

บทบรรณาธิการ

การพัฒนาของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ (microscope) เป็นเครื่องมือที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยทางด้านรูปร่าง โครงสร้าง และองค์ประกอบของตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ กล้องจุลทรรศน์และเทคนิคต่างๆทางจุลทรรศน์ได้มีการพัฒนามาโดยตลอดนับจนถึงปัจจุบันเป็นเวลาได้ 424 ปีแล้ว กล้องจุลทรรศน์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ออปติคอล (optical microscope) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) และ กล้องจุลทรรศน์สแกนสโตน (scanning probe microscope)

กล้องจุลทรรศน์ออปติคอล (optical microscope) หรือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงส่องผ่านหรือใช้แสงสะท้อนจากตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยเลนส์เดี่ยวหรือหลายเลนส์เพื่อให้ได้ภาพจากตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา กล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้จะให้รายละเอียดไม่เกิน 0.2 ไมโครเมตร (resolution < 0.2 micrometer) และมีกำลังขยายไม่เกิน 1,500 เท่า กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้อยู่ทั่วไปคือ Compound microscope ซึ่งประดิษฐ์โดย Zacharias Janssen และ Hans Lippershey ชาวเนเธอร์แลนด์ ในปี ค.ศ.1590 ปัจจุบันกล้องจุลทรรศน์ได้พัฒนาเป็นกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัล (digital microscope) ซึ่งใช้กล้องถ่ายภาพ CCD (charge - couple device camera) ไปจับภาพที่ต้องการและภาพจะถูกถ่ายทอดมาปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ให้มองเห็นโดยไม่ต้องใช้เลนส์ตา (eye-piece lens) ดังเช่นกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กล้องจุลทรรศน์ในกลุ่มนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นอีกหลายประเภทเพื่อให้เหมาะสมกับตัวอย่างและวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา ได้แก่

1. Bright field microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการดูดกลืนแสงของวัตถุ จึงเหมาะสมกับตัวอย่างที่บางและโปร่งแสงเช่นเนื้อเยื่อทางจุลชีว
2. Dark field microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการแสงถูกกระจายโดยวัตถุ ใช้ในการดูตัวอย่างที่ใสไม่มีสีหรือย้อมสีติดยาก เช่น สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือเนื้อเยื่อบางชนิด
3. Phase contrast microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการหักเหของแสงสะท้อนหลังจากแสงส่องผ่านตัวอย่าง (refractive index) ซึ่ง Frits Zernike นักฟิสิกส์ชาวเนเธอร์แลนด์ได้เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ.1930 และได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ.1953 กล้องดังกล่าวใช้ในการดูตัวอย่างที่เป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่บางและโปร่งใส เช่น เนื้อเยื่อเซลล์
4. Fluorescence microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยแสงอัลตราไวโอเลต (ultra violet light) ส่องผ่านไปยังตัวอย่างที่สามารถเรืองแสงได้ ตัวอย่างจะดูดกลืนแสง และจะปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นแสงที่ตามองเห็นได้ ใช้สำหรับการดูตัวอย่างที่เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สามารถเรืองแสงได้เอง หรือตัวอย่างที่ต้องย้อมด้วยสียฟลูออเรสเซนต์ก่อนนำมาดูกล้องจุลทรรศน์ ปัจจุบัน Fluorescence microscope ได้พัฒนาไปมากจนเป็น Super-resolved fluorescence microscope โดย Eric Betzig ชาวอเมริกัน Stefan Walter Hell ชาวเยอรมัน และ William E. Moerner ชาวอเมริกัน และทั้งสามได้รับรางวัลโนเบล ในปีนี้ ค.ศ. 2014
5. Confocal microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยแสงเลเซอร์ (laser) ส่องผ่านไปยังตัวอย่าง ตัวอย่างจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบของการเรืองแสง ทำให้สามารถเห็นได้จากกล้องจุลทรรศน์ ใช้ในการดูตัวอย่างและวิเคราะห์ภาพออกมาเป็นภาพ 3 มิติ โดยการใช้โปรแกรมจากคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วย
6. Polarized microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการนำเอา polarized light มาส่องหมุนรอบตัวอย่าง ใช้ในการดูลักษณะของรูปแบบโครงสร้างของตัวอย่าง ทางชีววิทยาเช่น เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ทางวัสดุศาสตร์เช่น แร่ธาตุ และผลึกต่างๆ

7. Differential interference contrast microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการหักเหของแสง (Interferometry) สัญญาณคลื่นที่ได้จะถูกนำมารวมกันเพื่อสร้างเป็นภาพ ใช้สำหรับดูตัวอย่างทางชีววิทยาที่ยังมีชีวิตอยู่และไม่ได้ย้อมสี เช่น สเมียร์จากเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยง สิ่งที่มีชีวิตเซลล์เดียว เป็นต้น

8. Interference reflection microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการหักเหของแสง polarized light ส่องดูภาพของตัวอย่างที่อยู่บนกระจกแก้ว ใช้ศึกษาทางชีววิทยา เช่น cell adhesion และ cell migration เป็นต้น

9. Infrared microscope เป็นกล้องที่อาศัยแสงอินฟราเรด (infrared) ส่องผ่านตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างและส่วนประกอบของตัวอย่าง ใช้ศึกษาอณูโมเลกุลต่างๆ เช่น เพชร พลอย มรกต หยก และหินอัญมณี เป็นต้น

10. Stereo microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยหลักการส่องดูตัวอย่างโดยตรงซึ่งจะทำให้เห็นภาพรูปทรงหรือภาพ 3 มิติของตัวอย่าง กล้องชนิดนี้จะมีกำลังขยายไม่เกิน 100 เท่า เช่น ใช้ดูตัวพยาธิ

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนส่องดูตัวอย่าง ซึ่งจะให้รายละเอียดสูงมาก ประมาณ 50 อังสตรอม (resolution = 50 angstrom) และให้กำลังขยายได้ถึง 50 ล้านเท่า กล้องชนิดนี้ประดิษฐ์ขึ้นโดย Max Knoll และ Ernst Ruska สองนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1932 และได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1986 ซึ่งใช้เวลาถึง 54 ปีกว่าจะได้รางวัลโนเบล กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมี 2 ชนิด ได้แก่

1. Transmission electron microscope (TEM) หรือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องผ่าน เป็นกล้องที่ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนส่องผ่านเซลล์หรือตัวอย่าง ซึ่งต้องมีการเตรียมตัวอย่างให้บางเป็นพิเศษ ใช้ในการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์และเนื้อเยื่อในระดับโมเลกุล

2. Scanning electron microscope (SEM) หรือ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด เป็นกล้องที่ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนส่องกราดไปบนผิวของวัตถุหรือตัวอย่าง ทำให้ได้ภาพ 3 มิติ ใช้ในการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นผิวของเซลล์ เนื้อเยื่อและวัตถุ

กล้องจุลทรรศน์สแกนโพรบ (scanning probe microscope, SPM) เป็นกล้องที่ใช้ปลายแหลมที่มีระดับเล็กระดับอะตอมวัดแรงระหว่างอะตอมหรือโมเลกุล หรือวัดเกี่ยวกับการลอดผ่านได้แบบควอนตัมของอิเล็กตรอน โดยปลายแหลมจะทำหน้าที่ลากสัมผัสผ่านพื้นผิวและทำหน้าที่ตรวจวัดคุณลักษณะของพื้นผิวที่สัมผัส ทำให้สามารถมองเห็นหรือศึกษาตัวอย่างที่มีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร โดยมีความละเอียดมากอยู่ในระดับ 0.1 นาโนเมตร กล้องจุลทรรศน์ในกลุ่มนี้ปัจจุบันมีหลายแบบตามลักษณะของการนำมาใช้งานเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติด้านต่างๆ ของโครงสร้างของตัวอย่าง แต่ที่ใช้กันทั่วไปในงานนาโนเทคโนโลยี ได้แก่

1. Scanning tunneling microscope (STM) เป็นกล้องที่ใช้หลักการตรวจวัดพื้นผิวจากกระบวนการลอดผ่านได้ (tunneling) ของอิเล็กตรอนระหว่างพื้นผิวและปลายแหลมของกล้อง STM ซึ่งในระหว่างการสแกน สัญญาณไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้จากพื้นผิว จะถูกส่งและนำมาสร้างภาพ 3 มิติของพื้นผิว กล้องชนิดนี้ใช้สำหรับตรวจวัดลักษณะโครงสร้างพื้นฐานและความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าภายในโครงสร้างระดับนาโน ผู้ประดิษฐ์กล้อง STM คือ Gerd Binnig ชาวเยอรมัน และ Heinrich Rohrer ชาวสวิส ในปี ค.ศ. 1981 และทั้งสองได้รับรางวัลโนเบลพร้อมกับ Ernst Ruska ในปี ค.ศ. 1986

2. Atomic force microscope (AFM) เป็นกล้องที่ใช้แสงเลเซอร์ผ่านไปที่ปลายแหลม เมื่อปลายแหลมลากผ่านโครงสร้างระดับนาโน จะเกิดแรงเชิงสัมพันธ์ซึ่งจะถูกนำมาแปรสัญญาณ และนำมาสร้างเป็นภาพพื้นผิวที่มีลักษณะโครงสร้างระดับอะตอมที่สามารถเห็นได้บนจอภาพของมอนิเตอร์ กล้อง STM สามารถใช้ตรวจวัดพื้นผิวที่เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ เช่น พื้นผิวโพลีเมอร์ เซรามิก คอมโพสิต กระจกหรือแก้ว และโมเลกุลทางชีวภาพต่างๆ

จากที่สรุปมาข้างต้นจะพบว่ากล้องจุลทรรศน์ได้มีการพัฒนามาโดยตลอดและมีหลากหลายชนิดมาก เพื่อช่วยในการศึกษาและการวิจัย ทำให้ทราบและมองเห็นถึง รูปร่าง โครงสร้าง และองค์ประกอบต่างๆ ของตัวอย่าง ทั้งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านฟิสิกส์ ซึ่งจะต้องเลือกกล้องจุลทรรศน์และวิธีการเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่จะศึกษาหรือวิจัย แม้ว่าราคากล้องจุลทรรศน์แต่ละชนิดจะมีราคาไม่เท่ากันตั้งแต่ราคาหลักหมื่นบาทจนถึงราคามากกว่าสิบล้านบาท แต่คุณค่าของความรู้และงานที่ได้ย่อมผันแปรโดยตรงกับราคาของกล้องจุลทรรศน์เช่นกัน แม้แต่การพัฒนาชนิดและรูปแบบของกล้องจุลทรรศน์ยังทำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้พัฒนากล้องจุลทรรศน์ได้รับรางวัลโนเบลไปแล้วถึง 7 คน

ผู้ที่สนใจทางด้านจุลทรรศน์สามารถสมัครเป็นสมาชิกของสมาคมจุลทรรศน์แห่งประเทศไทยได้ โดยดูรายละเอียดจาก website: www.microscopythai.com สมาคมมีอายุได้ 32 ปี ซึ่งในปีนี้สมาคมเป็นเจ้าภาพจัดประชุมวิชาการจุลทรรศน์อาเซียน ครั้งที่ 8 (8th ASEAN Microscopy Conference – AMC 8) และ การประชุมจุลทรรศน์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32 (32nd Annual Conference of Microscopy of Thailand – MST 32) วันที่ 28-30 มกราคม 2558 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และสมาคมเป็นเจ้าภาพจัดประชุมวิชาการจุลทรรศน์เอเชียและแปซิฟิก ครั้งที่ 11 (11th Asia-Pacific Microscopy Conference – APMC 11) และ การประชุมจุลทรรศน์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33 (33rd Annual Conference of Microscopy of Thailand – MST 33) วันที่ 23 – 27 พฤษภาคม 2559 ณ จังหวัดภูเก็ต

รศ.ดร.ปราโมทย์ วณิดย์ธนาคม
กองบรรณาธิการ
ธันวาคม 2557