

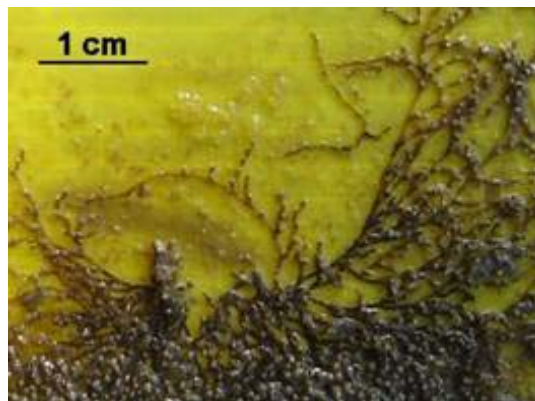
ไบรโอซัวตัวอันตรายในท่อประปา

T.S. Wood

ไบรโอซัวเป็นสิ่งมีชีวิตในน้ำที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความชื้นมากและมีแสงน้อย ตัวอย่างเช่น ในท่อและระบบผลิตน้ำประปา ไบรโอซัวเป็นสาเหตุหลักของการเกิดกลิ่นที่ไม่ชวนบริโภคของน้ำดิบ และการอุดตันทั้งในระบบท่อส่งและระบบกรองน้ำดิบ ซึ่งข้อมูลของไบรโอซัวยังมีการศึกษาน้อยมาก ดังนั้นเพื่อการวางแผนป้องกันและแก้ปัญหาที่ได้ผล การศึกษาชีววิทยาของไบรโอซัวจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ข้อมูลทางชีววิทยาของ Wood (2001) และ Wood and Okamura (2005) เป็นพื้นฐานในการศึกษา



ภาพที่ 1 แสดงภาพขยายของสิ่งมีชีวิตในคลองส่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาของมหานครลอนดอน (Hassall, 1850)



ภาพที่ 2 แสดงโคลนของไบรโอซัว *Plumatella bombayensis* ที่เจริญบนพื้นผิวพลาสติก



ภาพที่ 3 แสดงไบรโอซัว *Plumatella vaihiriae* ที่เก็บได้จากถังตกตะกอนของโรงบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 4 แสดงไบรโอซัว *Plumatella rugosa* ที่เจริญบนปั๊มของน้ำพุ จากบึงเซนเตอร์วิลล์ รัฐโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา

ชีววิทยาของไบรโอซัว

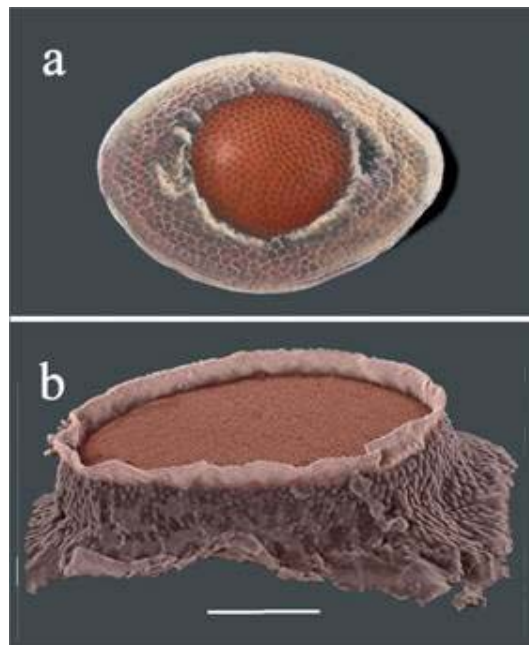
ไบรโอซัวเป็นสัตว์ที่อาศัยและสืบพันธุ์ในน้ำจืด โดยมีโครงสร้างพิเศษที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั่นคือ โครงสร้างดอร์แมนท์ (dormant structure) โครงสร้างนี้ภายในบรรจุเนื้อเยื่อสืบพันธุ์ ส่วนภายนอกเป็นผนังหนาที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น สภาพอากาศแห้งแล้ง สภาพอากาศหนาวจัด สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ และการขาดออกซิเจน เป็นต้น โดยลักษณะของโครงสร้างดอร์แมนท์จะแตกต่างกันตามชนิดของไบรโอซัว

ไบรโอซัวน้ำจืดกลุ่มแรกถูกจัดอยู่ในคลาส Phylactolaemata งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยใช้ไบรโอซัวสกุล *Plumatella* เป็นตัวแทนในการศึกษา กลุ่มนี้สืบพันธุ์โดยการสร้าง สตาโตบลาสต์ (statoblasts) โดยจะเป็นแบบติดอยู่กับที่หรือลอยไปตามน้ำอย่างใดอย่างหนึ่ง กลุ่มติดอยู่กับที่เรียกว่า เซสโซบลาสต์ (sessoblasts) กลุ่มนี้จะมีขนาดใหญ่สามารถอยู่ได้นานหลายเดือน เมื่อสภาวะเหมาะสมจะแบ่งเซลล์จนได้เป็นโคโลนีใหม่ ส่วนกลุ่มที่ลอย

ไปตามกระแสน้ำเรียกว่า โพลโทบลาสต์ (floatoblasts) กลุ่มนี้จะมียังขนาดเล็กผลิออกมาในจำนวนที่มากและลอยไปไกลกว่า เซสโซบลาสต์ ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับระบบท่อส่งน้ำดิบ

ไบรโอซัวน้ำจืดอีกกลุ่มถูกจัดอยู่ในคลาส Gymnolaemata ซึ่งใช้สกุล *Paludicella* เป็นตัวแทนในการศึกษา กลุ่มนี้สืบพันธุ์โดยแบ่งบางส่วนของโคโลนีออกมา ซึ่งส่วนที่แบ่งออกมานี้จะมาฝังหนาและมีเนื้อเยื่อสืบพันธุ์อยู่ภายใน (Harmer, 1913) ส่วนดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทรวมเรียกว่า ไฮเบอร์เนคูรา (hibernacula) แบบที่ 1 มีสี่เหลี่ยม รูปทรงกระสวย แบบที่ 2 มีสี่เหลี่ยม รูปรางไม่แน่นอน เมื่อปล่อกออกมาจะเกาะพื้นทันที โดยทั้ง 2 แบบมีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น และยังไม่ทราบว่ามีความทนต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร อย่างไรก็ตามก็เหมือนกับสตาโตบลาสต์คือ ต้องรอให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมก่อนถึงจะเริ่มสืบพันธุ์และเจริญเติบโต

ทั้งสตาโตบลาสต์และไฮเบอร์เนคูราสามารถทนต่อสารที่ใช้กำจัดโคโลนีได้ ดังนั้นถึงแม้จะกำจัดโคโลนีได้ทั้งหมด แต่ถ้าหากยังมีโครงสร้างข้างต้นทั้งสองอยู่ก็จะทำให้เกิดปัญหานี้ต่อไปอย่างไม่จบสิ้น



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของสตาโตบลาสต์ a โพลโทบลาสต์ของ *Plumatella vaihiraiae* b เซสโซบลาสต์ของ *Plumatella emarginata*

ปัญหาการคืนตัวของไบรโอซัว

ไบรโอซัวมีการตอบสนองต่อภาวะที่ไม่เหมาะสมโดยจะหดตัวเข้าด้านในของโคโลนี ซึ่งจะทำให้ทนต่อโลหะหนักและสารพิษในระดับต่ำได้เป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายวัน และจะกลับสู่สภาพเดิมเมื่อน้ำมีความสะอาดขึ้น

การตายของไบรโอซัวจะไม่เกิดทีเดียวทั้งโคโลนี แต่จะค่อย ๆ ตายเป็นส่วน ๆ โดยขึ้นอยู่กับ อายุ สภาพน้ำที่อยู่ ตำแหน่งบนโคโลนี ฯลฯ ซึ่งส่วนที่ตายจะถูกแทนที่ด้วยส่วนที่เกิดใหม่จากโครงสร้างคอร์แมนท์ (Wood, 1973) โดยกลไกนี้จะเกิดก็ต่อเมื่อมีการตายของโคโลนีเป็นจำนวนมากซึ่งต้องอยู่ในภาวะที่มีสารพิษสูงมาก และสารพิษเหล่านี้จะทำให้สิ่งมีชีวิตอื่นที่อาศัยอยู่ร่วมกันตายไปด้วย จนในที่สุดก็จะมีผลต่อคุณภาพน้ำดิบที่จะนำมาใช้ในระบบผลิตน้ำประปา

ปัญหาการแพร่กระจายของไบรโอซัว

ถิ่นที่อยู่ของไบรโอซัวพบได้ตามแหล่งน้ำจืดทั่วโลก ตัวอย่างเช่น *Plumatella casmiana* มีรายงานการแพร่กระจายในแหล่งน้ำจืดของทุกทวีป ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา (Wood and Wood, 2000) ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าสิ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวนี้คือ โพลโทปลาสต์

โพลโทปลาสต์มีลักษณะพิเศษคือ ลอยตามน้ำได้ และถูกผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก จึงเป็นการง่ายที่จะปะปนเข้ามาในแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งแม่น้ำ ทะเลสาบ ไปจนถึงคลองประปา และเนื่องจากมีขนาดเล็กจึงเป็นการยากที่จะกำจัดออกไปให้หมดได้ ในขณะที่ไบรโอซัวกลุ่มไม่มีโพลโทปลาสต์จะมีวิธีการแพร่กระจายคือ แบ่งบางส่วนของโคโลนีให้ลอยไปกับน้ำโดยตรง

นอกจากลอยไปกับน้ำแล้ว โพลโทปลาสต์ยังแพร่กระจายไปกับสัตว์อพยพได้อีกด้วย ซึ่งคาดว่าน่าจะมีส่วนเป็นตัวช่วยที่สำคัญ เช่น การกระจายของ *Cristatella mucedo* ในทวีปยุโรปพบว่ามีการกระจายไปกับนกน้ำ (Freeland *et al.*, 2000) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีการศึกษาพบว่าโพลโทปลาสต์สามารถทนต่อระบบย่อยอาหารของเป็ดได้ (Brown, 1933 and Charalambidou, 2003) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โรงบำบัดน้ำเสียเป็นสถานที่ศึกษา โดยสถานที่นี้มีนกกน้ำบินเข้ามาอยู่เป็นประจำ และจากการสำรวจพบการเจริญของไบรโอซัวในถังตกตะกอนที่ 2 จึงทำให้สมมติฐานนี้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น



ภาพที่ 6 แสดงโคโลนีของไบรโอซัวที่เกาะตามเครื่องเรือนต่าง ๆ ทั้งงานเซรามิก (รูปเป็ด) และงานไม้ (บันไดและราวบันได) ภายหลังน้ำท่วม

วิธีการควบคุมไบรโอซัว

ก่อนอื่นต้องทราบว่าไบรโอซัวเข้ามาในระบบผลิตน้ำประปาได้อย่างไร ระหว่างเพิ่งเกิดขึ้นในระบบหรือมาจากแหล่งน้ำดิบตั้งแต่แรก หลังจากนั้นจะกำหนดวิธีการควบคุมไบรโอซัวซึ่งมีหลายวิธีดังนี้

วิธีทางกายภาพ

- สร้างแนวท่อนโฟมพลาสติกแบบหยาบเป็นชั้น ๆ ช่วยดักจับโพลโทปลาสต์ โดยจะเห็นเป็นคราบเปื้อนสีดำเกาะสะสมอยู่ที่ท่อนโฟม และเมื่อขยายคราบข้างต้นด้วยเลนส์กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10x จะเห็นโครงสร้างของโพลโทปลาสต์แบ่งเป็น 2 ชั้นชัดเจนคือ ชั้นนอกที่เป็นเซลล์ลอยตัว (buoyant cells) และชั้นในที่เป็นแคลซูลีเซลล์

- กรองโดยใช้ระบบกรอง ซึ่ง Orival, Inc. ได้นำเสนอระบบกรองของบริษัทที่สามารถกำจัดโพลีโทบลาสต์หรืออนุภาคอื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมโครเมตรได้ ด้วยแนวกรอง 11 เซนติเมตร กำหนดอัตราการไหลที่ 1,500 ลิตร/นาที
- เพิ่มความเร็วในการไหลของน้ำ เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วจะทำให้ไบรโอซัวได้รับแรงเสียดทานจนไม่สามารถเกาะกับพื้นผิวได้ ซึ่งความทนทานจะขึ้นอยู่กับแต่ละชนิดที่มีรูปทรงของโคโลนีต่างกัน เช่น โคโลนีของ *Plumatella fungosa* ที่มีรูปทรงสูงจะทนอัตราการไหลได้ถึง 0.9 เมตร/วินาที ส่วนกลุ่มที่มีโคโลนีแบน เช่น *Plumatella emarginata* และ *P. reticulata* จะทนต่อการไหล (ในธรรมชาติ) ได้มากกว่า
- ความร้อน โคโลนีจะตายเมื่อน้ำมีอุณหภูมิมากกว่า 35 องศาเซลเซียส
- ดึงอากาศออก โคโลนีจะตายเมื่อดูดออกซิเจนตั้งแต่ 3 ชั่วโมงขึ้นไป
- ทำให้แห้ง โคโลนีส่วนใหญ่จะตายเมื่อดูดน้ำ แต่ก็ยังมีไบรโอซัวบางชนิดที่มีรูปทรงของโคโลนีหนาแน่นทำให้เก็บน้ำได้นานกว่าปกติ
- ลดพื้นที่ที่ใช้เกาะ โดยย้ายเศษหินที่อยู่รอบ ๆ แหล่งน้ำออกไป เมื่อไม่มีที่เกาะไบรโอซัวก็ไม่เจริญ

วิธีทางเคมี

เป็นวิธีที่นิยมมากอีกวิธีหนึ่ง เนื่องจากเห็นผลชัดเจนและใช้เวลาไม่นาน แต่ก็มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากความเข้มข้นที่ใช้นั้นค่อนข้างสูง สารเคมีที่นิยมใช้มีดังนี้

- โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดโคโลนีไบรโอซัวได้ โดยปริมาณการใช้จะกำหนดตามจุดประสงค์ เช่น ถ้าจะกำจัดให้หมดในครั้งเดียวจะใช้ที่ความเข้มข้น 1 mg/l อย่างน้อย 5 ชั่วโมง และถ้าจะควบคุมจำนวนไม่ให้มากจนเกินไปจะใช้ที่ความเข้มข้น 0.3 mg/l มากกว่า 24 ชั่วโมง
- สารประกอบของทองแดงก็นำมาใช้กำจัดไบรโอซัวได้เช่นกัน โดยจะได้ผลต้องใช้ความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูง และประสิทธิภาพของวิธีนี้จะแปรตามความกระด้างของน้ำ Pardue (1980) ได้ใช้วิธีนี้กับไบรโอซัว *Plumatella emarginata* พบว่า ค่า LC_{50} วัดที่ 96 ชั่วโมง ในน้ำกระด้างปานกลางคำนวณได้เท่ากับ 0.14 mg/l ในขณะที่ Wood *et al.* (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับไบรโอซัว *Plumatella bombayensis* พบว่า ค่า LC_{50} วัดที่ 24 ชั่วโมง ในน้ำอ่อนคำนวณได้เท่ากับ 0.17 mg/l อย่างไรก็ตามผลของทองแดงจะเป็นเพียงชั่วคราวเท่านั้น
- แอมโมเนีย ต้องใช้ความเข้มข้นสูงเช่นเดียวกับทองแดงจึงจะได้ผล

อย่างไรก็ตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดจะไม่มีผลต่อสตาโตพลาสต์และไซเบอร์เนคูรา ดังนั้นวิธีที่ง่ายที่สุดที่จะกำจัดโครงสร้างเหล่านี้คือ รอกำจัดตอนเจริญเป็นโคโลนี หรือควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ต่ำหรือสูงมาก ๆ เพราะโคโลนีส่วนใหญ่จะหยุดการเจริญที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ในกรณีของสกุล *Fredericella* ส่วนความร้อนจะใช้น้ำร้อนจัดซึ่งจะกำจัดได้ทั้งโคโลนีและโครงสร้างดอร์แมนท์

แหล่งอ้างอิง

- APROSI, G. (1988): Bryozoans in the cooling water circuits of a power plant. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 23: 1542-1547.
- BARNES, R.S.K., P. CALOW, P.J.W. OLIVE, D.W. GOLDING, & J.J. SPICER (2001): *The Invertebrates: A Synthesis*, Third Ed. Blackwell Science, Oxford: 1-497.
- BROWN, C.D. (1933): A limnological study of certain fresh-water Polyzoa with special reference to their statoblasts. *Transactions of the American Microscopical Society* 52: 271-316.
- CHARALAMBIDOU, I., L. SANTAMARIA, & J. FIGUEROLA (2003): *Cristatela mucedo* Cuvier 1798 (Bryozoa: Phylactolaemata) statoblasts survive duck gut passage. *Archiv für Hydrobiologie* 157: 547-554.
- COLLINS, C.M. (1978): *Catfish cage culture, fingerlings to food fish*. \$Kerr Foundations, Inc. Publication 13, Poteau, Oklahoma.
- FOLINO-ROREM, N.C. & J. INDELICATO (2005): Controlling biofouling caused by the colonial hydroid *Cordylophora caspia*. *Water Research* 39: 2731-2737.
- FREELAND, J.R., L.R. NOBLE & B. OKAMURA (2000): Genetic consequences of the metapopulation biology of a facultatively sexual freshwater invertebrate. *Journal of Evolutionary Biology* 13: 383-395.
- GREENLAND, D.C., S.H. NEWTON & R.F. FAUCETTE, JR. (1988): Effects of cage encrustation by the bryozoan *Plumatella casmiana* on production of channel catfish. *The Progressive Fish Culturist* 50: 42-45.
- HARMER, S.F. (1913): The Polyzoa of waterworks. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1913: 426-457.
- HASSALL, A.H. (1850): *Microscopical examination of the water supplied to the inhabitants of London and suburban districts*. Samuel Highley, London.
- HAMILTON, A. (1902): On the occurrence of *Paludicella* in New Zealand. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute* 35: 262-264.
- MARSH, T.G. & WOOD, T.S. 1997. Report to Carollo Engineers regarding biofouling organisms at the 23rd Avenue Wastewater Treatment Plant (Carollo Project No. 4300A.10 510). (Unpublished).
- PARDUE, W.J. (1980): Baseline toxicity data for freshwater bryozoa exposed to copper, cadmium, chromium, and zinc. *Journal of the Tennessee Academy of Science* 55(1): 27-31.
- SMITH, A.M. (2005): Growth and development of biofouling freshwater bryozoans, Southern Reservoir, Dunedin, New Zealand, November 2000 to June 2004. (This volume).
- WOOD, T. (1973): Colony development in species of *Plumatella* and *Fredericella* (Ectoprocta: Phylactolaemata). \$In: R.S. Boardman, A.H. Cheetham, W.A. Oliver, Jr. (Eds.). *Animal Colonies*.

- Development and Function through Time. Dowden Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania: 395-432.
- WOOD, T. (2001): Bryozoans. \$In: THORP, J. & A. COVICH, (Eds.). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, 2nd Edition. Academic Press, London: 505-525.
- WOOD, T. (2002): Freshwater bryozoans: a zoogeographical reassessment. \$In: WYSE JACKSON, P.N., C.J. BUTTLER & M. SPENCER JONES (Eds). Bryozoan Studies 2001: Proceedings of the 12th International Bryozoology Association. Balkema: Rotterdam & Brookfield: 339-345.
- WOOD, T.S. & T.G. MARSH (1999): Biofouling of wastewater treatment plants by the freshwater bryozoan, *Plumatella vaihiria* (Hastings, 1929). \$Water Research 33(3): 609-614.
- WOOD, T. & B. OKAMURA (2005): A new key to the freshwater bryozoans of Britain, Ireland and Continental Europe, with notes on their ecology. Freshwater Biological Association Publication 63, Ambleside, UK:
- WOOD, T. S. & L. J. WOOD (2000): Statoblast morphology in historical specimens of phylactolaemate bryozoans. In: HERRERA CUBILLA, A. & J. B. C. JACKSON (Eds.) Proceedings of the 11th International Bryozoology Association Conference. Panama: Smithsonian Tropical Research Institute, Panama: 432-430.
- Wood, T., Anurakpongsatorn P., Mahujchariyawong J., Satapanajaru T., Chaichana R. & Intorn N (2004). Guidebook on the use of bryozoans as bioindicators in the Mae Klong River Basin. Kasetsart University, Bangkok, Thailand: 1-39 {in Thai}.