

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

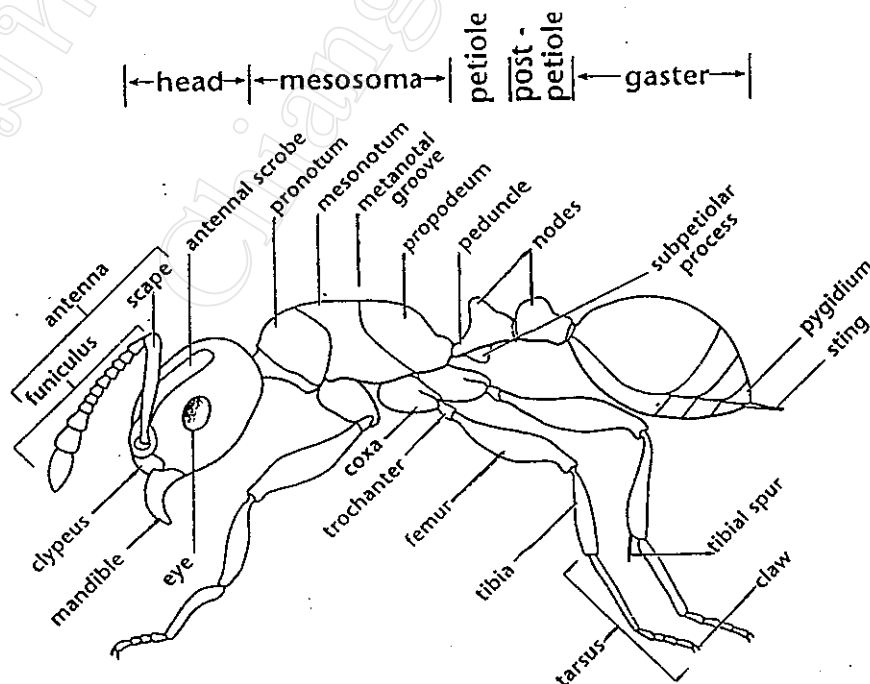
ความสำคัญของมด

มดเป็นแมลงที่ประสบความสำเร็จในการอยู่รอดตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน คาดว่าในโลกนี้มีมดประมาณ 20,000 ชนิด ใน 300 สกุล (Patterson, 1994) สามารถพบมดกระจายอยู่ทั่วไปตามถิ่นที่อยู่บนบกต่างๆ พบว่า 1 ใน 3 ของมวลชีวภาพของสัตว์ในป่าดงดิบ Amazon ประกอบด้วยมดและปลวก ในพื้นที่ 1 เฮกตาร์ พบมดมากกว่า 8 ล้านตัว ปลวกประมาณ 1 ล้านตัว รวมถึงแมลงในอันดับ Hymenoptera อื่น โดยมีจำนวนถึง 75% ของมวลชีวภาพของแมลงทั้งโลก นอกจากนี้มดยังเป็นแมลงที่มีจำนวนมากกว่าอย่างอื่นในพื้นที่ป่าและทุ่งหญ้า savannas ของประเทศซาอีร์ มดหลายชนิดสามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในถิ่นที่อยู่ที่เป็นพื้นที่ถูกรบกวน (disturbed area) เช่น Pharaoh's ants (*Monomorium pharaonis*) พบได้ตามบ้านเรือนทั่วไป (Holldobler และ Wilson, 1990)

เนื่องจากมดมีความหลากหลายชนิดและมีที่อยู่อาศัยหลายรูปแบบทั้งในดินและพืชพรรณต่างๆ จึงมีนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกัน แสดงถึงความหลากหลายของมดที่มีส่วนร่วมในด้านบทบาทการกินอาหาร โดยมีบทบาทเป็นผู้บริโภค (consumer) กินอาหารได้แทบทุกชนิด บางชนิดกินเนื้อสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ด้วยการล่าเหยื่อ (predator) และบางชนิดกินซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทั้งทางกายภาพและเคมี โดยมดที่อาศัยอยู่ใต้ดินมีการขุดดินเป็นโพรงเพื่อเป็นทางติดต่อภายในรัง ทำให้การถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำในดินดีขึ้น นอกจากนี้แล้วการที่มดนำอาหารทั้งเมล็ดพืชและซากสัตว์กลับไปในรังมด เมื่อซากสิ่งมีชีวิตที่มดนำมาถูกย่อยสลายไป จะเป็นการช่วยเพิ่มอินทรีย์สารให้กับดินอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ตัวมดเองก็มีประโยชน์ต่อสัตว์อื่น เช่น มดและตัวอ่อนหรือไข่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ในบางท้องถิ่นได้ เช่น มดแดง, *Oecophylla smaragdina* F. เป็นอาหารของนก ปลา แต่บางครั้งมดอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชและสัตว์ โดยเป็นตัวแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ย ไปยังต้นพืชอื่นๆ (Keeler, 1991) หรือทำให้สิ่งของเครื่องใช้เสียหาย

ลักษณะกายวิภาคภายนอกโดยทั่วไปของมด

มดเป็นแมลงชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae จากลักษณะสัณฐานภายนอก สามารถแบ่งลำตัวของมดได้ 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax หรือ alitrunk) และส่วนท้อง (abdomen หรือ gaster) โดยมีลักษณะเด่นคือ มีส่วนเอว (petiole) คอดกึ่ง (Borror และ DeLong, 1971) ลำตัวมี chitin ห่อหุ้มร่างกายไว้เป็น exoskeleton ส่วนปาก (mouth) ประกอบด้วย กราม (jaws) 2 ชุด ที่สามารถเปิดปิดได้อย่างอิสระ กรามคู่นอก เรียกว่า mandibles ใช้สำหรับขุดดิน เจาะไม้ ตัดอาหารเลี้ยววัตถุ ต่อสู้ ส่วนกรามคู่ใน จะเป็นส่วนรองรับขนเล็กๆ ที่เรียกว่า bristles ไว้ใช้ในการทำความสะอาดและหนวด มีลิ้น (tongue) เป็นแผ่นแบน หนวดเป็นแบบข้อศอก (geniculate) มีส่วนปลายหนวดขยายใหญ่ เพศผู้จะมีหนวดคล้ายเส้นด้าย ส่วนอกมีขา 3 คู่ ซึ่งในฤดูผสมพันธุ์จะเป็นที่ตั้งของปีกในพวกมดนางพญาและมดตัวผู้ ช่วงเอวของมดที่คอดกึ่ง (petiole) ประกอบด้วย 1-2 ปล้อง (segments) ขึ้นกับชนิดของมด ส่วนที่ใหญ่ที่สุดของส่วนท้อง เรียกว่า gaster ภายในมีหัวใจและอวัยวะย่อยอาหาร มดไม่มีปอด (lung) การหายใจอาศัย tracheal tubes ที่มีท่อแขนงทั่วร่างกาย เลือดในร่างกายมดไม่มีสี ซึ่งจะอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว (body cavity) และไหลเวียนตามท่อในร่างกายที่เชื่อมต่อกัน มดตัวเมียบางชนิดมีเหล็กไน (sting) ที่เปลี่ยนแปลงมาจากอวัยวะวางไข่ (ovipositor) สามารถตอยและปล่อยพิษจาก muscular sacs (poison gland) บางชนิดสามารถกัดโดยใช้กรามและปล่อยพิษออกมา บางชนิดพ่น formic acid ออกมาทางทวารหนัก เพื่อใช้ขับไล่ศัตรูและต่อสู้ป้องกันตัวเองหรือป้องกันรัง (Hollldobler และ Wilson, 1990)



ภาพ 1.1 ลักษณะทั่วไปของมด (ที่มา: Shattuck, 1999)

การดำรงชีวิตของมด

มดทุกชนิดเป็นแมลงที่มีระบบสังคมอย่างแท้จริง (eusocial insects) ความแตกต่างระหว่างมดกับ social Hymenoptera ตัวอื่นๆคือ มดไม่มีปีกช่วยในการหาอาหาร มดมีการจัดสังคมเป็นวรรณะ ภายในรังหนึ่งๆประกอบด้วย มดในวรรณะต่างๆคือ มดนางพญา ทำหน้าที่ในการผสมพันธุ์และวางไข่ มดงานเป็นมดตัวเมียที่เป็นหมัน มดงานบางกลุ่มจะมี polymorphism คือการมีรูปร่างลักษณะภายนอกตั้งแต่ 2 แบบขึ้นไปในชนิดเดียวกัน จึงทำให้มีมดงานที่ทำหน้าที่ต่างๆกัน ซึ่งเหมาะสมกับรูปร่างของตัวเอง เช่น มดนางพยาบาล (nurse) มีหน้าที่ในการเลี้ยงดูและขนย้ายตัวอ่อน มดทหาร (soldiers) มีหน้าที่ในการป้องกันรัง เป็นต้น ส่วนมดตัวผู้จะมีบทบาทช่วงสั้นๆ ในระยะที่มีการสืบพันธุ์เท่านั้น จึงไม่มีบทบาทมากนัก (Holl Dobler และ Wilson, 1990)

การสร้างรัง (colony) ใหม่ของมด จะเริ่มด้วยการที่มดนางพญา และมดตัวผู้ บินออกจากรังในช่วงฤดูผสมพันธุ์ โดยบินขึ้นไปผสมพันธุ์กันกลางอากาศ (nuptial flight) หลังจากผสมพันธุ์เรียบร้อยแล้ว มดตัวผู้จะตาย มดนางพญาจะสลัดปีกทิ้ง โดยใช้ขาเคี้ยวหรือบดกับหิน ใบหญ้า หรือปล่อยให้หลุดไปเอง เมื่อสลัดปีกแล้ว จะสำรวจพื้นที่ เมื่อได้พื้นที่ที่เหมาะสมในการวางไข่เพื่อสร้างรัง ก็จะเริ่มขุดดินโดยใช้ mandibles และมุดตัวลงไปเรื่อยๆ จากนั้นจะเริ่มวางไข่ ซึ่งบางส่วนของมดงานรุ่นแรก ในช่วงเวลานี้มดนางพญาจะยังคงอยู่ในรัง โดยอาศัยอาหารเลี้ยงตัวเองและมดงานรุ่นแรก ด้วยการสลายไขมัน (fat body) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการบิน (flight muscles) ทำให้ตัวมดนางพญาแข็งแรงขึ้น ส่วนไข่ที่เหลือจะกลายเป็นหนอน (larvae) ซึ่งได้รับอาหารจากมดนางพญาคือ น้ำลาย (saliva) เมื่อหนอนเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะสุดท้าย แต่ละตัวจะสร้างปลอก (cocoon) แล้วเข้าสู่ระยะดักแด้ (pupal stage) และอยู่ในดักแด้นาน 2-3 สัปดาห์ เมื่อเติบโตเป็นตัวเต็มวัย (adult) จะออกจาก cocoon โดยมดนางพญาจะกัดปลอกให้ออกมาง่ายขึ้นและช่วยทำความสะอาด รวมทั้งให้อาหารด้วย มดงานรุ่นแรกจะมีขนาดตัวเล็กกว่ามดงานในรุ่นถัดไป มดงานจะเริ่มทำงานโดยการขยายช่องทางและทำทางเดินเชื่อมต่อเปิดสู่ภายนอกรัง เพื่อหาอาหารและเก็บอาหารกลับมายังรัง โดยที่มดนางพญามีหน้าที่วางไข่ ส่วนมดงานทำหน้าที่เลี้ยงดูตัวอ่อน เมื่อมีการวางไข่อีก มดงานจะคอยดูแลและรวบรวมตัวอ่อนให้อยู่รวมกัน เมื่อตัวอ่อนฟักออกมาจากไข่ มดงานจะให้อาหารโดยอาหารที่ผ่านการย่อยมาแล้ว จากนั้นจึงเริ่มเลี้ยงด้วยอาหารอื่นๆ เช่น แมลงขึ้นเล็กๆ จากนั้นตัวอ่อนจะเข้าสู่ดักแด้ โดยมีมดนางพยาบาลซึ่งมีหน้าที่เคลื่อนย้ายดักแด้ให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น ในช่วงกลางวันจะขนย้ายดักแด้ลงไปยังในส่วนของรังที่อยู่ลึกลงไป เพื่อป้องกันดักแด้จากความร้อน ส่วนตอนกลางคืนจะนำดักแด้มาขึ้นบริเวณใกล้ผิวหน้าดิน เพื่อรับไอร้อนจากดิน พวกมดนางพยาบาลต้องคอยดูแลดักแด้ให้สะอาดและให้

ความคุ้มครองถ้ำรังถูกถูกรุก เมื่อเวลาผ่านไปราว 3 สัปดาห์ ดักแด้จะเติบโตเป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์ จากนั้นจะออกมาจากปลอกโดยมีมดนางพยาบาลช่วยในการดึงขาและหนวดให้ตรง ตัวเต็มวัยที่เพิ่งออกมาจากปลอกจะมีสีลำตัวค่อนข้างจางและตามีสีเข้ม

เมื่อเริ่มมีมดงานแล้ว รังมดจะเข้าสู่ juvenile period ซึ่งจะค่อยๆ เพิ่มจำนวนมดงานขึ้น จนกระทั่งรังมีการขยายขนาดเข้าสู่ adolescent period ระยะนี้จะเริ่มมีมดตัวผู้ แต่ยังไม่ virgin females และในระยะสุดท้ายคือ mature period จะเริ่มมี virgin queens และต่อมามดตัวเมียและมดตัวผู้จะเริ่มมีการผสมพันธุ์อีกครั้ง ช่วงที่มีการวางไข่ของมดนางพญา จะชะงักการขยายรังไประยะหนึ่ง จากนั้นจะมีมดนางพญาและตัวผู้รุ่นใหม่มาทดแทน ก่อนมีมดนางพญาตัวเดิมจะตายไป เนื่องจากถ้าไม่มีมดนางพญาตัวใหม่มาทดแทนนางพญาตัวเดิม จะทำให้รังนั้นอยู่ไม่รอดไปด้วย ระยะเวลาในการพัฒนาของแต่ละรังขึ้นกับชนิดของมด บางครั้งอาจใช้เวลา 4-5 ปีกว่าที่รังจะเติบโตและแข็งแรงพอที่จะแยกหรือขยายรังได้ และจำนวนสมาชิกในรังนั้นๆ จะขึ้นกับชนิดของมด ชนิดของอาหารที่มีอยู่ ปริมาณของอาหารและความสามารถในการให้ลูก (fertility) ของมดนางพญาเอง (Hollidobler และ Wilson, 1990)

การสร้างรังของมด มีหลายแบบดังนี้

1. การสร้างรังในดิน เช่น มีการขุดดินลงไปสร้างรังใหม่ โดยมดนางพญา และมีการสร้างทางเดินเชื่อมต่อกันมากมายหลายทิศทาง รังแบบนี้มักมองไม่ค่อยเห็น เนื่องจากอยู่ในดิน
2. สร้างรังอยู่บนต้นไม้
 - 2.1 โดยการนำใบไม้ เนื้อไม้ผสมกับน้ำลาย แล้วทำเป็นรังอยู่บนกิ่งไม้ หรือใต้ใบไม้
 - 2.2 ใช้ใบไม้มาสร้างรัง โดยใช้มดงานหลายๆตัว ดึงขอบใบทั้ง 2 ด้านให้ชิดกันแล้วคาบตัวอ่อนพาดผ่านบริเวณขอบใบ ตัวอ่อนจะผลิตเส้นใยออกมา เป็นการเชื่อมขอบใบเข้าด้วยกัน โดยมีรูเปิดที่ปลายใบเป็นทางเข้าออก
 - 2.3 สร้างโดยอาศัยอยู่ในร่องตามต้นไม้ ต้นไม้บางชนิดมีรูหรือร่องบนต้นไม้ มดจะสร้างรังอยู่ในแอ่งหรือร่องบนต้นไม้ (Hollidobler และ Wilson, 1990)

วรรณะของมด

การที่มดชนิดเดียวกัน เพศเดียวกันมีลักษณะทาง morphology บางอย่างที่แตกต่างกัน เช่น สี รูปร่างของหนาม (spine) ความแตกต่างกันดังกล่าวเรียกว่า polymorphism เป็นลักษณะที่แบ่งแยกมดออกเป็นวรรณะต่างๆ ซึ่งจะมีความแน่นอนตั้งแต่แรกยังเป็นตัวหนอน จนกระทั่งเป็นตัว

เต็มวัย โดยมดทั่วไปจะมี polymorphism เฉพาะในตัวเมีย ปกติจะมี 2 วรรณะคือ มดนางพญา และ มดงาน

1. มดนางพญา

มีขนาดตัวใหญ่ที่สุดในรัง มักมีปีก แต่อาจสลัดทิ้งหลังการผสมพันธุ์ ส่วนท้องและระบบสืบพันธุ์จะขยายใหญ่ ทำหน้าที่ในการผสมพันธุ์และวางไข่ ส่วนนอกมีการเจริญดีเนื่องจากมีกลไกเพื่อรองรับการบิน มีอายุอยู่ได้หลายปี บางครั้งใน 1 รัง อาจมีมดนางพญาได้มากกว่า 1 ตัว

2. มดงาน

เป็นสมาชิกส่วนใหญ่ในรัง เป็นตัวเมียที่เป็นหมัน ส่วนนอกและ ovarioles ลดรูปไป มีลำตัวขนาดเล็กและไม่มีปีก มดงานบางชนิดจะตาบอดรับรู้เพียงความสว่างหรือความมืด แต่ส่วนใหญ่มีตาประกอบที่เจริญดี มดงานมีหลายชนิดตามรูปร่างที่ต่างกัน โดยทั่วไปแบ่งย่อยๆได้ดังนี้

2.1 major worker

ตัวขนาดใหญ่ หัวและกรามใหญ่ ทำหน้าที่เป็นมดทหารคอยเฝ้าระวังปกป้องรัง และต่อสู้ป้องกันรังจากศัตรู เช่น พวกที่อาศัยอยู่ในลำต้นไม้ จะป้องกันรังจากศัตรู โดยเอาหัวมาปิดทางเข้ารังไว้

2.2 minor worker

ตัวขนาดเล็ก ทำหน้าที่ของมดงานทั่วไป รวมทั้งการสร้าง ต่อเติม และซ่อมแซมรัง การเก็บรวบรวมอาหาร การดูแลมดตัวอ่อน และอื่นๆ

สำหรับมดตัวผู้ จะมีปีกถาวร ยกเว้นบางชนิด มีขนาดตัวเล็กกว่ามดนางพญา จะมีรูปร่างต่างจากมดงาน มดตัวผู้มักมีอายุสั้น หลังผสมพันธุ์จะตายไป จึงมีบทบาทในช่วงที่มีการผสมพันธุ์เป็นระยะสั้นๆ

มดนางพญาในรังมีส่วนในการกำหนดเพศของมดในรุ่นลูกได้ ถ้าไข่ได้รับการผสมกับอสุจิจะเจริญเป็นตัวเมีย แต่ถ้าไม่ได้รับการผสมจะเจริญเป็นตัวผู้ นอกจากนี้แล้วสิ่งแวดล้อมยังมีผลกระทบต่อวรรณะของมดด้วย เช่น ถ้าอุณหภูมิของอากาศต่ำเกินไป มดจะหยุดการเจริญ เมื่ออากาศอบอุ่นขึ้น ตัวอ่อนที่รอดมาได้จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเจริญเป็นนางพญา หรือถ้ามดนางพญาวางไข่จำนวนมาก ก็จะได้ไข่ที่มีขนาดเล็ก และจะเจริญเป็นมดงานต่อไป (Holldobler และ Wilson, 1990)

การกินอาหารของมด

มดส่วนมากเป็นผู้ล่า (predator) หรือกินซากสัตว์ บางชนิดกินเหยื่อได้หลายประเภท ในขณะที่บางชนิดกินอาหารที่ค่อนข้างจำเพาะเจาะจง เช่น กิน Collembola กินมดด้วยกันเอง กินไข่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กบางชนิด (Snelling, 2000) มดบางกลุ่มเป็นพวกที่เก็บสะสมเมล็ดพืชหลายชนิด โดยเฉพาะส่วนที่เรียกว่า elaiosomes ซึ่งเป็นสารที่ดึงดูดมด โดยมดจะเก็บเมล็ดพืชแล้วกินส่วนของ elaiosomes นี้ เมล็ดพืชจำนวนมากที่มดนำกลับไปยังรังใต้ดิน ยังคงมีความสมบูรณ์ของเมล็ดอยู่ เมื่อถึงเวลาที่เหมาะสมและมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการออกของเมล็ดพืช เมล็ดพืชนั้นจะงอกเป็นต้นอ่อน จึงเป็นการช่วยกระจาย (dispersal) พรรณพืชได้อีกทางหนึ่ง (Keeler, 1991)

การจัดหมวดหมู่ของมด

มดทั้งหมดจัดอยู่ในวงศ์ Formicidae โดยในโลกนี้มีมดทั้งหมด 16 วงศ์ย่อย (Bolton, 1994) สามารถพบมดในประเทศไทยได้ 9 วงศ์ย่อย (เดชาและวาลูลี, 2542) ได้แก่ Formicinae, Dolichoderinae, Dorylinae, Cerapachyinae, Ponerinae, Myrmicinae, Pseudomyrmecinae, Aenictinae และ Leptanillinae ในระดับที่เล็กลงไปคือ สกุลนั้น ในปัจจุบันแบ่งเป็นประมาณ 300 สกุลทั่วโลก และประมาณว่ามีมากกว่า 20,000 ชนิดทั่วโลก (Patterson, 1994)

การศึกษาเกี่ยวกับมด

การทำลายป่าไม้ในอดีตที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการเกษตรหรือการก่อสร้าง สาธารณูปโภคต่างๆ ล้วนเป็นการทำลายป่าอันเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและแมลง ทำให้มีสัตว์ป่าและแมลงบางชนิดสูญไป โดยเฉพาะมด ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันมากกว่าความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถใช้เป็นดัชนีชี้บ่งระดับความสมบูรณ์ของสภาพป่าในบริเวณต่างๆ ได้ (Effendi, 1999) การศึกษาความหลากหลายของมดในป่าประเทศไทยยังมีน้อยมากมีการรายงานความหลากหลายทางชีวภาพของมดในบางพื้นที่เท่านั้น เดชาและวาลูลี (2542) รายงานว่า สังคมพืชป่าดิบชื้นพบมดในป่ามีความหลากหลายทางด้านสกุลและชนิดมากที่สุดคิดเป็น 73.47 และ 43.32 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ รองลงไป ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และป่าขั้นทดแทน คิดเป็น 67.35 และ 35.83, 55.10 และ 33.69, 53.09 และ 28.88 เปอร์เซ็นต์ ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าทุ่งหญ้า มีความหลากหลายน้อยที่สุด คิดเป็น 24.49 และ 17.11 เปอร์เซ็นต์ ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ Effendi (1999) รายงานว่า ป่าที่เป็น secondary forest มี species richness ของมด (174 ชนิด) มากกว่า species

richness ของมดในป่า primary forest (157 ชนิด) ส่วนใน oil palm plantation มีเพียง 75 ชนิด และอ้างถึง Maryati (1996) ว่า ความหลากหลายของมดจะสูงที่สุดใน primary forest รองลงมาคือ secondary forest และในพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียว (monocrop) จะมีความหลากหลายของมดน้อยที่สุด นอกจากนี้ Shattuck (1999) อ้างว่า ในเขตอุทยานแห่งชาติและพื้นที่อนุรักษ์หลายแห่งของประเทศออสเตรเลียมีมดมากถึง 150 ชนิด ซึ่งมีมดที่ดำรงชีวิตแบบล่าเหยื่อ กินซากเน่าเปื่อย และกินเมล็ดพืชต่างๆ โดย Fisher (1996) เก็บตัวอย่าง leaf litter ant ด้วย pitfall traps และ leaf litter sampling ในป่าเขตร้อนชื้นทางตะวันออกของ Madagascar เพื่อทำการเปรียบเทียบกับป่าเขตร้อนในบริเวณอื่นๆ พบว่า species diversity จะมีค่าลดลงตามระดับความสูงของพื้นที่ทำการสำรวจ

Samarita (1999) สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของมดที่ St. Paul National Park, Puerto Princesa, Palawan ในช่วงเดือนธันวาคม ค.ศ.1997 ถึง เดือนมีนาคม ค.ศ.1998 พบมดทั้งหมด 14 สกุล

Viet, et al. (1999) เก็บตัวอย่างมดใน Cuc Phuong National Park พบมดทั้งหมด 116 ชนิด 45 สกุล ใน 8 วงศ์ย่อยโดย 37 ชนิด (18 สกุล) เป็นมดในวงศ์ย่อย Myrmicinae, 31 ชนิด (11 สกุล) เป็นมดในวงศ์ย่อย Ponerinae, 29 ชนิด (8 สกุล) เป็นมดในวงศ์ย่อย Formicinae นอกจากนี้ยังได้สำรวจมดในตอนกลางของเวียดนาม พบมด 53 ชนิด 27 สกุล ใน 7 วงศ์ย่อย

Gadagkar (2000) อ้างถึง Bingham (1903) สำรวจมดในพื้นที่ป่าของประเทศอินเดีย พบมดทั้งหมด 495 ชนิด 79 สกุล และได้ทำการสำรวจความหลากหลายของมดในพื้นที่ป่าของอินเดียพบมดทั้งหมด 140 ชนิด 32 สกุล ใน 6 วงศ์ย่อย ในพื้นที่ศึกษาขนาด 1 เฮกตาร์ จำนวน 36 แปลง นอกจากนั้นยังทำการศึกษาศาตรวความหลากหลายของมดใน Indian Institute of Science Campus ซึ่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 150 เฮกตาร์ พบมด 70 ชนิด 32 สกุล ใน 6 วงศ์ย่อย

Fisher (2000) สำรวจ leaf litter ant ในป่าเขตร้อนชื้นใน Eastern Madagascar พบมดทั้งหมด 469 ชนิด

Vasconcelos (2000) สำรวจพบมด 227 ชนิด 60 สกุล ใน 8 วงศ์ย่อย ในพื้นที่ป่า Amazon, North of Manaus ในประเทศบราซิล

Malsch (2000) สำรวจชนิดมดใน Pasoh Reserve, West-Malaysia พบมดทั้งสิ้น 120 ชนิด 49 สกุล ใน 9 วงศ์ย่อย โดยพบวงศ์ย่อย Myrmicinae มากที่สุด (22 สกุล 70 ชนิด) รองลงไปคือ Ponerinae (16 สกุล 32 ชนิด), Formicinae (8 สกุล 13 ชนิด), Dolichoderinae (2 สกุล 2 ชนิด) และ Cerapachyinae (1 สกุล 3 ชนิด) ตามลำดับ

Snelling (1996) เก็บตัวอย่าง Social Hymenoptera ที่ Lakekamu ใน New Guinea ระหว่างวันที่ 20 ตุลาคม ถึง 8 ธันวาคม 1996 โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างมดโดยตรง (Hand),

Malaise traps, litter sifting และ baiting พบ Social Hymenoptera ทั้งหมด 271 ชนิด ซึ่งเป็นมดถึง 250 ชนิด (ใน 59 สกุล)

Samarita (2000) สำรวจมดบน Lubang Island ใน 3 พื้นที่ ตั้งแต่ lowland, primary forest และ dipterocarp forest โดยใช้วิธี pitfall traps และ random sampling ในการเก็บตัวอย่างมด พบว่า การเก็บตัวอย่างมดด้วยวิธี random sampling จะได้จำนวนสกุลของมดที่หลากหลาย แต่ จำนวนชนิดของมดที่พบจะน้อยกว่าการเก็บตัวอย่างมดด้วยวิธี pitfall traps

Wattanasit (2000) เก็บตัวอย่างมดในสวนยางพาราสาธิตภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม 1999 โดยใช้ 3 วิธีคือ hand collection, leaf litter & soil samples และ honey baits การสำรวจมดครั้งนี้ พบมด 35 ชนิด ใน 6 วงศ์ย่อย คือ Formicinae, Myrmicinae, Aenictinae, Ponerinae, Dolichoderinae และ Pseudomyrmecinae

Sonthichai (2000) เก็บตัวอย่างมดจากคอกยี่งอ จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึงพฤศจิกายน 1995 โดยวิธี pitfall traps พบมดทั้งหมด 38 ชนิด 33 สกุล ใน 5 วงศ์ย่อย คือ Dolichoderinae, Formicinae, Leptanillinae, Myrmicinae และ Ponerinae

Zanini และ Cherix (2000) สำรวจชนิดมดบนเกาะ 5 เกาะของ Myiek archipelago (Myanmar) ได้แก่ Pocock, Pulau Bada, Cat and Kitten, Lampi และ Maria Island ระหว่างปี 1998-2000 โดยวิธี bait-traps พบมดทั้งหมด 23 ชนิด 13 สกุล โดยมี 2 ชนิด ที่เป็น endemic species คือ *Crematogaster medigianii* Emery spp. *anamita* Forel และ *Pheidole feae* Emery และพบมด 4 ชนิดที่เป็นชนิดใหม่ของประเทศพม่า คือ *Technomyrmex bicolor*, *Crematogaster baduvi* Forel, *Crematogaster biroi* Mayr. spp. *quadriruga* Forel. และ *Pheidole robeti* Forel.

Dias และ Chaminda (2000) รายงานว่า สามารถพบมดกระจายได้ทั่วไปในศรีลังกา โดยมีการศึกษาและรวบรวมตัวอย่างแห้งของมดไว้ที่ National Museum ใน Colombo แต่การศึกษาเกี่ยวกับมดในศรีลังกา ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก

Ward (2000) สำรวจมดในพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมเขต Nearctic, Neotropical, Malagasy และ Indo-Australian ที่ตำแหน่งละติจูด $47^{\circ} 43'$ เหนือ ถึง $35^{\circ} 34'$ ใต้ และมีระดับความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ 10 เมตรไปจนถึง 2,700 เมตร โดยใช้วิธี Winkler samples พบว่ามดใน วงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวนมากที่สุดถึง 594 ชนิด 57 สกุล รองลงไปคือวงศ์ย่อย Ponerinae (203 ชนิด 22 สกุล), Formicinae (97 ชนิด 14 สกุล), Dolichoderinae (10 ชนิด 6 สกุล), Cerapachyinae (4 ชนิด 2 สกุล) และ Ecitoninae (3 ชนิด 2 สกุล)

Alonso และ Agosti (2000) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของมดในพื้นที่นั้นเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนอนุรักษ์ ซึ่งปริมาณชนิดของมดในพื้นที่ที่จะแสดงให้เห็นถึงการกระจายและเป็นหลักฐานการปรากฏของ rare species, threatened species หรือชนิดที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เช่น ชนิดที่ถูกนำเข้ามาในพื้นที่ (introduced species) หรือบางชนิดที่พบในถิ่นที่อยู่บางแห่งเท่านั้น มดบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ได้ในถิ่นที่อยู่หลายแบบ บางชนิดก็อยู่ได้ในถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมเฉพาะเจาะจง จึงสามารถใช้มดเป็นดัชนีชี้บ่งถึงการเปลี่ยนแปลง หรือบ่งชี้ความสำเร็จในการฟื้นฟูสภาพ (restoration success) ของพื้นที่นั้นๆ ได้ ในขณะที่มดบางชนิดสามารถปรับตัวให้เข้ากับถิ่นที่อยู่ที่ถูกบุกรุกทำลายได้ และยังเป็นแมลงพวกแรกที่เข้ามายึดครองพื้นที่ที่ถูกบุกรุกทำลายก่อนสัตว์ชนิดอื่น จึงใช้เป็นตัวบ่งได้ว่า พื้นที่ใดเป็นพื้นที่ถูกรบกวนหากพบมดชนิดนี้

Anderson (2000 b) อ้างถึง Disney (1986); Rosenberg, *et al.* (1986) และ Majer (1989) ว่า การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบนบกเป็น indicator เป็นที่นิยม เนื่องจากความโดดเด่นในแง่ของมวลชีวภาพ (biomass) และความหลากหลาย (diversity) ที่มากกว่าสัตว์อื่นๆ รวมถึงมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศด้วย นอกจากนี้ยังอ้างถึง Majer (1983); Greenslade and Greenslade (1984) และ Anderson (1990) ว่า มีการใช้มดเป็น bio-indicator ในการบ่งชี้สภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศ Australia มาเป็นเวลานาน ซึ่งอ้างถึง Majer, *et al.* (1984) และ Anderson (1997) ว่า มีการใช้ species richness และ composition ของชนิดมดเป็นตัววัดความสำเร็จในการฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมที่เสียไปจากการทำอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในประเทศออสเตรเลีย และยังอ้างถึง Majer และ de Kock (1992) ว่ามีการนำวิธีการนี้ไปใช้กับพื้นที่เสื่อมโทรมในประเทศบราซิลและแอฟริกาใต้

Kritsaneeapaioon และ Saiboon (1999) อ้างถึง Way (1954) ว่ามีรายงานการใช้มด 2 ชนิด คือ *Anoplolepis gracilipes* และ *Oecophylla longinoda* ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชบนต้นโกโก้ในแอฟริกาตะวันตกและในปาปัว นิวกินี ส่วนที่ Peninsular, Malaysia มีการใช้ *Dolichoderus thoracicus* ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชของต้นโกโก้ และยังมีรายงานว่า ชาวจีนโบราณใช้มดบางชนิดเป็น Biological control agent ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในสวนส้ม

Vanderwoude, *et al.* (1997) รายงานว่า การสำรวจพื้นที่ป่ายูคาลิปตัสทางตะวันออกเฉียงใต้ของ Queensland โดยทำการสำรวจพื้นที่ 3 บริเวณคือ พื้นที่ที่ถูกเผาตั้งแต่ปี ค.ศ.1952 พื้นที่ที่ถูกเผาเป็นระยะๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ.1973 และพื้นที่ที่ไม่เคยถูกเผานับตั้งแต่ปี ค.ศ.1946 พบว่า species richness ของมดเป็น 74, 63 และ 43 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่ไม่เคยถูกเผา กับพื้นที่ที่ถูกเผาจะพบ *Iridomyrmex* spp. เพิ่มมากขึ้นตามความถี่ของการเผา แต่จะพบ *Bassian* sp. ลดลงตามความถี่ของการเผา ส่วน species richness และ abundance ของพื้นที่ที่ถูกเผา ทั้ง 2 พื้นที่ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีค่าสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่เคยถูกเผา จากลักษณะที่แตกต่างกันของทั้ง 3 บริเวณ

สามารถชี้ได้ว่ามีแนวโน้มที่จะใช้กลุ่มของมดบางชนิดในการบ่งถึงการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมในป่าทางตะวันตกเฉียงใต้ของ Queensland ได้

Anderson (2000 b) กล่าวว่า หน่วยจัดการพื้นที่ป่าในออสเตรเลียใช้ความหลากหลายของมด เป็นส่วนหนึ่งในการติดตามวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่ถูกทำลายโดยไฟป่า การเลี้ยงสัตว์ และการตัดไม้ทำลายป่า และได้อ้างถึง Anderson (1997) และ Vanderwoude, *et al.* (1997) ว่า มีการใช้ functional groups ของมดที่มีความสัมพันธ์กับ environmental stress และ disturbance ในการทำนายและแปลผลของการตอบสนองของมดที่มีต่อผลกระทบจากการบุกรุกเข้าไปใช้พื้นที่ป่าแถบนั้นได้

Alonso และ Agosti (2000) กล่าวว่า จำนวนและสัดส่วนของชนิดมดในพื้นที่นั้นสามารถแสดงถึงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศบริเวณนั้น และยังแสดงถึงการปรากฏของสิ่งมีชีวิตอื่นได้ด้วย เนื่องจากมดชนิดนั้นๆ มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) กับพืชหรือสัตว์อื่น

Keeler (1999) กล่าวว่า มดกับพืชสามารถอยู่ร่วมกันได้เป็นอย่างดี มักมีความสัมพันธ์กันแบบ mutualism เนื่องจากมดไม่ค่อยทำลายหรือกัดกินเนื้อเยื่อพืช เช่น พวก *Dischidia* เป็นพืชจำพวก epiphyte ที่มีการอยู่ร่วมกันกับมด โดยที่มดจะอาศัยอยู่ภายในพืชนี้และพืชจะได้รับ CO₂ จากมด ในขณะที่มดกับเพลี้ยนั้นเป็นความสัมพันธ์ที่รุนแรงกว่า กล่าวคือ ถ้าเพลี้ยไม่สามารถผลิต honeydew ได้ เพลี้ยจะถูกมดกิน แต่ถ้าเป็นพืชที่ไม่เอื้อประโยชน์ใดๆ ให้กับมด ก็จะไม่ได้รับความสนใจจากมด ซึ่งมดก็ไม่ได้ทำอันตรายต่อพืชแต่อย่างใด นอกจากนี้แล้ว การอยู่ร่วมกันของมดกับพืชพวก *Acacia* นั้น มดงานจะเดินตรวจตราต้นไม้อยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันตัวเองจากผู้ล่าและเป็นการหาอาหารด้วย และมดยังได้รับอาหารเป็นน้ำหวาน ซึ่งมีทั้งน้ำ น้ำตาล และกรดอะมิโนจากต้น *Acacia* ด้วยความไวของสายตาและการรับกลิ่นที่ดี หากมีสัตว์อื่นเข้ามาใกล้ในรัศมี 1 เมตรของต้น *Acacia* มดจะสามารถรับรู้และออกมาแสดงตัว เพื่อป้องกันต้น *Acacia* จากผู้บุกรุกโดยการกัดหรือต่อยสร้างความเจ็บปวดให้กับผู้บุกรุก ทำให้ลอยห่างไปจากต้นไม้ นั้น นอกจากนี้แล้ว Holldobler และ Wilson (1990) กล่าวว่า มดที่อาศัยอยู่บนต้นไม้จะกินแมลงบางชนิดเป็นอาหาร เช่น Hemipterans, beetles, sawfly larvae, caterpillar และ herbivore อื่นๆ เช่น *Formica aquilonia*, *Formica polycetena* และ *Formica rufa* จัดเป็นผู้ล่าที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในป่าแถบยุโรป ซึ่ง Murase และ Itioka (2000) กล่าวว่า ต้นพืช *Macaranga* และมดมีการอาศัยอยู่ร่วมกัน โดย *Macaranga* เป็นที่อยู่และแหล่งอาหารให้กับมด ซึ่งมักพบว่ามดที่อาศัยอยู่เป็นพวก *Crematogaster* spp. และมดจะช่วยในการป้องกันต้น *Macaranga* จาก herbivore ต่างๆ นอกจากนี้ Feldhaar, *et al.* (2000) ยังกล่าวว่า มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับมด *Macaranga/Crematogaster* มานานถึง 15 ปี โดยพบว่า *Crematogaster* ต่างชนิดกัน ก็จะมี ความ

สัมพันธ์กับต้น *Macaranga* ต่างกันไป กล่าวคือ มีมด *Crematogaster* spp. ถึง 9 ชนิดที่อาศัยอยู่บนต้น *Macaranga* ต่างๆกันถึง 19 ชนิด

Keeler (1991) กล่าวว่า มดเป็นตัวช่วยกระจายพืชได้ เช่น พืชสกุล *Myrmecodia* ในเมล็ดมี elaiosome ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันมาก จึงดึงดูดมด *Iridomyrmex* sp. อย่างมาก โดยมดจะกิน elaiosome แล้วทิ้งเมล็ดไว้ระหว่างทาง จึงเป็นการช่วยกระจายเมล็ดพืชอีกทางหนึ่ง และ Snelling (2000) ยังกล่าวว่า มดจะขนอาหารกลับรัง ในระหว่างการขนเมล็ดพืชกลับไปยังรัง เมล็ดบางส่วนที่ไม่ถูกกัดกินจนเสียหาย จะกระจายอยู่ทั้งในรังมดและนอกรัง จึงเป็นส่วนช่วยให้มีการกระจายของเมล็ดพืชได้

Anderson (1998) กล่าวว่า มีการใช้มดเป็น bio-indicators บ่งถึงความสำเร็จของการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของพื้นที่ต่างๆในออสเตรเลียมากกว่า 20 ปี ทั้งนี้เนื่องจากมดเป็น dominant insect group ในออสเตรเลีย ทั้งในแง่ของปริมาณและความหลากหลาย มดเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงดินและการหมุนเวียนสารอาหารในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืช และมดยังมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหาร โดย Snelling (2000) กล่าวว่า ในห่วงโซ่อาหารระดับล่าง พบว่า มด ผีเสื้อ ต่อ แตน เป็นแหล่งโปรตีนสูงสำหรับสัตว์กินแมลง (insectivorous vertebrates) เช่น กบ นก งู เป็นต้น ในขณะที่ตัวอ่อนของมดส่วนใหญ่เป็น carnivorous มดบางชนิดอาจมีตัวอ่อนภายใน 1 รัง ถึง 50,000 ตัว ซึ่งทำให้มดงานต้องหาเหยื่อ เช่น แมลงต่างๆ เพื่อมาเลี้ยงดูตัวอ่อนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Anderson (2000 b) ยังกล่าวว่า มีการใช้ functional groups ของมดในการแสดงถึงความสำเร็จในการปรับปรุงระบบนิเวศในพื้นที่ที่เป็นเหมืองแร่ร้างในออสเตรเลีย ซึ่งการจัดจำแนกมดเป็น functional groups ต่างๆ ทำโดยการพิจารณาจากสภาพภูมิอากาศ (climate) สภาพดิน (soil) ลักษณะพืชพรรณ (vegetation) และ disturbance ของบริเวณนั้นๆ ประกอบด้วย ซึ่ง functional groups ของมดเหล่านี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์หา community composition ของมดทั้งในระดับภูมิภาค (continental) และระดับโลก (global) ได้ ซึ่ง Anderson (2000 c) กล่าวว่า functional groups ของมดจะแปรผันสัมพันธ์กับ environmental stress (ปัจจัยที่จำกัด productivity) และ disturbance (ปัจจัยที่ลด biomass ลง) จาก functional groups ของมด ทำให้ทราบถึงรูปแบบสัดส่วนของสังคมมดที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศและชนิดของพืชได้ทั่วโลก และยังทราบถึงรูปแบบการตอบสนองของสังคมมดที่มีต่อ disturbance ในบริเวณนั้น นอกจากนี้ Anderson (1998) กล่าวว่า มดเป็น bio-indicators ที่มีประสิทธิภาพสูงในการแสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของมดที่มีต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปหรือถูกทำลายอย่างรุนแรง โดยสามารถคาดเดาได้จากการปรากฏของกลุ่มมดบางกลุ่ม เช่น Specialist-species เป็นพวกที่มีความจำเพาะต่อสภาพทางระบบนิเวศ เช่น สามารถอยู่ได้ในบางพื้นที่ที่มีลักษณะของภูมิ

อากาศและชนิดของต้นไม้ที่จำเพาะกับมคชนิดนั้นๆ อีกพวกหนึ่งเป็น Generalist species จะเป็นพวกที่พบได้ทั่วไปในถิ่นที่อยู่แบบต่างๆ เนื่องจากสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ จึงสามารถดำรงชีวิตได้ในถิ่นที่อยู่หลากหลายแบบ โดยในพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนนั้นพบว่า จำนวนของ specialist species จะถูกจำกัดโดยปัจจัยจำกัดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสภาพภูมิอากาศ และรูปแบบโครงสร้างของถิ่นที่อยู่นั้นๆ ในขณะที่พวก generalist species จะขึ้นกับการแข่งขันกับมคชนิดอื่น ส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ถูกรบกวน พบว่า จำนวนของ specialist species จะถูกจำกัดโดยระดับความรุนแรงของการรบกวนถิ่นที่อยู่ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของชนิดพรรณไม้ micro-climate และปริมาณของอาหารที่มีอยู่ ซึ่งในพื้นที่ที่เป็น rehabilitation area จะมีความหลากหลายของมคน้อยและการแข่งขันระหว่างมคต่างชนิดกันจะมีน้อย จึงสามารถเปรียบเทียบการปรากฏและปริมาณของ specialist และ generalist species ในพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ถูกรบกวนกับพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนได้