

ใยแมงมุม Spider Silk

ภวิกา บุญยพิพัฒน์¹

Pawika Boonyapipat

เมื่อเอ่ยถึงใยแมงมุมทำให้เกิดความคิดและจินตนาการไปได้ต่าง ๆ นานา ถ้าเป็นเด็กนักเรียนชั้นอนุบาล ก็อาจจะนึกถึงเพลงแมงมุม ส่วนแม่บ้านก็ต้องคิดว่า ถึงคราวจะต้องทำความสะอาดกันอีกแล้ว ส่วนผู้ที่ชอบเดินป่าก็มักจะพบเห็นใยแมงมุมดักจับเหยื่ออยู่ตามป่าทั่วไป เคยคิดสงสัยหรือไม่ว่าใยแมงมุมมีคุณสมบัติ มีคุณสมบัติพิเศษอย่างไรบ้าง ใยแมงมุมมีสารเหนียวเพราะสามารถเกาะติดอย่างดีกับกิ่งไม้ ใบหญ้า และสามารถรองรับน้ำหนักที่มากกว่าตัวแมงมุมได้เป็นหลายชนิด ซึ่งจะเห็นได้จากแมลงที่มีขนาดใหญ่กว่าแมงมุมมาติดกับบนใยแมงมุม

เส้นใยแมงมุมเป็นเส้นใยที่ความแข็งแรงอย่างยิ่งยวด เมื่อเทียบกับน้ำหนักของใยแมงมุม มันมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กกล้าเสียอีก กล่าวกันว่าเส้นใยแมงมุมขนาดเท่าแท่งดินสอดสามารถหยุดเครื่องบินโบอิง 747 ขณะบินอยู่ได้ แค่นี้ก็ทำให้เห็นถึงความมหัศจรรย์ในความแข็งแรงของใยแมงมุม

Spider silk หรือใยแมงมุม คือเส้นใยที่แมงมุมสร้างขึ้น จัดเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงอย่างยิ่งยวดชนิดหนึ่ง มันมีความแข็งแรงที่เทียบเท่ากับเหล็กกล้า คุณภาพดี คุณสมบัติของใยแมงมุมก็น่ามหัศจรรย์เป็นอย่าง ใยแมงมุมสามารถที่จะดึงให้เป็นเส้นใยได้ยาว 40% ของความยาวเดิมโดยไม่ขาด ซึ่งใยแมงมุมมีความแข็งแรงที่เหนียวมาก เนื่องจากว่า ใยแมงมุมปั้นทอมาจากผลึกของของเหลวพวกโปรตีน คุณภาพของใยแมงมุมเท่าเทียมกับเส้นใยสังเคราะห์ที่ผลิตเชิงการค้า คือ โพลีอรามิด (polyaramid) หรือ อโรมาติก ไนลอน (aromatic nylon) ความเหนียวของเส้นใยแมงมุมมีถึง 1.3 Gpa ซึ่งของเหล็กกล้าชนิดหนึ่งมีความแข็งแรงถึง 1.65 GPa อย่างไรก็ตามใยแมงมุมมีความหนาแน่นน้อยกว่าเหล็กกล้า

ดังนั้นอัตราส่วนของความแข็งแรงที่ยืดหดได้คือความหนาแน่นอาจจะมาถึง 5 เท่าซึ่งดีกว่าเหล็กกล้าบางชนิดเสียอีก

¹โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง
จังหวัดสงขลา 90000.

องค์ประกอบของเส้นใยแมงมุม

เส้นใยแมงมุมเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 30,000 ดาลตัน (Dal) (ในต่อม) แต่เมื่ออยู่ภายนอกต่อมโปรตีนเหล่านี้รวมตัวกันเป็นโมเลกุลที่เรียกว่าไฟโบรอิน (fibroin) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 300,000 ดาลตัน แต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันแน่ชัดว่าอะไรเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการรวมตัวของโปรตีนให้เป็นไฟโบรอิน จากคุณสมบัติของใยแมงมุมซึ่งทราบกันดีว่าเหนียว แข็งแรง มีความยืดหยุ่นสูงและทนทานแต่เคยสงสัยบ้างไหมว่าอะไรทำให้ใยแมงมุมมีคุณสมบัติเป็นเช่นนี้ สาเหตุที่ทำให้ใยแมงมุมมีคุณสมบัติเช่นนี้เนื่องจากใยแมงมุมมีสารอยู่ 3 ตัว ซึ่งมีความสำคัญต่อความคงทนของใยแมงมุมคือ ไพโรลิดีน (pyrolidin) , โพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต (potassium hydrogen phosphate) และโพแทสเซียม ไนเตรท (potassium nitrate) ไพโรลิดีน (pyrolidin) ช่วยทำให้เส้นใยแมงมุมชุ่มชื้นไม่แห้งเปราะ และสารนี้พบมีความเข้มข้นสูงในภาวะที่อยู่ในเส้นใยที่ดักจับเหยื่อ โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ทำให้เส้นใยเป็นกรดและสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรีย และที่ pH ต่ำ ๆ ทำให้โปรตีนตกตะกอน และสาร โพแทสเซียมไนเตรดก็ทำหน้าที่ในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียได้ดีเช่นกัน

(<http://www.Earllife.net/chelicerata/silk.html>)

ตาข่ายและเส้นใยแมงมุม

เส้นใยแมงมุมถูกขับออกมาจากต่อมซึ่งอยู่บริเวณส่วนท้องของแมงมุม และแต่ละต่อมมีการสร้างใยแมงมุมมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน แมงมุมมีต่อมที่ใช้ในการสร้างใยอยู่ 7 ต่อม ซึ่งแมงมุมแต่ละชนิดจะมีต่อมเหล่านี้แค่ 6 ต่อมใน 7 ต่อมเท่านั้น ต่อมสร้างใยแมงมุมที่รู้จักกันดีคือ

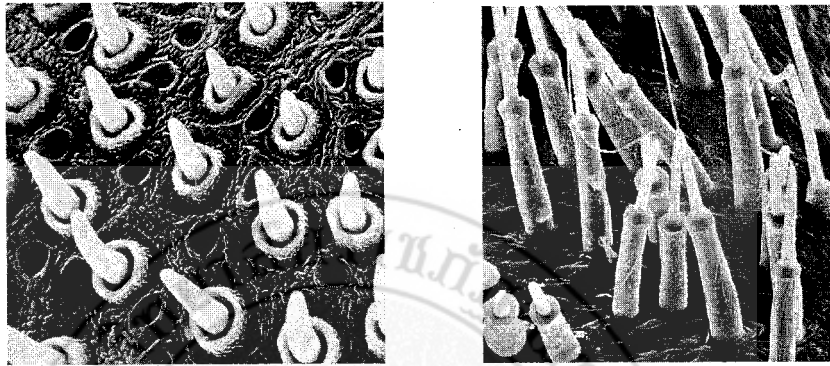
- ต่อม Glandula Aggregata สร้างสารเหนียวสำหรับเส้นใย
- ต่อม Glandula Ampulleceae ทั้งต่อมหลัก (major) และ ต่อมรอง (minor) ใช้ผลิตเส้นใยแมงมุมซึ่งเรียกว่าเส้นเดิน (Walking thread)
- ต่อม Glandula pyriformes สร้างเส้นใยสำหรับเกาะติด
- ต่อม Glandula Anciniformes สร้างเส้นใยสำหรับดักจับเหยื่อ
- ต่อม Glandula Tubiliformes สร้างเส้นใยสำหรับสร้างถุงไข่หรือรังของตัวอ่อน
- ต่อม Glandula Corontae สร้างเส้นใยที่มีความเหนียวติด

(<http://www.xs4all.nl/~ednieuw/Spiders/InfoNed/webthread.html>)

ตามปกติแมงมุมหนึ่งตัวมีอวัยวะปั่นเส้นใย 3 คู่ แต่ก็มีส่วนที่แมงมุมจะมีอวัยวะปั่นเพียง

1 คู่

หรือ 4 คู่ อวัยวะปั่นเส้นใยจะมีหน้าที่เฉพาะของมันเอง ในอวัยวะปั่นเส้นใยจะมีหลอดเล็ก ๆ จำนวนมากซึ่งหลอดเล็กเหล่านี้เชื่อมต่อกับต่อมต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งท่อเหล่านี้ก็ได้ ตั้งแต่ 2 ถึง 50,000 ท่อ ดังแสดงในภาพ (ภาพที่ 1)



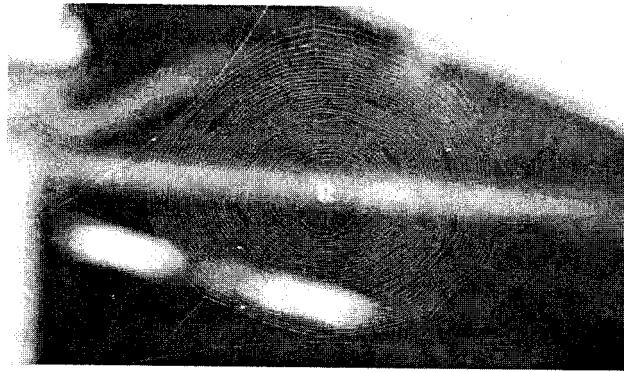
ภาพที่ 1 ลักษณะอวัยวะปั่นใยแมงมุม หลอดปั่นใยแมงมุม

ส่วนความยืดหยุ่นของเส้นใยของแมงมุมที่มีรูปร่างเป็นวงกลม (*Araneus diadematus*) มีความยืดหยุ่นสูงมาก คือ 30-40% ก่อนที่เส้นใยจะขาด ส่วนเหล็กกล้าสามารถยืดได้แค่ 8% ส่วนเส้นใยแมงมุม *Stegodyphus sarasinorum* สามารถยืดได้ถึง 20 เท่าของความยาวปกติ (ดังภาพที่ 2)

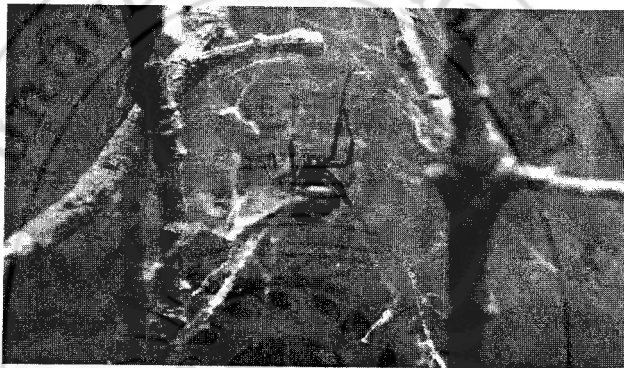


ภาพที่ 2 ลักษณะของเส้นใยแมงมุม เมื่อยืดออก 1, 5, และ 20 เท่า เทียบกับเมื่อไม่ได้ยืด

รูปแบบของใยแมงมุมที่ 3 แบบ คือ ใยแมงมุมเป็นรูปวงกลม (orb web) แบบผ้า (sheet web) และแบบยานอวกาศ (spatial web) แต่รูปแบบที่พบมากคือแบบวงกลม (ดังภาพที่ 3, 4 และ 5) (<http://www.conservation.unibas.ch/team/zchokle/movie.html>.)



ภาพที่ 3 ไยแมงมุมแบบวงกลม (orb web)



ภาพที่ 4 ไยแมงมุมแบบผ้า (sheet web)



ภาพที่ 5 ไยแมงมุมแบบขานอวกาศ (spatial web)

การที่พบเห็นแมลงตัวใหญ่ติดกับอยู่บนใยแมงมุมเพราะขนแมลงตัวนั้นเกี่ยวติดกับเส้นใยแมงมุม มิใช่เพราะใยแมงมุมมีสารเหนียวเหมือนกาว

สิ่งที่น่ามหัศจรรย์อีกประการหนึ่งก็คือการนำกลับมาใช้ใหม่ของใยแมงมุม โดยแมงมุมเองสามารถทำได้ง่ายมากโดยที่แมงมุมกินเส้นใยของตัวเองแล้วก็สร้างเส้นใยใหม่อีกในวัดถัดมา การตัดหรือการย่อยใยแมงมุมด้วยน้ำย่อยมากกว่าใช้แรงในการตัดให้ขาด

(<http://www.xs4all.nl/nednieum/Spiders/Info/spindraad>)

การนำใยแมงมุมมาใช้ประโยชน์

- ในอดีตและปัจจุบัน ชาวประมงชาติโปลินีเซียนใช้ใยของแมงมุม *Nephila* เป็นสายเบ็ดตกปลา ใยแมงมุมของ *New-Itebrides* ได้ถูกนำมาใช้ในการขนย้ายหัวลูกศร, ยาสูบ และยาพิษแห่งสำหรับชูปหัวลูกศร นอกจากนี้บางเผ่าในนิวกีนีใช้ใยแมงมุมเป็นหมวกเพื่อกันฝน
- ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เส้นใยของแมงมุม *Araneus diadematus* *Zilla atrica*, *Argiope aurantia* และแมงมุมอื่น ที่ถักทอใยแมงมุมเป็นรูปร่างกลม ได้ถูกใช้เป็นเส้นใยที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดต่าง ๆ แม้แต่คนอเมริกันเองใช้เส้นใยของแมงมุม *black widow* ในกล้องเร่งปืน
- ปัจจุบันได้มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพยายามที่จะผลิตโปรตีนใยแมงมุมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ในแง่ต่าง ๆ เช่น นำมาทำเส้นใยเพื่อใช้ทำเสื่อเกราะกันกระสุน วัสดุบูรบริเวณประตูหน้าต่าง ของยานอวกาศ และในทางการแพทย์ก็เชื่อว่าสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกคลุมบาดแผลซึ่งเกิดของร้อนลวกได้
(<http://www.xs4all.nl/~ednieuw/Spiders/InfoNed/webthread.html>)

สรุป

ดังได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าใยแมงมุมมีความน่าสนใจหลายประการ เช่น รูปแบบของใยแมงมุม คุณสมบัติของเส้นใย ที่มีความเหนียว แข็งแรง ยืดหยุ่น คงทน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ตลอดจนการนำกลับมาใช้ใหม่ของเส้นใยแมงมุมโดยตัวแมงมุมเอง แม้แต่รูปร่างของใยแมงมุม มนุษย์ก็ได้นำมาใช้ในการวางระบบการทำงานแบบเครือข่าย

บทความนี้ต้องการจะชี้ให้เห็นว่าธรรมชาติจริง ๆ แล้วมีอะไรที่น่าสนใจ ชวนให้ติดตาม และค้นคว้าอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

เอกสารอ้างอิง

<http://www.conservation.unibas.ch/team/zchokle/movie.html>

<http://www.Eartlife.net/chelicerata/silk.html>

<http://www.xs4all.nl/~ednieuw/Spiders/Info/spindraad.html>

<http://www.xs4all.nl/~ednieuw/Spiders/InfoNed/webthread.html>