

การประยุกต์ใช้หลอดไฟชนิดไดโอดเปล่งแสง (LED) กับกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้กระจก
รับแสงรุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11
Application of Light Emitting Diode Lamp (LED) with Simple Microscope
Model WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11

ชนวรรณ ชูแสง^{1*} ชัยภพ มีสุปรีดี² และ ไชยวัฒน์ ฤทธิรงค์³
Chanawatt choosang¹, Chaipob Meesuplee² and Chaivat Rittirong³

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้หลอดไฟชนิดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode หรือ LED) ในกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงจากกระจกเงา รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11 โดยเปรียบเทียบการใช้หลอดไฟ LED เป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับกล้องจุลทรรศน์ 4 รูปแบบคือ 1) การใช้หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้าขนาด 3 วัตต์ (W) ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ (V) 2) หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้าขนาด 4W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Lithium Battery ขนาด 6V 3) หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้าขนาด 2.25W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Alkaline Battery ขนาด 4.5V และ 4) หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้าขนาด 4.05W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Alkaline Battery ขนาด 4.5V และเปรียบเทียบกับการใช้แหล่งกำเนิดแสงผ่านกระจกเงา พิจารณาความเข้มแสง ความคมชัดและค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) ของภาพที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x, 10x และ 40x ผลการศึกษาพบว่าหลอดไฟชนิด LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ซึ่งใช้ Lithium Battery ขนาด 6V ให้ความเข้มแสงเท่ากับ 512 Lux ซึ่งเป็นค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบแหล่งกำเนิดแสงประเภทอื่น และภาพที่ได้มีอุณหภูมิสีอยู่ในช่วง 4800-6000 Kelvin (K) อีกทั้งภาพมีความคมชัดและมีค่าอุณหภูมิสีของแสง ใกล้เคียงกับภาพที่ได้จากการใช้แหล่งกำเนิดแสงผ่านกระจกเงา แต่มีอายุการใช้งานต่อเนื่อง น้อยกว่า 3 ชั่วโมง ส่วนหลอดไฟชนิด LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V ให้ความเข้มแสงเท่ากับ 1,705 Lux ใกล้เคียงกับเมื่อใช้แหล่งกำเนิดแสงจากกระจกเงามากที่สุด ภาพที่ได้มีอุณหภูมิสีของแสงเท่ากับ 4800-6000 K และสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ยาวนานที่สุด

คำสำคัญ: แหล่งกำเนิดแสง ความคมชัด อุณหภูมิสี แบตเตอรี่

Abstract

This study had a purpose of applying Light Emitting Diode Lamp (LED) adapted with Simple Microscope Model WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11. Comparative study of four LED light sources were created; 1) 3W light emitting diode (LED) lamp with the 220V alternating current (AC) 2) 4W LED Lamp with 6V Lithium battery 3) 2.25W LED Lamp with 4.5V alkaline battery 4) 4.05W LED Lamp with 4.5V alkaline battery and also compared with the microscope original light source (mirror). The resolution and color temperature were considered through 3 objective lenses (4x, 10x and 40x). The result showed lowest light intensity (512 Lux) of the 4W LED Lamp with a 6V lithium battery light source comparing with the others, the pictures had

¹ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 90112

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, 90112

² หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 90112

² Infrastructure and Transportation Unit, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, 90112

³ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 90112

³ Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla, 90112

*Corresponding author: e-mail: chanawatt.c@psu.ac.th



color temperature was 4800-6000 K. Moreover the sharpest focus and the color temperature quality were as good as the mirror light source provided, but the lifetime was less than 3 hour. Meanwhile, the 3W LED lamp with the 220V AC had 1,705 Lux light intensity which resembled the mirror light source. The pictures showed color temperature was 4800-6000 K, the lamp ability is longest lifetime.

Keywords: light source, sharpest focus, color temperature, battery

บทนำ

กล้องจุลทรรศน์เป็นหนึ่งในอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาด้านชีววิทยา โดยเฉพาะเมื่อต้องการศึกษาโครงสร้างหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เช่น โครงสร้างของลำต้นพืช โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ รูปร่าง ลักษณะของเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ เป็นต้น กล้องจุลทรรศน์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscopes) กับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscopes) (คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา, 2546) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงชนิดเลนส์ประกอบ ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงจากกระจกเงา รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11 เป็นจำนวนมาก กล้องจุลทรรศน์เหล่านี้มีอายุการใช้งานมาประมาณ 40 ปี ยังมีคุณภาพดีและสามารถใช้งานได้ แต่ในปัจจุบันไม่นิยมใช้ในการเรียนการสอนเมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้หลอดไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้กระจกเงาเป็นแหล่งกำเนิดแสงรุ่นนี้ มีเลนส์ที่มีคุณภาพดีกว่ากล้องจุลทรรศน์รุ่นใหม่ ในประเด็นของอายุการใช้งานของเลนส์ประกอบที่ใช้ เพราะเลนส์เป็นชนิดแก้วผิวที่มีคุณภาพ ทนทานต่อเชื้อรา และพบว่า กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้อยู่ในภาควิชามีหลาย ๆ รุ่น และหลายชนิดหรือหลายบริษัทที่ผลิตจัดจำหน่าย และภาควิชาได้จัดซื้อมาใช้อยู่ ภาควิชาต้องซื้อหรือเปลี่ยนเลนส์ใหม่ ไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง (พ.ศ.2526-2560) ในขณะที่กล้องรุ่นที่ทำการศึกษาวิจัยนี้ยังคงใช้งานได้อยู่อีก จำนวน 47 กล้อง โดยที่เลนส์ยังคงใช้งานได้อยู่ และในส่วนของข้อดีข้อเสียของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่นใหม่ที่ใช้ไฟฟ้า ส่วนดีนั้นแม้จะสนองต่อความต้องการในยุคของปัจจุบันที่สะดวกรวดเร็วที่ใช้ระบบ mechanical และระบบไฟฟ้า ในส่วนที่เป็นข้อเสียนั้นคือยังเป็นระบบให้แหล่งกำเนิดแสงชนิดเดียว หากไฟฟ้าดับหรือไม่มีไฟฟ้าก็ไม่สามารถใช้งานได้ จากความเป็นจริงอันนี้ หัวหน้าผู้วิจัยได้เชิญผู้ร่วมวิจัยจากผู้ที่มีความชำนาญด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาร่วมงาน

จึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาและออกแบบประยุกต์ ชุดเสริมประสิทธิภาพกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้กระจกเป็นแหล่งกำเนิดแสงให้สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และแบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดแสงได้ โดยยังได้ภาพที่มีคุณภาพเหมือน หรือใกล้เคียงกับภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงผ่านกระจกแบบเดิม และสามารถเลือกใช้ประเภทของแหล่งกำเนิดที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบหลอดไฟชนิด LED ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดเป็นแหล่งพลังงาน (ไฟฟ้ากระแสสลับ และแบตเตอรี่) และชนิดของอุปกรณ์ยึดจับ โดยจะเน้นการประหยัดงบประมาณแต่สามารถใช้งานได้ยังมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้หลอดไฟชนิด LED กับกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบชนิดใช้กระจกปรับแสง รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11 โดยการเพิ่มแหล่งที่มาของแสง และศึกษาเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง ความคมชัดของภาพ และค่าอุณหภูมิสีของแสง ที่ได้จากหลอดไฟ LED กับภาพที่ได้จากการใช้แหล่งกำเนิดแสงผ่านกระจกเงา (หลอดนีออน) ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม ได้เหมือนหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดที่จะนำมาทดแทนกันได้

ระเบียบวิธีวิจัย

ทำการศึกษาใน 2 ประเด็นหลักคือ การเปรียบเทียบวัสดุยึดจับแหล่งกำเนิดแสงในตำแหน่งที่ทำให้แสงตกบนแผ่นสไลด์พอดิ และเปรียบเทียบความเข้มของแสง ความคมชัดของภาพและค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) ของภาพที่ได้จากหลอดไฟ LED 4 ชนิด โดยเทียบกับการให้แสงนีออนที่ผ่านกระจกรับแสงของกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม

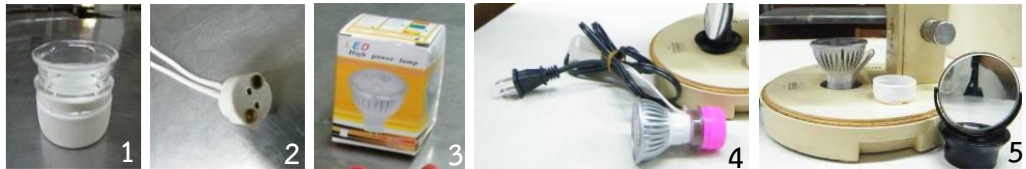
1. วัสดุยึดจับแหล่งกำเนิดแสง เปรียบเทียบการยึดจับแหล่งกำเนิดแสงด้วยวัสดุที่แตกต่างกัน และการเปรียบเทียบหาตำแหน่งยึดจับที่ทำให้แสงตกบนแผ่นสไลด์พอดิ โดยใช้วัสดุ 2 ชนิด คือ

1.1 ใช้เกลียวโลหะเป็นตัวยึดจับกับฐานยึดไฟประดับต้นไม้ กับกล้องจุลทรรศน์ที่ตำแหน่งฐานเสียบกระจกเงาเดิม โดยใช้หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้าขนาด 3W ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V (ภาพที่ 1)

1.2 ใช้ฝาขวดน้ำพลาสติกเป็นตัวยึดจับระหว่างตัวกล้องกับฐานเสียบหลอดไฟ LED กำลังไฟฟ้าขนาด 3W ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 การยึดจับแหล่งกำเนิดแสง โดยใช้เกลียวโลหะเป็นตัวยึดจับกับฐานยึดไฟประดับต้นไม้ กับกล้องจุลทรรศน์ 1: ภาพชุดเกลียวโลหะ, 2: ฐานยึดไฟประดับต้นไม้, 3: หลอดไฟกำลังขนาด 3W, 4-5: การจับยึดหลอดไฟส่องสว่างในตำแหน่งช่องเสียบกระจกเงาเดิม ตามลำดับ



ภาพที่ 2 การยึดจับแหล่งกำเนิดแสง โดยใช้ฝาขวดน้ำพลาสติกเป็นตัวยึดจับระหว่างตัวกล้องกับฐานเสียบหลอดไฟ, 1: ฝาขวดน้ำที่ใช้ในการทดสอบ, 2: เต้าเสียบขาหลอด LED, 3: หลอดไฟ LED กำลังไฟฟ้าขนาด 3W, 4: การประกอบฝาขวดกับเต้าเสียบขาหลอดและหลอดไฟ LED เข้าด้วยกัน, 5: การวางชุดที่ประกอบแล้วในตำแหน่งช่องเสียบกระจกเงาเดิม ตามลำดับ

2. การศึกษาเปรียบเทียบหลอดไฟส่องสว่าง โดยเลือกหลอดไฟชนิดไดโอดเปล่งแสง (LED) จากที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด มา 4 ชนิด คือ 1) หลอดไฟ LED กำลังไฟฟ้า 3W ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V 2) หลอด LED กำลังไฟฟ้า 4W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Lithium Battery 6V 3) หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้า 2.25W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Alkaline Battery 4.5V และ 4) หลอดไฟชนิด LED กำลังไฟฟ้า 4.05W ใช้แบตเตอรี่ชนิด Alkaline Battery 4.5V โดยใช้การให้แสงไฟนีออน ผ่านกระจกรับแสงที่ติดมากับตัวกล้องจุลทรรศน์แต่เดิมเป็นตัวแปรควบคุม แล้วบันทึกผลดังต่อไปนี้

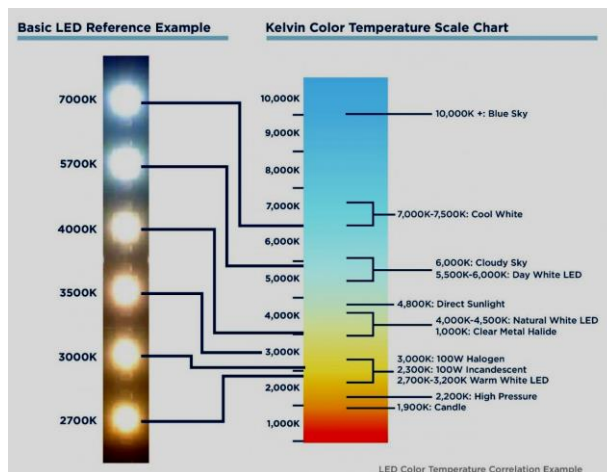
2.1 ค่าความเข้มแสง (ความส่องสว่างของแสง) วัดค่าความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสงด้วยเครื่อง Light Meter รุ่น DIGICON Lx-72 มีหน่วยในการวัดเป็น Lux โดยวัดที่ระยะห่าง 10 นิ้วจากแหล่งกำเนิดแสง

2.2 ถ่ายภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) ขนาด 4X, 10X และ 40X ตามลำดับ โดยถ่ายภาพด้วยกล้อง Olympus รุ่น c-5060 Wide (ภาพที่ 3) ขณะถ่ายภาพจะปรับ Iris diaphragm ใหม่ทุกครั้งเพื่อเลือกมุมมองจากเลนส์ใกล้ตา (Eyepiece lens) ที่มองเห็น

ว่าเป็นภาพที่ดีที่สุดของอุปกรณ์ทดสอบแต่ละชนิด การถ่ายภาพภายใต้สภาวะแสงจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน เช่น จากหลอดไฟ แสงแฟลช หรือแสงอาทิตย์อาจทำให้กล้องถ่ายภาพตดสีสิ่งต่าง ๆ ออกมาผิดเพี้ยนได้ ซึ่งวิธีการแก้ไขสำหรับกล้องดิจิตอล คือการปรับค่าสมดุลแสงขาว (White balance) บนตัวกล้องให้ตรงกับสภาพจริงที่ถ่าย (สุพรรณนิการ์, 2553) ดังนั้นจึงได้ตั้งค่าสมดุลแสงขาว ไว้ที่โหมดถ่ายภาพอัตโนมัติ เป็นโหมดที่กล้องจะปรับตั้งค่าสมดุลแสงขาวสีให้อัตโนมัติ กล้องจะพยายามหาค่าสีที่ถูกต้องเอาเอง จากนั้นนำภาพที่ได้มาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสีของแสง จากแถบเทียบสีมาตรฐาน ที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน ในภาพที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแสงจากแหล่งกำเนิดแสงที่ต่างกันจะมีสิ่งหนึ่งที่เรียกว่า “อุณหภูมิสี” ที่ไม่เท่ากัน อุณหภูมิสีนี้มีผลทำให้สีที่สะท้อนออกมาจากวัตถุมีความสมดุลแสงที่ไม่เท่ากัน (ศุภสิทธิ์, 2546)



ภาพที่ 3 แสดงกล้องถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (ก) และการติดตั้งการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (ข)



ภาพที่ 4 แถบสีสำหรับเทียบหาค่าอุณหภูมิสี (color temperature) ของหลอดไฟชนิด LED (แหล่งที่มา <http://www.lights4learning.org/latest-news/choosing-right-lightbulb/>)

ผลการวิจัย

1. วัสดุยึดจับแหล่งกำเนิดแสง จากการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุยึดจับแหล่งกำเนิดแสง พบว่าการใช้เกลียวโลหะเป็นตัวยึดจับกับฐานยึดไฟประดับต้นไม้ โดยใช้หลอดไฟฟ้าขนาดกำลัง 3W โดยใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220V เมื่อเปิดระบบไฟฟ้าแล้วทิ้งไว้นาน 3 ชั่วโมง จะเกิดความร้อนสูงทำให้พลาสติกด้านในท่อที่ใกล้กับหลอดไฟ หลอมละลาย และมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้ารั่วเนื่องจากฐานที่เป็นโลหะ แต่การใช้ฝาขวดน้ำพลาสติกเป็นตัวยึดจับ พบว่าเมื่อเปิดไฟทิ้งไว้นาน 3 ชั่วโมงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. การศึกษาเปรียบเทียบหลอดไฟส่องสว่าง โดยเลือกใช้หลอดไฟชนิด LED 4 ชนิด จากการวัดค่าความเข้มแสง และหาค่าอุณหภูมิสีของแสงที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุต่างกัน 3 ขนาด พบว่า

2.1 ค่าความเข้มแสง จากหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4.05W ใช้ Alkaline Battery 4.5V ให้ค่าความเข้มแสงสูงที่สุดเท่ากับ 3,853 Lux และหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ใช้ Lithium Battery 6V ให้ค่าความเข้มแสงต่ำที่สุดเท่ากับ 512 Lux ส่วนหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W ใช้ไฟกระแสสลับ (AC) 220V ให้ค่าความเข้มแสงเท่ากับ 1,705 Lux ซึ่งใกล้เคียงกับเมื่อใช้แหล่งกำเนิดแสงผ่านกระจกเงา (1627 Lux) ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อเปิดแหล่งกำเนิดแสงต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W แบบไฟ AC 220V ยังคงให้ภาพที่มีความคมชัด และความเข้มแสงเท่าเดิม ขณะที่หลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ใช้ Lithium Battery 6V ให้ภาพที่มีความเข้มแสงลดลงเหลือเพียง 62 Lux แต่ยังสามารถใช้งานต่อเนื่องได้อีก 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดความเข้มของแสงของแหล่งกำเนิดแสงประเภทต่าง ๆ

ประเภทแหล่งกำเนิดแสง	ค่าวัด (Lux)
ผ่านกระจกรับแสง (ตัวแปรควบคุม)	1627
หลอด LED 3W ใช้ไฟ AC 220V	1705
หลอด LED 4W ใช้ Lithium Battery 6V	512
หลอด LED 2.25W ใช้ Alkaline Battery 4.5V	3765
หลอด LED 4.05W ใช้ Alkaline Battery 4.5V	3853


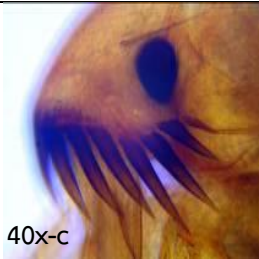
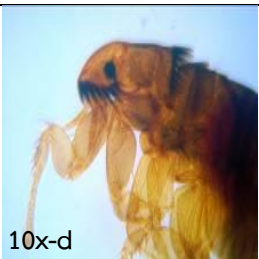


2.2 ผลจากภาพถ่ายสไลด์ถาวรของตัวหมัดสุนัข (*Ctenocephalides canis*) (ภาพที่ 5) เปรียบเทียบภาพที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x, 10x และ 40x ด้วยการใช้นิตของหลอดไฟส่องสว่างที่แตกต่างกัน ได้แก่ หลอดควบคุม, หลอด LED 3W ใช้ไฟ AC 220V, หลอด LED 4W ใช้ Lithium Battery 6V, หลอด LED 2.25W ใช้ Alkaline Battery 4.5V และ หลอด LED 4.05W ใช้ Alkaline Battery 4.5V กับค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color temperature) พบว่า

ที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x การใช้หลอด LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ที่มีแหล่งกำเนิดแสงเป็น Lithium Battery 6V ภาพ 4x-c ให้ภาพที่มีความคมชัดมากที่สุด อีกทั้งอุณหภูมิสีของแสงจากภาพอยู่ระหว่าง 4800-6000 Kelvin (K) และมีความใกล้เคียงกับภาพที่ได้จากหลอดควบคุม ภาพ 4x-a ซึ่งเป็นสีของอุณหภูมิแสงจากหลอดนร้อนจะมีโทนสีเป็นขาว-ฟ้า อยู่ในช่วง 3200-7500 K

(<http://www.hoveyelectric.com/hovey-electric-power-blog/bid/100382/What-Does-Color-Temperature-Have-To-Do-With-LED-Lighting> (12 ธ.ค.2560)) ส่วนภาพ ที่ได้จากการใช้หลอด LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W 220V ภาพ 4x-b เป็นภาพที่มีคุณภาพรองลงมา แต่ก็ยังพบว่าอุณหภูมิสีของแสง อยู่ในช่วงเท่ากับ 4800-6000 K ส่วนชุด Alkaline Battery จะมีอุณหภูมิของสีของแสงสูงมีค่าอยู่ในช่วงเท่ากับ 6000-10000 K ทั้งสองภาพ คือภาพ 4x-d และ 4x-e ซึ่งสูงกว่าหลอดควบคุมมาก และจะมีความแตกต่างจาก ภาพ 4x-b และ 4x-c ช่างต้นอย่างชัดเจนด้วย

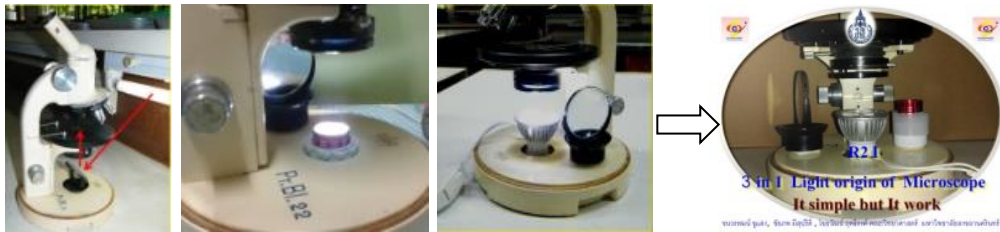
ที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 10x พบว่า ภาพที่ได้ แสดงผลเหมือนกับภาพที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x คือ 10x-c และ 10x-b ใกล้เคียงกับภาพ 10x-a ตามลำดับ ส่วนชุด Alkaline Battery ทั้งสองภาพ คือภาพ 10x-d และ 10x-e จะแตกต่างเช่นเดียวกับที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x

ที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 40x พบว่า ภาพที่ได้จากการใช้หลอด LED 3W ใช้ไฟกระแสสลับ AC 220V 40x-b ใกล้เคียงกับภาพ 40x-a ให้ภาพที่มีความคมชัดมากที่สุด และรองลงมา คือ หลอด LED 4W ใช้ Lithium Battery 6V ภาพ 40x-c สำหรับอุณหภูมิสีของแสงจากภาพทั้ง 2 ชนิดยังอยู่ในช่วง 4800-6000 K ส่วนชุด Alkaline Battery ทั้งสองภาพ คือภาพ 40x-d และ 40x-e จะแตกต่างเช่นเดียวกับที่กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x และ 10x

ประเภท	กำลังขยาย		
	4X	10X	40X
แหล่งกำเนิดแสง ผ่านกระจกกับแสง (ตัวแปรควบคุม) Lux=1627	 <p>4x-a</p>	 <p>10x-a</p>	 <p>40x-a</p>
อุณหภูมิตีของแสง (K)	3200-7500	3200-7500	3200-7500
หลอด LED 3W ใช้ไฟ AC 220V Lux=1705	 <p>4x-b</p>	 <p>10x-b</p>	 <p>40x-b</p>
อุณหภูมิตีของแสง (K)	4800-6000 K	4800-6000 K	4800-6000 K
หลอด LED 4W ใช้ Lithium Battery 6V Lux=512	 <p>4x-c</p>	 <p>10x-c</p>	 <p>40x-c</p>
อุณหภูมิตีของแสง (K)	4800-6000 K	4800-6000 K	4800-6000 K
หลอด LED 2.25W ใช้ Alkaline Battery 4.5V Lux=3765	 <p>4x-d</p>	 <p>10x-d</p>	 <p>40x-d</p>
อุณหภูมิตีของแสง (K)	6000-10000 K	6000-10000 K	6000-10000 K
หลอด LED 4.05W ใช้ Alkaline Battery 4.5V Lux=3853	 <p>4x-e</p>	 <p>10x-e</p>	 <p>40x-e</p>
อุณหภูมิตีของแสง (K)	6000-10000 K	6000-10000 K	6000-10000 K

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบภาพถ่ายของตัวหมัดสุนัข (*Ctenocephalides canis*) ที่ต่างๆ กัน

ซึ่งจากผลการศึกษานี้สามารถประยุกต์ใช้หลอดไฟ LED ที่มีกำลังไฟฟ้าเหมาะสมต่อการให้ภาพที่มีอุณหภูมิสี และความคมชัด ใกล้เคียงกับภาพที่ได้จากการใช้แหล่งกำเนิดแสงด้วยกระจกเงาแบบเดิม เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงจากกระจกเงา รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11 ได้ดี ซึ่งจะทำให้สามารถสลับใช้งานแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้หลายโอกาส และจัดเป็นงานวิจัยประเภทงานวิจัยสู่นวัตกรรม R to I (Research to Innovation) 3 in 1 Light origin of Microscope (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ชุดภาพ, 1: การใช้งานด้วยกระจก, 2: การใช้ Lithium Battery, 3: ใช้งานด้วยไฟฟ้า 220V, 4: การนำมารวมเป็น 3 in 1 Light origin of Microscope ให้กับกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้กระจกเงารับแสง รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W ใช้ไฟกระแสสลับ (AC) 220V ให้ค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกับการใช้กระจกเป็นแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด ส่วนหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ใช้ Lithium Battery 6V ให้ค่าความเข้มแสงต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบภาพถ่ายที่ได้จากกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุขนาด 4x, 10x และ 40x ภาพที่ได้จากการใช้หลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ใช้ Lithium Battery 6V เป็นแหล่งกำเนิดแสงให้ภาพที่มีความคมชัด และมีอุณหภูมิสีอยู่ในช่วงเดียวกับการใช้กระจกเงารับแสงเป็นแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด ซึ่งภาพที่มีความคมชัดตรงลงมาคือภาพที่ได้จากการใช้หลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W ใช้ไฟ AC 220V เป็นแหล่งกำเนิดแสง ดังนั้นจึงเลือกหลอดไฟ LED ทั้งสองชนิดมาเป็นอุปกรณ์เสริมหรืออุปกรณ์ทางเลือกให้กับผู้ใช้กล้องจุลทรรศน์รุ่น WILD (HEERBRUGG) SWITZERLAND M11

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่าหลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 4W ใช้ Lithium Battery 6V ให้ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 512 Lux เป็นแสงสีขาว เป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟส่องสว่างประเภทอื่น และยังเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าความเข้มแสงในการมองเห็น ของคนปกติโดยทั่วไปซึ่งอยู่ระหว่าง 300-500 Lux ที่ความเข้มแสงนี้จะช่วยถนอมสายตาได้ดีกว่าหลอดไฟส่องสว่างที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงประเภทอื่น (อนันต์ ลือขจร, 2535) นอกจากนี้หลอดไฟ LED ขนาดกำลังไฟฟ้า 3W 220V ให้ค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกับการใช้กระจกเป็นแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด จึงนับเป็นอีกทางเลือกในการใช้งานในสถานะที่ไม่สามารถใช้กระจกได้ เช่น ในเวลากลางคืน หรือสถานที่ที่มีแสงน้อย แต่การใช้งานหลอดไฟส่องสว่างชนิดนี้ข้อจำกัดที่จะต้องใช้เวลาพักสายตา ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้งานในสถานที่ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้อุณหภูมิสีของภาพที่ได้จากหลอดไฟ LED 4W ใช้ Lithium Battery 6V กับหลอดไฟ LED 3W 220V ยังอยู่ในช่วงค่าเดียวกัน คือ 4800 - 6000 K และจากหลักการในเรื่องของคลื่นแสงเมื่อแสงมีความยาวคลื่นต่างกันจะให้อุณหภูมิสีที่ต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของสีในแหล่งกำเนิดแสงนั้นจะมีผลต่อการถ่ายภาพหรือภาพถ่ายที่ได้ ซึ่งโทนสีจะเปลี่ยนไปตามแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิด (ธนพล, 2557) ดังนั้นภาพที่เห็นจะแปรผันตามอุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งภาพที่ได้จากหลอดทั้ง 2 ชนิด คล้ายคลึงกับภาพที่ได้จากการใช้กระจกเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งค่าของอุณหภูมิ

สีสูงจะหมายถึงมีแสงสีน้ำเงินมาก แต่หากอุณหภูมิสีต่ำแสดงว่ามีแสงสีแดงมาก (ร่วมศักดิ์, 2541) โดยสีในกลุ่มสีฟ้าหรือสีน้ำเงินจัดเป็นโทนสีเย็นจะให้ความรู้สึกสบายตาเมื่อมองมากกว่าสีในกลุ่มโทนสีร้อน (นิภา, 2555; วรวิรุ, 2557) นอกจากนี้อุณหภูมิสียังสัมพันธ์กับความยาวคลื่นแสงอีกด้วย โดยความยาวคลื่นแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-750 นาโนเมตร (nm) (อาจารย์รงค์, 2558)

แต่อย่างไรก็ตาม ค่าอุณหภูมิสีของแสงของทั้ง 2 ชนิด อยู่ในช่วงเดียวกับหลอดควบคุม จึงได้นำภาพที่ได้มาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสีของแสงจากแถบเทียบสีมาตรฐาน (ภาพที่ 4) ช่วยในการตัดสินใจในผลการวิจัยครั้งนี้ ผลของความเข้มของแสง และอุณหภูมิสีของแสง ของหลอดทั้ง 2 ชนิดสามารถนำมาใช้เป็นชุดอุปกรณ์ทดแทนหรือประยุกต์ใช้กับกล้องจุลทรรศน์รุ่นนี้ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.ศันสรียา ว่างกลางกูร ผศ.ดร.กมลธรรม อ่ำสกุล ผศ.ดร.อารักษ์ จันทศิลป์ และอาจารย์สุกรี แวววรรณจิตร จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ Dr.Brian Hodgson จากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ศ.ดร.สุมาลี สังข์ศรี จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช รวมทั้งขอเสนอแนะในการที่เป็นประโยชน์จากคณะกรรมการตัดสินการนำเสนอผลงาน ที่การประชุมการวิจัยระดับชาติสำหรับบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 8 ทองกวาววิชาการ 59

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา. 2546. ปฏิบัติการชีววิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 99 หน้า
- ชนพล บุญชนะ. 2557. อุณหภูมิสีของแสงกับการถ่ายภาพ. [Online]. Available: <https://beertechno.files.wordpress.com>. (สืบค้น ธันวาคม 2560).
- นิภาวรรณ สุนทรโสภา. 2555. ปัจจัยการออกแบบสภาพแวดล้อมของร้านอาหารที่สื่อถึงประเภทอาหาร กรณีศึกษา ร้านอาหารญี่ปุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ร่วมศักดิ์ แก้วปลั่ง. 2541. เทคนิคการถ่ายภาพ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. 176 หน้า
- วรวิรุ จินตามะยะกุล. 2557. การรับรู้แสงของสภาพแวดล้อมภายใน ที่มีผลต่อรูปแบบ ประโยชน์ใช้สอย และคุณค่าอาคาร กรณีศึกษา: ร้านกาแฟในห้างสรรพสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ศุภสิทธิ์ นาคเสน. 2546. กล้อง DIGITAL ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี. อินโฟเพรส (Infopress Technology Book). 344 หน้า.
- สุพรรณนิการ์ นนทารักษ์. 2553. ถ่ายภาพสวยด้วยกล้อง Canon DSLR 550D. จินตวิรุ พันธุ์แก้ว และ ตะวัน พันธุ์แก้ว, บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ. โปริชั่น. 360 หน้า.
- อนันต์ ลีอจจร. 2535. กล้องจุลทรรศน์และเทคนิคการถ่ายภาพทางชีววิทยา. กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 260 หน้า.
- อาจารย์รงค์ จันทมาศ. 2558. สุดยอดการค้นพบด้านแสง. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). เชียงใหม่. 31 หน้า.