

## กล้องจุลทรรศน์สองตาแบบกลุ่ม

### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการให้กับนักศึกษาทางด้านจุลชีววิทยาซึ่งเป็นการศึกษาลิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงจำเป็นต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ซึ่งเป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ และเพื่อเป็นการส่งเสริมนโยบายการรักษาระยะห่างทางสังคม (Social distancing) ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยการใช้เทคโนโลยีการรับส่งข้อมูลไร้สายแบบ 5G Wi-Fi แสดงภาพหรือทำงานเอกสารโดยใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แสดงผลภาพแบบพกพา (Tablet) ซึ่งมีความสะดวก รวดเร็วและยังช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบนเรียนได้ง่ายขึ้น

### 2. คุณสมบัติทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ชุดถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างชุดถ่ายภาพของผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งสามารถดูพร้อมกันได้ 5 คน ผ่านระบบไร้สาย 5G WiFi พร้อมกับชุดโปรแกรมและแอปพลิเคชันที่เอื้อประโยชน์กับการเรียนการสอนในห้องเรียน

### 3. คุณลักษณะทางเทคนิค

#### 3.1.1 เครื่องกระจายสัญญาณ 5G Wi-Fi หลัก (Master 5G Wi-Fi (11ac))

จำนวน 1 เครื่อง

3.1.1.1 สามารถกระจายสัญญาณผ่านระบบ 5G Wi-Fi ซึ่งมีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 2600 Mbps

3.1.1.2 มีพอร์ท LAN เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ท และพอร์ท WAN เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ท

3.1.1.3 รองรับ Protocol ทั้งชนิด IPV4 และ IPV6

#### 3.1.2 ชุดถ่ายภาพ 5G Wi-Fi Interactive Microscope

3.1.2.1 ชุดถ่ายภาพของผู้สอน จำนวน 1 ชุด

3.1.2.1.1 สามารถรับส่งสัญญาณภาพผ่านเครื่องกระจายสัญญาณ 5G Wi-Fi หลักได้

3.1.2.1.2 หน่วยรับภาพเป็นชนิด Color CMOS ขนาด 1/1.7 นิ้ว หรือดีกว่า

3.1.2.1.3 มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 12 ล้านพิกเซล (4000 X 3000 พิกเซล)

3.1.2.1.4 มีความเร็วในการแสดงผล Preview resolution สูงสุดไม่น้อยกว่า 15 ภาพต่อวินาทีที่ความละเอียด 4000 X 3000 พิกเซล



(ผศ.ดร. รจนภร พูลมานะอุสาทะกุล)



(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรมนัช หินทอง)



(อาจารย์ ดร. กฤษณา คงมนาน)

- 3.1.2.1.5 ชุดถ่ายภาพสามารถถอดออกจากกล้องจุลทรรศน์ได้อย่างอิสระ  
กรณีที่ต้องการใช้งานกล้องจุลทรรศน์เพียงอย่างเดียว
- 3.1.2.1.6 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงภาพจากกล้องจุลทรรศน์ได้
- 3.1.2.2 ชุดถ่ายภาพของผู้เรียนแบบเชื่อมต่อกับกล้องจุลทรรศน์ 2 กระบอกตา  
จำนวน 4 ชุด
  - 3.1.2.2.1 สามารถรับส่งสัญญาณภาพผ่านเครื่องกระจายสัญญาณ 5G Wi-Fi  
หลักได้
  - 3.1.2.2.2 หน่วยรับภาพเป็นชนิด Color CMOS ขนาด 1/2.5 นิ้ว หรือดีกว่า
  - 3.1.2.2.3 มีความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 ล้านพิกเซล (3840 X 2160  
พิกเซล)
  - 3.1.2.2.4 มีความเร็วในการแสดงผล Preview resolution สูงสุดไม่น้อยกว่า  
15 ภาพต่อวินาทีที่ความละเอียด 3840 X 2160 พิกเซล
  - 3.1.2.2.5 มีอุปกรณ์แท็บเล็ตแสดงผลภาพความละเอียดแบบ 4K ขนาดไม่น้อย  
กว่า 15.6 นิ้ว ตามแนวเส้นทแยงมุม มีช่องต่อ USB 2 ไม่น้อยกว่า  
2 ช่อง และ USB 3 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ HDMI Out ไม่น้อย  
กว่า 1 ช่อง
- 3.1.3 กล้องจุลทรรศน์ 2 กระบอกตาสำหรับผู้สอน จำนวน 1 เครื่อง
  - 3.1.3.1 ตัวกล้อง (Main body)
    - 3.1.3.1.1 มีระบบแสงอนันต์ ชนิด CFI infinity optical system หรือดีกว่า
    - 3.1.3.1.2 ระบบไฟส่องสว่างเป็นหลอดไฟชนิด High luminescent White  
LED Illuminator พร้อม Fly-eye lens กระจายแสง ให้ความสว่าง  
ทั่วทั้งภาพ มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 60,000 ชั่วโมง
    - 3.1.3.1.3 มีปุ่มปิดเปิด และปุ่มปรับความสว่างหลอดไฟแหล่งกำเนิดแสงอยู่  
ส่วนฐานด้านหน้าของกล้องเพื่อความสะดวกในการใช้งานและ  
ปรับเปลี่ยนความสว่าง
    - 3.1.3.1.4 สามารถเก็บอุปกรณ์แปลงกระแสไฟ พร้อมสายไฟไว้ที่ตัวกล้อง  
เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและความปลอดภัยในการ  
เคลื่อนย้าย
  - 3.1.3.2 ระบบโฟกัส
    - 3.1.3.2.1 มีระบบโฟกัสภาพหยาบและละเอียดแบบแกนร่วม (Coaxial) ทั้ง  
สองข้าง
    - 3.1.3.2.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของปุ่มปรับโฟกัสละเอียด 0.2 มิลลิเมตรต่อ  
การหมุนหนึ่งรอบ

*R. P. U.*

(ผศ.ดร. รจนภร พูลมานะอุสาหะกุล)

(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรณิษ หินทอง)

(อาจารย์ ดร. กฤษฎา คงมนาน)

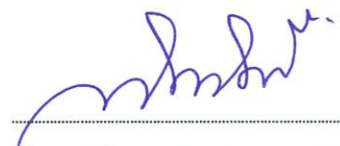
- 3.1.3.2.3 สามารถปรับความผิดเพี้ยนของปุ่มปรับภาพหายไปได้
- 3.1.3.2.4 มีปุ่มกำหนดระดับแท่นวางวัตถุขึ้นเพื่อป้องกันการกระแทกเลนส์วัตถุได้
- 3.1.3.3 หัวกล้อง
  - 3.1.3.3.1 เป็นชนิด 2 กระบอกตา (Binocular Tube) เอียง 30 องศา สามารถปรับระยะห่างระหว่างตาได้ 50-75 มิลลิเมตร พร้อมสารป้องกันเชื้อรา
  - 3.1.3.3.2 สามารถปรับหมุนได้รอบเพื่อให้สะดวกในการจัดเก็บ
- 3.1.3.4 เลนส์ตา
  - 3.1.3.4.1 เป็นชนิดมีกำลังขยาย 10 เท่า มีค่า F.O.V. 20 มิลลิเมตร พร้อมเข็มชี้ที่เลนส์ตา 1 ข้าง
  - 3.1.3.4.2 มีวงแหวน Diopter สำหรับปรับชดเชยค่าสายตาทั้ง 2 ข้าง
- 3.1.3.5 มีแป้นบรรจุเลนส์วัตถุ (Nosepiece) เป็นชนิด Reversed- type Quadruple nosepiece สามารถติดตั้งเลนส์วัตถุได้ 4 ตำแหน่ง
- 3.1.3.6 แท่นวางวัตถุ
  - 3.1.3.6.1 เป็นชนิด Rectangular mechanical stage สามารถเลื่อนดูตัวอย่างบนสไลด์ได้ ไม่น้อยกว่า 76 (X) x 30 (Y) มิลลิเมตร
  - 3.1.3.6.2 มีระยะบอกตำแหน่งปุ่มปรับและขีดบอกตำแหน่งของแผ่นสไลด์ (Vernier calibrations)
- 3.1.3.7 เลนส์รวมแสง
  - 3.1.3.7.1 เป็นชนิด Abbe condenser มีค่า NA 1.25
  - 3.1.3.7.2 มีสัญลักษณ์สีในการปรับขนาด Aperture diaphragm ให้เหมาะกับเลนส์วัตถุกำลังขยายที่ใช้
- 3.1.3.8 เลนส์วัตถุเป็นชนิด CFI BE 2 Plan Achromat ประกอบด้วย
  - 3.1.3.8.1 กำลังขยาย 4 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.10 W.D. ไม่น้อยกว่า 25.00 มิลลิเมตร
  - 3.1.3.8.2 กำลังขยาย 10 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.25 W.D. ไม่น้อยกว่า 6.70 มิลลิเมตร
  - 3.1.3.8.3 กำลังขยาย 40 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.65 W.D. ไม่น้อยกว่า 0.60 มิลลิเมตร
  - 3.1.3.8.4 กำลังขยาย 100 เท่า Oil NA ไม่น้อยกว่า 1.25 W.D. ไม่น้อยกว่า 0.14 มิลลิเมตร



(ผศ. ดร. รจนาพร พูลมานะอุสาหะกุล)



(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรณิข หินทอง)



(อาจารย์ ดร. กฤษฎา คงมนาน)



- 3.1.3.9 มีระบบแนะนำการใช้งานและการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์เป็นขั้นตอนแบบละเอียดด้วยวิดีโอจากผู้ผลิตโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สแกน QR Code บนตัวกล้องเพื่อเชื่อมต่อข้อมูล
- 3.1.3.10 ใช้กระแสไฟฟ้า 100-240 โวลต์
- 3.1.4 กล้องจุลทรรศน์ 2 กระบอกตาสำหรับผู้เรียน จำนวน 4 เครื่อง
- 3.1.4.1 ตัวกล้อง (Main body)
- 3.1.4.1.1 มีระบบแสงอนันต์ ชนิด CFI infinity optical system หรือดีกว่า
- 3.1.4.1.2 ระบบไฟส่องสว่างเป็นหลอดไฟชนิด High luminescent White LED Illuminator พร้อม Fly-eye lens กระจายแสงให้แสงสว่างทั่วทั้งภาพ มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 60,000 ชั่วโมง
- 3.1.4.1.3 มีปุ่มปิดเปิด และปุ่มปรับความสว่างหลอดไฟแหล่งกำเนิดแสงอยู่ส่วนฐานด้านหน้าของกล้องเพื่อความสะดวกในการใช้งานและปรับเปลี่ยนความสว่าง
- 3.1.4.1.4 สามารถเก็บอุปกรณ์แปลงกระแสไฟ เพื่อยืดอายุการใช้งานของกล้องจุลทรรศน์ พร้อมพันสายไฟไว้ด้านหลังของตัวกล้อง เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บ
- 3.1.4.2 มีระบบโฟกัส
- 3.1.4.2.1 มีระบบโฟกัสภาพหยาบและละเอียดแบบแกนร่วม (Coaxial) ทั้งสองข้าง
- 3.1.4.2.2 มีระยะการเคลื่อนที่ของปุ่มปรับโฟกัสหยาบ 37.7 มิลลิเมตรต่อการหมุนหนึ่งรอบ
- 3.1.4.2.3 มีระยะการเคลื่อนที่ของปุ่มปรับโฟกัสละเอียด 0.2 มิลลิเมตรต่อการหมุนหนึ่งรอบ
- 3.1.4.2.4 สามารถปรับความผิดเบ้าของปุ่มปรับภาพหยาบได้
- 3.1.4.2.5 มีปุ่มกำหนดระดับแท่นวางวัตถุขึ้นเพื่อป้องกันการกระแทกเลนส์วัตถุได้
- 3.1.4.3 หัวกล้อง
- 3.1.4.3.1 เป็นชนิด 2 กระบอกตา (Binocular Tube) เอียง 30 องศา สามารถปรับระยะห่างระหว่างตาได้ 50-75 มิลลิเมตร พร้อมสารป้องกันเชื้อรา
- 3.1.4.3.2 สามารถปรับหมุนได้รอบเพื่อให้สะดวกในการเก็บเข้าตู้

R. P.M.

(ผศ. ดร. รจนกร พูลมานะอุสาหะกุล)

(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรัณิษา หินทอง)

(อาจารย์ ดร. กฤษณา คงนมนาน)

- 3.1.4.4 มีเลนส์ตา
- 3.1.4.4.1 เป็นชนิดมีกำลังขยาย 10 เท่า มีค่า F.O.V. 20 มิลลิเมตร พร้อมเข็มชี้ที่เลนส์ตา 1 ข้าง
- 3.1.4.4.2 มีวงแหวน Diopter สำหรับปรับชดเชยค่าสายตาทั้ง 2 ข้าง
- 3.1.4.5 เป็นบรรจุเลนส์วัตถุ (Nosepiece) เป็นชนิด Reversed- type Quadruple nosepiece สามารถติดตั้งเลนส์วัตถุได้ 4 ตำแหน่ง
- 3.1.4.6 แท่นวางวัตถุ
- 3.1.4.6.1 เป็นชนิด Rectangular mechanical stage สามารถเลื่อนดูตัวอย่างบนสไลด์ได้ พื้นที่ 76 (X) x 30 (Y) มิลลิเมตร
- 3.1.4.6.2 มีระยะบอกตำแหน่งปุ่มปรับและขีดบอกตำแหน่งของแผ่นสไลด์ (Vernier calibrations)
- 3.1.4.7 เลนส์รวมแสง
- เป็นชนิด Abbe condenser มีค่า NA 1.25 มีสัญลักษณ์สีในการปรับขนาด Aperture diaphragm ให้เหมาะกับเลนส์วัตถุ กำลังขยายที่ใช้งาน
- 3.1.4.8 เลนส์วัตถุเป็นชนิด Plan Achromat ประกอบด้วย
- 3.1.4.8.1 กำลังขยาย 4 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.10 W.D. ไม่น้อยกว่า 25.00 มิลลิเมตร
- 3.1.4.8.2 กำลังขยาย 10 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.25 W.D. ไม่น้อยกว่า 6.70 มิลลิเมตร
- 3.1.4.8.3 กำลังขยาย 40 เท่า NA ไม่น้อยกว่า 0.65 W.D. ไม่น้อยกว่า 0.60 มิลลิเมตร
- 3.1.4.8.4 กำลังขยาย 100 เท่า Oil NA ไม่น้อยกว่า 1.25 W.D. ไม่น้อยกว่า 0.14 มิลลิเมตร
- 3.1.4.9 ใช้กระแสไฟฟ้า 100-240 โวลท์ อัตราสิ้นเปลือง 4 วัตต์
- 3.1.4.10 มีน้ำหนักไม่เกิน 5.2 กิโลกรัม เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- 3.1.5 โปรแกรมวิเคราะห์และแสดงภาพ มีฟังก์ชันในการทำงานดังนี้
- 3.1.5.1 เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ที่สามารถควบคุมชุดถ่ายภาพ และการวิเคราะห์ภาพภายในโปรแกรมเดียวกันทั้งของผู้สอนและผู้เรียน
- 3.1.5.2 สามารถแสดงและบันทึกภาพที่ได้จากชุดถ่ายภาพทุกกล้อง เพื่อแสดงภาพสดให้ผู้สอนที่หน้าจอคอมพิวเตอร์แบบพร้อมกันทั้งหมดทุกชุดถ่ายภาพได้ Multi-screen comparison teaching (Monitor live-image under microscope camera)

ร. ร. ม.

(ผศ.ดร. รจนกร พูลมานะอุสาหะกุล)

(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรมณี หินทอง)

(อาจารย์ ดร. กฤษณา คงมนาน)

- 3.1.5.3 สามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน เพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ผ่าน Smart device ได้ทั้งระบบ IOS หรือ Android
- 3.1.5.4 สามารถวัดความยาวและพื้นที่ภายในภาพ (Manual measurement) โดยการวาดลงไปบนภาพ สามารถแนบผลของการวัดให้ติดไปกับภาพได้ รวมทั้งส่งออกข้อมูลออกไปภายนอกไปยังโปรแกรม Word, Excel และ PPT ได้และสั่งพิมพ์ผ่านโปรแกรมได้
- 3.1.5.5 สามารถทำการเทียบระยะ เพื่อทำการใส่สเกลบาร์ได้
- 3.1.5.6 สามารถเพิ่มเติมลูกศร วงกลม เส้นตรง และข้อความลงไปบนภาพได้
- 3.1.5.7 และสามารถแสดงผ่านหน้าจอของ Smart device ในผู้เรียนได้ (Lecturing mode)
- 3.1.5.8 มีเครื่องมือในการจัดการภาพ ได้แก่ ฟิลเตอร์เพิ่มความคมชัด (Sharpness) ฟิลเตอร์เพิ่มความเปรียบต่าง (Contrast) และการปรับสมดุลสีขาว (White balance) เป็นอย่างน้อย
- 3.1.5.9 ผู้สอนซึ่งใช้งานโปรแกรมในคอมพิวเตอร์สามารถมองเห็นภาพแบบ Real-time ของหน้าจอ Smart device ที่มีการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันและชุดถ่ายภาพของผู้เรียน ผ่านหน้าต่างของโปรแกรมได้ (Monitor smart devices screen)
- 3.1.5.10 สามารถทำการ streamed หน้าต่างของคอมพิวเตอร์ที่เปิดโปรแกรมเข้าสู่ Smart device ที่เปิดใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถแสดงภาพตัวอย่างของผู้เรียนที่มีการใส่ลูกศรหรือข้อความต่างๆ (Image annotation) ให้กับผู้เรียนท่านอื่นๆ มองเห็นผ่าน Smart device และสามารถแสดงไฟล์การนำเสนอผ่านโปรแกรม Power point หรือไฟล์ประเภทอื่นๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอนได้ (Lecturing mode)
- 3.1.5.11 ผู้ใช้งานโปรแกรมผ่านคอมพิวเตอร์สามารถมองเห็นรายชื่อชุดถ่ายภาพของผู้เรียนทั้งหมด ที่อยู่ในระบบ
- 3.1.5.12 ผู้สอนและผู้เรียนสามารถทำการสื่อสารด้วยระบบเสียงและข้อความผ่านโปรแกรมได้ (Interactive system)
- 3.1.5.13 ผู้สอนและผู้เรียนสามารถส่งภาพหรือรายงานผ่าน E-mail ซึ่งสั่งงานจากโปรแกรมหรือ
- 3.1.5.14 แอปพลิเคชันใน Smart device ได้สร้าง QR code เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อกับหน้าจอแท็บเล็ตพกพา

*R. P. U.*

(ผศ. ดร. รจนกร พูลมานะอุสาหะกุล)

(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วรณิข หินทอง)

(อาจารย์ ดร. กฤษฎา คงมนาน)



#### 4. อุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วย

- 4.1 คอมพิวเตอร์ประมวลผลแบบตั้งโต๊ะสำหรับโปรแกรมวิเคราะห์ของผู้สอน  
จำนวน 1 เครื่อง
  - 4.1.1 หน่วยประมวลผลกลางเป็นชนิด Intel Core i7 หรือดีกว่า
  - 4.1.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ไม่น้อยกว่า 16 GB
  - 4.1.3 Hard disk ความจุไม่น้อยกว่า 2 TB
  - 4.1.4 ระบบปฏิบัติการ windows 10 แบบ 64 bit หรือดีกว่า
  - 4.1.5 จอแสดงผลชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว
- 4.2 เครื่องสำรองไฟขนาดไม่น้อยกว่า 2 KA จำนวน 1 เครื่อง
- 4.3 แป้นพิมพ์และเมาส์ แบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด/กล่อง
- 4.4 ถังคลุมกล่อง จำนวน 1 อัน/กล่อง
- 4.5 กระดาษเช็ดเลนส์ไกล้วัดถู จำนวน 1 ชุด/กล่อง
- 4.6 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 เล่ม/กล่อง

#### 5. เงื่อนไขในการพิจารณาจัดซื้อ และการติดตั้ง

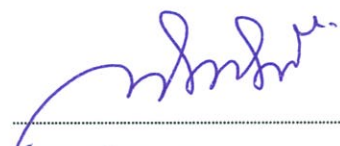
- 5.1 อุปกรณ์ทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ และไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 5.2 มีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อสะดวกต่อการบริการหลังการขาย
- 5.3 ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14001 หรือ ISO 13485
- 5.4 บริษัทผู้ขายต้องได้รับการรับรองมาตรฐานระบบ ISO 9001:2015 หรือ ISO 17025:2017 เพื่อประโชยชน์กับหน่วยงานราชการ
- 5.5 บริษัทจะต้องรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับหลังจากวันตรวจรับเครื่อง
- 5.6 บริษัทมีการตรวจเช็คกล่องจุลทรรศน์อย่างน้อย ปีละ 2 ครั้ง โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
- 5.7 บริษัทจะต้องทำการส่งมอบภายในระยะเวลา 90 วัน นับจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

*r. p.l.l.*

(ผศ.ดร. รจนกร พูลมานะอุสาหะกุล)



(อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.รณนิช หินทอง)



(อาจารย์ ดร. กฤษฎา คงมนนาน)