

เครื่องแก้ววัดปริมาตร : เลือกใช้และใช้งานอย่างไรให้ถูกต้อง



Volumetric

4

โดย นาย รุ่งเกียรติ ยิ่งเจริญรุ่งโรจน์

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2561

คณะที่ปรึกษา



รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริโรจน์ พลพันธิน



รองศาสตราจารย์ ดร.สุพบุ เฉลยทรัพย์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ จันทร์เจริญ



รองศาสตราจารย์ นียดา สวัสดิพงษ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชา อิมพลี

เครื่องแก้ววัดปริมาตร : เลือกใช้และใช้งานอย่างไรให้ถูกต้อง



4

โดย นาย รุ่งเกียรติ ชัยเจริญรุ่งโรจน์

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2561



CONTENT

บทนำ	1
เครื่องแก้ววัดปริมาตร : เลือกใช้และใช้งานอย่างไรให้ถูกต้อง	2
ประเภทของเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ	2
เครื่องแก้ววัดปริมาตร (Volumetric glassware)	6
ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาตร (Tolerance) คืออะไร?	8
ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องแก้ววัดปริมาตร	9
การบำรุงรักษาเครื่องแก้ววัดปริมาตร	11
สรุป	12
เอกสารอ้างอิง	13

เครื่องแก้ววัดปริมาตรที่ใช้กันทั่วไปในห้องปฏิบัติการ เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย คำนึงกันเป็นอย่างดีอยู่แล้ว เพราะเครื่องแก้วเหล่านี้ใช้ในการวัดปริมาตร บรรจุ ถ่ายเทสาร หรือใช้ในการอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ในการวิเคราะห์ทดสอบหรือการทดลอง แต่ทั้งนี้อาจจะยังไม่เข้าใจว่าเครื่องแก้ววัดปริมาตรในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่มีมากมายหลายชนิด หลายรูปแบบ รูปทรง จริง ๆ แล้วนั้น มีวิธีการจัดแบ่งกลุ่มอย่างไร มีลักษณะการใช้งานเฉพาะด้านใดบ้าง สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ระบุอยู่ที่ตัวเครื่องแก้ววัดปริมาตรซึ่งบ่งความหมายอะไร และการใช้งานต้องทำอะไร ดังนั้น เรามาทำความรู้จักและทำความเข้าใจกับเครื่องเหล่านี้กัน เพื่อให้เราสามารถใช้งานเครื่องแก้ววัดปริมาตรเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ นั่นเอง

เครื่องแก้ววัดปริมาตร : เลือกใช้และใช้งานอย่างไรให้ถูกต้อง

➤ ประเภทของเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

การแบ่งประเภทของเครื่องแก้วที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการ เริ่มต้นจากการแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน จึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป (General glassware) และเครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว (Volumetric glassware)

1. เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป (General glassware) ใช้สำหรับบรรจุสารเคมี การต้มหรือละลายสาร เครื่องแก้วบางชนิดอาจใช้ในการวัดปริมาตรของเหลวได้แต่เป็นการวัดแบบหยาบ หรือเพียงคร่าว ๆ เท่านั้น ได้แก่

- บีกเกอร์ (Beaker)
- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- ขวดก้นกลม (Boiling flask, round bottom)
- ขวดก้นแบน (Boiling flask, flat bottom)

Beaker



Erlenmeyer flask



Boiling flask, round bottom



Boiling flask, flat bottom



2. เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว (Volumetric glassware) ใช้สำหรับวัดปริมาตรของเหลวที่ต้องการความแม่นยำสูง ซึ่งลักษณะทั่วไปของเครื่องแก้ววัดปริมาตรประเภทนี้ คือ มีขีดบอกปริมาตร (Graduation marks) หรือข้อความกำหนดระบุปริมาตรที่วัดได้แน่นอน และมีการระบุค่าความคลาดเคลื่อนสูงสูงในการวัดที่ยอมรับได้ (Tolerance limit) ทั้งนี้ เครื่องแก้วที่ถูกจัดว่าเป็นเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่เรารู้จักและใช้งานกันเป็นประจำ ได้แก่

● กระบอกตวง (Measuring cylinder)

เป็นอุปกรณ์รูปทรงกระบอก มีฐานสำหรับวางบนพื้นได้ ปากมีงอຍ เพื่อให้ถ่ายของเหลวได้สะดวกใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น ของเหลวที่ได้จากการกลั่น เป็นต้น

● ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)

เป็นขวดที่มีฐาน สามารถวางบนพื้นได้อย่างมั่นคง คอยาว มีขีดกำหนดปริมาตรบนคอขวด ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน หรือถ่ายของเหลวที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอนจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง เช่น สารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง เป็นต้น

● บิวเรต (Burette)

เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวที่มีความแม่นยำสูง มีสตั๊ปก็อค (Stopcock) สำหรับปิด-เปิด เพื่อควบคุมปริมาตรของเหลวให้ไหลออกทางปลายท่อตามต้องการ ใช้ในการไทเทรต (Titration)

● ปิเปต (Pipette)

เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวที่มีลักษณะเป็นท่อตรง ปลายท่อมีขนาดเล็ก มีขีดกำหนดปริมาตรหรือมีแบ่งย่อยหลายขีด ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง แบ่งเป็น 3 แบบ ตามลักษณะของขีดกำหนดปริมาตร ได้แก่

- ปิเปตวัดปริมาตร (Volumetric pipette)
- ปิเปตชนิดมีขีดย่อยแบ่งปริมาตร แบบปล่อยถึงขีดสุดท้าย (Graduated pipette หรือ Measuring pipette, Mohr type)
- ปิเปตชนิดมีขีดย่อยแบ่งปริมาตร แบบปล่อยหมด (Graduated pipette หรือ Measuring pipette, Serological type)

Measuring cylinder



Volumetric flask



Burette



Volumetric pipette



Graduated pipette, Mohr type



Graduated pipette, Serological type



➤ เครื่องแก้ววัดปริมาตร (Volumetric glassware)

สำหรับเครื่องแก้ววัดปริมาตรนี้ เราจะเลือกใช้ในกรณีที่ต้องการความเที่ยงตรงของการวัดปริมาตรเป็นสำคัญ เนื่องจากเครื่องแก้วมีการระบุค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ในการวัดที่อาจเกิดขึ้นไว้อย่างชัดเจน

1. การกำหนดคุณลักษณะของเครื่องแก้ววัดปริมาตร สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ได้แก่

วิธีที่ 1 แบ่งตามระดับชั้นคุณภาพของเครื่องแก้ว จะแบ่งได้ดังนี้

1) Class A ใช้สัญลักษณ์ A เป็นเครื่องแก้วที่มีความแม่นยำสูง และมีค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาตร (Tolerance) ต่ำ ใช้สำหรับงานทดสอบ งานวิเคราะห์ ที่ต้องการความแม่นยำสูง

2) Class B ใช้สัญลักษณ์ B เป็นเครื่องแก้วที่มีความแม่นยำต่ำกว่า และมีค่า Tolerance เป็นสองเท่าของเครื่องแก้ว Class A (ASTM, ISO, BS)

3) General Purpose เป็นเครื่องแก้วที่ไม่จัดรวมใน Class A และ Class B ค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน

4) Special Tolerance เป็นเครื่องแก้วที่กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน

ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของปิเปต (Pipettes)
ระหว่าง Class A และ Class B โดยเทียบกับมาตรฐาน ASTM

BOROSIL'

Capacity (ml)	Tolerance (+ml) Class A'	Tolerance (+ml) Class B'
5	0.01	0.02
10	0.02	0.04
20	0.03	0.06
50	0.05	0.10
100	0.08	0.16

*Class A อ้างอิงจาก Code 7101, Class B อ้างอิงมาจาก Code 7103

จากตารางข้างต้น เป็นตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ของ Volumetric pipette Class A & B per ASTM ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปิเปตที่มีความจุมาก (High capacity) จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าปิเปตที่มีความจุน้อย (Low capacity) และปิเปต Class A จะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเป็น 2 เท่าของปิเปต Class B นั่นเอง ดังนั้น แสดงให้เห็นได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนนั้น ขึ้นอยู่กับความจุของปริมาตรและระดับชั้นคุณภาพของเครื่องแก้ววัดปริมาตร ทำให้ Class A มีความแม่นยำมากกว่า Class B เมื่อเทียบที่มาตรฐานเดียวกัน

วิธีที่ 2 แบ่งตามวิธีการสอบเทียบ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1) เครื่องแก้วสำหรับบรรจุ (To Contain) ใช้สัญลักษณ์ตัวย่อ TC หรือ C หรือ In ได้แก่ ขวดวัดปริมาตร กระจกบอกตวง เครื่องแก้วชนิดนี้เมื่อใส่ของเหลวเข้าไปจะได้ปริมาตรตามที่ระบุ

2) เครื่องแก้วสำหรับถ่ายเท (To Deliver) ใช้สัญลักษณ์ตัวย่อ TD หรือ D หรือ Ex ได้แก่ ปิเปต บิวเรต เครื่องแก้วชนิดนี้เมื่อใส่ของเหลวเข้าไปจะไม่รู้ปริมาตรที่แน่นอน แต่เมื่อถ่ายออกมาปริมาตรที่ถ่ายออกมาจะได้ปริมาตรตามที่ระบุ

นอกจากนี้ ยังมีเครื่องแก้วบางประเภทที่ผู้ผลิตออกแบบ ซึ่งมีทั้งชนิด To contain และ To deliver เช่น กระจกบอกตวง ขวดวัด ปริมาตร หรือเครื่องแก้วบางชิ้นสามารถใช้งานได้ทั้งชนิด To contain และ To deliver ดังนั้น ผู้ใช้งานต้องสังเกตให้แน่ใจก่อนนำไปใช้งาน

➤ ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาตร (Tolerance) คืออะไร?

ก่อนอื่นเราต้องทำความเข้าใจก่อนว่า การวัด (Measurement) นั้น เป็นการบอกถึงคุณสมบัติของสิ่งที่เราต้องการจะรู้ในการวัดทุกครั้งจะมีความไม่แน่นอน (Uncertainty) เกิดขึ้นเสมอ เครื่องแก้ววัดปริมาตรในห้องปฏิบัติการเองก็เช่นเดียวกัน แล้วเราจะรู้ได้อย่างไรว่า เครื่องแก้วที่เราใช้ในการวัดปริมาตรสารต่าง ๆ นั้น ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และมีค่าตรงตามที่เรต้องการ ดังนั้น เราจึงต้องมีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ (Tolerance limit) ขึ้น



ปรับปริมาตรสารละลาย = 240 mL
กำหนด Tolerance = ± 1.0 mL

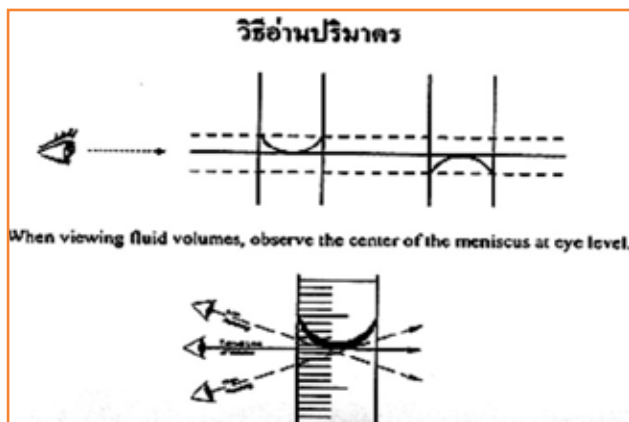
จากภาพตัวอย่าง แสดงให้เห็นถึง กระจกบอกตวง (Measuring cylinder) ขนาด 250 mL บรรจุสารละลาย 240 mL มีค่า Tolerance ขี้นบนเครื่องแก้ว ± 1.0 mL ซึ่งหมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถยอมรับได้จะอยู่ในช่วง 239.0 - 241.0 mL

แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องแก้ววัดปริมาตรแต่ละประเภทจะมีค่าความคลาดเคลื่อนนี้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เครื่องแก้วให้เหมาะสมกับงานหรือการทดลอง ตัวอย่างเช่น หากเราต้องการตวงน้ำกลั่นปริมาตร 50 mL โดยเลือกใช้กระบอกตวง (Measuring cylinder) ขนาด 50 mL ที่มีค่า Tolerance ± 1.0 mL กับปิเปตวัดปริมาตร (Volumetric pipette) ขนาด 50 mL ที่มีค่า Tolerance ± 0.05 mL ในกรณีนี้ หากการวิเคราะห์ทดสอบต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง ควรเลือกใช้ปิเปตวัดปริมาตร (Volumetric pipette) เพราะมีค่า Tolerance ต่ำ จึงมีความแม่นยำสูงกว่านั่นเอง

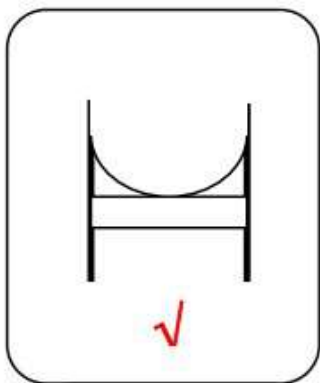
➤ ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องแก้ววัดปริมาตร

ในการใช้งานเพื่อทำการวิเคราะห์ทดสอบโดยใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตรนั้น ปัจจัยสำคัญ 2 อย่างที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องแก้ววัดปริมาตร ได้แก่

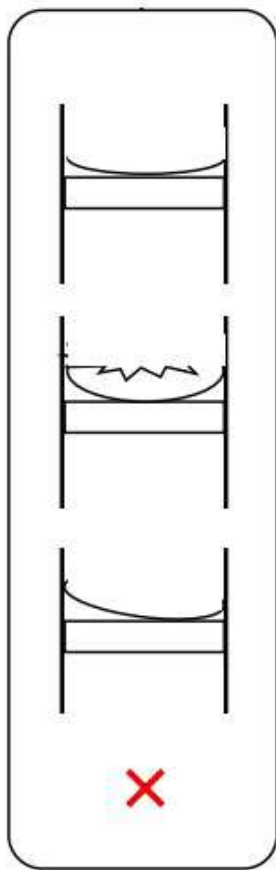
1) ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญของผู้วิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งต้องมีวิธีการวัดที่ถูกต้อง มีมาตรฐาน และที่สำคัญคือต้องมีวิธีการอ่านที่ถูกต้อง คือ ระดับสายตาต้องอยู่ระดับเดียวกับส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของของเหลว ปริมาตรที่อ่านจึงจะมีค่าถูกต้อง



2) ความสะอาดของเครื่องแก้ววัดปริมาตร โดยเฉพาะผิวด้านในหรือที่สัมผัสกับของเหลว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญต่อความถูกต้องของปริมาตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการความละเอียด ทั้งนี้ เราสามารถสังเกตลักษณะของเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่ไม่สะอาดได้จากการเปียกของพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอ ส่วนโค้ง (Meniscus) ไม่สมบูรณ์ มีความเว้าแหว่ง รวมถึงลักษณะส่วนโค้ง (Meniscus) มีความแบนลงไปมากเนื่องจากแรงดึงของของเหลวลดลง เพราะมีสิ่งปนเปื้อน (Contamination)



ลักษณะของส่วนโค้ง (Meniscus)
ที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์
ของเครื่องแก้ววัดปริมาตร



➤ การบำรุงรักษาเครื่องแก้ววัดปริมาตร

การบำรุงรักษาเครื่องแก้ววัดปริมาตรหลังการใช้งาน กล่าวคือ การล้างเครื่องแก้วเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเครื่องแก้วที่ล้างไม่สะอาดทำให้เกิดปัญหาวัดปริมาตรของเหลวไม่ถูกต้อง และยังอาจเกิดการปนเปื้อนเนื่องจากสารเคมีที่ติดอยู่ภายในเครื่องแก้วนั้นๆ ทั้งนี้ หลักการพื้นฐานในการล้างเครื่องแก้ววัดปริมาตร ได้แก่ ล้างเครื่องแก้วอย่างถูกวิธี ไม่ขัดถูจนเป็นรอย หากจำเป็นต้องใช้น้ำยาล้างเครื่องแก้ว (Cleaning Solution) ควรเลือกน้ำยาล้างเครื่องแก้วที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ และตรวจสอบความสะอาดก่อนการใช้งาน รวมถึงเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการล้างเครื่องแก้ว เช่น ฟองน้ำ เป็นต้น

ทั้งนี้ ในการเลือกน้ำยาล้างเครื่องแก้ว (Cleaning Solution) ของห้องปฏิบัติการ ควรเลือกใช้ตามชนิดสารมลทินที่เราทำการวิเคราะห์ทดสอบให้เหมาะสม โดยน้ำยาล้างเครื่องแก้วที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มีดังนี้

- Sodium dichromate-sulfuric acid cleaning solution
- สารละลายอิมิตัว $K_2Cr_2O_7$: conc. H_2SO_4 = 1:1
- สารละลายผสมของ 7% $Na_2Cr_2O_7$ กับ 0.5% $K_2Cr_2O_7$ ใน conc. H_2SO_4
- 30 กรัม $Na_2Cr_2O_7$ ใน 1 ลิตร conc. H_2SO_4
- 92 กรัม กรัม $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ ในน้ำกลั่น 458 มิลลิลิตร และ 800 มิลลิลิตร H_2SO_4
- Nitric acid (50-50%)
- 120 กรัม NaOH หรือ 150 กรัม KOH ในน้ำ 120 มิลลิลิตร และเติม 95% ethyl alcohol เพื่อทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- 40% KOH ใน Isopropyl alcohol (Degreasing agent)
- 3N HCl ใน Methyl alcohol
- 3% $KMnO_4$: 1M NaOH = 1:1

สรุป

เครื่องแก้ววัดปริมาตร (Volumetric glassware) ที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการมีหลายประเภทด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่ต้องการความเข้มข้นที่แน่นอน หรือถ่ายของเหลวที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอนจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง กระบอกตวง (Measuring cylinder) ใช้สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวหรือใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง (ในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง) ปิเปต (Pipette) ใช้สำหรับตวงหรือถ่ายปริมาตรตามความต้องการ บิวเรต (Burette) ใช้สำหรับการไทเทรต เป็นต้น

ทั้งนี้ สิ่งที่ต้องคำนึงในการใช้งานเครื่องแก้ววัดปริมาตร คือ ชนิดของเครื่องแก้วปริมาตร ปริมาณสาร ความถูกต้อง ความแม่นยำ และความละเอียดของเครื่องแก้ว โดยสามารถพิจารณาได้จากรายละเอียดที่ระบุไว้บนเครื่องแก้ววัดปริมาตร เพื่อเลือกใช้เครื่องแก้วได้อย่างเหมาะสมและตรงตามวัตถุประสงค์นั่นเอง นอกจากนี้ ความรู้ความสามารถ ความชำนาญของผู้วิเคราะห์ทดสอบ และความสะอาดของเครื่องแก้ววัดปริมาตร เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความถูกต้องของเครื่องแก้ววัดปริมาตร

เอกสารอ้างอิง

อุมพร สุขม่วง. (2558). เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรเทคนิคการใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ. สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ. วันที่ 11 พฤษภาคม 2558.

ASTM E287-02(2012), Standard Specification for Laboratory Glass Graduated Burets, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, www.astm.org

ASTM E288-10 (2017), Standard Specification for Laboratory Glass Volumetric Flasks, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org

ASTM E438-92(2018), Standard Specification for Glasses in Laboratory Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org

ASTM E694-18, Standard Specification for Laboratory Glass Volumetric Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org

ประวัติผู้แต่ง

นายรุ่งเกียรติ ยิ่งเจริญรุ่งโรจน์

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริการการศึกษา



การศึกษา

- วศ.ม. (สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ส.บ. (สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

สาขาความชำนาญพิเศษ

- การจัดการ ควบคุม และออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอย (Solid waste management and design)
- การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
- การตรวจติดตามและวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- ระบบมาตรฐานคุณภาพห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 ของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านสิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการสอบเทียบสาขาเคมีและปริมาตร
- การจัดทำระบบมาตรฐานคุณภาพห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025
- การจัดการและการควบคุมจุลชีพในอากาศภายในอาคาร

กองบรรณาธิการ

- นางสาวพรธิดา อินวประสิทธิ์
- นายมนทล สุวรรณประภา
- ดร. สิมบัส ตรีเดช

