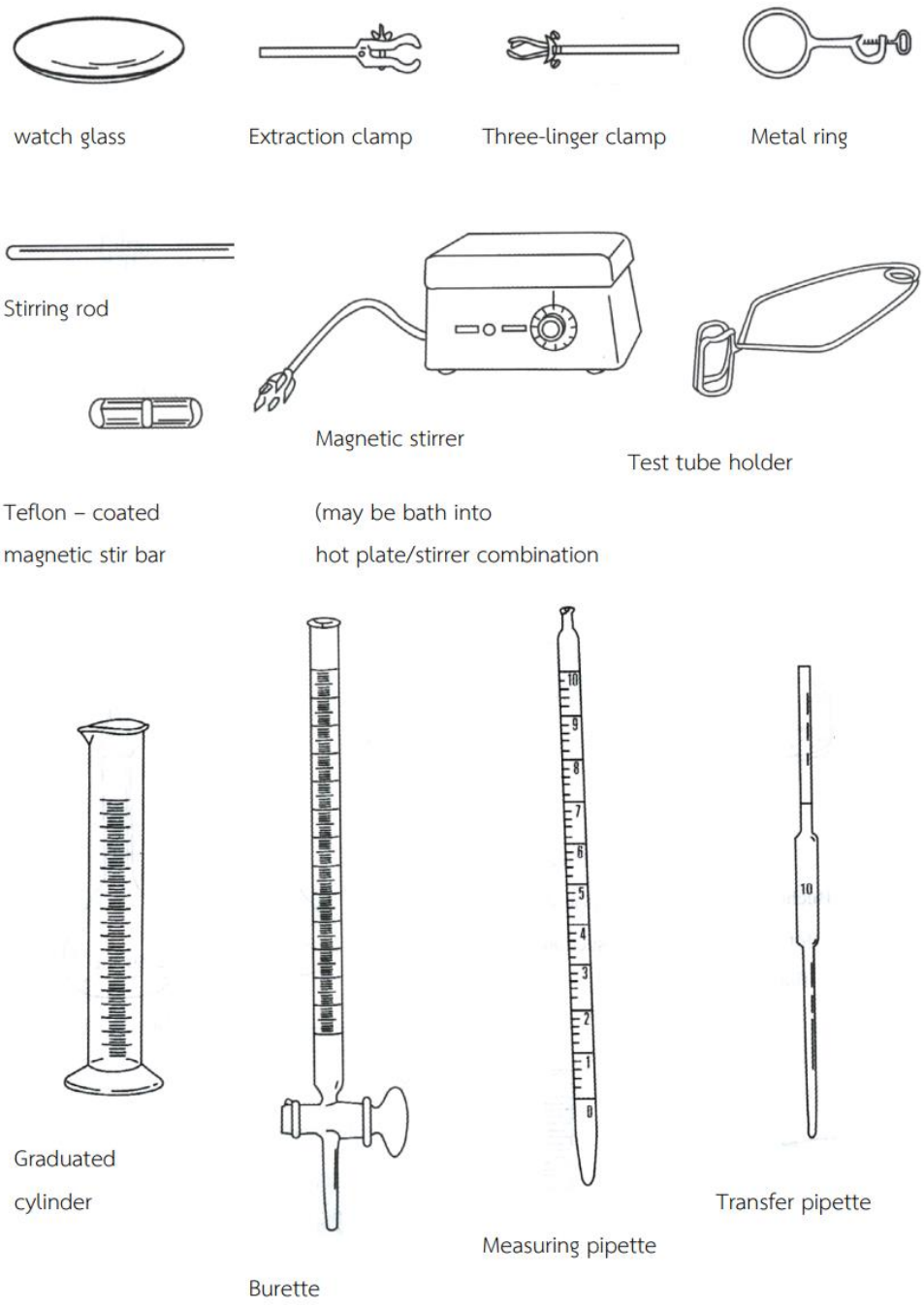
1) ปิเปตต์ (pipette) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งใช้สำหรับถ่ายเทของเหลว ปิเปตต์ที่ใช้กันทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบปริมาตรซึ่งมีกระเปาะตรงกลาง มีขีดบอกปริมาตรเพียงค่าเดียว และแบบใช้ตวง มีขีดบอกปริมาตรหลายค่า

2) บิวเรตต์ (burette) เป็นอุปกรณ์สำหรับถ่ายเทของเหลวในปริมาตรต่าง ๆ ตามต้องการ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาวที่มีขีดบอกปริมาตร และมีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของของเหลวที่เรียกว่าก็อกปิดเปิด (stop cock)

3) ขวดกำหนดปริมาตร (volumetric flask) เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวที่บรรจุภายใน ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นแน่นอน มีขีดบอกปริมาตรเพียงขีดเดียว มีจุกปิดสนิท ขวดกำหนดปริมาตรมีหลายขนาด

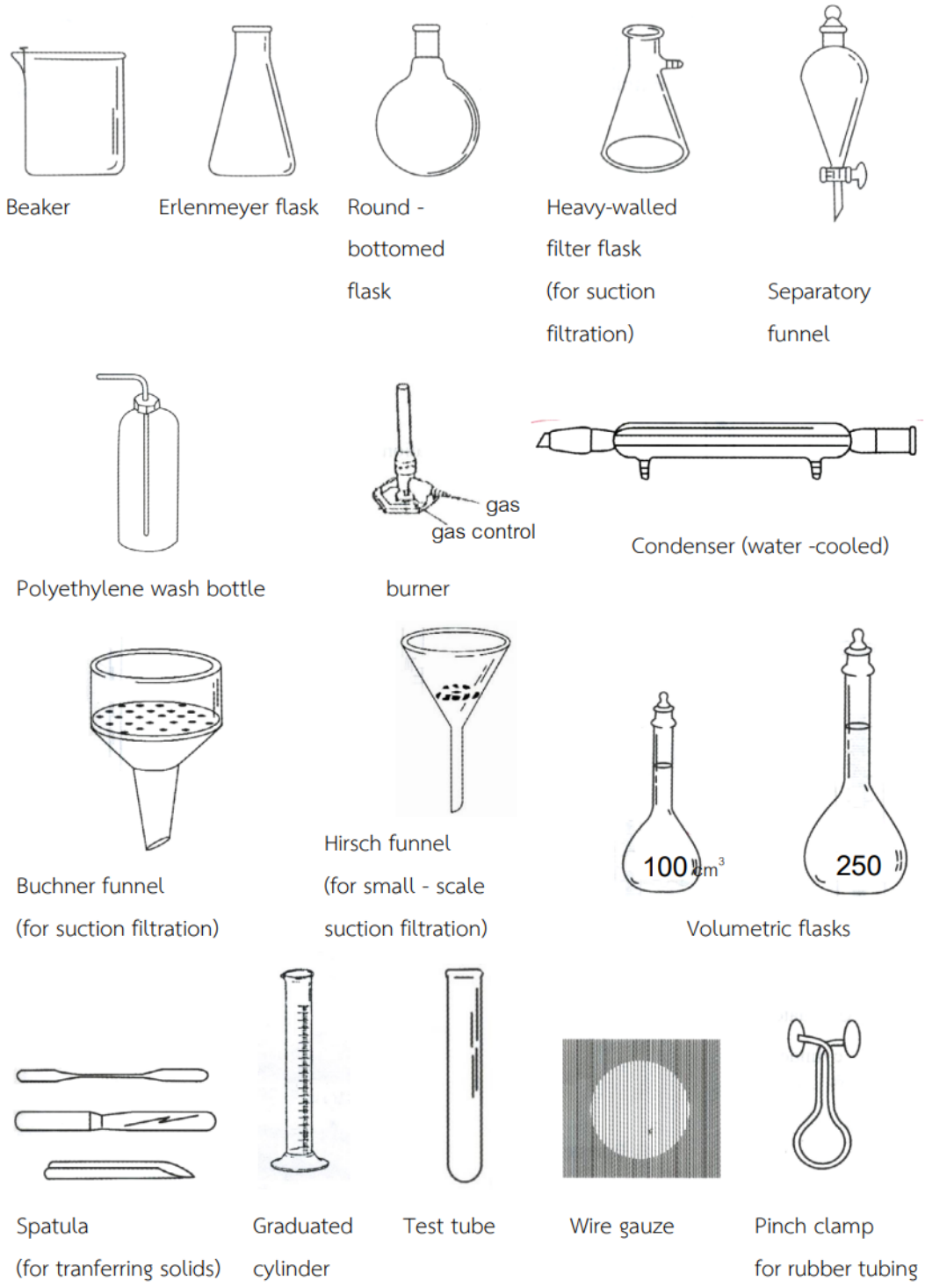
การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรเหล่านี้ให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือจะต้องมีการอ่านปริมาตรของของเหลวให้ถูกวิธี โดยต้องให้สายตาอยู่ระดับเดียวกันกับระดับส่วนโค้งของของเหลว โดยถ้าส่วนโค้งของของเหลว

มีลักษณะเว้า ให้อ่านปริมาตรที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งนั้น แต่ถ้าส่วนโค้งของของเหลวมีลักษณะนูน ให้อ่านปริมาตรที่จุดสูงสุดของส่วนโค้งนั้น การอ่านค่าปริมาตรของของเหลวให้อ่านตามขีดบอกปริมาตรและประมาณค่าทศนิยมตำแหน่งสุดท้าย



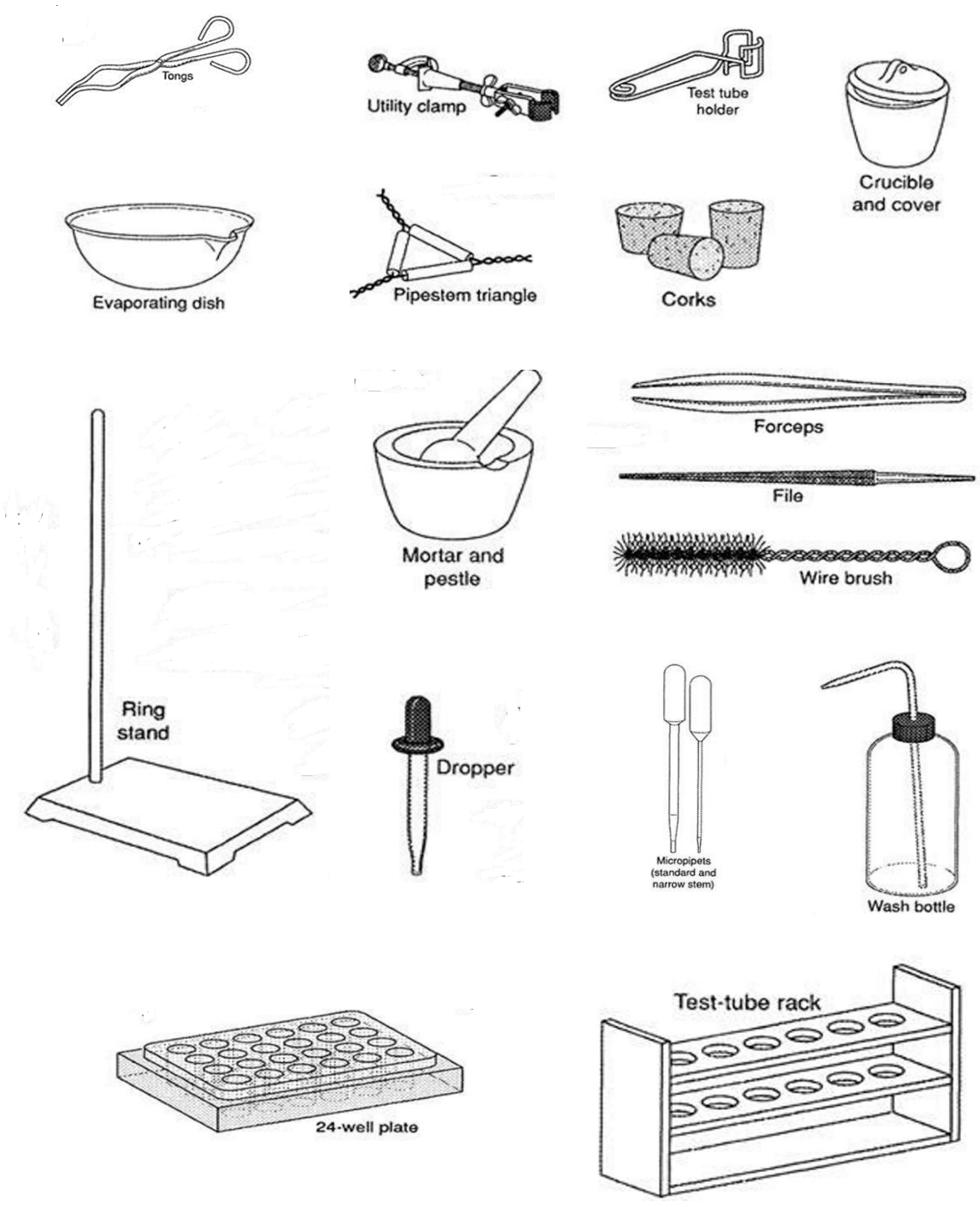
ภาพที่ 8 อุปกรณ์และวัสดุบางรายการที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/



ภาพที่ 8 อุปกรณ์และวัสดุบางรายการที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

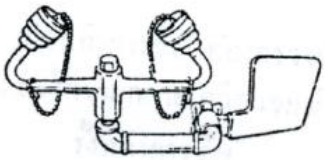
ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/



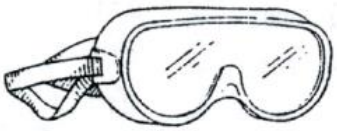
ภาพที่ 8 อุปกรณ์และวัสดุบางรายการที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ที่มา: https://snowcat-powder.com/443778_37_light_lab_equip/443794_lab_equipment_draw/

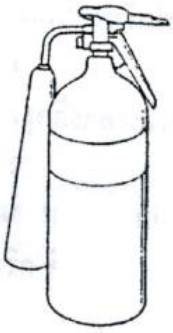
A safety shower
with pull chain



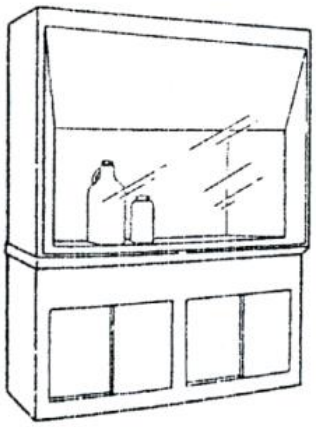
An eyewash facility



Safety goggles

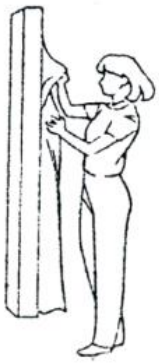


A typical carbon dioxide
fire extinguisher



A laboratory fume hood

Lab apron



A fire blanket

ภาพที่ 8 อุปกรณ์และวัสดุบางรายการที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)
ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/

แบบบันทึกผล เรื่อง อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้รายงาน.....รหัสนักศึกษา.....

ผู้ร่วมรายงาน

1.....รหัสนักศึกษา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....

4.....รหัสนักศึกษา.....

จงตอบคำถามจากเครื่องมือที่พบบนโต๊ะปฏิบัติการ

ข้อ	คำตอบ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 เครื่องชั่งน้ำหนักและการชั่งสาร

ประเภทของเครื่องชั่ง

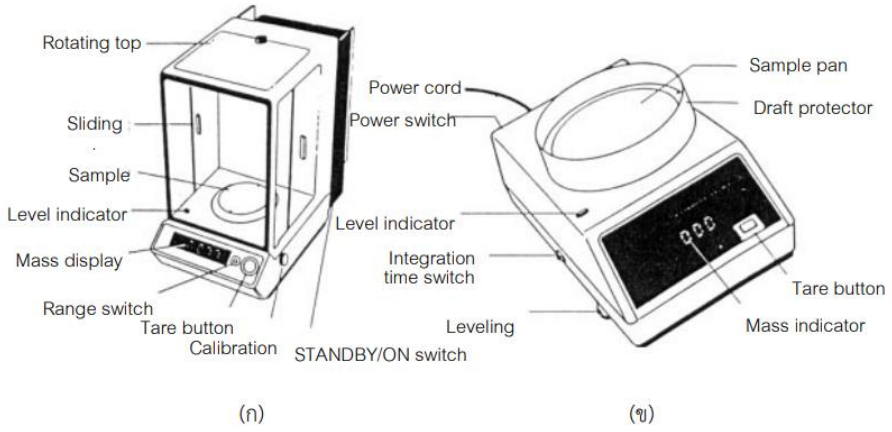
เครื่องชั่งเป็นอุปกรณ์สำหรับวัดมวลของสารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว ความน่าเชื่อถือของค่ามวลที่วัดได้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องชั่งและวิธีการใช้เครื่องชั่ง เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ เครื่องชั่งแบบสามคาน (triple beam) และเครื่องชั่งไฟฟ้า (electronic balance) ข้อสำคัญควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่จะทำ ได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ชั่งได้ละเอียดถึง ±0.0001 g หรือ ±0.00001 g เครื่องชั่งชนิดนี้ควรใช้ชั่งสารตัวอย่างสารมาตรฐานปฐมภูมิหรือชั่งสารที่ต้องการค่าน้ำหนักที่มีความละเอียดสูง ดังภาพที่ 9 (ก)

2. เครื่องชั่ง Top loader (Top loader balance) ชั่งได้ละเอียดถึง ±0.1 g ถึง ±0.01 g ให้ชั่งสารมาตรฐานทุติยภูมิหรือใช้ชั่งสารที่ไม่ต้องการค่าน้ำหนักที่มีความละเอียดสูง ดังภาพที่ 9 (ข)

การใช้เครื่องชั่ง

ในการใช้เครื่องชั่งแบบใด ๆ ควรปฏิบัติตามคู่มือของการใช้เครื่องชั่งนั้น นอกเหนือจากนี้ จะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เช่น เลือกภาชนะใส่สารให้เหมาะกับสารที่จะชั่ง เช่น ขวดชั่งสาร กระจกนาฬิกากระดาษชั่งสาร ไม่ชั่งสารที่มีน้ำหนักเกินพิกัดของเครื่องชั่ง ชั่งด้วยความระมัดระวัง เบามือ และไม่ทำให้สารเปรอะเปื้อนเครื่องชั่ง และใช้แปรงอ่อน ๆ ปัด เบา ๆ เมื่อมีสารตกหล่นลงบนเครื่องชั่งทันที เป็นต้น



ภาพที่ 9 เครื่องชั่งระบบดิจิตอล (ก) เครื่องชั่งละเอียด (ข) เครื่องชั่ง Top loader

ที่มา https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/

การที่จะเลือกใช้เครื่องชั่งชนิดใดในการทดลองให้เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับว่าการทดลองนั้นต้องการความถูกต้องมากน้อยแค่ไหน การใช้เครื่องชั่งต้องมีการระวังและรักษาให้ดี เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องชั่ง ซึ่งทำให้น้ำหนักคลาดเคลื่อนจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ดังนั้น ทุกครั้งที่ใช้เครื่องชั่งผู้ใช้ควรปฏิบัติดังนี้

1. เครื่องชั่งต้องตั้งอยู่ที่บนที่แน่นหนามั่นคง อย่าให้มีการสะเทือน ไม่ควรตั้งริมหน้าต่างหรือใกล้ความร้อน อย่าให้แสงแดดส่องถูกเครื่องชั่งโดยตรง และฐานของเครื่องชั่งต้องอยู่ในแนวระนาบ
2. ก่อนชั่งสังเกตว่าบนจานชั่งสารสะอาดหรือไม่ ถ้ามีฝุ่นให้ทำความสะอาดก่อน
3. ก่อนชั่งต้องปรับให้เข็มของเครื่องชั่งอยู่ที่ขีด 0 พอดีและขณะชั่งต้องนั่งตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่งเสมอ เพื่อไม่ให้การอ่านน้ำหนักผิดพลาด
4. ห้ามวางสารเคมีที่จะชั่งบนจานเครื่องชั่งโดยตรง เพราะสารเคมีอาจทำให้จานชำรุดเสียหายได้ ต้องใส่สารในภาชนะรองรับ เช่น กระจกนาฬิกา กระดาษสำหรับชั่งสาร หรือแผ่นอลูมิเนียม
5. การชั่งสารที่กัดโลหะต้องใส่สารในขวดชั่งสารที่มีฝาปิดมิดชิด
6. ห้ามนำวัตถุหรือสารเคมีที่ยังร้อนอยู่ไปชั่ง วัตถุที่นำมาชั่งต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของห้อง
7. ห้ามใช้มือหยิบตุ้มน้ำหนักหรือวัตถุที่จะชั่ง เพราะน้ำหนักอาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหงื่อที่ติดอยู่ที่นิ้วมือ ต้องใช้ปากคีบหยิบตุ้มน้ำหนักหรือใช้กระดาษพับเป็นแผ่นเล็กๆ คาดรอบขวดชั่งหรือตุ้มน้ำหนักเสมอ
8. อย่าชั่งสารที่มีน้ำหนักมากกว่าความสามารถของเครื่องชั่ง

การบันทึกน้ำหนักจากการชั่ง

เครื่องชั่งมีความหยาบละเอียดแตกต่างกัน เช่น ถ้าชั่งสารหนัก 1 g บนเครื่องชั่งที่ชั่งได้ ละเอียด 0.1 g จะต้องบันทึกน้ำหนักเป็น 1.0 ±0.05 g ถ้าใช้เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียด 0.01 g จะต้อง บันทึกน้ำหนักเป็น 1.00 ±0.005 g และถ้าใช้เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.001 g จะต้องบันทึกน้ำหนักเป็น 1.000 ±0.0005 g

ตัวเลข ±0.05, ±0.005 และ ±0.0005 g เป็นตัวเลขแสดงความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เชิงทฤษฎี (Theoretical absolute error) ซึ่งมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของหน่วยที่เล็กที่สุดที่อ่านได้บนมาตราส่วนของเครื่องชั่ง

แบบบันทึกผล เรื่อง การชั่งสาร

ผู้รายงาน.....รหัสนักศึกษา.....

ผู้ร่วมรายงาน

1.....รหัสนักศึกษา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....

4.....รหัสนักศึกษา.....

ผลการทดลอง

1. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

ตัวอย่าง	น้ำตาลทราย	เกลือ
น้ำหนักทั้งหมดก่อนถ่ายสาร (g)		
น้ำหนักทั้งหมดหลังถ่ายสาร (g)		
น้ำหนักที่ชั่งได้ (g)		

2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

ตัวอย่าง	น้ำตาลทราย	เกลือ
น้ำหนักทั้งหมดก่อนถ่ายสาร (g)		
น้ำหนักทั้งหมดหลังถ่ายสาร (g)		
น้ำหนักที่ชั่งได้ (g)		

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 การเตรียมสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย

สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมักอยู่ในรูปของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และตัวละลายเป็นของแข็งหรือของเหลว ความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณของตัวละลายและตัวทำละลาย ดังนั้นการบอกความเข้มข้นของสารละลายส่วนใหญ่มักจะบอกเป็นมวลของตัวละลายต่อปริมาตรของสารละลาย หน่วยที่นิยมใช้บอกความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้

1. ร้อยละ (Percentage concentration) แบ่งเป็น 3 ชนิด

1.1 ร้อยละโดยน้ำหนัก (Percent by weight, % w/w) หมายถึง น้ำหนักของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยน้ำหนักอันเดียวกัน

1.2 ร้อยละโดยปริมาตร (Percent by volume, % v/v) หมายถึง ปริมาตรของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

1.3 ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (Percent weight by volume, % w/v) หมายถึง น้ำหนักของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

2. โมลาร์ (Molar, M) หมายถึงจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 dm^3 หรือ 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ใช้หน่วยเป็นโมลาร์หรือโมลต่อลิตรหรือโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3. ฟอร์แมล (Formal, F) หมายถึงจำนวนกรัมสูตรของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 dm^3

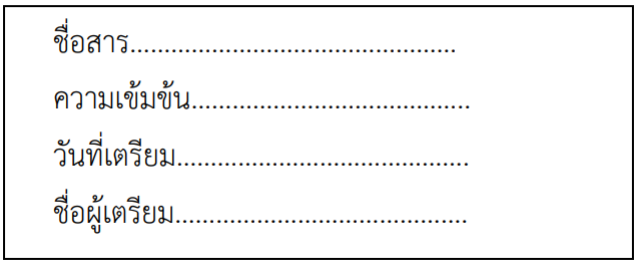
4. โมแลล (Molal, m) หมายถึงจำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย 1 kg

5. นอร์แมล (Normal, N) หมายถึงจำนวนกรัมสมมูลของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 dm^3

6. ส่วนในล้านส่วน (Parts per million, ppm) หมายถึง จำนวนส่วนของตัวละลายในสารละลาย 1 ล้านส่วนใช้ในกรณีที่สารละลายมีตัวละลายละลายอยู่น้อยมาก

การเตรียมสารละลาย

สารเคมีมีทั้งที่เป็นของแข็ง (Solid) และของเหลว (Liquid) การที่จะนำสารเคมีมาเตรียมเป็นสารละลายเจือจางทำได้โดยการคำนวณหาน้ำหนัก หรือปริมาตรของสารเคมีที่ต้องการใช้เสียก่อน แล้วนำไปชั่งหรือวัดปริมาตรให้ได้ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นนำมาละลายหรือเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรตามที่ต้องการ เมื่อเตรียมสารละลายเสร็จแล้วให้บรรจุสารละลายลงในขวดเก็บสารเคมี พร้อมทั้งปิดฉลากให้เรียบร้อยระบุข้อความดังนี้



ภาพที่ 10 ฉลากปิดขวดสารเคมี

การเตรียมสารละลายเคมีทำได้ 2 วิธีคือ

1. การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นอย่างประมาณ

วิธีนี้จะใช้การชั่งสารเคมีของแข็ง วัดปริมาตรของสารเคมีของเหลวอย่างประมาณ โดยเครื่องชั่งหยาบหรือกระบอกตวงแล้วนำมาละลายหรือเจือจางด้วยน้ำกลั่น วิธีนี้ใช้สำหรับการเตรียมสารละลายเคมีที่ต้องการใช้ในการทดลอง โดยที่สารเคมีนี้ไม่เป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาที่ต้องใช้คำนวณหาปริมาณ เช่น เติม 20 % w/v NaOH เพื่อละลาย As_2O_3 สารละลาย 20% w/v NaOH ไม่จำเป็นต้องเตรียมอย่างถูกต้องโดยใช้เครื่องชั่งละเอียดไฟฟ้า สามารถเตรียมได้อย่างหยาบ ๆ โดยใช้เครื่องชั่งหยาบ ถ้าต้องการนำสารละลายที่เตรียมได้นี้ไปใช้โดยจำเป็นต้องทราบความเข้มข้นที่แน่นอน เพราะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาและต้องใช้ในการคำนวณสามารถทำได้โดยทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardize) กับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard solution) ด้วยการไทเทรต

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นถูกต้อง

วิธีนี้ต้องชั่งสารเคมีของแข็งอย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า หรือวัดปริมาตรของสารเคมีที่เป็นของเหลวด้วยปิเปตต์แล้วละลายหรือเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรตามที่ต้องการโดยใช้ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ที่มีขนาดต่าง ๆ

แบบบันทึกผล เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ผู้รายงาน.....รหัสนักศึกษา.....

ผู้ร่วมรายงาน

1.....รหัสนักศึกษา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....

4.....รหัสนักศึกษา.....

ผลการทดลอง

1. จงคำนวณการเตรียมสารละลาย 2% NaCl ปริมาตร 50 cm^3 จะต้องใช้ NaCl หนักเท่าไร

วิธีคิด

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงคำนวณน้ำหนักของ NaOH ที่ใช้ในการเตรียม 0.5 M NaOH

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงคำนวณหาปริมาตรของ 0.5 M NaOH ที่ใช้ในการเตรียม 0.125 M NaOH

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 4 การวัดค่า pH

ค่า pH คือการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนซึ่งเป็นการวัดความเป็นกรด-ด่างหรือเบสของสารละลาย ของเหลวหรือน้ำ โดยที่ระดับพีเอช มักจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 14 โดยของเหลวที่มีค่าพีเอช น้อยกว่า 7 จะมีสภาพเป็นกรด ของเหลวหรือน้ำที่มีค่าพีเอช มากกว่า 7 จะเป็นด่างหรือเบส ส่วนระดับค่าพีเอช ที่ 7 หมายถึง “เป็นกลาง” โดยมีความเป็นไปได้ถ้าของเหลวมีความเป็นกรดรุนแรงจะมีค่าพีเอช ที่ต่ำกว่า 0 และถ้าของเหลวมีความเป็นด่างสูงจะมีค่าพีเอช ที่มากกว่า 14

1. pH มีค่า 7 แสดงว่ามีความเป็นกลาง (natural pH)
2. pH มีค่าต่ำกว่า 7 แสดงว่ามีความเป็นกรด (acidic pH)
3. pH มีค่าสูงกว่า 7 แสดงว่ามีความเป็นเบสหรือด่าง (alkaline pH)

คำว่า “pH” นั้นมาจากคำภาษาเยอรมัน “potenz” หมายถึง “พลังงาน” รวมกับ H สัญลักษณ์องค์ประกอบของไฮโดรเจน ดังนั้น pH จึงเป็นตัวย่อของ “พลังแห่งไฮโดรเจน”

ค่า pH ของน้ำเป็นตัวกำหนดความสามารถในการละลาย (ปริมาณสารที่สามารถละลายได้ในน้ำ) เช่น น้ำที่มีค่าพีเอชต่ำ (เป็นกรด) หมายความว่าน้ำนั้นมีแนวโน้มที่จะมีธาตุโลหะหนักและสารอื่น ๆ ละลายอยู่เช่น เหล็ก ทองแดง และอื่นๆ และค่าพีเอชยังแสดงถึงความสามารถในการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

pH เป็นปริมาณที่สำคัญที่สะท้อนถึงสภาพทางเคมีของสารละลาย ค่าพีเอช สามารถควบคุมความพร้อมใช้งานของสารอาหาร หน้าที่ทางชีวภาพ กิจกรรมของจุลินทรีย์ และพฤติกรรมของสารเคมี ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบหรือควบคุมค่าพีเอชของดินน้ำและผลิตภัณฑ์อาหารหรือเครื่องดื่มจึงมีความสำคัญสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย

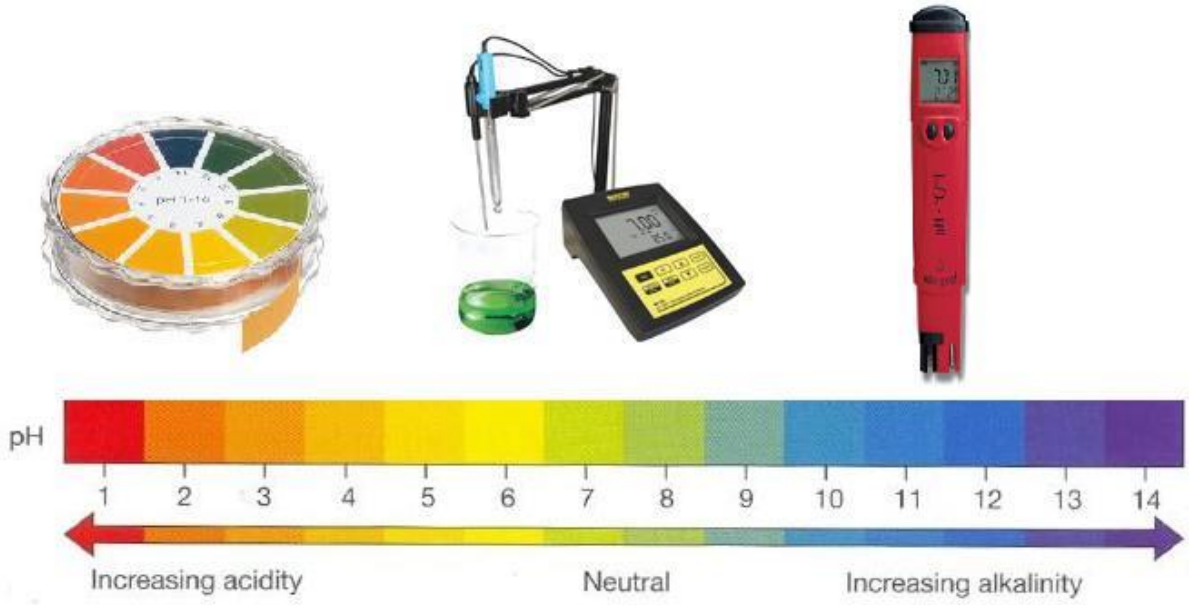
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง หรือพีเอชมิเตอร์ (pH meter)

pH meter เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิก มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ อิเล็กโทรด และเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้า (voltmeter) เครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นค่า pH

การปรับเทียบมาตรฐาน (calibration) ก่อนการใช้งาน จะต้องปรับเทียบมาตรฐาน (calibration) โดยการปรับเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน โดยการปรับที่นิยมใช้ คือระบบ two-point calibration ซึ่งจะปรับช่วง pH ที่ต้องการวัดด้วยสารบัฟเฟอร์ 2 ค่า เช่น pH 4 และ 7 หรือ pH 7 และ 10 ที่มีค่าครอบคลุมในช่วงที่ต้องการวัด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

วิธีการวัด ทำได้โดยล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) หรือน้ำกลั่น (distilled water) และซับด้วยกระดาษทิชชู แล้วรีบจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายที่ต้องการวัดอย่างรวดเร็ว

การดูแลรักษา การเก็บอิเล็กโทรดห้ามเก็บแห้ง โดยทั่วไปเก็บในสารละลายกรดที่มีค่าพีเอชประมาณ 3 และไม่เก็บหรือแช่ในน้ำกลั่น เพราะว่าไอออนที่อยู่ในอิเล็กโทรดจะแพร่ออกมาทำให้ความเข้มข้นของไอออนภายในอิเล็กโทรดลดลง โดยปกติแล้วควรทำความสะอาดอิเล็กโทรดประมาณเดือนละครั้งโดยการแช่ด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (M)



ภาพที่ 11 เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างแบบต่างๆ

ที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3216/ph-meter

ในปฏิบัติการที่ต้องการความรวดเร็วและไม่ละเอียดมากนักสามารถใช้กระดาษลิตมัส (Litmus) หรือใช้พีเอชมีเตอร์ชนิดพกพาได้

แบบบันทึกผล เรื่อง การวัดค่า pH

ผู้รายงาน.....รหัสนักศึกษา.....

ผู้ร่วมรายงาน

1.....รหัสนักศึกษา.....

2.....รหัสนักศึกษา.....

3.....รหัสนักศึกษา.....

4.....รหัสนักศึกษา.....

ผลการทดลอง

ข้อ	ตัวอย่าง	ค่า pH ที่วัดได้
1	0.1 N HCl	
2	0.1 N NaOH	
3	สบู่	
4	น้ำมะนาว	
5	น้ำยาล้างจาน	
6	แชมพู	
7	น้ำส้มสายชู	
8	น้ำยาล้างห้องน้ำ	
9	วิตามินซี	
10	โซดา	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 2
เรื่อง ชีวโมเลกุลในสิ่งมีชีวิต

บทนำ

สิ่งมีชีวิตมีมากมายหลายชนิด มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน และภายในเซลล์จะมีสารเคมีหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ สารเคมีเหล่านี้เป็นสิ่งไม่มีชีวิตแต่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ แต่จะมีปริมาณหรือสัดส่วนที่แตกต่างกันของแต่ละชนิดนั้น สารเคมีที่พบนี้ในระดับโมเลกุลจะมีทั้งสารประกอบอนินทรีย์ และสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งมีทั้งสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำ และสารโมเลกุลขนาดใหญ่หรือสารชีวโมเลกุล (Biomolecules) ซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกรดนิวคลีอิก รวมทั้งโมเลกุลเล็ก ๆ อีก มากมาย

สารชีวโมเลกุลเป็นสารประกอบของคาร์บอนซึ่งเป็นอาหารในร่างกาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน คาร์โบไฮเครต เป็นสารชีวโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งคาร์โบไฮเดรตตามลักษณะโมเลกุลได้ 3 ประเภท คือ มอนอแซ็กคาไรค์ (monosaccharide) ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) และพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันออกไป โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีมวลโมเลกุลสูงเมื่อถูกไฮโดรไลส์อย่างสมบูรณ์จะได้สารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เรียกว่า กรดอะมิโน โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนมาต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเพปไทด์ โปรตีนแบ่งตามโครงสร้างเป็น 2 ประเภทคือ โปรตีนมนกลมและโปรตีนเส้นใย ไขมันเป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ไขมันทั่วไปไขมันเชิงประกอบ และไขมันอื่น ๆ

วัตถุประสงค์

หลังจบบทปฏิบัติการนี้ นักศึกษามีความสามารถ ดังนี้

1. มีความรู้ความใจในการทดสอบสารชีวโมเลกุลที่พบในอาหารต่างๆ ได้
2. สามารถตรวจหาสารชีวโมเลกุลในอาหารต่าง ๆ ได้

กิจกรรมที่ 2.1 การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอินทรีย์ประกอบด้วยธาตุ C H O ในสัดส่วน 1:2:1 คาร์โบไฮเดรตที่โมเลกุลขนาดเล็กเริ่มจากมี C เป็นองค์ประกอบ 3 อะตอมจนถึงโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบด้วย C เป็นจำนวนพันอะตอม คาร์โบไฮเดรตที่โมเลกุลขนาดเล็ก เช่น โมโนแซ็กคาไรด์สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงาน เป็นส่วนประกอบภายในเซลล์โครงสร้างของเซลล์และในร่างกาย เช่น สารเซลลูโลส สารไคติน เป็นต้น

วัตถุประสงค์

หลังทำกิจกรรมนี้ ผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

1. ทดสอบสารชีวโมเลกุลชนิดคาร์โบไฮเดรตได้
2. ตรวจหาคาร์โบไฮเดรตในสารอินทรีย์และอาหารต่าง ๆ ได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารละลายกลูโคส
2. น้ำตาลทราย
3. น้ำผลไม้
4. นมสดชนิดจืด
5. น้ำผึ้ง
6. น้ำตาลเทียม
7. สารตัวอย่างต่างๆ
8. สไลด์หลุม
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์
10. บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
11. น้ำกลั่น
12. สารละลายไอโอดีน
13. สารละลาย Benedict's
14. ที่วางหลอดทดลอง
15. หลอดทดลอง
16. สารละลายสี Toluidine Blue

ตอนที่ 1 การทดสอบน้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารโมเลกุลเล็ก เช่น โมโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ Oligosaccharide ทดสอบโดยใช้สารละลาย Benedict's (สีฟ้า) สารละลายนี้จะ Oxidize หมู่ Aldehyde หรือ Ketone ในโมเลกุลของน้ำตาล โดย Cu^{+2} ในสารละลาย Benedict's แล้วสีจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีอื่นตามปริมาณของน้ำตาล เช่นถ้ามีน้ำตาลน้อยจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ถ้ามีน้ำตาลมากเปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีแดงอิฐ เป็นต้น ยกเว้นซูโครสไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย Benedict's

วิธีการทดลอง

1. ดูดสารละลาย Benedict's ใส่ในหลอดทดสอบหลอดละ 2 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายตัวอย่างอย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดสอบที่เขียนชื่อสารไว้แล้วและน้ำกลั่นอีก 1 หลอด
3. นำหลอดทดลองใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำและต้มให้เดือด 3 นาที (ห้ามเผาหลอดโดยตรง)
4. ให้สังเกตสีของสารละลายในหลอดทดลองทุกหลอดว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
5. บันทึกผลจากการสังเกตลงในตารางบันทึกผลต่อไปนี้

ผลการทดลอง

สารละลาย	สีของสารละลายในหลอดทดสอบหลังจากต้ม
1. สารละลายกลูโคส	
2. น้ำตาลทราย	
3. น้ำผลไม้	
4. นมสดชนิดจืด	
5. น้ำตาลเทียม	
6. น้ำผึ้ง	
7. น้ำกลั่น	
8. Unknown	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการศึกษา

1. สารที่มีน้ำตาลเมื่อทดสอบด้วยสารละลาย Benedict's แล้วสารละลายเปลี่ยนเป็นสีอะไรบ้าง

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

2. หลอดที่ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายน้ำตาลนั้นเพื่อวัตถุประสงค์อะไร

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

3. สารละลายในทุกหลอดสีเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

4. นักศึกษาคิดว่าจะนำวิธีการนี้ไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง

ตอบ.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การทดสอบแป้ง

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีรสหวาน ได้แก่ แป้ง (Starch) ไกลโคเจน (Glycogen) เซลลูโลส (Cellulose) ไคติน (Chitin) เกิดจากโมโนแซคคาไรด์จำนวนมากมาเกาะกันเป็นสารที่มีโมเลกุลเชิงซ้อน "พอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide)" แป้ง (Starch) เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว โมเลกุลของแป้งประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ อะไมโลส (Amylose) กับอะไมโลเพคติน (Amylopectin) การทดสอบแป้งทำได้โดยนำสารที่สงสัยมาเติมสารละลายไอโอดีน ถ้าได้สีน้ำเงินเข้มแสดงว่า มีแป้ง

วิธีทดลอง

1. ใส่สารตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงในสไลด์หลุม
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงใกล้ ๆ กับหยดน้ำแป้ง สารละลายน้ำตาลและน้ำกลั่นอย่างละหยด
3. ใช้ไม้จิ้มฟันค่อย ๆ เขี่ยให้สารละลายไอโอดีนเข้าผสมกับสารที่ต้องการทดสอบ

ผลการทดลอง

สารตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1. น้ำตาล	
2. ไส้กรอก	
3. แป้งมัน	
4. แป้งฝุ่น	
5. ข้าวสวย	
6. น้ำกลั่น	
7. Unknown	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการศึกษา

1. เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงน้ำแป้งหรือสารละลายใดบ้างที่เปลี่ยนสีและเปลี่ยนเป็นสีอะไร

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

2. น้ำกลั่นที่ใช้ทดลองในครั้งนี้เพื่อจุดประสงค์อะไร

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

3. สารทุกชนิดทุกชนิดที่นำมาทดสอบเปลี่ยนสีเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2.2 การทดสอบไขมัน

ไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ไขมันจะสลายให้กรดไขมัน และกลีเซอรอล การทดสอบไขมันทำได้โดยนำสารที่สงสัยมาถูกับกระดาษ ถ้ากระดาษโปร่งแสง แสดงว่าสารนั้นมีไขมันอยู่

วัตถุประสงค์

หลังทำกิจกรรมนี้ ผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

1. รู้วิธีการทดสอบสารอินทรีย์ประเภทลิพิดจากตัวอย่างสารต่าง ๆ
2. ตรวจสอบสารไขมันในอาหารบางชนิดได

วัสดุและอุปกรณ์

1. น้ำมันพืช
2. สารละลายซูดาน (Sudan III)
3. น้ำกลั่น
4. กระดาษ

วิธีการทดลอง

การทดสอบไขมันโดยการถูกับกระดาษ

1. นำตัวอย่างน้ำมันที่เตรียมไว้มาถูกับกระดาษ
2. นำกระดาษส่องกับไฟ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
3. ถ้าตัวอย่างมีไขมันเป็นองค์ประกอบจะทำให้กระดาษมีลักษณะโปร่งแสง

การทดสอบไขมันโดยใช้สารละลายซูดาน (Sudan III)

1. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 2 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง
2. เติมตัวอย่างน้ำมันปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. เติมสารละลายซูดาน 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการศึกษา

ผลการทดลอง

สารที่ทำการทดสอบ	การถูกด้วยกระดาษไข	การเปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วย Sudan III
1. น้ำมันพืช		
2. น้ำกลั่น		
3. Unknown		

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการศึกษา

1. จากการทดสอบทราบได้หรือไม่ว่าสารใดที่มีไขมันมากที่สุด

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

2. Sudan III ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารไขมันในเนื้อเยื่อที่นำมาทดสอบอย่างไร เพราะเหตุใดเป็นเช่นนั้น

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

3. นักศึกษาคิดว่าจะนำวิธีการนี้ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2.3 การทดสอบโปรตีน

สารโปรตีนประกอบด้วยธาตุ C H O N และอาจมี S หรือ P อยู่ด้วยธาตุต่าง ๆ เหล่านี้รวมกันเป็นโมเลกุลกรดอะมิโน กรดอะมิโนแต่ละโมเลกุลต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์เกิดเป็นสารโปรตีน ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีสารโปรตีนเป็นส่วนประกอบแตกต่างกันในรูปต่าง ๆ เช่น เป็นสารประกอบของเนื้อเยื่อต่าง ๆ เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มไมโตคอนเดรีย เยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์ เยื่อหุ้มไรโบโซมและเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่าง ๆ โปรตีนยังทำหน้าที่ควบคุมกิจกรรมทางชีวเคมีต่าง ๆ ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เอนไซม์

การทดสอบสารโปรตีนเป็นวิธีการทดสอบหาพันธะเปปไทด์ (peptide bond) หรือหา Benzene Ring ใน Alkyl Group ของกรดอะมิโน โดยวิธีการ Biuret test

วัตถุประสงค์

หลังทำกิจกรรมนี้ ผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

1. รู้วิธีทดสอบหาสารโปรตีนในเบื้องต้นได้
2. ทดสอบหาสารโปรตีนจากอาหารบางอย่างได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. หลอดทดสอบ
2. สารละลาย $CuSO_4$
3. สารละลาย NaOH 10 %
4. สารที่ต้องการทดสอบหาสารโปรตีน

วิธีการทดลอง

1. นำหลอดทดสอบมาเขียนชื่อสารที่ต้องการทดสอบตามจำนวนและชนิดที่ต้องการทดสอบ

2. ใส่สารที่ต้องการทดสอบลงในหลอดทดสอบที่เขียนชื่อไว้ดังนี้ ไข่ขาว นมถั่วเหลือง นมสด น้ำมันพืช ข้าวเจ้าบดละเอียด น้ำกลั่น

3. เติมสาร NaOH 10% หลอดละ 2 มิลลิลิตร

4. เติมสาร CUSO 4 1 หลอดละ 2-3 หยด เขย่าหลอดทดสอบเบา ๆ

5. สังเกตสีของสารละลายในหลอดทดสอบว่าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ (อาจต้องรอประมาณ 5 นาที) แล้วบันทึกผลการทดสอบในตารางบันทึกผล สารใดที่เป็นโปรตีนหรือมีพันธะเปปไทด์จะเกิดสีม่วงหรือชมพูม่วง

ผลการทดลอง

สารตัวอย่าง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1. น้ำกลั่น	
2. ไข่ขาวต้มสุก	
3. นมสด	
4. ไส้กรอก	
5. ปูอัด	
6. น้ำแป้ง	
7. สารละลายกลูโคส	
8.	
9.	
10.....	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการศึกษา

1. จากการทดสอบพบว่าสารใดบ้างที่มีคุณสมบัติเป็นโปรตีน

ตอบ..... .....

.....

.....

2. ปริมาณโปรตีนในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีเท่ากันหรือไม่ รู้ได้อย่างไร

ตอบ..... .....

.....

.....

.....

3. สีม่วงหรือสีชมพูม่วง เกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

4. จะนำวิธีการนี้ไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

5. จากการทดสอบพบสารใดบ้างที่มีโปรตีนมาก และสารใดบ้างมีโปรตีนน้อย

ตอบ.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 3
เรื่อง การตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

หลักการ

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารที่ทำให้พืชมีสีสันสวยงาม ส่วนใหญ่เป็นสารที่มีสีตั้งแต่สีเหลือง แดง ม่วง และน้ำเงิน พบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงและพืชชั้นต่ำ ส่วนใหญ่พบได้ในพืชชั้นสูง และพบได้เกือบทุกส่วนของพืช เช่น ดอก ใบ เปลือก แก่น และราก ฟลาโวนอยด์หลายชนิดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น hesperidin และ rutin ใช้รักษาโรคเส้นเลือดฝอยเปราะ สาร rotenone จากรากโล่ติ๊นเป็นสารกำจัดศัตรูพืช ฟลาโวนอยด์ บางชนิดมีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน บางชนิดมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา ต้านการอักเสบ และต้านเซลล์มะเร็ง

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น (Phytochemical Screening) การตรวจสอบสารพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบเอทานอลจากเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลพืช โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน ประกอบด้วยสารพฤกษเคมี 8 กลุ่ม ได้แก่ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ซาโปนิน ไดเทอร์พีน ไตรเทอร์พีน แอลคาลอยด์ และแอนทราควิโนน ในการบทปฏิบัติการนี้จะได้การทดสอบหาฟลาโวนอยด์

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้วจะสามารถ

1. ตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ได้
2. สามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ได้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. สารสกัดตัวอย่างยาสมุนไพรแห้ง ส่วนใบ แก่น เปลือก ราก เหง้า และผล หรืออาจารย์ผู้สอนเป็นผู้กำหนด
2. กระดาษทิชชู
3. กระบอกตวง 10 ml
4. หลอดหยด
5. หลอดทดลอง
6. กรดเกลือเข้มข้น (Conc. HCl)
7. Magnesium ribbon
8. สารสกัดตัวอย่าง 2-3 รายการ เช่น ดอกดาวเรือง ดอกอัญชัน ดอกบัว

วิธีการศึกษา

ตวงสารสกัดแอลกอฮอล์ปริมาตร 3 มิลลิลิตร หยดกรดเกลือเข้มข้น (Conc. HCl) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเติม Magnesium ribbon 5-8 ชิ้น เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดจะเกิดสีส้ม-แดง

ผลการศึกษา

สารสกัด	สีที่เกิด
1. ..... 2. ..... 3. ..... 4. ..... 5.	

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง กล้องจุลทรรศน์

หลักการ

กล้องจุลทรรศน์ (microscope) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการศึกษาทางชีววิทยา เพราะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถมองเห็นรายละเอียดของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ปัจจุบันกล้องจุลทรรศน์ ได้รับการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปจากกล้องในยุคแรกค่อนข้างมาก แต่ยังคงใช้หลักการพื้นฐานเหมือนกัน กล้องจุลทรรศน์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามชนิดของตัวกลางที่ทำให้เกิดภาพ ประกอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (light microscope) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope)

ประเภทของกล้องจุลทรรศน์

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามจำนวนเลนส์ที่ใช้ในการสร้างภาพ ได้แก่

1.1 กล้องจุลทรรศน์เลนส์เดี่ยว (simple light microscope) ประกอบด้วยเลนส์ชิ้นเดียว ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ที่ประดิษฐ์โดย Antoni van Leeuwenhoek และแว่นขยาย กล้องชนิดนี้มีกำลังขยายค่อนข้างต่ำกำลังขยายอยู่ระหว่าง 4 - 50 เท่า เหมาะสำหรับส่องดูวัตถุที่มีขนาดใหญ่ และไม่ต้องการกำลังขยายมาก

1.2 กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ (compound microscope) ประกอบด้วยเลนส์ มากกว่า 1 ชิ้น ทำให้มีกำลังขยายมากขึ้น เลนส์ชิ้นหนึ่งจะอยู่ใกล้วัตถุที่ต้องการส่องดู คือ เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) ส่วนอีกเลนส์หนึ่งจะอยู่ใกล้ตา เรียกว่า เลนส์ใกล้ตา (ocular lens) กำลังขยายของกล้องเกิดจากการคูณค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุกับค่ากำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา ปัจจุบันกล้องชนิดนี้ มีกำลังขยายสูงสุด 1,250 โดยใช้แสงธรรมดา และมีกำลังขยายได้ถึง 5,000 เมื่อใช้แสงสีฟ้า

2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์พิเศษใช้ลำแสงอิเล็กตรอน (beam of electrons) เป็นสื่อทำให้เกิดภาพ และใช้แผ่นแม่เหล็กทำหน้าที่เป็นเลนส์ขยายภาพ กล้องชนิดนี้มีกำลังขยายสูงมาก ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนกำลังขยายได้โดยการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า โดยปรับให้มีกำลังขยายได้ตั้งแต่ 500 - 1,000,000 เท่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

2.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope, TEM) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ให้กำลังขยายสูงมากถึง 1,000,000 เท่า การสร้างภาพของกล้องชนิดนี้ อาศัยหลักการยิงอิเล็กตรอนผ่านตัวอย่างที่ตัดให้บางมาก ภาพที่ได้จากกล้องเป็นภาพสองมิติ ไม่เห็นความลึก แต่เห็นโครงสร้างภายใน

2.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) การสร้างภาพของกล้องชนิดนี้ อาศัยหลักการของการยิงลำแสงอิเล็กตรอนไปยังตัวอย่างที่เคลือบผิวด้วยโลหะหนักบาง ๆ ทำให้อิเล็กตรอนวิ่งสะท้อนไปยังจอรับภาพ เกิดเป็นภาพพื้นผิวของวัตถุตัวอย่างนั้น ซึ่งเป็นภาพสามมิติ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเป็นเครื่องมือที่ราคาแพงมาก จึงมีเฉพาะในหน่วยปฏิบัติการขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาลขนาดใหญ่ หน่วยงานวิจัยระดับสูง เป็นต้น

ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

1. ฐาน (base) เป็นส่วนที่อยู่ใต้สุดของกล้อง ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของตัวกล้อง เป็นที่ตั้งของหลอดไฟฟ้า ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงของกล้องจุลทรรศน์ เรียกว่า lamp house และจะมีสวิทซ์ปิด-เปิดหลอดไฟ รวมทั้งแหวนสำหรับปรับเปลี่ยนกำลังของหลอดไฟส่องสว่าง

2. มือจับ (arm) เป็นส่วนเชื่อมระหว่างตัวลำกล้อง (body tube) กับส่วนฐาน เป็นส่วนที่ใช้จับถือกล้องเพื่อการเคลื่อนย้าย

3. ลำกล้อง (observation tube) เป็นส่วนที่ติดอยู่ด้านบนของมือจับ มีลักษณะเป็นห้องภายในมีปริซึม (prism) เป็นทางผ่านของแสง ทำหน้าที่หักเหลำแสงที่ผ่านมาจากเลนส์ใกล้ วัตถุให้เข้าสู่เลนส์ใกล้ตา

4. ปุ่มปรับภาพหยาบ (coarse adjustment knob) เป็นแป้นล้อหมุนได้ด้วยมือ ส่วนใหญ่จะติดตั้งทางด้านข้างของตัวกล้องใกล้ฐานกล้อง ปุ่มปรับภาพหยาบใช้สำหรับปรับระยะห่างของแทนวางวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อให้วัตถุที่วางบนแท่นวางวัตถุเคลื่อนเข้ามาอยู่ในระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุอย่างหยาบได้ ปุ่มปรับภาพหยาบสามารถใช้ในการปรับภาพชัด สำหรับเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 4 และ 10 เท่านั้น แต่ไม่ควรใช้ปรับระยะชัด เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 40 และ 100 เท่า

5. ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob) เป็นแป้นล้อหมุนร่วมแกนกับปุ่มปรับภาพหยาบ ใช้สำหรับปรับความคมชัดของภาพ และเป็นปุ่มที่ใช้ปรับความชัดเมื่อใช้เลนส์วัตถุที่มีกำลังขยาย 40 และ 100 เท่า

6. แป้นหมุน (revolving nosepiece) มีลักษณะเป็นวงแหวนกลม เป็นที่ติดตั้งเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งใช้หมุนเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่าง ๆ

7. เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้กับแผ่นสไลด์ หรือใกล้กับวัตถุ ปกติติดอยู่กับแป้นหมุนได้ โดยมีเลนส์หลายขนาดประมาณ 3 - 4 อัน เลนส์แต่ละอันมีตัวเลข บอกขนาดกำลังขยายติดไว้ด้วย ได้แก่ 4X, 10X, 40X และ 100X เลนส์ใกล้วัตถุเป็นส่วนสำคัญ และมีราคาแพงที่สุดของกล้องจุลทรรศน์ จึงต้องดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ คุณภาพที่แตกต่างกันของกล้องจุลทรรศน์โดยทั่วไปจะมาจากการใช้เลนส์ใกล้วัตถุแตกต่างกัน เลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่ทำด้วยผลึกแก้วคุณภาพสูง จำนวนหลายชิ้นประกอบกันในกระบอกโลหะ ทำให้เกิดกำลังขยายที่แตกต่างกัน ตามชนิด ขนาด และจำนวนของชิ้นเลนส์ เลนส์ใกล้วัตถุที่มีคุณภาพดีจะมีลักษณะเป็น parfocus คือไม่ต้องปรับโฟกัสของภาพใหม่ หรืออาจปรับเพียงเล็กน้อย เมื่อมีการเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ เนื่องจากภาพจะชัดในระยะที่เท่ากัน เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100X

มีระยะการทำงานของเลนส์สั้นมาก จึงต้องใช้น้ำมันหยดลงบนสไลด์ และให้เลนส์แช่อยู่ในหยดน้ำมัน เพื่อให้น้ำมันเป็นตัวกลางการผ่านของแสงจากแผ่นสไลด์สู่เลนส์ใกล้วัตถุ

8. เลนส์ใกล้ตา (ocular หรือ eyepiece lens) เป็นเลนส์ที่อยู่ส่วนบนสุดของกล้องติดกับดวงตาของผู้ใช้กล้อง และจะสวมต่ออยู่กับลำกล้อง เลนส์ใกล้ตา ทำหน้าที่ขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ เลนส์ใกล้ตาจะเป็นชุดเลนส์ที่ประกอบด้วยเลนส์ที่อยู่ด้านล่าง เรียกว่า fields lens และเลนส์ที่อยู่ด้านบน เรียกว่า eye lens โดยทั่วไปเลนส์ใกล้ตาจะมีกำลังขยายคงที่ เป็น 10X หรือ 12X

9. แท่นวางวัตถุ (stage) มีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่รองรับแผ่นกระจก สไลด์ที่มีตัวอย่างที่ต้องการส่องดู ตรงกลางแท่นจะมีรู ให้แสงส่องจากระบบไฟส่องสว่างที่ส่องขึ้นมาจาก lamp house และบนแท่นว่างวัตถุยังมีตัวยึดแผ่นสไลด์ (specimen slide clip หรือ slide holder) ทำหน้าที่ยึดจับให้แผ่นสไลด์ติดกับแท่นวางวัตถุ ทางด้านข้างของแท่นวางวัตถุจะมีชุดกลไกเลื่อนแผ่นสไลด์ ซึ่งสามารถเลื่อนแผ่นสไลด์ทั้งแนวตั้ง และแนวนอน การเลื่อนแผ่นสไลด์ทั้งสองแกนจะมีสเกล (scale) กำกับระยะที่แผ่นสไลด์เคลื่อนที่หน่วยเป็นมิลลิเมตร

10. คอนเดนเซอร์ (condenser) เป็นเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสงที่ส่องขึ้นมาจาก lamp house ไปสู่แผ่นสไลด์ ทำให้แสงมีความเข้มของแสงพอเหมาะกับการส่องดูตัวอย่างที่ติดอยู่บนแผ่นสไลด์ นอกจากนี้ยังช่วยทำให้มองไม่เห็นไส้หลอดไฟที่อาจปรากฏให้เห็นได้ เมื่อมองผ่าน เลนส์ใกล้วัตถุ

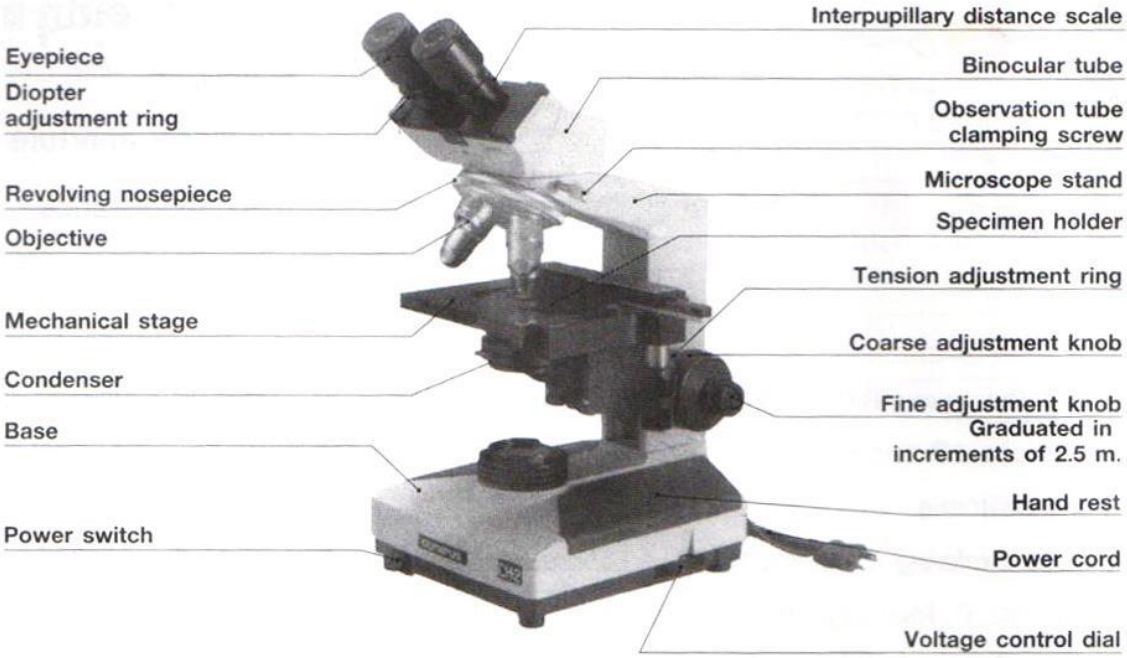
11. ไอริสไดอะแฟรม (iris diaphragm) เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในคอนเดนเซอร์ มีลักษณะเป็นกลีบโลหะที่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดรูที่จะทำให้แสงส่องผ่านได้ ไอริสไดอะแฟรมทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่จะส่องผ่านคอนเดนเซอร์ และผ่านสู่แผ่นสไลด์บนแท่นวางวัตถุ

12. ฟิลเตอร์ (filter) เป็นกระจกหรือพลาสติกสีฟ้า ติดตั้งอยู่ด้านล่างของคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ปรับสีของแสงที่เกิดจากหลอดไฟส่องสว่าง ซึ่งจะมีสีส้มหรือเหลืองอำพันให้เป็นแสงสีขาว เพื่อให้ตัวอย่างบนแผ่นสไลด์มีสีที่ถูกต้องและเป็นธรรมชาติ

13. ไฟส่องสว่าง (lamp) เป็นหลอดไฟที่ถูกบรรจุอยู่ในห้องบรรจุที่มีเลนส์ปิดอยู่ด้านบน เรียกว่า lamp house เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างสำหรับการส่องดูวัตถุของกล้อง

ข้อควรระวังก่อนการใช้กล้องจุลทรรศน์

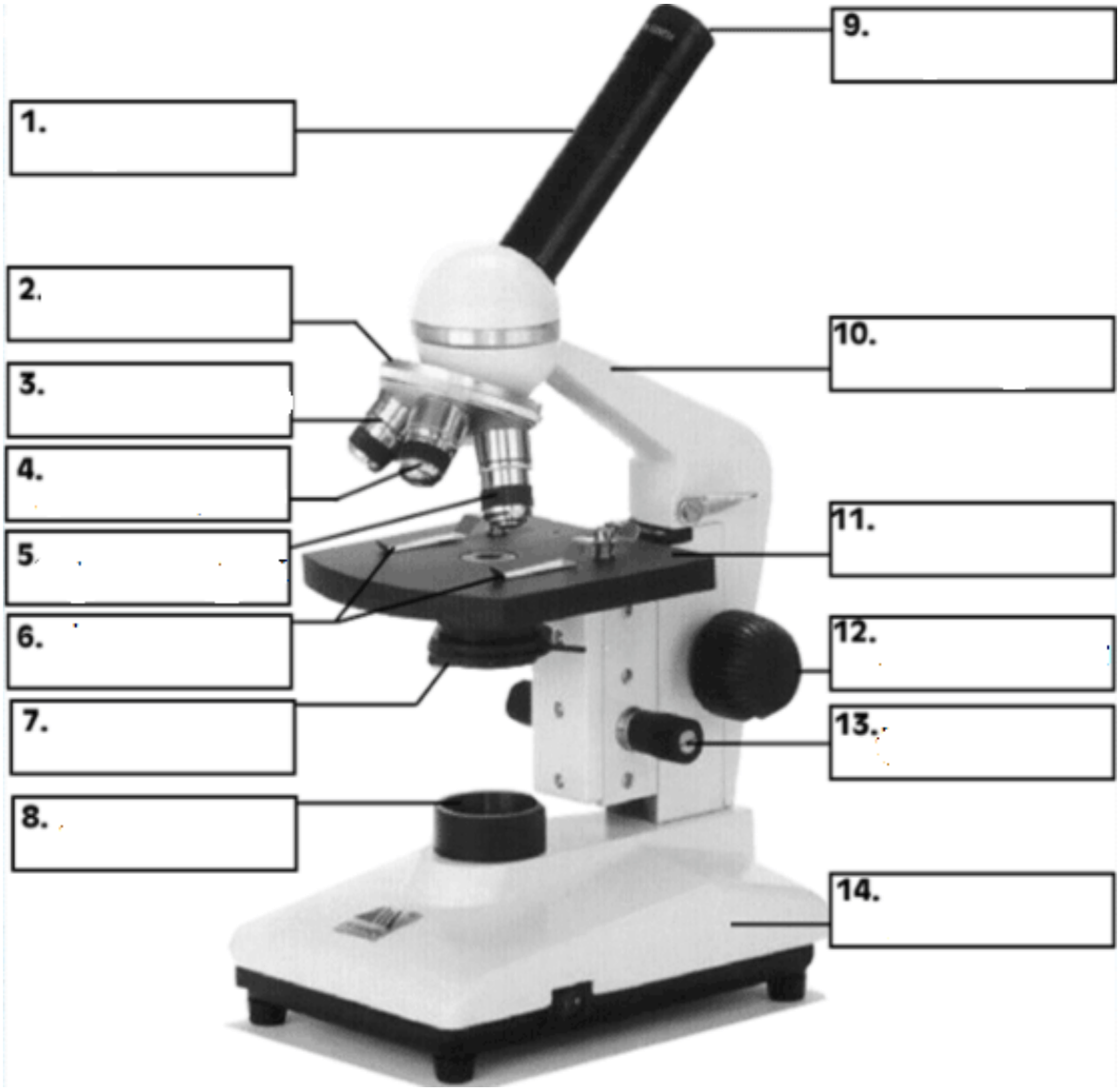
1. ก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ต้องตรวจดูสภาพกล้องจุลทรรศน์ให้เรียบร้อย
2. ห้ามใช้ปุ่มปรับภาพหยาบ เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40X หรือ 100X
3. ก่อนเปิดสวิทซ์ไฟ ให้ตรวจดูว่าปุ่มปรับกำลังของหลอดไฟ (illumination adjustment) อยู่ในตำแหน่งต่ำสุดหรือไม่
4. การเช็ดเลนส์กล้องจุลทรรศน์ ต้องใช้กระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น



ภาพที่ 12 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

แบบบันทึกผล
เรื่อง ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

ให้นักศึกษาเขียนส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ตามภาพนี้



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ และเลนส์ใกล้ตา เป็นภาพชนิดใด

    ก. ภาพจริงหัวกลับ และภาพเสมือนหัวกลับ

    ข. ภาพจริงหัวกลับ และภาพเสมือนหัวตั้ง

    ค. ภาพเสมือนหัวตั้ง และภาพจริงหัวกลับ

    ง. ภาพเสมือนหัวกลับ และภาพจริงหัวกลับ

2. พิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

    ก. การดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ควรลืมตาทั้งสองข้าง

    ข. ถ้าต้องการเลื่อนภาพที่เห็นจากกล้องลงด้านล่างต้องเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นด้านบน

    ค. ถ้าบริเวณที่วางกล้องจุลทรรศน์มีแสงสว่างมาก จะต้องใช้กระจกเงาราบรับแสง

    ง. การหาภาพต้องหมุนปุ่มปรับสภาพหยาบให้ลำกล้องขึ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดก่อนแล้วจึงเลื่อนลง

3. ในการดูเซลล์หว่านกาบหอย นักเรียนควรเริ่มดูด้วยเลนส์ใกล้วัตถุอันใดก่อน

    ก. กำลังขยายสูงสุด

    ข. กำลังขยายปานกลาง

    ค. กำลังขยายต่ำสุด

    ง. อันใดก็ได้

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา ส่วนประกอบของเซลล์หรือสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ คือ

    ก. microscope

    ข. magnifying glass

    ค. telescope

    ง. theodolite

5. ถ้านำภาพอักษร "ภ" ดังรูปนี้ ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นภาพมีลักษณะใด

    ก. ภ

    ข. ถ

    ค. ฆ

    ง. ษ

6. จากภาพส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์หมายเลข 9 คือ.....

7. จากภาพส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์หมายเลข 14 คือ.....

8. จากภาพส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์หมายเลข 11 คือ.....

9. เมื่อดูเซลล์สาหร่ายหางกระรอกจากกล้องจุลทรรศน์ แล้วต้องการปรับภาพในกล้องให้ชัดเจนยิ่งขึ้นควรปรับที่หมายเลขใด.....

บทปฏิบัติการที่ 5
เรื่อง โครงสร้างของเซลล์สัตว์และเนื้อเยื่อสัตว์

หลักการ

สิ่งมีชีวิตนั้นเปรียบได้กับเมืองของเซลล์ (cellular cities) เพราะในร่างกายของสิ่งมีชีวิตประกอบขึ้นด้วยเซลล์ชนิดต่างๆ มากมายหลายชนิด เซลล์ต่างๆ เหล่านี้ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย เนื้อเยื่อสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งโครงสร้าง (structure) และหน้าที่ (function) เนื้อเยื่อสัตว์ประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์จึงมีรูปร่างไม่คงที่ เซลล์ชนิดเดียวกันอาจมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างและขนาด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเรียงเซลล์ไปตามรูปร่างของอวัยวะจึงมีการทับซ้อนเบียดเสียดกัน เนื้อเยื่อของสัตว์มีโครงสร้างซับซ้อนกว่าเนื้อเยื่อของพืช ดังนั้น การศึกษาโครงสร้างทางกายวิภาคของสัตว์จึงต้องใช้เทคนิคที่ยุ่งยากมากขึ้น

การจำแนกเนื้อเยื่อสัตว์ตามหน้าที่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ปกคลุมผิวของร่างกายและบุผิวอวัยวะภายในร่างกาย

2) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ประสานอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย

3) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscular tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว

4) เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ ความคิด ความจำ

วัตถุประสงค์

หลังจากทำกิจกรรม ผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

1. บอกชนิดและตำแหน่งของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ที่พบได้
2. สามารถจำแนกชนิดและหน้าที่ของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์
2. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
3. อุปกรณ์ใช้เตรียมตัวอย่าง เช่น ใบมีดโกน พู่กัน ปากคีบ เข็มเขี่ย หลอดหยด
4. ตัวอย่างสไลด์ถาวร

ผลการทดลอง

หลังจากการปฏิบัติพบเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ของตัวอย่าง โดยทำสไลด์สด หรือสไลด์ถาวร ที่กำลังขยายที่มองเห็นภาพชัดเจนที่สุด และได้วาดภาพในตาราง

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	**ภาพวาดเนื้อเยื่อ**	**หมายเหตุ**
1..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
2..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
3..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
4..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
5..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
6..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
7..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
8..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
9..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
10..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
11..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
12..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

บทปฏิบัติการที่ 6
เรื่อง การศึกษาโครงสร้างเซลล์พืช

หลักการ

พืชชั้นสูงเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular organism) โครงสร้างประกอบขึ้นด้วยเซลล์ยูแคริโอตจำนวนมากและหลายเซลล์รวมกลุ่มกันเป็นเนื้อเยื่อเพื่อร่วมกันทำหน้าที่ให้กับอวัยวะต่างๆ เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด เนื้อเยื่อพืช (Plant tissue) มีหลายชนิด แตกต่างกันไปตามชนิดของเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อชนิดนั้น หรือตำแหน่งของเนื้อเยื่อ หรือการทำหน้าที่และกิจกรรมทางสรีรวิทยา เนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดมีโครงสร้าง จุดกำเนิดและหน้าที่แตกต่างกันไป

การจำแนกเนื้อเยื่อพืชโดยพิจารณาจากการแบ่งเซลล์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) และเนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue) ถ้าพิจารณาจากชนิดของเซลล์ที่มาประกอบขึ้นเป็นเนื้อเยื่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เนื้อเชื่อเชิงเดี่ยว (simple tissue) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ชนิดเดียวกัน และเนื้อเยื่อเชิงประกอบ (complex tissue) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ต่างชนิดกัน ในบทปฏิบัติการนี้ครอบคลุมประเด็น ดังนี้

1. การศึกษาเนื้อเยื่อเจริญ

เนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีการเจริญและแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอยู่ตลอดเวลา เซลล์ที่เกิดใหม่มีผนังเซลล์บางและมีนิวเคลียสใหญ่ชัดเจน มีแวคิวโอลขนาดเล็ก เนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นใหม่ๆ จากการแบ่งเซลล์ เรียกว่า โพรเมอริสเทม (promeristem) เกิดขึ้นครั้งแรกในเอ็มบริโอ หลังจากเอ็มบริโอเจริญไปเป็นต้นกล้าจะพบเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายราก ปลายยอด ตาข้าง และจุดที่กำลังเจริญ โพรเมอริสเทมทำหน้าที่แบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ให้กับพืชที่กำลังเจริญเติบโต เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งเซลล์ของโพรเมอริสเทมจะเจริญต่อไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญปฐมภูมิ (primary meristem) ซึ่งจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ

2. การศึกษาเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว

เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนสภาพมาจากเนื้อเยื่อเจริญ โครงสร้างประกอบด้วยเซลล์ที่เจริญเต็มที่จำนวนมากที่ไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้ต่อไป ตลอดวัฏจักรชีวิตของพืชล้มลุกจะมีเพียงเนื้อเยื่อถาวรปฐมภูมิเท่านั้น เนื้อเยื่อถาวรแบ่งออกเป็น 2 ประเกท คือ เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (simple tissue) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ชนิดเดียวกัน และเนื้อเยื่อถาวรเชิงประกอบ (complex tissue) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์มากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป โดยทั่วไปในโครงสร้างพืชจะพบเนื้อเยื่อถาวรเหล่านี้ประกอบอยู่ แต่สัดส่วนของเนื้อเยื่อจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ

เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวประกอบด้วยเซลล์ที่มีลักษณะรูปร่างเหมือนกันมารวมกันเพื่อทำหน้าที่ร่วมกัน พบได้ตามผิวและพื้นฐานของโครงสร้างภายในราก ลำต้น ใบ ดอกและผล เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้แก่ เอพิเดอร์มิส (epidermis) พาเรงคิมา (parenchyma) คอลเลงคิมา (collenchyma) สเกลอเรงคิมา (sclerenchyma) และคอร์ก (cork)

1. เอพิเดอร์มิส (epidermis) เป็นเนื้อเยื่อผิวที่อยู่ด้านนอกสุดของส่วนต่างๆ ของพืช ยกเว้นที่ปลายสุดของราก และยอด เอพิเดอร์มิสเจริญมาจากโพรโทเดิร์ม ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายๆ กัน มีขนาดไล่เลี่ยกัน มาเรียงเป็นแถวต่อเนื่องกัน มักไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ โดยทั่วไปจะเรียงชั้นเดียว เซลล์ทั่วไปมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาจมีรูปร่างกลม หรือมีขอบเซลล์หลายเหลี่ยม ผนังเซลล์ที่อยู่ด้านนอกจะหนากว่าด้านอื่นๆ และมีคิวทินซึ่งเป็นสารพวกเดียวกับขี้ผึ้งเคลือบอยู่ด้านนอกเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ ชั้นคิวทินนี้เรียกว่า คิวทิเคิล (cuticle) เอพิเดอร์มิสจะพบในพืชที่มีการเติบโตปฐมภูมิเท่านั้น สำหรับพืชที่มีการเติบโตทุติยภูมิ เอพิเดอร์มิสจะสลายไปและมีเนื้อเยื่อคอร์ก (cork) มาแทนที่ เอพิเดอร์มิสสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้มีลักษณะจำเพาะเพื่อทำหน้าที่พิเศษบางอย่างได้ เช่น ปากใบ (stomata) และขน (trichome)

1.1 ปากใบ (stromata) เป็นช่องเปิดแคบๆ ในเอพิเดอร์มิส เกิดจากเซลล์เอพิเดอร์มิส 2 เซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุม (guard cell) ระหว่างเซลล์คุมจะมีช่องปากใบ (stomatal pore) ทำหน้าที่เปิด-ปิดเพื่อคายน้ำ และแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซค์ ปากใบที่อยู่ระดับเดียวกับเอพิเดอร์มิสมักพบในพืชทั่วไป และส่วนใหญ่พบที่ผิวใบด้านล่าง นอกจากนี้ยังพบที่กลีบดอก หรือผิวของผลไม้ ปกติเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสจะไม่มีคลอโรพลาสต์ เซลล์คุมจะมีคลอโรพลาสต์ อาจพบสารสีพวกแอนโทไซยานิน ซึ่งทำให้ผิวบริเวณนั้นมีสีแดง ส้ม หรือน้ำเงิน

1.2 ขน (trichome) เป็นส่วนของเซลล์ผิวที่ยื่นออกมา อาจเกิดจากเซลล์ผิวเซลล์เดียว เช่น ขนราก (root hair) ขนที่ลำต้น หรือผิวของใบ หรือขนที่เกิดจากหลายเซลล์ก็ได้ ขนที่เกิดขึ้นในพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหน้าที่ เช่น ขนแข็ง (stinging hair) มีหน้าที่ป้องกันการกัดกินของสัตว์อื่น ขนรากช่วยดูดซึมน้ำและเกลือแร่ และต่อมเก็บสารต่างๆ

2. พาเรงคิมา (parenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต พบที่บริเวณคอร์เทกซ์ (cortex) และพิท (pith) ของอวัยวะที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม ส่วนใหญ่เจริญมาจากเนื้อเยื่อเจริญกราวด์เมอริสเทม (Ground meristem tissue) ยกเว้นพาเรงคิมาที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อลำเลียง พาเรงคิมาประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์ชั้นเดียว เซลล์ที่ได้จากการตัดตามขวางจะมีรูปร่างกลมหรือหลายเหลี่ยม อาจมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่อยู่และหน้าที่ เซลล์ที่ได้จากการตัดตามยาวจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาจมีด้านยาวยาวกว่าด้านสั้นหลายเท่า ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ พาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์ เรียกว่า คลอเรงคิมา ทำหน้าที่สร้างอาหารให้เซลล์จึงมีแป้งสะสมอยู่มาก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ลำเลียงอาหารในระยะทางใกล้ๆ และทางไกลได้ เนื่องจากเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง และทำหน้าที่สังเคราะห์แสงจึงมีสารอาหารสะสมอยู่มากมันจึงสามารถพัฒนาตัวเองได้หรือแบ่งเซลล์ได้

3. คอลเลงคิมา (collenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญมาจากกราวด์เมอริสเทม (Ground meristem tissue) เซลล์มีชีวิตเช่นเดียวกับพาเรงคิมา พบอยู่ในบริเวณคอร์เทกซ์ (cortex) เป็นส่วนใหญ่ คอลเลงคิมาประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนา ไม่สม่ำเสมอ บริเวณมุมเซลล์จะหนากว่าบริเวณอื่น ภาพตัดตามขวางจะมีรูปร่างกลมมีเหลี่ยม ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกทิน เมื่อเซลล์แก่

จะมีสารลิกนินมาสะสมอยู่บ้าง เนื้อเยื่อชนิดนี้มักพบใต้เนื้อเยื่อผิวบริเวณง่าม หรือมุมของกิ่ง และใบ เพื่อทำหน้าที่เสริมความแข็งแกร่งให้พืชพวกที่ไม่มีเนื้อไม้ มีลำต้นตั้งได้

4. สเกลอเรงคิมา (sclerenchyma) เป็นเนื้อเยื่อพื้นที่อยู่ในบริเวณคอร์เทกซ์ (cortex) และพบอยู่ในเนื้อเยื่อลำเลียงอีกด้วย สเกลอเรงคิมาประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนามากหรือมีผนังเซลล์สองชั้น โดยทั่วไปมีรูปร่างคล้ายคอลเลงคิมา แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไฟเบอร์ (fiber) และสเกลอรีด (sclereid หรือ stone cell) เมื่ออายุน้อยผนังเซลล์จะไม่หนาและแข็ง แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นผนังเซลล์จะหนาและมีสารลิกนินมาสะสม เซลล์จะตายเมื่อเจริญเต็มที่ ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับพืช เฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่แข็งของพืช เช่น เปลือกเมล็ด เนื้อผลไม้ที่เป็นเสี้ยนหรือเนื้อสาก เส้นใย และเนื้อไม้

5. คอร์ก (cork) เป็นเนื้อเยื่อผิวที่เกิดจากคอร์กแคมเบียม (cork cambium) เป็นเนื้อเยื่อถาวรที่สร้างขึ้นมาทดแทนเอพิเดอร์มิส เพื่อทำหน้าที่ปกป้องลำต้นพืชยืนต้น ผนังเซลล์คอร์กจะมีซูเบอรินและไขฉาบหนาช่วยป้องกันการระเหยน้ำได้ด้วย เนื้อเยื่อคอร์กที่เปลือกของลำต้น ประกอบด้วยเซลล์คอร์กที่ตายแล้ว พืชบางชนิดมีชั้นคอร์กหนาสามารถลอกออกเป็นแผ่น ๆ ได้ เช่น เปลือกต้น โอ๊ก ซึ่งนิยมนำมาทำจุกปิดขวดไวน์ อาจพบที่บริเวณผิวรากพืชยืนต้นขนาดใหญ่

3. การศึกษาเนื้อเยื่อถาวรเชิงประกอบ

เนื้อเยื่อถาวรเชิงประกอบ เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจากเซลล์ต่างชนิดกันมารวมกลุ่มกันเพื่อทำหน้าที่ร่วมกัน เนื้อเยื่อชนิดนี้เกี่ยวข้องกับระบบลำเลียงสารต่างๆ ในพืช โดยอาศัยเซลล์หลายชนิดมารวมกลุ่มกันเป็นเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อถาวรเชิงประกอบแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไซเล็ม (xylem) และโฟลเอ็ม (phloem) ทั้งสองชนิดรวมกันเป็นเนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) เนื้อเยื่อลำเลียงเกิดจากโพรแคมเบียม (procambium) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ปลายยอด และปลายราก

1. ไซเล็ม (xylem) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสารละลายแร่ธาตุจากรากสู่ส่วนต่างๆ ของพืช ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด คือ เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member) เทรคีด (tracheid) ไซเล็มไฟเบอร์ (xylem fiber) และไซเล็มพาเรงคิมา (xylem parenchyma) เมื่อเวสเซลและเทรคีดหมดอายุโพรโทพลาซึม (protoplasm) จะเสื่อมสลายไป ทำให้เซลล์ไม่มีชีวิต แต่ยังทำหน้าที่ได้

2. โฟลเอ็ม (phloem) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหาร หรือสารอินทรีย์ที่เซลล์สร้างขึ้นไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช ประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด คือ เซลล์ตะแกรง (sieve tube member) เซลล์ประกบ (companion cell) โฟลเอ็มไฟเบอร์ (phloem fiber) และโฟลเอ็มพาเรงคิมา (phloem parenchyma) เมื่อเซลล์ตะแกรงเละเซลล์ประกบหมดอายุ โพรโทพลาซึม (protoplasm) จะเสื่อมสลายไป ทำให้เซลล์ไม่มีชีวิต แต่ยังทำหน้าที่ได้

วัตถุประสงค์

หลังจากทำกิจกรรม ผู้เรียนมีความสามารถในเรื่องต่อไปนี้

1. บอกชนิดและตำแหน่งของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ที่พบในพืช
2. จำแนกชนิดและหน้าที่ของเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ที่พบในพืชได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์
2. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
3. อุปกรณ์ใช้เตรียมตัวอย่าง เช่น ใบมีดโกน พู่กัน ปากคีบ เข็มเขี่ย หลอดหยด
4. จานเพาะเชื้อ
5. น้ำกลั่น
6. ตัวอย่างพืช

วิธีปฏิบัติ

ให้ศึกษาเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ที่อยู่ตามอวัยวะต่างๆ ของพืช โดยศึกษาจากสไลด์สดที่ทำขึ้นเอง หรือศึกษาจากสไลด์ถาวรที่เตรียมไว้ให้

ขั้นตอน 1 คัดเลือกส่วนของพืชที่มีเนื้อเยื่อที่ต้องการศึกษามาทำความสะอาด และล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง

ขั้นตอน 2 ใช้มีดโกนเฉือนเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ จากตัวอย่างที่คัดเลือกไว้ โดยการแบ่งส่วนแบบตามยาวและแบบตามขวางให้เป็นแผ่นบางมากๆ แล้วนำไปแช่น้ำกลั่นไว้เพื่อป้องกันเนื้อเยื่อแห้ง

ขั้นตอน 3 เลือกชิ้นเนื้อเยื่อตัวอย่างที่บางที่สุดและมีสภาพสม่ำเสมอกันตลอด คีบชิ้นตัวอย่างวางบนสไลด์ ปิดกระจกปิดสไลค์ ให้ทำสไลด์ตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องการศึกษาโดยใช้วิธีทำสไลด์สด

ขั้นตอน 4 นำสไลค์ทั้งหมดหรือสไลด์ถาวรไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 4X 10x และ 40X ให้สังเกตลักษณะรูปร่างของเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ แล้วบันทึกผลในตารางข้างล่าง

ผลการทดลอง

หลังจากการปฏิบัติพบเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ของตัวอย่าง โดยทำสไลด์สด หรือสไลด์ถาวร ที่กำลังขยายที่มองเห็นภาพชัดเจนที่สุด และได้วาดภาพในตาราง

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
1..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
2..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
3..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
4..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
5..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
6..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
7..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
8..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
9..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ	ภาพวาดเนื้อเยื่อ	หมายเหตุ
10..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
11..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		
12..... ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....		

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 7
เรื่อง การเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

หลักการ

การเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง เป็นวิธีการเก็บรักษา และรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบในพิพิธภัณฑ์ (museum) ในทางพฤกษศาสตร์เรียกว่า การทำเฮอร์บาเรียม (herbarium) โดยใช้วิธีอัดพรรณไม้ให้แห้งด้วยแผงอัด (presses) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาชื่อทางวิทยาศาสตร์ (scientific name) และจำแนกตามหมวดหมู่ให้ถูกต้อง เก็บไว้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการวิเคราะห์หาชื่อพรรณไม้ครั้งต่อไป และส่งไปแลกเปลี่ยนกับสถาบันทางพฤกษศาสตร์แหล่งอื่นๆ ทั้งใน และต่างประเทศ ทั้งยังทำให้ทราบปริมาณ ถิ่นกำเนิด และการกระจายพันธุ์ของพรรณไม้เพื่อประโยชน์ในการศึกษาด้านอื่นๆ และช่วยแก้ปัญหากรณีที่ไม่สามารถหาตัวอย่างพรรณไม้จริงมาศึกษาได้ เนื่องจากความจำเพาะของฤดูกาล และการเจริญเติบโตในบางท้องที่เท่านั้น

การอัดพรรณไม้แห้ง (herbarium) ควรทำทันทีที่เก็บตัวอย่างพืชมา ไม่ควรทิ้งไว้นาน หรือถ้ามีความจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างไว้ก่อนให้พรมน้ำแล้วใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น จะสามารถเก็บได้นานประมาณ 1 - 2 วัน พรรณไม้ที่นำมาอัดแห้งควรมีตั้งแต่ 2 - 6 ชิ้น เพื่อป้องกันการเสียหายหรือสูญหาย

วิธีการอัดพรรณไม้แห้ง (herbarium) จากกลุ่มพืชชนิดต่างๆ ดังนี้

1) กลุ่มพืชที่มีใบยาว เช่น กก หญ้า ให้พับใบเป็นรูปตัว V N W หรือ M เพื่อให้พอเหมาะกับขนาดของกระดาษอัดพรรณไม้

2) พรรณไม้ที่มีขนาดใหญ่มากไม่สามารถที่จะอัดได้ ให้แยกส่วนเพื่อให้สะดวกต่อการอัด

3) พรรณไม้ที่มีใบและดอกบาง เช่น ชบา ให้ใช้กระดาษไขรองทั้งด้านบนและล่างเพื่อกันไม่ให้กลีบดอกติดกับกระดาษหนังสือพิมพ์ ซึ่งจะฉีกขาดได้ง่ายเมื่อเปลี่ยนหรือนำออกมาจากกระดาษ

4) พรรณไม้ที่มีใบและดอกหนา มักขึ้นราได้ง่ายควรใช้กระดาษบางๆ ซับรองทั้งด้านบนและล่าง และก่อนที่จะอัดควรจุ่มลงในแอลกอฮอล์ 70-90 % หรือฟอร์มาลินเพื่อฆ่าเซลล์และจะทำให้พรรณไม้แห้งได้เร็วขึ้น

5) พรรณไม้น้ำ ส่วนมากมีเนื้อบางและอ่อน จัดบนแผ่นกระดาษได้ยาก จึงควรนำพรรณไม้น้ำลงให้ถาดที่ใส่น้ำ สอดกระดาษไว้ใต้พรรณไม้แล้วเขี่ยพรรณไม้น้ำจัดรูปทรงให้เป็นธรรมชาติ ตามต้องการ แล้วค่อยๆ ยกกระดาษขึ้นจากถาด พักไว้ให้หมาดน้ำแล้วจึงนำไปอัดแห้ง

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้วผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการการเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้งได้
2. จัดเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ด้วยหลักการทางพฤกษศาสตร์ได้

วัสดุและอุปกรณ์

ในการอัดพรรณไม้แห้ง (herbarium) มีวัสดุและอุปกรณ์ที่สำคัญ ดังนี้

1. แผงอัดพันธุ์ไม้ (ดังภาพที่ 13) มีลักษณะเป็นแผ่นตารางสี่เหลี่ยมผืนผ้าสองอันประกบกัน ขนาดกว้างยาวประมาณ 30 ซม. x 45 ซม. วัสดุที่ใช้อาจจะเป็นไม้หรือโลหะขึ้นอยู่กับความสะดวก และควรจะมีน้ำหนักเบา

2. เชือกสำหรับผูกแผง เชือกควรมี 2 เส้น ลักษณะแบนๆ เช่น ไส้ตะเกียงขนาดกว้างประมาณ 2.5 ซม. ยาวประมาณ 1.5 เมตร ปลายเชือกข้างหนึ่งทำเป็นห่วงเพื่อร้อยเชือกผูกเวลาอัด การมัดแผงอัดพันธุ์ไม้ จะทำให้พันธุ์ไม้เรียบ ไม่หงิกงอเมื่อแห้ง

3. กระดาษอัดพันธุ์ไม้ (ดังภาพที่ 14) นิยมใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ 1 คู่ พับครึ่งตามขวางสำหรับอัดพันธุ์ไม้ 1 ชิ้น คั่นกลางด้วยกระดาษลูกฟูกแข็งซึ่งมีร่องตามขวาง กระดาษหนังสือพิมพ์จะช่วยซับน้ำจากพันธุ์ไม้ ส่วนกระดาษลูกฟูกแข็งจะช่วยทำให้พันธุ์ไม้เรียบเสมอกัน และช่วยระบายความชื้นออกทางร่องของลูกฟูกด้วย

4. เทปกาว สำหรับยึดติดพรรณไม้

5. กรรไกร และกรรไกรตัดกิ่ง

ภาพที่ 13 ตัวอย่างแผงอัดพรรณไม้

(ก) (ข)

ภาพที่ 14 กระดาษอัดพรรณไม้: (ก) กระดาษหนังสือพิมพ์ และ (ข) กระดาษลัง

วิธีทำ

1. เลือกกิ่งที่สมบูรณ์ที่สุด มีใบ ดอก และผล (ถ้ามี) ต้องคัดเลือกส่วนที่ไม่เป็นโรคหรือถูกแมลงทำลายมา 2 – 3 กิ่ง ต่อพรรณไม้ 1 ชนิด แล้วใช้กรรไกรตัดกิ่งไม้ หรือมีดคม ๆ ตัด (ถ้าเป็นใบประกอบจะต้องตัดมาให้หมดทั้งกิ่ง ถ้าเป็นพรรณไม้ล้มลุกควรถอนมาทั้งรากและต้น)

ภาพที่ 15 การเลือกกิ่ง และการตัดกิ่งเพื่ออัดพรรณไม้

2. ระหว่างตัดเก็บตัวอย่างควรผูกป้ายหมายเลขลำดับประจำตัวอย่างไว้ด้วยพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดลงในสมุดบันทึกดังนี้

- ชื่อผู้เก็บ (collector) และหมายเลขที่เก็บ (collecting number) (แต่ละคนจะใช้หมายเลขของตนเองเรียงลำดับติดต่อกันไป)
- วัน เดือน ปี (date) ที่เก็บ
- ลักษณะวิสัย (habit)
- ถิ่นอาศัย (habitat)
- สถานที่เก็บตัวอย่าง (locality)
- ชื่อพื้นเมือง (local name)

- ระดับความสูง

- ลักษณะเด่นของพันธุ์ไม้ที่อาจจะเปลี่ยนแปลง หรือไม่สามารถสังเกตได้จากตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง เช่น การมียาง สีของดอกและผล กลิ่นของใบ ดอก ผล รสของผล ลักษณะของเปลือกไม้ เป็นต้น

3. นำพรรณไม้ไปจัดเรียงบนด้านในกระดาษหนังสือพิมพ์ที่พับครึ่งไว้ จัดแต่งให้สวยงามให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษ ถ้าต้องตัดใบ หรือกิ่งย่อยที่เกินออกควรตัดเหลือโคนใบหรือโคนกิ่งไว้ด้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาในภายหลัง จัดให้ใบและดอกคว่ำบ้าง หงายบ้าง

ถ้าตัวอย่างพรรณไม้มีดอกขนาดใหญ่ควรผ่าครึ่งดอกตามยาว ผลที่มีขนาดใหญ่ควรตัดผลเป็นแผ่นตามยาวหรือตามขวางแล้วจึงค่อยนำไปทำให้แห้ง จะช่วยให้แห้งได้เร็วขึ้น

ส่วนของกลีบดอกที่บางมาก ๆ ควรวางในกระดาษไข เพื่อป้องกันไม่ให้กลีบดอกติดบนกระดาษหนังสือพิมพ์

กรณีที่พรรณไม้มีดอกและใบติดบนกิ่งที่มีขนาดใหญ่ควรใช้กระดาษพับเป็นชิ้นให้มีขนาดและความหนาพอดีที่จะหนุนให้ใบและดอกอยู่ระดับเดียวกับกิ่งที่มีขนาดใหญ่ จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

กรณีส่วนของลำต้นที่ยาวเกินไปควรพับใบและต้นให้มีลักษณะคล้ายรูป L M N V หรือ W ก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม

4. จากนั้นจึงปิดทับด้วยกระดาษลูกฟูก หรือพับกระดาษหนังสือพิมพ์ ทำซ้อน ๆ กัน เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนหมดตัวอย่าง แล้วปิดทับด้วยกระดาษลัง หรือกระดาษลูกฟูกทั้งด้านบนและด้านล่าง ก่อนที่จะปิดด้วยแผงอัดพรรณไม้ เสร็จแล้วใช้เชือกรัดให้แน่น นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 40- 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 48 ชั่วโมง

5. หลังจากพรรณไม้ที่อัดแห้งเรียบร้อยแล้วก่อนนำไปเย็บติดกระดาษเย็บพรรณไม้ควรอาบน้ำยากันเชื้อราหรือแมลงซึ่งจะสามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเวลาหลายสิบปี

6. การเย็บพรรณไม้ หลังจากอาบน้ำยากันรา แมลง และอบแห้งดีแล้วต้องนำพรรณไม้มาเย็บติดกับกระดาษแข็งสีขาวโดยการวางพรรณไม้บนกระดาษแข็งแล้วใช้เข็มกับด้ายเย็บเพื่อสะดวกในการนำเข้าออกมาตรวจดูหรือศึกษา และไม่หลุดหักง่าย

บันทึกผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูลอย่างละเอียดลงในสมุดบันทึกดังนี้

พรรณไม้ที่.....

ชื่อผู้เก็บ (collector)	.....
หมายเลขที่เก็บ (collecting number)	.....
วัน เดือน ปี (date) ที่เก็บ	.....
ลักษณะวิสัย (habit)	.....
ถิ่นอาศัย (habitat)	.....
สถานที่เก็บตัวอย่าง (locality)	.....
ชื่อพื้นเมือง (local name)	.....
ระดับความสูง	.....
ลักษณะเด่นของพันธุ์ไม้	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....
	.....

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 8
เรื่อง การตรวจวัดระดับความเข้มข้นของเลือด Hematocrit (Hct)

หลักการ

เลือดจัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มีลักษณะเป็นของเหลวไหลเวียนอยู่ในหลอดเลือด ซึ่งสอดแทรกไปตามเนื้อเยื่อต่างทั่วร่างกาย เลือดประกอบด้วย เม็ดเลือด และส่วนที่เป็นของเหลว หรือน้ำเลือด ที่เรียกว่า พลาสมา (plama) เลือดทำหน้าที่หลายประการ ได้แก่

1. ลำเลียงสารเข้า และออกจากเส้นเลือดฝอย เป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนกับของเหลวในเนื้อเยื่อ
2. ป้องกันเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย
3. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย
4. ป้องกันภาวะเลือดออก (hemorrhage)

องค์ประกอบของเลือด เลือดประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ

1.1 ส่วนที่เป็นของเหลว หรือน้ำเลือด (plasma) ประกอบด้วย โมเลกุลหลายชนิด รวมทั้งสารอาหาร ของเสีย เกลือ และโปรตีน

1.2 ส่วนที่เป็นเซลล์เม็ดเลือด (blood cell or corpuscle) ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ และเกล็ดเลือด (platelet)

การตรวจความเข้มของเลือด (Hematocrit) คือ การตรวจสอบความสมบูรณ์แบบของจำนวนปริมาตรเลือดที่ถูกผลิตออกมานั้น มีจำนวนมากพอหรือไม่ ในการทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการขนส่งออกซิเจน สำหรับขับของเสียออกจากร่างกาย นำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันแก่เจ้าของร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ

ฮีมาโทคริต (Hematocrit, Ht หรือ HCT) คือเซลล์เม็ดเลือดแดงส่วนที่แยกออกจากพลาสมา หรือปริมาตรเซลล์อัดแน่น Packed cell volume (PCV) หรือ erythrocyte volume fraction (EVF) ซึ่งเรียกอีกอย่างว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้วแคปปิลารี่ชนิดที่เคลือบเฮปปารินซึ่งมีแถบค่าสีแดง (Red tip)
2. เครื่องปั่นเหวี่ยงไมโครฮีมาโตรคริต ที่มีอัตราเร็ว 12,000 รอบ/นาที
3. ดินน้ำมันสำหรับอุดหลอดแก้วแคปปิลลารี่
4. แผ่นอ่านค่าฮีมาโตรคริต
5. สำลีแอลกอฮอล์
6. เข็มสำหรับเจาะเลือดปลายนิ้วมือ
7. ตะแกรงสำหรับวางหลอดแก้ว

8. ถุงมือยางทางการแพทย์ ชนิดมีแป้ง

วิธีทดลอง

1. ล้างมือให้สะอาดก่อนเจาะเลือดทุกครั้ง

2. นวดคลึงที่ปลายนิ้ว เพื่อให้เลือดไหลเวียนดี (ควรเป็นนิ้วกลางหรือนิ้วนางข้างซ้าย เพราะนิ้วกลางและนิ้วนางแต่ละนิ้วมีเยื้อหุ้มเอ็นที่ไม่ต่อเนื่องกัน เวลาอักเสบติดเชื้อจึงมักเป็นนิ้วใดนิ้วหนึ่งไม่ค่อยลามไปยังนิ้วอื่น และเป็นนิ้วที่ใช้งานน้อยกว่านิ้วอื่น ๆ จึงเป็นตัวเลือกที่ดีในการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว)

3. ใช้สำลีปราศจากเชื้อชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดบริเวณที่จะทำการเจาะเลือดแล้วรอให้แห้ง

4. ใช้เข็ม/อุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด เจาะด้านข้างของปลายนิ้ว

5. เช็ดเลือดหยดแรกออกก่อนด้วยสำลีแห้ง (เพราะอาจมีเนื้อเยื่อ และสิ่งปนเปื้อนอยู่มาก) และทดสอบกับเลือดหยดที่ 2

6. นำหลอดแก้วแคปปิลารี่เคลือบสารกันเลือดแข็ง Heparin (หลอดที่มีแถบสีแดง) มาแตะบริเวณหยดเลือด เอียงทำมุมประมาณ 45 องศา (เพื่อให้เลือดไหลเข้าหลอดฮีมาโตคริตได้ง่าย) ใช้เลือดประมาณ 2/3 – 3/4 ของความยาวหลอด อุดปลายหลอดด้านหนึ่งด้วยดินน้ำมัน ติดชื่อ-สกุล/ลำดับที่ผู้รับการตรวจคัดกรองให้ชัดเจน

7. กดแผลที่ปลายนิ้วจนเลือดหยุดด้วยสำลีแห้ง

8. นำไปวางในเครื่องปั่นฮีมาโตคริต โดยวางหลอดแก้วแคปปิลลารี่ให้ปลายข้างที่อุดดินน้ำมันอยู่ด้านนอกชิดกับขอบยางภายในจานสำหรับวางหลอดแก้วแคปปิลลารี่ ตรวจสอบดูว่าหลอดแก้วทุกอันอยู่ในตำแหน่งที่สมดุลกัน จากนั้นจึงปิดฝาให้สนิท โดยการหมุนเกลียวให้แน่น แล้วจึงปั่นด้วยอัตราเร็ว 12,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที

9. อ่านค่าด้วยแผ่นอ่านไมโครฮีมาโคคริตโดยวางหลอดแก้วแคปปิลลารี่บรรจุเลือดหลังการปั่นและให้รอยต่อของดินน้ำมันและเม็ดเลือดแดงเป็นตำแหน่ง 0 (ศูนย์) และให้ปริมาตรเลือดทั้งหมดเป็น 100 % แล้วจึงวัดเฉพาะส่วนเม็ดเลือดแดงเป็นเปอร์เซนต์ (%)

การแปลผล ค่าปกติของฮีมาโคคริต

- ในผู้ชาย 38 – 50 %
- ในผู้หญิง 36 – 45 %

บันทึกผล

ให้นักศึกษาบันทึกผลของตนเองและสมาชิกในห้องเรียน ในตารางนี้

คนที่	ชื่อ-นามสกุล	ผลที่ได้	การแปลผล
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 9
เรื่อง การตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

หลักการ

ปัจจุบันมีการนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาใช้อย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เป็นปัญหาใหญ่รุนแรงมากของสังคมไทย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสังคมไทยยังขาดความตระหนักร่วมกันอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะผลกระทบต่อเกษตรกรและประชาชนทั่วไป เกษตรกรที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องมีโอกาสเจ็บป่วยเป็น “โรคพิษจากสารกำจัดศัตรูพืช” ถือเป็นโรคและการเจ็บป่วยที่เกิดจากการประกอบอาชีพอย่างหนึ่ง เกิดจากการได้รับการสัมผัสจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกาย ทั้งทางปาก ผิวหนัง และการหายใจ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางผิวหนัง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังโดยตรง เช่น ก่อนฉีดพ่นสัมผัสได้จากการผสมสารโดยไม่ใช้ถุงมือ ขณะฉีดพ่นสัมผัสจากการถูกละอองสารและเสื้อผ้าที่เปียกชุ่มด้วยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หลังฉีดพ่นสามารถสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีสารปนเปื้อนอยู่โดยไม่ใส่ถุงมือ เป็นต้น

2. ทางการหายใจ เกษตรกรที่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือผู้คนที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ฉีดพ่นจะได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชผ่านทางการหายใจได้

3. ทางปาก เกิดขึ้นได้โดยบังเอิญ เช่น การใช้มือที่ปนเปื้อนสารเคมีหยิบจับอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มที่ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าไป เป็นต้น หรือ การกิน ดื่มโดยเจตนา

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. พิษเฉียบพลัน ผู้ป่วยจะมีอาการแสดงในทันทีหลังจากที่มีการสัมผัสสารเคมี กำจัดศัตรูพืช เช่น คลื่นไส้อาเจียน ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเกร็ง กระตุก ท้องร่วง หายใจติดขัด ตาพร่า แสบตา เป็นต้น

2. พิษเรื้อรัง เกิดจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลานาน และเกิดพิษสะสมจนก่อให้เกิดโรคหรือปัญหาต่อสุขภาพ เช่น มะเร็ง เบาหวาน อัมพฤกษ์อัมพาต โรคผิวหนังต่าง ๆ การเป็นหมัน การพิการของทารกแรกเกิดการสูญเสียการได้ยิน การเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ เป็นต้น

ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticides) แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามชนิดของสารเคมีได้ 4 ประเภท คือ

1.1 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates) เช่น มาลาไธออน (Malathion) และเฟนนิโตรไธออน (Fenitrothion) เป็นต้น

1.2 กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamates) เช่น คาร์บาริล (Carbaryl) คาร์โบฟูแรน (Carbofuran) และเมทโธมิล (Methomyl) เป็นต้น

1.3 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorines) เช่น ดีดีที (DDT)ดีลดริน (Dieldrin) เป็นต้น

1.4 กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) เช่น เดลตาเมธริน (Deltamethrin) เพอร์เมธริน (Permethrin) เป็นต้น

2.สารกำจัดวัชพืช (Herbicides) แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ จำแนกตามการเลือกทำลายเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1 สารชนิดเลือกทำลาย (Selective herbicides) โดยทำลายเฉพาะวัชพืชแต่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก เช่น 2, 4-D กำจัดวัชพืชใบกว้างโดยไม่เป็นพิษต่อต้นข้าวที่เป็นพืชใบแคบ เป็นต้น

2.2 สารชนิดไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) ทำลายวัชพืชใบแคบกว้าง หรือ ต้นกก เช่น พาราควอท (Paraquat) ไกลโฟเสท (Glyphosate) เป็นต้น

3. สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) มีอยู่หลายกลุ่ม บางชนิดมีพิษน้อย แต่บางชนิดมีพิษมาก เช่น กลุ่ม Diethyldithiocarbamates กลุ่ม Ethylenebisdithiocarbamates กลุ่ม Methyl Mercury เป็นต้น

4. สารกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ (Rodenticides) สารกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะที่นิยมใช้กัน ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือดเช่น วอฟฟาริน (Warfarin) เป็นต้น

วัตถุประสงค์

เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้วผู้เรียนสามารถ

1. จำแนกผู้ที่มีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส
2. มีทักษะในการใช้กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสในการคัดกรองผู้ที่มีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เครื่องมือและอุปกรณ์

ภาพที่ 16 ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจคัดกรอง

วิธีทดสอบ

1. การตรวจสอบคุณภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

1.1 กระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรสที่เสื่อมคุณภาพ สามารถดูได้จากสีเหลืองของกระดาษที่ไม่สม่ำเสมอ หรือเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีอื่น ลักษณะไม่ชื้น ไม่บวม

2.2 ตรวจสอบวันหมดอายุของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส ชุดตรวจและอ่านข้อกำหนดทุกครั้งเมื่อเปิดการใช้งาน

2. การตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส

วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส สังเกตได้จากการหยดน้ำเหลืองลงไปบนกระดาษทดสอบ ถ้ากระดาษทดสอบเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นเขียวทันทีแสดงว่ากระดาษทดสอบยังมีประสิทธิภาพใช้งานได้ แต่ถ้ากระดาษทดสอบไม่เปลี่ยนสียังคงเป็นสีเหลืองเหมือนเดิม แสดงว่ากระดาษทดสอบไม่มีประสิทธิภาพแล้ว ซึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพของสารเคมีบนกระดาษทดสอบ ไม่ควรนำมาใช้งาน เพราะจะทำให้แปลผลไม่ถูกต้องควรตรวจสอบประสิทธิภาพของกระดาษทดสอบก่อนนำไปใช้ในการทดสอบทุกครั้ง

3. เทคนิควิธีการเจาะเลือด

3.1 ล้างมือให้สะอาดก่อนเจาะเลือดทุกครั้ง

3.2 นวดคลึงที่ปลายนิ้ว เพื่อให้เลือดไหลเวียนดี (ควรเป็นนิ้วกลางหรือนิ้วนางข้างซ้าย เพราะนิ้วกลางและนิ้วนางแต่ละนิ้วมีเยื้อหุ้มเอ็นที่ไม่ต่อเนื่องกัน เวลาอักเสบติดเชื้อจึงมักเป็นนิ้วใดนิ้วหนึ่ง ไม่ค่อยลามไปยังนิ้วอื่น และเป็นนิ้วที่ใช้งานน้อยกว่านิ้วอื่น ๆ จึงเป็นตัวเลือกที่ดีในการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว)

3.3 ใช้สำลีปราศจากเชื้อชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดบริเวณที่จะทำการเจาะเลือดแล้วรอให้แห้ง

3.4 ใช้เข็ม/อุปกรณ์สำหรับเจาะเลือด เจาะด้านข้างของปลายนิ้ว

3.5 เช็ดเลือดหยดแรกออกก่อนด้วยสำลีแห้ง (เพราะอาจมีเนื้อเยื่อ และสิ่งปนเปื้อนอยู่มาก) และทดสอบกับเลือดหยดที่ 2

3.6 นำหลอดฮีมาโตคริต ที่เคลือบสารกันเลือดแข็ง Heparin (หลอดที่มีแถบสีแดง) มาแตะบริเวณหยดเลือด เอียงทำมุมประมาณ 45 องศา (เพื่อให้เลือดไหลเข้าหลอดฮีมาโตคริตได้ง่าย) ใช้เลือดประมาณเกือบเต็มหลอด อุดปลายหลอดด้านหนึ่งด้วยดินน้ำมัน ติดชื่อ-สกุล/ลำดับที่ผู้รับการตรวจคัดกรองให้ชัดเจน

3.7 กดแผลที่ปลายนิ้วจนเลือดหยุดด้วยสำลีแห้ง

4. เทคนิคการปั่นแยกน้ำเหลือง

นำหลอดฮีมาโตคริตที่บรรจุเลือดไปปั่นด้วยเครื่องปั่นฮีมาโตคริตความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาทีแรงเหวี่ยงจะทำให้เม็ดเลือดแดงไปกองรวมตัวที่ก้นหลอด น้ำเหลืองจะอยู่ชั้นบน ซึ่งเป็นส่วนที่จะนำไปใช้ในการทดสอบ กรณีไม่มีเครื่องปั่นฮีมาโตคริตสามารถตั้งหลอดฮีมาโตคริตในแนวดิ่งเพื่อให้เกิดการแยกตัวของเม็ดเลือดแดงและน้ำเหลืองซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 0.5 - 2 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพของแต่ละบุคคล แต่ต้องมั่นใจว่าเม็ดเลือดแดงตกตะกอนจนได้ชั้นน้ำเหลืองใส) เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอนอยู่ก้นหลอดและน้ำเหลืองจะอยู่ชั้นบนซึ่งเป็นส่วนที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ

5. เทคนิคการดันน้ำเหลืองและการทดสอบ

5.1 ในอดีตใช้วิธีการหักหลอดฮีมาโตคริตเพื่อนำน้ำเหลืองออกจากหลอด แต่เนื่องจากมีความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากการหักหลอด ปัจจุบันจึงแนะนำให้ใช้วัสดุอื่น ๆ ในการดันน้ำเหลืองออกจากหลอดแทนการหักเช่น ใช้ไม้หรือลวดเสียบกระดาษ (นำมาดัดให้เป็นเส้นตรง) ที่สามารถเสียบเข้าไปในหลอดได้ดันน้ำเหลืองออกมาหรือใช้เข็มฉีดยาดูดเอาน้ำเหลืองออกจากหลอด เป็นต้น

5.2 ใช้ลวดเสียบกระดาษหรือไม้เสียบเข้าไปในหลอดฮีมาโตคริตด้านที่เป็นดินน้ำมันให้น้ำเหลืองหยดลงบนกระจกสไลด์จำนวน 1 หยด ห้ามไม่ให้มีเม็ดเลือดแดงปนเพราะจะทำให้การอ่านสีผิดพลาดได้

5.3 ใช้ปากคีบหยิบกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส (ที่นำออกจากตู้เย็นหรือกระติกน้ำแข็งมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง) วางทับบนหยดน้ำเหลือง

5.4 นำแผ่นกระจกอีกแผ่นปิดทับกระดาษทดสอบไว้เพื่อป้องกันไม่ให้แห้งก่อนเกิดปฏิกิริยา

5.5 ตั้งเวลาตามที่กำหนดแล้วจึงอ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน

ภาพที่ 17 ขั้นตอนการตรวจคัดกรอง

6. วิธีการสังเกตปฏิกิริยาและการอ่านผล

6.1 ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 - 7 นาทีขึ้นกับอุณหภูมิห้องขณะที่ทำการทดสอบ การเปลี่ยนสีสามารถดูได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า อ่านผลโดยการเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐานที่บรรจุมากับชุดทดสอบตามเวลาที่กำหนด ถ้าทิ้งไว้นานเกินเวลาที่กำหนดเอ็นไซม์จะถูกทำลายกระดาษอาจจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทำให้การแปลผลผิดพลาดเป็นผลลบลวง (false negative)

6.2 สถานที่และสิ่งแวดล้อมในการทดสอบ สถานที่ควรทำงานได้สะดวกสิ่งแวดล้อมต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของอากาศขณะทำการทดสอบ เพราะมีผลต่อปฏิกิริยาของน้ำเหลืองและสารเคมีที่เคลือบบนกระดาษทดสอบ อากาศร้อนปฏิกิริยาจะเกิดเร็วขึ้น การรอเวลาอ่านผลจึงต้องทำให้ถูกต้อง

7. การแปลผลกระดาษทดสอบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน แบ่งได้ 4 ระดับ

1. สีเหลือง แสดงระดับปกติหรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 หน่วยต่อมิลลิลิตร

2. สีเหลืองอมเขียว แสดงระดับปลอดภัยหรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 87.5 แต่ไม่ถึง 100 หน่วยมิลลิลิตร

3. สีเขียว แสดงระดับมีความเสี่ยงหรือเทียบการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 75 แต่ไม่ถึง 87.5 หน่วยต่อมิลลิลิตร

4. สีเขียวเข้ม แสดงระดับไม่ปลอดภัยหรือเทียบระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส มีค่าน้อยกว่า 75 หน่วยต่อมิลลิลิตร

ภาพที่ 18 แผ่นเทียบสีมาตรฐานสำหรับแปลผลโคลีนเอสเตอเรส

บันทึกผล

ให้นักศึกษาบันทึกผลการคัดกรองของตนเองและสมาชิกในห้องเรียน ในตารางนี้

คนที่	ชื่อ-นามสกุล	ผลที่ได้	การแปลผล
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

สรุปและอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารอ้างอิง

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. 2562. *ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สำหรับนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฟิสิกส์.* เข้าถึงข้อมูลได้ที่ https://online.pubhtml5.com/hmwg/wvti/

ลลิตภัทร ดีรักษา. 2559. *เอกสารประกอบการสอนชีววิทยาในการสาธารณสุข.* สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

เชาวน์ ชิโนรักษ์ และพรรณี ชิโนรักษ์. 2552. *ชีววิทยาเล่ม 1*. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2551. *ชีววิทยา 1*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2550. *ชีววิทยา 2.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา. 2552. *ชีววิทยา 2*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สิริภัทร์ พราหมณีย์. 2556. *ชีววิทยา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์.

อนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ทบวง มหาวิทยาลัย. 2546. *ชีววิทยา 1.* กรุงเทพมหานคร. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

ประสิทธิ์ ขนะรัตน์ และปัญจะ กุลพงษ์. 2544. *โลหิตวิทยา.* ภาควิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรเทพ เทียนสิวากุล. 2544. *โลหิตวิทยาคลินิก*. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย ประยูรวิวัฒน์ และอ้อยทิพย์ ณ ถลาง. 2549. *โลหิตวิทยาเบื้องต้น.* กรุงเทพมหานคร. โครงการต ราวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า.

คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา. 2548. *คู่มือปฏิบัติการชีววิทยา 1*. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

http://www.kruseksan.com/test/m1t2.html

https://portal5.udru.ac.th/ebook/pdf/upload/18796744E9xnVo658uF2.pdf

https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7873-2018-02-27-02-46-18

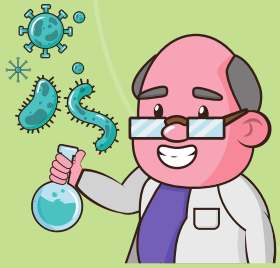
ภาคผนวก

ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

แนวปฏิบัติและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ดร. สุวดี โชคชัยสิริ
วิทยาลัยสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ข้อปฏิบัติในการทำงานในห้องปฏิบัติการ



ข้อปฏิบัติในการทำงานในห้องปฏิบัติการ

1) ไม่ควรปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการโดยลำพัง โดยเฉพาะกรณีที่ต้องปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารอันตราย
2) สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการที่พอดีตัว ติดกระดุมตลอดเวลารวมทั้งสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลตามความเหมาะสมทุกครั้งขณะทำการทดลอง
3) ห้ามมิให้นำอาหาร เครื่องดื่ม เข้ามาเก็บหรือรับประทานในห้องปฏิบัติการ
4) ห้ามนำเครื่องแก้ว หรือภาชนะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ไปใช้เพื่อการปรุงอาหาร
5) ห้ามนำเด็กและสัตว์เลี้ยงเข้ามาในห้องปฏิบัติการ

ข้อปฏิบัติในการทำงานในห้องปฏิบัติการ

6) ขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ
- ห้ามรบกวนผู้ที่กำลังปฏิบัติการวิจัยทดลอง
- ห้ามใช้เครื่องมือผิดประเภท
- ห้ามหยิบอุปกรณ์หรือเครื่องมือวิจัยของผู้อื่นก่อนได้รับอนุญาต
- ห้ามวิ่งเล่นหยอกล้อกัน
- ห้ามใช้อ่างน้ำในห้องปฏิบัติการล้างจานหรือแก้วน้ำ
- ห้ามสูบบุหรี่
- ห้ามทำกิจกรรมการแต่งใบหน้า
- ต้องสวมรองเท้าที่ปิดหน้าเท้าและ/หรือส้นเท้าตลอดเวลา ห้ามสวมรองเท้าแตะ
- รวบผมให้เรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการ

ข้อปฏิบัติในการทำงานในห้องปฏิบัติการ

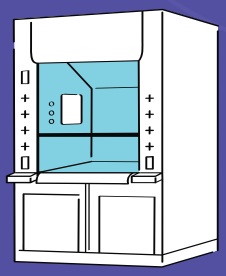
7) นักศึกษาต้องลงชื่อเข้า-ออกห้องปฏิบัติการทุกครั้งที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ
8) ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้ง เมื่อเลิกใช้ห้องปฏิบัติการ
9) ต้องลงบันทึกการใช้งาน (log book) เมื่อมีการใช้เครื่องมือ
10) รักษาพื้นที่ทำวิจัยส่วนตนและส่วนรวมให้สะอาดเรียบร้อยและห้ามวางของเกะกะ
11) ล้างมือทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
12) ห้ามปิดกั้นทางออก และทางเข้าถึงเครื่องมือรับเหตุฉุกเฉิน หรือแผงไฟ

การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

1) ห้ามใช้เปลวไฟในการให้ความร้อนแก่ของเหลวไวไฟ หรือในขบวนการกลั่น (distillation)
2) ให้ความระมัดระวังในการจุดไฟในห้องปฏิบัติการ ดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน ไม่ควรปล่อยให้ไฟติดทิ้งไว้โดยไม่มีคนดู
3) ก่อนที่จะทำการจุดไฟ ควรย้ายวัสดุไวไฟออกจากบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ควรแน่ใจว่าได้ปิดภาชนะที่บรรจุของเหลวไวไฟอย่างดีแล้ว
4) ควรเก็บสารเคมีไวไฟในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ
5) ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ในกรณีที่มีสารระเหยไวไฟ (Volatile flammable material)

การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

6) ควรใช้ตู้ดูดควันในการถ่ายเท ผสม หรือ ให้ความร้อนสารเคมี
7) กรณีสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ ควรเลือกใช้สารเคมี ที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่พึงกระทำได้
8) อ่านคู่มือ และเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง
9) กรณีเกิดกลิ่นผิดปกติในห้องปฏิบัติการควรแจ้งให้อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทราบโดยทันที



ข้อพึงปฏิบัติเมื่อต้องปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

1) ทราบอันตรายของสารเคมีที่ตนต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถทราบได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (Material safety data sheets) หรือ MSDS
2) ทราบสถานที่และวิธีการเก็บรักษาสารเคมีที่เหมาะสม
3) ทราบวิธีการเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ
4) ทราบวิธีการใช้เครื่องป้องกันตนเองที่เหมาะสมต่อสารเคมี
5) ทราบจุดเก็บ และวิธีใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีสัมผัสสารเคมี
6) ทราบแนวทางการปฏิบัติในกรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น เส้นทางออกจากห้องปฏิบัติการ วิธีปฏิบัติตนเมื่อสัมผัสสารเคมีอันตราย รวมถึงแนวทางการจัดการของเสีย

สุขอนามัยบุคคล (Personal hygiene)

1) หากผิวหนังถูกสัมผัสโดยสารเคมี ต้องล้างออกโดยทันทีด้วยน้ำประปาหรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที
2) หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมี ห้ามทดสอบชนิดของสารเคมีโดยการดมกลิ่นโดยตรงอย่างเด็ดขาด
3) ห้ามใช้ปากดูดปิเปต ให้ใช้อุปกรณ์ประกอบ เช่น ลูกยาง
4) เมื่อเลิกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรล้างมือด้วยสบู่ และน้ำสะอาด
5) ห้ามดื่ม กิน เคี้ยวหมากฝรั่ง สูบบุหรี่ หรือ แม้แต่ทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการ

สุขอนามัยบุคคล (Personal hygiene)

7) ห้ามใช้เครื่องไมโครเวฟในห้องปฏิบัติการเพื่อเตรียมกาแฟ อาหาร รวมทั้งห้ามใช้ตู้เย็นในห้องปฏิบัติการเพื่อเก็บอาหาร เช่นกัน
8) ควรช่วยกันรักษาความสะอาดของพื้นที่ทำงาน ทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้งเมื่อเสร็จภารกิจในแต่ละวัน
9) ควรทิ้งขยะ และของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้
10) ควรแยกเครื่องแก้วแตก ในภาชนะรองรับที่แยกต่างหากจากของเสียอื่นๆ
11) ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันไดหรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ

สุขอนามัยบุคคล (Personal hygiene)

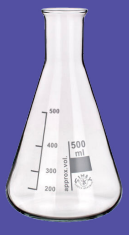
12) ภาชนะบรรจุสารเคมีทุกขวด ควรมีป้ายฉลากที่ชัดเจน
13) ของเสียที่เป็นสารเคมีควรแยกเก็บ พร้อมติดป้ายฉลากระบุชนิดของสารเคมีให้ชัดเจน
14) จัดให้มีการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเป็นประจำ กรณีที่มีการหกของสารเคมีต้องทำความสะอาดโดยทันที

เครื่องมือ และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ขวดปริมาตร (flask)

ขวดปริมาตรฟลอเรนส์ (Florence Flask) หรือเรียกว่า Flat Bottomed Flask

ขวดปริมาตรก้นกลม (Round Bottom Flask)


ขวดปริมาตรกรวย (Erlenmeyer Flask หรือ Conical Flask)

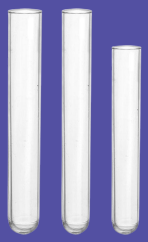
ขวดปริมาตรกลั่น (Distilling Flask)

Volumetric Flask

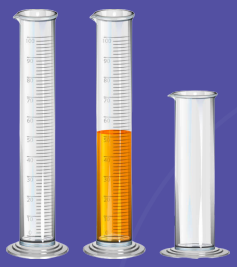
เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

บิกเกอร์ (beaker)

หลอดทดสอบ (test tube)



กระบอกตวง (graduated cylinder)



เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

กรวยกรอง (funnel)

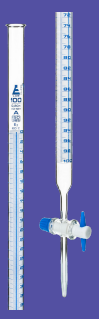
กระจกนาฬิกา (watch grass)

หลอดหยด (dropper)

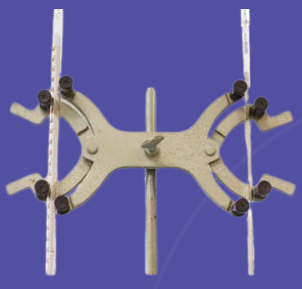
เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

แท่งแก้ว (Stirring rod)

บิวเรท (burette)

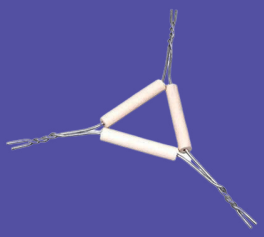


ตัวยึดบิวเรท (Burette Clamp)

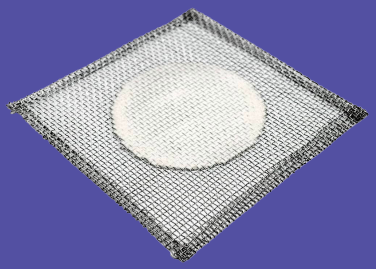


เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

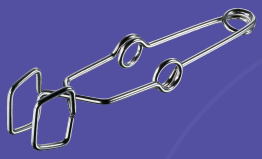
ลวดสามเหลี่ยม
(Triangle wire)



แผ่นตะแกรง
(Wire gauze)

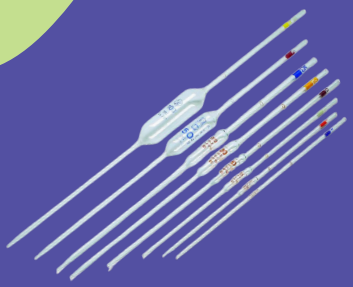


ตัวหนีบหลอดทดลอง
(Test Tube Holder)



เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ปิเปต
(Pipette)

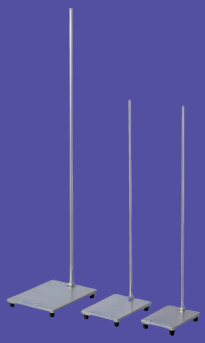


ปิเปตต์อัตโนมัติ
(Automatic pipette)

ชามระเหย
(evaporation disk)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ฐานและที่ตั้ง
(Base and Stand)



ตัวยึด
(Clamp)

ตัวจับ
(Clamp holder)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ตะเกียงแอลกอฮอล์
(Alcohol Burner)

ตะเกียงบุนเสน
(Bunsen Burner)

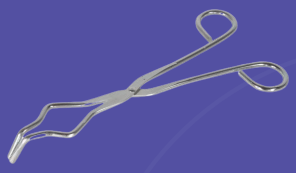
ห่วงวงแหวน
(Ring clamp)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

กระบอกฉีดน้ำกลั่น
(Wash bottle)

ถ้วยทนไฟและฝา
(Crucible and Cover)

คีมคีบถ้วยครูซิเบิล
(Crucible Tongs)



เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

กรวยบุชเนอร์
(Buchner funnel)

เทอร์โมมิเตอร์
(Thermometer)

โถดูดความชื้น
(Desiccator)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

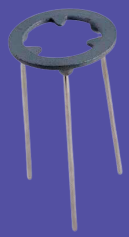
ตะแกรงหลอดทดลอง
(Test Tube Rack)

ช้อนตักสารเคมี
(Spatula)

แปรงล้างหลอดทดลอง
(test tube brush)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ที่ตั้งสามขา
(Tripod)



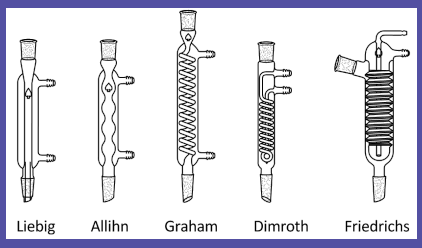
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
(Analytical Balance)

เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
(Analytical Balance)

เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

Magnetic stirrer
(เครื่องกวนสารละลาย)

Condenser



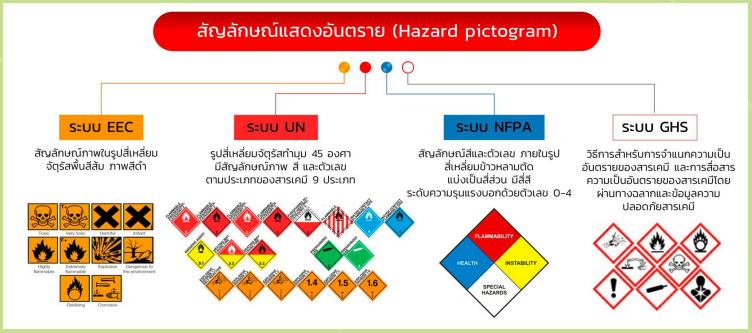
อันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมี

อันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมีแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

- 1. อันดรายต่อสุขภาพ (Health hazard) เป็นอันตรายหรือความเป็นพิษ ซึ่งเกิดจากการกิน การสูดดม หรือการดูดซึม
- 2. อันดรายในการติดไฟ (Flammable hazard) เป็นอันตรายที่เกิดจากแนวโน้มการเป็นสารที่ดิดไฟได้
- 3. อันดรายจากการว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (Reactive hazard) เป็นอันดรายที่เกิดจากศักยภาพของสารที่สามารถเกิดการระเบิดได้ หรือทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับอากาศ น้ำหรือสารอื่นๆ
- 4. อันดรายจากการสัมผัส (Contact hazard) อันตรายของสารเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดการสัมผัสกับผิวหนัง ตา และเนื้อเยื่อต่างๆ

สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

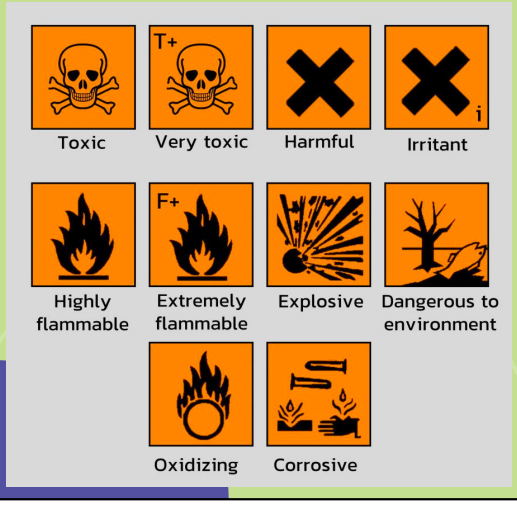
ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard pictogram) ที่รู้จักและนิยมใช้มีหลายระบบ เช่น ระบบ EEC class, ระบบ UN, ระบบ NFPA และ ระบบ GHS ตัวอย่างสัญลักษณ์และเครื่องหมายอันตรายด่าง ๆบนฉลากซึ่งติดอยู่ข้างขวดสารเคมี เป็นสิ่งที่ช่วยให้ง่ายต่อความเข้าใจและเพิ่มความระมัดระวังในการใช้ สามารถแสดงได้ดังนี้



สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ EEC Class
ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรป ที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดงอันตราย (hazard pictogram) จะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบนพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา

สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

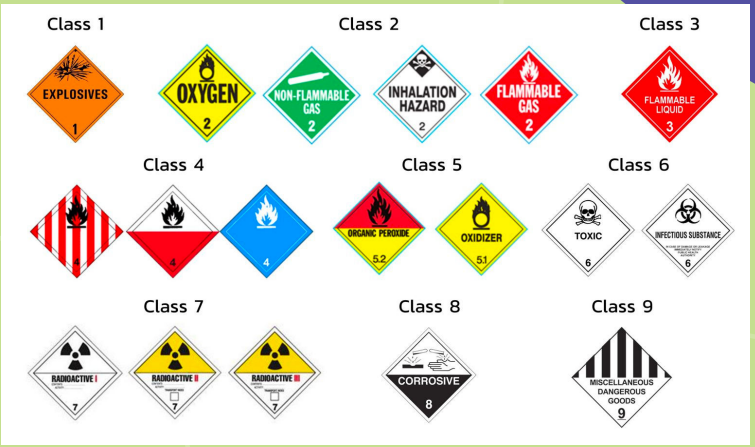


สารพิษ (T+/T: Toxic)
สารอันตราย (Xn : Harmful)
สารระคายเคือง (Xi : Corrosive)
วัตถุไวไฟมาก (F: Highly Flammable)
วัตถุไวไฟสูงมาก (F+: Extremely Flammable)
วัตถุระเบิดได้ (E: Explosive)
สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (N : Dangerous for the environment)
สารออกซิไดส์ (O: Oxidizing)
สารกัดกร่อน (C : Corrosive)

สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

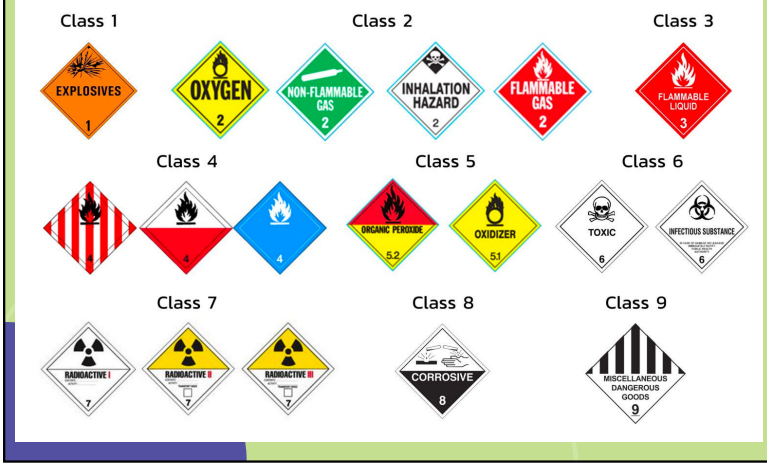
ระบบ UN

United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ชีวิตได้หรือก่อให้เกิดความเสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย



สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ UN



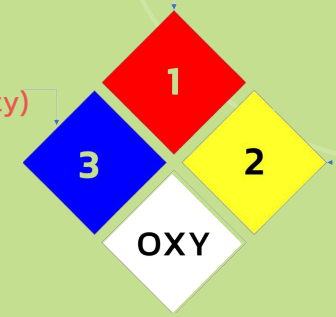
ประเภท 1 : ระเบิดได้
ประเภทที่ 2 : แก๊ส
ประเภทที่ 3 : ของเหลวไวไฟ
ประเภทที่ 4 : ของแข็งไวไฟ
ประเภทที่ 5 :สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์
ประเภทที่ 6 : สารพิษและสารติดเชื้อ
ประเภทที่ 7 : วัสดุกัมมันตรังสี
ประเภทที่ 8 : สารกัดกร่อน
ประเภทที่ 9 : วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด
Class 9 : Miscellaneous Dangerous

สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ NFPA

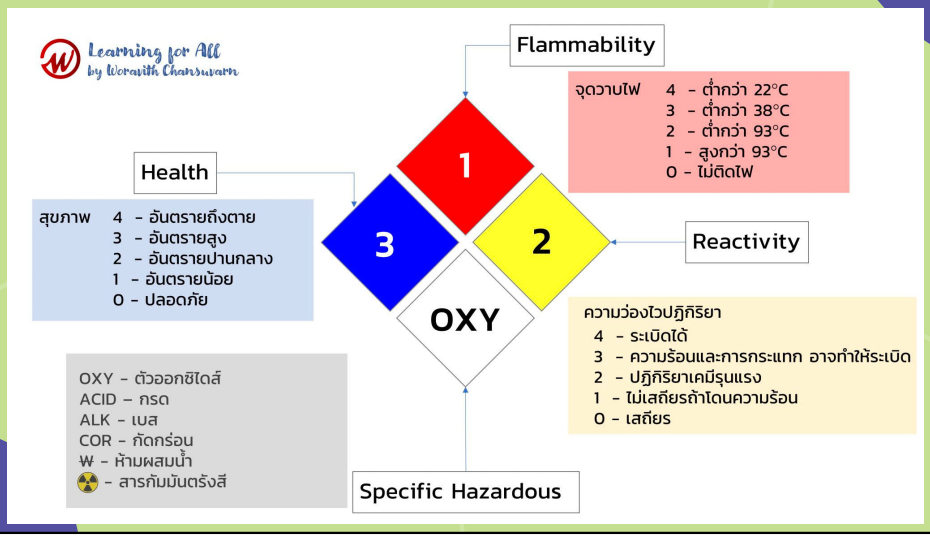
The National Fire Protection Association ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตราย (hazard pictogram) เป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อย ขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่

- **สีแดง** แสดงอันตรายจากไฟ (Flammability)
- **สีน้ำเงิน** แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)
- **สีเหลือง** แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)
- **สีขาว**แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร
- และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย



สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ NFPA



สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ GHS

Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals คือระบบสากลการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก

สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงอันตราย (Hazard pictogram)

ระบบ GHS

GHS01 : วัตถุระเบิด
GHS02 : สารไวไฟ
GHS03 : สารออกซิไดส์, สารเปอร์ออกไซด์
GHS04 : ก๊าซบรรจุภายใต้ความดัน
GHS05 : สารกัดกร่อน, มีพิษต่อดวงตาและผิวหนัง
GHS06 : สารที่มีพิษเฉียบพลัน อันตรายถึงชีวิต
GHS07 : สารที่มีพิษเฉียบพลัน เป็นอันตราย ทำให้เกิดอาการแพ้ที่ผิวหนัง มีผลต่อทางเดินหายใจ
GHS08 : สารที่เป็นพิษต่อสุขภาพ, สารก่อมะเร็ง, เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์
GHS09 : สารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

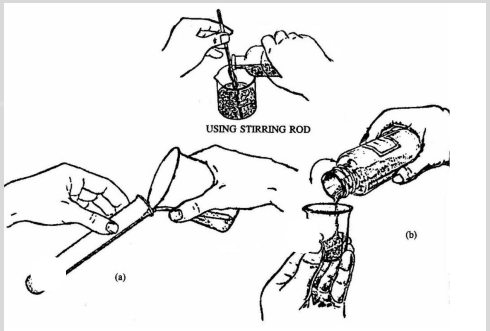
อุปกรณ์และเทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเคมี การฝึกปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอุปกรณ์พื้นฐาน ดังนั้นการเรียนรู้ถึงความสำคัญของอุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิคการใช้อุปกรณ์พื้นฐานต่าง ๆ ที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การปฏิบัติการทดลองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย อุปกรณ์พื้นฐาน ตลอดจนเทคนิคการใช้อุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญในการเรียนในภาคการศึกษานี้ สรุปได้ดังนี้

1. การริน การเท และการตักสารเคม
2. การให้ความร้อนสารละลายโดยตรง
3. การระเหยของเหลว (Evaporation)
4. การผสมสารละลาย
5. การดมสาร
6. การแยกของแข็งออกจากสารละลาย
7. เครื่องชั่ง (Balance)

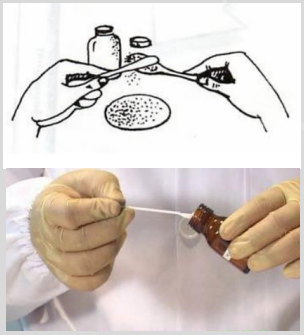
เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1. การริน การเท และการตักสารเคมี

การรินและการเทสารละลาย (Pouring) ควรรินหรือเทลงบนแท่งแก้วคน (Stirring rod) หรือรินลงด้านข้างของภาชนะ และจับภาชนะใส่สารตรงด้านเดียวกับฉลาก เพื่อป้องกันสารหกเปรอะป้องกันฉลากเสียหาย (ดูรูปที่ 1) สำหรับการตักสารเคมี อาจใช้ช้อนตักสารเคาะเบา ๆ หรือใช้ดินสอเคาะช้อนตักสารเบา ๆ จนได้ปริมาณตามต้องการ (ดูรูปที่ 2)



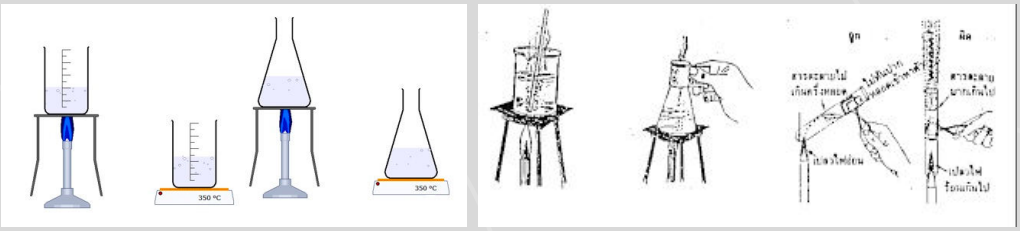
รูปที่ 1



รูปที่ 2

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

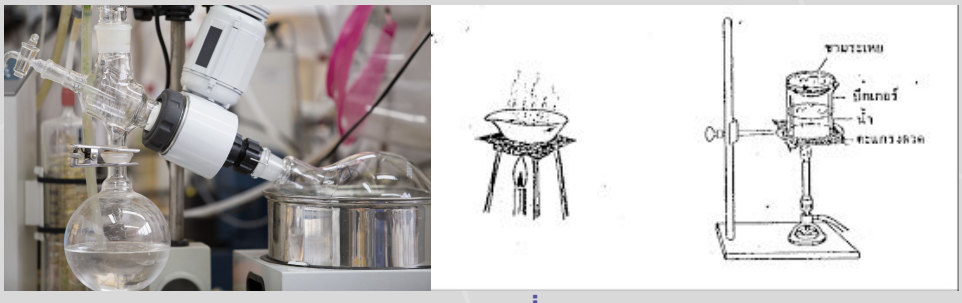
2. การให้ความร้อนสารละลายโดยตรง
การให้ความร้อนกับสารละลายโดยตรงอาจใช้ตะเกียงแก๊สหรือแผ่นให้ความร้อนกรณีที่ภาชนะใส่สารเป็นบีกเกอร์ หรือขวดรูปชมพู่ควรให้ความร้อนโดยผ่านตะแกรงลวด (Wire gauze) เพื่อกระจายความร้อนก่อน ส่วนกรณีการให้ความร้อนโดยตรงกับหลอดทดลองควรใช้เปลวไฟอ่อนและเอียงหลอดทดลองประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเดือดพุ่ง และควรหันปากหลอดให้พ้นจากคน



รูปที่ 3

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

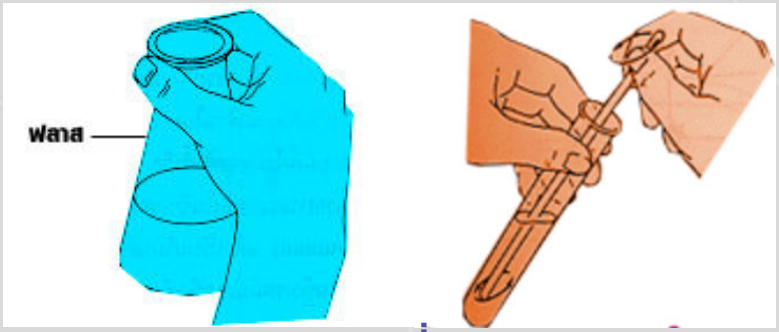
3. การระเหยของเหลว (Evaporation)
การระเหยของเหลวควรใช้ภาชนะปากกว้าง เช่น บีกเกอร์หรือถ้วยระเหย (Evaporating dish) และควรใช้ไฟอ่อน ๆ ป้องกันการกระเด็น หรือระเหยบนเครื่องอังน้ำ (Water bath) กรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่ายไม่ควรระเหยโดยใช้เปลวไฟโดยตรง แต่ควรใช้แผ่นให้ความร้อนไฟฟ้า (Electric hot plate) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดการติดไฟได้ (ดูรูปที่ 4)



รูปที่ 4

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

4. การผสมสารละลาย
การผสมสารละลายเพื่อทำให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน หรือเพื่อให้สารละลายทำปฏิกิริยากันอย่างสมบูรณ์ กรณีที่ภาชนะที่ใช้เป็นบีกเกอร์ควรใช้แห่งแก้วคนเป็นวงไปในทางเดียวกัน หรือกรณี ที่ใช้ขวดรูปชมพู่ใช้ข้อมือหมุนขวดรูปชมพู่เป็นวงไปในทางเดียวกัน และกรณีที่เป็นหลอดทดลองให้ใช้แท่งแก้วคนหรือสลัดให้สัมผัสฝ่ามือเบา ๆ (ดูรูปที่ 5)



รูปที่ 5

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

5. การดมสาร

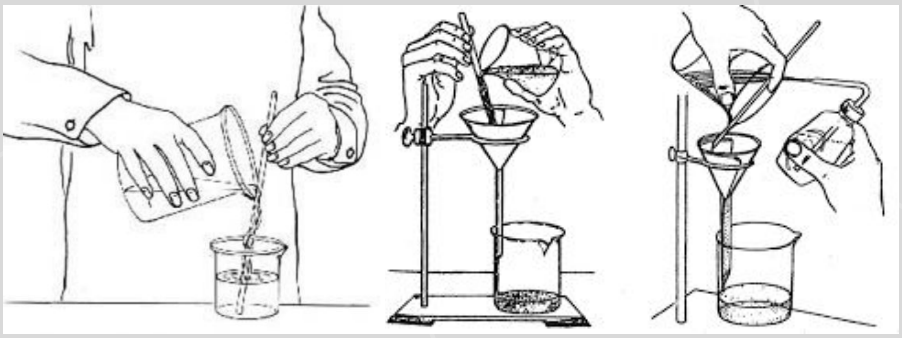
ไม่ควรดมสารใกล้ ๆ เพราะไอของสารอาจถูกสูดดมเข้าสู่ทางเดินหายใจจนก่อให้เกิดอันตรายได้แต่ควรใช้มือโบกไอสารแทน (ดูรูปที่ 6)

รูปที่ 6

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

6. การแยกของแข็งออกจากสารละลาย

การแยกของแข็งออกจากสารละลายสามารถกระทำได้โดยการรินสารละลายใส ออกจากตะกอน (Decantation) (ดูรูปที่ 7)



รูปที่ 7

เทคนิคการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

8. เครื่องชั่ง (Balance)

เครื่องชั่งมีหลายชนิด และมีลักษณะแตกต่างกันไปตามบริษัทผู้ผลิต ข้อสำคัญควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่จะทำได้แก่

1. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance) ชั่งได้ละเอียดถึง ±0.0001 g หรือ ± 0.00001 g เครื่องชั่งชนิดนี้ควรใช้ชั่งสารตัวอย่างสารมาตรฐานปฐมภูมิหรือชั่งสารที่ต้องการค่าน้ำหนักที่มีความละเอียดสูง ดูรูปที่ 8 (ก)
2. เครื่องชั่ง Top loader (Top loader balance) ชั่งได้ละเอียดถึง H0.1 g ถึง ± 0.01 g ให้ชั่งสารมาตรฐานทุติยภูมิหรือใช้ชั่งสารที่ไม่ต้องการค่าน้ำหนักที่มีความละเอียดสูงดูรูปที่ 8 (ข)

รูปที่ 8 (ข)

รูปที่ 8 (ก)

ความเข้มข้นของสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย (concentration) หมายถึง ปริมาณของตัวถูกละลาย (solute)ที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย (solvent) หน่วยที่ใช้บอกความเข้มข้นมีหลายแบบ โดยแต่ละแบบจะมีความหมายแตกต่างกัน เช่น

"conc" หมายถึง concentration คือมีความเข้มข้นมาก หรือมีเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของสารนั้นที่มาจากขวดสารใหม่

"dil." หมายถึง dilution การเจือจาง คือทำให้เนื้อสารเริ่มต้นจากขวดมีความเข้มข้นน้อยลง

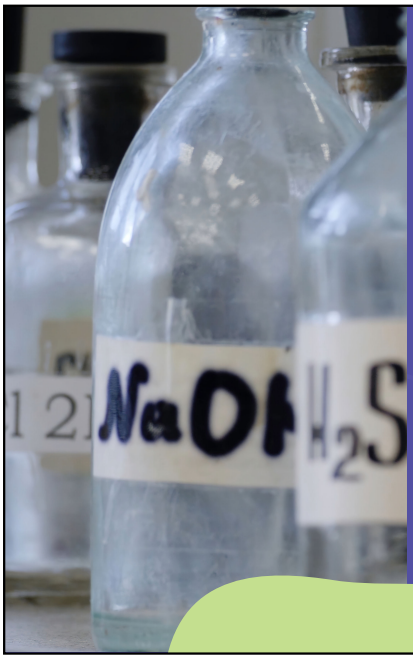
ความเข้มข้นของสารละลาย

การบอกหน่วยความเข้มข้นอาจบอกในหน่วยของ

1. ร้อยละของตัวถูกละลายในสารละลาย เช่น
1.1 ร้อยละน้ำหนักต่อน้ำหนัก (% ww หรือ % weight/weight) เช่น MgO 10% หมายถึง ในสารละลาย 100 กรัมมี MgO ละลายอยู่ 10 กรัม

1.2 ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (% w/v หรือ % weight/volume) เช่น KCl 1.25% หมายถึง ในสารละลาย 100 ml มี KCl ละลายอยู่ 1.25 กรัม

1.3 ร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร (% v/v หรือ % volume/volume) เช่น NaOH 10%
หมายถึง ในสารละลาย 100 ml มี NaOH ละลายอยู่ 10 ml



ความเข้มข้นของสารละลาย

2. อัตราส่วนเจือจาง
เช่น การเจือจางสารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 ml เป็น 10 ml โดยน้ำ

หมายถึงปิเปตเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์มา 1 ml ใส่ในบีกเกอร์ แล้วตวงน้ำอีก 9 ml ใส่ลงไปในบีกเกอร์ใบเดียวกัน ก็จะได้สารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ ถูกเจือจางเป็น 10 ml

หรืออาจกล่าวได้ว่า การเจือจางของเบสต่อน้ำเป็นอัตราส่วน 1:9 คือสารละลายนี้จะประกอบด้วยเนื้อเบส NaOH 1 หน่วยปริมาตรและมีน้ำ 9 หน่วยปริมาตร (ในหน่วยเดียวกัน)

ความเข้มข้นของสารละลาย

สำหรับวิธีการคำนวณการเจือจางสารละลาย เพื่อต้องการจะทราบว่าต้องนำสารละลายที่ต้องการเจือจางมากี่มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้นลดลงตามที่กำหนดไว้ สามารถคำนวณได้จากสูตร

M1V1 = M2V2
หรือ
C1V1 = C2V2

เมื่อ
M1 หรือ C1 คือความเข้มข้นของสารละลายก่อนการเจือจาง
V1 คือปริมาตรของสารละลายก่อนการเจือจาง
M2 หรือ C2 คือความเข้มข้นของสารละลายหลังการเจือจาง
V2 คือปริมาตรของสารละลายหลังการเจือจาง

ความเข้มข้นของสารละลาย

3. การบอกความเข้มข้นเป็นหน่วย โมลาริตี (Molariy), นอร์แมลลิตี (Normality) และโมแลลลิตี(Molality)

3.1 โมลาริตี(Molarity, M) หมายถึงหน่วยความเข้มข้นที่มีตัวถูกละลายในหน่วยโมลอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร หรือ 1000 ml (โมล/ 1 ลิตร)

$$\text{จำนวนโมล} = \frac{\text{น้ำหนักสารเป็นกรัม}}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น (หรือน้ำหนักอะตอม (ธาตุ)}}$$

$$\text{โมลาริตี} = \frac{\text{จำนวนโมลของสาร}}{\text{สารละลาย 1 ลิตร หรือ 1000 ml}}$$

ความเข้มข้นของสารละลาย

3.2 นอร์แมลลิตี้ (Normality, N) หมายถึงหน่วยความเข้มข้นที่มีจำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร หรือ 1000 ml (gmE/ 1 ลิตร)

$$\text{จำนวนกรัมสมมูล} = \frac{\text{น้ำหนักสารเป็นกรัม}}{\text{สมมูลของสารนั้น}}$$

$$\text{นอร์แมลลิตี} = \frac{\text{จำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลาย}}{\text{สารละลาย 1 ลิตร หรือ 1000 ml}}$$

เช่น H2S0 1 N หมายความว่า ในสารละลาย 1 ลิตร มีเนื้อของ H2SO อยู่ 1 กรัมสมมูล หรือ 49 กรัม

(หมายเหตุ รายละเอียดการหาสมมูลของธาตุและสารประกอบแต่ละชนิด แสดงอยู่ในเรื่อง การไทเทรชันกรดและเบสและการหาสมมูลของแมกนีเซียม)

ความเข้มข้นของสารละลาย

3.3 โมแลลลิตี (Molality) หมายถึงหน่วยความเข้มข้นที่มีตัวถูกละลายในหน่วยโมล ในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม หรือ 1000 กรัม

$$\text{โมแลลลิตี} = \frac{\text{จำนวนโมล}}{\text{ตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม}}$$

การคำนวณเปอร์เซ็นความผิดพลาดจากการทดลอง

$$\%\ \text{ความผิดพลาดจากการทดลอง} = \frac{\text{ผลที่ได้จากการทดลอง}}{\text{ผลที่คำนวณได้จากทฤษฎี}} \times 100$$

thank you

สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและความงาม (ภาคพิเศษ)
วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา