

เปิดโลกมีวอาย

ตอน

คริสต์เตียนตัวน้อย



เปิดโลกมิวอาย ตอน คริสเตเชียนตัวน้อย

พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2559

จำนวนพิมพ์ 1000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2559 ตาม พ.ร.บ. พ.ศ. 2537

โดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือฉบับนี้ นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

เปิดโลกมิวอาย ตอน คริสเตเชียนตัวน้อย/โดย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. -- ปทุมธานี :

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559.

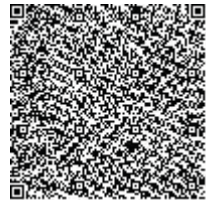
20 หน้า : ภาพประกอบ

1. กLOSSจุลทรรศน์ 2. เลนส์

I. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ II. ชื่อเรื่อง

QH212.E4

681.4



จัดทำโดย

NECTEC
a member of NSTDA

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 02 564 6900

โทรสาร 02 564 6901-2



ที่มาของเลนส์มิวอาย

เลนส์มิวอาย (μEye) คือ เลนส์กล้องจุลทรรศน์แบบพกพาที่ได้รับการพัฒนาโดยทีมนักวิจัยจากห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากกล้องจุลทรรศน์ได้มากขึ้น กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวัตถุที่มีขนาดเล็ก แม้ว่าในห้องเรียนวิทยาศาสตร์จะมีกล้องจุลทรรศน์ไว้ให้นักเรียนใช้งาน แต่ด้วยกล้องจุลทรรศน์มีราคาสูง การบำรุงรักษาเลนส์และอุปกรณ์ที่เปราะบางทำได้ยาก ทำให้หลายโรงเรียนมีกล้องจุลทรรศน์ไม่เพียงพอและไม่สามารถนำไปใช้งานนอกห้องเรียนได้

ทีมนักวิจัยจึงได้นำวัสดุใกล้ตัวมาทำการทดลองสร้างเลนส์กล้องจุลทรรศน์ ลองผิด ลองถูก จนได้กระบวนการผลิตเลนส์ที่ยืดหยุ่นยืดหยุ่นแล้ว นำมาผลิตเป็นเลนส์มิวอายที่ติดกับกล้องของอุปกรณ์พกพาอย่างโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตได้ ชื่อของเลนส์มิวอายมีที่มาจากหน่วยวัดความยาวระดับไมโครเมตร ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ μ (อ่านว่า “มิว”) เลนส์มิวอายทำจากวัสดุพอลิเมอร์ซึ่งต่างจากเลนส์แก้วที่ใช้ในกล้องจุลทรรศน์ทั่วไป ทำให้พกพาสะดวกเมื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์ข้างต้นที่มีแหล่งกำเนิดแสงและตัวปรับระยะวัตถุ จะให้ภาพคมชัดใกล้เคียงกล้องจุลทรรศน์ อีกทั้งยังสามารถบันทึกภาพและวิดีโอได้สะดวก รวดเร็ว ทุกที่ทุกเวลา

ทีมนักวิจัยและคณะผู้จัดทำหนังสือ หวังว่านักเรียนจะได้รับประโยชน์ สาระความรู้ และความสนุกในการเรียนรู้ด้วยเลนส์มิวอาย อีกทั้งหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นวัตกรรมโดยคนไทยชิ้นนี้จะเป็นแรงบันดาลใจให้นักเรียนใฝ่เรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

ทีมนักวิจัยชุดเลนส์มิวอายและคณะผู้จัดทำหนังสือเปิดโลกมิวอาย



คำนิยม

ดร.ทวีศักดิ์ กอนันต์กุล

จากความประทับใจในวัยเด็กของผม คือการที่ผมเป็นเด็กบ้านนอก และวันหนึ่งได้รับของขวัญจากคุณพ่อเป็นกล่องจุลทรรศน์อันหนึ่ง ผมรู้สึกดีใจมากๆ กล่องนั้นขยายได้ 50x 150x และ 400x คุณพ่อซื้อมาจากร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ และนั่นเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ผมมีเครื่องมือชั้นดีในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัว จนได้ก้าวเข้าสู่เส้นทางสายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

ในวันนี้เรากล่าวได้ว่า กล่องจุลทรรศน์นั้นเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ การสังเกต การค้นหา ซึ่งเป็นการปลูกฝังพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชน ยิ่งมาในสมัยปัจจุบันนี้ที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน อย่างเช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต การเข้าถึงการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และการสื่อสารผ่านอุปกรณ์ดังกล่าวไม่ใช่เรื่องยุ่งยากหรือห่างไกลตัวอีกต่อไป เมื่อผมได้ทราบว่าทีมวิจัยของเนคเทค สวทช. พัฒนาเลนส์ที่ใช้ชื่อว่า มิวอาย ซึ่งสามารถติดเข้ากับกล่องของอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตแล้ว ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวกลายเป็นกล่องจุลทรรศน์ขึ้นมา ผมรู้สึกตื่นเต้นและยินดีเป็นอย่างมาก นึกถึงโอกาสที่เด็กไทยจะสามารถมีกล่องจุลทรรศน์ของตัวเอง ทำให้ได้โอกาสในการศึกษาเรียนรู้ สังเกต ค้นหาสิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างที่ผมเคยได้รับโอกาสนั้นในสมัยยังเด็ก ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อได้เห็นตัวอย่างภาพถ่ายจากเลนส์มิวอาย และได้อ่านสาระความรู้ในหนังสือเล็กๆ เล่มนี้ ยิ่งทำให้ผมมั่นใจว่า จะกระตุ้นให้เด็กๆ และเยาวชนอยากที่จะใช้เลนส์มิวอายเพื่อการเรียนรู้อย่างมีสาระและสนุกสนาน เกิดความอยากรู้อยากเห็นอยากค้นหา หลายท่านถามว่า ทำเลนส์ได้ ไม่ว่าจะมียะไรมากวันนี้เลนส์ขยายติดกล่องสามารถซื้อได้ทั่วไป ขอเรียนว่าสิ่งที่ทีมเนคเทค สวทช. พัฒนาเป็นเลนส์คุณภาพสูง ราคาประหยัด มีกระบวนการผลิตและการควบคุมกำลังขยาย กับการทำให้ผิวเลนส์ใสแจ่มเหนือกว่าการใช้แม่พิมพ์ราคาแพง ทุกอย่างมีเครื่องจักรผลิตได้ในประเทศไทยและพร้อมที่จะนำผลงานออกสู่ตลาดโลก เมื่อผู้ลงทุนภาคเอกชนไทยพร้อมจะมาคุยกับเราครับ

ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยชุดนี้จะสามารถกระจายแผ่กว้างออกไปให้กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกดอกออกผลในเยาวชนคนไทย ให้เติบโตขึ้นอย่างเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติของเราสืบไป



ดร.ทวีศักดิ์ กอนันต์กุล
ผู้อำนวยการ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร.ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร

"เลนส์มิวอาย" เปลี่ยนกล้องมือถือให้เป็นกล้องจุลทรรศน์ เป็นนวัตกรรมหนึ่งของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ที่ช่วยเปิดประตูให้แก่ นักเรียน นักศึกษา ครูอาจารย์ และผู้สนใจทั่วไป สามารถมีกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัลที่สามารถบันทึกและส่งภาพหรือวิดีโอได้ พกพาได้ง่าย ใช้งานได้สะดวก และยังสามารถแบ่งปันภาพหรือวิดีโอที่ได้ให้แก่ผู้อื่นได้อย่างรวดเร็ว การใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตคู่กับเลนส์มิวอายนี้ช่วยให้ง่ายต่อการศึกษาวัตถุที่มีรายละเอียดที่สังเกตด้วยตาเปล่าได้ยาก ตัวอย่างเช่น การใช้ภาพถ่ายจากเลนส์มิวอายในการศึกษาวงจรชีวิตของสัตว์น้ำกลุ่มที่มีรยางค์ ทำให้เห็นได้ชัดว่า อะไรคือจุดแบ่งของช่วงชั้นในวงจรชีวิต ซึ่งช่วยกระตุ้นให้เยาวชนมีความช่างสังเกต นำไปสู่การค้นหาและการสร้างความเข้าใจ และเป็นจุดเริ่มต้นของการมีความคิดที่เป็นระบบ อันควรแก่การปลูกฝังให้เกิดขึ้นในเยาวชนของสังคม

ผมจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นแรงผลักดันให้เยาวชนและผู้สนใจทั่วไป สนใจศึกษาค้นคว้า และต่อยอดในการใช้เลนส์มิวอายต่อไป พร้อมทั้งมีแนวคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น รวมไปถึงการนำไปปรับใช้กับการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกระตุ้นให้เกิดความน่าสนใจ เกิดความคิดใหม่ๆ และนำไปสู่การสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติต่อไป

ดร.ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร
ผู้อำนวยการ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ



บทนำเกี่ยวกับครัสเตเชียน

ครัสเตเชียน (Crustaceans) เป็นสัตว์ที่มีเปลือกแข็งและส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ คนทั่วไปมักจะรู้จักว่าเป็นสัตว์กลุ่มกุ้งและปู แต่ในแหล่งน้ำธรรมชาติยังมีตัวอ่อนของกุ้ง ปู และครัสเตเชียนชนิดอื่นๆ จำนวนมากที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ล่องลอยอยู่ในน้ำ สัตว์เล็กๆ เหล่านี้ มีความสำคัญมากกว่าที่เราคิด ครัสเตเชียนตัวน้อยมีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อห่วงโซ่อาหาร และความอุดมสมบูรณ์ของหนองน้ำ แม่น้ำลำธาร ไปสู่ทะเล และมหาสมุทร



ใรรน้ำหลากหลายชนิด เพรียงหิน โคฟีพอด กุ้งเคย ตัวอ่อนของกุ้ง กั้ง และปู ก็คือ ครัสเตเชียนตัวน้อยที่พบได้ในแหล่งน้ำทั่วไป สัตว์เหล่านี้มีวงจรชีวิตที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่ ตัวอ่อนของมันจะมีรูปร่างและหน้าตาไม่เหมือนกับตัวเต็มวัย...

เด็กชายมิว จึงอยากชวนเพื่อนๆ มาตามหาสิ่งมีชีวิตตัวจิ๋วเหล่านี้ด้วยกัน แต่จะต้องพกพาตัวช่วยสำคัญในการค้นหาและการเรียนรู้ไปด้วย ซึ่งนั่นก็คือ **ชุดเลนส์มิวอาย** เรามาตามเด็กชายมิวไปเปิดโลกครัสเตเชียนตัวน้อยๆ เหล่านี้กันเถอะ





บทสัมภาษณ์

คุณครูวิญญา อุ่นนันทภาศ

โรงเรียน อบจ.บ้านจอบคำ

จ.แม่ฮ่องสอน

ความเป็นมาของโรงเรียน

โรงเรียน อบจ.บ้านจอบคำ เป็นโรงเรียนขยายโอกาส ที่เปิดชั้นมัธยมศึกษาเป็นปีที่ 2 โดยมีนักเรียน ม.1 จำนวน 40 คน และ ม.2 จำนวน 32 คน โดยโรงเรียนใช้หลักสูตรแบบบูรณาการผสมผสานระหว่างสาระวิทยาศาสตร์ สังคม กอท. และศิลปะ บนพื้นฐานปัญหาชุมชน โดยเปิดสอนมาแล้ว 3 เทอม เทอมที่ 1 ตามรอยเศรษฐกิจพอเพียง เทอมที่ 2 อาหารปลอดภัย เทอมที่ 3 หนึ่งตำบล หนึ่งวัฒนธรรม หนึ่งอัตลักษณ์ และเทอมนี้เป็นเทอมที่ 4 Let's go Asia. โดยศึกษาสภาพทั่วไปและแหล่งท่องเที่ยวในเอเชีย

ก่อนและหลังจากได้รับชมมิววาย

ก่อนที่ได้รับมิววายไปใช้ในการสอนเรื่องตามรอยเศรษฐกิจพอเพียง เป็นเรื่องวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในชุมชน เช่น การปลูกข้าวบนแปลงนาสาธิต โดยจะจำลองเป็นแปลงนาเล็กๆ ในโรงเรียน สอนตั้งแต่การผสมดิน การเพาะเมล็ดพันธุ์ การดูใบอ่อนที่แตกกอ การดูรากแก้ว รากฝอย ซึ่งให้เด็กๆ มองผ่านกล้องจุลทรรศน์แล้วนำมาวิพากษ์กัน แต่หลังจากได้รับมิววายสามารถสื่อสารออกมาเป็นภาพจริง ทำให้นักเรียนสามารถวิพากษ์ในมุมมองเดียวกันเข้าใจตรงกัน และทำให้เด็กนักเรียนสนุกกับการเก็บตัวอย่าง ตื่นเต้นกับภาพที่ได้เห็นเกิดการแบ่งปันระหว่างพี่กับน้อง พี่สอนน้องในการใช้เครื่องมือสำหรับการเก็บตัวอย่าง และร่วมกันสร้างศิลปะผ่านเลนส์มิววาย ซึ่งเป็นวิธีการฝึกบันทึกลายเส้นจากฝีมือของเด็กๆ เอง

วิธีการเก็บและเตรียมตัวอย่าง

อุปกรณ์

- ผ้าไนลอน Silk screen หรือ ผ้าขาวบางซ้อนทับหลายชั้นเพื่อให้มีขนาดตาละเอียด
- ภาชนะสำหรับตักน้ำ
- ขวดเก็บตัวอย่าง
- ฟอรัมาลิน หรือ แอลกอฮอล์ สำหรับการเก็บรักษาสภาพตัวอย่าง
- หลอดหยดสาร
- สไลด์ และกระจกปิดสไลด์ หรือ จานเพาะเชื้อ (Petri dish)



ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

ตักน้ำในแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง แล้วนำมากรองด้วยผ้าไนลอน Silk screen (หรือใช้ผ้าขาวบางหรือผ้าตาละเอียด ซ้อนทับกันหลายชั้นสำหรับการกรองตัวอย่าง) จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองมาได้ใส่ขวด แล้วทำการรักษาสภาพตัวอย่าง โดยเติมฟอรัมาลินเจือจาง 4% (ฟอรัมาลินเข้มข้น 4 ส่วนในน้ำตัวอย่าง 100 ส่วน) หรือใช้แอลกอฮอล์ 40-70% แล้วจึงนำตัวอย่างมาเตรียมบนสไลด์หรือจานเพาะเชื้อ



ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ในกรณีที่ใช้สไลด์ - ใช้หลอดหยดสารดูดตัวอย่างที่ทำการเก็บรักษาสภาพไว้ประมาณ 0.5 มิลลิลิตร นำมาหยดลงบนแผ่นสไลด์ประมาณ 2-3 หยด ใช้กระจกปิดสไลด์ปิดด้านบนของตัวอย่าง โดยไม่ให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นใช้กระดาษทิชชูซับน้ำส่วนเกินออก แล้วนำสไลด์ไปส่องดูด้วยชุดเลนส์มิวอาย (ตามคู่มือการใช้งานเลนส์มิวอาย)

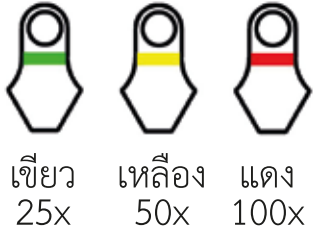
ในกรณีที่ใช้งานเพาะเชื้อ - ใช้หลอดหยดสารดูดตัวอย่างที่ทำการเก็บรักษาสภาพไว้ประมาณ 0.5 - 1 มิลลิลิตร นำมาหยดลงในจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปส่องดูด้วยชุดเลนส์มิวอาย (ตามคู่มือการใช้งาน เลนส์มิวอาย)

คู่มือการใช้เลนส์มิกวอย



การใช้งานขาตั้งร่วมกับกล้องหน้า

เลือกกำลังขยาย



เขียว 25x เหลือง 50x แดง 100x

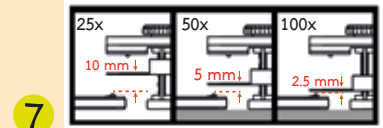
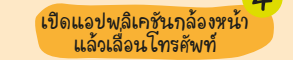
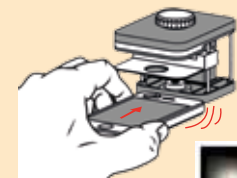
การติดตั้งเลนส์มิกวอย



ข้อควรระวัง: วางเลนส์ตรงตำแหน่งกึ่งกลางกล้อง โดยระวังไม่ให้ติดเคส

เทคนิคสำหรับผู้เริ่มใช้งาน

- 1 ติดเทปกาบสองหน้าให้ขาตั้ง
- 2 ใส่ลูกบิดและยึดขาตั้งกับพื้น ป้องกันการเลื่อนตำแหน่ง
- 3 สอดโทรศัพท์ที่ติดตั้งเลนส์มิกวอยแล้วไว้ที่ขาตั้ง
- 4 เปิดแอปพลิเคชันกล้องหน้า แล้วเลื่อนโทรศัพท์
- 5 เลื่อนโทรศัพท์หรือเลนส์มิกวอยจนแสงจากขาตั้งอยู่กลางจอแสดงผล
- 6 วางวัตถุที่ต้องการดูภาพไว้ที่แผ่นวาง ใช้มือข้างหนึ่งประกอขาตั้งไม่ให้เลื่อน ใช้มืออีกข้างหนึ่งหมุนลูกบิดปรับโฟกัสภาพ
- 7 หมุนลูกบิด
- 8 ขยับวัตถุเพื่อเลื่อนตำแหน่ง โดยระวังไม่ให้ขาตั้งและโทรศัพท์ที่เลื่อน



การใช้งานขาตั้ง

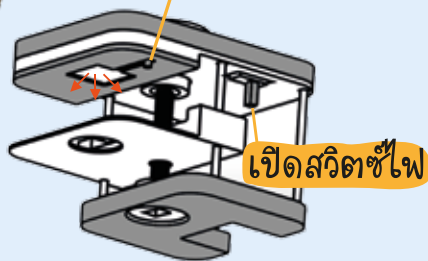
การเลื่อนปุ่มปรับแสงอาจขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของตัวอย่าง



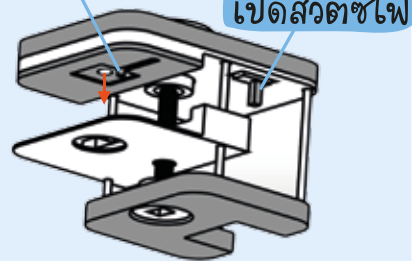
เลื่อนปุ่มไปทางซ้าย

เลื่อนปุ่มไปทางขวา

เปิดสวิตช์ไฟ



สำหรับ 25x หรือ 50x



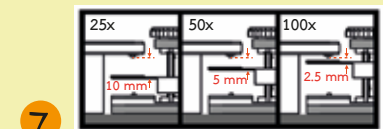
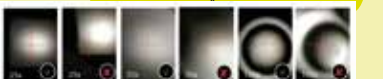
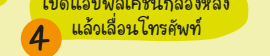
สำหรับ 50x หรือ 100x

ข้อควรระวัง: เลื่อนปุ่มเปิด - ปิดแสงให้สุดด้านใดด้านหนึ่ง

การใช้งานขาตั้งร่วมกับกล้องหลัง

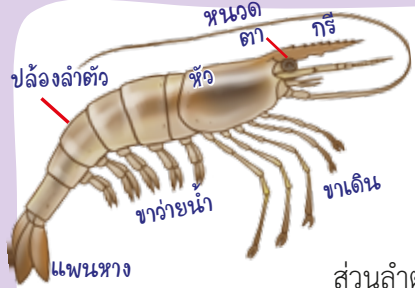
เทคนิคสำหรับผู้เริ่มใช้งาน

- 1 ติดเทปกาบสองหน้าบนขาตั้ง
- 2 ใส่ลูกบิดและยึดขาตั้งกับพื้น ป้องกันการเลื่อนตำแหน่ง
- 3 ใช้กล้องหลังมิกวอยวางโทรศัพท์
- 4 เปิดแอปพลิเคชันกล้องหลัง แล้วเลื่อนโทรศัพท์
- 5 เลื่อนโทรศัพท์หรือเลนส์มิกวอยจนแสงจากขาตั้งอยู่กลางจอแสดงผล
- 6 วางวัตถุที่ต้องการดูภาพไว้ที่แผ่นวาง ใช้มือข้างหนึ่งประกอขาตั้งไม่ให้เลื่อน ใช้มืออีกข้างหนึ่งหมุนลูกบิดปรับโฟกัสภาพ
- 7 หมุนลูกบิด
- 8 ขยับวัตถุเพื่อเลื่อนตำแหน่ง โดยระวังไม่ให้ขาตั้งและโทรศัพท์ที่เลื่อน



วัตถุที่เหมาะสมกับการใช้งานกล้องหลัง คือ สไลด์ และวัตถุที่มีความหนาไม่เกินระยะโฟกัส

กุ้งขาว (กุ้งแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก)



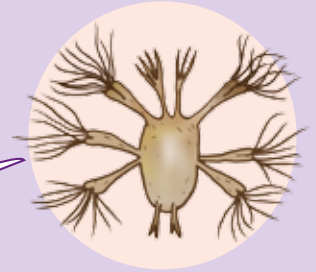
กุ้งขาวแวนนาไม เป็นกุ้งทะเล กำเนิดในทวีปแอฟริกาใต้ มีลำตัวเป็นปล้องๆ สีขาว ส่วนด้านปลายหัวมีกริเป็นหยักๆ กริด้านบนมี 8 ฟัน กริด้านล่างมี 2 ฟัน ตัวเต็มวัยมีหงวนดสีแดง 2 เส้นยาว ตาแดงเข้ม ส่วนลำตัวมี 6 ปล้อง มีขาเดินสีขาวปลายขาสีแดง มีขาว่ายน้ำ

5 คู่ ปลายหางมีสีแดงเข้ม แพนหางมี 4 ใบ และมี 1 กริหาง วงจรชีวิตกุ้งขาวเริ่มจากไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วภายใน 12-14 ชม. จะฟักเป็นตัวอ่อน และมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจนกระทั่งเหมือนตัวเต็มวัย วงจรชีวิตแบ่งเป็นระยะๆ คือตัวอ่อนระยะที่ 1 นอเพลียส ยังไม่ต้องการอาหาร เนื่องจากมีถุงอาหารติดอยู่กับลำตัว ตัวอ่อนระยะที่ 2 โปรโตซูเอีย ส่วนหัวและลำตัวแยกจากกันชัดเจน ตัวอ่อนระยะที่ 3 ไมซีส เริ่มพัฒนาขาว่ายน้ำ แต่ยังว่ายน้ำแบบหัวทิ่ม และติดขึ้นลง ตัวอ่อนระยะที่ 4 โปสเตอร์ลาร์วา มีอวัยวะต่างๆ เกือบครบทุกส่วน และพัฒนาการจนเข้าสู่ระยะกุ้งวัยรุ่นจนกระทั่งเติบโตเต็มวัย



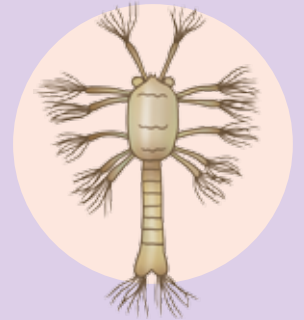
น้องๆ ทราบหรือไม่ว่า กุ้งขาวจากประเทศไทย เป็นสินค้า เกษตรที่ได้รับควมนิยมอย่างมาก สามารถส่งออกไปขายทั่วโลก นำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับต้นๆ เลยทีเดียว... รูปร่างหน้าตาของกุ้งขาวแต่ละระยะเป็นอย่างไร เรามาตามไปศึกษากันเถอะ....

ผมเป็นนอเพลียส เพิ่งจะออกมาจากไข่ได้ไม่นานครับ ยังมีอาหารจากถุงไข่เหลืออยู่สบายเลยไม่ต้องหาอาหารกินเอง



ระยะนอเพลียส

ผมโตขึ้นนิดหน่อย ก็เริ่มหิวแล้วครับ ต้องหาแพลงก์ตอนพีช ในน้ำมากินแล้วล่ะครับ!



ระยะโปรโตซูเอีย

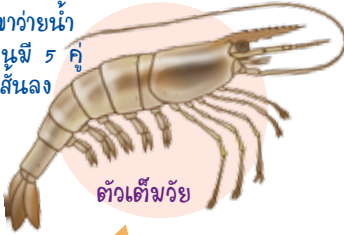
ผมโตขึ้นมาอีกระยะหนึ่งแล้ว จากนี้ไปต้องเปลี่ยนอาหารไปหากิน เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ จ้าว!! ถ้ามีตัวโตๆ โปรตีนคงเยอะ น่าดูเลย..



ระยะไมซีส

วงจรชีวิตกุ้งขาว กับภาพถ่ายจากเลนส์มิวอาย

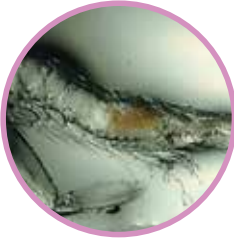
มีหนวดขาว ขาวว่ายน้ำ
แข็งแรง ขาเดินมี 5 คู่
ปล้องหางสั้นลง



ตัวเต็มวัย



ระยะโปรสตาร์วา



มีขาเดิน 3 คู่
เห็นขาวว่ายน้ำชัดเจนขึ้น
ปล้องหางยาว



ระยะไมซิส



เริ่มพัฒนาขาวว่ายน้ำ
50X



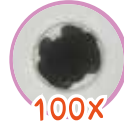
ตุ่มตาแยกชัดเจนและมีปาก
50X



ส่วนหัวแยกจากลำตัว ลำตัวมีปล้อง
2.5X



ระยะไข่



100X

ไข่ระยะพร้อม
ฟักตัวออกมา

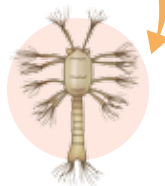


ระยะนาเพลียส



100X

เริ่มพัฒนารยางค์
ส่วนหัวและลำตัว
ไม่แยกจากกัน
คล้ายแมงมุม



ระยะโปรโตซูเลีย



100X

เริ่มสร้างตาเป็นจุดดำ
สร้างปาก มีส่วนหัว
และลำตัวแยกจากกัน
รยางค์หางเพิ่มขึ้น

* ตัวเลขในภาพถ่ายหมายถึงกำลังขยายของเลนส์มิวอายที่ใช้ถ่ายภาพ



กุ้งน้ำจืด (กุ้งก้ามกราม)

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียใต้ กุ้งชนิดนี้นิยมใช้เป็นอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กุ้งเผาหรือต้มยำกุ้ง ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาด แม้ว่ากุ้งก้ามกรามจะเป็นกุ้งน้ำจืดแต่มันจะไปวางไข่และไข่จะฟักเป็นตัวในน้ำกร่อย ปากแม่น้ำ ไข่ที่ผสมแล้วจะล่องลอยไปตามกระแสน้ำเป็นเวลาประมาณ 19 วันก่อนจะฟักออกมาเป็นตัวอ่อนที่ว่ายน้ำห่างโขง และจะมีการลอกคราบอีก 12 ครั้ง ถึงจะเข้าสู่ระยะโพสต์ลาร์วา หรือเรียกว่า "กุ้งคว่ำ" ที่มีรูปลักษณ์เหมือนพ่อแม่ แล้วอพยพย้ายกลับมาเติบโตในน้ำจืดต่อไป



ตัวอ่อนกุ้งก้ามกราม
อายุ 1 วัน



ตัวอ่อนกุ้งก้ามกราม
อายุ 2 วัน

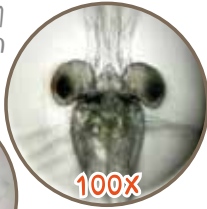


ตัวอ่อนกุ้งก้ามกราม
อายุ 30 วัน

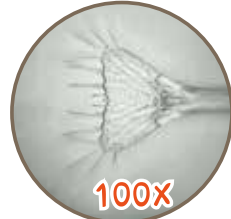


วงจรชีวิตกุ้งก้ามกราม

ตาค่อยๆ
โปนออกมา



มีกรีหัยก
เฉพาะด้านบน



แผนหางมีใบเดียว

ระยะไข่

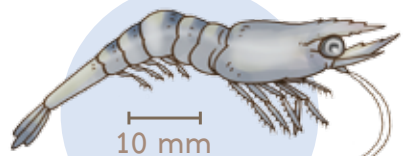


0.1 mm



0.5 mm

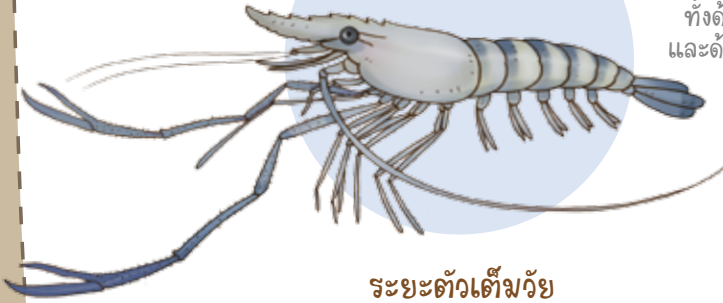
ลูกกุ้งวัยอ่อน



10 mm

ระยะโพสตร์ลาร์วา หรือ กุ้งคว่ำ

10 cm



ระยะตัวเต็มวัย

มีกรีหัยก
ทั้งด้านบน
และด้านล่าง



100X



50X

แผนหางมีหลายใบ

* ตัวเลขในภาพถ่ายหมายถึงกำลังขยายของเลนส์ไมโครสโคปที่ใช้ถ่ายภาพ

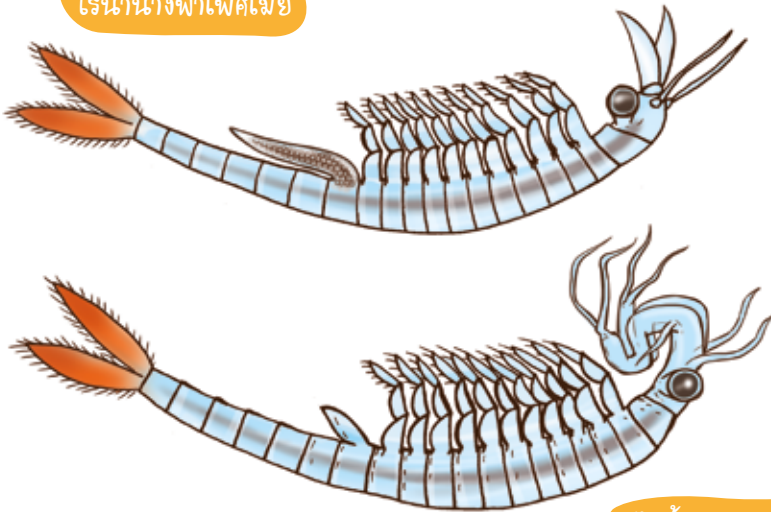
ไรน้ำนางฟ้า

ไรน้ำนางฟ้า (Fairy shrimp) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์รูปร่างคล้ายกุ้งขนาดเล็ก ลำตัวสีใส หางมีสีสวยงาม เราพบไรน้ำนางฟ้าในแหล่งน้ำจืดที่มีน้ำท่วมขัง เช่น แอ่งน้ำตามท้องนา เฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนเท่านั้น พอหมดฤดูฝนไรน้ำนางฟ้า จะวางไข่และจมน้ำฝังอยู่ในดินแห้ง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนในปีถัดไปไข่ของไรน้ำนางฟ้าจะฟักออกเป็นตัวอ่อน หลังจากนั้น 5-7 วัน ก็จะกลายเป็นไรน้ำนางฟ้าตัวเต็มวัยพร้อมที่จะสืบพันธุ์วางไข่ต่อไป

ในประเทศไทยมีการค้นพบไรน้ำนางฟ้าชนิดใหม่ของโลกจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ไรน้ำนางฟ้าสิรินธร (*Streptocephalus sirindhornae*) ไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) และ ไรน้ำนางฟ้าสยาม (*Streptocephalus siamensis*)

ฉันคือไรน้ำนางฟ้าสิรินธร เป็นไรน้ำนางฟ้าชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย คนนิยมใช้ฉันเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงาม

ไรน้ำนางฟ้าเพศเมีย



ไรน้ำนางฟ้าเพศผู้

วงจรไรน้ำนางฟ้า



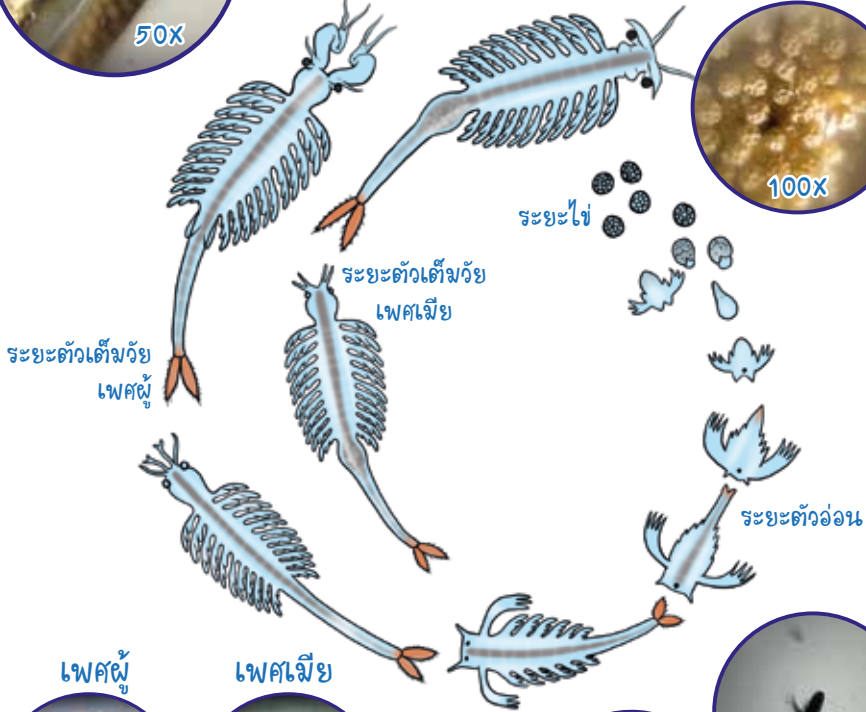
50X

ลักษณะถุงไข่ของแพลงก์ตอนตัวเต็มวัยมีความสมบูรณ์เพศ
ในเพศผู้จะมีถุงอัณฑะ ส่วนเพศเมียจะมี
ถุงไข่ขนาดใหญ่

ไข่ระยะฟักตัว
มีเปลือกหนาหุ้มตัวอ่อน
อยู่ภายใน



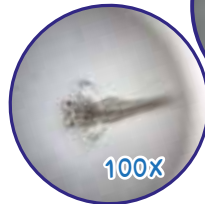
100X



25X



25X



100X



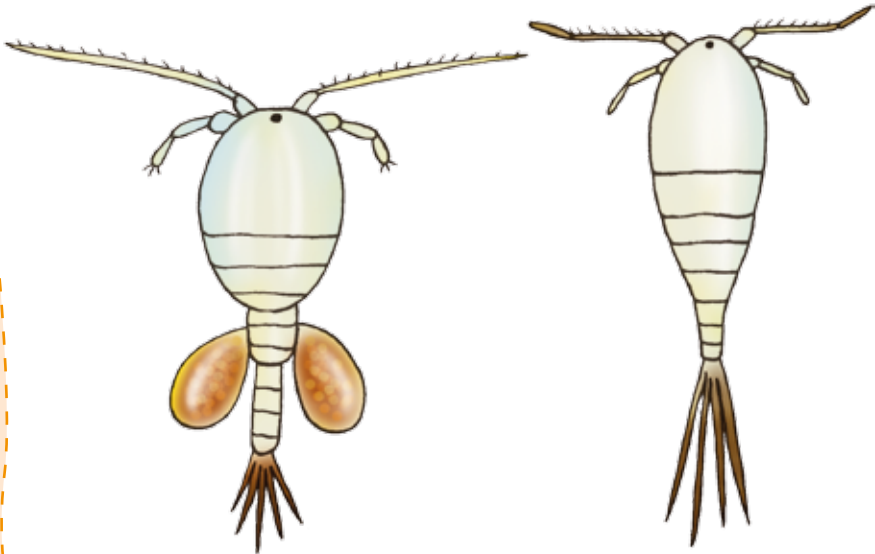
100X

ส่วนหัวมีลักษณะเป็นตารวม (Compound eyes)
ขนาดใหญ่ที่มีก้านตา 1 คู่ มีหนวด 2 คู่ หนวดคู่ที่ 1
มีขนาดเล็ก หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ ค่อนข้างยาว
โดยเฉพาะเพศผู้ หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ จึงทำให้
เพศผู้มีส่วนหัวใหญ่กว่าเพศเมีย

* ตัวเลขในภาพถ่ายหมายถึงกำลังขยายของเลนส์มีวอยที่ใช้ถ่ายภาพ

โคพีพอด

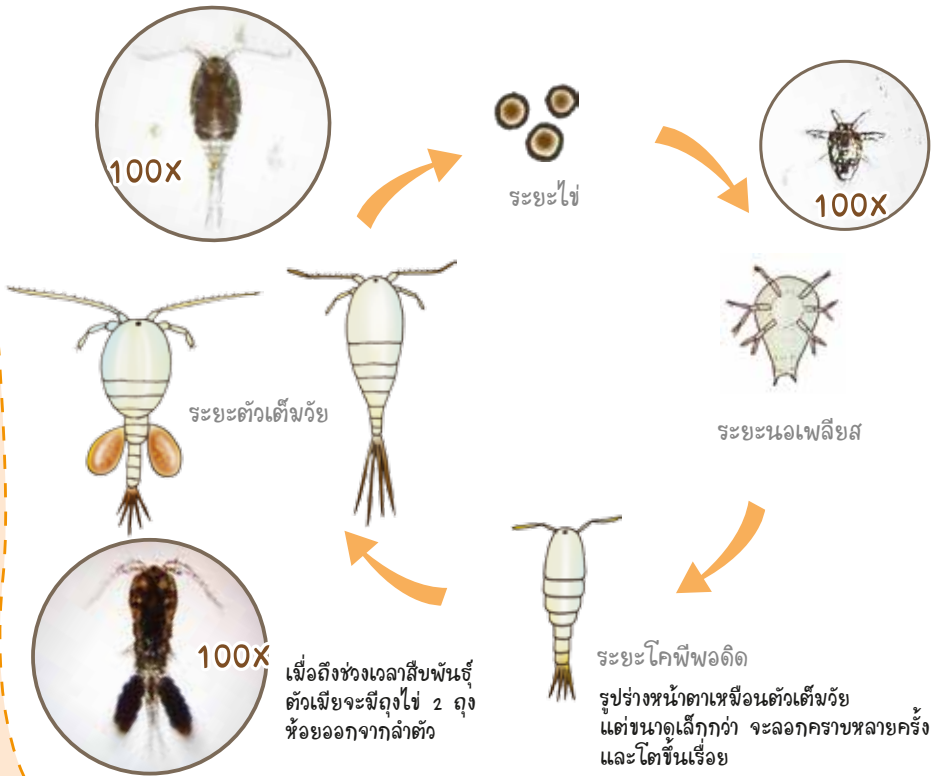
โคพีพอดเป็นครัสเตเชียนขนาดเล็กที่ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนตลอดวงจรชีวิต แต่ก็มีโคพีพอดบางกลุ่มอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำด้วยเช่นกัน เรามักจะพบโคพีพอดและตัวอ่อนระยะนอเพลีสของโคพีพอดได้ทั่วไปในแหล่งน้ำทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยทั่วไปโคพีพอดกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร เมื่อโคพีพอดเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นก็จะกลายเป็นอาหารของลูกปลารายอ่อนโคพีพอดจึงเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความสำคัญมากต่อห่วงโซ่อาหารในน้ำ



เพคเซีย มีจุดไข่

เพคซู

วงจรชีวิตโคฟีพอด



ถ้าเราลองตักน้ำในแหล่งน้ำทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มมารองและส่องดู เรามักจะพบโคฟีพอดทั้งที่เป็นตัวอ่อนระยะออเฟเลียสและตัวเต็มวัยอยู่ในน้ำด้วยเสมอ โคฟีพอดตัวเต็มวัยถ้าเป็นตัวเมียจะสังเกตได้ง่ายมากเพราะมีถุงไข่ติดอยู่ข้างลำตัว

* ตัวเลขในภาพถ่ายหมายถึงกำลังขยายของเลนส์ไมวอายุที่ใช้ถ่ายภาพ

ใบงาน

เรียนรู้เพิ่มเติมสิ่งมีชีวิตตัวน้อยใกล้ตัวฉัน

สิ่งมีชีวิตที่สังเกตชื่อ.....

แหล่งน้ำที่อยู่อาศัย น้ำจืด น้ำเค็ม

วิธีการเก็บตัวอย่าง.....

รูปร่างสิ่งมีชีวิตจากการสังเกตด้วยตา	รูปร่างสิ่งมีชีวิตจากการสังเกตด้วยเลนส์มิกวาย	กำลังขยาย

สนุกกับการใช้เลนส์มีวอยสังเกตวงจรชีวิต ของสิ่งมีชีวิตใกล้ำๆ ตัว

วันที่	รูปร่างสิ่งมีชีวิตตัวน้อยจากการสังเกตด้วยเลนส์มีวอย
	<div data-bbox="922 485 1068 632" style="text-align: right;"> <p>กำลังขยาย</p> </div>
	<div data-bbox="922 804 1068 951" style="text-align: right;"> <p>กำลังขยาย</p> </div>
	<div data-bbox="922 1123 1068 1270" style="text-align: right;"> <p>กำลังขยาย</p> </div>

ใบงาน

เรียนรู้เพิ่มเติมสิ่งมีชีวิตตัวน้อยใกล้ตัวฉัน

สิ่งมีชีวิตที่สังเกตชื่อ.....

แหล่งน้ำที่อยู่อาศัย น้ำจืด น้ำเค็ม

วิธีการเก็บตัวอย่าง.....

รูปร่างสิ่งมีชีวิตจากการสังเกตด้วยตา	รูปร่างสิ่งมีชีวิตจากการสังเกตด้วยเลนส์มิกวาย
	กำลังขยาย

สนุกกับการใช้เลนส์มีวอยสังเกตวงจรชีวิต ของสิ่งมีชีวิตใล้ๆ ตัว

วันที่	รูปร่างสิ่งมีชีวิตตัวน้อยจากการสังเกดด้วยเลนส์มีวอย
	<p data-bbox="922 485 1068 632">กำลังขยาย</p>
	<p data-bbox="922 804 1068 951">กำลังขยาย</p>
	<p data-bbox="922 1123 1068 1270">กำลังขยาย</p>

ที่ปรึกษา

1. ดร.ทศศักดิ์ กอนันต์กุล ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. ดร.ศรัณย์ สัมฤทธิ์เดชขจร ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
3. ดร.กัญญวิมว์ กิรติกร ผู้อำนวยการศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
4. ดร.อ้อมใจ ไทรเมฆ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
5. นางสุวิภา วรรณสาธพ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
6. ดร.กัลยา อุดมวิทิต รองผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
7. ดร.พงษ์พันธ์ จินดาอุดม ผู้อำนวยการหน่วยวิจัยอุปกรณ์และระบบอัจฉริยะ
8. นางสาวสุธาทิพย์ เกரியโรจน์กุล ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาธุรกิจและถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำ

1. ดร.ศุภนิจ พรธีระภักดิ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
2. ดร.อัชมา กอบวิทยา ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
3. นายรัฐศาสตร์ อัมฤทธิ์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
4. นางสาวจุฑาเพชร เวชรังษี ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
5. นายประสิทธิ์ ป้องสุน ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
6. นางสาวศิริระจิต ภูผวงค์ ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
7. นายโกษม ไชยถาวร ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
8. ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล
9. ดร.กิตติมา ไกรพิรพรรณ ฝ่ายพัฒนาบัณฑิตและนักวิจัย
10. นางสาววีรวรรณ เจริญทรัพย์ งานออกแบบ ฝ่ายสื่อวิทยาศาสตร์
11. นางสาวจุฬารัตน์ นิ่มนวล งานออกแบบ ฝ่ายสื่อวิทยาศาสตร์
12. นางสาวพิรุณรัตน์ ปุณยลิขิต ฝ่ายบริหารค่ายวิทยาศาสตร์
13. นางสาวจิตากาญจน์ สีหาราช ฝ่ายบริหารค่ายวิทยาศาสตร์
14. นางสาวพรีนันท์ กาญจนาศรีสุนทร ฝ่ายพัฒนาธุรกิจและถ่ายทอดเทคโนโลยี
15. นางสาวสิริสุตา รอดทอง ฝ่ายพัฒนาธุรกิจและถ่ายทอดเทคโนโลยี



แหล่งข้อมูล

- คุณบรรจง นิสภาณิชย์ บรรจงฟาร์ม อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา
- คุณครู วรรณญา อุ่न्नันนาค โรงเรียน อบจ.บ้านจอบคำ (โรงเรียนขยายโอกาส) จ.แม่ฮ่องสอน
- ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
- ดร.นุกูล แสงพันธุ์ และ ดร.เอื้ออารี สุขสมนิตย์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี
- ภาพถ่ายทั้งหมดในหนังสือเล่มนี้ ถ่ายด้วยเลนส์มิวอาย ที่มีกำลังขยาย 25x 50x และ 100x



คริสเตาเขียนตัวน้อย สิ่งมีชีวิตตัวเล็กที่มีความสำคัญ
ต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร ซึ่งในบางช่วงของชีวิตมัน
อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เด็กชายฉิวจะชวนเพื่อนๆ
มาเปิดโลกสิ่งมีชีวิตตัวจิ๋วเหล่านี้ด้วยกันผ่านตัวช่วยสำคัญ
อย่าง...**เลนส์ฉิวอาย**



NECTEC¹
a member of NSTDA

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ 02 564 6900 ต่อ 2106, 2356