

# รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง  
การศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัตินาตรของจังหวัดเชียงใหม่

ในโครงการ  
การวิจัยและพัฒนาเครือข่ายในพื้นที่เพื่อหนุนเสริมการเรียนรู้รายวิชา  
ประวัติศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6  
สถานศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พิรพรพิศาล และคณะ

ตุลาคม 2554

## คำนำ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายชุมชนและสังคมได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเรียนประวัติศาสตร์ในระดับมัธยม ซึ่งการเรียน การสอนทางด้านประวัติศาสตร์ค่อนข้างยาก นักเรียนไม่ตั้งใจเรียน นอกเสียจากอาจารย์ผู้สอนจะมีเทคนิคในการสอนที่สนุกสนานจึงจะทำให้เด็กมีความสนใจมากขึ้น จึงได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยใน “โครงการวิจัยและพัฒนาเครือข่ายในพื้นที่เพื่อนพ้องเสริมการเรียนรู้รายวิชาประวัติศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 สถานศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่” ซึ่งมี รองศาสตราจารย์ สมโชค อ่องสกุล คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นหัวหน้าคณะวิจัย

คณะวิจัยในโครงการดังกล่าวได้มีแนวคิดร่วมกันว่า งานวิจัยในโครงการดังกล่าวควรประกอบไปด้วยหลายส่วน ทั้งทางด้านประวัติศาสตร์ที่แท้จริง รวมทั้งสิ่งแวดล้อมในช่วงที่ประวัติศาสตร์เหล่านั้นเกิดขึ้น “แหล่งน้ำ” ในห้วงแห่งประวัติศาสตร์ของล้านนาได้ถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณาและมีมติร่วมกันว่าสมควรที่ อาจารย์และนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายควรที่จะศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้เกิดจินตนาการว่าสภาพของแหล่งน้ำนั้นๆจะมีคุณภาพเป็นเช่นไรเมื่อชุมชนในครั้งกระนั้นมีความเล็กกว่าในปัจจุบันนี้มาก อีกทั้งยังไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม ไม่มีพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ปุ๋ยเคมีเช่นในปัจจุบัน ตลาดสดขนาดใหญ่ที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับก็ยังมีขนาดไม่เท่ากับตลาดในปัจจุบัน รวมถึงอาจจะสามารถคาดการณ์ในอนาคตได้ว่าแหล่งน้ำที่ทำการศึกษามีคุณภาพเป็นเช่นไรนอกจากคุณภาพน้ำแล้ว ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำก็ยังเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากจากที่มีขนาดใหญ่เป็นแหล่งน้ำสำคัญของชุมชน ก็อาจมีขนาดเล็กลงด้วยความตื้นเขินในห้วงเวลาที่ผ่านมา แม้กระทั่งอาจจะแปรเปลี่ยนเป็นพื้นดินหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ ทำให้ไม่ปรากฏในแผนที่ของจังหวัดนั้นก็มีอยู่มาก

ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์และห้องปฏิบัติการวิจัยตัวชี้วัดทางชีวภาพของแหล่งน้ำจัดได้ตระหนักถึงความสำคัญที่กล่าวมา จึงได้ร่วมทำการวิจัยกับโครงการวิจัยดังกล่าว โดยได้จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่” ให้แก่โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่เขต 1 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครเชียงใหม่ และโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่ รวม 13 โรงเรียน ในวันที่ 31 กรกฎาคม และวันที่ 4 กันยายน 2553 ณ อาคาร 40 ปี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งนอกจากจะได้ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพในการประชุมครั้งนี้แล้ว อาจารย์และนักเรียนทั้ง 13 โรงเรียนจะทำการศึกษาค้นคว้าในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ที่ได้รับมอบหมายต่อไปอีกราว 9 เดือน เพื่อให้คณะวิจัยฯ แต่ละโรงเรียนได้รับความรู้ทั้งทางคุณภาพน้ำและลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ เมื่องานวิจัยสำเร็จลงแต่ละโรงเรียนก็จะนำผลงานมาเสนอร่วมกันเพื่อให้เห็นภาพกว้างของแหล่งน้ำในประวัติศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่อย่างเป็นรูปธรรม

ผู้จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้คาดหวังว่า อาจารย์และนักเรียนที่เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ดีในเรื่องคุณภาพน้ำ สามารถนำไปตรวจสอบได้จริงในแหล่งน้ำที่ได้รับมอบหมายสามารถนำผลการวิจัยไปบูรณาการได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำในประวัติศาสตร์ได้อย่างไร และหวังว่าคงจะทำงานวิจัยดังกล่าวได้อย่างสนุกสนานและน่าสนใจ

ด้วยความปรารถนาดียิ่ง

ยุวดี พิรพรพิศาล

ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์

ชิตชล ผลารักษ์

ห้องปฏิบัติการวิจัยตัวชี้วัดทางชีวภาพของแหล่งน้ำจัด

และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทั้ง 2 ห้องปฏิบัติการ

กรกฎาคม 2553

**รายงานความก้าวหน้า**  
**การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัตศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่”**

**ผลการดำเนินงาน**

**1. การจัดการประชุมและผู้เข้าร่วมอบรม**

จากการจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ และทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแมลงน้ำในแหล่งน้ำที่เกี่ยวข้องกับประวัตศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ ให้กับอาจารย์และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ทั้งหมด 2 ครั้ง รวม 13 โรงเรียน ณ อาคาร 40 ปี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีรายละเอียดของผู้เข้าร่วมประชุมดังนี้

| งาน                 | ครั้งที่ 1                                                                                                                                                                            | ครั้งที่ 2                                                                                                                            |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| วัน เวลา การจัดอบรม | 31 กรกฎาคม 2553                                                                                                                                                                       | 4 กันยายน 2553                                                                                                                        |
| โรงเรียนที่เข้าร่วม | 1. รร. เทศบาลวัดท่าสะท้อน<br>2. รร. คำเที่ยงอนุสรณ์<br>3. รร. อนุบาลเชียงใหม่<br>4. รร. เทศบาลวัดศรีสุพรรณ<br>5. รร. เทศบาลวัดศรีปิงเมือง<br>6. รร. เทศบาลดอกเงิน<br>7. รร. พุทธิโสภณ | 1. รร. วัดเสาหิน<br>2. รร. วัดชะขาว<br>3. รร. บ้านเชิงคอยสุเทพ<br>4. รร. วัดสวนดอก<br>5. รร. วัดเจ็ดยอด<br>6. รร. ต้นแก้วผดุงพิทยาลัย |
| จำนวนผู้เข้าร่วม    | อาจารย์ 19 คน<br>นักเรียน 57 คน<br>รวม 76 คน                                                                                                                                          | อาจารย์ 17 คน<br>นักเรียน 55 คน<br>รวม 72 คน                                                                                          |

รายละเอียดของการประชุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

**1.1 ภาควรรยาย** ในการประชุมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีการบรรยาย 2 หัวข้อคือ

1. การบรรยาย เรื่อง “การศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัตศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ ทางด้านกายภาพเคมี และการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชีวภาพ”

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. ชูดี พิรพรพิศาล

2. การบรรยาย เรื่อง “การศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัตศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แมลงน้ำ”

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตชล ผลารักษ์

รายละเอียดของการบรรยาย ดังเอกสารแนบในภาคผนวก

## 1.2 ภาควิชาปฏิบัติการ

วิทยาการภาคสนามได้ทำการสาธิตการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีดังนี้ ความใส สี และกลิ่นของน้ำ ความลึกของแหล่งน้ำ ความลึกที่แสงส่องถึง อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดด่างของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน แอมโมเนีย และฟอสเฟต ร่วมกับการสาธิตการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำในคูน้ำบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อเป็นตัวอย่างให้อาจารย์และนักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

จากนั้นนำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแมลงน้ำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยทำการวินิจฉัยชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบและกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ร่วมกับการประเมินคุณภาพน้ำอย่างง่าย

เมื่อทำการศึกษาเสร็จสิ้น วิทยาการจะทำการสรุปผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในการประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวร่วมกับการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของแหล่งน้ำทางด้านประวัติศาสตร์และผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมของมนุษย์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำจากอดีตถึงปัจจุบัน

## 2. งานที่นักเรียนจะต้องช่วยติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่รับผิดชอบ

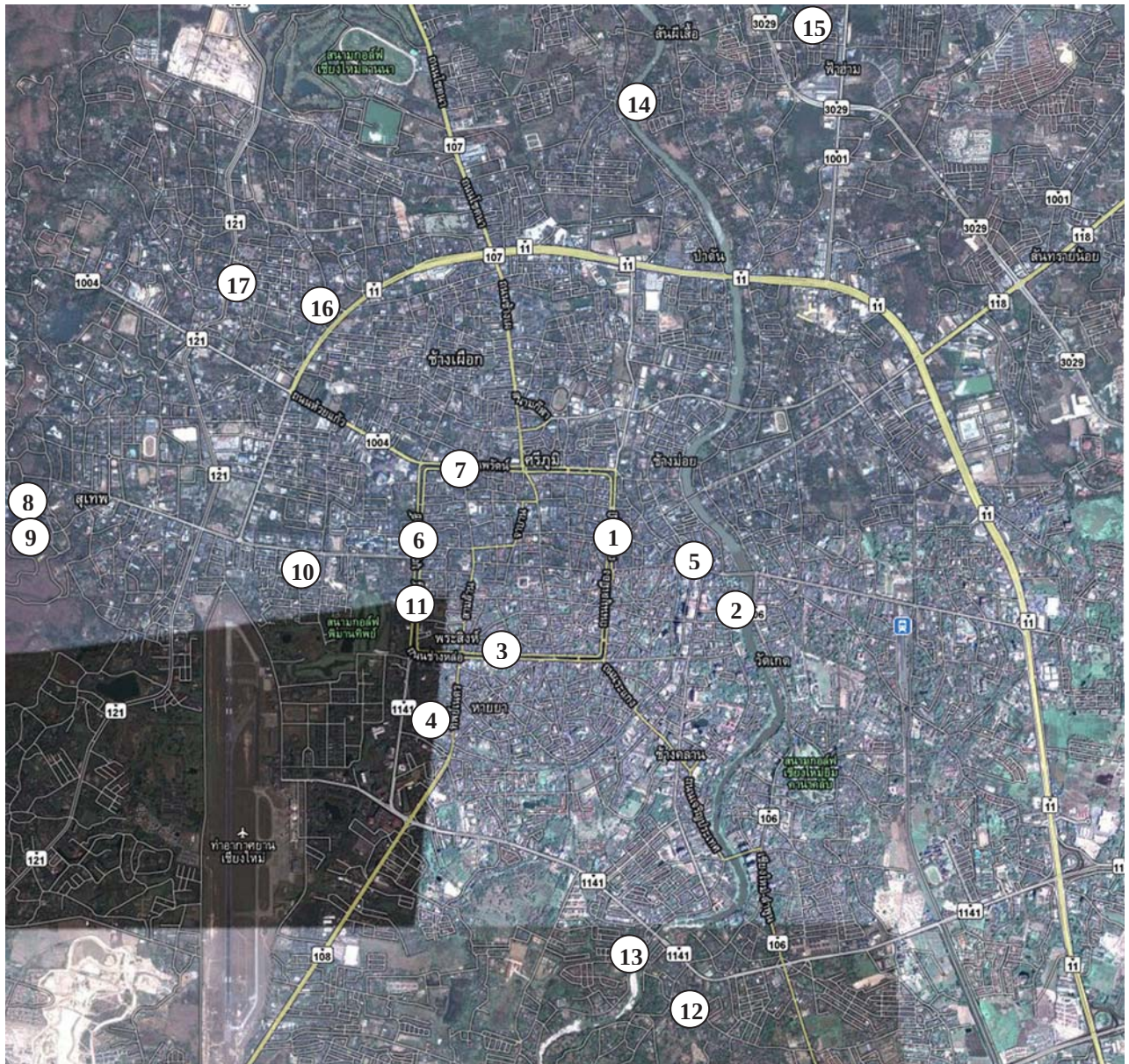
เนื่องจากโครงการฯ มีความตั้งใจที่จะให้นักเรียนในระดับประถมที่เข้ารับการอบรมทุกคนได้มีส่วนร่วมกับกิจกรรมของโครงการฯ จึงได้เตรียมที่จะให้นักเรียนทุกคนในทุกระดับชั้นช่วยติดตามตรวจสอบแหล่งน้ำที่รับผิดชอบ โดยอาจารย์ที่เข้ารับการอบรมในครั้งนี้จะจัดการอบรมเรื่องคุณภาพน้ำที่ได้รับการอบรมไปแล้วแก่กลุ่มนักเรียนทุกระดับชั้น และให้ทุกคนตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) วัดอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทำการวัดทุกสัปดาห์โดยอยู่ในความดูแลของอาจารย์ผู้ควบคุมแล้วจดบันทึกไว้ให้ชัดเจนและเป็นระเบียบ เริ่มทำการศึกษาดังแต่กันยายน 2553 – มีนาคม 2554 รวม 7 เดือน โดยแต่ละโรงเรียนจะเลือกแหล่งน้ำที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์และอยู่ใกล้โรงเรียน (ตารางที่ 1 รูปที่ 1 และ รูปที่ 2) ในการนี้กลุ่มวิทยาการได้ช่วยดูแล ให้คำแนะนำ เดินทางไปสาธิตการใช้เครื่องมือยังแหล่งน้ำที่แต่ละโรงเรียนทำการสำรวจในภาคสนามและติดตามความคืบหน้าเป็นระยะ

## งานที่จะทำในช่วงต่อไป

เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ โรงเรียนที่เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการทั้ง 13 โรงเรียน จะต้องนำผลการศึกษาคุณภาพน้ำที่แต่ละโรงเรียนรับผิดชอบมาเสนอร่วมกันในเดือนมีนาคม 2554 โดยจะต้องกล่าวถึงเรื่องราวของแหล่งน้ำในประวัติศาสตร์ที่ศึกษาประเมินผลการศึกษาคุณภาพน้ำดังกล่าว และผลกระทบของชุมชนที่มีผลต่อแหล่งน้ำในประวัติศาสตร์ที่ทำการศึกษด้วย รวมถึงการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละแหล่งน้ำที่แต่ละโรงเรียนได้ทำการศึกษา เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในประวัติศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่โดยภาพรวม และให้แต่ละโรงเรียนแสดงความคิดเห็นว่าการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความสนใจวิชาประวัติศาสตร์มากขึ้นน้อยเพียงใด และจะมีผลให้นักเรียนตระหนักถึงการดูแลแหล่งน้ำในชุมชนที่อาศัยอยู่มากน้อยเพียงใดเช่นกัน

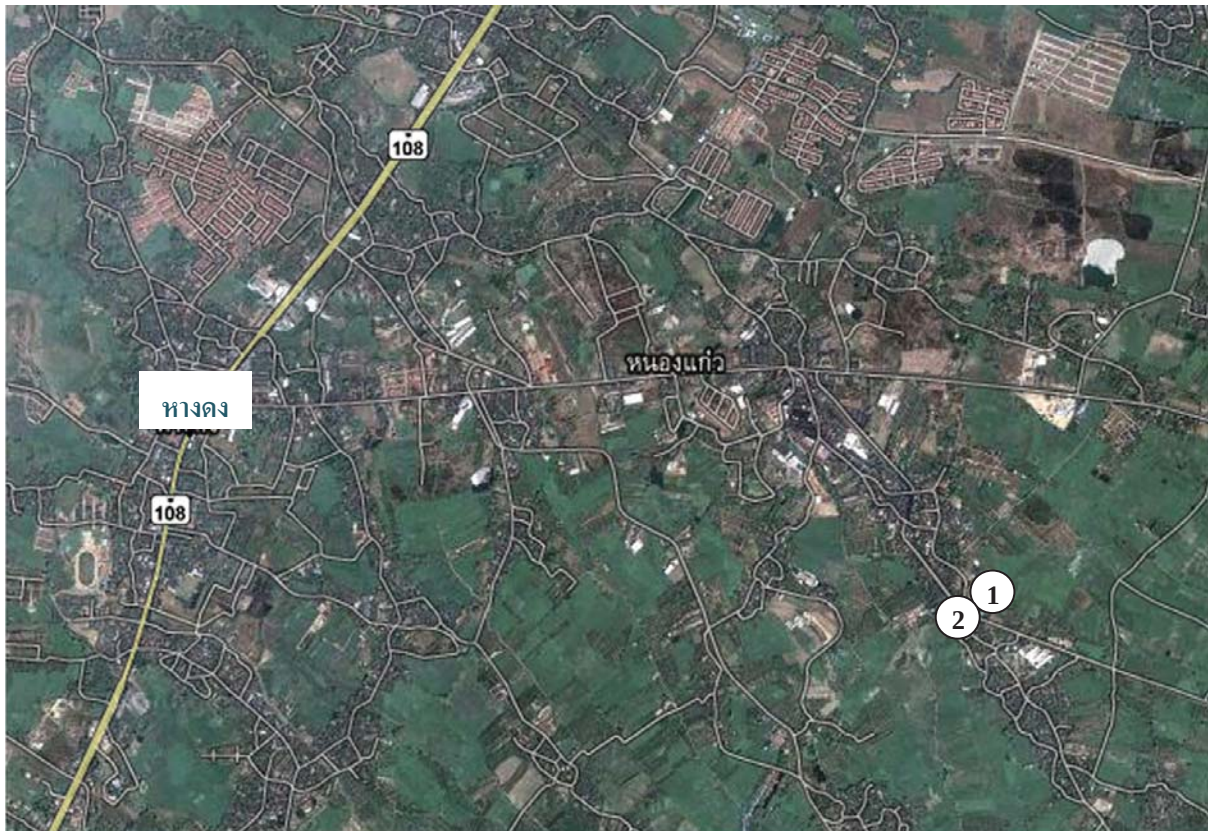
## ตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำที่มีความสำคัญประวัติศาสตร์ของแต่ละโรงเรียน

| โรงเรียน                             | วันที่เริ่มเก็บตัวอย่าง | แหล่งน้ำ                                                             |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1. โรงเรียนเทศบาลดอกเงิน             | 30/8/2010               | 1. คูเมืองหน้าตลาดสมเพชร                                             |
| 2. โรงเรียนเทศบาลวัดท่าสะอาด         | 8/9/2010                | 1. แม่น้ำปิง บริเวณสะพานเหล็ก                                        |
| 3. โรงเรียนเทศบาลวัดศรีสุพรรณ        | 10/9/2010               | 1. คูเมืองตลาดประตูเชียงใหม่                                         |
| 4. โรงเรียนเทศบาลวัดศรีปิงเมือง      | 19/8/2010               | 1. คูเมืองด้านนอก                                                    |
| 5. โรงเรียนคำเที่ยงอนุสรณ์ เชียงใหม่ | 16/8/2010               | 1. คลองแม่ข้าทำแพ                                                    |
| 6. โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่           | 7/10/2010               | 1. คูเมืองหน้าสถานีบำบัดน้ำสวนดอก                                    |
| 7. โรงเรียนพุทธโสภณ                  | 22/9/2010               | 1. คูเมืองหน้าวัดโลกโมฬี                                             |
| 8. โรงเรียนบ้านเชิงดอยสุเทพ          | 8/9/2010                | 1. อ่างเกษตร ร้านอาหารกาแล<br>2. อ่างเกษตร ทางน้ำออก                 |
| 9. โรงเรียนวัดสวนดอก                 | 15/9/2010               | 1. สระน้ำในโรงเรียนวัดสวนดอก<br>2. คูเมือง หน้าโรงเรียนวัดโนทัยพายัพ |
| 10. โรงเรียนวัดเสาหิน                | 17/9/2010               | 1. ปิงห่าง<br>2. แม่น้ำปิง แพลตด้ารวกภูธรภาค5                        |
| 11. โรงเรียนวัดชะจาว                 | 9/9/2010                | 1. แม่น้ำปิง วัดชะจาว<br>2. แม่น้ำลาว หมู่5 ฟ้าฮ่อม                  |
| 12. โรงเรียนคันแก้วผดุงพิทยาลัย      | 17/9/2010               | 1. ลำเหมือง หน้าโรงเรียนคันแก้ว<br>2. ลำเหมืองชลประทาน               |
| 13. โรงเรียนวัดเจ็ดยอด               | 10/9/2010               | 1. สระมูจลินท์<br>2. คลองชลประทาน ร้านขนมจีนเจ็ดยอด                  |



รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำที่มีความสำคัญประวัติศาสตร์ของแต่ละโรงเรียนในอำเภอเมือง

1. คูเมืองหน้าตลาดสมเพชร 2. แม่น้ำปิง บริเวณสะพานเหล็ก 3. คูเมืองตลาดประตูเชียงใหม่ 4. คูเมืองด้านนอก
5. คลองแม่ข้าทำแพ 6. คูเมืองหน้าสถานีบำบัดน้ำสวนดอก 7. คูเมืองหน้าวัดโลกโมฬี 8. อ่างเกษตรร้านอาหารกาแล
9. อ่างเกษตร ทางน้ำออก 10. สระน้ำในโรงเรียนวัดสวนดอก 11. คูเมือง หน้าโรงเรียนวัดโนนทัยพาศ 12. ปิงห่าง
13. แม่น้ำปิง แพลตด้าจวภูรภาคร 14. แม่น้ำปิง วัดชะจาว 15. แม่น้ำคาว หมูร์ ฟ้าฮ่าม 16. สระมุจลินท์
17. คลองชลประทาน ร้านขนมจีนเจ็ดยอด



รูปที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำที่มีความสำคัญประวัติศาสตร์ของแต่ละโรงเรียนในอำเภอบางดง

1. ลำเหมือง หน้าโรงเรียนต้นแก้ว
2. ลำเหมืองชลประทาน

# การอบรมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง

## คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์

### ตอนที่ 1 : การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพโดยใช้สาหร่าย ประเภทแพลงก์ตอนพืช

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พิรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แหล่งน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อมนุษยชาติตลอดมา มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั้งการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม การประมง ตลอดจนการคมนาคมขนส่ง ด้วยเหตุนี้คุณภาพของน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่เราควรเอาใจใส่และเฝ้าระวังไม่ให้คุณภาพน้ำเสียหายไปมากกว่าปัจจุบัน และถ้ามีวิธีการใดที่จะทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้นก็น่าจะเป็นสิ่งที่ควรกระทำในฐานะผู้มีส่วนรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งเหล่านี้จะมีส่วนช่วยรักษาทรัพยากรที่สำคัญยิ่งนี้ให้มีคุณค่าต่อมนุษย์สืบไป

คุณภาพน้ำจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำซึ่งอาจจะเป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์จากสิ่งขับถ่าย ขยะมูลฝอยหรือน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหลายด้วย สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ จุลินทรีย์ในน้ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ ประเภทแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟต ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่ลอยลอยอยู่ในน้ำจะนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชยังมีกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำแล้วได้อาหารคือน้ำตาลและก๊าซออกซิเจนซึ่งบางส่วนละลายอยู่ในน้ำ มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้น เหตุการณ์เหล่านี้จะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและสมดุลครบไคที่ยังไม่มีสิ่งปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำมากนัก แต่เมื่อใดก็ตามถ้าเกิดเหตุการณ์ตรงกันข้ามคือมีสิ่งปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำมากมาย การย่อยสลายสารอินทรีย์ก็เกินไปได้ช้า ก่อให้เกิดการเน่าเสียเพิ่มขึ้น และสารอนินทรีย์มีปริมาณมากขึ้น แพลงก์ตอนพืชจะใช้สารอนินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดการเจริญอย่างรวดเร็วมีผลให้น้ำเป็นสีเขียวขุ่น แพลงก์ตอนสัตว์ก็จะมีมากขึ้นด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในเวลากลางวันช่วงที่มีแสงจะมีมาก เพราะมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช แต่จะลดลงอย่างมากในเวลากลางคืน ซึ่งแพลงก์ตอนพืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้จะมีก็เพียงการหายใจทั้งของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึงกับทำให้ไม่พอเพียงแก่สัตว์น้ำ มีผลทำให้สัตว์น้ำเหล่านี้ตายได้ สภาวะเหล่านี้ถ้าไม่ได้รับการบำบัดอย่างจริงจังและยังมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำต่อไป สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ทั้งหลายก็จะเกิดการสะสมมากขึ้นๆ จนแบคทีเรียประเภทใช้ออกซิเจนย่อยสลายไม่ทัน และหมดประสิทธิภาพไป ในที่สุดสิ่งปนเปื้อนในน้ำก็จะมีปริมาณมากขึ้นจนเกินขีดจำกัดที่แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์จะสามารถมีชีวิตอยู่ได้ สภาพของแหล่งน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปมาก มีสีดำคล้ำ กลิ่นเหม็น สิ่งมีชีวิตที่สามารถจะอาศัยอยู่ได้คือ แบคทีเรียประเภทไม่ใช้ออกซิเจนและสัตว์หน้าดินบางชนิดที่ต้องการออกซิเจนต่ำ น้ำในสภาพนี้จะไม่สามารถใช้ประโยชน์ในด้านใดได้เลยนอกจากการคมนาคมทางน้ำ ก่อให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกลิ่น ความรำคาญ และทัศนียภาพที่เลวร้าย สภาพเช่นนี้สะท้อนถึงจิตสำนึกของประชากรในละแวกนั้น รวมทั้งความล้มเหลวของการบริหารงานของหน่วยงานหรือส่วนราชการที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง

การศึกษาคูณภาพน้ำมีหลายวิธี วิธีที่นิยมกันในอดีตและปัจจุบันก็คือ วิธีทางกายภาพ ได้แก่ การดูสี กลิ่น ความขุ่นใส ความลึกที่แสงส่องถึง และอุณหภูมิ รวมทั้งสภาพอื่นๆของแหล่งน้ำ อีกวิธีหนึ่งคือวิธีทางเคมี ได้แก่ การศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen หรือ DO) ซึ่งแหล่งน้ำทั่วไป ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand หรือ BOD) ซึ่งแหล่งน้ำทั่วไปควรมีค่าไม่เกิน 6 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตรความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้า หมายถึง ปริมาณประจุลบและประจุบวกของสารในน้ำ ถ้าในน้ำมีของเสียหรือสารอื่นใดปะปนลงไปมากจะมีประจุมาก ค่าการนำไฟฟ้าจะสูง สามารถนำค่านี้มาประเมินคุณภาพน้ำได้ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูง หมายถึง มีประจุมากมีของเสียหรือสารอื่นๆ ละลายอยู่มาก น้ำจะมีคุณภาพไม่ดี ถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือน้อย หมายถึง มีประจุน้อยมีของเสียหรือสารอื่นๆละลายอยู่น้อย น้ำจะมีคุณภาพดีทั้งนี้ต้องเป็นแหล่งน้ำที่เป็นน้ำอ่อนไม่ใช่ น้ำกระด้าง

นอกจากนี้ยังมีปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน แอมโมเนีย ฟอสเฟตในรูปต่างๆ ฯลฯ ทั้งสองวิธีนี้สามารถศึกษาได้ในเวลาที่รวดเร็วและทำให้เราทราบคุณสมบัติของน้ำเฉพาะในช่วงของเวลาทำการตรวจสอบเท่านั้น

ส่วนการศึกษาคูณภาพน้ำทางชีววิธี อันได้แก่ การนำสิ่งมีชีวิตมาบ่งชี้คุณภาพน้ำได้มีการศึกษากันมานานแล้วในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยเรามีการศึกษาทางด้านนี้อย่างประปราย ที่นิยมกันมากก็คือ การศึกษาแบคทีเรีย โดยศึกษาทั้งชนิดและปริมาณ ซึ่งจะบ่งบอกคุณภาพน้ำจากการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร มีสิ่งมีชีวิตในน้ำอีกหลายประเภทที่สามารถนำมาบ่งบอกคุณภาพน้ำได้ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สหราชอาณาจักร ใต้อะตอมพื้นท้องน้ำ สัตว์หน้าดิน พืชน้ำ ปลา ฯลฯ ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะเจริญอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน บางชนิดต้องอยู่ในน้ำที่สะอาด ค่า DO สูง ค่า BOD ต่ำ ปริมาณสารอาหารไม่มากนักเท่านั้น บางชนิดก็เจริญอยู่ได้

ในน้ำที่มีค่า DO ต่ำ ค่า BOD สูง ปริมาณสารอาหารมาก แต่บางชนิดก็เจริญอยู่ได้ในทุกสภาพ จากคุณสมบัติดังกล่าว เราจึงพบสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ในน้ำที่มีคุณภาพไม่เหมือนกัน แตกต่างกันไปทั้งชนิดและจำนวน ซึ่งเป็นแนวทางในการนำสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มาใช้เป็นดัชนีชี้ถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้

ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้สิ่งมีชีวิตบ่งบอกคุณภาพน้ำคือ สามารถบอกได้ว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นในอดีตมีสภาพเป็นอย่างไร และมีแนวโน้มว่าจะเป็นเช่นไรในอนาคต ทั้งนี้เพราะสิ่งมีชีวิตในน้ำไม่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเหมือนคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

สำหรับการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพในระบบนิเวศน้ำนิ่ง ซึ่งได้แก่ เจ็อน อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ เป็นต้น ได้มีการใช้ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในการบ่งชี้คุณภาพน้ำดังนี้

1. น้ำที่เป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและยังไม่ผ่านกระบวนการบำบัดหรือน้ำที่มีความเป็นพิษสูง น้ำสีคล้ำ และมีกลิ่นเหม็น ไม่พบแพลงก์ตอนพืชเลย พบแต่พวกแบคทีเรีย

2. น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย หรือน้ำที่เป็นน้ำเสีย มีสีเขียวขุ่น หรือสีเขียวคล้ำ บางครั้งจะพบสัตว์น้ำตาย ค่า DO ในเวลาเช้าและกลางคืนจะต่ำ อาจต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตรแต่จะสูงในเวลาบ่ายหรือเย็น ค่า BOD ก่อนข้างสูงมากกว่า 2 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร ปริมาณสารอาหารค่อนข้างสูง พบแพลงก์ตอนพืชจำพวก สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) เช่น *Oscillatoria* sp. (ออส-ซิล-ลา-ทอ-เรีย), *Anabaena* sp. (อะ-นา-บี-น่า), *Phormidium* sp. (ฟอ-มิ-เดียม) แพลงก์ตอนพืชยูกลีโนยด์ เช่น *Euglena* sp., (ยู-กลี-น่า) *Phacus* sp. (ฟา-คัส) และ *Trachelomonas* sp. (ทรา-คี-โล-โม-แนส) เป็นต้น

2. น้ำที่มีคุณภาพปานกลางมีสีเขียวใสหรือขุ่นเล็กน้อย ค่า DO อยู่ในระดับปานกลางราวๆ 5-6 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตรค่า BOD อยู่ในระดับปานกลางราว 1-2 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร ปริมาณสารอาหารอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน พบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด แต่ละชนิดมีจำนวนไม่มากนัก พบสาหร่ายไดโนแฟลกเจลเลต เช่น *Peridinium* sp. (เพอ-ริ-ดิ-เนียม), *Gymnodinium* sp. (จิม-โน-ริ-เนียม) และ *Ceratium* sp. (ซี-รา-เดียม) เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจพบไดอะตอม เช่น *Navicula* sp. (นา-วิ-กู-ร่า) , *Pinnularia* sp. (พิน-นูลา-เรีย) และ *Synedra* sp.(ซิน-นี-คร่า) เป็นต้น

3. น้ำที่มีคุณภาพดีหรือค่อนข้างดี เช่น ในแหล่งน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อน จากภายนอก ลักษณะของน้ำจะใสมาก ออกสีเขียวเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น ค่า DO จะสูงตั้งแต่ 6-7 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตรขึ้นไป บางครั้งอาจถึง 12 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตรค่า BOD จะต่ำมาก มีค่าไม่ถึง 1 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร สารอาหารมีปริมาณน้อย แพลงก์ตอนพืชที่พบจะเป็นสาหร่ายสีเขียวพวกเดสมิดส์ (desmids) ซึ่งมีครึ่งหนึ่งของเซลล์ (semicells) มีลักษณะเหมือนกันได้แก่ *Staurastrum* sp. (สตา-ราส-ตรัม), *Staurodesmus* sp. (สตา-โร-เดส-มัส), *Closterium* sp. (คลอส-ที-เรียม), *Cosmarium* sp. (คอส-มา-เรียม) เป็นต้น อาจพบไดอะตอมที่มีรูปทรงคล้ายเหรียญบาท เช่น *Cyclotella* sp.(ไซ-โคล-เทล-ล่า) ในน้ำ

ที่ตื้นมาก ๆ จะพบ *Dinobryon* sp. (ได-ได-โน-บรีย-อ้อน) ในน้ำที่มีลักษณะดังกล่าวนี้จะพบแพลงก์ตอนพืชน้อยชนิดและแต่ละชนิดก็จะมีจำนวนน้อย

### วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีประสบการณ์และทักษะในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้คุณสมบัติของน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยเน้นแพลงก์ตอนพืช
2. ใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้อย่างถูกต้องและมีความเข้าใจ
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์ของจังหวัดเชียงใหม่ได้ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้เครื่องมือพื้นฐาน เช่น เครื่องมือ วัด ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) เป็นต้น
4. ตระหนักถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประวัติศาสตร์ที่รับผิดชอบสามารถทราบแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเข้าใจกระบวนการและอภิปรายแสดงความคิดเห็นได้

### อุปกรณ์

1. เทอร์โมมิเตอร์
2. จานของเซคชี (Secchi disc)
3. เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจน
4. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
5. เครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า
6. เครื่องมือวัดสารอาหาร
7. ตาช่ายแพลงก์ตอน ความถี่ 10 ไมโครเมตร
8. ขวดเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน
9. กล้องจุลทรรศน์ พร้อมกระจกสไลด์ และกระจกปิดทับสไลด์
10. หนังสือคู่มือสำหรับวินิจฉัย (identify) แพลงก์ตอนพืช

### วิธีการ

สำรวจแหล่งน้ำ และทำการวัดคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้

#### ทางกายภาพ

1. สังเกตสี และกลิ่น จากแหล่งน้ำนั้นด้วยตัวเอง
2. ศึกษาความลึกของแหล่งน้ำที่แสงส่องถึงโดยใช้จานของเซคชี
3. วัดอุณหภูมิของแหล่งน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

#### ทางเคมี

1. วัดค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือ

- วัดค่า DO โดยใช้เครื่องมือ หรือการไตเตรท
- วัดค่า BOD โดยใช้เครื่องมือวัด DO หรือการไตเตรท โดยวัดค่า DO ในวันที่เก็บตัวอย่างวันแรกจะเป็นค่า DO ของวันที่ 1 แล้วนำไปเก็บไว้ที่มีอุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน แล้ววัดค่า DO ของวันที่ 5 นำค่า DO ของวันที่ 1 มาลบค่า DO ของวันที่ 5 จะเป็นค่า BOD
- วัดปริมาณสารอาหารคือ แอมโมเนีย ไนเตรท และออร์โธฟอสเฟต โดยใช้เครื่องมือสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ spectrophotometer ชุดสนาม  
นำค่าที่ได้ทั้งกายภาพและเคมี บันทึกลงในตาราง

### ทางชีวภาพ

#### วิธีการเก็บแพลงก์ตอนพืชในภาคสนาม

ในบริเวณเก็บตัวอย่างที่กำหนดไว้ ให้ใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดตาถี่ 10 ไมโครเมตร เก็บรวบรวมแพลงก์ตอนพืช โดยการตวงน้ำลงกรองในตาข่าย ปริมาณน้ำที่กรองจะมากน้อยแค่ไหนอยู่ที่ลักษณะของน้ำที่กรอง ถ้าน้ำเสียมากเห็นเป็นสีเขียวขุ่น อาจกรอง 5-10 ลิตร แต่ถ้าน้ำค่อนข้างสะอาดใส มีแพลงก์ตอนพืชอยู่น้อย ควรกรองมากกว่า 30 ลิตรขึ้นไป ปริมาณน้ำที่นำมากรองแพลงก์ตอนพืชต้องบันทึกไว้ด้วยทุกครั้ง กรองน้ำจนเหลือปริมาตรน้ำราว 100 มิลลิลิตร เทใส่กล่องพลาสติก ถ้ามีเวลาศึกษาแพลงก์ตอนพืชทันทีไม่ต้องใส่สารเคมีใดๆ เพื่อเก็บรักษา ให้นำไปศึกษาได้เลย แต่ถ้ายังไม่แน่ใจว่ามีเวลาศึกษาหรือไม่ ให้ใส่น้ำยา Lugol (Lugol's solution) ลงไป 0.7 มิลลิลิตร หรือมองเห็นน้ำที่เก็บเป็นสีน้ำตาลอ่อน น้ำยานี้จะฆ่าแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาจมากินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารและทำให้แพลงก์ตอนพืชไม่เน่า นอกจากนี้โปดัสเซียมไอโอไดด์ที่เป็นส่วนผสมของน้ำยาดังนี้ยังจะไปเคลือบผนังเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช ทำให้แพลงก์ตอนพืชนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จมลงสู่ก้นภาชนะที่เก็บ ซึ่งทำให้สามารถดูไปศึกษาได้ง่าย

#### วิธีการวินิจฉัย (identify) แพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการ

นำแพลงก์ตอนพืชที่เก็บรักษาด้วยน้ำยา Lugol มาศึกษา โดยขั้นแรกดูแพลงก์ตอนพืชที่อยู่บริเวณก้นภาชนะใส่สไลด์ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในขั้นแรกนี่เป็นการวินิจฉัยว่าเป็นแพลงก์ตอนพืชสกุล (genus) และ ชนิดหรือสปีชีส์ (species) ใด โดยการเทียบกับหนังสือทางด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืช หรืออาจใช้คำอธิบายลักษณะของสกุลและชนิดนั้นๆ ซึ่งคือการใช้กุญแจ (key) ก็ได้ เมื่อวินิจฉัยได้แล้วก็วาดรูปและเขียนชื่อสกุลหรือชนิดของแพลงก์ตอนพืชนั้นไว้ด้วย

สำหรับในการศึกษาแพลงก์ตอนพืชเพื่อใช้เป็นสิ่งมีชีวิตที่บ่งบอกคุณภาพน้ำในครั้งนี้ จะใช้วิธีหาคะแนนจาก AARL-PP (AARL-PP Score) AARL มาจากคำว่า Applied Algal Research Laboratory (ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์) PP มาจากคำว่า Phytoplankton (แพลงก์ตอนพืช) ซึ่งเป็นวิธีการที่ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้คิดค้นขึ้นมาซึ่งรายละเอียดดังนี้

AARL- PP Score ประกอบด้วยตาราง 2 ตาราง

ตารางที่ 1 เป็นคะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่างๆ โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนนน้อยบ่งบอกถึงแพลงก์ตอนพืชที่เจริญในน้ำมีคุณภาพดี ส่วนคะแนนมากแสดงถึงแพลงก์ตอนพืชที่เจริญในน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี

**ตารางที่ 1** คะแนนของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่างๆ (1-10 คะแนน)  
(คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

| สกุล                  | คะแนน                 | สกุล                  | คะแนน                |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| <i>Achnanthes</i>     | แอ็ค-แนน-ทิส 6        | <i>Gymnodinium</i>    | จิม-โน-ดิ-เนียม 6    |
| <i>Actinastrum</i>    | แอ็ค-ติ-แนส-ตรัม 5    | <i>Gyrosigma</i>      | ไจ-โร-ซิก-ม่า 7      |
| <i>Acanthoceras</i>   | อะ-แคน-โท-ระ-ชี-ราส 5 | <i>Hantzchia</i>      | แฮน-เถี้ย 8          |
| <i>Amphora</i>        | แอม-ฟอ-รา 6           | <i>Isthmochloron</i>  | อีธ-ม็อค-คลอ-รอน 5   |
| <i>Anabaena</i>       | อะ-นา-บี-น่า 8        | <i>Kirchneriella</i>  | เคอ-นี-เรีย-ล่า 5    |
| <i>Ankistrodesmus</i> | แอน-คิส-โทร-เดส-มัส 7 | <i>Melosiera</i>      | มี-โล-เซีย-ร่า 5     |
| <i>Aphanocapsa</i>    | อะ-ฟา-โน-แคป-ซ่า 5    | <i>Merismopedia</i>   | เมอ-ริส-โม-พี-เดีย 9 |
| <i>Aphanothece</i>    | อะ-ฟา-โน-ที-ชี 5      | <i>Micractinium</i>   | ไม-แคร็ก-ที-เนียม 7  |
| <i>Aulacoseira</i>    | อ-ลา-โค-เซีย-ร่า 6    | <i>Micrasterias</i>   | ไม-แอส-เทอ-เรียส 2   |
| <i>Bacillaria</i>     | บา-ชี-ลา-เรีย 7       | <i>Microcystis</i>    | ไม-โคร-ซิส-ทิส 8     |
| <i>Botryococcus</i>   | โบ-ทริย-โอ-ค็อก-กัส 4 | <i>Monoraphidium</i>  | โม-โน-ราฟ-ฟี-เดียม 7 |
| <i>Centritractus</i>  | เซ็น-ทริ-แทรก-ทัส 4   | <i>Navicula</i>       | นา-ฟิ-กู-ล่า 5       |
| <i>Ceratium</i>       | ซี-รา-เดียม 4         | <i>Nephrocytium</i>   | เนป-โฟล-ไซ-เดียม 5   |
| <i>Chlamydomonas</i>  | คา-มัย-โด-โม-แนส 6    | <i>Nitzschia</i>      | นิต-เถี้ย 9          |
| <i>Chlorella</i>      | คลอ-เรล-ร่า 6         | <i>Oocystis</i>       | โอ-โอ-ไซ-ทิส 6       |
| <i>Chroococcus</i>    | โคร-โอ-ค็อก-กัส 6     | <i>Oscillatoria</i>   | ออส-ซิล-ลา-ทอ-เรีย 9 |
| <i>Closterium</i>     | คลอส-ที-เรียม 6       | <i>Pandorina</i>      | แพน-โด-รี-น่า 6      |
| <i>Cocconeis</i>      | คอก-โค-นิส 6          | <i>Pediastrum</i>     | พี-ดิ-แอส-ตรัม 7     |
| <i>Coelastrum</i>     | ซี-ลาส-ตรัม 7         | <i>Peridiniopsis</i>  | พี-ริ-ได-นอป-ซิส 6   |
| <i>Cosmarium</i>      | คอส-มา-เรียม 2        | <i>Peridinium</i>     | เพอ-ริ-ดิ-เนียม 6    |
| <i>Crucigenia</i>     | ครู-ชี-จี-เนีย 7      | <i>Phacus</i>         | ฟา-กัส 8             |
| <i>Crucigeniella</i>  | ครู-ชี-จี-นีล-ล่า 7   | <i>Phormidium</i>     | ฟอ-มิ-เดียม 9        |
| <i>Cryptomonas</i>    | คริบ-โด-โม-แนส 8      | <i>Pinnularia</i>     | พิน-นู-ลา-เรีย 5     |
| <i>Cyclotella</i>     | ไซ-โคล-เทล-ล่า 2      | <i>Planktolynghya</i> | แพลง-โต-ลิง-เบีย 7   |

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

| สกุล                      | คะแนน                        | สกุล                 | คะแนน              |
|---------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------|
| <i>Cylindrospermopsis</i> | ไซ-ลิน-โดร-สะ-เปอ-ม็อบ-ลิส 7 | <i>Pseudanabaena</i> | ชอย-อะ-นา-บี-น่า 7 |
| <i>Cymbella</i>           | ซิม-เบล-ล่า 5                | <i>Rhizosolenia</i>  | ไร-โซ-โซ-เล-เนีย 6 |
| <i>Dictyosphaerium</i>    | ดิก-ไท-โอ-สะ-ฟี-เรียม 7      | <i>Rhodomonas</i>    | โร-โด-โม-แนส 8     |
| <i>Dimorphococcus</i>     | ได-มอ-โฟ-คอก-คัส 7           | <i>Rhopalodia</i>    | โร-ฟา-โล-เดีย 5    |
| <i>Dinobryon</i>          | ได-โด-โน-บรีย-ออน 1          | <i>Scenedesmus</i>   | ชี-นี-เคส-มัส 8    |
| <i>Elakatothrix</i>       | อี-ลา-คา-โต-ทริก 3           | <i>Spirulina</i>     | สะ-ไป-รู-ลิน่า 9   |
| <i>Encyonema</i>          | เอน-ไซ-โอ-นี-มา 6            | <i>Staurastrum</i>   | สะ-ตา-ราส-ตรัม 3   |
| <i>Epithemia</i>          | อี-พิ-เทอ-เมีย 6             | <i>Stauroidesmus</i> | สะ-ตา-โร-เคส-มัส 3 |
| <i>Euastrum</i>           | ยู-แอส-ตรัม 3                | <i>Stauroneis</i>    | สะ-ตา-โร-นีส 5     |
| <i>Eudorina</i>           | ยู-โด-รี-น่า 6               | <i>Strombomonas</i>  | สะ-ตอม-โบ-โม-แนส 8 |
| <i>Euglena</i>            | ยู-กลี-น่า 10                | <i>Surirella</i>     | ซู-ริ-เรล-ล่า 6    |
| <i>Eumotia</i>            | ยู-โม-เทีย 2                 | <i>Synedra</i>       | ซิน-นี-ดร้าด 6     |
| <i>Fragilaria</i>         | ฟา-จี-ลา-เรีย 5              | <i>Synura</i>        | ซิน-นู-ร่า 8       |
| <i>Golenkinia</i>         | โก-เลน-ไค-เนีย 5             | <i>Tetradron</i>     | เต-ดระ-อี-ครออน 6  |
| <i>Gomphonema</i>         | กอม-โฟ-นี-มา 6               | <i>Trachelomonas</i> | ทรา-คี-โล-โม-แนส 8 |
| <i>Gonium</i>             | โก-เนียม 6                   | <i>Volvox</i>        | วอล-ว็อก 6         |

## ตารางที่ 2 คะแนนคุณภาพน้ำจัดตามระดับสารอาหารและคุณภาพน้ำทั่วไป

| คะแนน    | คุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร                      | คุณภาพน้ำทั่วไป                      |
|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1.0-2.0  | ระดับ Oligotrophic สารอาหารน้อย                | ดี (Clean)                           |
| 2.1-3.5  | ระดับ Oligo-mesotrophic สารอาหารน้อยถึงปานกลาง | ดีถึงปานกลาง (Clean- moderate)       |
| 3.6-5.5  | ระดับ Mesotrophic สารอาหารปานกลาง              | ปานกลาง (Moderate)                   |
| 5.6-7.5  | ระดับ Meso-eutrophic สารอาหารปานกลางถึงสูง     | ปานกลางถึงไม่ดี (Moderate- polluted) |
| 7.6-9.0  | ระดับ Eutrophic สารอาหารสูง                    | ไม่ดี (Polluted)                     |
| 9.1-10.0 | ระดับ Hypereutrophic สารอาหารสูงมาก            | ไม่ดีมาก (Very polluted)             |

### วิธีการศึกษามีดังนี้

- เก็บแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่ศึกษา ถ้ามีปริมาณมากอาจใช้วิธีเก็บจากแหล่งน้ำโดยใช้ภาชนะตัก ขึ้นมาจากน้ำโดยตรง ถ้ามีปริมาณไม่มากควรใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอน ที่มีขนาดตา 10 – 20 ไมโครเมตร
- นำแพลงก์ตอนพืชในน้ำนั้นมาศึกษา โดยการวินิจฉัย ถึงระดับสกุลด้วยเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3. นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสกุล เลือกสกุลเด่นที่สุดและรองลงมา 2 สกุลรวมเป็น 3 สกุล โดยแต่ละสกุลต้องมีปริมาณมากกว่า 30 % ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ในกรณีนี้บางแหล่งน้ำ อาจจะเหลือเพียง 1-2 สกุลก็ทำได้
4. นำสกุลที่เลือกแล้วในข้อ 3 ไปหาคะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางที่ 1 รวมคะแนนที่ได้ทั้ง 3 สกุลแล้วหาคะแนนเฉลี่ย โดยการหารด้วยจำนวนสกุลหรือหารด้วย 3
5. นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากข้อ 4 ไปหาคุณภาพน้ำจากตารางที่ 2 จะได้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ศึกษา

ตัวอย่าง ในคูเมืองเชียงใหม่ช่วงเดือนตุลาคม 2552 พบ

แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่น 3 สกุล คือ *Euglena* sp. (ยู-กลี-น่า), *Trachelomonas* sp. (ทรา-คี-โล-โม-แนส) และ *Nitzschia* sp. (นิต-เจีย) จะหาคุณภาพน้ำจาก AARL – PP Score ได้ดังนี้

คะแนนของแพลงก์ตอนพืชที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางที่ 1 ได้ผลดังนี้

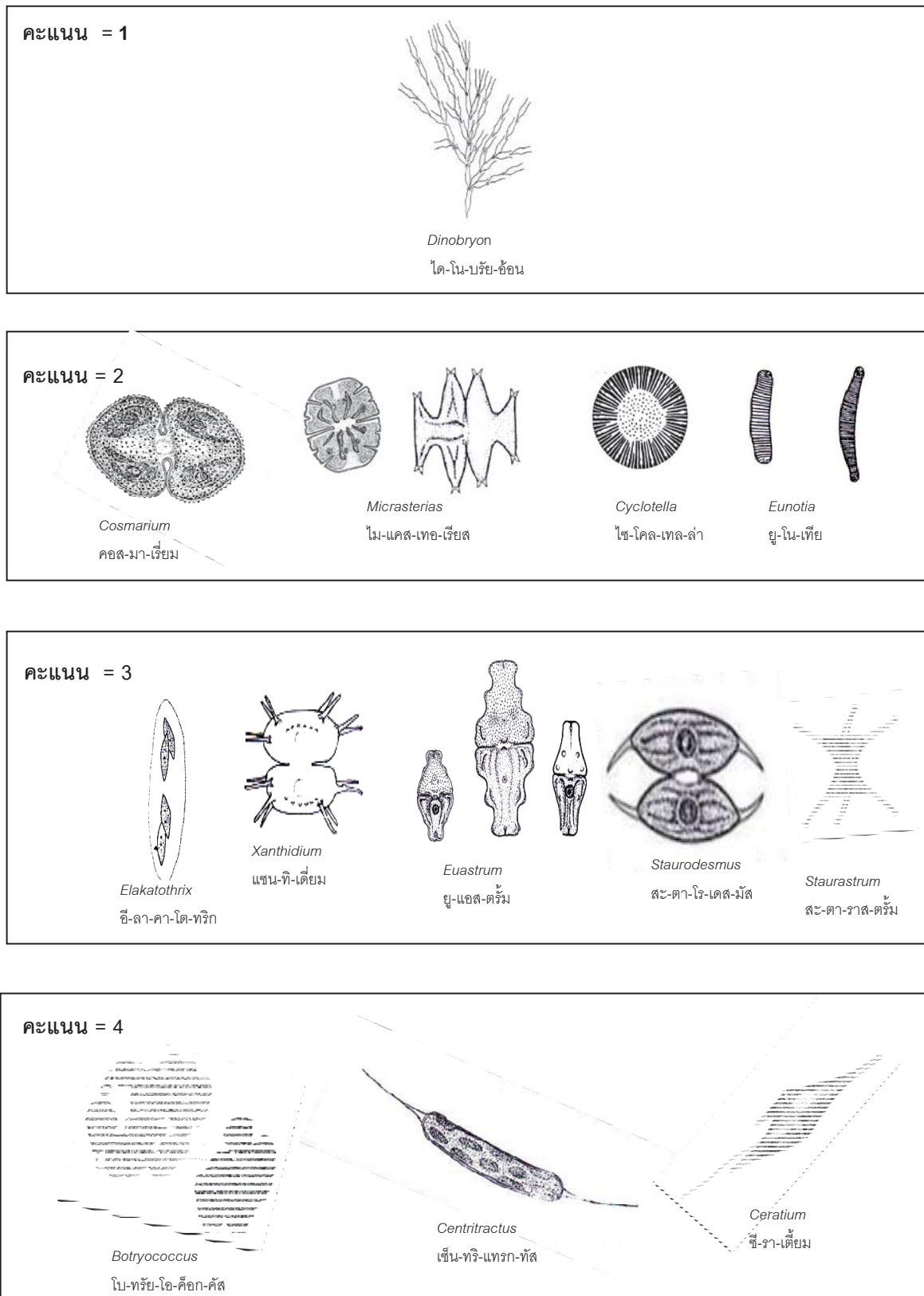
*Euglena* sp. (ยู-กลี-น่า) = 10 คะแนน

*Trachelomonas* sp. (ทรา-คี-โล-โม-แนส) = 8 คะแนน

*Nitzschia* sp. (นิต-เจีย) = 9 คะแนน

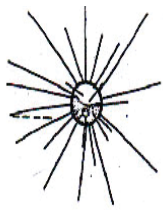
รวมคะแนนจาก 3 สกุลได้ 27 คะแนน หาค่าเฉลี่ยโดยหารด้วย 3 ได้ 9 คะแนน นำคะแนนที่เฉลี่ยได้ไปหาคุณภาพน้ำจากตารางที่ 2 พบว่า อยู่ในสถานะสารอาหารสูง (eutrophic status) คุณภาพน้ำทั่วไปไม่ดี

## แพลงก์ตอนพืชที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำ

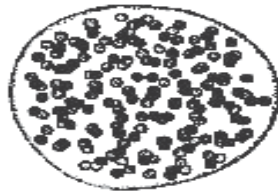


รูปที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน  
(คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

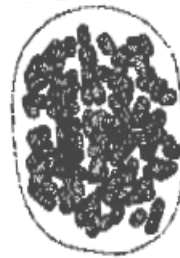
คะแนน = 5



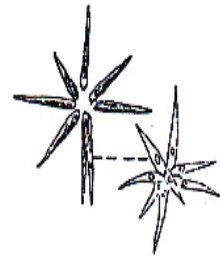
*Golenkinia*  
โกเลนไคเนีย



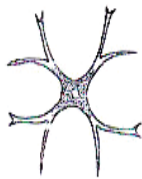
*Aphanocapsa*  
อะฟาโนแคปซ่า



*Aphanothece*  
อะฟาโนทีซี



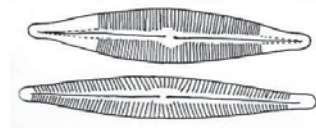
*Actinastrum*  
แอ็คติแนสตรัม



*Isthmochloron*  
อิสต์ม็อค-คลอ-รอน



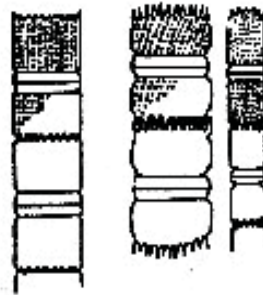
*Pinnularia*  
พิน-นูลา-เรีย



*Navicula*  
นา-ฟิ-คูล่า



*Kirchneriella*  
เคอ-นี-เรีย-ลล่า



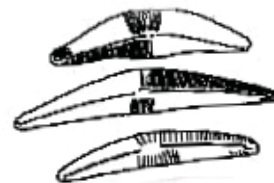
*Melosira*  
มี-โล-เซีย-ร่า



*Rhopalodia*  
โรฟาโลเดีย



*Fragilaria*  
ฟา-จิ-ลา-เรีย



*Cymbella*  
ซิม-เบล-ลล่า



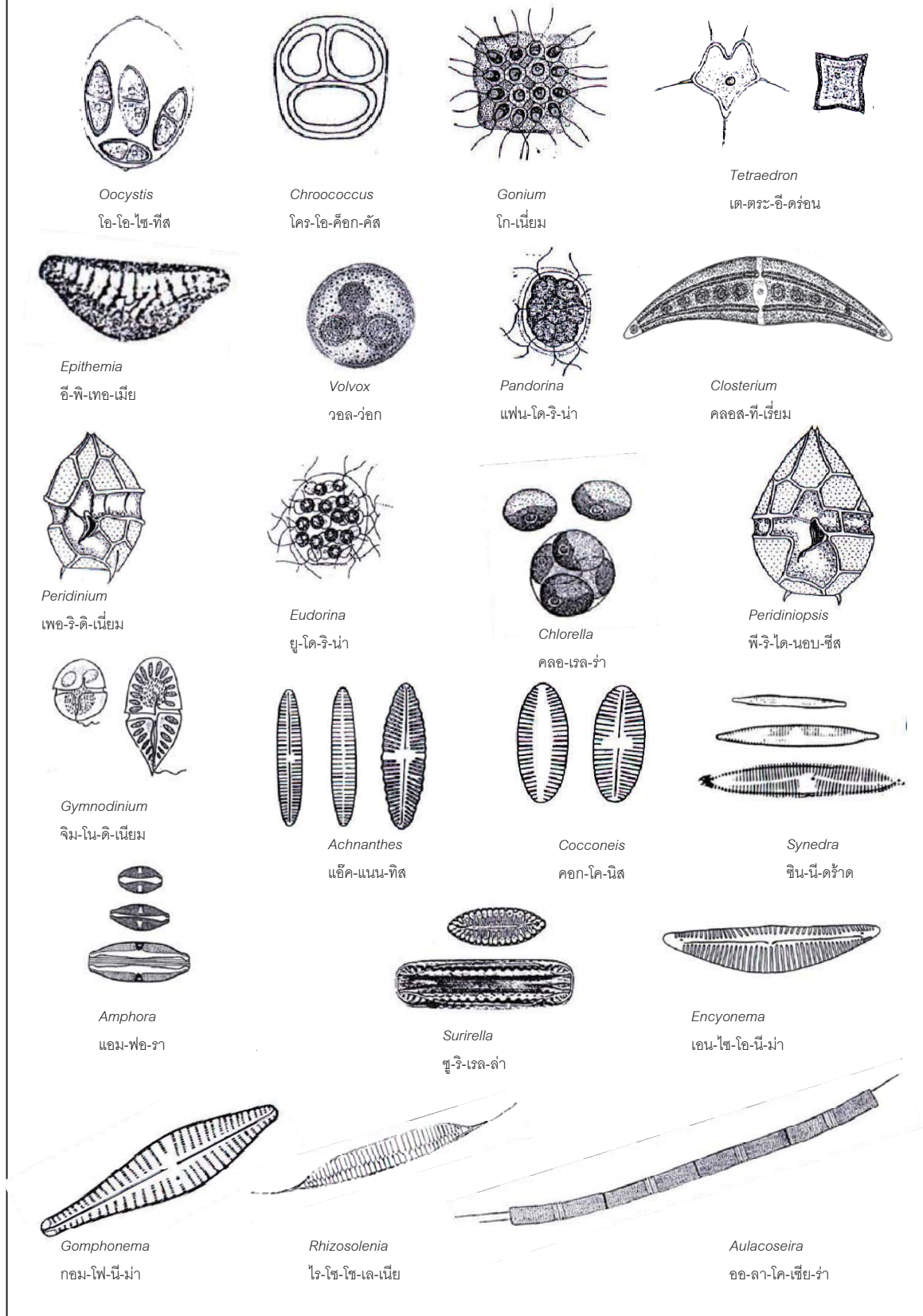
*Nephrocytium*  
เนป-โฟล-ไซ-เตียม



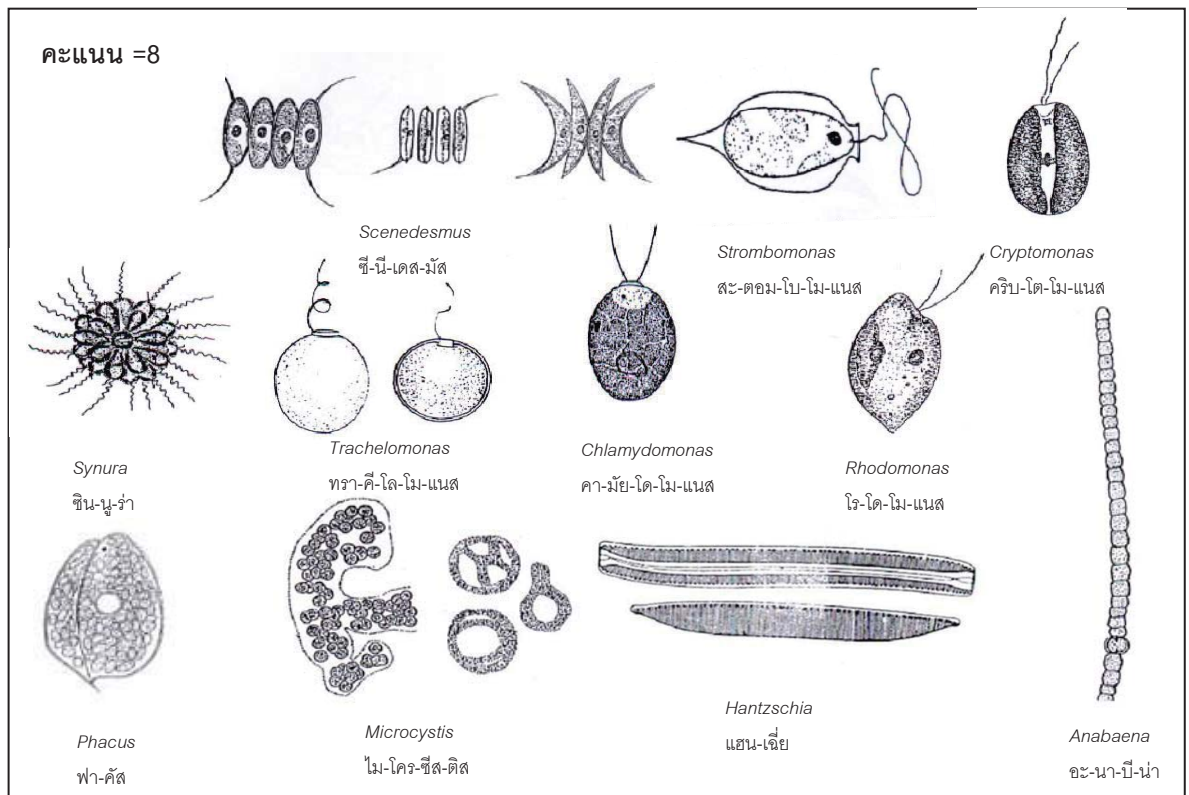
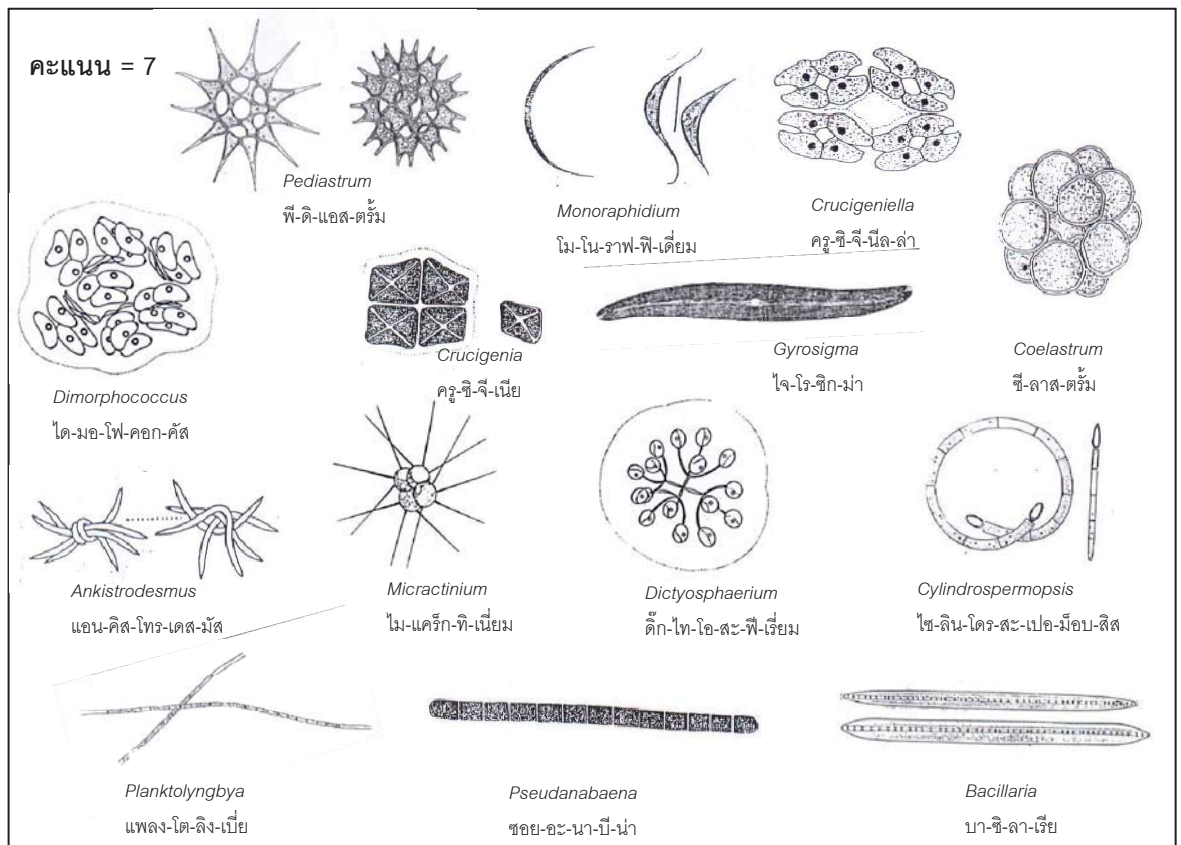
*Acanthoceras*  
อะแคนโทเซอ-ราส

รูปที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (ต่อ)

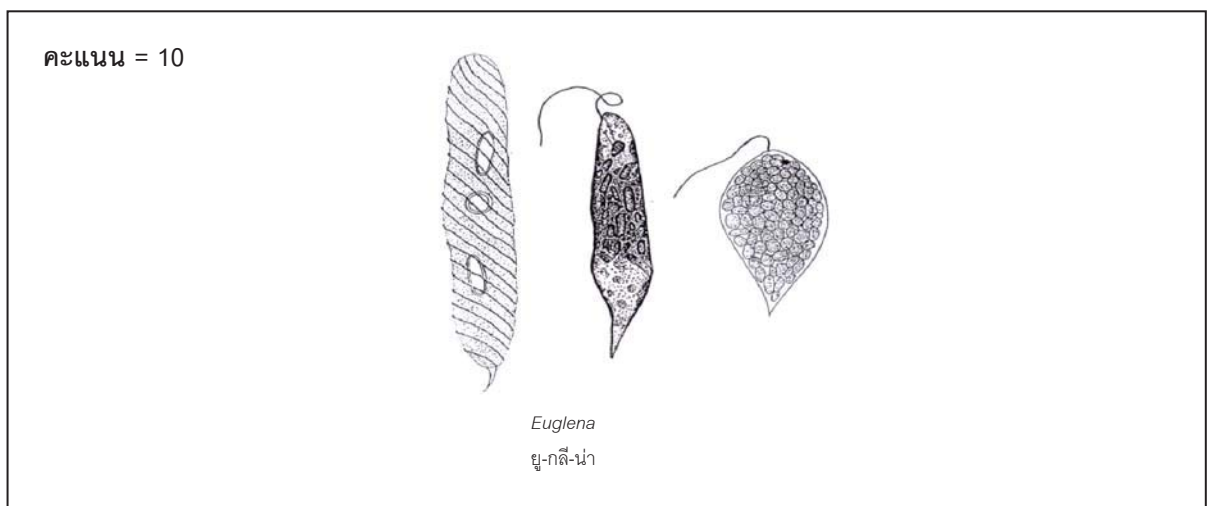
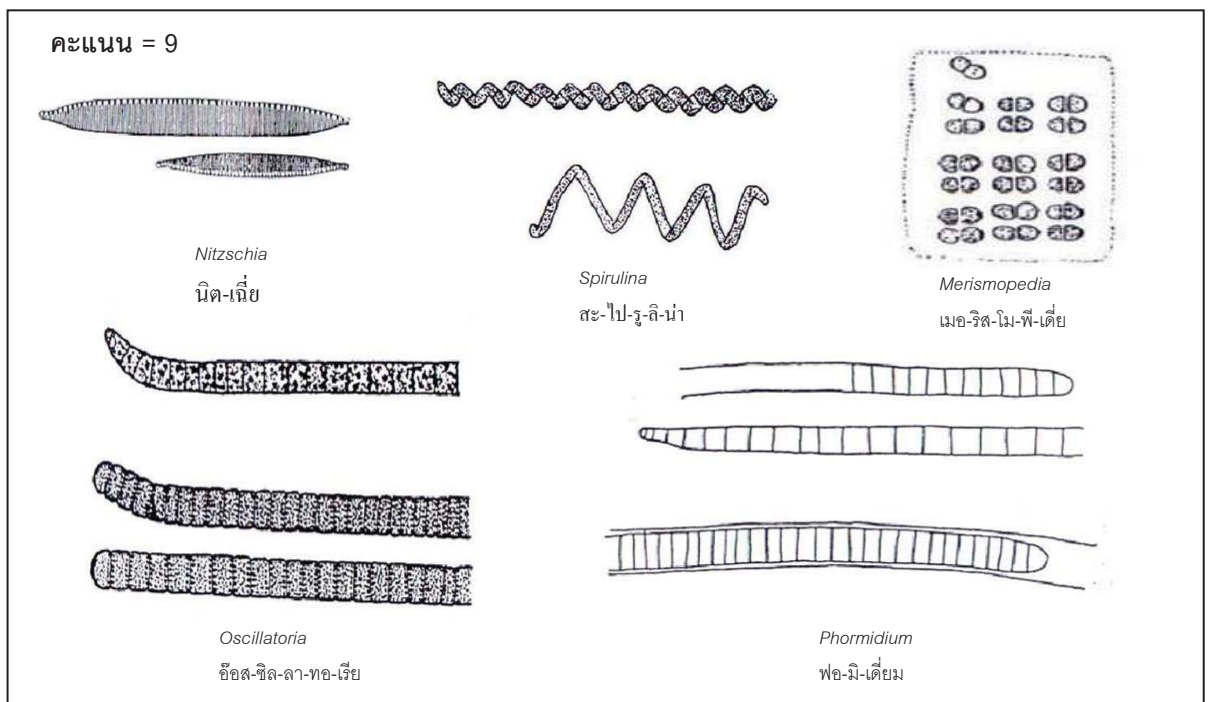
คะแนน = 6



รูปที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (ต่อ)



รูปที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (ต่อ)



รูปที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (ต่อ)

## หนังสืออ้างอิง

- ยูวดี พิรพรพิศาล และ นมาภรณ์ นิวาสะบุตร. 2546. คู่มือปฏิบัติการสาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยูวดี พิรพรพิศาล. 2548. สาหร่ายน้ำจืดภาคเหนือของประเทศไทย. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. โชตนา พริน. เชียงใหม่. 361 หน้า.
- ยูวดี พิรพรพิศาล. 2549. สาหร่ายวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Greenberg, A.E., Clesceri, I.S. and Eaton, A.D. 1998. Standard method for examination of water and waste water. Washington DC: American Public Health Association (APHA).
- Needham, J.G. 1962. A Guide to the Study of Freshwater Biology. Holden-Day, Inc., San Francisco.
- John, D.M., Whitton, B.A. and Brook, A.J. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press. Cambridge.
- Palmer, C.M. 1962. Algae in Water Supplies. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Division of Water Supply and Pollution Control Washington 25, DC.
- Peerapornpisal, Y., Chaiubol, C., Pekkoh, J., Kraibut, H., Chorum, M., Wannathong, P., Ngearnpat, N., Jusabul, K., Thammathiwat, A., Chuananta, J. and Inthasotti, T. 2004. Monitoring of Water Quality in Ang Kaew Reservoir of Chiang Mai University Using Phytoplankton as Bioindicator from 1995-2002. Chiang Mai Journal of Science, 31(1): 85-94.
- Peerapornpisal, Y., Pekkoh, J., Powangprasit, D., Tonkhamdee, T., Hongsirichat, A. and Kunpradid, T. 2007. Assessment of Water Quality in Standing Water by using Dominant Phytoplankton (AARL-PP Score). Journal of Fisheries Technology Research, 1(1): 71-81.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems, Academic Press, New York.

## ตอนที่ 2: การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แมลงน้ำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชล ผลารักษ์  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### 1. ลักษณะทั่วไปของแมลงน้ำ

สิ่งมีชีวิตที่เราเรียกว่าแมลง เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง มีจำนวนมากที่สุดในบรรดาสัตว์ที่มีทั้งหมดบนโลก และสามารถพบได้ในทุกสถานที่ที่สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่อาศัยได้

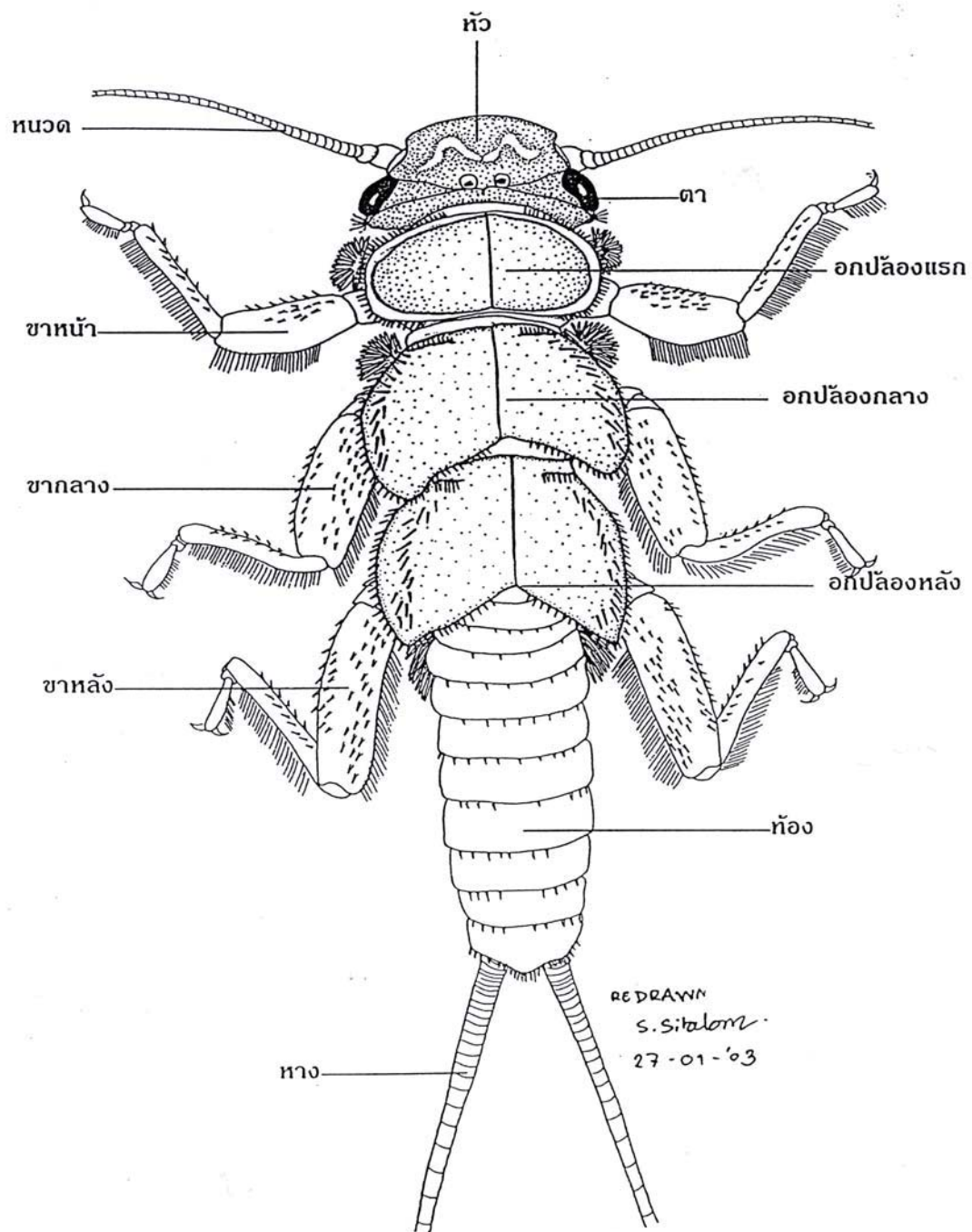
โดยทั่วไปลำตัวของแมลงจะมีโครงสร้างภายนอกแข็ง ระบายสีที่ยื่นออกมาจากลำตัวเป็นปล้อง เจริญเติบโตด้วยการลอกคราบ สืบพันธุ์โดยการมีเพศแยก ลำตัวของแมลงจะแบนและแบ่งเป็นปล้องเห็นได้ชัดเจน คือ

หัว เป็นปล้องที่อยู่ด้านหน้าสุด มีตาเดี่ยวทำหน้าที่ในการรับแสง แต่บางชนิดมีตาประกอบที่สามารถรับภาพได้ มีส่วนของปากทำหน้าที่ในการกินอาหาร

อก เป็นส่วนที่อยู่กลางลำตัว ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเคลื่อนไหว แบ่งเป็น 3 ปล้อง แต่ละปล้องจะมีขายื่นออกด้านข้าง 1 คู่ ขาแต่ละคู่เรียกชื่อตามส่วนของอก คือ ขาคู่หน้าอยู่ที่อกส่วนหน้า ขากลางอยู่ที่อกปล้องกลางและขาหลังอยู่ที่ปล้องหลัง ด้านบนของอกปล้องกลางและปล้องหลังอาจพบแผ่นปีกอยู่ด้วย

ท้อง เป็นส่วนที่อยู่ท้ายสุดของลำตัวแมลง แบ่งเป็นปล้องจำนวน 8-11 ปล้อง ท้องเป็นศูนย์กลางในการย่อยอาหาร การขับถ่าย การหายใจ และการสืบพันธุ์

แมลงที่พบเห็นนั้นมีทั้งแมลงบกและแมลงน้ำ แต่เราสามารถบอกได้ว่าแมลงที่เห็นนั้นเป็นแมลงน้ำหรือเป็นแมลงบกด้วยการสังเกตดูว่า ถ้าในระหว่างวงจรชีวิตของแมลงมีการอาศัยอยู่ในน้ำแสดงว่าแมลงที่เห็นนั้นเป็นแมลงน้ำ



ตัวอย่างอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของตัวอ่อนแมลงน้ำ (แมลงเกาะหิน)

## 2. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแมลงน้ำ

### 2.1 วงชีวิตและการเจริญเติบโต

ส่วนมากแมลงน้ำจะมีการเจริญเติบโตจากไข่เป็นตัวเต็มวัยแบ่งเป็นช่วง ๆ และมีการลอกคราบเพื่อเปลี่ยนช่วงการเจริญ การเจริญเติบโตของแมลง แบ่งได้ 2 แบบคือ

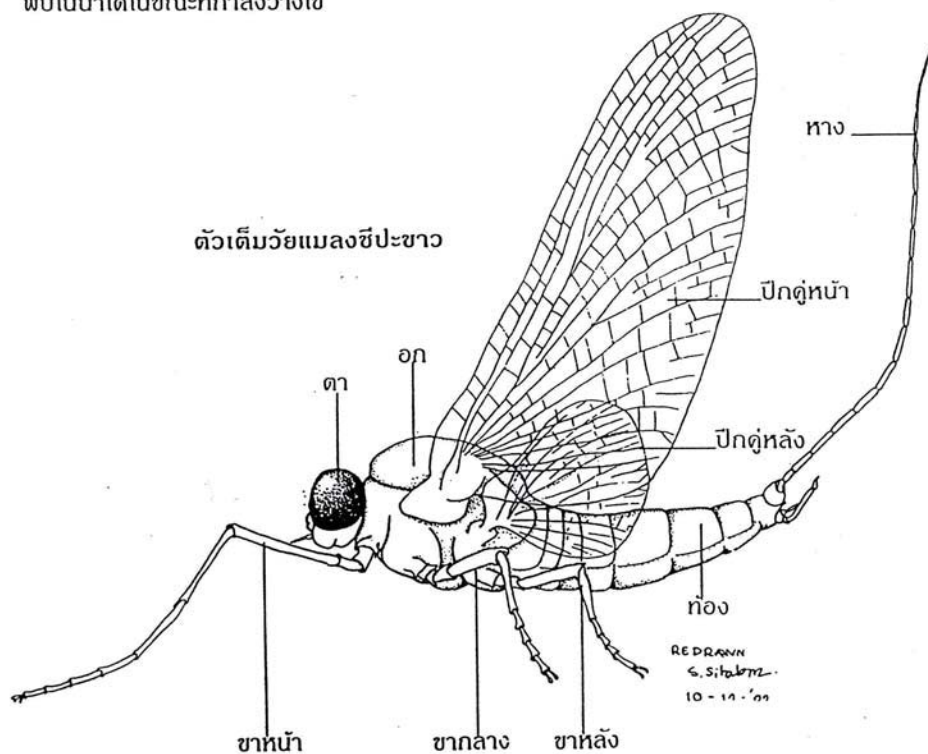
#### 2.1.1 การเจริญผ่านขั้นตอนที่ไม่สมบูรณ์ โดยมีการเจริญจากไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย

ไข่ → ตัวอ่อน → ตัวเต็มวัย

#### 2.2.2 การเจริญผ่านขั้นตอนที่สมบูรณ์ จะมีการเจริญจากไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ ตัวเต็มวัย

ไข่ → ตัวอ่อน → ดักแด้ → ตัวเต็มวัย

แมลงน้ำบางชนิดจะอาศัยอยู่ในน้ำตลอดช่วงชีวิต แต่บางชนิดจะมีช่วงของระยะการเจริญที่อาศัยอยู่ในน้ำ ส่วนมากจะเป็นไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ ส่วนตัวเต็มวัยจะอยู่บนบกและอาจพบในน้ำได้ในขณะที่กำลังวางไข่



## 2.2 การปรับตัวเพื่อหายใจในน้ำ

แมลงที่อาศัยอยู่บนบกจะแลกเปลี่ยนเอาออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศได้โดยตรงด้วยท่อลมที่อยู่ด้านข้างลำตัว ส่วนแมลงที่อยู่ในน้ำจะปรับตัวเพื่อแลกเปลี่ยนเอาออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำหลายรูปแบบด้วยกัน คือ

2.2.1 หายใจด้วยท่อลม แต่ต่างจากแมลงที่อยู่บนบกคือ ออกซิเจนที่ใช้นั้นได้มาจากน้ำ ซึ่งจะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ติดตามผนังลำตัว แทนที่จะได้จากอากาศโดยตรงเหมือนแมลงบก

2.2.2 หายใจผ่านทางผนังลำตัว แมลงดังกล่าวจะมีผนังลำตัวที่อ่อนนุ่มหรือมีผนังลำตัวเป็นเนื้อเยื่อบางๆ ที่อากาศสามารถผ่านเข้า-ออกได้สะดวก

2.2.3 หายใจทางเหงือก ซึ่งเป็นอวัยวะโผล่ออกมาจากด้านข้างของอกและท้อง ผนังของเหงือกบางและอ่อนนุ่มมาก อากาศจึงสามารถผ่านเข้า-ออกได้อย่างสะดวก เหงือกของแมลงน้ำจะมีทั้งแบบ เป็นเส้นสาย และคล้ายท่อลมซึ่งอาจพบได้ในระยะดักแด้

## 2.3 การอยู่อาศัยในแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่แมลงใช้เป็นที่อยู่อาศัยมี 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำนิ่ง เช่น หนองน้ำ ทะเลสาบ และแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ห้วย ลำธาร คลองน้ำ เป็นต้น

แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำจะปรับตัวให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามลักษณะของพื้นที่น้ำ ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น เป็นดินเลน ทราย กรวด ก้อนหิน ก้อนไม้ กองใบไม้ น้ำตกร แอ่งน้ำ ฯลฯ บางครั้งแมลงดังกล่าวจะถูกเรียกรวมกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อยู่ในน้ำว่า “สัตว์หน้าดิน” แมลงน้ำจะปรับการดำรงชีวิตให้อยู่ได้ตามวัตถุที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย คือ

2.3.1 ดำรงชีวิตแบบเกาะติด แมลงกลุ่มนี้จะยึดเกาะอย่างเหนียวแน่นตามพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ใต้น้ำด้วยอวัยวะที่เปลี่ยนมาเพื่อกำหนัที่ยึดเกาะโดยเฉพาะ เช่น ตะขอที่ปลายเท้า ตะขอที่กัน หรือปุ่มดูดด้านล่างลำตัว

2.3.2 ดำรงชีวิตแบบคืบคลาน แมลงกลุ่มนี้จะคืบคลานไปมาระหว่างวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ บางครั้งพบอยู่ด้านล่างของก้อนหินหรืออยู่ในร่องแตกของก้อนหิน

2.3.3 ดำรงชีวิตแบบปีนป่าย ส่วนมากมักจะอาศัยส่วนต่างๆ ของพืชที่อยู่ใต้น้ำในการยึดเกาะเพื่อการเคลื่อนที่

2.3.4 ดำรงชีวิตด้วยการขุดรู แมลงกลุ่มนี้จะขุดรูเพื่ออยู่อาศัยตามบริเวณชั้นท้องน้ำที่อ่อนนุ่ม เช่น ดินเลน ดินเหนียว เลนปนทราย บริเวณดังกล่าวพบมากตามแหล่งน้ำนิ่งหรือตามบริเวณที่น้ำไหลช้าๆ ในแหล่งน้ำไหล

2.3.5 ดำรงชีวิตแบบล่องลอยในน้ำ แมลงกลุ่มนี้จะลอยตัวอยู่ติดกับผิวน้ำด้านล่าง เมื่อถูกรบกวนจะว่ายหนีลงไปได้น้ำและกลับสู่ผิวน้ำใหม่เมื่อผิวน้ำเข้าสู่ภาวะปกติ

2.3.6 ดำรงชีวิตด้วยการว่ายน้ำ รูปร่างของแมลงที่ดำรงชีวิตแบบว่ายน้ำจะเพรียวสามารถว่ายน้ำผ่านกระแสน้ำได้ง่าย บางชนิดมีขาคล้ายใบพาย

2.3.7 ดำรงชีวิตอยู่ที่ผิวน้ำ ด้วยลักษณะพิเศษของขนที่ขาของแมลงกลุ่มนี้ทำให้สามารถดำรงชีวิตบนผิวน้ำได้ดี

## 2.4 รูปแบบการกินอาหารและความสำคัญในระบบนิเวศ

อาหารของแมลงน้ำมีหลายรูปแบบ ทั้งที่มีอยู่แล้วในแหล่งน้ำนั้น เช่น จากสาหร่ายและพืชที่อยู่ในน้ำ หรือมาจากแหล่งอื่น เช่น จากซากสิ่งมีชีวิตที่ร่วงลงไปใต้น้ำแล้วถูกย่อยสลายให้เป็นอนุภาคขนาดเล็กล่องลอยไปตามน้ำ ดังนั้นแมลงน้ำจึงมีรูปแบบการกินอาหารที่หลากหลายรูปแบบตามชนิดของอาหารไปด้วย เช่น กินสาหร่ายหรือพืชน้ำ กินอนุภาคขนาดเล็กที่ล่องลอยมาตามกระแสน้ำ กินสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่าหรือแม้แต่สัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น กินปลาเป็นอาหาร เป็นต้น นอกจากแมลงน้ำจะถูกกินด้วยแมลงด้วยกันแล้ว แมลงน้ำยังถูกสัตว์ชนิดอื่นกินเป็นอาหารอีกด้วย เช่น ปลา กบ และคน

แมลงน้ำทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศแหล่งน้ำ กล่าวคือแมลงน้ำที่กินสาหร่ายหรือพืชน้ำเป็นอาหารจะทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานที่สะสมอยู่ในรูปของแป้งที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเข้ามาไว้ในตัวเอง ส่วนพวกแมลงผู้ล่าจะรับพลังงานต่อมาด้วยการกินแมลงที่กินพืชเหล่านั้นเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังมีแมลงบางพวกที่ทำหน้าที่ช่วยในการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำด้วยการกินซากดังกล่าวแล้วถ่ายเป็นมูลออกมาทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายซากได้ง่ายขึ้น

ระยะตัวเต็มวัยของแมลงน้ำที่กินเลือดเป็นอาหารทุกชนิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์ เพราะนอกจากจะทำให้เจ็บและเกิดการแพ้แล้วยังอาจจะต้องได้รับเชื้อโรคจากแมลงดังกล่าวด้วย ซึ่งมีหลายชนิดที่เป็นพาหะนำโรคติดต่อที่เป็นอันตรายต่อคน

### 3. การใช้แมลงน้ำตรวจสอบคุณภาพน้ำ

จากความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาของแมลงน้ำที่มีการดำรงชีวิตอยู่เป็นกลุ่มเป็นชุมชน และกินซากของสิ่งมีชีวิตที่ร่วงหล่นลงไปในน้ำหรือกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร แต่ในขณะเดียวกัน แมลงน้ำก็สามารถตกเป็นเหยื่อของสัตว์ผู้ล่าอื่นๆ ได้อีก จึงถือได้ว่าแมลงน้ำมีความสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการถ่ายทอดสารอาหารในห่วงโซ่อาหารของแหล่งน้ำ และจากขีดจำกัดทางกายภาพของตัวแมลงน้ำเองที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในระหว่างที่น้อยทำให้ได้รับผลกระทบจากคุณภาพน้ำโดยตรง แมลงน้ำจึงเหมาะแก่การนำมาใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ตัวอย่างง่าย ๆ เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นกับแหล่งน้ำ เช่น มีปัญจากการเกษตรลงไ้มาก ทำให้พืชน้ำสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว เมื่อพืชน้ำเหล่านั้นตายไปจะเกิดการย่อยสลายมากทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงมากกว่าปกติ ก๊าซออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นต่อระบบการหายใจของทุกสิ่งมีชีวิต ดังนั้นเมื่อปริมาณออกซิเจนลดลงจึงทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบอาจทำให้ปริมาณลดลงไปด้วย ยิ่งไปกว่านั้นถ้ามียาปราบศัตรูพืชปนเปื้อนน้ำมากเกินทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำที่ไม่สามารถทนทานได้ตายไป ยิ่งทำให้ชุมชนสิ่งมีชีวิตซึ่งเชื่อมต่อกันเป็นลูกโซ่ในแหล่งน้ำลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว สิ่งมีชีวิตหรือแมลงน้ำที่สามารถทนทานได้มากกว่าก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นมาแทนที่ ทำให้สังคมสิ่งมีชีวิตโดยรวมเปลี่ยนไป หรือถ้าแมลงน้ำที่สามารถทนความเป็นพิษอยู่ได้ก็อาจจะมีความผิดปกติเกิดขึ้นในการดำรงชีวิต เช่น วงชีวิตเปลี่ยนไป มีสภาพร่างกายที่ไม่สมบูรณ์ ด้วยเหตุนี้เราจึงนิยมใช้แมลงน้ำมาเพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำนั่นเอง

ข้อจำกัดที่สำคัญของการใช้แมลงน้ำตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่ที่ความเฉพาะเจาะจงของแมลงน้ำแต่ละชนิดที่มีไม่เหมือนกัน และเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากที่สุดจึงต้องทำการจัดจำแนกแมลงน้ำให้ได้ในระดับชนิด ซึ่งถือเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาและให้ความสนใจเป็นอย่างมาก และส่วนประกอบอื่นๆ ที่ต้องคำนึงถึงคือ แมลงน้ำไม่ได้ตอบสนองต่อผลกระทบทุกชนิด ความหนาแน่นของจำนวนแมลงน้ำอาจเป็นผลจากปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากคุณภาพน้ำ เช่น ลักษณะที่อยู่อาศัย ความเร็วของกระแสและฤดูกาล

#### 3.1 อุปกรณ์

- กระชอนตักลูกน้ำ
- ถาดกั้นลึกลึกขาว / สีอ่อน และถ้วยน้ำจิ้มสีขาว / สีอ่อน
- ช้อนพลาสติก
- แว่นขยายและคู่มือ

### 3.2 วิธีการ

- เก็บตัวอย่างแมลงน้ำตามบริเวณต่าง ๆ ของแหล่งน้ำด้วยกระซอน แบ่งเป็น

1. บริเวณริมฝั่งน้ำ

2. บริเวณก้นกรวดในแหล่งน้ำ (เก็บก้นกรวดขึ้นมาดูด้วยว่ามีแมลงเกาะอยู่หรือไม่ ถ้ามีให้เก็บใส่ลงไปในกระซอนด้วยเลย)

3. บริเวณที่มีเศษพืชสะสมอยู่

4. บริเวณน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย ๆ ของแหล่งน้ำ

5. บริเวณที่น้ำไหลเชี่ยวของแหล่งน้ำ

ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวแทนของแมลงน้ำได้ทั่วถึงครบทุกรูปแบบ

- ถ่ายแมลงน้ำในกระซอนลงในภาดพลาสติกสีอ่อน (การใช้ภาดพลาสติกสีอ่อนและไม่มีลวดลายจะช่วยลดปัญหาการสะท้อนจากแสง) แล้วตัดแยกเอาเศษไม้หรือขยะที่ไม่ต้องการออก เพื่อให้สามารถมองเห็นตัวแมลงได้สะดวก

- ใช้ช้อนพลาสติกตักแมลงแต่ละตัวลงในถ้วยน้ำจิ้มที่มีน้ำอยู่แล้วด้วยความระมัดระวัง (การใช้ช้อนพลาสติกจะช่วยไม่ให้แมลงน้ำเข้ามา)

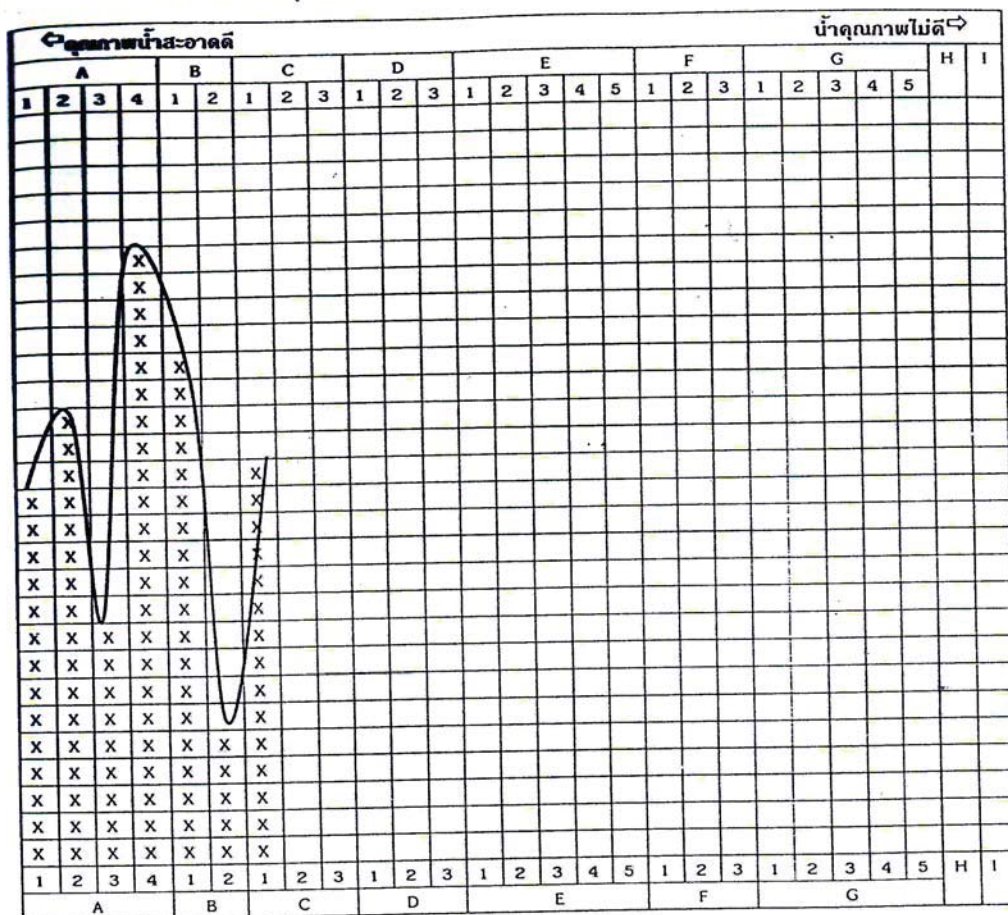
- ตรวจสอบดูสัตว์ว่ามีลักษณะตรงกับสัตว์กลุ่มใดในคู่มือ ถ้าสัตว์มีขนาดเล็กมากให้ใช้แว่นขยายช่วยดูรายละเอียด ถ้าพบว่าแมลงน้ำที่เห็นมีลักษณะไม่เหมือนในคู่มือ ให้วาดรูปพร้อมบันทึกรายละเอียดของแมลงน้ำตัวนั้นไว้ เพื่อใช้ในการจัดจำแนกขั้นต่อไป เสร็จแล้วให้รีบปล่อยแมลงกลับคืนสู่ลำน้ำ (ปล่อยช้า...เดี๋ยวแมลงน้ำจะตายก่อน)

- บันทึกข้อมูลลงในตารางสิ่งมีชีวิตเพื่อหา “กราฟชุมชนแมลงน้ำ”
- ประเมินผลจากกราฟ

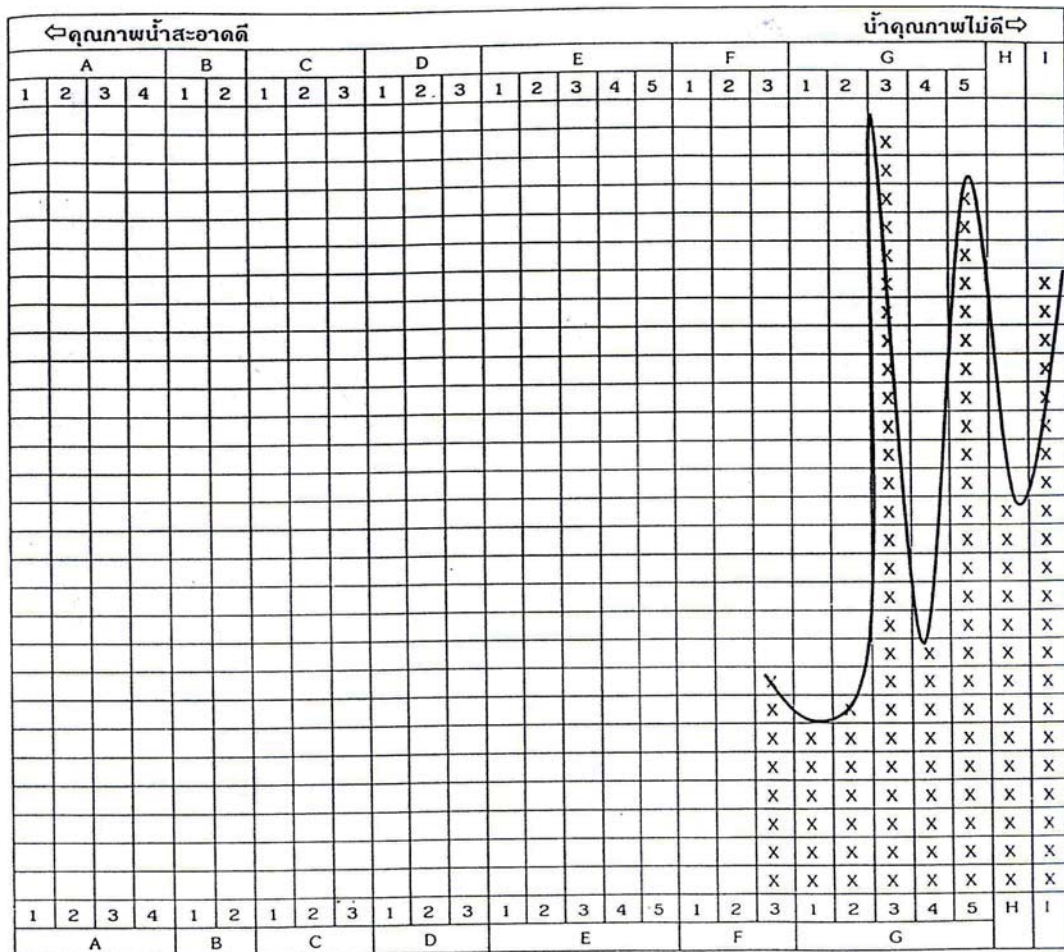
แบบตารางสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการพิจารณา “กราฟชุมชนแมลงน้ำ”

[illegible]

ตัวอย่างกราฟชุมชนแมลงน้ำที่บ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำมีแนวโน้มในทางที่ดี



ตัวอย่างกราฟชุมชนแมลงน้ำที่บ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำมีแนวโน้มที่ไม่ดี



#### 4. การจัดจำแนกแมลงน้ำ

แมลงน้ำมีอยู่เป็นจำนวนมาก และไม่มีแมลงน้ำชนิดใดที่มีลักษณะเหมือนกันเลย จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่จะต้องจัดแบ่งแมลงน้ำออกเป็นหมวดหมู่ การจัดหมวดหมู่แมลงน้ำจะจัดให้แมลงน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันที่สุดรวมไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ส่วนแมลงน้ำที่มีลักษณะต่างออกไปก็จัดเป็นกลุ่มอื่นต่างหาก ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการนำมาศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ

การจัดหมวดหมู่ การกำหนดชื่อรวมทั้งการตรวจสอบหาชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของแมลงน้ำ รวมเรียกว่า “อนุกรมวิธานแมลงน้ำ”

การกำหนดชื่อทางวิทยาศาสตร์ของแมลงน้ำเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับกันทั่วโลก เพราะเป็นการป้องกันความยุ่งยากและความเข้าใจผิดในเรื่องภาษา โดยกำหนดให้แมลงน้ำแต่ละชนิดมีชื่อเป็นภาษาละตินประกอบด้วย 2 ชื่อ คือ ชื่อสกุล และชื่อชนิด เช่น แมลงปอหนวดป่อง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Megalogomphus icterops* ที่พบในอินโดนีเซีย

หลักเกณฑ์พื้นฐานทั่วไปที่ใช้ในการจัดจำแนกแมลงน้ำออกเป็นหมวดหมู่

- พิจารณาจากลักษณะภายนอกและภายในของแมลงน้ำว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
- พิจารณาจากรูปแบบการเจริญของแมลงน้ำ
- พิจารณาถึงพฤติกรรมความสัมพันธ์ของแมลงน้ำกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการแพร่

กระจายตามถิ่นที่อยู่อาศัย

ตามหลักทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป หน่วยของการจัดหมวดหมู่ที่เล็กที่สุดเรียกว่า “ชนิด” หน่วยที่ใหญ่กว่าชนิดเรียกว่า “สกุล” หลายสกุลรวมกันเรียกว่า “วงศ์” หลายวงศ์รวมกันเรียกว่า “อันดับ” หลายอันดับรวมกันเรียกว่า “ชั้น” หลายชั้นรวมกันเรียกว่า “ไฟลัม” และหน่วยที่ใหญ่ที่สุดเรียกว่า “อาณาจักร” เขียนเป็นลำดับชั้นได้ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom) Animal

ไฟลัม (Phylum) Arthropoda

ชั้น (Class) Insecta

อันดับ (Order) Odonata

วงศ์ (Family) Gomphidae

สกุล (Genus) *Megalogomphus*

ชนิด (Species) *icterops*

ปัจจุบันจัดให้แมลงน้ำเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรสัตว์ ไฟลัมอาร์โทรโปดา (สัตว์ที่มีโครงร่างแข็งภายนอก) ระดับของแมลง และจัดเป็นหมวดหมู่แยกย่อยออกเป็น 11 อันดับ ดังนี้

4.1 แมลงหางดีด

4.2 แมลงชีปะขาว

4.3 แมลงปอ

4.4 แมลงเกาะหิน

4.5 มวนน้ำ

4.6 แมลงช้าง

4.7 แมลงหนอนปลอกน้ำ

4.8 ผีเสื้อน้ำ

4.9 ตัวงน้ำ

4.10 ต่อน้ำ

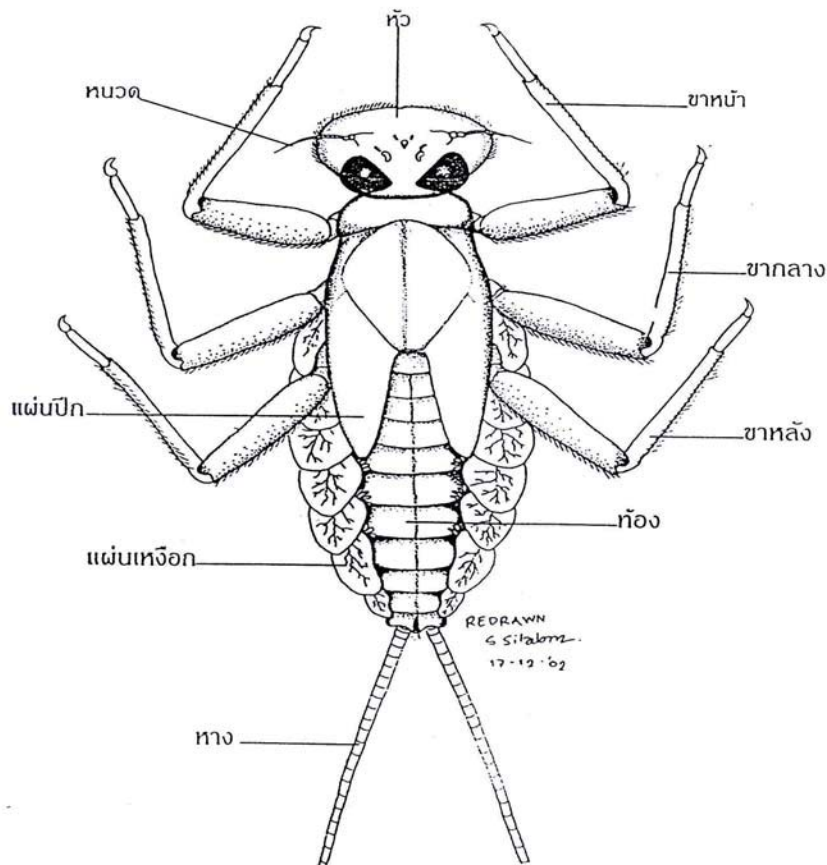
4.11 ทบอบแมลงวัน

4.1 แมลงหางดีด เป็นแมลงขนาดเล็กมาก อาศัยอยู่ตามพื้นดินที่ชื้นหรือบนผิวน้ำ เป็นแมลงน้ำที่ไม่มีปีก ท้ายสุดของส่วนท้องจะมีอวัยวะที่ใช้ในการสปริงตัว แต่ละระยะของการเจริญจะมีลักษณะที่เหมือนกันแตกต่างกันที่ขนาดเท่านั้น

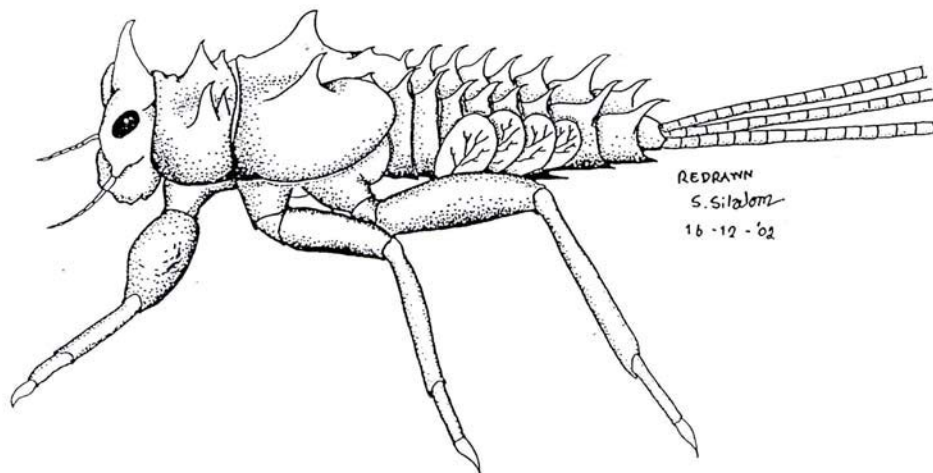
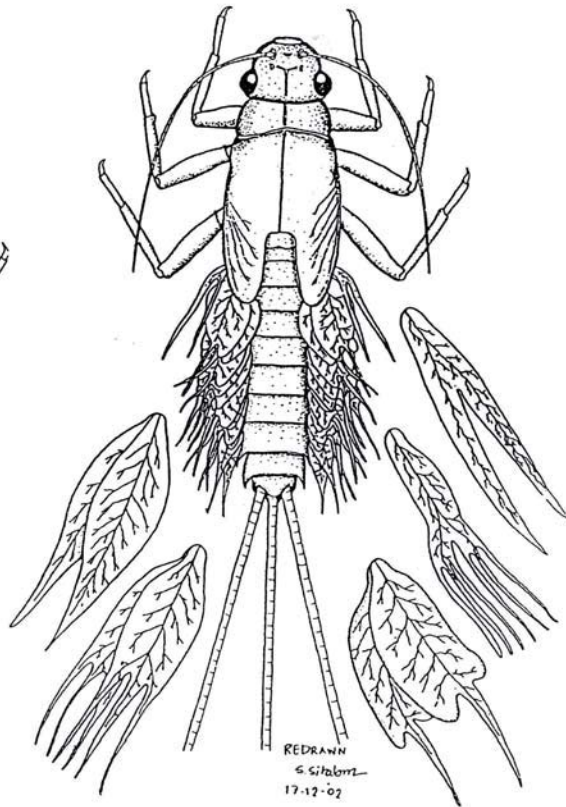
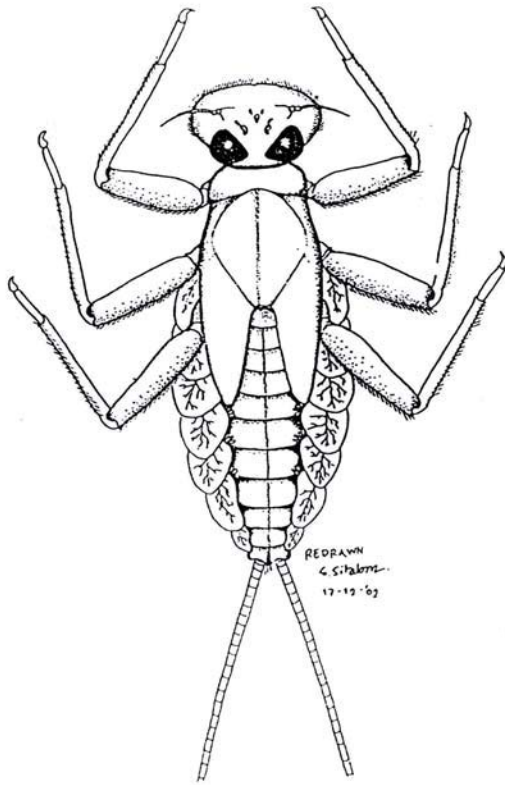
4.2 แมลงซีปะขาว เป็นแมลงน้ำที่พบได้ง่ายทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล ตัวอ่อนกินอาหารพวกเศษซากขนาดเล็กของสิ่งมีชีวิต ไม่มีระยะดักแด้ ตัวเต็มวัยมีปีก ไม่กินอาหาร หลังจากผสมพันธุ์และวางไข่แล้วก็จะตาย

ตัวอ่อน ลำตัวแบนหรือทรงกระบอก มองเห็นตาเดี่ยวชัดเจน หนวดเรียวยาว มีปากแบบกัดแทะ ปลายสุดของแต่ละขามีเล็บยาว แผ่นปีกดูหนาเห็นได้ชัดเจนแต่แผ่นปีกด้านหลังอาจมองไม่ค่อยชัดหรือไม่มีเลย ด้านข้างท้องอาจมีเหงือก ซึ่งมีหลายหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับแต่ละชนิด ปลายสุดของลำตัวมีหาง 2-3 หาง

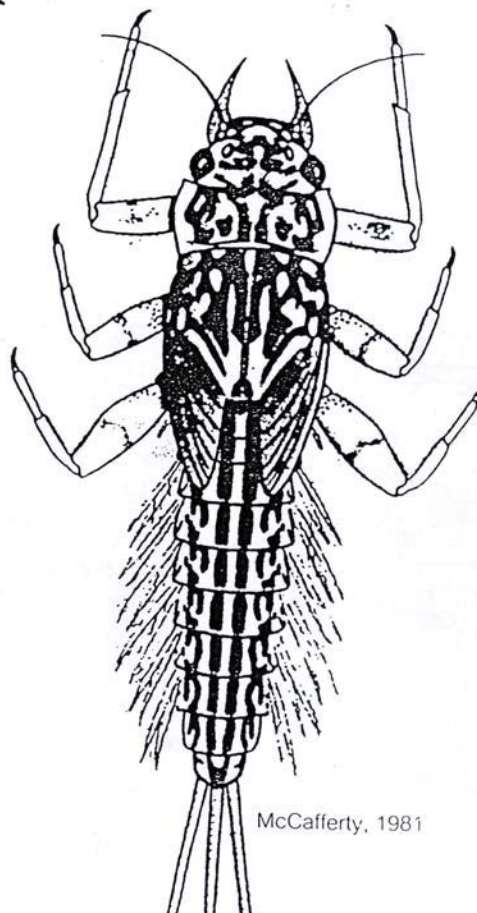
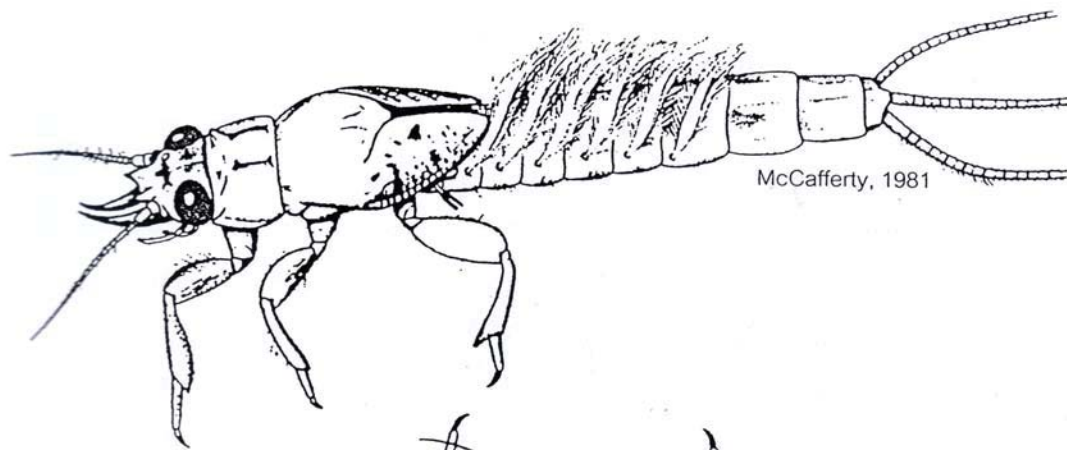
ตัวเต็มวัย ปีกมีเส้นปีกมองเห็นได้ชัดเจน ปีกตั้งตรงกับลำตัวในขณะที่เกาะอยู่กับที่ ไม่กินอาหาร ตามีขนาดใหญ่ชัดเจน หนวดขนาดเล็ก ขาหน้ายาวที่สุด ปลายสุดของลำตัวมีหาง 2-3 หาง



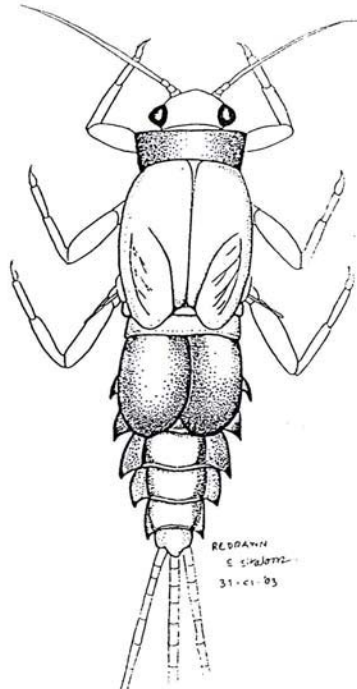
ตัวอ่อนแมลงซีปะขาวหัวแบน



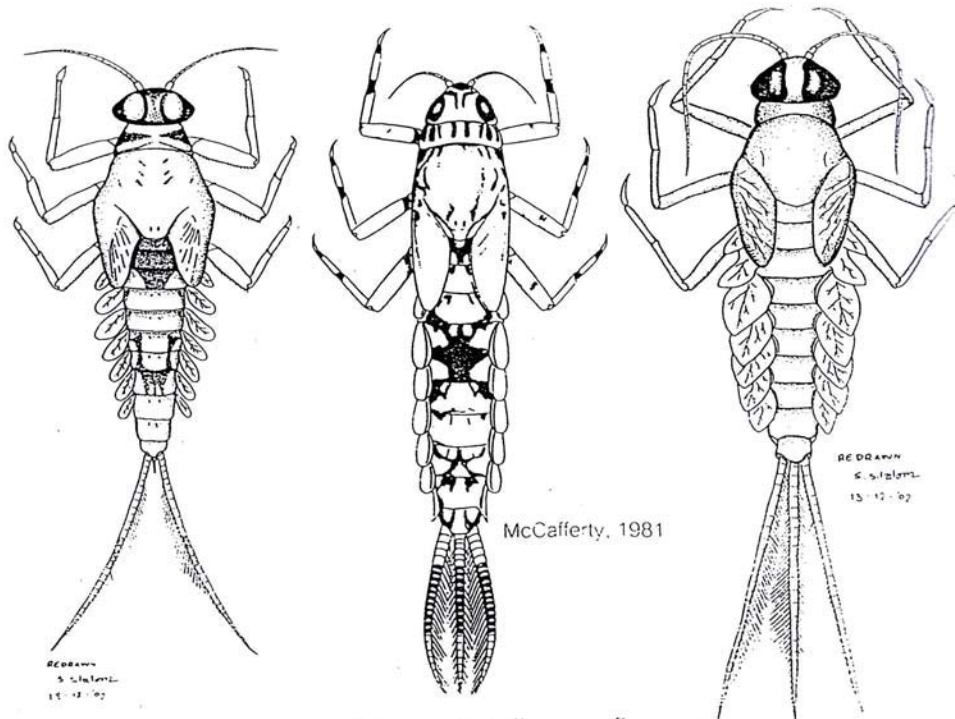
ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม A1)



ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม A1)



ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม C1)



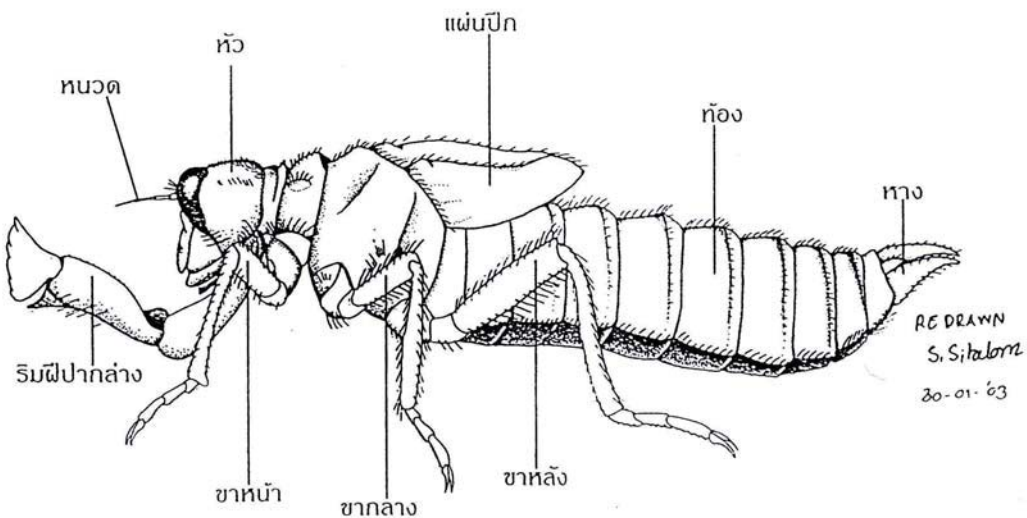
ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม F1)

#### 4.3 แมลงปอ แมลงน้ำกลุ่มนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 กลุ่มย่อย คือแมลงปอและแมลงปอเข็ม

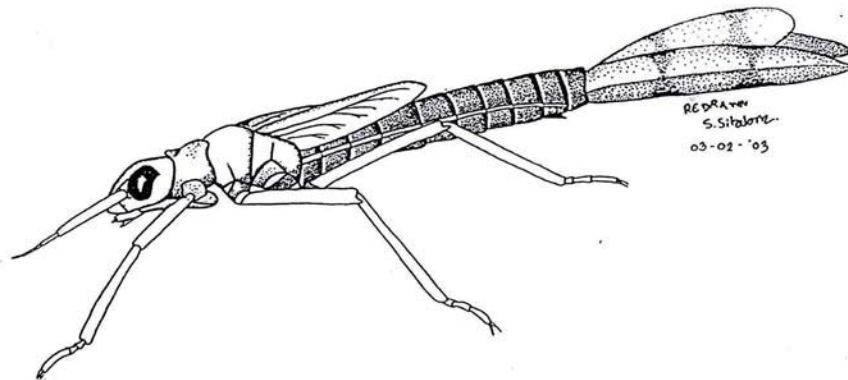
แมลงปอเข็ม ตัวอ่อนจะมีรูปร่างเรียวยาว ท้องกลม ปลายสุดมองเห็นหางได้ชัดเจน 3 ทาง ลำตัวของตัวเต็มวัยจะเรียว ตาเป็นตาประกอบอยู่ห่างกัน ปีกมักติดกับลำตัวในขณะเกาะอยู่นิ่ง ๆ

แมลงปอมีรูปร่างที่หนากว่า ท้องแบนออกด้านข้าง ปลายท้องกว้างกว่า แต่หางไม่เด่นชัด ตัวเต็มวัยมีขนาดใหญ่ ตาประกอบมีขนาดใหญ่และอยู่ใกล้กันมาก ในขณะเกาะอยู่นิ่งอยู่กับที่ปีกจะกางออกด้านข้างในแนวระนาบกับลำตัว

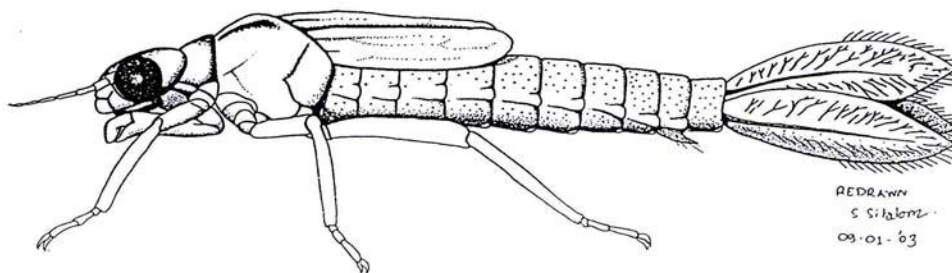
ตัวอ่อนของทั้งสองกลุ่มอาศัยอยู่ในน้ำ ดำรงชีวิตด้วยการกินสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร หลังจากตัวอ่อนลอกคราบครั้งสุดท้ายจะมองเห็นแผ่นปีกที่ด้านบนของอกได้ชัดเจน จากนั้นตัวอ่อนจะได้ขึ้นมาเกาะตามพื้นผิวที่อยู่เหนือน้ำเพื่อรอลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ก่อนบินขึ้นสู่อากาศ ตัวเต็มวัยกินยุง และแมลงขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร บางครั้งก็จับผีเสื้อกินเป็นอาหารด้วย



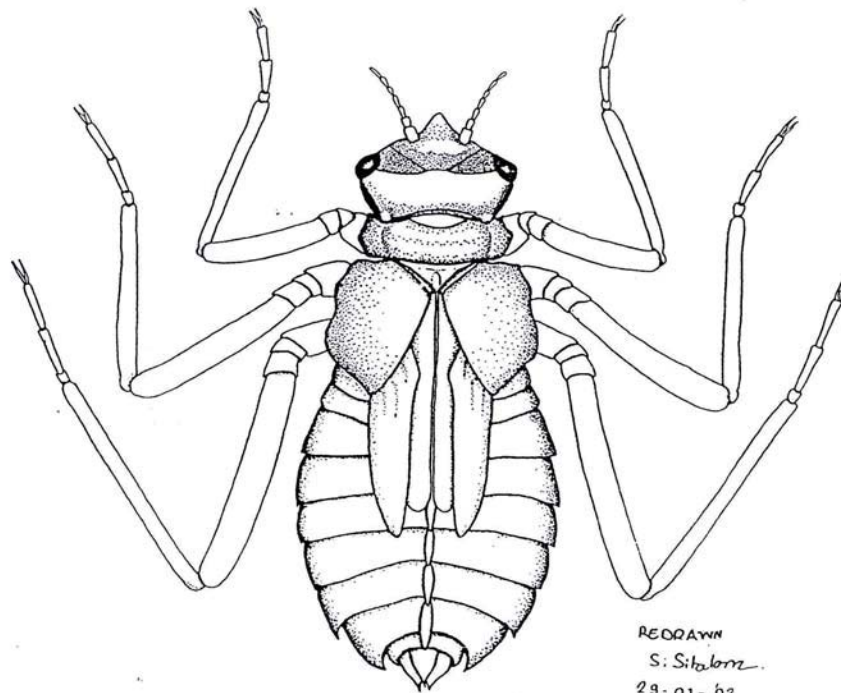
ตัวอ่อนแมลงปอ



REDRAWN  
S. Sitakorn.  
03-02-'03

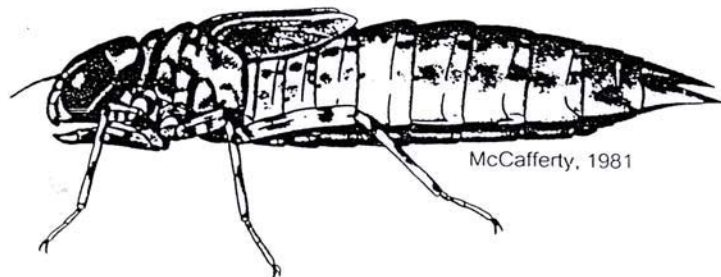
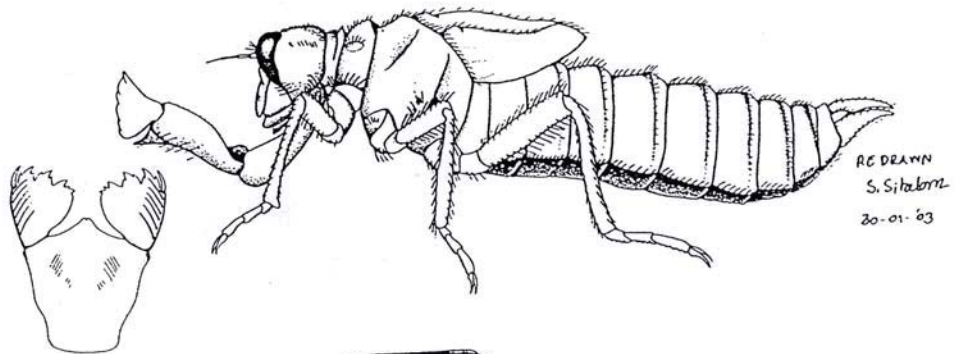
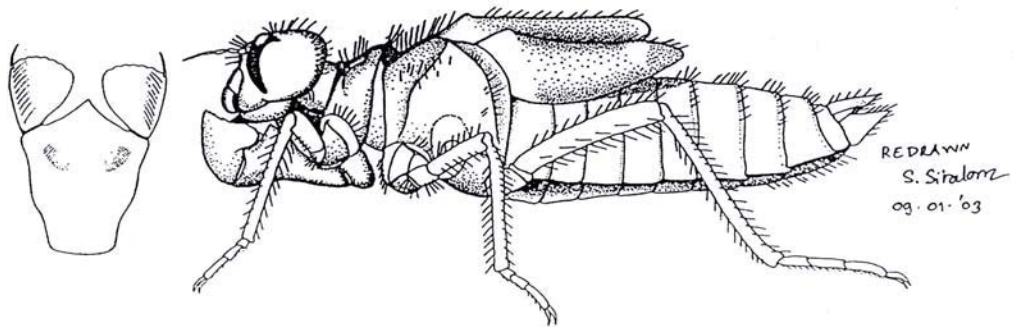
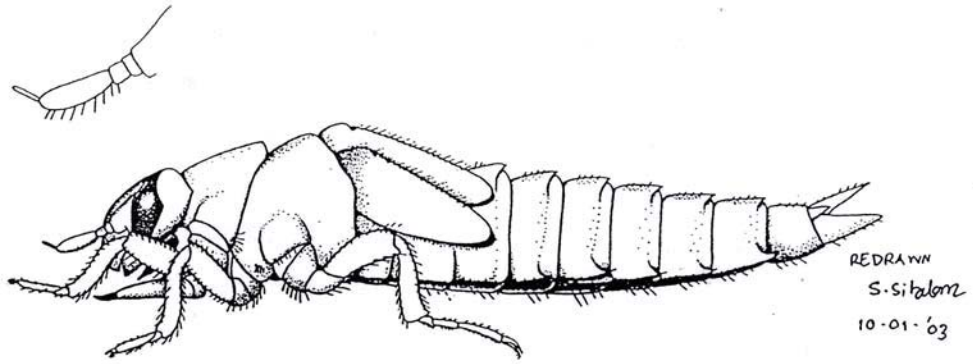


REDRAWN  
S. Sitakorn.  
03-01-'03



REDRAWN  
S. Sitakorn.  
23-01-'03

ตัวอ่อนแมลงปอ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม D2)

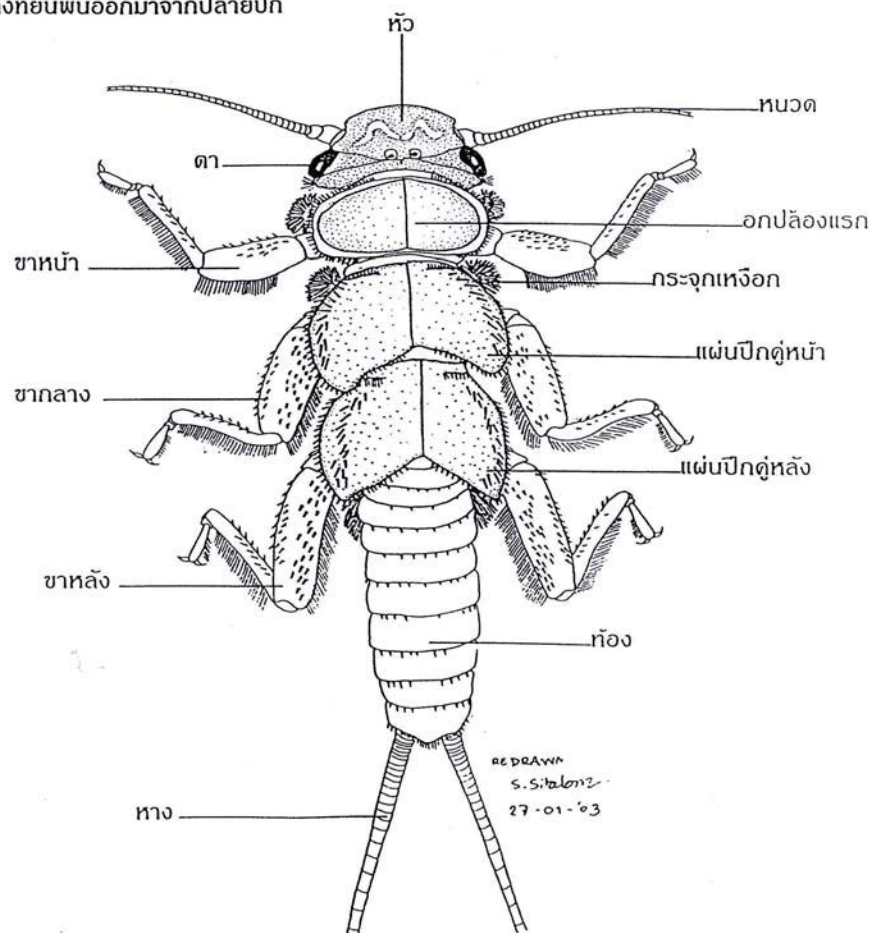


ตัวอ่อนแมลงปอ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม D2)

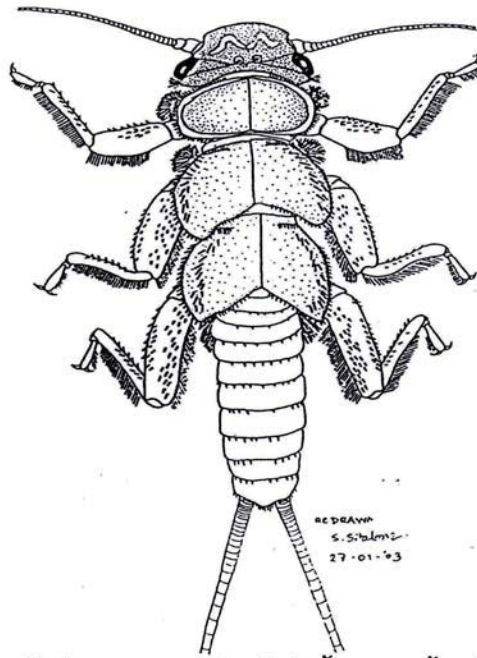
4.4 แมลงเกาะหิน เป็นแมลงน้ำที่พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างสะอาด ไข่และตัวอ่อนจะอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวอ่อนกินซากขนาดเล็ก พืชน้ำ หรือจันสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่ากินเป็นอาหาร ส่วนตัวเต็มวัยจะอยู่ตามต้นไม้ที่ขึ้นตามริมน้ำ และอาจกินพืชเหล่านั้นเป็นอาหาร

ตัวอ่อน ลำตัวทรงกระบอก อาจแบนหรือเรียวยาว สามารถมองเห็นตาได้ค่อนข้างชัด หนวดเรียวยาว ปากเป็นแบบกัดแทะ ขามีพัฒนาการที่ดีมากโดยมีเล็บแหลมที่ปลายสุด ส่วนมากจะมองเห็นเหงือกตามลำตัวได้ชัดเจน ปลายสุดของท้องมี 2 หาง ในระยะตัวอ่อนขั้นสุดท้ายจะมองเห็นแผ่นปีกที่ออกได้อย่างเด่นชัด

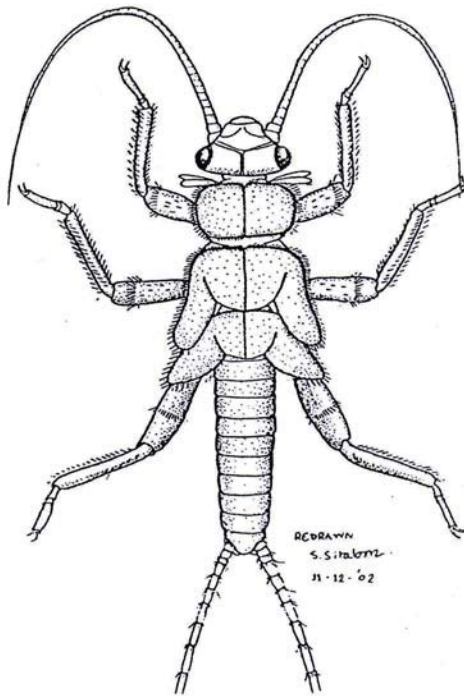
ตัวเต็มวัยมีหนวดที่เรียวยาว ผนังลำตัวนุ่ม ตัวเรียวยาว ปีกยาว ผิวปีกเป็นเยื่อบางใส ในขณะที่เกาะอยู่กับที่ปลายปีกที่พับซ้อนกันจะคลุมส่วนท้องไว้ทั้งหมด ยกเว้นส่วนของหางที่ยื่นพ้นออกมาจากปลายปีก



ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน

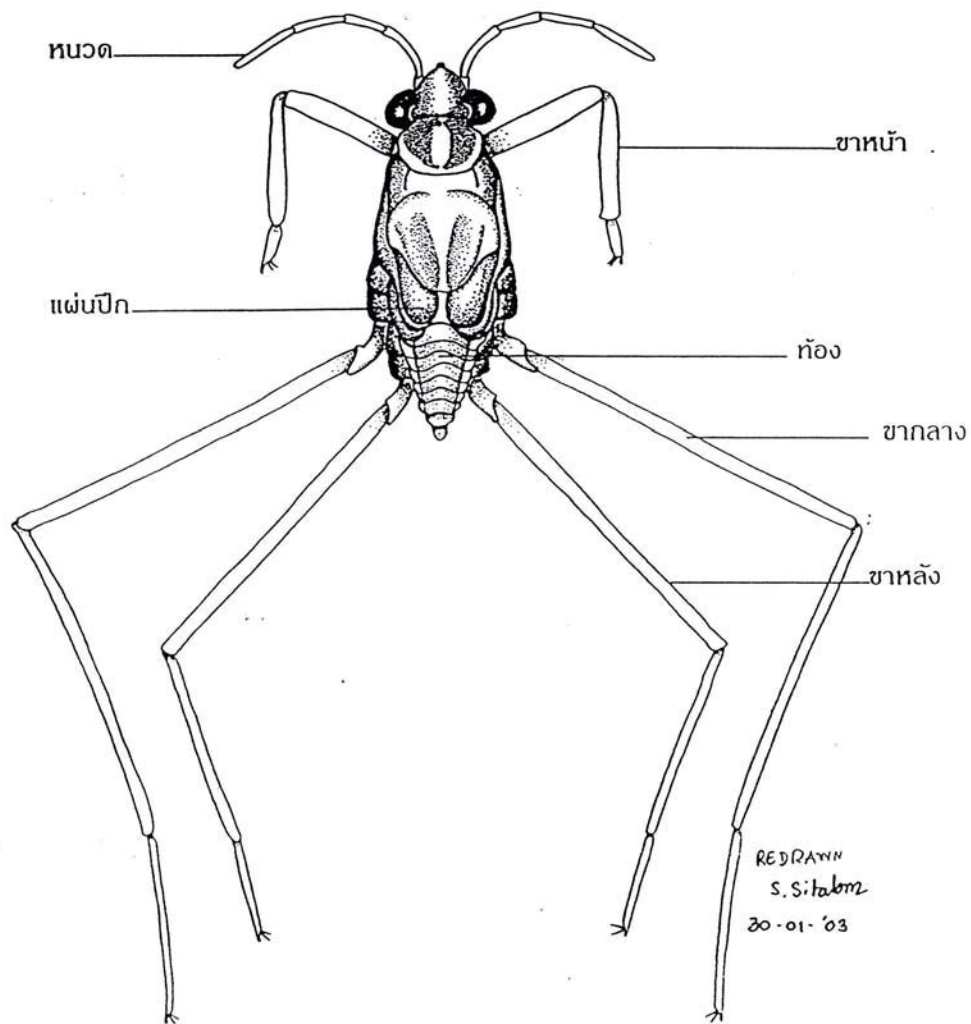


ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม A2)

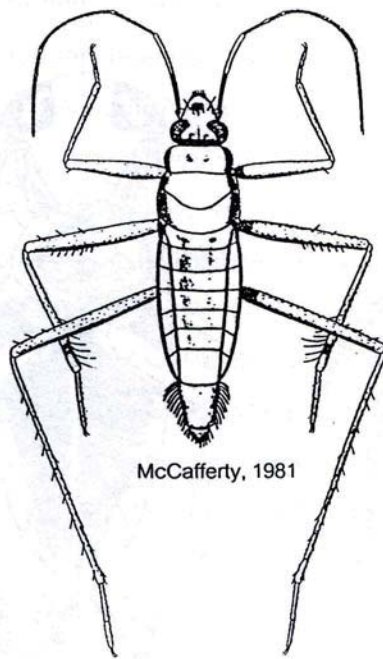


ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม C2)

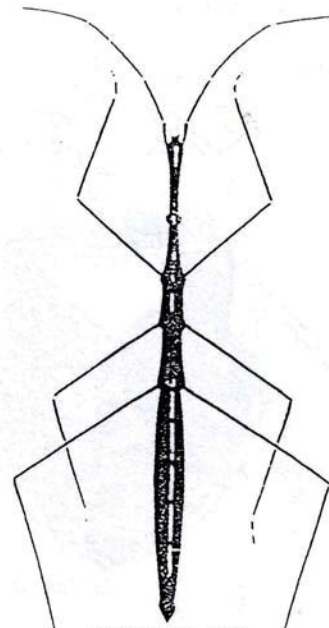
4.5 มวนน้ำ ทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะมีรูปร่างที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คือมีรูปร่างตั้งแต่เรียวยาว กลมคล้ายไข่ หรือแบน สามารถมองเห็นส่วนของหัวและตาได้ชัดเจน หนวดมีขนาดเล็กหรืออาจมองเห็นไม่ค่อยชัด ปากพัฒนาเป็นหลอดแหลมเพื่อใช้สำหรับการเจาะดูดโดยเฉพาะ ขณะที่เกาะนิ่งอยู่กับที่ปลายปากคู่หน้าจะซ้อนทับกันและแข็งแรงกว่าปากคู่หลังที่เป็นเพียงเหยื่อบาง ๆ ท้องไม่มีเหงือกและไม่มีหาง



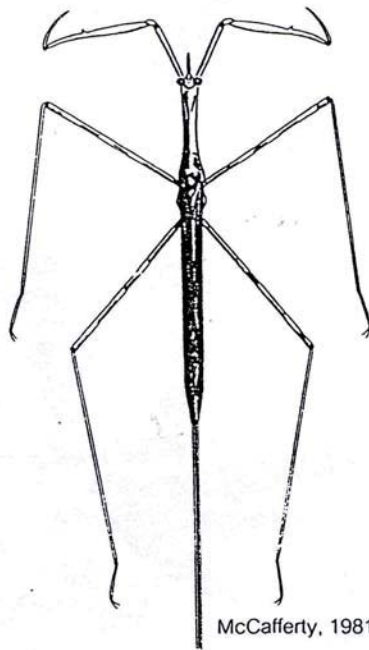
มวนน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E1)



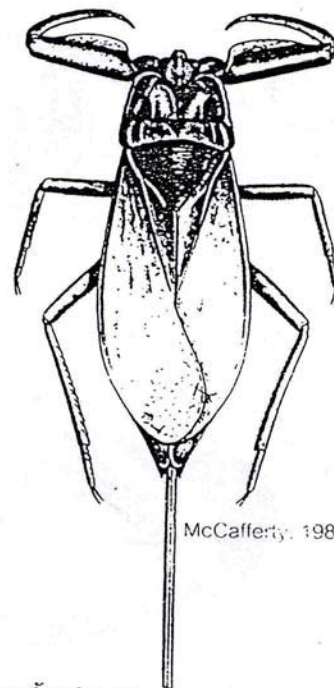
McCafferty, 1981



McCafferty, 1981

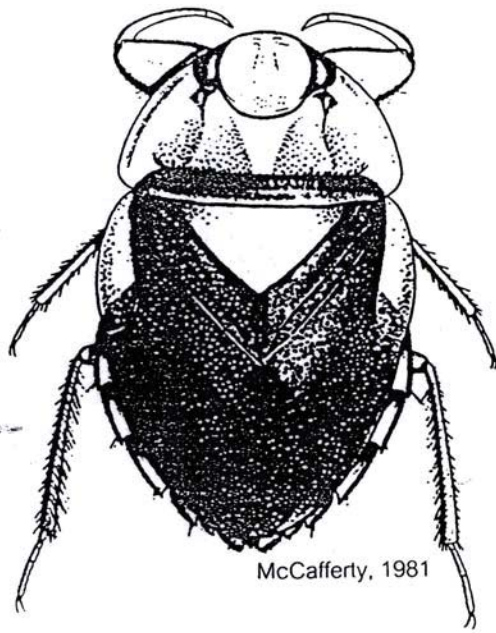


McCafferty, 1981

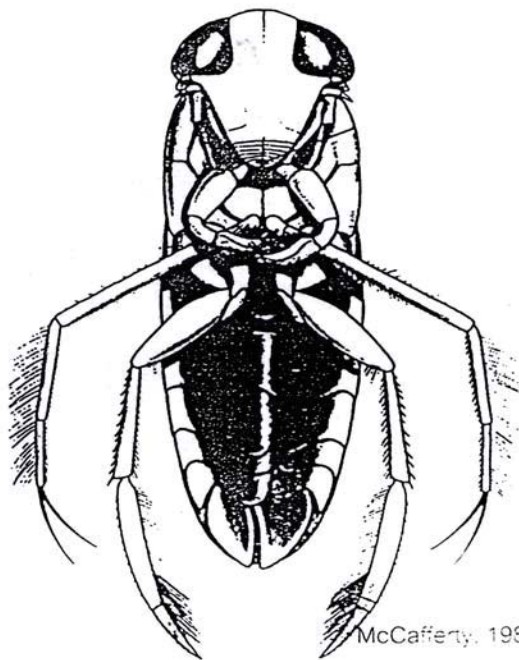


McCafferty, 1981

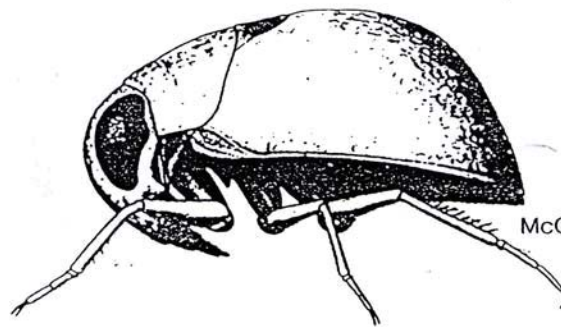
มวนน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E1)



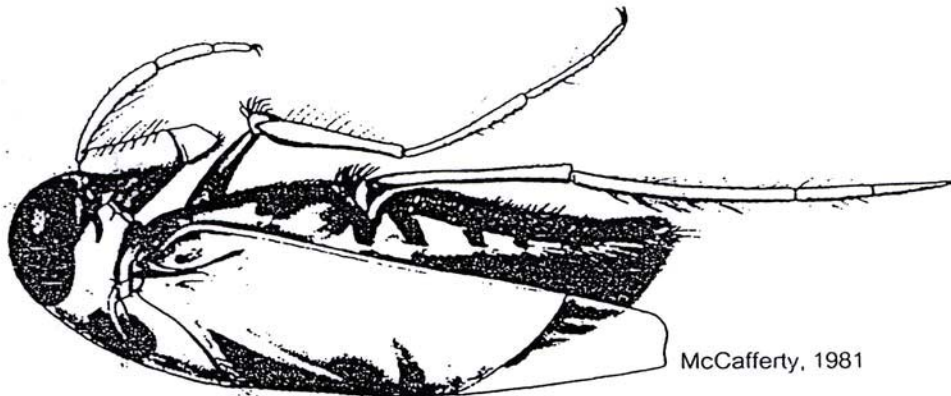
McCafferty, 1981



McCafferty, 1981



McCafferty, 1981



McCafferty, 1981

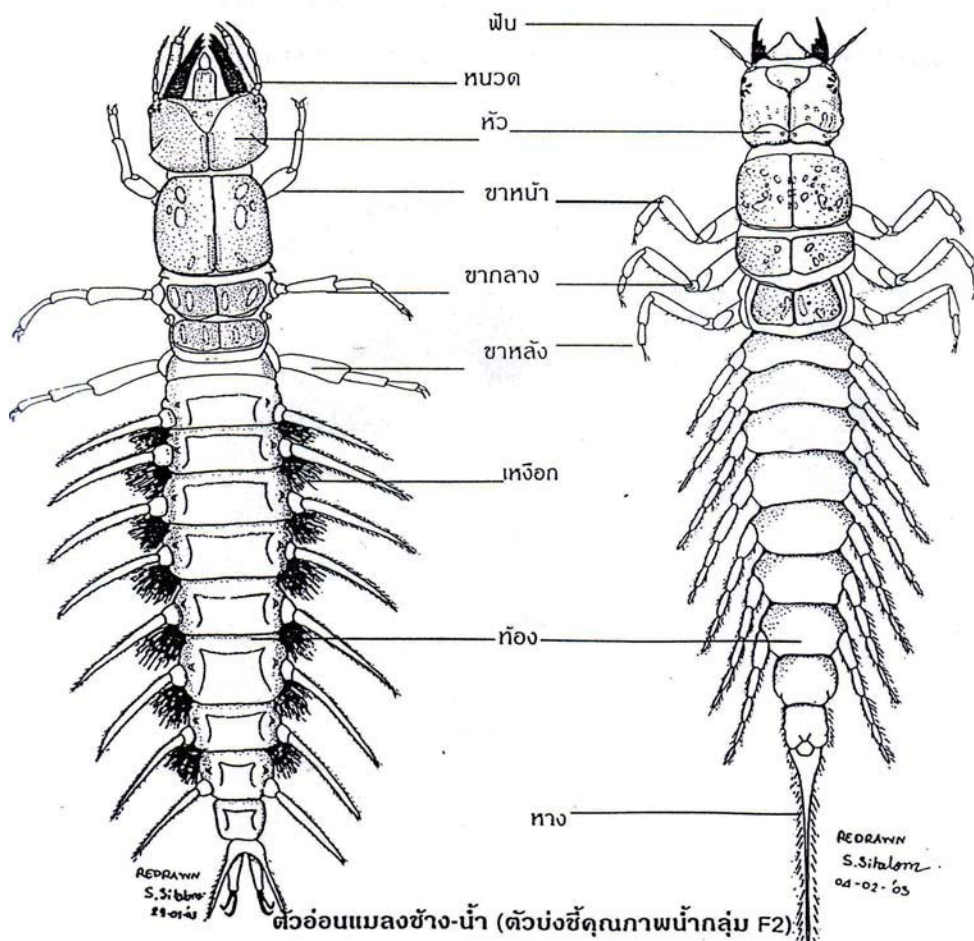
มวนน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E1)

4.6 แมลงช้าง-น้ำ เป็นแมลงที่มีขนาดตัวใหญ่ที่สุดในบรรดาแมลงน้ำทั้งหมด ทุกระยะอาศัยอยู่บนบกทั้งหมดยกเว้นระยะตัวอ่อน ซึ่งในขณะที่เป็นตัวอ่อนจะดำรงชีวิตด้วยการจับสัตว์น้ำขนาดเล็กกว่ากินเป็นอาหาร

ตัวอ่อน มีลำตัวที่ยาวและแบนเล็กน้อย รูปแบบของปากเหมาะสำหรับกัดฉีก โดยเฉพาะ หนวดเป็นเส้นยาว ตาพัฒนาไม่ค่อยดีโดยเป็นกลุ่มของตาเดี่ยว ไม่มีแผ่นปีก ท้องแต่ละปล้องมีเส้นทางด้านข้าง ด้านข้างของท้องและอกอาจมีเหงือกอยู่ด้วย ท้ายสุดของส่วนท้องมีตะขอดูสำหรับยึดเกาะพื้นผิวใต้น้ำ

ตัวแก่ ระยะเวลาไม่ติดกับลำตัว มองเห็นขากรรไกรที่ยื่นออกด้านหน้าอย่างเด่นชัด ปีกคู่หน้าและปีกคู่หลังขนาดใกล้เคียงกัน

ตัวเต็มวัย ปีกเป็นเยื่อบางที่มีโครงสร้างเป็นร่างแห ในขณะที่พักปีกคู่หน้าจะพับคล้ายหลังคาบ้าน ปีกคู่หลังจะพับทบอยู่ใต้ปีกคู่หน้า

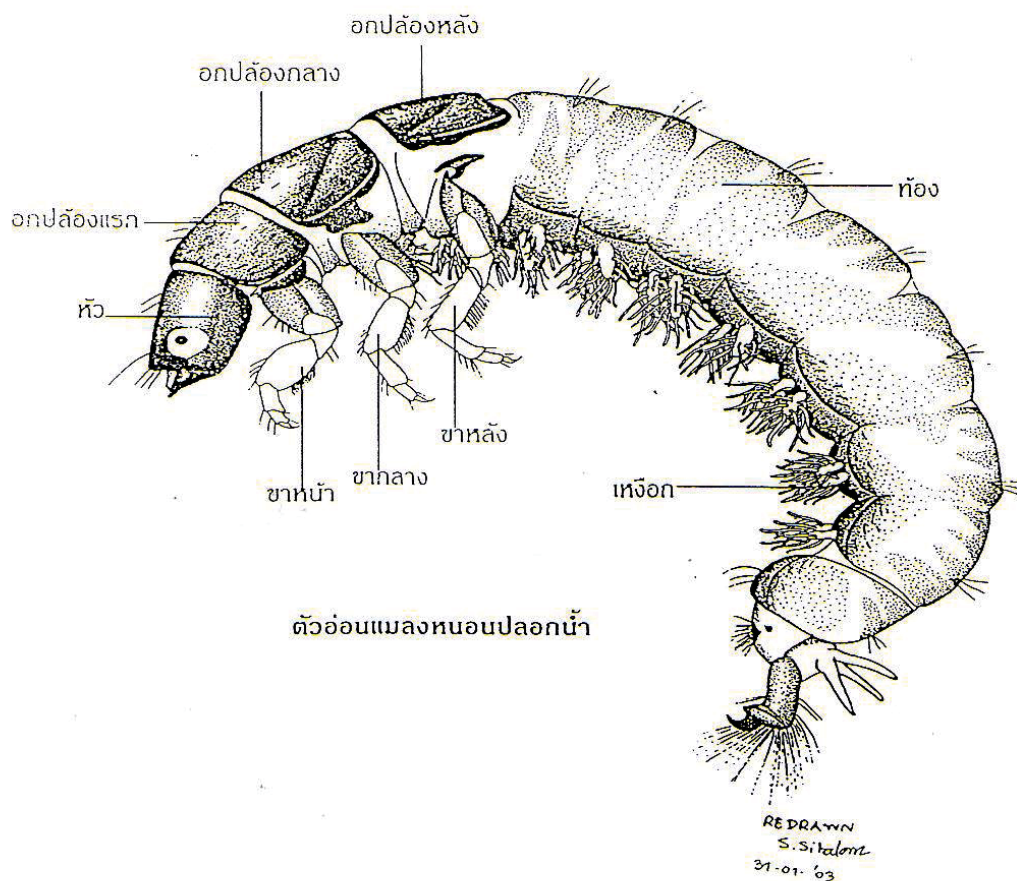


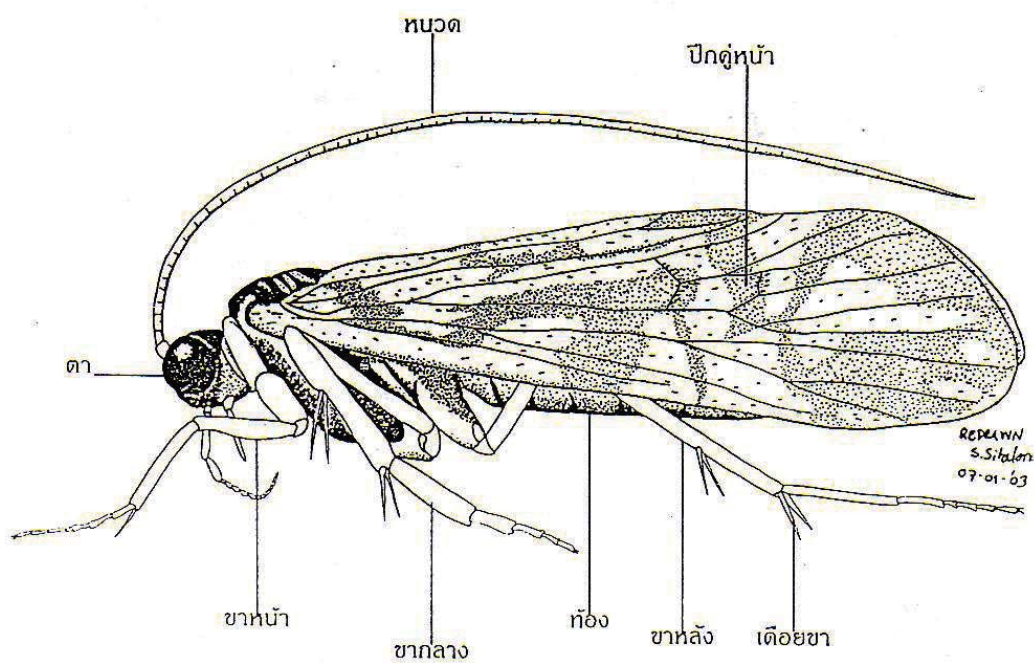
4.7 แมลงหนอนปลอกน้ำ เป็นแมลงน้ำที่มีจำนวนมากกลุ่มหนึ่ง มีการเจริญเติบโตครบ 4 ระยะ โดยระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้จะอาศัยอยู่ในน้ำทั้งหมด ยกเว้นตัวเต็มวัยเท่านั้นที่อาศัยอยู่บนบกใกล้กับแหล่งน้ำและออกบินในช่วงกลางคืนแต่จะเกาะอยู่กับที่ในช่วงกลางวัน

ตัวอ่อน ลำตัวยาวเรียว มองเห็นหัวได้ชัดเจน ปากอยู่หน้าสุดของหัว ปากใช้สำหรับการกัดแทะ มีตาเดี่ยวขนาดเล็ก มีหนวดขนาดเล็กมองเห็นได้ยากมาก ไม่มีแผ่นปีก บางชนิดมีเหงือกที่ท้อง ทุกชนิดจะมีขอยาวที่คล้ายตะขอยู่นปลายสุดของท้อง ไม่มีหาง

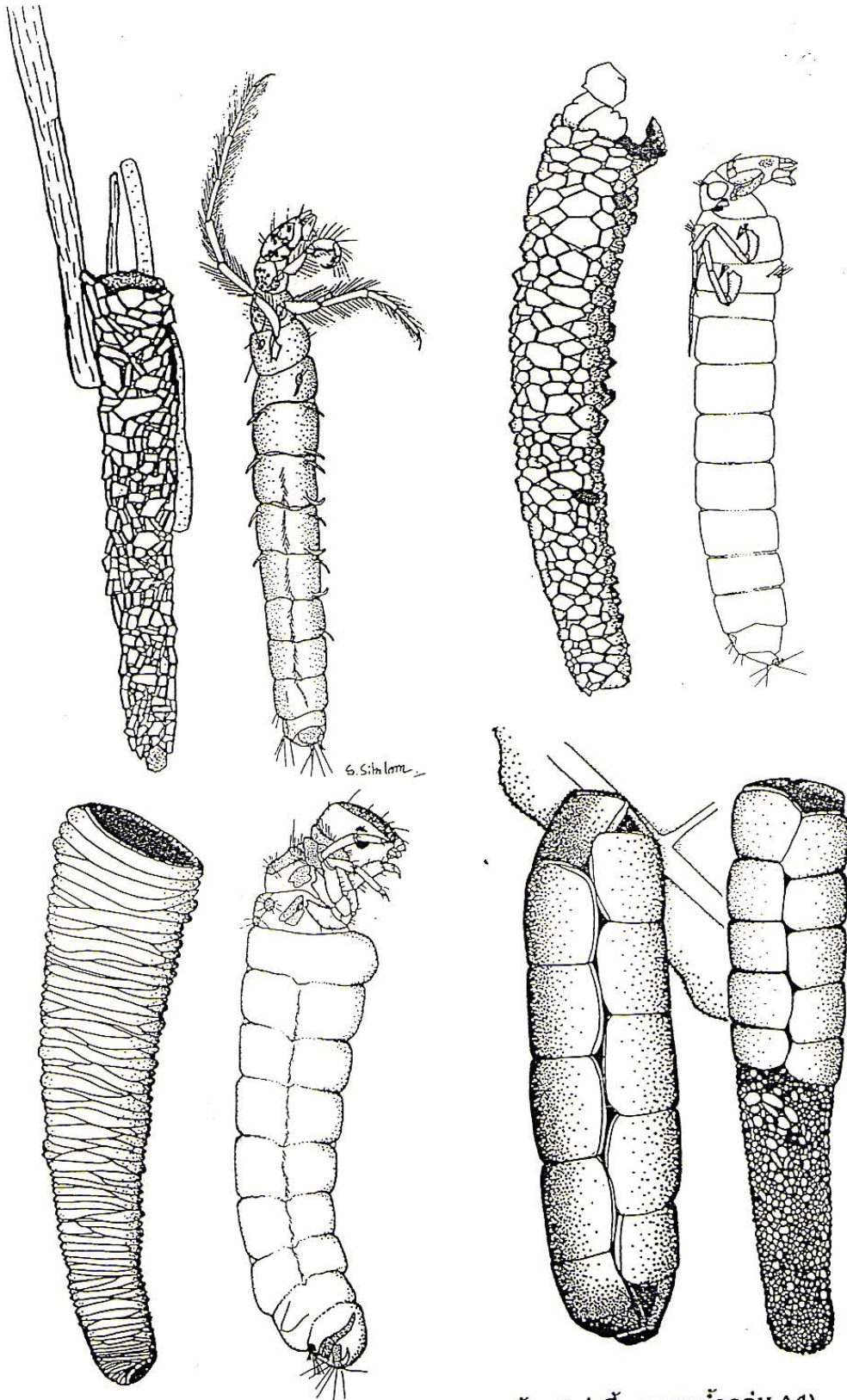
ดักแด้ จะอยู่ในปลอกที่ปิดไว้อย่างมิดชิดมีเพียงน้ำเท่านั้นที่สามารถผ่านเข้า-ออกได้ ระยะเวลาที่ยื่นออกมาจนตัวจะไม่เชื่อมติดกับลำตัว โดยเฉพาะหนวดซึ่งจะยาวมาก สามารถมองเห็นขากรรไกรที่วางไขว้กันไว้ได้ชัดเจนมาก

ตัวเต็มวัย ลักษณะคล้ายกับผีเสื้อกลางคืนมาก ต่างกันที่ปีกของแมลงหนอนปลอกน้ำจะปกคลุมด้วยขน แต่ปีกของผีเสื้อกลางคืนจะปกคลุมด้วยเกล็ดที่ละเอียด ในขณะที่เกาะนิ่งปีกทั้งสองข้างจะหุบมองด้านข้างคล้ายหลังคาบ้าน มีหนวดที่ยาวมาก แต่ไม่มีหาง

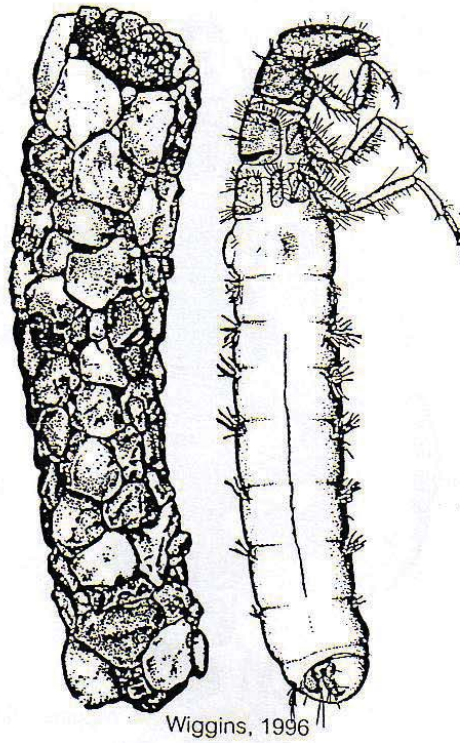
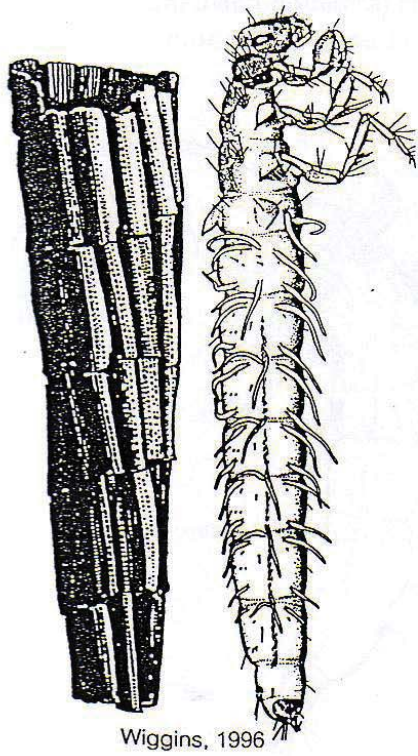
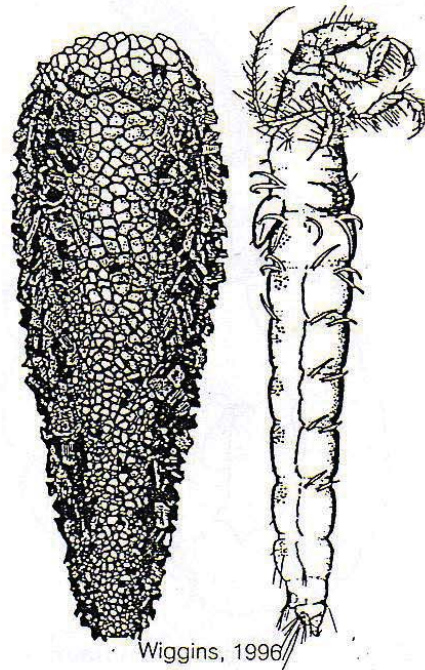
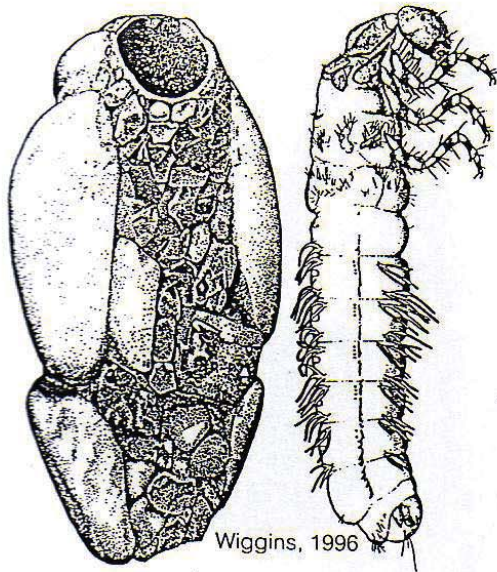




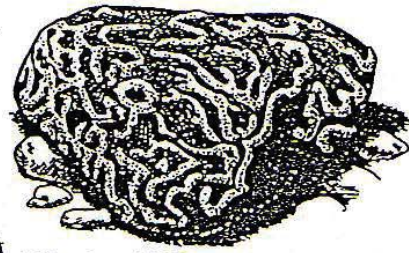
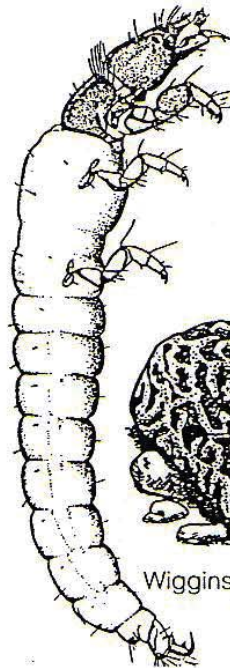
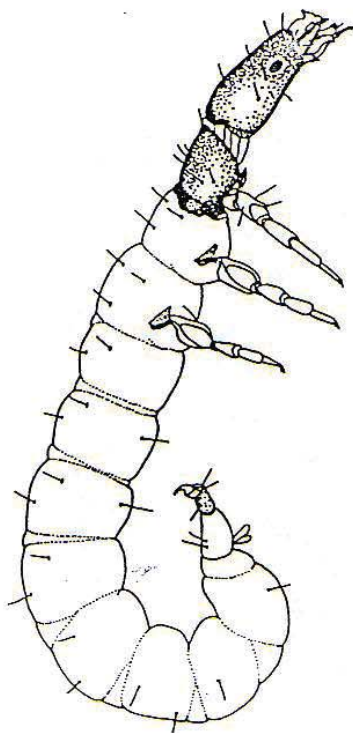
ตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำ



ตัวอ่อนและปลอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม A4)

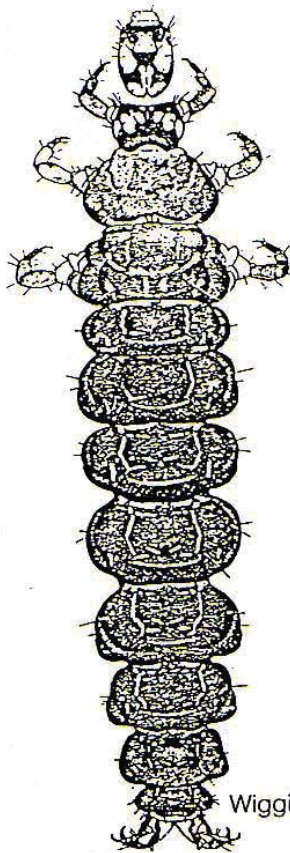


ตัวอ่อนและปลอกของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม A4)

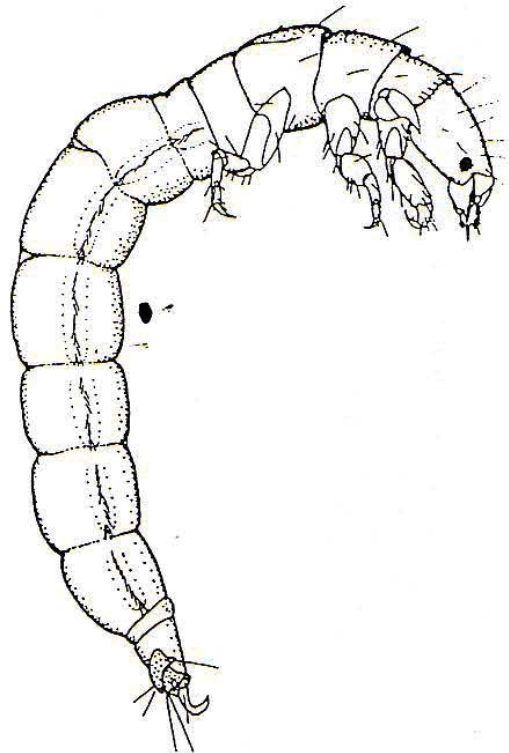


Wiggins, 1996

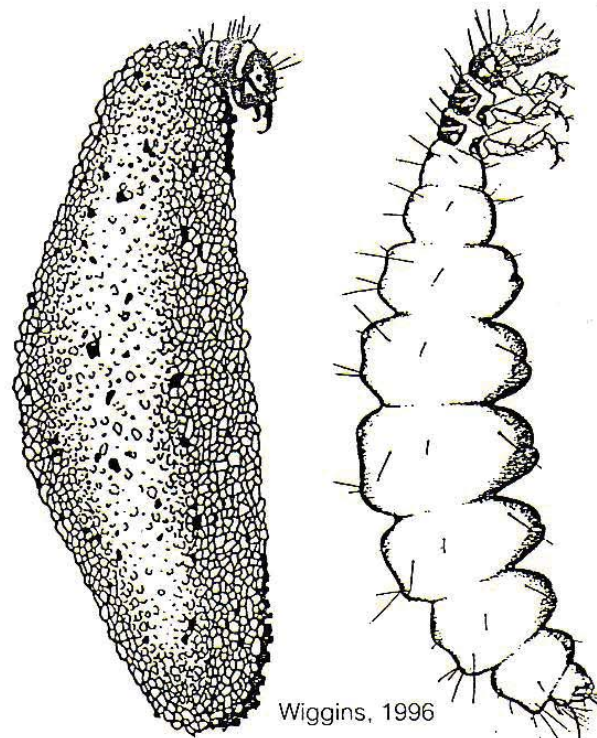
ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม B1)



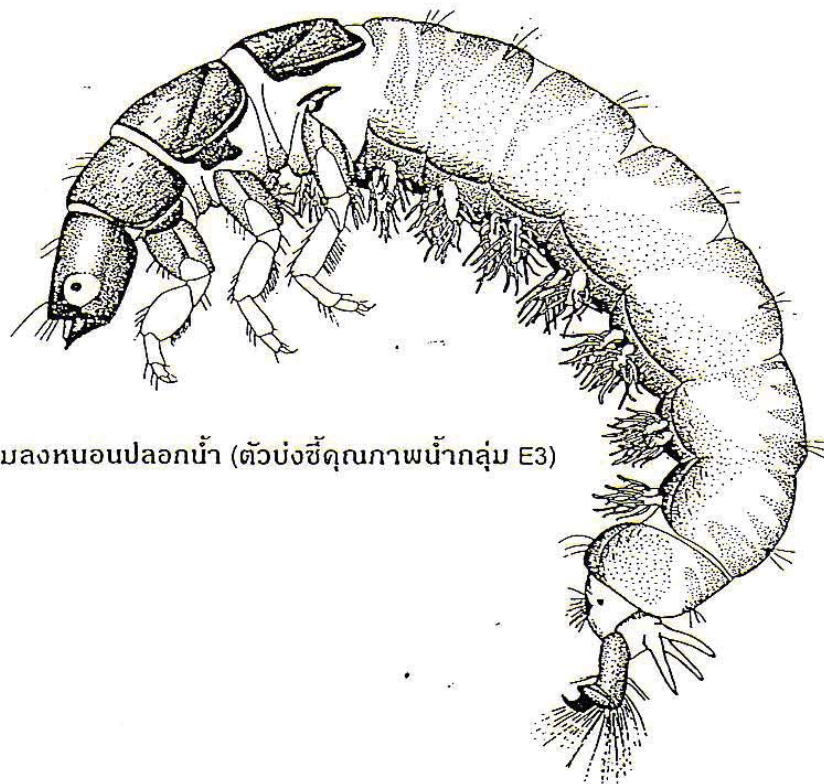
Wiggins, 1996



ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม C3)



ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม D1)



ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E3)

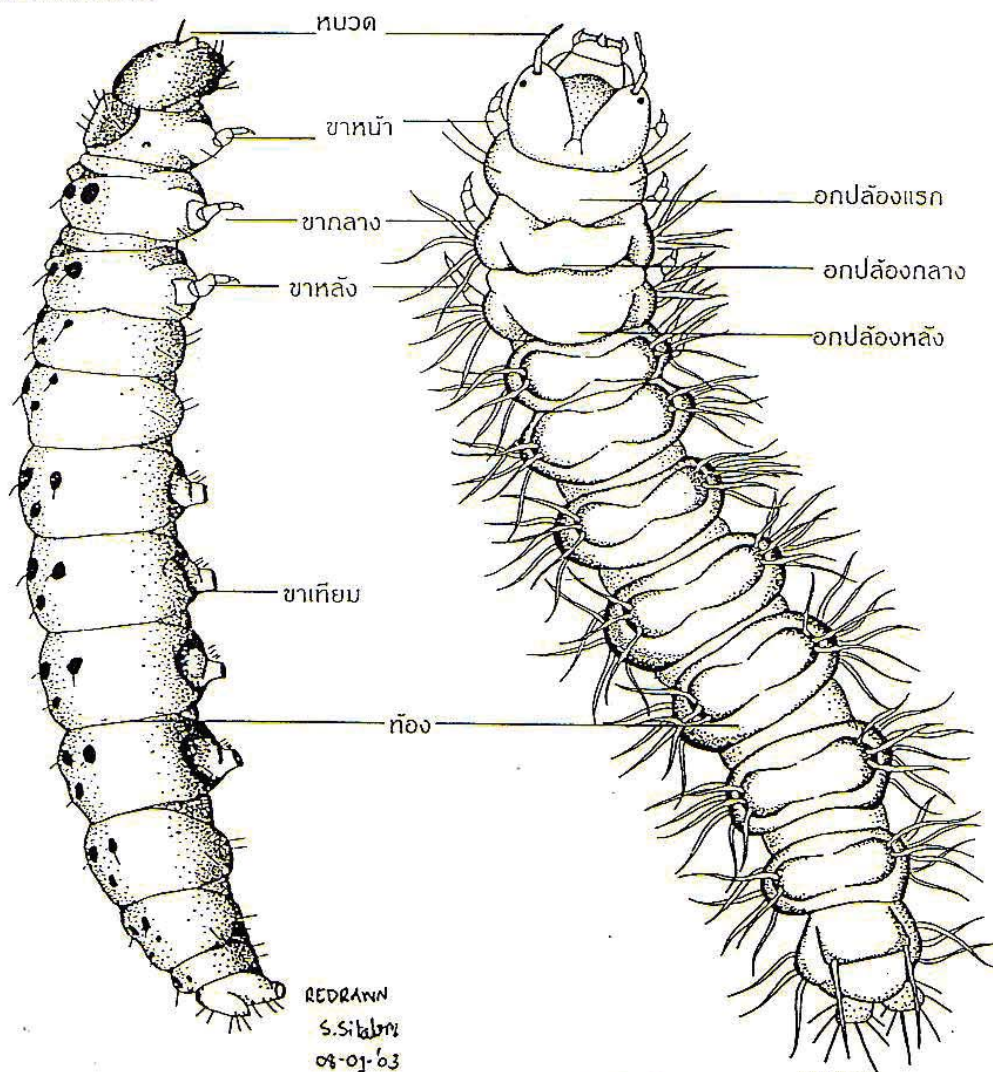
REDRAWN  
S. Sitalom  
31-01-03

4.8 ฝิเสื่อน้ำ เป็นแมลงในกลุ่มเดียวกับกับฝิเสื่อ แต่มีระยะไข่ ตัวอ่อน และระยะดักแด้ที่อาศัยอยู่ในแผ่นไหมที่สร้างติดไว้กับพื้นผิววัตถุใดน้ำ กินสาหร่ายเป็นอาหาร ตัวเต็มวัยจะฟักออกจากรังไหมแล้วว่ายน้ำขึ้นสู่ผิวน้ำก่อนบินขึ้นสู่อากาศต่อไป

ตัวอ่อน ลำตัวคล้ายกระบอก เรียวยาว ส่วนของหัวชัดเจน ตาเป็นตาเดี่ยว ปากเหมาะสำหรับการแทะเล็ม ไม่มีแผ่นปีก ท้องมีขาเทียม ซึ่งในแต่ละขาจะมีหนามงอนคล้ายตะขอยาวเล็กไว้สำหรับช่วยยึดเกาะได้ บางกลุ่มอาจมีเหงือก

ดักแด้ จะถูกคลุมไว้ด้วยเปลือกไหมและไม่มีการเคลื่อนไหวใด ๆ ระยะดักแด้ที่ยื่นออกมาจากตัวเชื่อมกับผิวลำตัว สามารถมองเห็นแผ่นปีกได้ชัดเจน ไม่มีอวัยวะช่วยหายใจ

ตัวเต็มวัย ฝิเสื่อตลอดลำตัวรวมทั้งปีกจะมีเกล็ดที่ละเอียดมากปกคลุมไว้ ปากเป็นหลอดยาวที่สามารถม้วนหดได้ มีหนวดที่เด่นชัดแต่สั้นกว่าตัว ขณะที่เกาะนิ่งปีกทั้งสองจะหุบคล้ายหลังคาบ้าน



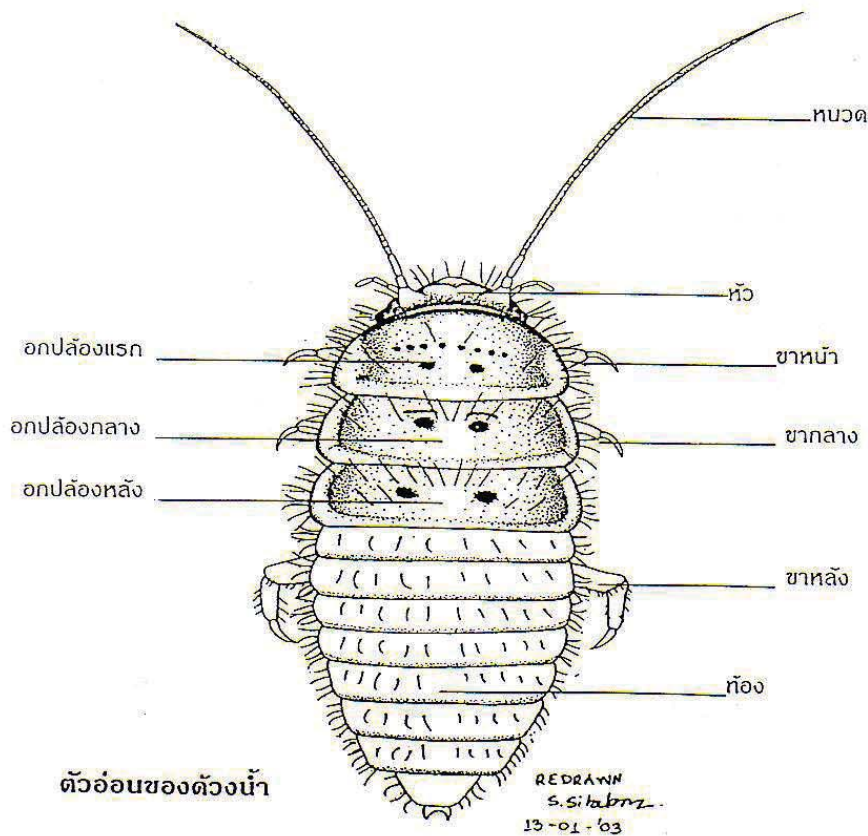
ตัวอ่อนของฝิเสื่อน้ำ

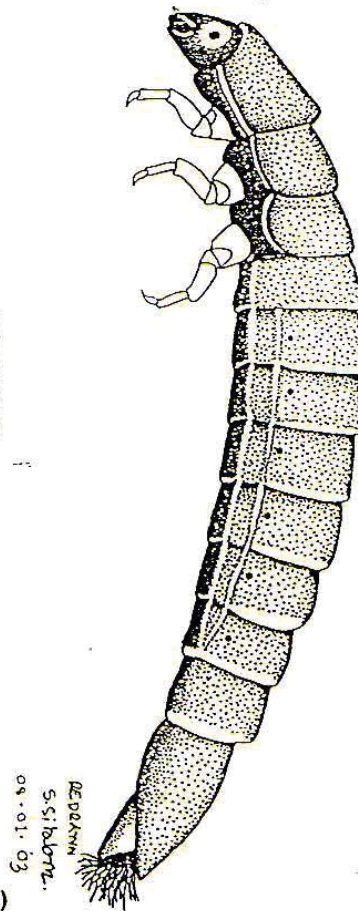
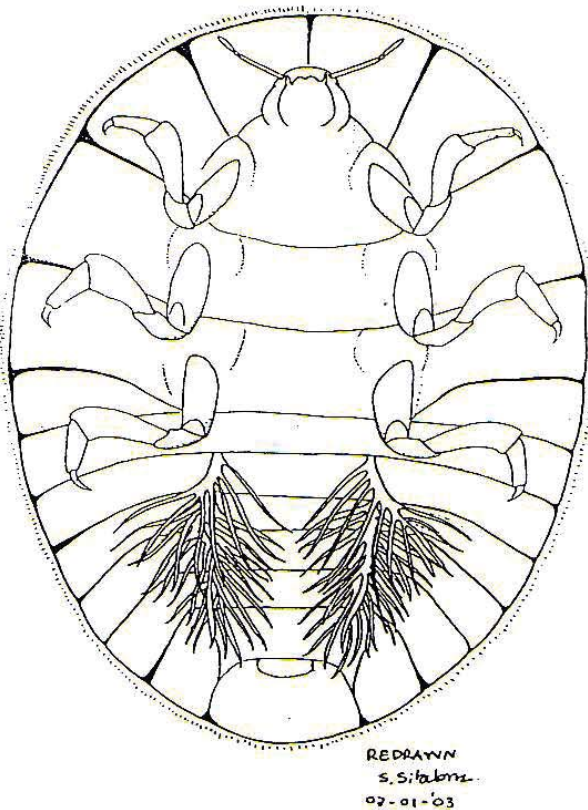
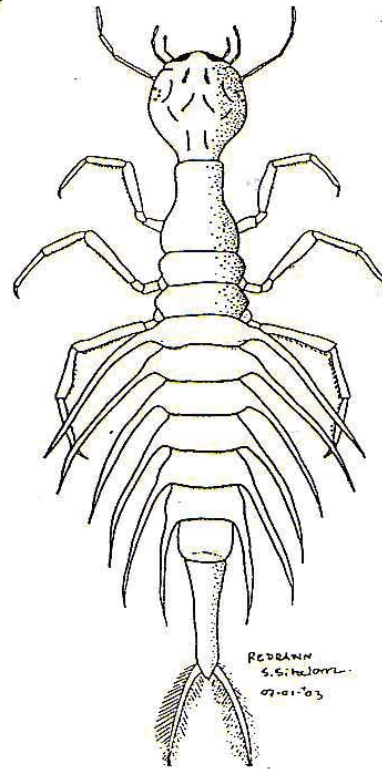
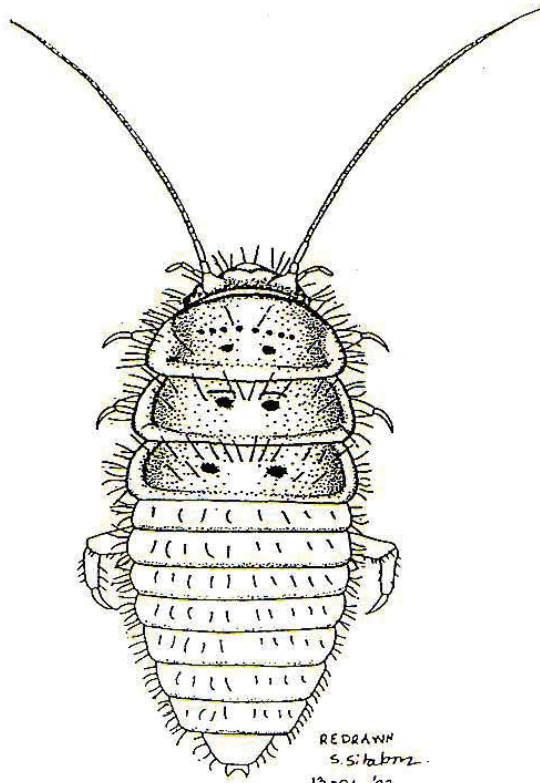
4.9 ตัวงน้ำ แมลงน้ำกลุ่มนี้เป็นแมลงที่เป็นกลุ่มขนาดใหญ่ที่สุดและมีวิวัฒนาการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด ตัวงน้ำบางกลุ่มมีเฉพาะระยะตัวอ่อนเท่านั้นที่อยู่ในน้ำ แต่ในบางกลุ่มก็อาศัยอยู่ในน้ำตลอดวงจรชีวิต ระยะตัวอ่อนของตัวงน้ำบางกลุ่มอาจเป็นศัตรูของพืช เพราะปลุกแต่บางชนิดก็สามารถนำมาใช้ในการควบคุมพืชน้ำได้

ตัวอ่อน รูปร่างของตัวอ่อนมีหลายลักษณะมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการปรับตัวให้เข้ากับลักษณะที่อยู่อาศัย ปากมีการเปลี่ยนรูปร่างเพื่อให้เหมาะกับลักษณะของอาหาร รูปร่างของหนวดมีหลายแบบ แต่มีการพัฒนาที่น้อยมาก ส่วนมากมักจะมีขาแต่บางชนิดก็ไม่มี ไม่มีแผ่นปีก ท้องมีหลายลักษณะ แต่ไม่มีตะขอกี่ปลายสุดของปล้องท้อง

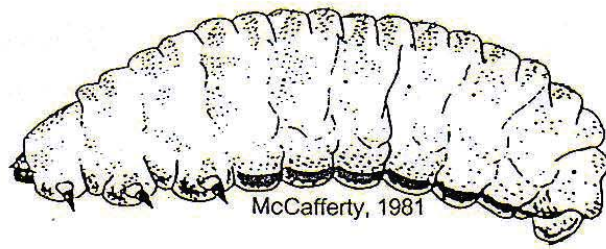
ดักแด้ ส่วนมากมักอยู่บนบก ลักษณะคล้ายมัมมีแต่ระยางค์แยกอิสระจากลำตัว ปีกหน้ามีความหนาเห็นได้อย่างชัดเจน มีหนวดที่ยาวกว่าลำตัว

ตัวเต็มวัย ลักษณะที่เด่นชัดของตัวงน้ำคือ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแข็งแรงมาก มีปากไว้สำหรับการกัดแทะ มีตาเจริญดีมาก หนวดมีหลายแบบ ปีกคู่หน้าแข็งแรงกว่าปีกคู่หลังมาก และปกคลุมส่วนของท้องไว้หมดแต่จะไม่พับซ้อนกัน

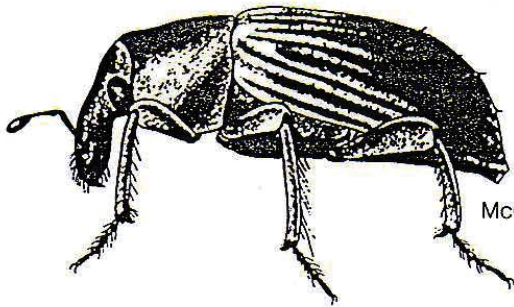




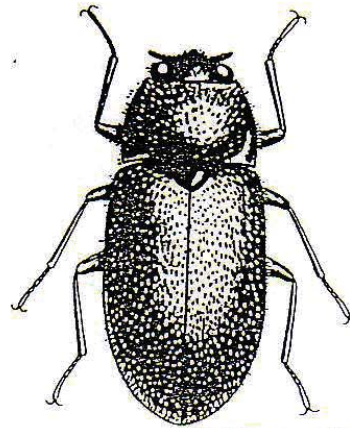
ตัวอ่อนของด้วงน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E2)



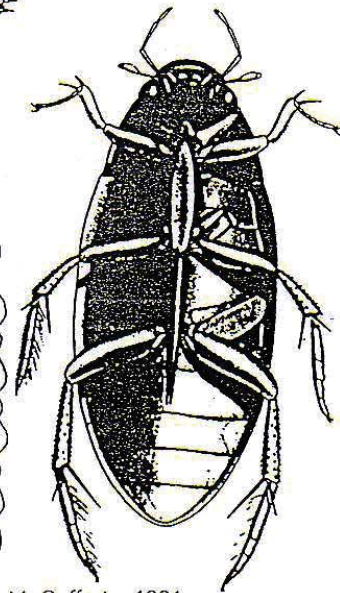
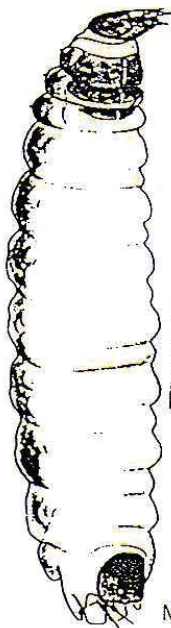
McCafferty, 1981



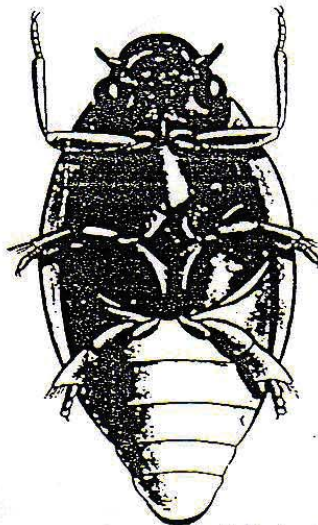
McCafferty, 1981



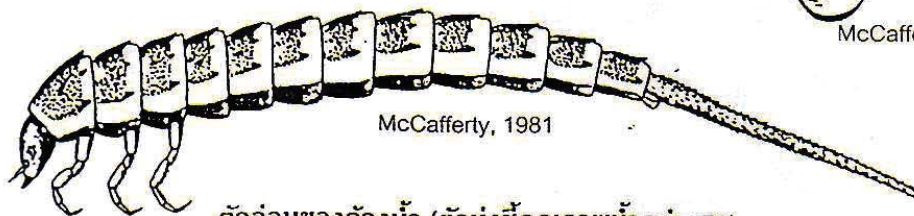
McCafferty, 1981



McCafferty, 1981



McCafferty, 1981



McCafferty, 1981

ตัวอ่อนของตัวน้ำ (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E2)

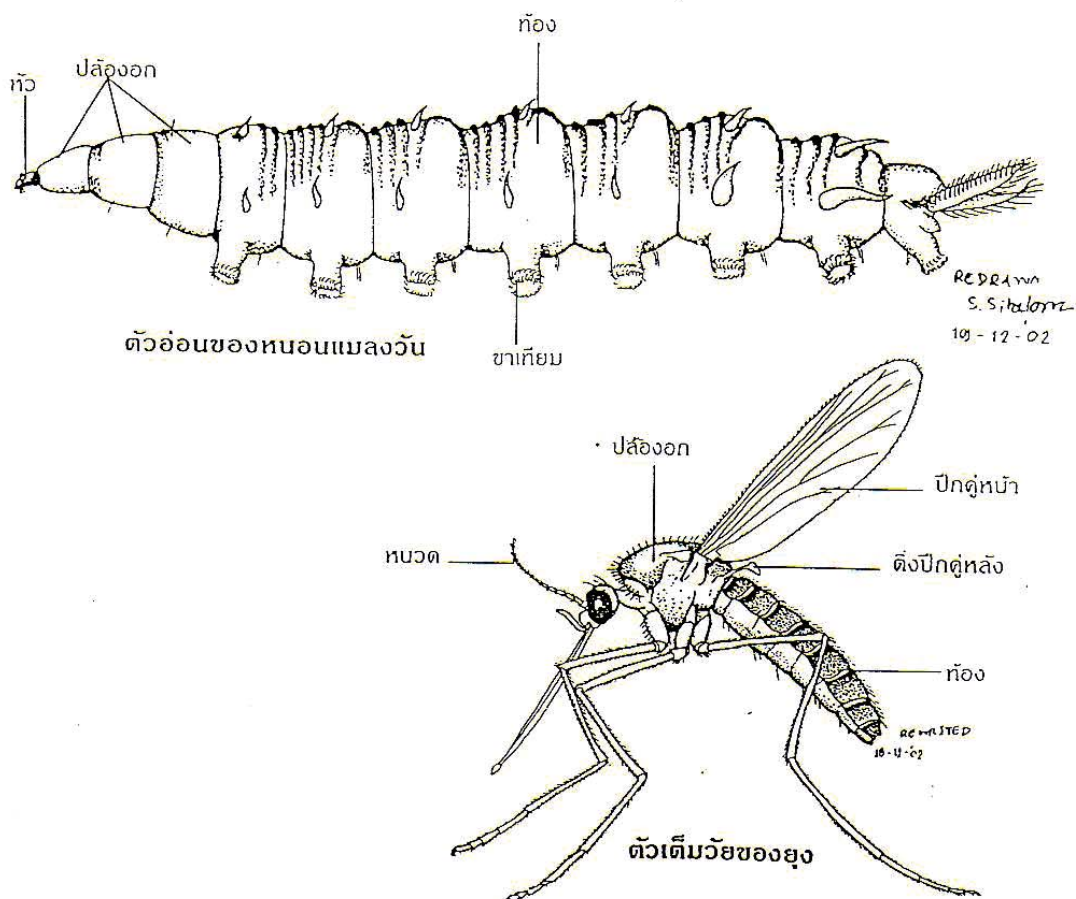
4.10 ตัวน้ำ แมลงพวกต่อ-แตนส่วนมากจะอาศัยอยู่บนบก แต่ต่อบางชนิดจะดำลงไป  
ในน้ำแล้ววางไข่ติดไว้กับแมลงน้ำชนิดอื่น เมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อนๆ ก็จะดำรงชีวิตด้วยการเป็น  
ปรสิตในสัตว์ที่ถูกวางไข่ไว้ ตัวอ่อนหายใจผ่านผนังลำตัว บางชนิดเข้าดักแต่ในตัวแมลงน้ำเลย  
และจะบินขึ้นจากน้ำเมื่อเป็นตัวเต็มวัยเพื่อผสมพันธุ์

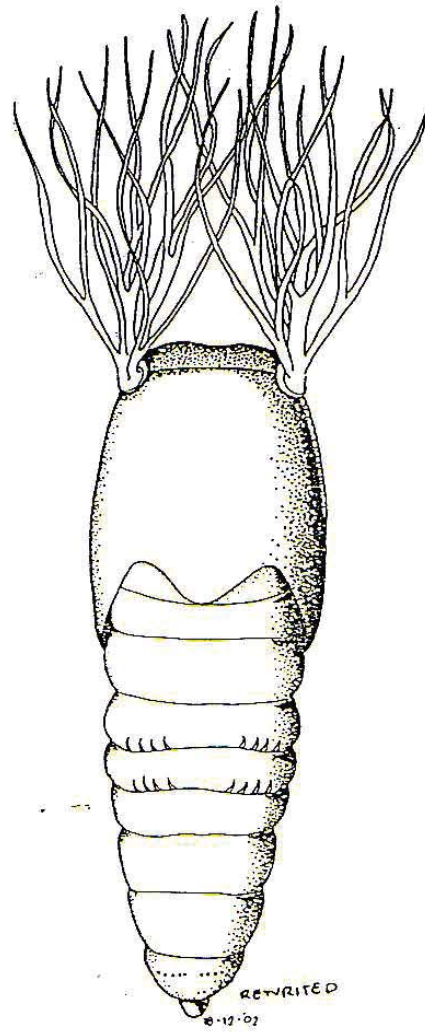
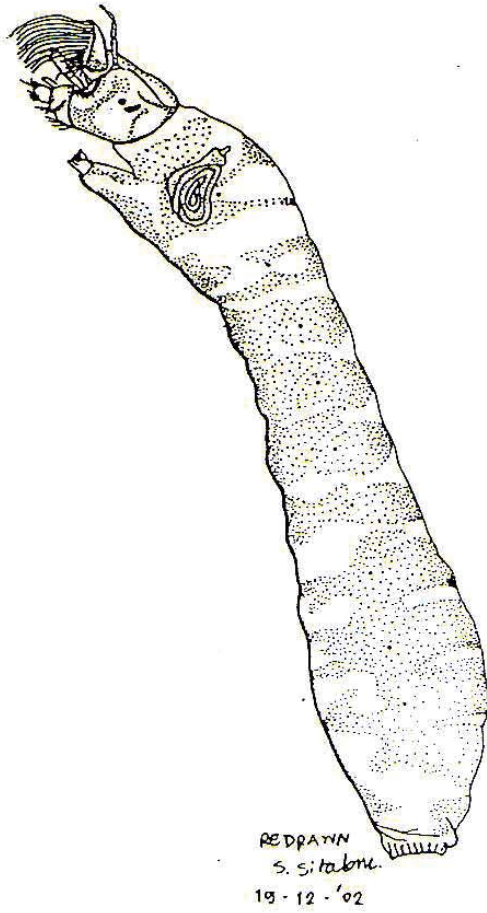
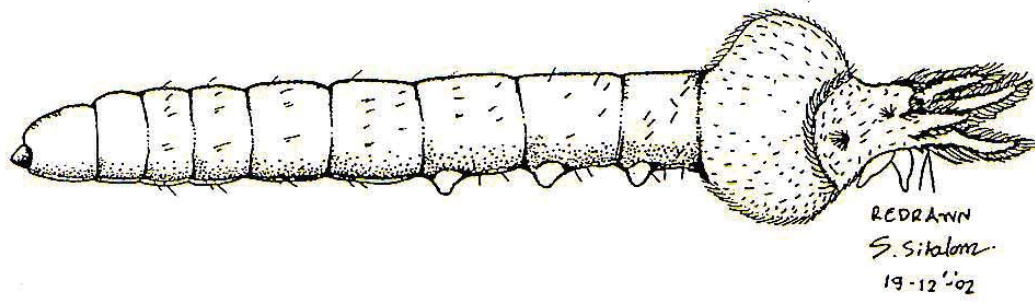
4.11 หนอนแมลงวัน หรือเรียกอีกชื่อว่า "แมลงน้ำสองปีก" เพราะเป็นแมลงที่ระยะตัวเต็มวัยมีแต่ปีกคู่หน้าเท่านั้น ในขณะที่ปีกคู่หลังเป็นเพียงแฉ่ดุ่มเนื้อยื่นออกมา แมลงน้ำกลุ่มนี้เป็นแมลงที่สร้างผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้มากที่สุด เช่น กินเลือดหรือเป็นพาหะนำโรคติดต่อ

ตัวอ่อน รูปร่างคล้ายกระบอก ไม่มีขา บางชนิดมีหัวที่ยึดหดได้ ในขณะที่ตาไม่ต่อพัฒนา หนวดมีหลายแบบ ปากมีการพัฒนาหลายรูปแบบ บางชนิดมีปล้องออกรวมกันหรือมีปล้องท้องรวมกันทำให้สังเกตเห็นได้ยาก บางชนิดมีขาเทียมที่ปลายสุดของปล้องท้อง

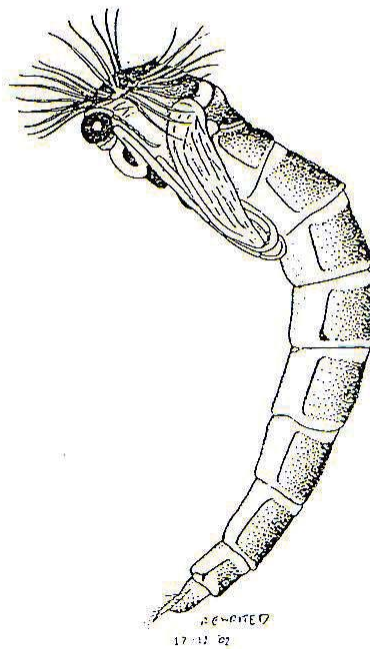
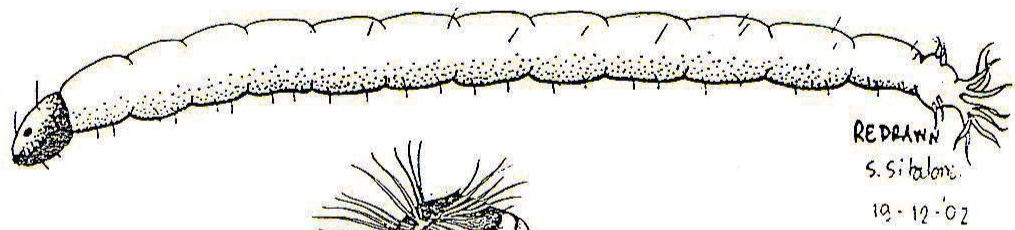
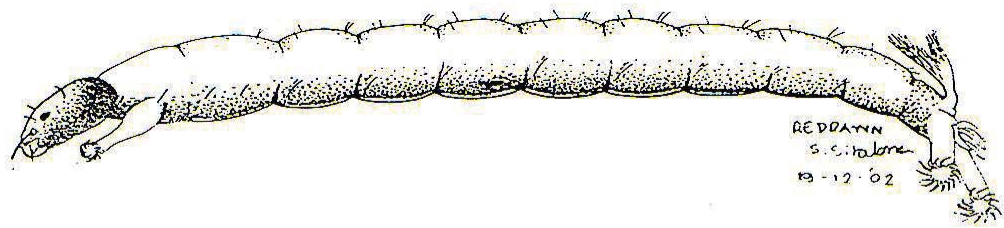
ดักแด้ ในระยะดักแด้ของบางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้และหายใจด้วยท่ออากาศแต่บางชนิดก็อยู่กับที่และหายใจด้วยเหงือก บางชนิดอยู่ในปลอกดักแด้ที่แข็งแรง ออกมีแผ่นปีกที่พัฒนาดังแต่เพียงคู่เดียว

ตัวเต็มวัย แมลงกลุ่มนี้ไม่มีปีกคู่หลัง ตาเป็นตาประกอบขนาดใหญ่ หนวดมีหลายแบบ ปากพัฒนาเพื่อการเจาะดูดและเพื่อการเลีย บางชนิดมีขาที่ยาวมาก แต่จะไม่มีหาง





ตัวอ่อนของหนอนแมลงวัน (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม E4)



ตัวอ่อนของหนอนแมลงวัน (ตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่ม H)