

บทบทวนเอกสาร

การจัดจำพวกแมลงน้ำ

ในการจัดจำพวกของแมลง จัดโดยอาศัยลักษณะโครงสร้างภายนอก ซึ่งลักษณะโครงสร้างภายนอกของแมลงที่ใช้ในการจัดจำพวกได้แก่ ลักษณะของหัว ออก ปาก ตา หนวด ขา เส้นปีก และอวัยวะบางอย่างที่อยู่บนส่วนท้องของแมลงเช่น styli collophore แพนหาง (cerci) ขาเทียม (proleg) เหงือก (gill) และอวัยวะสืบพันธุ์ และนอกจากนี้ยังอาศัยลักษณะอื่น ๆ อีกเช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และการเจริญเติบโต วิธีการในการเคลื่อนที่ การกินอาหาร การหายใจ พฤติกรรม และที่อยู่อาศัย จากการอาศัยลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ได้มีผู้จัดแมลงน้ำไว้ในเอกสารหลาย แห่ง (สุธรรม, 2510 Bentinck, 1956. River, 1956, Chandler, 1956. Gloyd and Wright, 1959. Mellanby, 1971) แมลงน้ำมีทั้งหมด 13 order คือ

1. Order Collembola ไคแก กลุ่มแมลงหางคืด (spring tail). เป็นแมลงขนาดเล็ก ไม่มีปีก มีหนวดยาวโดยมากมี 4 ปล้อง ไม่มีตา ไม่มีเท้าเดี่ยว ปากชนิดกัดกิน ออกมีขาจริง 3 คู่ ส่วนท้องมี 6 ปล้อง และมีอวัยวะต่าง ๆ อยู่ทางคานกลางของส่วนท้องคั้งนี้คือ collophore ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยื่นออกมา อยู่ที่ปล้องที่หนึ่ง มีปุ่มเป็นง่ามเล็ก ๆ เรียก tenaculum อยู่ที่ปล้องที่สาม และมีสปริง (spring) สำหรับคืดเป็นง่ามอยู่ที่ปล้องที่สี่ tenaculum ยึดสปริงให้คืดอยู่ที่ท้อง สปริงนี้สามารถคืดทำให้แมลงกระโดดได้สูง 3-4 นิ้ว แมลงใน order นี้อาศัยอยู่ในน้ำ มี 2 ชนิดคือ Podura aquatica ลำตัวสีดำ, ไม่เปียกน้ำ, ยาวประมาณ $1\frac{1}{2}$ มม. พบอยู่บนผิวน้ำนิ่ง และอีกชนิดหนึ่งคือ Isotoma palustris มีขนาดเล็กกว่าชนิดแรก แต่มีหนวดยาวกว่า

2. Order Ephemeroptera ได้แก่แมลงมีปีกขาว (may-flies) แมลงใน order นี้ช่วงที่อยู่ในน้ำเป็นตัวอ่อน ตัวอ่อนมีเหงือกอยู่ที่คานข้างของส่วนท้องปล้องที่ 1-7 เหงือกแตกต่างกันไปแล้วแตชนิด ปลายส่วนท้องมีแพนหาง 3 เส้น tarsi มี 1 เล็บ ออกปล้องกลางขยายใหญ่ ลักษณะลำตัวยาวค่อนข้างแบน กินสาหร่ายหรือพืชน้ำเป็นอาหาร แมลงเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในทางเป็นอาหารปลา

3. Order Odonata แมลงใน order นี้ช่วงที่อยู่ในน้ำเป็นตัวอ่อน ที่แบ่งออกเป็น 2 suborder คือ

3.1 Suborder Zygoptera ได้แก่แมลงปอเข็ม (damselflies) ตัวอ่อนมีรูปร่างเรียวยาว มีแพนหางซึ่งเป็น tracheal gill ลักษณะคล้ายใบไม้ 3 อัน

3.2 Suborder Anisoptera ได้แก่แมลงปอ (dragonflies) ตัวอ่อนรูปร่างอ้วนสั้น แข็งแรง ไม่มีแพนหาง แต่ที่ปลายส่วนท้องจะมีอวัยวะลักษณะคล้ายหนามยื่นออกมา 5 อันคือ คานบนเรียก epiproct 1 อัน คานกลางเรียก paraproct มี 2 อัน และมี cerci 2 อัน ระหว่าง epiproct และ paraproct เหงือก (gill) อยู่ภายในทวารหนัก ทั้งตัวอ่อนของแมลงปอและแมลงปอเข็ม ส่วนของริมฝีปากกลาง (labium) ประกอบด้วย prementum และ postmentum รูปร่างคล้ายเขมือบสำหรับจับสัตว์กิน เมื่อไม่ใช้พับไว้ใต้หัว นอกจากนี้มีตา รวม มีแผ่นปีก 2 คู่อยู่บนอก tarsi ของขาทั้ง 3 คู่มี 2 หรือ 3 ปล้อง ท้องมี 10 ปล้อง กินแมลงและสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร

4. Order Orthoptera แมลงใน order นี้ส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นแมลงน้ำ แต่มีอยู่กลุ่มหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับน้ำ คือแมลงกะซอนแคระ (pygmy molecrickets) ขาหน้ากว้างเหมาะแก่การขุด มักชอบขุดรูอยู่ในทรายที่ชื้น สามารถว่ายน้ำได้

เนื่องจากที่ปลายสุดของ tibia หลังมีแผ่นที่มีขนปกคลุมยื่นออกมาเหมาะแก่การว่ายน้ำ

5. Order Plecoptera ได้แก่กลุ่มแมลงเกาะหิน (stone-files) แมลงใน order นี้อยู่ในน้ำในช่วงที่เป็นตัวอ่อน ตัวอ่อนคล้ายกับแมลงจีปะชาต่างกันว่าแมลงเกาะหินส่วนใหญ่มีเหงือกอยู่ด้านข้างของส่วนอก บางชนิดมีเหงือกอยู่บริเวณส่วนหัว มีหนวดและแขนหาง 2 เส้นยาวคล้ายเส้นด้าย ลำตัวยาวค่อนข้างแบน ว่ายน้ำได้ไม่ดี มักจะคลานหรือเกาะหลบซ่อนอยู่ใต้ก้อนหินที่มีน้ำไหล กินสาหร่าย และพืชน้ำเป็นอาหาร บางชนิดกินสัตว์เล็ก ๆ เช่น โปรโตซัว

6. Order Hemiptera ได้แก่มวนน้ำ (water bug) ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยอาศัยอยู่ในน้ำ แมลงพวกนี้มีปีก 2 คู่ ปีกคู่หน้ามีโคนปีกแข็งเรียกว่า corium ปลายปีกเป็นแผ่นบางอ่อนเรียกว่า membrane ปีกยาวแคบ ปีกคู่หลังอ่อนเป็นแผ่นบางตลอดปีกสั้นกว่าปีกคู่หน้าเล็กน้อยแต่กว้างใหญ่กว่า. เมื่อพับปีกทั้ง 2 คู่จะแบนราบไปตามลำตัว บางชนิดไม่มีปีกหรือมีแต่สั้น มีปากชนิดแทงดูด (piercing-sucking beak) พับเก็บไว้ทางด้านล่างของลำตัว ไม่มี palpi ตารวมเห็นได้ชัด การเจริญเติบโตแบบไม่สมบูรณ์ (gradual metamorphosis)

แมลงใน order นี้แบ่งออกเป็น 2 suborder คือ

6.1 Suborder Cryptocerata มีหนวดสั้นเห็นได้ไม่ชัด
 ซ่อนอยู่ในร่องใต้อวัยวะ แมลงน้ำใน suborder นี้ได้แก่ มวนกรรเชียง (water boat-man, Family Corixidae), มวนวน (back swimmer, Family Notonectidae), มวนตะพาบ (Creeping water bug, Family Naucoridae) มวนแมงป่องน้ำ (water scorpion, Family Nepidae) แมลงคานา (giant water bug, Family Belostomatidae) มวนคางคก (toad bug, Family Gelastocoridae)

6.2 Suborder Gymnocerata, มีหนวดยาวอย่างน้อยเท่ากันหรือยาวมากกว่าหัว ไม่ชอบอยู่ในร่องมองเห็นได้ชัด แมลงน้ำใน suborder นี้ได้แก่ มวนซีเลน (Shore bug, Family Saldidae) มวนเข็ม (water measurers, Family Hydrometridae) จิงโจ้น้ำ (water striders, family Gerridae) จิงโจ้น้ำเล็ก (small water striders, Family Veliidae)

แมลงน้ำใน order นี้ใช้อากาศเหนือผิวน้ำหายใจ บางชนิดเป็นตัวห้ำ กินแมลงและสัตว์เล็ก ๆ เป็นอาหาร บางชนิดกินสิ่งเน่าเปื่อย

7. Order Megaloptera แมลงน้ำใน order นี้เป็นแมลงน้ำในช่วงที่เป็นตัวอ่อน ได้แก่แมลง Alderflies ซึ่งอยู่ใน Family Sialidae แมลง Dobsonflies และ Fishflies ซึ่งอยู่ใน Family Corydalidae

แมลงน้ำใน order นี้มักพบอยู่ทั่วไปในสระน้ำ ลำธารที่มีกระแสน้ำไหลอ่อน และก้นพื้นน้ำมีโคลนหรือพืชน้ำขึ้นอยู่ ลักษณะตัวอ่อนส่วนอกมีขา 3 คู่ คานข้างของส่วนท้องมี tracheal gill 7-9 คู่ ส่วนปลายของท้องยาวและเรียวแหลม ปากกัด Mandible เจริญดี กินตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ, และตัวอ่อนหีปะขาว

8. Order Neuroptera แมลงใน order นี้เป็นแมลงน้ำในช่วงที่เป็นตัวอ่อน ซึ่งมีอยู่เพียง family เดียวคือ Family Sisyridae ได้แก่แมลง Spongilla fly ตัวอ่อนของแมลงพวกนี้มักพบเป็นตัวเบียน (Parasite) อยู่บนฟองน้ำน้ำจืดซึ่งอยู่ในน้ำนิ่ง โดยตัวอ่อนเกาะอยู่บนฟองน้ำ และกินฟองน้ำเป็นอาหาร ตัวอ่อนที่เจริญเต็มที่ยาวประมาณ 5 มม. ลำตัวอ่อนนุ่มลื่นคล้ายฟองน้ำ มีขนปกคลุม มีเหงือกอยู่คานข้างของท้องปล้องที่ 1-7 ปากเป็นแบบเจาะดูดยาวเรียวคล้ายเส้นด้าย

หนวมี 14-16 ปล้อง ผิวค้ำบนของลำตัวมีหนาม ตัวอ่อนเข้าค้ำก้านบนบก โดยสร้างปลอกค้ำยเส้นไหม

9. Order Trichoptera แมลงใน order นี้อาศัยอยู่ในน้ำ ในช่วงที่เป็นตัวอ่อน ไค้แกกคลุมแมลงหนอนปลอกน้ำ (Caddis flies) ลักษณะของตัวอ่อน ส่วนหัวมี chitin หนุม หนวมีขนาดเล็กมาก ปากกัก ชาคู้หน้าอวนสั้น ส่วน 2 คู้หลังยาวเรียว ท้องมี 9 ปล้อง บางชนิดค้ำข้างของท้องมีเหงือก และปล้องสุดท้ายของท้องมีระยางค์ 1 คู้ ซึ่งที่ปลายมีตะขอใช้สำหรับยึดตัวเกาะติดกับปลอก. (case) ในขณะที่เคลื่อนไหว ปลอกมีรูปต่าง ๆ กันสร้างจากเศษไม้ ใบไม้ กรวด ทรายติดกันค้ำยใยจากค้อมน้ำลาย กินพืชน้ำเป็นอาหาร บางชนิดกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร

10. Order Lepidoptera แมลงใน order นี้มีอยู่ 4 genus เท่านั้นที่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ คือ อยู่ใน genus Nymphula genus Paraponyx และ genus Elophila ทั้ง 3 genus นี้อยู่ใน Family Pyrilidae และ genus Bellura อยู่ใน Family Noctuidae Family Pyrilidae ตัวอ่อนอยู่บนพืชน้ำ บางชนิดฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชน้ำ รับอากาศจากของอากาศ (air space) ในพืชน้ำ มี chitin สีนํ้าตาลหุ้มส่วนนอก มีขนแข็งทั่วไปตามลำตัว มีขาเทียมโตส่วนท้อง กินใบหรือผิวใบของพืชน้ำ ตัวอ่อนใน genus Nymphula และ genus paraponyx พบตามบริเวณน้ำนิ่ง ส่วน genus Elophila พบตามบริเวณน้ำไหล

ตัวอ่อน genus Nymphula ระบายค้ำตามต้นพลับพลึงน้ำ. อยู่ในปลอกซึ่งทำค้ำยใยพลับพลึง น้ำหรือพืชน้ำชนิดอื่น แล้วชักใยมีขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว มีเหงือกสามารถอยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา เมื่อเข้าค้ำก้านค้ำก้านจะลอย ตัวเมียมมีสีนํ้าตาล และมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ซึ่งมีสีค้ำจุกสีเหลือง ไข่วางบนหรือใต้ใบไม้ที่ลอยอยู่ในน้ำ

ตัวอ่อน genus Paraponyx รอบ ๆ ตัวมีเหงือกเป็นกิ่งก้าน
สาขาลายขนสีขาว ตัวอ่อนอยู่ในปลอกหรือระหว่างใบพืชประสานด้วยใยไหม

ตัวอ่อน genus Elophila อาศัยอยู่บริเวณน้ำไหล ซึ่งมี
พืชขาวและแมลงเกาะกินมาก ป้องกันตัวโดยใช้ไหมพันกำบังตัว หายใจโดยใช้
เหงือกซึ่งเป็นกิ่งก้านสาขา ซึ่งมีเป็นแถว 2 แถวตามด้านข้างของตัว กินพวกสาหร่าย
สีเขียว ตัวอ่อนจะเจริญเป็นคักแคร์ปหลังคากลม (dome) คักแคร์มีแถวรูเปิดให้อากาศ
ในน้ำถ่ายเทเข้าไปภายในได้ ตัวเต็มวัยปีกหน้าสีเทา น้ำตาล ปีกหลังขาวมีรอยสีดำ
เป็นแถบโค้ง

ตัวอ่อน genus Bellura, ตัวอ่อนฝังตัวอยู่ในต้นพลับพลึง
และลงมาถึงตัวน้ำมีท่ออากาศใหญ่เป็นที่เก็บอากาศขณะอยู่ในตัวน้ำ ขณะที่ฟักตัวจะอยู่
บนรูที่มันฝังตัว มีรูหายใจด้านหลังโผล่ขึ้นมาเหนือหน้า

11. Order Hymenoptera แมลงใน order นี้ที่เป็นแมลงน้ำ
คือ พวกต่อเบียน (Ichneumon flies) และแตนเบียนฝอย (chalcid flies)
แมลงพวกนี้ตัวอ่อนจะเป็นตัวเบียน อยู่บนไข่หรือตัวอ่อนของแมลงอื่น พวกต่อเบียนที่
เป็นแมลงน้ำอยู่ใน genus Agriotypus เป็นตัวเบียนของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ
ส่วนแตนเบียนฝอยที่เป็นแมลงน้ำจะอยู่ใน genus Polynema เป็นตัวเบียนของแมลง
ปอและมวนวน และใน genus Prestwichia เป็นตัวเบียนบนไข่ของมวนวน,
มวนแมลงป่องน้ำ และตัวกึ่ง แมลงใน order นี้มีลักษณะที่เด่นชัดคือ ตัวเต็มวัย
ท้องปล้องแรกคอคอดกึ่ง ตัวอ่อนโดยปกติไม่มีขา คักแคร์เจริญภายในปลอกหุ้ม (cocoon)
ซึ่งตัวอ่อนสร้างขึ้นมาเอง

12. Order Coleoptera แมลงน้ำใน order นี้มีทั้งตัวอ่อนและ
ตัวเต็มวัยอาศัยอยู่ในน้ำ ได้แก่พวกคางคกน้ำ (water beetle) ลักษณะทั่วไป ตัว

เต็มวัยปีกคู่แรกหนา แข็งเรียก elytra พบกันเป็นเส้นตรงกลางสันหลังลงมา ปีกคู่หลังเป็นเยื่อบาง ๆ (membrane) พับอยู่ที่ปีกคู่หน้า ปากเป็นแบบกัด ขาคู่กลางและหลังมีขนยาวเหมาะแก่การว่ายน้ำ ตัวอ่อนมีรูปร่างหลายแบบ ว่ายน้ำไต่รวดเร็วมาก เนื่องจากมีขาเหมาะแก่การว่ายน้ำ ปากเป็นแบบกัด ขากรรไกรเป็นรูปเคียว หนวดมีขนาดใหญ่ ท้องมี 10 ปล้อง บางชนิดคานข้างของท้องมีเหงือก บางชนิดท้องปล้องสุดท้ายมีแพนหาง 1 คู่ หายใจโดยใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ บางชนิดอาจจะเอาอากาศจากพืชน้ำ ตัวอ่อนที่โตเต็มที่เข้าคักแค้นในดินที่ชุ่มชื้นใกล้ผิวน้ำ แผลงน้ำในอันคัมมิ์พบอยู่ในแหล่งน้ำจืดโดยทั่วไป มีทั้งพวกที่กินพืช เป็นตัวน้ำ และกินสิ่งเน่าเปื่อยเป็นอาหาร

13. Order Diptera แผลงใน order นี้ช่วงที่อยู่ในน้ำเป็นตัวอ่อน ตัวอ่อนไม่มีขา โดยมากหัวหุบ บางชนิดมองเห็นไม่ชัด แต่บางชนิดจะมองเห็นส่วนหัวเพียงครึ่งเดียว คักแค้นกักอยู่ในเกราะ (puparium) ตัวเต็มวัยมีปีกเพียงคู่เดียวเกิดที่อกปล้องกลาง มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ที่อกปล้องหลังมีอวัยวะเป็นปุ่มยื่นออกมาเรียก halteres ทำหน้าที่ในการทรงตัวขณะแผลงบิน ปากชนิด कुछินมีลักษณะเป็นท่อ (proboscis) ซึ่งอาจใช้ดูดหรือเจาะดูด หลายชนิดไม่มีปาก การเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) แผลงใน order นี้มีหลายชนิดที่เป็นแผลงน้ำ. แผลงทุกชนิดใน Family Dixidae Family Culicidae Family Chironomidae. Family Simuliidae Family Blepharoceridae นอกจากนี้อาจมีใน Family ต่อไปนี้เป็นแผลงน้ำคัก Family Tabanidae Family Syrphidae Family Ephydriidae Family Stratiomyidae Family Tipulidae Family Psychodidae

นิเวศวิทยาของแมลงน้ำ

แมลงน้ำ คือแมลงที่อย่างน้อยช่วงชีวิตหนึ่งอยู่ในน้ำ แมลงน้ำส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำจืดมากกว่าในน้ำกร่อย ส่วนในน้ำทะเลพบน้อยมาก เช่นในซามัว (Samoa) Imms (1970) ได้กล่าวว่า มีริ้นชนิดหนึ่งคือ *Pontomyia* sp. พบว่าตลอดช่วงชีวิตของมันอาศัยอยู่ในน้ำทะเล

ความสำคัญของแมลงน้ำต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Aquatic community)

แมลงน้ำเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญมากต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือทำหน้าที่เป็นผู้บริโภค (consumers) อาจจะเป็นผู้บริโภคอันดับที่หนึ่ง (primary consumers) เช่นตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (Caddis larvae) และตัวอ่อนของริ้นกินแพลงตอนพืชเป็นอาหาร หรืออาจเป็นผู้บริโภคอันดับที่สอง (secondary consumers) เช่นตัวอ่อนของแมลงปอ (dragonfly nymphs) กินตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ หรือเป็นผู้บริโภคอันดับสาม (tertiary consumers) เช่นคั้งน้ำจะกินตัวอ่อนของแมลงปอ เป็นต้น

นอกจากนี้แมลงน้ำยังเป็นอาหารของปลาและสัตว์เลื้อยคลานต่าง ๆ และยังอาจใช้เป็นกรณีบอกคุณสมบัติทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำได้ด้วย (Ross, 1959)

แมลงน้ำและแหล่งที่อยู่อาศัย

สภาพแวดล้อมทั้งทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาของแหล่งที่อยู่อาศัยจะมีอิทธิพลต่อการกระจาย (distribution) การปรับตัว (adaptation) และจำนวน (abundance) ของแมลงน้ำเพื่อให้สามารถดำรงชีวิต และกระจายอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยต่าง ๆ แมลงน้ำจะมีการปรับตัวดังนี้คือ

1. การปรับตัวที่เกี่ยวข้องกับผิวหนัง ที่ผิวหนังมีแรงตึงผิว

(surface tension) ช่วยให้แมลงน้ำบางชนิดไม่จมลงไปใต้น้ำ (Welch, 1963) แมลงน้ำที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำได้จึงมักมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ลำตัวและขาปกคลุมด้วยขนที่ไม่เปียกน้ำ (hydrofuge hairs) จึงทำให้มันสามารถวิ่งหรือเดินไปมาบนผิวน้ำได้โดยไม่จมน้ำ แมลงน้ำที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำได้แก่ จิ้งจอกน้ำ (water strider, *Gerridae*) จิ้งจอกน้ำเล็ก (broad-shouldered water strider, *Veliidae*) มวนเข็ม (water measurer, *Hydrometridae*) ค้างคาว (whirligig beetle, *Gerinidae*) แมลงหางคืด (springtail, *Collembola*)

Brown (1971) ได้กล่าวถึงการสังเกตมวนเข็ม (*Hydrometra stagnorum*) ในอ่างเลี้ยงปลาพบว่าตัวของมันอยู่บนผิวน้ำโดย *tarsi* ของขาทุกคู่ และหลัง ส่วนขาคู่แรกยื่นไปทางด้านหลังของหัวสำหรับจับเหยื่อ ลำตัวยาวเรียว และมีหัวที่ยาวมาก เมื่อกดให้แมลงชนิดนี้จมอยู่ใต้น้ำจะเห็นลำตัวเป็นสีเงินเพราะมีฟองอากาศติดอยู่ที่ขนไม่เปียกน้ำ เมื่อปล่อยมือมันจะกลับมาอยู่ที่ผิวน้ำตามเดิม แมลงชนิดนี้ใช้อากาศจากบรรยากาศหายใจ

Brown (1971) ได้กล่าวถึงแมลงน้ำบางชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำแต่ใช้อากาศจากบรรยากาศหายใจว่าแมลงพวกนี้มีความสัมพันธ์กับผิวน้ำคือ มันจำเป็นต้องทำให้ผิวน้ำแตกออกเพื่อให้หายใจ (spiracles) สัมผัสกับอากาศโดยตรง และในขณะที่เดียวกันป้องกันไม่ให้มันเข้าไปด้วยเช่น ค้างคาว (*Dytiscus marginalis*) จะใช้ขนที่ไม่เปียกน้ำ (hydrofuge hairs) ซึ่งอยู่ที่ปลายของส่วนท้องทำให้ผิวน้ำแตกออกและป้องกันน้ำเข้าหายใจ ส่วนหัวอ่อนของค้างคาวจะใช้ *cerci* ซึ่งอยู่ที่ส่วนปลายของท้องทำให้ผิวน้ำแตกออก อากาศก็จะเข้าทางหายใจซึ่งอยู่ระหว่าง *cerci* ที่มีขนไม่เปียกน้ำ

Hyne (1972) ได้กล่าวถึงแมลงน้ำพวกจิ้งจอกน้ำ (*Rhagowelia* sp.) ซึ่งอาศัยอยู่บนผิวน้ำที่มีน้ำไหลแรงว่า tarsi ปล้องสุดท้ายของขา กลางจะมีกลุ่มขนที่ยาวแข็ง ขณะที่จะพับไคคล้ายพัด เมื่อกลางออกมีลักษณะคล้ายใบพาย ทำให้มันสามารถเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำได้เร็วมาก เพื่อหลบหนีกระแส น้ำที่ไหลแรง

2. การกินอาหาร Imm (1970) Brown (1971) Hyne (1972) ได้กล่าวถึงการปรับตัวในด้านการกินอาหารของแมลงน้ำดังนี้ แมลงน้ำบางชนิดเป็นผู้ล่า (predator) ในการเป็นผู้ล่ามันจะมีการปรับตัวเกี่ยวกับโครงสร้างของขา คือขาหน้าเปลี่ยนแปลงเป็นอวัยวะสำหรับจับเหยื่อ (prey) เช่น มวนวน (*Notonecta* sp.) ขาหน้าจะมีเล็บที่แหลมคมใช้ในการจับเหยื่อ มวนแมงป่องน้ำ (water scorpions, *Nipidae*) ขาหน้าเปลี่ยนแปลงเป็นอวัยวะสำหรับยึดจับ (prehensile organ) และแมลงคานา (giant water bug, *Belostomatidae*) ขาหน้าเหมาะสำหรับการจับสัตว์ (raptorial) แมลงน้ำเหล่านี้ชอบกินแมลงต่าง ๆ หอย ลูกกบ ลูกปลา และสัตว์น้ำเล็ก ๆ อื่น ๆ เป็นอาหาร จึงพบแมลงน้ำเหล่านี้ได้ทั่วไปตามในนา บ่อ บึง สระน้ำ และลำคลอง นอกจากนี้แมลงน้ำที่เป็นผู้ล่ายังมีการปรับตัวเกี่ยวกับโครงสร้างของปากเช่น ตัวอ่อนของคางคกมีฟันแหลมคมคล้ายเขี้ยวข้างในกลวงเหมาะสำหรับดูดเลือดสัตว์น้ำอื่นกินเป็นอาหาร พบอาศัยอยู่ในบ่อ สระ นาข้าว ลำธาร คู คลอง หนองบึง ตัวอ่อนของแมลงปอมีปากกลาง (Labium) เปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะคล้ายเขี้ยว มีฟันแหลมคม อวัยวะนี้เรียก *maxilla* สามารถยื่นออกไปจับสัตว์กินเป็นอาหาร เมื่อไม่ใช้เก็บพับไว้ใต้หัว สำหรับตัวอ่อนแมลงปอ (dragonfly nymphs) มักพบคานาหาอาหารอยู่บนก้นพื้นน้ำ ส่วนตัวอ่อนของแมลงปอเข็ม (damselfly nymphs) มักพบว่ายน้ำหาอาหารอยู่ท่ามกลางพืชน้ำ อาหารของแมลงพวกนี้ได้แก่ ครัสเตเชียเล็ก ๆ และแมลงอื่น

นอกจากนี้แมลงน้ำยังมีวิธีการกินอาหารแบบอื่น ๆ อีก เช่น ตัวอ่อนของริ้นค้ำ (*Simulium* sp.) และตัวอ่อนของยุงจะใช้กลุ่มขนที่ปาก (mouth-brushes) ตั้งรับกระแสน้ำเพื่อดักจับอาหารซึ่งเป็นพวกซากพืชซากสัตว์ชิ้นเล็ก ๆ ที่ลอยมาตามกระแสน้ำ ตัวอ่อนของสโตนฟลาย (stonefly) ที่มีชื่อว่า *Brachyptera* sp. มี galea ที่อ้วนสั้น บน galea มีกลุ่มของขนที่แข็งแรงใช้สำหรับขูดสาหร่ายบนก้อนหิน กินเป็นอาหาร มักพบพวกนี้อาศัยอยู่บนก้อนหินที่มีน้ำไหล ตัวอ่อนของริ้น (*Chaoborus* sp.) ใช้หนวดซึ่งเปลี่ยนแปลงเป็นอวัยวะสำหรับจับ (prehensile organ) จับอาหาร อาหารของมันคือครัสเตเชีย โรติเฟอร์ และสาหร่าย พวกนี้พบกระจายอยู่ทั่วไปในสระน้ำจืด

3. การเคลื่อนที่ Imms (1970) ได้กล่าวถึงการปรับตัวของแมลงน้ำทั้งนี้คือ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ แมลงน้ำมีการปรับตัวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่หลายอย่างเช่น ไข่ที่สาม หรือไข่ที่สองและไข่ที่สามเปลี่ยนแปลงไปเป็นขาว่ายน้ำ ขาแบบนี้มีลักษณะแบนคล้ายใบพาย โดยเฉพาะปล้องของ tarsi บนขอบด้านบนและล่างของ tibia และ tarsi มีขนยาวติดกันเป็นพืดเหมาะแก่การว่ายน้ำ ขาแบบนี้มักพบในแมลงน้ำพวกที่อยู่ใต้น้ำใช้อากาศเพื่อนำหายใจ มันอาจจะว่ายอยู่ในน้ำหรือจับเกาะอยู่กับพืชน้ำ เช่นแมลงเตething (water scavenger beetle) กวางคิง (predaceous diving beetles) มวนกรรเชียง (water boatman) มวนวน (back swimmer) นอกจากนี้ตัวอ่อนของแมลงน้ำบางชนิดมีการเคลื่อนที่โดยการทำงานของกล้ามเนื้อท้อง ในขณะที่เคลื่อนที่ไปในน้ำลำตัวจะบิดไปมาทางข้างเช่น ตัวอ่อนของริ้นน้ำจืด (*Chironomus* sp.) และตัวอ่อนของยุง นอกจากนี้มีแมลงน้ำบางชนิดมีอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับความกดของน้ำ (hydrostatic organs) เช่นตัวอ่อนของริ้นที่มีชื่อว่า *Chaoborus* sp. มีอวัยวะที่เป็นถุงคล้ายเมล็ดถั่ว 2 คู่ ผนังยึดติดได้โดยชบวนการทางเคมี ทำให้มันสามารถปรับแรงลอยตัวได้ตามความหนาแน่นและแรงกดดัน

ของน้ำทำให้จมหรือลอยได้ ส่วนมากแมลงน้ำที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำเคลื่อนที่โดยใช้แผ่นเยื่อบาง ๆ ปีกหดได้และไม่เปียกน้ำ หรือขาปกคลุมด้วยขนละเอียดเคลือบน้ำมันเช่น จิ้งจอกน้ำ

4. การหายใจ การหายใจของแมลงน้ำมี 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

4.1 การหายใจโดยใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นแมลงที่มีระบบการหายใจแบบท่ออากาศปิด (closed-tracheal system) แมลงน้ำที่มีระบบการหายใจแบบนี้จัดเป็นแมลงน้ำแท้จริง พบอาศัยอยู่ในน้ำ มีการปรับตัวให้สามารถอาศัยอยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ไม่มีรูหายใจ การหายใจส่วนใหญ่อาศัยเหงือก หรือรับออกซิเจนโดยการซึมผ่านผิวของร่างกายโดยตรง การได้รับออกซิเจนของแมลงน้ำพวกนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความกดดันของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำและความกดดันภายในระบบท่ออากาศ (tracheal system) Imms (1970) ได้กล่าวถึงระบบการหายใจแบบท่ออากาศปิดของแมลงน้ำไว้ดังนี้

ระบบการหายใจแบบท่ออากาศปิดที่พบในแมลงน้ำมี 3 อย่างคือ

4.1.1 Blood gills เป็นอวัยวะที่มีลักษณะเป็นท่อบางใส ภายในมีโลหิตอยู่ เจริญมาจากผนังของร่างกายใกล้ทวารหนัก อาจมี trachea เล็กน้อยหรือไม่มีเลย ออกซิเจนจากน้ำผ่านผนังบาง ๆ ซึ่งหุ้ม blood gill อยู่ การถ่ายเทของอากาศอาศัยการหมุนเวียนของโลหิตของแมลง ระบบการหายใจแบบนี้พบในตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดมี blood gills ที่มีลักษณะคล้ายนิ้ว 4-6 อัน อยู่ในส่วนปลายสุดของทวารหนัก และในตัวของริ้นน้ำจืด (*Chironomus* sp.) บางชนิดมี blood gills 2 คู่อยู่ทางคานทองของท้องปล้องสุดท้าย และมี anal gills ที่ปลายส่วนท้องอีก 4 เม็ดโลหิตที่บรรจุอยู่ภายในสามารถดูดซึมออกซิเจนได้มากกว่าการดูดซึมของน้ำถึง 30 เท่า ฉะนั้นออกซิเจนจึงสามารถเข้าร่างกายได้โดยง่ายจึงทำให้ตัวอ่อนของริ้นน้ำจืดสามารถอาศัยอยู่บริเวณก้นน้ำ ซึ่งมีออกซิเจนน้อยได้ พบว่าในเลือดของมันมีฮีโมโกลบิน

(haemoglobin) รวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นออกซิฮิโมโกลบิน (oxyhaemoglobin) ภายหลังมีแรงดึงออกซิเจนของเลือด

4.1.2 Tracheal gills เป็นอวัยวะที่มีผนังบาง อาจมีลักษณะเป็นแขนง หรือเป็นแผ่นเจริญมาจากผนังของลำตัวภายในประกอบด้วยทราเคียมากมายซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันแล้วแตชนิดของแมลง อากาศที่อยู่ในน้ำเข้าไปโดยซึมผ่านผนังบางที่หุ้ม tracheal gill อยู่ tracheal gill มักพบเจริญตามส่วนต่าง ๆ ของแมลงน้ำ เช่น ในตัวอ่อนของชีปะขาว พบอยู่ที่ท้องปล้องที่ 1-7 ในตัวอ่อนของแมลงปอ เข็มพบมีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายใบไม้ 3 อัน อยู่ปลายส่วนท้อง ในตัวอ่อนของแมลงเกาะหินพบอยู่ที่ส่วนของอก ส่วนในตัวอ่อนของแมลงปอพบอยู่ที่ผนังด้านในของลำไส้เรียก Rectal gill

4.1.3 รับออกซิเจนโดยการดูดซึมเข้าทางผนังของร่างกายโดยตรง แมลงน้ำที่มีการหายใจแบบนี้มีเพียงไม่กี่ชนิดได้แก่ ตัวอ่อนของชีปะขาว และหนอนผีเสื้อบางชนิด

ดังนั้น แมลงน้ำที่มีระบบการหายใจโดยรับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้แก่ ตัวอ่อนแมลงกลุ่มชีปะขาว (Order Ephemeroptera) กลุ่มแมลงปอ (Order Odonata) กลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำ (Order Trichoptera) กลุ่มแมลงเกาะหิน (Order Plecoptera), กลุ่มผีเสื้อ (Order Lepidoptera) กลุ่มแมลงสองปีก (Order Diptera) กลุ่มคาง (Order Coleoptera) กลุ่มแมลงขาง (Order Neuroptera)

4.2 หายใจโดยรับอากาศเหนือผิวน้ำหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นแมลงที่มีระบบการหายใจแบบท่ออากาศเปิด (opened-tracheal system) Imms (1970) ได้กล่าวถึงการหายใจแบบนี้ไว้ว่าอวัยวะสำหรับการหายใจประกอบด้วย tracheae และรูหายใจ ใ้รับอากาศจากอากาศเหนือผิวน้ำ ระบบการหายใจดังกล่าวนี้แตกต่างกันแล้วแตชนิดของแมลง บางชนิดอาจมีรูหายใจที่ส่วนท้องเฉพาะคู่สุดท้าย (metapneustic respiratory system) โดยรูหายใจจะอยู่ที่ปลาย siphon ที่สั้นหรือยาว

แล้วเทคนิคของแมลงเช่น ตัวอ่อนของยุง ตัวอ่อนของแมลงวันลาย (*Stratiomyidae*) หรืออยู่ที่ปลายของ siphon ที่ยึดหาคได้เช่น ตัวอ่อนของแมลงวันคอกไม้ (rat-tailed), หรือบางชนิดหายใจอยู่ที่ปลายท่อซึ่งแหลมสามารถแทงเข้าไปในที่เก็บอากาศของพืชนำอากาศใช้ในการหายใจได้เช่น ตัวอ่อนและคักแคของควางข้างชนิด แมลง 2 ปีกบางชนิดแมลงน้ำบางชนิดมีที่ช่วยในการสะสมออกซิเจนเช่น มีฟองอากาศ (air bubble) ซึ่งเป็นอวัยวะเก็บอากาศที่ติดต่อกับรูหายใจและท่ออากาศพร้อมทั้งทำหน้าที่คล้ายเหงือกธรรมชาติ การรับออกซิเจนจากผิวหนังมีหลายวิธีเช่น ควางคิง และแมลงเหนียง มีฟองอากาศอยู่ระหว่างท้องกับปีก ควางลีตา (whirligig beetle) มีฟองอากาศอยู่ที่ปล้องท้องปล้องสุดท้าย Brown (1972) ได้กล่าวถึงการหายใจของแมลงโดยการมีฟองอากาศไว้ว่าขณะอยู่ในน้ำแมลงจะใช้ออกซิเจนจากฟองอากาศสำหรับการดำรงชีวิต เมื่อปริมาณก๊าซออกซิเจนในฟองอากาศลดลงจะทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แต่ก๊าซนี้จะละลายน้ำจึงเป็นเหตุให้ปริมาณของก๊าซไนโตรเจนที่อยู่ภายในฟองอากาศเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อความดันย่อยของไนโตรเจนสูงกว่าน้ำที่ล้อมรอบไนโตรเจนก็จะซึมออกจากฟองอากาศอย่างช้า ๆ ในไนโตรเจนจะทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวกลางทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำซึมเข้าไปในฟองอากาศ แต่อัตราการเกิดแบบนี้ลดลงเมื่อจำนวนไนโตรเจนลดลงเมื่อถึงจุดนั้นออกซิเจนที่ซึมเข้ามามีน้อยไม่พอกับการหายใจแมลงก็จะขาดออกซิเจนจะว่ายน้ำขึ้นไปบนผิวน้ำเพื่อรับออกอากาศมาใหม่

ในแมลงน้ำบางชนิดมีอวัยวะสำหรับเก็บออกซิเจนเรียก plastron Wigglesworth (1972) ได้กล่าวถึง plastron ว่าเป็นบริเวณของขนไม่เปียกน้ำที่มีฟองอากาศอยู่และเชื่อมต่อกับรูหายใจปริมาตรคงที่อยู่เสมอ ทำหน้าที่คล้ายกับเหงือกถาวรไม่ต้องรับอากาศจากเหนือผิวน้ำ แต่รับจากออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ แมลงสามารถอยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา

5. การปรับตัวทางค่านรูปร่างลักษณะ แมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหลกระแสน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตทำให้การปรับตัวหลายประการ Brown (1971) และ Hyne (1972) ได้กล่าวถึงการปรับตัวทางค่านรูปร่างลักษณะของแมลงน้ำดังนี้

5.1 การมีลำตัวแบน การที่แมลงน้ำมีลำตัวแบนก็เมื่อหลบกระแสน้ำเช่น ตัวอ่อนของชีปะขาวที่มีชื่อว่า *Ecdyonurus venosus* ลำตัวแบนทางค่านบนล่าง ขามี coxa ขยายใหญ่ เล็บ (claw) แข็งแรง พบเกาะอยู่ที่โคนหินบริเวณที่มีน้ำไหลแรง

5.2 การมีรูปร่างเพรียวลู่ตามกระแสน้ำ (streamlined bodies) เพื่อลดแรงเสียดทานในขณะเคลื่อนที่เช่น ตัวอ่อนของชีปะขาว (*Baetis* sp.) มีรูปร่างเป็นแบบกระสวย เกาะยึดติดกับก้อนหินโดยใช้เล็บที่โค้งแหลมพบว่ามันสามารถเคลื่อนที่ไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว

5.3 การลดโครงสร้างที่ยื่นออกไป พบว่าโครงสร้างบางอย่างที่ยื่นออกไปจะเพิ่มแรงเสียดทานเมื่อเคลื่อนที่ไปในน้ำ ดังนั้นแมลงน้ำบางชนิดที่อยู่ในน้ำไหล จึงมีการลดโครงสร้างส่วนที่ยื่นออกไป เพื่อให้เคลื่อนที่ได้สะดวกและรวดเร็ว เช่น เหนืออกที่อยู่บนส่วนท้องของพวก *Baetis* sp. จะลดรูปเป็นแผ่นเล็ก ๆ เป็นต้น

5.4 การมีโครงสร้างสำหรับยึดเกาะ แมลงน้ำหลายชนิดมีโครงสร้างสำหรับยึดเกาะ ซึ่งโครงสร้างที่ใช้ในการยึดเกาะของแมลงน้ำมีหลายอย่าง เช่น บางชนิดใช้เล็บที่อยู่ปลายของ tarsi ยึดเกาะติดกับก้อนหิน บางชนิดใช้ขาเทียมยึดเกาะ หรือบางชนิดใช้ขระยางคที่อยู่ปลายของส่วนท้องสำหรับยึดเกาะเช่น ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีชื่อว่า *Phycophila dorsalis* เป็นพวกที่อาศัยอยู่อย่างอิสระ ไม่มีการสร้างปลอก (cases) จะคลานอยู่ภายใต้ก้อนหิน เพื่อหาตัวอ่อนของริ้นน้ำจืดใช้ขระยางคซึ่งอยู่ที่ปลายท้องยึดเกาะติดกับแหล่งที่อยู่อาศัย

5.5 การสร้างสารบางอย่างออกมาสำหรับยืคเกาะ แผลงบางชนิดมีการสร้างสารออกมาใช้สำหรับยืคเกาะติดกับก้อนหินเช่น ตัวอ่อนของริ้นค้ำ (*Simulium* sp.) มีต่อมน้ำลายขนาดใหญ่สร้างเส้นไหมออกมาที่จะพันกันเป็นก้อนอยู่บนก้อนหิน สำหรับให้ตัวอ่อนยืคโดยตะขอยึดอยู่ที่ปลายของขาเทียมเพื่อตัวมันจะได้ยื่นลำตัวเข้าหากระแสน้ำคักจับอาหาร

6. การปรับตัวทางค่านพฤติกรรม Brown (1970) และ Hyne (1972) ได้กล่าวถึงการปรับตัวทางค่านพฤติกรรมของแมลงน้ำไว้ดังนี้ แมลงน้ำมีการปรับตัวทางค่านพฤติกรรมหลายอย่าง เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้เช่น การเป็นสัตว์ที่ชอบชุกซ่อนตัว โดยอาศัยอยู่ใต้อ่อนหิน หรือตามพืชน้ำ เพื่อหลบกระแสน้ำและหนีศัตรูเช่น ตัวอ่อนของชีปะขาวบางชนิด แมลงน้ำบางชนิดมีการเลือกที่อยู่อาศัยเช่น ตัวอ่อนของริ้นค้ำ (*Simulium* sp.), ชอบอาศัยอยู่เป็นกลุ่มบนก้อนหินที่มีกระแสน้ำไหลแรง ซึ่งมันจะมีการเลือกความเร็วของกระแสน้ำที่เหมาะสม และนอกจากนี้ยังมีการหนีศัตรูของมันซึ่งได้แก่ ตัวอ่อนของชีปะขาวและตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ ซึ่งไม่ชอบอยู่ในบริเวณที่มีน้ำไหลแรง

การศึกษาแมลงน้ำในประเทศไทย

เนื่องพนิช สันชัยศรี ได้ศึกษาลักษณะแมลงปอในประเทศไทย ปี 2505 จากการศึกษาพบว่าแมลงปอในประเทศไทย มี 6 family และได้รายงาน การศึกษาชนิดต่าง ๆ ของแมลงปอในประเทศไทย ซึ่งชาวต่างประเทศได้ทำการศึกษา ไว้แล้วมีทั้งหมด 57 ชนิด

วถุลี นพรัตน์ ได้ศึกษาแมลงน้ำใน Order Hemiptera ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ปี 2506 จากการศึกษาพบว่ามีแมลง ใน order นี้ทั้งหมด 11 families และยังได้จำแนกถึงระดับ genus และชนิด (species)

อรุณี วงษ์กอมรัมย์ ได้ทำการสำรวจและรวบรวมแมลงน้ำใน เขตจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย 13 จังหวัด เมื่อปี 2510 นำมาจำแนกได้ 6 orders ดังนี้ Order Hemiptera จำแนกออกเป็น 11 families Order Odonata, 3 families, Order Coleoptera 6 families, Order Lepidoptera, 1 family, Order Diptera 2 families, Order Ephemeroptera 3 families นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาในด้านนิเวศวิทยา สัมฐานวิทยา และความสำคัญทางเศรษฐกิจ ด้วย