สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.)

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (๑)

5/6-053.7:57.08
สถบ
ล.10, ฉ.1

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (๑)

๑๐

สำนักบริการเอกสารการวิจัย
ห้องสมุด
วท

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

ISBN : 974-7360-88-8

สงวนลิขสิทธิ์

พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2544 จำนวน 5,000 เล่ม

จัดพิมพ์โดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย (วท.)
196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 579-1121-30, 579-5515
โทรสาร. 561-4771

จัดจำหน่ายโดย บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
46/87-90 ชั้นที่ 19 อาคารเนชั่นทาวเวอร์
ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา
กรุงเทพฯ 10260
โทร. 325-1111, 751-5888
โทรสาร. 751-5051-4

พิมพ์ที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์
83/35-39 ซอยข้างวัดตรีทศเทพ
ถนนประชาธิปไตย แขวงบ้านพานถม
เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200
โทร. 281-8907 โทรสาร. 281-4700

ราคา 65 บาท

010230

คำนำ

ขีดความสามารถในการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยในปี 2542 ของ IMD เป็นลำดับที่ 46 จากทั้งหมด 47 ประเทศ และในปี 2543 เป็นลำดับที่ 47 จาก 47 ประเทศ !

สาเหตุหลัก 2 ประการในการด้อยพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยนั้นมีรากหยั่งลึกโดยที่ผู้คนส่วนใหญ่ในสังคมไทยไม่ได้พูดถึงกันมากนัก และได้รับการละเลยมาโดยตลอดก็คือ Critical Mass ของบุคลากรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยมีน้อยกว่าน้อยนักประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่ง วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยมีลักษณะ Inbreeding และ Incest อย่างมาก จึงขาดความหลากหลายในการที่จะพัฒนาเข้าสู่สากล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งให้เป็นองค์กรเพื่อทำวิจัยและพัฒนาเป็นแห่งแรกของประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2506 มีเกียรติประวัติอันยาวนานในการรับใช้ประเทศของเราด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีหน้าที่รองอันหนึ่งที่จะเสริมสร้างความแข็งแกร่งด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานให้กับประเทศ เริ่มจากความจำเป็นที่จะต้องสร้างสังคมไทยให้เริ่มก้าวสู่ความเป็นสังคมวิทยาศาสตร์สากล กระจายองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้องให้กับสังคมไทยโดยรวม

เยาวชนเป็นเหมือนเมล็ดพันธุ์ที่จะสามารถเติบโตยิ่งใหญ่ สร้างสรรค์สังคมและประเทศของเราในอนาคต การปลูกฝังองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เยาวชนไทยของเรามีรากฐานที่มั่นคง และหันมาสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรอบๆ ตัวเอง จะเป็นเกราะภูมิคุ้มกันต่อความอ่อนหัด โง่เขลาและการถูกชักจูงให้มีความเชื่อตามความรู้สึกหรือตามตัวบุคคล ไม่เพ้อฝันในสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ อันเป็นบุคลิกปกติที่เป็นอยู่ทั่วไปในประเทศด้อยพัฒนาทั้งหลาย และมักนำไปสู่ความขัดแย้งในกลุ่มคน-

ต่างๆ ในสังคมที่ถูกชักจูง หรือมีองค์ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ทัดเทียมกันอยู่เนืองๆ

ประเทศชาติของเราจะเจริญเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนได้ในอนาคตนั้น คุณภาพของคนในชาติจะเป็นสิ่งชี้เป็นชี้ตายเป็นอันดับแรก และนอกเหนือขึ้นไปจากนั้น ขีดความสามารถในด้านการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอีกสิ่งที่มีความสำคัญที่สุด ซึ่งหน้าที่ในการปูพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้องนั้นเป็นหน้าที่ของพวกเราทุกคนที่ต้องร่วมมือร่วมใจในการสร้างรากฐานอันนี้ให้แก่สังคมไทยอันเป็นที่รักของพวกเรา

หนังสือชุด **“วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน”** ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่จะทยอยผลิตออกมาสู่สังคมจะเป็นส่วนย่อยส่วนหนึ่งในการต่อสู้อันยิ่งใหญ่ และอาจจุดประกายความหวังให้แก่สังคมไทยในอนาคต

ด้วยความปรารถนาดี

ดร.พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ
ผู้ว่าการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
ความหลากหลายทางชีวภาพ	**1**
ความหลากหลายทางชีวภาพ	3
ความหลากหลายทางพันธุกรรม	5
จุลินทรีย์	7
แบคทีเรีย	10
สาหร่าย	12
จุลสาหร่าย	15
เห็ดรา	18
ยีสต์	21
โปรโตซัว	24
อาร์ทีเมีย	27
การเก็บรักษาจุลินทรีย์	29
สหพันธ์การเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์แห่งโลก	31
ศูนย์จุลินทรีย์	33
คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย	35
เทคโนโลยีชีวภาพ	**37**
ต้นไม้แห่งเทคโนโลยีชีวภาพ	39
เทคโนโลยีชีวภาพ	42
เทคโนโลยีชีวภาพกับการแพทย์	45
เทคโนโลยีชีวภาพกับอาหาร	47
เทคโนโลยีชีวภาพกับสิ่งแวดล้อม	49
เทคโนโลยีชีวภาพกับพลังงาน	50

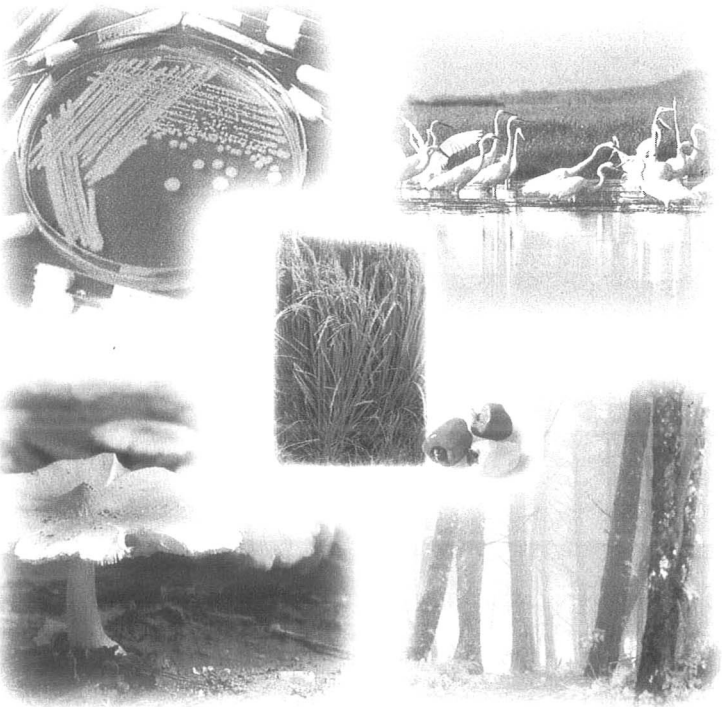
หน้า

เทคโนโลยีชีวภาพกับความปลอดภัยและจริยธรรม 51
พันธุวิศวกรรม–แกนสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ 53
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : เทคโนโลยีสมัยใหม่สำหรับการเกษตร 56
วัสดุชีวภาพ 58

เทคโนโลยีชีวภาพกับสิ่งแวดล้อม 61

การบำบัดน้ำเสีย 63
สาหร่าย : ดัชนีชี้วัดความเน่าเสียของแหล่งน้ำ 66
สาหร่าย : สาเหตุของกลิ่นและรสในน้ำ 68
สาหร่ายกับการเสื่อมสภาพทางชีวภาพ 70
มลภาวะน้ำมันในทะเล 73
การย่อยสลายคราบน้ำมันโดยจุลินทรีย์ 76
จุลินทรีย์กำจัดคราบน้ำมัน 78
ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายน้ำมันด้วยจุลินทรีย์ 82
แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุง 85
สารพิษฆ่ายุงจากแบคทีเรีย 87
มะพร้าวและการฆ่าลูกน้ำยุง
(การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพแบบพื้นบ้าน) 90
การป้องกันเชื้อราบนผักตบชวา 94
จุลินทรีย์บนผนังอาคารที่ทาสี 98
ดัชนีเรื่อง 100
ดัชนีผู้แต่ง 102

ความหลากหลาย ทางชีวภาพ



ความหลากหลายทางชีวภาพ

จารุจินต์ นภีตะภัฏ

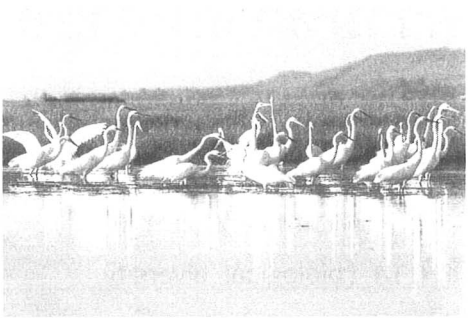
ความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity หรือ biodiversity) หมายถึงจำนวนชนิด (species) ของสิ่งมีชีวิต รวมถึงความแตกต่างของบทบาททางนิเวศวิทยา และพันธุกรรมของชนิดดังกล่าว พิจารณาได้เป็น 3 ระดับทางชีววิทยา

1. ความหลากหลายของชนิดของสิ่งมีชีวิต
2. ความหลากหลายของสภาพสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดอาศัยอยู่
3. ความแปรผันทางพันธุกรรมในกลุ่มประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

ความหลากหลายทั้งสามระดับนี้ มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนในสภาพแวดล้อม และจำเป็นต่อการคงอยู่ของชีวิตทุกชีวิตในโลก

สิ่งมีชีวิตเท่าที่คาดว่าจะมีอยู่บนโลกนี้ จะมีจำนวน 5–30 ล้านชนิด แต่เท่าที่ได้รับการวิเคราะห์ชื่อแล้วมีจำนวนประมาณ 1.4 ล้านชนิด แบ่งออกได้เป็น เชื้อไวรัส 1,000 ชนิด แบคทีเรีย 4,760 ชนิด เชื้อรา 47,000 ชนิด สาหร่าย 26,900 ชนิด สัตว์เซลล์เดียว 30,800 ชนิด สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 990,000 ชนิด สัตว์มีกระดูกสันหลัง 44,000 ชนิด

ประเทศไทยจัดได้ว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ทั้งในแหล่ง-



ที่อยู่บนบกและในน้ำ เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อนของโลก ในขณะที่มีจำนวนประชากรมนุษย์เพียง 1% ของประชากรโลก แต่มีชนิดพืชและสัตว์ถึง 7% ของจำนวนชนิดทั้งหมดในโลก เท่าที่ศึกษาวิเคราะห์แล้วมีทั้งสิ้นประมาณ 109,000 ชนิด แบ่งออกเป็นพืช 25,000 ชนิด และสัตว์ 84,000 ชนิด โดยยังไม่รวมพวกจุลินทรีย์อีกเป็นจำนวนมาก

โดยเหตุที่ความหลากหลายทางชีวภาพมีคุณประโยชน์ต่อชาวโลกและชาวไทยอย่างอเนกอนันต์ เป็นแหล่งอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค แหล่งวัสดุก่อสร้าง และเชื้อเพลิง นอกจากนั้นอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่ทำรายได้สูงเข้าประเทศก็ต้องอาศัยความงดงาม และความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และแนวปะการังเป็นจุดดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว แต่ความหลากหลายทางชีวภาพ ยังไม่ได้รับความสนใจศึกษาเท่าที่ควร

อย่างไรก็ตาม ความหลากหลายทางชีวภาพ จัดเป็นปัญหาระดับโลกเนื่องจากประชากรมนุษย์ที่เพิ่มอย่างรวดเร็ว ได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมอย่างหนัก โดยเฉพาะการสูญเสียชนิดของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ไปจากการทำลายป่าเมืองร้อน ทั่วโลกจึงได้ร่วมลงนามในอนุสัญญา ที่จะร่วมกันอนุรักษ์ความหลายหลายทางชีวภาพไว้ให้ได้ ในการประชุมสิ่งแวดล้อมโลกที่ ริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อเดือนมิถุนายน 2535

ความหลากหลายทางพันธุกรรม

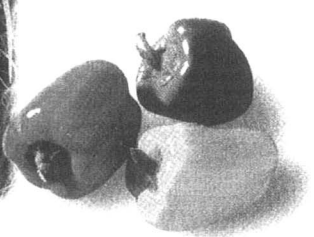
ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

สิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม กฎแห่งพันธุกรรมของเมนเดล ซึ่งพบในตอนต้นศตวรรษที่ 19 ช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงที่มาของสิ่งมีชีวิต และบทบาทของความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic biodiversity) ปรากฏการณ์หลักที่เกี่ยวข้องได้แก่ การแยกตัว การเปลี่ยนแปลง และการต่อของยีน ซึ่งการกระทำร่วมกันทั้ง 3 อย่างนี้ก่อให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมในสิ่งที่มีชีวิตมากมาย

ในอดีตความหลากหลายทางพันธุกรรม ทำให้มนุษย์สามารถคัดเลือกพืชและสัตว์เพื่อไว้ใช้ประโยชน์ได้ เช่น ข้าว ได้ถูกคัดเลือกจากพันธุ์ป่าเพื่อนำมาใช้เพาะปลูก และเกิดสายพันธุ์ใหม่ที่ดีขึ้นเองโดยธรรมชาติ ดังนั้นปัจจุบันเราจึงไม่เพียงแต่มีพืชและสัตว์จำนวนมากกว่า 1.5 ล้านชนิดเท่านั้น แต่เรายังมีสายพันธุ์ใหม่เกิดขึ้นในพืชและสัตว์แต่ละชนิดอีกด้วย เช่น มีข้าวมากกว่า 100,000 สายพันธุ์ในโลก

เทคนิคต่างๆ เช่น การผลิตลูกผสม (hybridization) ตามต้องการ-และการเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (induction of mutation) ได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัยทางการเกษตรและชีววิทยา เพื่อช่วยเพิ่มการเจริญ-เติบโตในพืชและสัตว์ ซึ่งก็คือการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั่นเอง ตัวอย่าง-เช่น การพัฒนาข้าวโพดสายพันธุ์ผสมในช่วงปี พ.ศ. 2473 ทำให้มีผลผลิต-เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

ความหลากหลายทางชีวภาพได้กลายเป็นพื้นฐานของการปรับปรุงผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการคัดเลือกพันธุ์ การกลายพันธุ์ และการ-ผลิตลูกผสม การปรับปรุงดังกล่าวนี้ นำมาใช้ได้ทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ซึ่งมีความสำคัญทางด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และรวมไปถึงการแพทย์ ซึ่งจะทำให้ผลิตยาปฏิชีวนะและ-วัคซีนชนิดใหม่ๆ ขึ้นได้ นอกจาก-นี้ยังช่วยให้เทคโนโลยีชีวภาพ-ด้านการหมักก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป ด้วย ตัวอย่างเช่น กระบวนการ-หมักของเหลือทิ้งจำพวกเซลลูโลส โดยการกระทำของจุลินทรีย์ จะทำ ให้สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้ โดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์แบบ-ขังคอก เป็นต้น



จุลินทรีย์

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

จุลินทรีย์ (microorganism) คือสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อส่อง เมื่อพูดถึงจุลินทรีย์ คนส่วนใหญ่มักจะเข้าใจว่า จุลินทรีย์คือเชื้อโรคเป็นต้นเหตุของการเน่าเสีย เสื่อมสลายของสิ่งต่างๆ ตลอดจนเป็นสาเหตุของโรคนานาชนิดในมนุษย์ สัตว์ และพืช ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว จุลินทรีย์ไม่ใช่ว่ามีแต่โทษอย่างเดียว ประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากจุลินทรีย์ก็มีมาก จุลินทรีย์มีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์ในชีวิตประจำวันหลายด้าน เช่น ด้านอาหาร ได้แก่ ผัก ผลไม้ดอง ขนมปัง น้ำส้มสายชู ซีอิ๊ว เหล่านี้ล้วนแต่อาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการผลิตทั้งสิ้น ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ยังมียารักษาโรคต่างๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะยาปฏิชีวนะ เป็นต้น

จุลินทรีย์มีอยู่มากมายหลายชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

1. แบคทีเรีย

เป็นสิ่งที่มีชีวิตเซลล์เดียว มีลักษณะโครงสร้างแบบง่ายๆ พบอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำ อากาศ และบนพื้นดิน ตลอดจนในร่างกายของมนุษย์มีหลายชนิดที่ให้โทษ เช่น ทำให้อาหารเน่าเสีย

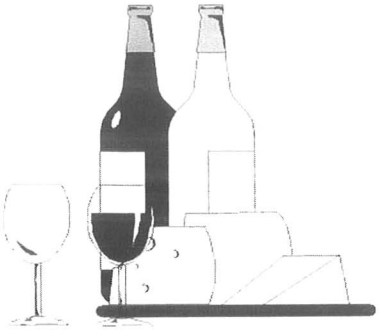
เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง อหิวาต์ ตลอดจนบาดแผลเน่าเปื่อย ส่วนที่เป็นประโยชน์ เช่น ใช้แบคทีเรียบางชนิดในการผลิตกรดน้ำส้ม ผงชูรส นมเปรี้ยว เนยแข็ง

2. สาหร่าย

เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีเขียวใช้ในการสังเคราะห์แสง บางคนอาจจะเรียกว่า โปรโตซัวที่มีสีเขียว อาจจะอยู่เซลล์เดียวโดดๆ อยู่เป็นกลุ่ม เป็นสาย จนทำให้เห็นว่ามีโครงสร้างที่ซับซ้อน แต่ละเซลล์จะมีความสมบูรณ์ (fertile) กล่าวคือสามารถทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศได้ สาหร่ายมีหลายชนิดและมีสีต่างๆ กัน เช่น เขียว แดง น้ำเงิน และน้ำเงินแกมเขียว ส่วนใหญ่ที่พบมีสีเขียว สีเขียวดังกล่าวคือคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงกระจายอยู่ภายในเซลล์ (cytoplasma) ไม่ได้อยู่ในพลาสมิก (plasmic)

3. รา

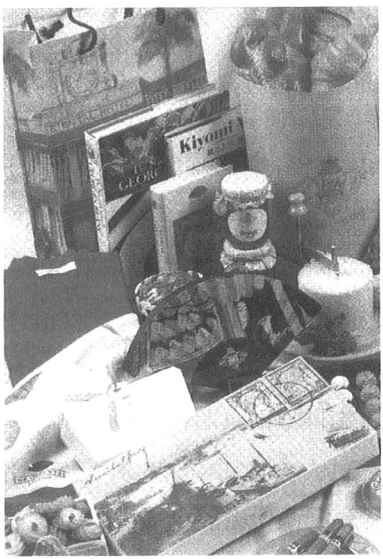
เป็นสิ่งที่มีชีวิต มีทั้งที่เป็นเซลล์เดียว เป็นเส้นใย ตลอดจนเป็นดอกเห็ด ไม่มีลักษณะพิเศษที่จะบอกได้อย่างแน่นอนว่าเป็นพืชหรือสัตว์ พบอยู่ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ และอากาศ มีทั้ง



ประโยชน์และโทษ ราที่เป็นประโยชน์-ได้แก่ ราที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ สุรา เบียร์ และขนมปัง ส่วนราที่ให้โทษ-ได้แก่ ราที่ทำให้เกิดโรค และทำให้-อาหารเน่าเสีย

4. โปรโตซัว

เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ได้ด้วยเซลล์-เดียวหรือหลายเซลล์รวมกันเป็นกลุ่ม รูปร่างลักษณะอาจจะเป็นรูปไข่ รูปรี หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน พบทั้งในน้ำจืด-และน้ำเค็ม และดินที่ชื้นแฉะ มีทั้งเป็นปรสิต (parasite) ที่ทำให้เกิดโรค เช่น โรคบิด มาลาเรีย สำหรับประโยชน์ที่ได้-จากโปรโตซัวส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ-ระบบสมดุลทางนิเวศวิทยา

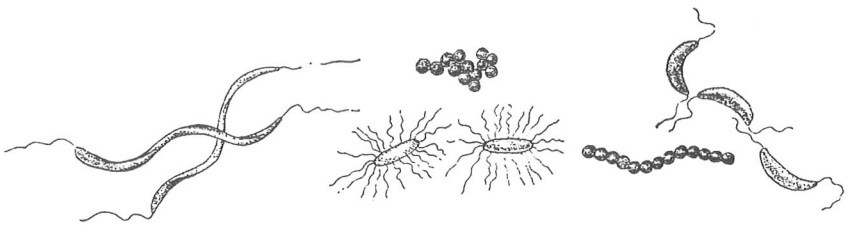


5. ไวรัส

เป็นสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กมาก-เกินกว่าที่จะมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์-ธรรมดา แต่อาจมองเห็นด้วยกล้อง-จุลทรรศน์อิเล็กตรอน ไวรัส ไม่มีลักษณะหรือคุณสมบัติเป็นเซลล์ แต่จะ-ประกอบด้วย กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ที่อาจจะเป็น DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่งที่ถูกห่อหุ้มด้วยโปรตีน ไวรัสมีลักษณะเป็นปรสิตที่ผูกมัด (obligate parasite)

แบคทีเรีย

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์



แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จะต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็น จัดอยู่ในกลุ่มโปรคารีโอต (procaryote) กล่าวคือ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีโครงสร้างภายในเซลล์แบบง่ายๆ คือมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน โดยจะมีลักษณะเหมือนร่างแหห่อหุ้มของเหลว (protoplasm) อยู่ภายใน นิวเคลียส (nucleus) ของแบคทีเรียจะเป็นลักษณะของสาย DNA คู่ ขดเป็นวงกลมลอยอยู่โดยไม่มีผนังห่อหุ้ม DNA ไว้ การสืบพันธุ์จะเป็นแบบไม่อาศัยเพศ กล่าวคือ เมื่อเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่แล้วก็จะแบ่งออกเป็น 2 เซลล์เท่ากัน (binary fission) และทั้งสองเซลล์นี้ก็จะแบ่งเซลล์ต่อไปเมื่อเจริญเต็มที่แล้ว

การจัดกลุ่มของแบคทีเรียเราสามารถจัดแบคทีเรียออกเป็นกลุ่มๆ ได้หลายวิธี โดยอาศัยคุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต การเคลื่อนที่ ความต้องการสารอาหารบางอย่างดังต่อไปนี้

1. แบ่งโดยอาศัยชนิดของพลังงานที่แบคทีเรียใช้ในการดำรงชีวิต

ได้แก่ แบคทีเรียที่ใช้พลังงานแสง (photosynthesic bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสังเคราะห์อาหารได้เองโดยอาศัยแสงสว่าง และแบคทีเรียที่ใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี (chemotrophic bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้จะอาศัยพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีในการดำรงชีวิต ซึ่งปฏิกิริยาเคมี

ที่เกิดขึ้นมี 2 ชนิดคือ ปฏิกิริยาเคมีจากสารอนินทรีย์ และปฏิกิริยาเคมีจากสารอินทรีย์

2. อาศัยการเคลื่อนที่

แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ตามลักษณะการเคลื่อนที่คือ พวกที่เคลื่อนที่ไม่ได้ พวกที่เคลื่อนที่โดยอาศัยการลื่นไถล (gliding) และพวกที่เคลื่อนที่โดยอาศัยอวัยวะพิเศษที่สร้างขึ้นเฉพาะ(flagella)

3. อาศัยรูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์

เนื่องจากแบคทีเรียรูปร่างแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด ซึ่งสามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ ลักษณะเป็นแท่ง (rod) ลักษณะเป็นรูปกลมหรือรี (cocci) และลักษณะเป็นเกลียว (spirillum) นอกจากนี้แบคทีเรียแต่ละชนิดยังมีลักษณะการเรียงตัวของเซลล์แตกต่างกันด้วย เช่น บางชนิดจะต่อกันเป็นสายยาว บางชนิดอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ บางชนิดอยู่กันเป็นกระจุก

4. อาศัยการติดสีของผนังเซลล์

ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้เราสามารถแบ่งแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มที่ผนังเซลล์ย้อมติดสีน้ำเงิน เรียกว่า กลุ่มแกรมบวก และกลุ่มที่ผนังเซลล์ย้อมติดสีแดง เรียกว่า กลุ่มแกรมลบ

5. อาศัยความต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต

ได้แก่ กลุ่มแบคทีเรียที่ต้องอาศัยออกซิเจน (aerobic bacteria) และกลุ่มที่ไม่อาศัยออกซิเจน (anaerobic bacteria) นอกจากนี้ยังมีบางกลุ่มที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีออกซิเจนอยู่เล็กน้อย และบางกลุ่มที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative)

6. อาศัยการสร้างสปอร์

มีแบคทีเรียบางกลุ่มเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม เช่น ขาดแคลนอาหาร หรือได้รับการกระตุ้นจากปัจจัยทางเคมีหรือกายภาพบางอย่าง สามารถสร้างสปอร์ ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม สปอร์นี้จะไม่ช่วยในการขยายพันธุ์เหมือนสปอร์ของราหรือพืชทั่วไป

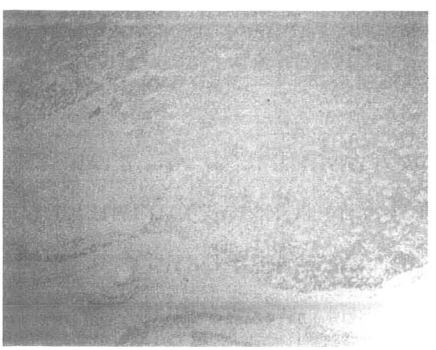
สาหร่าย

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

สาหร่าย (algae) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในกลุ่มยูคาริโอต (eucaryote) ส่วนใหญ่จะมีคลอโรฟิลล์ที่เป็นสารสีเขียวที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง มีทั้งที่เป็นเซลล์เดียวอยู่เป็นอิสระเกาะติดกับพืชอื่นหรือก้อนหิน อยู่เป็นกลุ่ม เป็นสาย จนถึงมีโครงสร้างซับซ้อนสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีชนิดของรงควัตถุ ชนิดของอาหารที่สะสมไว้ภายในเซลล์ สารประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ ลักษณะและตำแหน่งของอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (flagella) และอวัยวะสืบพันธุ์แตกต่างกัน จากคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังกล่าวสามารถแบ่งสาหร่ายออกเป็นกลุ่มๆ ได้ 7 กลุ่มดังนี้

1. ดิวิชัน คลอโรไฟตา (Division Chlorophyta)

สาหร่ายในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า สาหร่ายสีเขียวจัดเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด พบทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย บางชนิดลอยตามผิวน้ำ



บางชนิดเกาะกับพืชอื่นหรือก้อนหิน บางชนิดอาศัยอยู่ในเซลล์สิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ในโปรโตซัว ไฮดรา หรือฟองน้ำ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ บางครั้งจะพบว่าน้ำมีสีเขียวเข้มเกิดขึ้น สีเขียวดังกล่าวคือ สาหร่ายในกลุ่มนี้เป็นส่วนใหญ่

2. ดิวิชัน ยูกลีโนไฟตา (Division Euglenophyta)

สาหร่ายในกลุ่มนี้มีอยู่ 2 พวกคือ พวกที่สังเคราะห์อาหารเองได้ และพวกที่สังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างเป็นเซลล์เดียว เคลื่อนที่ได้ มีลักษณะคล้ายโปรโตซัว

3. ดิวิชัน แคโรไฟตา (Division Charophyta)

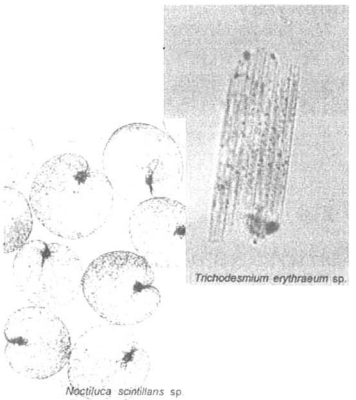
สาหร่ายในกลุ่มนี้พบมากในบ่อน้ำจืดในทะเลสาบ หรือแหล่งน้ำที่มีหินปูนละลายอยู่ สาหร่ายในกลุ่มนี้จะมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงมาก เช่น มีส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายลำต้น ใบ และราก

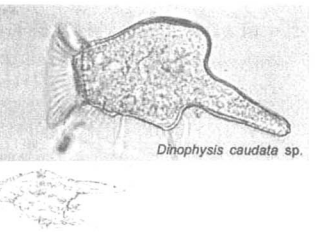
4. ดิวิชัน ฟีโอไฟตา (Division Phaeophyta)

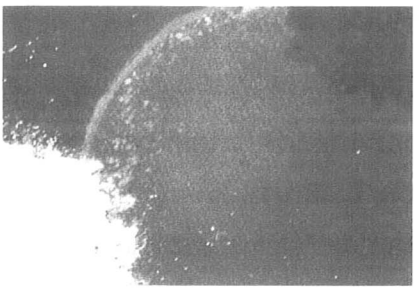
สาหร่ายในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า สาหร่ายสีน้ำตาล เนื่องจากภายในเซลล์ของสาหร่ายกลุ่มนี้มีรงควัตถุพวก ฟูโคแซนทิน(fucoxanthin) ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลมากกว่ารงควัตถุอื่น สาหร่ายในกลุ่มนี้มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจมาก คือ บางชนิดใช้เป็นอาหารโดยตรง ซึ่งนิยมรับประทานกันในยุโรป บางชนิดนำมาสกัดสารประกอบพวกแอลจิน (algin) เพื่อใช้ทำสี ทำยา และขนมหวานบางชนิด

5. ดิวิชัน คริสโซไฟตา (Division Chrysophyta)

สาหร่ายในกลุ่มนี้มีรงควัตถุฟูโคแซนทินเหมือนสาหร่ายสีน้ำตาล แต่มีในปริมาณน้อยกว่า แบ่งได้เป็น 3 พวกใหญ่ คือ สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง สีน้ำตาลแกมเหลือง และไดอะตอม กลุ่มที่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากคือ ไดอะตอม เนื่องจากการตายทับถมกันของพวกไดอะตอมเป็นเวลานานจนกลายเป็นไดอะตอมมาเซียสเอิร์ท (diatomaceous earth) ซึ่งมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น ยาขัดเครื่องเงิน เครื่องทองเหลือง ใช้ในการฟอกสี และเป็นฉนวน







ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

6. ดิวิชัน ไพร์โรไฟตา (Division Pyrrophyta)

สาหร่ายในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์เดียว พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม ในทะเลบางครั้งจะเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ส่วนใหญ่จะเกิดจากสาหร่ายในกลุ่มนี้เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากผิดปกติ (water boom) ซึ่งชาวทะเลเรียกว่า ขี้ปลาวาฬ

7. ดิวิชัน โรโดไฟตา (Division Rhodophyta)

สาหร่ายในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า สาหร่ายสีแดง มีประโยชน์ต่อมนุษย์เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาล เนื่องจากสารเมือกที่สกัดออกจากผนังเซลล์เรียกว่า คาร์แรจีแนน (carrageenan) นำมาผลิตเป็นวุ้นได้ นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงยังนำมาประกอบเป็นอาหารโดยตรงที่ทุกคนรู้จักกันดีในชื่อ "จีฉ่าย"

จุลสาหร่าย

ประเสริฐ อะมริต

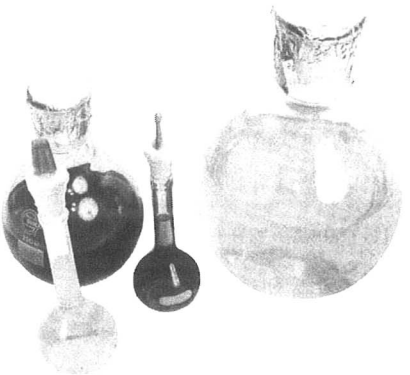
ในโลกแห่งการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งทางการเกษตรและอุตสาหรรมนั้น จุลสาหร่ายนับว่าได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้าที่มีคุณค่ามากมาย

จุลสาหร่าย (microalgae) เป็นพืชชั้นต่ำที่ไม่มีระบบท่อน้ำ ท่ออาหาร มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่า ต้องตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง การดำรงชีพเป็นแบบพึ่งตนเอง โดยการผลิตสารอาหารและพลังงานผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง บริเวณที่พบจุลสาหร่ายคือแหล่งน้ำที่มีสีเขียว พื้นดินที่ชื้นแฉะ บนผิวใบไม้ ต้นไม้ ร่องน้ำหรือพื้นผนังที่มีความชื้นสูง จุลสาหร่ายชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน (colony) จึงพบเห็นในลักษณะเป็นแผ่นสีเขียวสดหรือสีเขียวคล้ำ บางครั้งมีลักษณะเป็นเมือกลื่นๆ

จุลสาหร่ายจัดเป็นทรัพยากรชีวภาพ (bioresource) ที่มีความสำคัญยิ่งทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถนำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณเป็นจำนวนมากได้ตามความต้องการและมีศักยภาพในการนำมาเป็นวัตถุดิบของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อผลิตสารที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เพราะภายใน

เซลล์ของจุลสาหร่ายมีสารที่เป็นองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีคุณค่าในเชิงพาณิชย์สูงอยู่มากมาย อันได้แก่ กรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด กรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามิน เกลือแร่ รงควัตถุหรือสีธรรมชาติ และสารปฏิชีวนะ เป็นต้น

ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาในการนำจุลสาหร่ายมาใช้ในวงการอุตสาหกรรมก้าวหน้าอย่างรวดเร็วโดยมีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำจุลสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ในการผลิตดังนี้



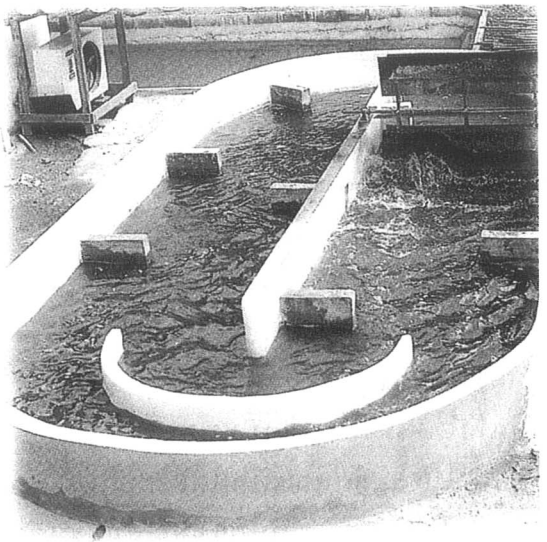
1. อุตสาหกรรมอาหารสำหรับคน โดยการนำจุลสาหร่ายในสกุล *Spirulina, Chlorella, Dunaliella* และ *Monodus* มาผลิตในรูปอาหารเสริมสุขภาพ

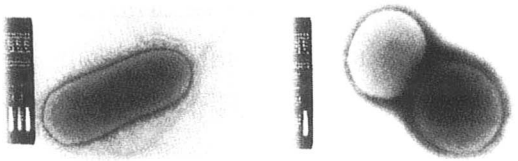
2. อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ สาหร่ายที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอยู่ในสกุล *Spirulina, Oscillatoria, Scenedesmus, Tetraselmis* และ *Chaetoceros* เป็นต้น

3. อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยชีวภาพ เป็นการนำจุลสาหร่ายที่มีคุณสมบัติพิเศษในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ และมีความสามารถสร้างและปลดปล่อยสารกระตุ้นการเจริญเติบโตให้แก่พืช จุลสาหร่ายในกลุ่มนี้เป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในสกุล *Anabaena, Calothrix, Cylindrospermum, Fischerella, Hapalosiphon, Mastigocladus, Nostoc, Scytonema, Stigonema* และ *Tolypothrix* เป็นต้น

4. อุตสาหกรรมการผลิตสารเคมีภัณฑ์ ได้แก่ รงควัตถุหรือสีธรรมชาติและสารปฏิชีวนะ ซึ่งได้จากจุลสาหร่ายในสกุล *Spirulina, Chlorella, Dunaliella, Scytonema, Haematococcus* และ *Fischerella*

นอกจากการนำจุลสาหร่ายมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมแล้ว ยังสามารถนำมาใช้แก้ไข-ปรับปรุง และรักษาสภาวะ-แวดล้อมของแหล่งน้ำ โดย-เฉพาะน้ำเสียจากโรงงาน เพราะจุลสาหร่ายเป็นผู้ผลิต ออกซิเจนจากกระบวนการ-สังเคราะห์แสง ออกซิเจนที่-เกิดขึ้นนี้จะส่งผลให้น้ำมี-คุณภาพดียิ่งขึ้น ในขณะ-เดียวกับจุลสาหร่ายยังมี-คุณสมบัติพิเศษในการลด-มลพิษทางน้ำ อันเกิดจาก-สารโลหะหนักจากโรงงาน อาทิ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และสารหนู

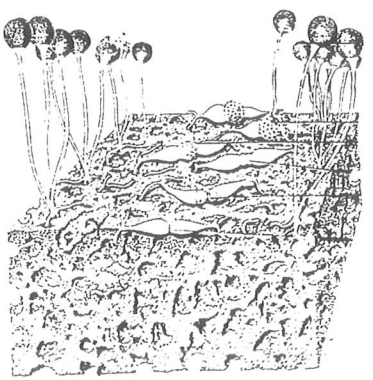




เห็ดรา

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

เห็ดรา (fungi) เป็นสิ่งที่มีชีวิตชั้นต่ำที่จัดอยู่ในดิวิชัน ยูไมโอไฟตา (Eumyophyta) ที่พบอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำ บนบก และในอากาศ มีลักษณะคล้าย-สาหร่าย แต่ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่มีลักษณะเป็นพิเศษที่จะบอกว่าเป็นพืชหรือสัตว์ โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็กๆ แตกกิ่งก้านสาขา เส้นใยแต่ละเส้นจะเรียกว่า "ไฮฟา" ปกติแล้วเส้นใยเหล่านี้-จะไม่เกิดขึ้นเดี่ยวๆ มักจะอยู่เป็นกระจุก ซึ่งเรียกว่า "ไมซีเลียม" แต่มีบางชนิดที่เป็นเซลล์เดียว ที่รู้จักกันดีโดยทั่วไป-คือ ยีสต์บางชนิด บางชนิดมีการรวมของเส้นใยเป็นดอกเห็ด ผนังเซลล์ของเห็ดราประกอบด้วยลิกนินและสารประกอบอื่น เช่น ไคติน แคลโลส และ-เซลลูโลส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดรา-นั้นๆ เนื่องจากเห็ดราไม่มีคลอโรฟิลล์-จึงสังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ การดำรงชีวิตต้องอาศัยการย่อยสลายอาหารจาก-ภายนอก ซึ่งได้แก่อินทรียวัตถุทั่วไป แต่บางชนิดอาจดำรงชีวิตเป็นแบบปรสิต หรืออาศัยรวมกับสิ่งมีชีวิตอื่น และอาศัย-ประโยชน์ซึ่งกันและกัน เช่น ไลเคนส์ ซึ่งเป็นการอยู่รวมกันของเห็ดรากับสาหร่าย

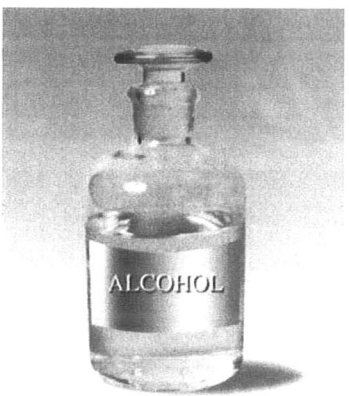


การสืบพันธุ์ เห็ดราเหล่านี้สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ แต่มีราบางชนิดที่ยังไม่พบการสืบพันธุ์แบบมีเพศ

เห็ดราแบ่งออกเป็น 4 ชั้น (class) ดังนี้

1. ไฟโคไมซีติส (phycomycetes)

ราในชั้นนี้มีลักษณะคล้ายสาหร่ายพวกที่มีวิวัฒนาการต่ำสุด จะเป็นพวกเซลล์เดียวและอยู่ในน้ำ พวกที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นจะมีเส้นใยแบบไม่มีผนังกั้นแยกแต่ละเซลล์ พบได้ทั้งในน้ำและบนบก ราในชั้นนี้ให้ทั้งโทษและประโยชน์ ที่ให้โทษคือ ทำให้อาหารเน่าเสีย ตัวอย่างที่พบบ่อยที่สุดคือขนมปังที่เก็บไว้นานๆ จะมีเส้นใยสีขาวขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นราในชั้นนี้ ส่วนประโยชน์คือ ใช้ในการทำอาหารบางชนิด เช่น ข้าวหมาก

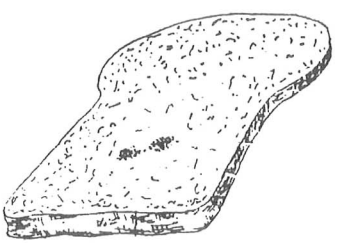


2. แอสโคไมซีติส (ascomycetes)

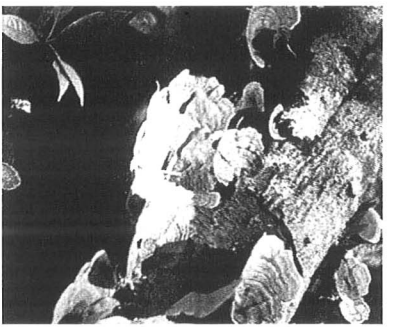
ราในชั้นนี้มีทั้งที่เป็นเซลล์เดียวและที่เป็นเส้นใย ซึ่งมีผนังกั้นแบ่งแต่ละเซลล์ สปอร์แบบอาศัยเพศของราในชั้นนี้จะเกิดอยู่ในโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายถุง เรียกว่า “แอสคัส” (ascus) จึงเรียกราชั้นนี้ว่า “sac fungi” ซึ่งพบบนบกเท่านั้น ราในชั้นนี้ใช้ประโยชน์ในการผลิตแอลกอฮอล์ ขนมปัง และผลิตโปรตีนจากจุลินทรีย์

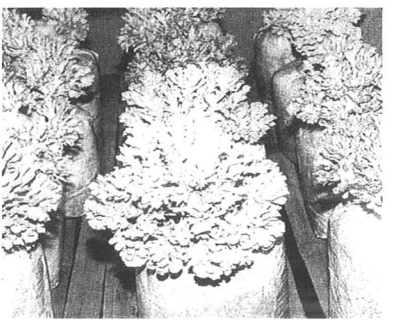
3. เบสิดิโอไมซีติส (Basidiomycetes)

ราในชั้นนี้ที่พบมากที่สุดก็คือเห็ดชนิดต่างๆ มีเห็ดบางชนิดเท่านั้นที่จัดอยู่ในชั้นแอสโคไมซีติส สปอร์แบบอาศัยเพศของราในชั้นนี้เกิดอยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า “เบสิเดียม” (basidium) จึงเรียกราชั้นนี้ว่า “club fungi”



ประโยชน์ที่ได้จากราในชั้นนี้คือ ใช้เป็นอาหาร เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดหอม เห็ดหูหนู แต่ก็มีเห็ดบางชนิดที่ให้โทษ เช่น ทำให้เกิดอาการเมา บางชนิดมีฤทธิ์เป็นยากล่อมประสาท ทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน นอกจากนี้ยังมีเห็ดบางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นยา ซึ่งเป็นที่สนใจในวงการแพทย์และวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ได้มีการค้นคว้าสกัดสารบางอย่าง เช่น พวก polysaccharide และ steriod จากเห็ด ซึ่งคาดว่ามีคุณสมบัติในการรักษาโรคมะเร็งได้





4. ดิวเตอโรไมซีติส (Deuteromycetes)

ราในกลุ่มนี้เป็นราที่ยังไม่พบการสืบพันธุ์แบบมีเพศ เรียกราชั้นนี้ว่า “fungi imperfecti” ดังนั้นราชนิดต่างๆ ใน 3 ชั้นข้างต้นที่ยังไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจึงจัดอยู่ในชั้นนี้

ยีสต์

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

ยีสต์ใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับมนุษย์และสัตว์และมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ สุรา ไวน์ ขนมปัง แต่ยีสต์บางสายพันธุ์ก่อให้เกิดโทษได้ด้วย เช่น เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดทั้งที่เกิดกับอวัยวะภายในและภายนอก ได้แก่ *Cryptococcus meoformans* เป็นสาเหตุของโรคเยื่อสมองอักเสบ

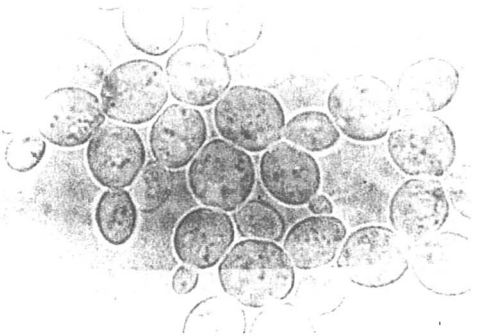
ยีสต์ คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ส่องดู ยีสต์จัดเป็นราจำพวกหนึ่ง มีทั้งอยู่ในคลาสแอสโคไมซีติส (Ascomycetes class) และคลาสเบสิดิโอไมซีติส (Basidiomycetes class) ยีสต์ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์เดียวที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามสายพันธุ์ เช่น ทรงกลม รี ทรงกระบอก และสามเหลี่ยม บางสายพันธุ์จะมีลักษณะของเซลล์ยืดยาวออกและต่อกันเป็นสายคล้ายเส้นใย (pseudomycelium)

การสืบพันธุ์

เนื่องจากยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยเซลล์ๆ เดียว ดังนั้น การสืบพันธุ์จึงไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมือนสิ่งมีชีวิตชั้นสูง การสืบพันธุ์มีทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ดังนี้

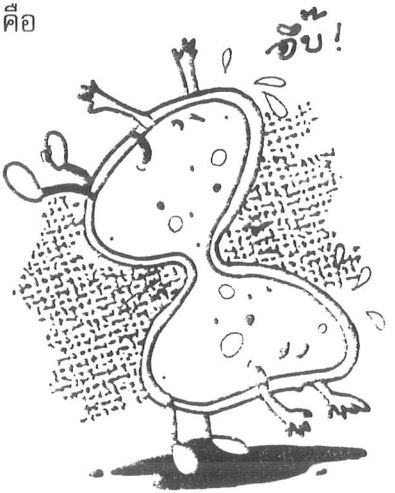
THAI NATIONAL
DOCUMENTATION CENTER

1. *การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ* เมื่อเซลล์ของยีสต์เจริญเติบโตเต็มที่ก็จะมีการแตกหน่อ (budding) ให้เซลล์ใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างและองค์ประกอบทุกอย่างเหมือนเซลล์แม่แต่มีขนาดเล็กกว่า ตำแหน่งของเซลล์ที่จะมีการแตกหน่อจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์บางสายพันธุ์จะแตกหน่อบริเวณปลายขั้วข้างใดข้างหนึ่ง หรือแตกหน่อที่ปลายทั้ง 2 ข้าง หรืออาจจะแตกหน่อได้รอบเซลล์ แต่มีบางสายพันธุ์เมื่อเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่แล้วก็จะแบ่งตัวออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน (fission) คล้ายแบคทีเรีย ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์



2. *การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ* เป็นการสืบพันธุ์ที่อาศัยเซลล์สืบพันธุ์ 2 ชนิด ซึ่งจะไม่ยุ่งยากและซับซ้อนเหมือนในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง ตลอดจนเซลล์สืบพันธุ์ในกรณีของยีสต์ยังไม่สามารถแบ่งแยกออกอย่างเด่นชัดว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย ดังนั้นจึงแบ่งเรียกว่า a และ α การสืบพันธุ์แบบมีเพศของยีสต์นี้แบ่งออกได้ เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

- ในกลุ่มแอสโคไมซีติส สปอร์ของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะเกิดในโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายถุงที่เรียกว่า “แอสคัส” (ascus) ส่วนใหญ่จะมีปริมาณตั้งแต่ 1 ถึง 4 สปอร์ แต่ก็มีบางสายพันธุ์จะมีปริมาณสปอร์ตั้งแต่ 8 ถึง 16 สปอร์ ซึ่งไม่มากนัก ได้แก่ ยีสต์ในกลุ่ม Lipomyces



• ในกลุ่มเบสิดิโอไมซีติส สปอร์ของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะเกิดอยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า เบสิเดียม (basidium)

การจัดจำแนกชนิด

การจัดกลุ่มและจำแนกชนิดของยีสต์ อาศัยคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และ-โภชนาการที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. รูปร่างลักษณะของเซลล์ เช่น รูปกลม รูปรี รูปทรงกระบอก สามเหลี่ยม เส้นใย

2. ลักษณะการสืบพันธุ์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

• ลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เช่น การแตกหน่อ (budding) และแบ่งเซลล์เป็น 2 ส่วน (fission)

• ลักษณะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เช่น ลักษณะรูปร่างของสปอร์

3. ความต้องการอาหาร ชนิดของน้ำตาล ชนิดของแหล่งอาหาร-ไนโตรเจนในการดำรงชีวิต เป็นต้น

4. ชนิดของน้ำตาลที่สายพันธุ์ยีสต์หมักได้ (fermentedsugar)

โปรโตซัว

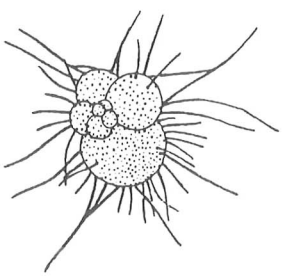
ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

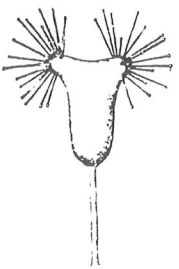
โปรโตซัว เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ต้องมองด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยเซลล์เดียวหรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีรูปร่างลักษณะหลายแบบ ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นไข่ รูปรี บางชนิดอาจจะมีรูปร่างไม่แน่นอน ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมอาจจะสร้างเกราะขึ้นมาหุ้มตัวเองได้ พบอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำและในดิน การดำรงชีวิตมีทั้งที่เป็นอิสระ พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันและเป็นปรสิต อาหารส่วนใหญ่ คือสิ่งมีชีวิตเล็กๆ

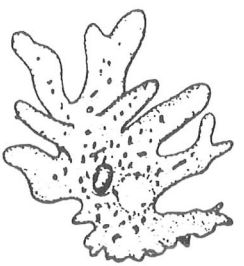
โปรโตซัวแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะของโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ดังนี้

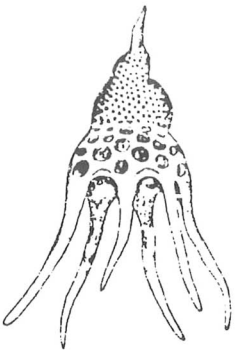
1. ไฟลัม แมสติโกฟอรา หรือ แฟลกเจลลาตา (Phylum Mastigophora หรือ Flagellata)

โปรโตซัวในกลุ่มนี้จะเคลื่อนที่โดยอวัยวะที่สร้างขึ้นมาพิเศษ มีลักษณะเป็นสายยาวอาจจะมีมากกว่าหนึ่งเส้นก็ได้ เรียกว่า “แฟลกเจลลัม” (flagellum) โดยสายแฟลเจลลัมจะโบกไปมาทำให้หมุนตัวเคลื่อนที่ไปได้ พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม มีทั้งที่อยู่เป็นอิสระและเป็นปรสิต เช่น



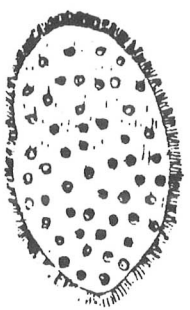






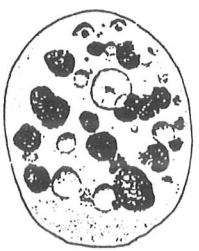
Trypanosoma เป็นปรสิตที่พบในเลือดของสัตว์เลี้ยงและคน ทำให้เกิดโรคเหงาหลับ (sleeping sickness)

2. ไฟลัม ซาโคดินา หรือ ไรโซโปดา (Phylum Sarcodina หรือ Rhizopoda)



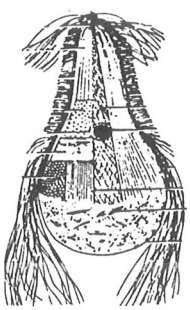
โปรโตซัวในกลุ่มนี้จะเคลื่อนที่โดยการไหลเวียนของไซโตพลาสซึมภายในเซลล์ โดยไซโตพลาสซึมจะยื่นออกไปเป็นเท้าเทียม (pseudopoduim) คืบคลานไปตามพื้น หรืออาจจะใช้ในการโอบล้อมอาหารก็ได้ บางชนิดอยู่เป็นอิสระ บางชนิดเป็นปรสิต เช่น *Entamoeba histolytica* เป็นปรสิตที่พบในลำไส้คน ทำให้เกิดโรคบิด

3. ไฟลัม ซีลีเอตา (Phylum Ciliata)

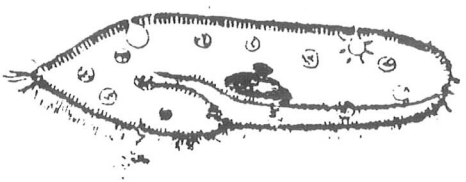


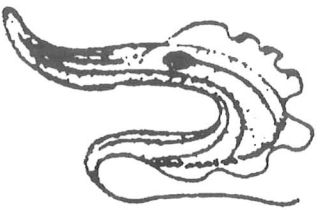
โปรโตซัวในกลุ่มนี้จะเคลื่อนที่โดยซิเลีย (cilia) ตามบริเวณผิวของเซลล์พัดโบกทำให้เคลื่อนที่ได้ว่องไวมาก นอกจากนี้ยังมีซีเลียในส่วนที่เป็นช่องปาก เพื่อพัดอาหารเข้าไปภายในเซลล์ โปรโตซัวในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะอยู่เป็นอิสระในน้ำจืด

4. ไฟลัม สปอโรซัว (Phylum Sporozoa)



โปรโตซัวในกลุ่มนี้จะไม่มีอวัยวะที่ใช้สำหรับการเคลื่อนที่ การดำรงชีวิตจะเป็นแบบปรสิตทั้งสิ้น การสืบพันธุ์มีทั้งแบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศ ตัวอย่าง เช่น *Plasmoduim* ที่เป็นสาเหตุของโรค





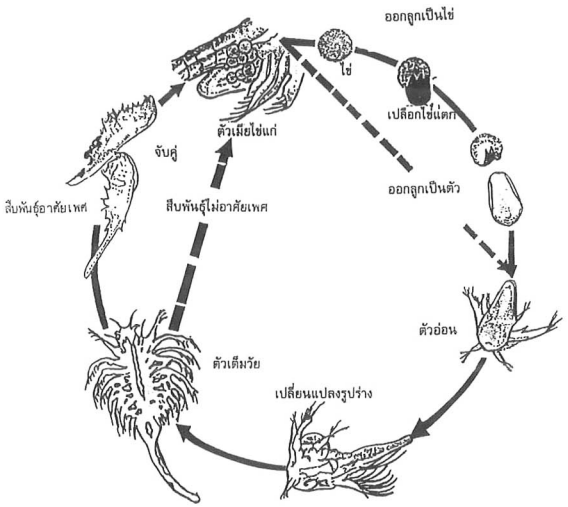
ไข้จับสั่น จะมีช่วงชีวิตของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศในมนุษย์ด้วยการสร้างสปอร์ขนาดเล็กๆ ขึ้นจำนวนมากในเม็ดเลือดแดง และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในยุงก้นปล่องด้วยการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ที่ต่างกัน

จะเห็นได้ว่า โปรโตซัวมักจะเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดทั้งในคนและสัตว์ ส่วนประโยชน์ของโปรโตซัวก็มีเช่นกัน ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศวิทยาเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างเช่น ในแง่ของโซ่อาหาร (food chain) โปรโตซัวจะกินแบคทีเรียเป็นอาหาร ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเป็นการป้องกันมิให้ปริมาณของแบคทีเรียมีมากเกินไป จากคุณสมบัตินี้จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการกำจัดน้ำเสียด้วยการทำให้เกิดสมดุลระหว่างจำนวนโปรโตซัวและแบคทีเรีย เพื่อให้ระบบกำจัดมีประสิทธิภาพดีที่สุด

อาร์ทีเมีย

ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์

หลายๆ ท่านที่ผ่านไปมาแถวร้านจำหน่ายปลาตู้หรือฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจจะเคยพบข้อความว่า "ที่นี่จำหน่ายอาร์ทีเมีย" และคงจะเกิดความสงสัยว่า "อาร์ทีเมีย" คืออะไร



วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย

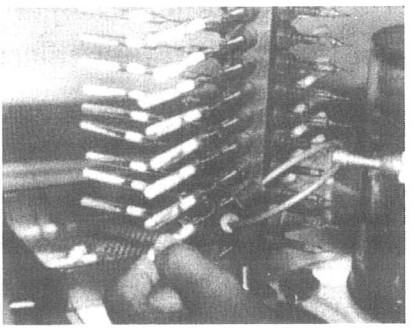
อาร์ทีเมีย (artemia หรือ brine shrimp) คือ ไรน้ำเค็ม หรือไรสีน้ำตาล จัดอยู่ในชั้น ครัสเตเซีย (crustacea class) เช่นเดียวกับพวกกุ้ง กั้ง และปู แต่ที่แตกต่างก็คือ อาร์ทีเมียจะไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว อาร์ทีเมียสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นตัวทดสอบทางชีววิธี (bioassay) ให้ทราบถึงความเป็นพิษของนิเวศวิทยาแหล่งน้ำ (aquatic ecology) หรือใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารพิษหรือสารสกัดต่างๆ (toxicity test) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางก็คือ การนำเอาอาร์ทีเมีย

ไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น ลูกกุ้ง ปู และปลาต่างๆ ทั้งนี้เพราะอาร์ทีเมียมีคุณสมบัติที่เหมาะสมคือมีคุณค่าทางอาหารสูง และตัวของอาร์ทีเมียยังมีขนาดพอเหมาะที่สัตว์น้ำวัยอ่อนจะจับกินเป็นอาหาร การเพาะฟักอาร์ทีเมียก็ทำได้โดยสะดวก ทั้งนี้เพราะตัวอ่อนของอาร์ทีเมียซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยเปลือกสีน้ำตาลที่เรียกว่าไข่อาร์ทีเมีย (artemia cyst) นั้น สามารถเก็บรักษาให้คงสภาพมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหลายปี เมื่อต้องการใช้ก็สามารถนำไข่อาร์ทีเมียมาทำการเพาะฟักในน้ำทะเลโดยใช้ระยะเวลาเพียง 1–2 วัน ก็สามารถนำอาร์ทีเมียที่เพาะได้ไปใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ

อาร์ทีเมียสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสามารถให้ลูกได้ทั้งแบบเป็นตัวและแบบเป็นไข่ ซึ่งในแต่ละรอบของการสืบพันธุ์ เพศเมียจะให้ลูกแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากอาร์ทีเมียกินอาหารโดยการกรองสิ่งแขวนลอยทุกอย่างในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปาก ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย แพลงก์ตอน ซากเน่าเปื่อย และอนุภาคอินทรียสารต่างๆ การเพาะเลี้ยงอาร์ทีเมียจึงช่วยในการบำบัดรักษาน้ำได้

การเก็บรักษาจุลินทรีย์

วันเฮิญ โพธาเจริญ

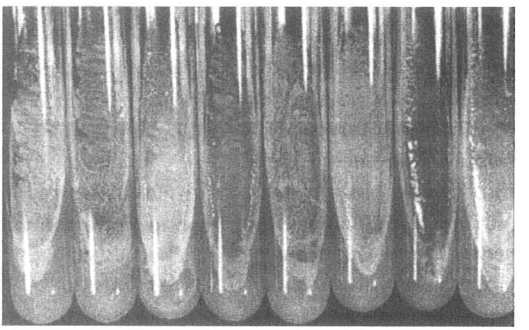


จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ แต่บทบาทและอิทธิพลของจุลินทรีย์มีต่อมนุษย์ สัตว์ และพืชอย่างมากมาย จุลินทรีย์ให้ทั้งประโยชน์และโทษ โทษของจุลินทรีย์มักจะถูกมองในแง่ที่เป็นสาเหตุของโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เช่น โรคไอกรน คอตีบ บาดทะยัก ปอดบวม และท้องร่วง ในขณะเดียวกัน จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถผลิตสารปฏิชีวนะเพื่อใช้ในการรักษาโรคได้ แม้ในอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตรก็ต้องอาศัยประโยชน์จากกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ เช่น การผลิตเหล้า ไวน์ ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ข้าวแดง น้ำส้มสายชู หรือการตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศให้มาอยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ แม้การย่อยสลายซากพืชซากสัตว์เพื่อให้กลับกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในดิน ล้วนแล้วแต่เป็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งสิ้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้เจริญก้าวหน้ามากขึ้น ถึงขั้นที่มนุษย์ได้ศึกษาสารพันธุกรรมที่มีตามธรรมชาติในเซลล์ของจุลินทรีย์ ไม่เพียงแต่เท่านั้น มนุษย์ยังสามารถดึงสารพันธุกรรมเหล่านั้นออกมาเพื่อปรับปรุงและถ่ายทอด

ไปสู่เซลล์ใหม่ได้ จากการค้นพบคุณสมบัติที่สำคัญเหล่านี้ของจุลินทรีย์ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์เป็นไปอย่างกว้างขวางมากขึ้น

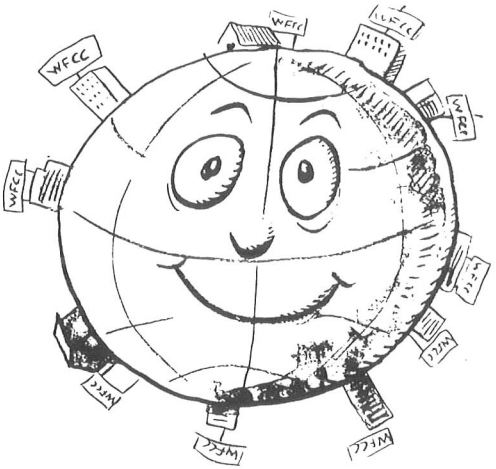
จุลินทรีย์หลายร้อยหลายพันชนิดถูกแยกเป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์เพื่อนำมาศึกษาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น บางครั้งจะพบว่าสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมได้ กว่าจะค้นพบจุลินทรีย์ที่มีลักษณะพิเศษเช่นนี้ย่อมสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายไปมากมาย นักวิจัยจึงนิยมที่จะเก็บรักษาจุลินทรีย์นั้นไว้ในสภาพที่เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์และมีชีวิตตลอดไป ถ้าหากจุลินทรีย์ที่ต้องการเก็บรักษามีจำนวนน้อยเพียงแค่ 10 หรือ 20 สายพันธุ์ การเก็บรักษาก็จะไม่ยุ่งยากและเสียเวลามาก แต่ถ้าจำนวนจุลินทรีย์มีมากถึงร้อยถึงพัน แน่นอนที่ผู้เก็บรักษาจะต้องประสบกับปัญหาความยุ่งยากมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าหากจุลินทรีย์เหล่านี้ต้องการอาหารและสภาพแวดล้อมต่างๆ กัน จะยิ่งก่อปัญหามากขึ้น



เพื่อสนับสนุนงานวิจัยในสาขาจุลชีววิทยาให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จึงได้จัดตั้งโครงการเก็บรักษาและให้บริการด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ขึ้นเพื่อลดภาระของผู้ที่เป็นเจ้าของจุลินทรีย์ให้สามารถนำมาฝากเก็บหรือขอสายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อนำไปศึกษาได้ การเก็บรักษาชีวิตของจุลินทรีย์จะใช้วิธีเก็บแบบถาวร (freeze–dried) เป็นส่วนใหญ่ซึ่งวิธีนี้จุลินทรีย์บางชนิดอยู่ได้เป็น 10 ปีขึ้นไป โดยไม่ตายและไม่เปลี่ยนคุณสมบัติทางพันธุกรรม นอกจากนี้ยังให้บริการในการจัดหาสายพันธุ์ตัวอย่างเพื่อนำมาเป็นตัวเปรียบเทียบ และยังให้การฝึกอบรมด้านเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการรักษาชีวิตจุลินทรีย์แก่ผู้สนใจทั่วไป

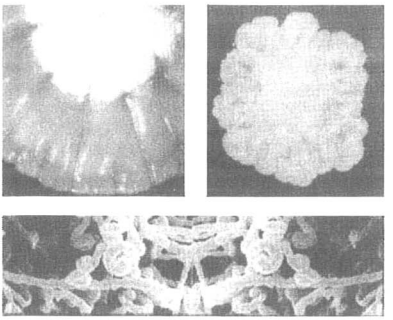
สหพันธ์การเก็บรักษาสายพันธุ์-จุลินทรีย์แห่งโลก

วันเฮิญ โพธาเจริญ



สหพันธ์การเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์แห่งโลก (World Federation for Culture Collections, WFCC) เป็นสมาคมที่ก่อตั้งขึ้นโดยคณะกรรมการนานาชาติ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสายงานด้านชีววิทยา โดยได้รับการสนับสนุนจากองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) และองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) วัตถุประสงค์หลักของสมาคมในระยะแรกที่ก่อตั้งก็คือ เพื่ออนุรักษ์สายพันธุ์จุลินทรีย์ของโลกให้เป็นแหล่งทรัพยากรทางพันธุกรรมสำหรับคนรุ่นหลังได้มีโอกาสนำไปใช้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือสูญหายไปจากโลกนี้ นอกจากวัตถุประสงค์ดังกล่าวแล้วสมาคมยังมีเป้าหมายในการให้การสนับสนุนและส่งเสริมการก่อตั้งหน่วยงานทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์ สนับสนุนการศึกษาและฝึกอบรมบุคลากร เพื่อให้มีความรู้ความชำนาญในการดำเนินงาน จัดจำแนก เก็บรักษา และแจกจ่ายสายพันธุ์จุลินทรีย์ รวมทั้งให้บริการ โดยจะทำหน้าที่เป็นสื่อกลางแลกเปลี่ยนความรู้ และสายพันธุ์จุลินทรีย์ระหว่างบุคคลหรือประเทศในเครือข่ายจัดการ-

ประชุม จัดฝึกอบรม และเผยแพร่เอกสาร ตลอดจนวารสารที่เกี่ยวกับการงานเก็บรักษาจุลินทรีย์

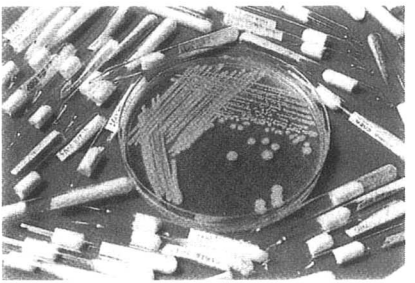


ปัจจุบันมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์ เข้าร่วมเป็นสมาชิกของ WFCC 350 หน่วยงาน จาก 55 ประเทศ ซึ่งเก็บรักษาจุลินทรีย์ไว้มากกว่า 500,000 ชนิด โดยมีบุคลากรซึ่งปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการเก็บรักษาจุลินทรีย์อยู่เพียง 1,000 คนเท่านั้น หน่วยงานเหล่านี้จะให้บริการด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ เพื่อใช้ในการศึกษา วิจัยด้านสาธารณสุข การเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมการหมัก อุตสาหกรรมนมและอาหาร เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย มีหน่วยงานที่เป็นสมาชิก WFCC หลายแห่ง เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงสาธารณสุข และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย สมาชิก WFCC จะได้รับวารสาร WFCC ซึ่งจะทำให้รอบรู้ข่าวสาร ความก้าวหน้า ในวงการเก็บรักษาจุลินทรีย์ ข่าวงานวิจัยเฉพาะด้าน ข่าวการจัดประชุม การฝึกอบรม การให้ทุนวิจัยและทุนศึกษาต่อ นอกจากนี้ยังมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้เชี่ยวชาญ แลกเปลี่ยนสายพันธุ์จุลินทรีย์กับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เป็นสมาชิกในเครือข่ายเดียวกันอีกด้วย

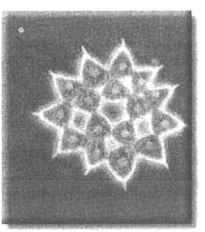
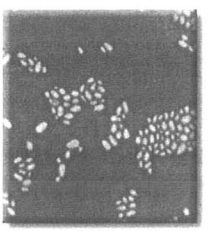
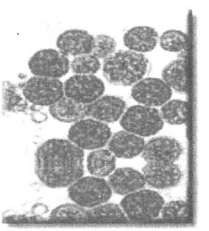
ศูนย์จุลินทรีย์

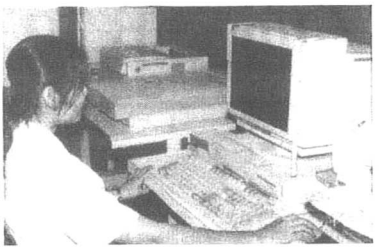
ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์



ศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นแหล่งเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์นอกถิ่นกำเนิด รวบรวมทรัพยากรพันธุกรรมจุลินทรีย์ที่ได้จากการสำรวจค้นหามาจากแหล่งธรรมชาติภายในประเทศและสายพันธุ์ที่มีแหล่งกำเนิดจากต่างประเทศ ทำหน้าที่เป็นสถานที่ฝากเก็บสายพันธุ์จุลินทรีย์ เพื่อเก็บรักษาไว้อย่างถาวรในสภาพที่ดีเพื่อใช้ประโยชน์ในอนาคต ให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม การเกษตรและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อมูลจุลินทรีย์เพื่อการศึกษาวิจัยและการผลิตในอุตสาหกรรม

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้รับเกียรติให้เป็นสถานที่ตั้งของศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์สำหรับภาคพื้นเอเชียอาคเนย์ (Microbiological Resources Centre for Southeast Asian Region) หรือมีชื่อย่อว่า "ศูนย์กรุงเทพ" (Bangkok MIRCEN) เริ่มดำเนินงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 โดยการสนับสนุนของ UNESCO และ UNEP ทำหน้าที่เป็นศูนย์สำหรับภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ เป็น-



แหล่งรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในภูมิภาค ให้บริการจัดเก็บจุลินทรีย์แบบถาวร บริการจัดจำแนกชนิดจุลินทรีย์ ส่งเสริมการศึกษาวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์

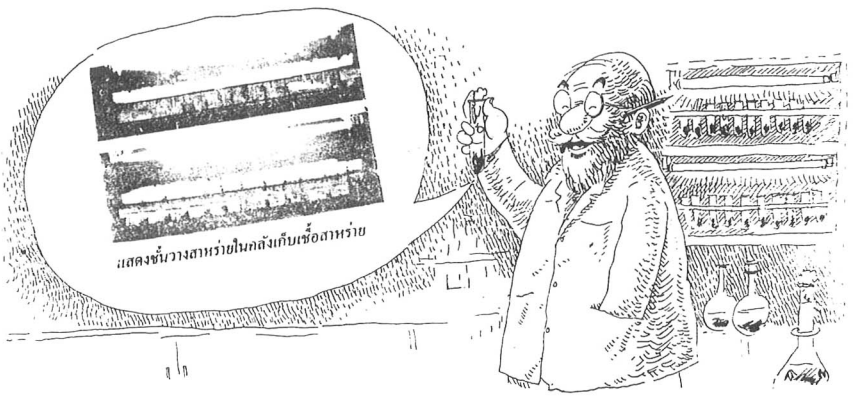
กิจกรรมหลักของศูนย์

- รวบรวมและจัดเก็บรักษาจุลินทรีย์ อาทิเช่น แบคทีเรีย รา ยีสต์ และสาหร่าย ที่มีประโยชน์และมีความสำคัญด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม

- รวบรวมข้อมูลสายพันธุ์จุลินทรีย์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และจัดทำเอกสารบัญชีรายชื่อจุลินทรีย์สำหรับใช้เป็นคู่มือนักวิจัยในด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์และข้อมูลจุลินทรีย์
- บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์ เพื่องานวิจัย การเรียน การสอน แก่นักวิทยาศาสตร์จากภาครัฐและสถาบันการศึกษา และเพื่อการผลิตในภาคอุตสาหกรรม
- บริการจัดเก็บรักษาจุลินทรีย์แบบถาวร จัดหาและสั่งซื้อจุลินทรีย์จากศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ในต่างประเทศ
- บริการฝึกอบรมบุคลากรในระยะสั้น เฉพาะบุคคลหรือเป็นคณะ เกี่ยวกับวิธีการเก็บรักษา และจัดจำแนกชนิดจุลินทรีย์
- ดำเนินการค้นคว้าและวิจัยวิธีการเก็บรักษาและการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์
- บริการให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตลอดจนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- ติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลจุลินทรีย์กับศูนย์ข้อมูลจุลินทรีย์ในต่างประเทศ

คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย

บุษกร อารยากูร



ในการศึกษาวิจัยทางวิทยาสาหร่าย (algology) ทั้งด้านพื้นฐานและประยุกต์จำเป็นต้องมีการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายที่ต้องการศึกษาไว้ในรูปสายพันธุ์เดี่ยว (uniculture) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) จึงเริ่มทำการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายตั้งแต่ปี 2528 ภายใต้โครงการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว โครงการนี้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ โดยเก็บตัวอย่างดินนาทั่วประเทศไทยเป็นจำนวน 821 ตัวอย่าง และสามารถแยกเชื้อสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้สายพันธุ์เดี่ยว 11 สกุล รวม 184 สายพันธุ์ และเก็บรักษาไว้ในคลังเก็บเชื้อสาหร่าย (algal culture collection) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของศูนย์จุลินทรีย์ ศูนย์นี้อยู่ที่ วท.

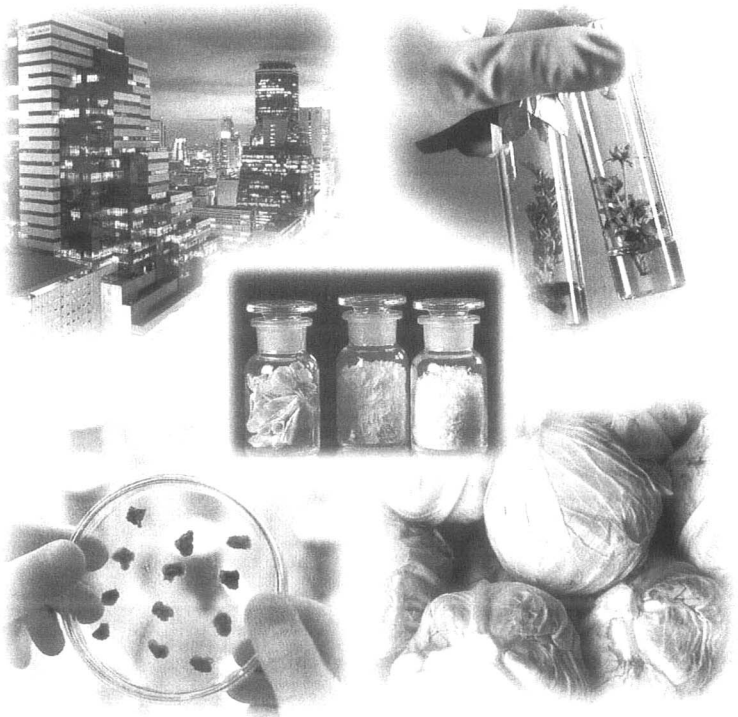
การเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย โดยทั่วไปจะวางไว้บนชั้น ซึ่งแสงส่องถึง อาจเป็นแสงธรรมชาติ หรือจากหลอดเรืองแสง (cool–white

fluorescent tube) ที่ให้ความเข้มของแสงประมาณ 1 กิโลลักซ์ และชั้นสำหรับวางสาหร่ายควรทำด้วยโลหะไม่เป็นสนิม เพื่อสะดวกในการทำความสะอาด นอกจากนั้น เพื่อให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีควรเก็บไว้ในช่วงอุณหภูมิ 28-30 ° ซ.

ประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายนอกจากใช้เป็นสายพันธุ์เดี่ยวไว้ศึกษาวิจัยแล้ว ยังใช้แลกเปลี่ยนกับสายพันธุ์สาหร่ายสายพันธุ์อื่นที่ศูนย์เก็บเชื้อพันธุ์สาหร่ายในต่างประเทศได้ด้วย

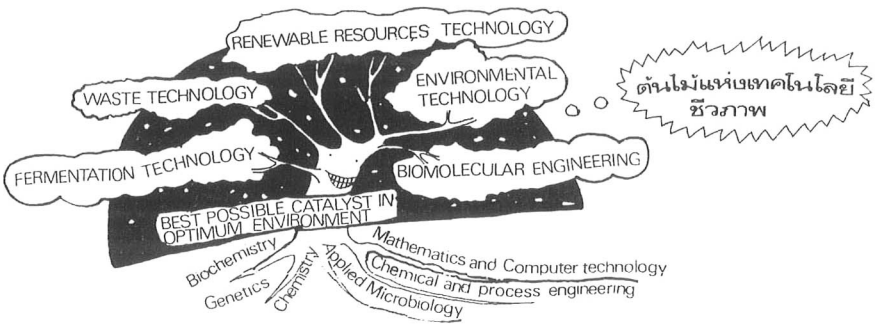
ปัจจุบัน วท. มีแผนพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพของคลังเก็บเชื้อสาหร่ายให้สามารถเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายในประเทศให้มากขึ้นอีก เพราะสาหร่ายมีประโยชน์มากมาย เช่น ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ ใช้รับประทาน เป็นอาหารสัตว์น้ำ เช่น ปลา สาหร่ายบางชนิดยังสามารถผลิตสารปฏิชีวนะได้ นอกจากนั้นยังใช้สาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้ความเป็นพิษของโลหะหนักและยาปราบศัตรูพืชที่เจือปนมาในน้ำได้อีกด้วย

เทคโนโลยีชีวภาพ

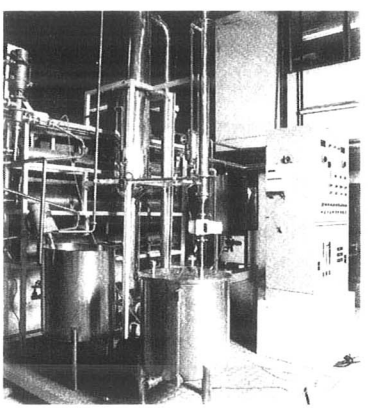


ต้นไม้แห่งเทคโนโลยีชีวภาพ

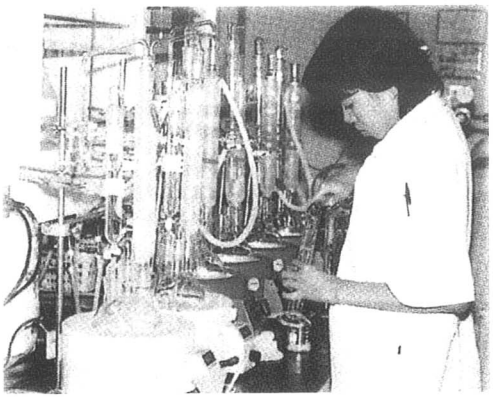
ธงไชย ศรีนพคุณ



เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับระบบทางชีววิทยามาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ด้านเกษตรกรรมจนถึงการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ตัวอย่างง่ายๆ ก็คือ การทำเบียร์ น้ำปลา ขนมปัง ไปจนถึงเรื่องที่ยากๆ เช่น การทำยาปฏิชีวนะ การออกแบบและสร้างโปรตีนใหม่ๆ ที่มีคุณสมบัติพิเศษตามต้องการที่ไม่อาจหาได้จากธรรมชาติ



การผลิตผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ ต้องคำนึงถึงปัจจัย 2 ประการ คือ ประการแรกต้องมีตัวเร่งทางชีวภาพ (biological catalyst) ซึ่งมีสมบัติเฉพาะต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในการผลิตตัวเร่งทางชีวภาพนั้นใช้จุลินทรีย์ซึ่งคัดเลือกขึ้นมาโดยอาจใช้วิธีการผ่าเหล่า (mutation) ด้วยการฉายแสงเอกซเรย์ไป-



ที่จุลินทรีย์ทำให้มันมีความผิดปกติ ซึ่งถ้าเราควบคุมได้ก็จะทำให้ได้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถผลิตตัวเร่งชีวภาพที่ต้องการได้ ประการที่สองต้องมีถังปฏิกิริยา (reactor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนที่เกิดกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพจะต้องควบคุมภาวะการผลิตได้ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด–ด่าง การเติมอากาศให้จุลินทรีย์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดกระบวนการตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

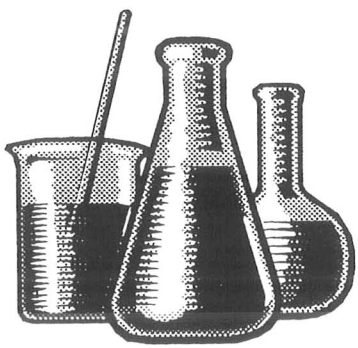
เทคโนโลยีชีวภาพ แบ่งได้เป็น 4 สาขาคือ

1. เทคโนโลยีการหมัก (fermentation technology)

เป็นเทคโนโลยีในการใช้จุลินทรีย์ไปเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ (substrate) ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยเราสามารถควบคุมกระบวนการได้ มีขอบเขตที่กว้างนับตั้งแต่การผลิตเบียร์ เหล้า ยาปฏิชีวนะ จนถึงการพัฒนากระบวนการผลิตเชื้อจุลินทรีย์ และการออกแบบสร้างถังปฏิกิริยาที่เหมาะสม

2. วิศวกรรมเอนไซม์ (enzyme engineering)

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเอนไซม์ให้มีประสิทธิภาพสูงช่วยในการผลิต เช่น การตรึงเอนไซม์ (immobilized enzyme) ในการผลิตแอลกอฮอล์จากแป้งหรือน้ำตาล



3. เทคโนโลยีเกี่ยวกับของเสีย (waste technology)

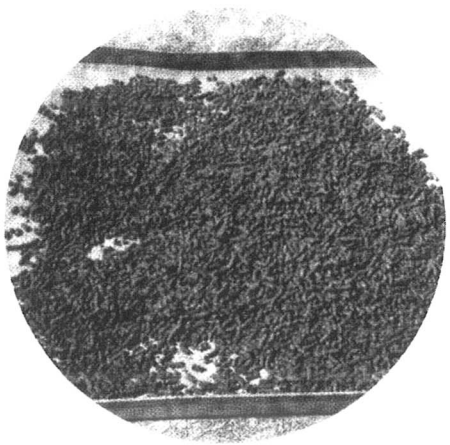
เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการจัดการของเสียต่างๆ เช่น การทำลายของเสีย หรือการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์อีก ตัวอย่างเช่น การนำน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมาใช้เลี้ยงสาหร่าย

4. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (environment technology)

เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การควบคุมและแยกของเสียที่เป็นพิษ

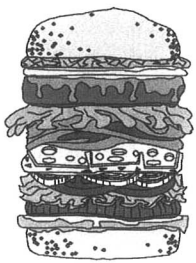
5. เทคโนโลยีการสร้างแหล่งวัตถุดิบใหม่ (renewable resources technology)

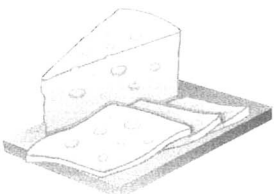
เป็นเทคโนโลยีที่มุ่งพัฒนาแหล่งวัตถุดิบใหม่ๆ เพื่อใช้ทดแทน หรือใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ตัวอย่างเช่น การนำมูลสัตว์มาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ



เทคโนโลยีชีวภาพ

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

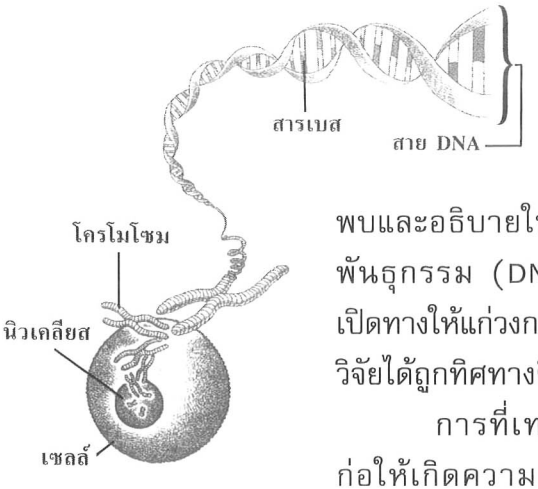




คำว่า "เทคโนโลยีชีวภาพ" หรือ biotechnology บางคนเมื่อได้ยินคำนี้เป็นครั้งแรก อาจจะไม่เข้าใจ แต่ความหมายที่สามารถเข้าใจได้ง่ายของเทคโนโลยีชีวภาพคือ วิธีการที่มนุษย์นำเอาเซลล์ของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์มาใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์

ถึงแม้คำว่า "เทคโนโลยีชีวภาพ" จะเป็นที่รู้จักแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้เอง แต่คำนี้มีประวัติย้อนหลังไปหลายพันปี จะเห็นว่าอาหารประจำวันที่ใช้บริโภคกันแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น เบียร์ เหล้าองุ่น ขนมปัง นมเปรี้ยว (yoghurt) เนยแข็ง (cheese) และอาหารหมักดอง ก็คือผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพทั้งสิ้น

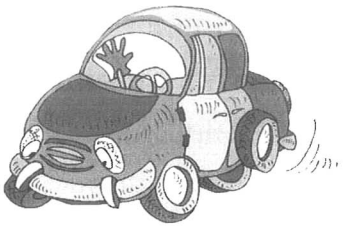
ดาวเด่นแห่งวงการเทคโนโลยีชีวภาพก็คือ จุลินทรีย์ (microbes) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจิ๋วมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นนี่เอง ที่สามารถทำงานได้สารพัด จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตได้ในหลายสภาวะ อาทิ ในน้ำร้อน น้ำแข็ง บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้บนเนื้อไม้ พลาสติก น้ำมัน และแม้กระทั่งหิน



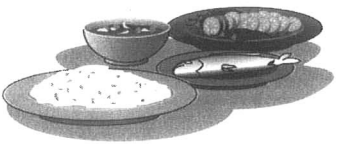
ในปี ค.ศ. 1953 นักวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ประเทศอังกฤษ ได้ค้นพบและอธิบายให้ทราบถึงลักษณะของสารพันธุกรรม (DNA) จากความเข้าใจนี้ได้เปิดทางให้แก่วงการพันธุวิศวกรรมได้ทำการวิจัยได้ถูกทิศทางยิ่งขึ้น

การที่เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ก่อให้เกิดความตื่นเต้นเกี่ยวกับการสร้างสิ่งแปลกใหม่ ก็เนื่องมาจากความก้าวหน้าทางพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เป็นที่ทราบกันแล้วว่า ลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อแม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ พันธุวิศวกรรมได้แสดงให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการใส่โมเลกุลของลักษณะพันธุกรรมให้กับ DNA ที่มีอยู่เดิม โดยจะฝังตัวแน่นเป็นโครโมโซม (chromosomes) อยู่ในนิวเคลียสของสิ่งมีชีวิตนั้น ด้วยวิธีการดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถนำชิ้นส่วนของ DNA ใส่เข้าไปในจุลินทรีย์เป็นผลให้จุลินทรีย์สามารถสร้างสารชีวภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์ขึ้นมาได้

เทคโนโลยีชีวภาพที่เจริญก้าวหน้าถึงศตวรรษที่ 20 นี้ มีประวัติย้อนหลังไปไกลถึงสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อมีการผลิตเพนนิซิลลิน (penicillin) เพื่อรักษาบาดแผล จึงเป็นจุดเริ่มต้นทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตยาปฏิชีวนะ (atibiotics) ขึ้นในปัจจุบัน



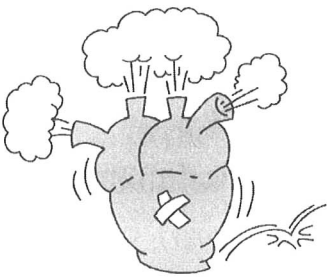
ในสภาวะของโลกปัจจุบัน เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาแพงและร่อยหรอลงไปทุกวันๆ จุลินทรีย์จึงถูกบงการให้ผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำตาลและแป้งเป็นเชื้อเพลิง (fuel–alcohol) เพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่กำลังจะหมดไป



เทคโนโลยีชีวภาพได้ขยายตัวไปในแนวต่างๆ ทั่วโลก ในสหรัฐอเมริกามีบริษัทประกอบกิจการทางด้านนี้เกิดขึ้นมากมายและทำรายได้ให้อย่างงดงาม รัฐบาลญี่ปุ่นให้การสนับสนุนการลงทุนทางเทคโนโลยีชีวภาพมาก ประเทศญี่ปุ่นมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการหมัก (fermentation technology) โดยเฉพาะการผลิตกรดอะมิโน (amino acids) เอนไซม์ (enzymes) และเครื่องปรุงแต่งอาหาร (food additives) ซึ่งทำรายได้ให้แก่ประเทศมากกว่า 40 พันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี

เทคโนโลยีชีวภาพกับการแพทย์

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์



เทคโนโลยีชีวภาพได้อยู่รอบตัวเรามาเป็นเวลานานในรูปของยาปฏิชีวนะ เช่น เพนนิซิลลิน และวัคซีนนานาชนิด ในอนาคตอันใกล้ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพจะช่วยให้ทางการแพทย์วินิจฉัยโรคได้เร็วขึ้น และสร้างความหวังให้กับการรักษาโรคมะเร็งและโรคหัวใจได้

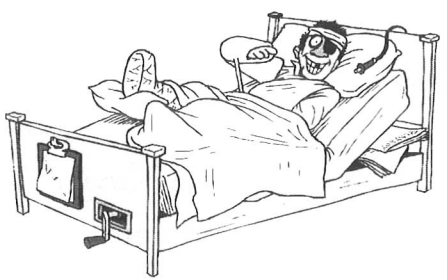
การแคระแกร็นของร่างกาย (dwarfism) เกิดจากการขาดฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโตที่ถูกสร้างโดยต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย การขาดฮอร์โมนดังกล่าว ถ้าตรวจพบตั้งแต่ยังเยาว์ก็จะสามารถรักษาโรคนี้ได้โดยการฉีดฮอร์โมนเข้าไป เมื่อไม่นานมานี้ บริษัทเทคโนโลยีชีวภาพแห่งหนึ่งสามารถผลิตฮอร์โมนดังกล่าวและได้นำมาใช้กับคนไข้เป็นผลสำเร็จ ในการผลิตนั้นแบคทีเรียพันธุวิศวกรรม (genetically modified bacteria) ปริมาณ 500 ลิตร สามารถผลิตฮอร์โมนได้มากเท่ากับฮอร์โมนที่ผลิตได้จากต่อมฮอร์โมนของมนุษย์ 35,000 ต่อม จากการผลิตฮอร์โมนได้เป็นจำนวนมากนี้ สร้างความหวังให้กับวงการแพทย์ที่จะทดลองใช้ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคกระดูก ซึ่งเป็นเหตุมาจากการขาดแคลเซียม

ความฝันที่จะผลิตยาที่สามารถทำลายจุลินทรีย์เฉพาะชนิด โดยไม่ทำลายเซลล์ของร่างกาย ได้กลายเป็นความจริง ในปี 1975 นักวิทยาศาสตร์แห่ง

เคมบริดจ์ ได้สร้างสารที่เรียกว่า โมโนโคลนอล แอนติบอดี (monoclonal antibodies) ได้สำเร็จ

โมโนโคลนอล แอนติบอดี เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติในการจำสิ่งแปลกปลอม (foreign substance) ที่เข้ามาในกระแสเลือดและในเนื้อเยื่อ โปรตีนชนิดนี้จะช่วยแพทย์ในการตรวจหาและรักษาโรค เซลล์พิเศษที่สร้างโมโนโคลนอล แอนติบอดี นี้คือ ไฮบริโดมาส์ (hybridomas) ตัวอย่างหนึ่งของการใช้โมโนโคลนอล แอนติบอดี ในการตรวจทางการแพทย์ ก็คือการตรวจการตั้งครรภ์

เทคโนโลยีชีวภาพและวิทยาการทางชีวภาพสมัยใหม่ (modern biotechnology) จะเป็นกุญแจสำคัญในการป้องกัน วินิจฉัยโรค และรักษาโรคต่างๆ ในอนาคต ปัจจุบันการวินิจฉัยโรคโดยใช้วัตถุทางเทคโนโลยีชีวภาพได้สร้างความเจริญทางการแพทย์เป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าจะมีปัญหาใหญ่ๆ อีกมากมายที่จะต้องเอาชนะความหวังในการรักษาโรคมะเร็งก็คือสารที่เรียกว่า อินเทอร์เฟรอน (interferon) สารนี้มีราคาแพง ถึง 10 ล้านปอนด์ต่อกรัม เนื่องจากมีอยู่ในเม็ดเลือดขาวเป็นปริมาณน้อยมาก แบคทีเรียพันธุวิศวกรรมสามารถผลิตสารนี้ได้ จากการศึกษาพบว่าอินเทอร์เฟรอนมีผลต่อมะเร็งและโรคที่เกิดจากไวรัสบางชนิดเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการค้นคว้าต่อไป



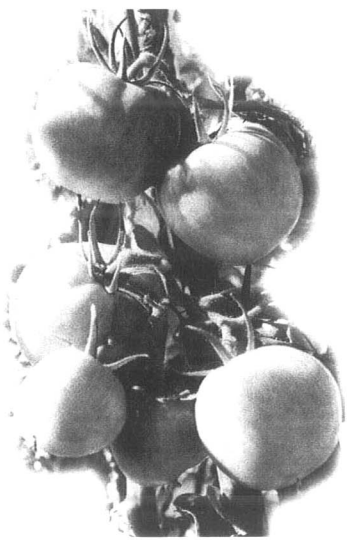
สิ่งที่น่าภูมิใจของวงการเทคโนโลยีชีวภาพอีกอย่างหนึ่งคือ การสร้างสารที่เรียกว่า erythropoietin ซึ่งปกติแล้วสร้างขึ้นโดยไต สารนี้จะกระตุ้นการผลิตเม็ดเลือดแดงของเซลล์กระดูก ใช้ในการรักษาโรคโลหิตจางได้สำเร็จ

เทคโนโลยีชีวภาพกับอาหาร

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

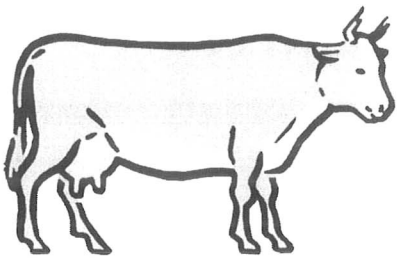
ขณะที่โลกมีแนวโน้มที่จะเผชิญปัญหาการขาดแคลนอาหาร นักวิทยาศาสตร์ได้แก้ไขปัญหา โดยการปรับปรุงพืชพันธุ์ใหม่ที่สามารถให้ผลผลิตสูง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แห้งแล้ง

การใช้จุลินทรีย์ หรือโปรตีนเซลล์เดียว (single-cell protein หรือ SCP) ในประเทศเยอรมนีได้มีการนำเอายีสต์ (yeast) มาผสมในอาหาร SCP นี้มีคุณค่าทางอาหารสูงมาก เพราะมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ SCP ยังถูกนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์อีกด้วย



มีบริษัทหลายแห่งตั้งขึ้นเพื่อผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโปรตีนสูงสำหรับมนุษย์ เช่น บริษัทผลิตโปรตีนจากรา *Fusarium (myco-protein)* ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 45% ไขมัน 13% โปรตีนจากรานี้ให้โปรตีนสูงเทียบเท่ากับเนื้อสัตว์บางชนิด

ในประเทศสวีเดน ได้ผลิต SCP สำหรับเป็นอาหารสัตว์จากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ



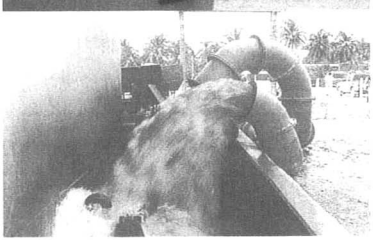
ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์โดยอาศัยความรู้ทางพันธุวิศวกรรม ทำให้ได้แบคทีเรียที่สามารถผลิตฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโต (growth homone) ของวัว ที่เรียกว่า โบวีนโซมาโตโทรปิน (bovine somatotropin หรือ BST) ฮอร์โมนนี้จะควบคุมการเจริญเติบโตและการผลิตน้ำนม จากการทดลองพบว่า ถ้าวัวได้รับ BST มากขึ้น จะสามารถผลิตน้ำนมได้เพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ส่วนสุกรเมื่อได้รับฮอร์โมนที่เรียกว่า พอร์ซีนโซมาโตโทรปิน (porcine somatotropin หรือ PST) เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้สุกรนั้นสมบูรณ์ขึ้น โดยจะมีไขมันน้อยแต่ให้เนื้อมากขึ้น

เทคโนโลยีชีวภาพกับสิ่งแวดล้อม

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

การกำจัดขยะมูลฝอย ของเสียจากโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีหรือควันพิษ ล้วนแต่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยสิ้นเชิง จุลินทรีย์มีส่วนช่วยในการกำจัดของเสียเหล่านี้ได้ และในบางครั้งยังสามารถสร้างสารอื่น อันเป็นประโยชน์จากของเสียเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น การผลิตแก๊สมีเทนจากสิ่งปฏิกูล

แบคทีเรียบางกลุ่มสามารถเจริญบนสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำมัน อาทิ *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Nocardia* และ *Rhodococcus* เป็นต้น เป็นที่น่าเสียดายที่แบคทีเรียชนิดหนึ่งสามารถสลายไฮโดรคาร์บอนได้เพียง 1 หรือ 2 ชนิดเท่านั้น ในอนาคตคาดว่าความก้าวหน้าทางพันธุวิศวกรรม จะสามารถผลิตแบคทีเรียที่สามารถทำลายคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้สำเร็จ

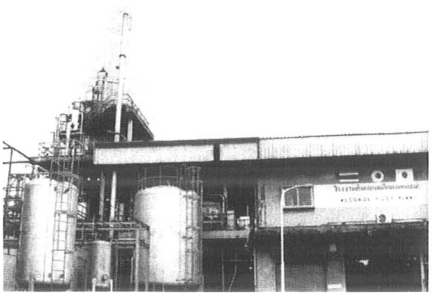


เทคโนโลยีชีวภาพกับพลังงาน

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพทำให้เราผลิตพลังงานในรูปของแอลกอฮอล์เชื้อเพลิง (fuel alcohol) และแก๊สมีเทน (methane gas) ได้ในปริมาณที่สูง ในอนาคตคาดว่าเราจะสามารถใช้ความรู้นี้ในการผลิตแก๊สไฮโดรเจนได้เช่นกัน

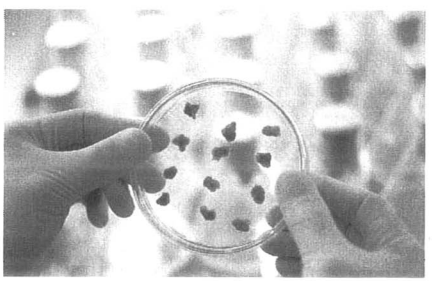
รถยนต์ที่วิ่งในประเทศบราซิลได้มีการใช้แอลกอฮอล์ที่ผลิตจากอ้อยแทนน้ำมัน รถยนต์ที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงจะต้องได้รับการดัดแปลงเครื่องยนต์เสียก่อน ส่วนรถยนต์ที่ใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันหรือที่เรียกว่าแก๊สโซฮอล์ (gasohol) นั้น ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ผลิตแอลกอฮอล์ชนิดเอทานอลไร้น้ำจากโรงงานต้นแบบ มีความบริสุทธิ์ 99.5% และมีความเหมาะสมที่จะนำมาผสมกับน้ำมันเบนซิน วท. ได้นำเอทานอลไร้น้ำที่ผลิตได้ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์เป็นผลสำเร็จ และเป็นโอกาสแรกของประเทศไทยที่มีการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์พิเศษ "แก๊สโซฮอล์" ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างน้ำมันเบนซินและเอทานอลไร้น้ำ ในสถานีบริการน้ำมัน เป็นการทดลองตลาด และได้รับการตอบรับจากประชาชนด้วยดี นับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศ

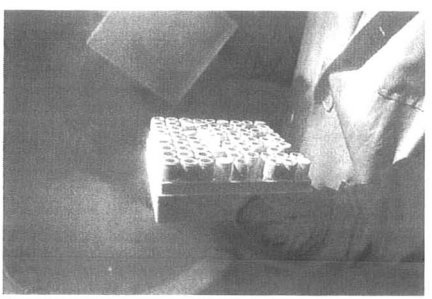


เทคโนโลยีชีวภาพกับความปลอดภัย-และจริยธรรม

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

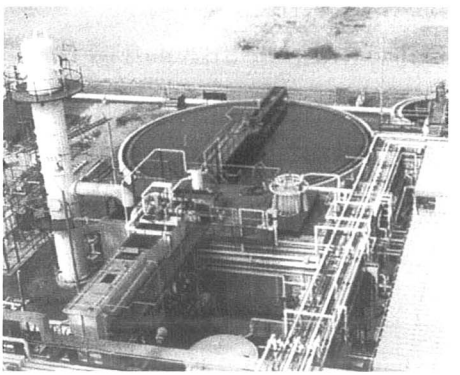
การพัฒนาของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไขทางเทคนิค และปรับปรุงสิ่งที่มีชีวิตได้นี้ ย่อมทำให้เกิดทั้งความหวังและความหวาดกลัวขึ้นได้ในหมู่มนุษยชาติ เพราะการค้นหาสิ่งใหม่ๆ จะทำให้เกิดคำถามเกี่ยวกับเรื่องของความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) และจริยธรรมของเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีต่อสาธารณชน มีผู้วิจารณ์ในทำนองที่กลัวว่า การที่มนุษย์ทำตัวเสมือนพระเจ้าโดยเข้าไปจัดการระบบสิ่งมีชีวิต อาจทำให้เกิดความวิบัติทางสิ่งแวดล้อมและการแพทย์ หรือนำไปสู่การขัดแย้งกับธรรมชาติของมนุษย์เองได้ เช่น การผลิตเชื้อโรคชนิดร้ายแรงเพื่อใช้ในสงครามเชื้อโรค จึงเห็นได้ว่าประเทศที่ทำการวิจัยทางเทคโนโลยีชีวภาพจะต้องเข้มงวดกับระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพมาก





อีกเรื่องหนึ่งที่เป็นที่สนใจของคนทั่วไป โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาก็คือ การใช้สาร

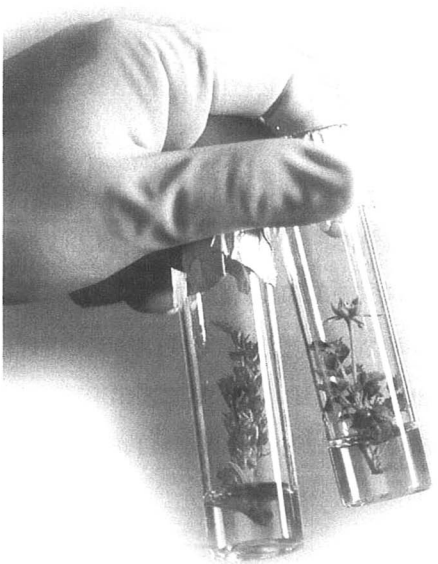
พันธุกรรมของพืชจากประเทศกำลังพัฒนาโดยบริษัทเอกชนในประเทศอุตสาหกรรมเพื่อผลกำไร เนื่องจากว่างานวิจัยทางเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในภาคเอกชนและภาคเอกชนนี้ต้องอาศัยประเทศที่กำลังพัฒนาเป็นแหล่งทรัพยากรพันธุกรรม จึงมีผู้สนใจเกี่ยวกับเรื่องลิขสิทธิ์และค่าตอบแทนที่เหมาะสม เรื่องนี้ได้แพร่ขยายไปทั่วโลก ดังจะเห็นได้จากการลงนามในการประชุมเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของโลก ของประเทศต่างๆ มากกว่า 150 ประเทศ ที่กรุงริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อเดือนมิถุนายน ปี 2535



นอกจากจะก่อให้เกิดรากฐานของความมั่นคงทางการอาหารเพื่อชาวโลกและการดำรงชีวิตในแบบยั่งยืนแล้ว การใช้เทคโนโลยีชีวภาพอย่างฉลาดและความเข้าใจในเทคนิคทางพันธุกรรมซึ่งเป็นวิทยาการทางชีวภาพสมัยใหม่ (modern biotechnology) ร่วมกับเทคนิคดั้งเดิมอย่างเหมาะสม จะช่วยกำจัดความเชื่ออย่างไม่มีเหตุผลเกี่ยวกับอันตรายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ โดยใช้จริยธรรมมุ่งทำแต่สิ่งที่จะเป็นประโยชน์ต่อสังคม

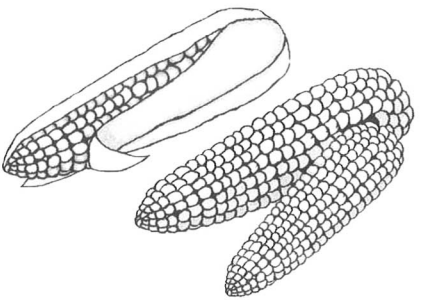
พันธุวิศวกรรม–แกนสำคัญของ–เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

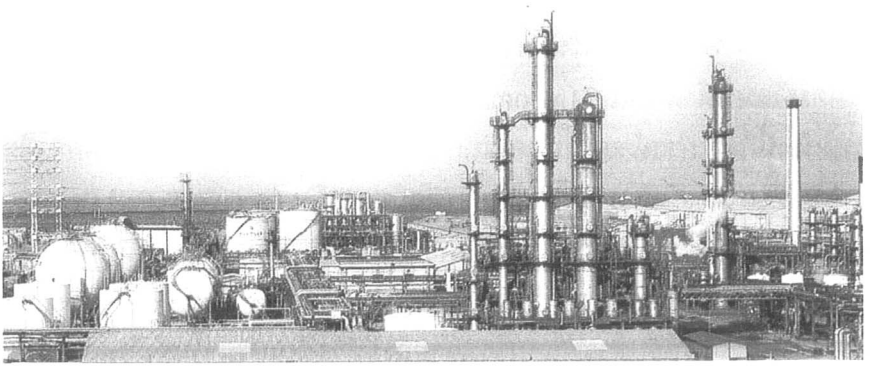


สาขาวิชาพันธุวิศวกรรม–นี้เริ่มโดย เจมส์ ดิวอี้ วัตสัน และ–ฟรานซีส คริกค์ เมื่อ 40 ปีที่ผ่าน–มานี้เอง บุคคลทั้งสองได้อธิบาย–ลักษณะโครงสร้างโมเลกุล–ของกรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก (dixyribonucleic acid) หรือที่–เรียกโดยย่อว่า ดีเอ็นเอ (DNA) ว่าเป็นแบบเกลียวคู่ (double helix) จากจุดนี้เองทำให้มีผู้เบน–ความสนใจมาศึกษาพื้นฐาน โมเลกุลของความหลากหลาย–ทางพันธุกรรมและศึกษาหาวิธี–มาตรฐาน หรือเทคนิคในการจับกันของดีเอ็นเอ หรือที่เรียกว่า เทคนิค รีคอมบิแนนต์ ดีเอ็นเอ (recombinant DNA techniques) ซึ่งวิธีการของ–เทคนิคนี้ก็คือ การนำเอาชิ้นกลมเล็กๆ ของดีเอ็นเอที่เรียกว่า พาหะพลาสมิด (plassmid vectors) มาทำให้เกิดการต่อกันของยีน (gene splicing) เทคนิค–เหล่านี้ทำให้ประตูเปิดกว้างสู่โลกใหม่ของวิชาพันธุวิศวกรรม ซึ่งเป็นหนทาง–นำไปสู่การสร้างสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการตกแต่งยีน (transgenic organisms) หรือสิ่งมีชีวิตที่ได้รับสารพันธุกรรมจากสิ่งมีชีวิตอื่นเข้ามาในดีเอ็นเอของมัน

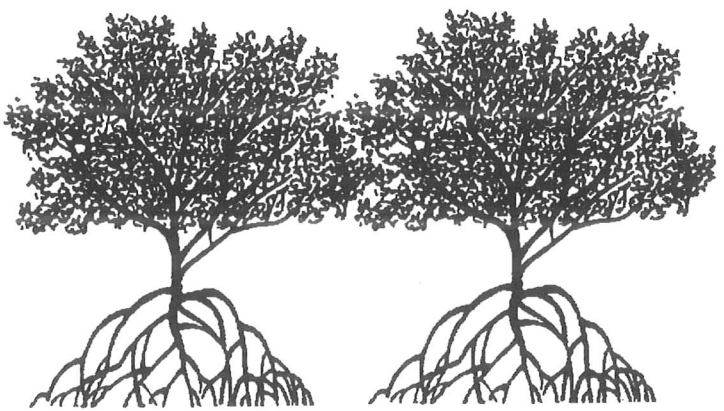
เทคนิคนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการผลิตอินซูลิน อินเทอร์เฟรอน และฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตของมนุษย์ ถึงแม้ว่า คำว่า "เทคโนโลยีชีวภาพ" จะถูกนำมาใช้เพื่อบ่งบอกวิธีการต่างๆ อาทิ การเพาะเลี้ยงเซลล์หรือเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์ และกระบวนการหมัก แต่แกนหลักของเทคโนโลยีสมัยใหม่ก็คือ พันธุวิศวกรรม นั่นเอง



เทคโนโลยีชีวภาพในปัจจุบัน ซึ่งรวมเทคนิคที่นิยมใช้กันมาแต่เดิมเข้ากับเทคนิคทางโมเลกุล สามารถนำไปสู่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ นอกจากจะถูกนำไปใช้ในทางการแพทย์และสาธารณสุขแล้ว ยังนำมาใช้ในการเกษตร อุตสาหกรรม พลังงาน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการสำรวจอวกาศอีกด้วย นอกจากนี้ยังอาจเป็นกุญแจสำคัญในการเพิ่มผลผลิตอาหารและสินค้าทางการเกษตรโดยใช้น้ำและพื้นที่ปลูกน้อยลง ในอนาคตเทคโนโลยีที่นำมาใช้นี้จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศ เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีและยากำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี และพืชอื่นๆ ในปัจจุบัน ซึ่งมีผลลบต่อระบบนิเวศมาก



ขณะนี้ พืชซึ่งเกิดจากการตกแต่งยีน กำลังอยู่ในระหว่างการทดลอง-ภาคสนามในส่วนต่างๆ ทั่วโลก การนำเอาเทคนิคการตัดต่อดีเอ็นเอมาใช้ทำให้มีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายคราบน้ำมันเกิดขึ้น และนำไปสู่การเกิดเทคโนโลยีการแก้ไขโดยใช้ชีวภาพ (bioremediation) ซึ่งใช้ในการแก้-ปัญหา "ทะเลคราบน้ำมัน" ที่เกิดขึ้นในสงครามอ่าวเปอร์เซีย เมื่อปี 2534 เทคโนโลยีชีวภาพได้เปิดทางอย่างไม่มีขีดจำกัดให้กับการนำเอาความหลากหลายทางชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการ ตัวอย่าง เช่น ศูนย์วิจัยที่เมืองมาดราส ประเทศอินเดีย คณะวิจัยกำลังก่อตั้งแหล่งรวบรวมพันธุ์พืช สำหรับคัดเลือกพันธุ์พืชที่ทนต่อความเค็ม จากการที่-ทราบว่าต้นโกงกางเป็นพืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ทนต่อความเค็ม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ จะทำให้เราสามารถถ่ายทอดยีนที่ทนต่อความเค็มของต้นโกงกางไปสู่พืชชนิดอื่นได้ งานวิจัยเช่นนี้มีความสำคัญ-มากเพราะว่ามีแนวโน้มว่าระดับน้ำทะเลของโลกจะสูงขึ้นไปในอนาคตอันใกล้นี้



การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : เทคโนโลยีสมัยใหม่สำหรับการเกษตร

ศรีสม สุวรรณวงศ์

การพัฒนาทางด้านการเกษตรของไทยได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จากมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้กันอย่างกว้างขวาง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ชนิดหนึ่งที่ประสบความสำเร็จและเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรือแม้แต่ในเชิงการค้า

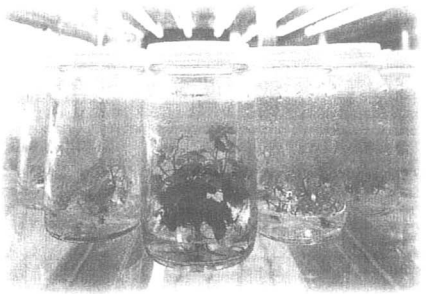
สำหรับทางด้านการเกษตรนั้นได้มีการนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้กันมาก เช่น

การขยายสายพันธุ์

โดยการใช้ชิ้นส่วนของพืชมาขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และทำให้ได้ต้นพืชที่ตรงตามพันธุ์เดิมในปริมาณมากและในเวลาจำกัด ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดและได้รับความสำเร็จอย่างมากในเชิงการค้า ได้แก่ การขยายพันธุ์กล้วยไม้สกุลต่างๆ

การปรับปรุงพันธุ์

สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างพืชที่มีจำนวนโครโมโซมต่างจากปกติ การถ่ายละอองเกสรและผสมเกสรในหลอดแก้ว การชักนำให้เกิด



การกลายพันธุ์โดยการใช้รังสีหรือสารเคมี หรือการผสมพันธุ์โดยใช้โปรโตพลาสต์

การคัดเลือกพันธุ์

เช่น การคัดเลือกพันธุ์พืชที่ทนทานต่อความเค็มหรือต่อสารเคมีกำจัดวัชพืช ถึงแม้ว่าการคัดเลือกดังกล่าวจะสามารถทำได้ในแปลงทดลองแต่ก็ต้องใช้ต้นพืชจำนวนมาก ทำให้เปลืองพื้นที่ เวลา และค่าใช้จ่ายมาก ถ้านำเอาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ปัญหาดังกล่าวก็จะหมดไป

การผลิตพืชที่ปราศจากโรค

โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ซึ่งมักจะติดไปกับเนื้อเยื่อหรือชิ้นส่วนของพืชเสมอ การผลิตพืชที่ปราศจากเชื้อไวรัสนี้ต้องตัดส่วนยอดของพืชให้มีขนาดเล็กมากๆ ประมาณ 0.01–0.05 มม. ซึ่งคาดว่าเชื้อไวรัสไม่สามารถแพร่ขยายไปถึงบริเวณดังกล่าว แล้วนำชิ้นส่วนของพืชนี้ไปขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศต่อไป

การเก็บรักษาพันธุ์พืช

วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทำให้การเก็บรักษาพันธุ์พืชสามารถทำได้ในพื้นที่จำกัด ประหยัดแรงงานในการดูแลรักษา และปลอดภัยจากศัตรูพืช ภัยธรรมชาติ และการกลายพันธุ์

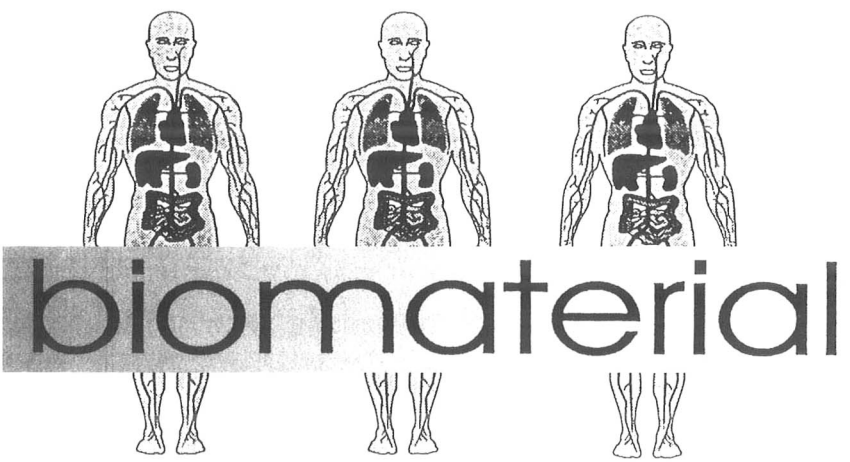
อย่างไรก็ตาม เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย รวมทั้งการศึกษาทางด้านชีวเคมี สรีรวิทยาของพืช และทางด้านพันธุกรรม นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย

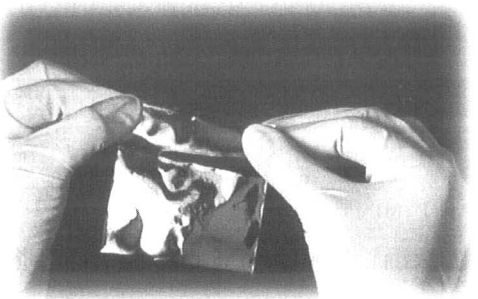
วัสดุชีวภาพ

ณัฐพร พันธุมนาวิน

วัสดุชีวภาพ (biomaterial) เป็นวัสดุที่ใช้เพื่อซ่อมแซมหรือทดแทนเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายหรือเป็นโรค หรือวัสดุที่เป็นส่วนหนึ่งของอวัยวะเทียม เช่น ฟันปลอม ขาปลอม ตับเทียม เป็นต้น

ประวัติการใช้วัสดุชีวภาพมีย้อนหลังไปกว่าสี่พันปีแล้ว นับตั้งแต่การใช้วัสดุจากธรรมชาติ เช่น เส้นผม ใยฝ้าย เอ็นของสัตว์ เปลือกไม้ และหนังสัตว์ จนกระทั่งถึงวัสดุชีวภาพที่สังเคราะห์ขึ้นซึ่งมักจะประกอบด้วย โลหะ เซรามิก และโพลิเมอร์ เรียกรวมกันว่า "วัสดุชีวภาพทางการแพทย์" (biomedical materials) เพื่อใช้แตกต่างจากวัสดุชีวภาพที่มาจากธรรมชาติ สำหรับคุณสมบัติของวัสดุชีวภาพนั้น นอกเหนือจากคุณสมบัติทางกล เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความทนทานแล้ว ยังจะต้องไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต สามารถเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในร่างกาย (biocompatible) และสามารถนำไปฆ่าเชื้อโดยการสเตอริไลส์ (sterilization) ได้





แผ่นเมมเบรนจากไคโตซาน ใช้ปิดแผล ช่วยลดแผลเป็นบนผิวหนัง

วัสดุชีวภาพถูกจัดจำแนกออกเป็นชนิดดูดซึมได้ในร่างกาย และชนิดที่ดูดซึมไม่ได้ ตัวอย่างของวัสดุชีวภาพชนิดที่ดูดซึมได้ที่มีที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ เปปไทด์ต่างๆ (เช่น คอลลาเจน อัลบูมิน ไฟบริน เจลาติน) เฮมิอะซีตาล (เช่น แป้ง กรดไฮยาลูโรนิก ไคติน) เอสเทอร์ (เช่น โพลิไฮดรอกซีบิวทีเรต และกรดโพลิมาลิก) รวมถึง ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ ด้วย ส่วนตัวอย่างของวัสดุชีวภาพที่เป็นวัสดุสังเคราะห์ แต่ร่างกายสามารถที่จะดูดซึมได้ คือ โพลิแล็กไทด์ โพลิแล็กโทน โพลิคาร์บอเนต โพลิ–อัลฟาไซยาโนอะครีเลต โพลิฟอสฟาซีน และโพลิแอนไฮไดรด์ เป็นต้น

สารไคตินและสารไคโตซาน เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่ผลิตจากเปลือกกุ้งและเปลือกปู

ตัวอย่างของวัสดุชีวภาพชนิดที่ดูดซึมไม่ได้ที่ใช้ทั่วไป ได้แก่ ไหม ลินิน ฝ้าย พอลิเอสเทอร์ โพลิเอไมด์ พอลิโพรพิลีน และเหล็กกล้า

วัสดุชีวภาพถูกนำไปใช้ทำ “ข้อต่อเทียม” มากที่สุด เช่น ข้อต่อกระดูกเชิงกราน ข้อต่อกระดูกต้นขา นอกจากนี้ไหมละลายที่ใช้เย็บแผล หรือเลนส์ที่เปลี่ยนให้แก่ผู้ที่เป็นต้อกระจกก็เป็นตัวอย่างที่พบเห็นบ่อยของวัสดุชีวภาพด้วย

ตัวอย่างของวัสดุชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ผลิตไหมเย็บแผล ได้แก่ ลำไส้เล็กของวัวและแกะที่ฆ่าเชื้อแล้วเรียกว่า "gut" ซึ่งมีความแข็งมากเมื่อทิ้งไว้ให้แห้ง ดังนั้นเพื่อลดความเจ็บปวดจึงได้มีการพัฒนาไหมเย็บแผลให้เป็นชนิดที่ร่างกายดูดซึมได้เรียกว่า "ไหมละลาย"

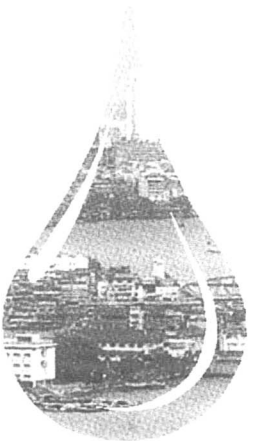
ไหมละลายนี้ อาจทำด้วยคอลลาเจนบริสุทธิ์ หรือพอลิเอสเทอร์สังเคราะห์ เช่น พอลิไกลโคไลด์ (เกลือของกรดไกลโคลิก) ก็ได้ มีคุณสมบัติที่จะ "ละลาย" ซึ่งหมายถึงถูกร่างกายดูดซึมได้ภายใน 90 วัน นอกจากวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้แล้ว พอลิไดออกซาโนนยังเป็นวัสดุชีวภาพสังเคราะห์อีกชนิดหนึ่งที่มีความนุ่มมากกว่า gut จึงไม่ทำให้เนื้อเยื่อบอบช้ำมากเท่า gut แต่ร่างกายจะใช้เวลาในการดูดซึมนานกว่าพอลิไกลโคไลด์ 2 เท่า

อย่างไรก็ตาม ความจำเป็นในการใช้วัสดุชีวภาพชนิดที่ดูดซึมไม่ได้ก็มีสูงเช่นกัน ตัวอย่างเช่น วัสดุที่ใช้ทำลิ้นหัวใจเทียมนั้นเป็นวัสดุชนิดเดียวกับที่ใช้ทำแคปซูลบรรจุสารกัมมันตภาพรังสีในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู คือ ไพโรไลติกคาร์บอน ซึ่งมีความทนทานมากและยังไม่ทำปฏิกิริยากับสารใดง่ายๆ อีกด้วย หรือวัสดุที่ใช้ทำเลนส์เทียมนั้นก็ทำจากพอลิเมทิลเมทธาคริเลต หรือยางซิลิโคน หรือไฮโดรเจล

เทคโนโลยีชีวภาพ กับสิ่งแวดล้อม

การบำบัดน้ำเสีย

ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์



"น้ำเสีย" มีอยู่หลายประเภท แต่ละประเภทมีสาเหตุของการเสียแตกต่างกันไป แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ น้ำเสียจากแหล่งชุมชน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันไปตามประเภทของสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียเหล่านั้น

การบำบัดน้ำเสียของแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม มีขั้นตอนดังนี้

การบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

การบำบัดส่วนใหญ่จะมุ่งไปสู่การกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำเสียนั้น ซึ่งวิธีการจะไม่ยุ่งยากนัก ทั้งนี้เนื่องจากความสกปรกในน้ำเสียมีไม่มาก การบำบัดใช้วิธีทางชีววิทยา โดยอาศัยประโยชน์จากจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เจือปนในน้ำเสีย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้

1. แยกตะกอนขนาดใหญ่ๆ ออก ตะกอนเหล่านี้อาจจะเป็นตะกอนดินทราย เศษอาหาร กระดาษ ใบตอง และถุงพลาสติก สิ่งเหล่านี้จะถูกแยก-

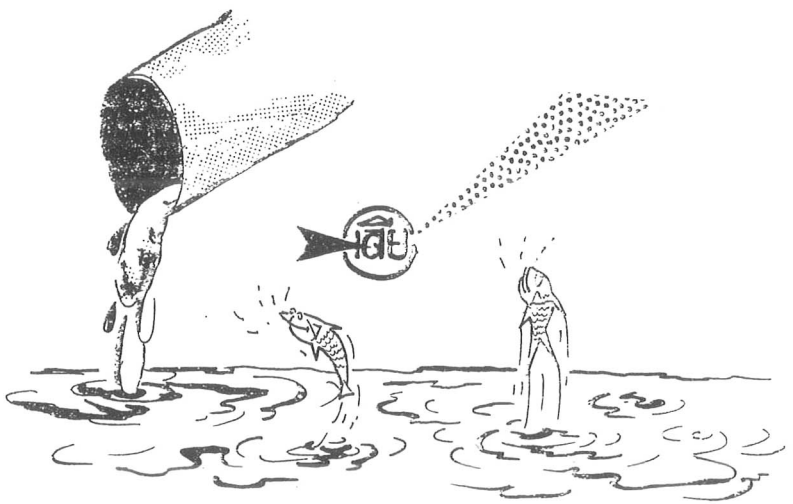
ออกโดยตะแกรง และรางตะกอน เพื่อป้องกันไม่ให้ไปอุดตันท่อระบายต่างๆ ของระบบบำบัด

2. กำจัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของสารละลายหรืออนุภาคที่แขวนลอยอยู่ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา โดยอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้ แต่จะมีตะกอนของจุลินทรีย์เกิดขึ้นซึ่งจะต้องกำจัดออกต่อไป

3. ขั้นตอนทำให้น้ำเสียมีความสะอาดมากขึ้นอีกจนสามารถใช้อุปโภคและบริโภคได้ ซึ่งอาจจะต้องใช้วิธีการทางเคมีและทางกายภาพในการตกตะกอนหรือดูดซับสารบางอย่างที่ไม่ได้ถูกกำจัดออกไปในขั้นตอนที่ 2 เช่น พวกสารประกอบฟอสเฟต สารประกอบโลหะ แอมโมเนีย ตลอดจนสารอินทรีย์ที่ยังหลงเหลืออยู่

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายประเภท สิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียเหล่านั้นก็แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของโรงงาน การบำบัดจึงยุ่งยาก ซับซ้อน และเสียค่าใช้จ่ายสูง ทั้งนี้เพราะขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งที่เจือปนในน้ำเสีย



เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์

ในกรณีของสารอินทรีย์ การบำบัดจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

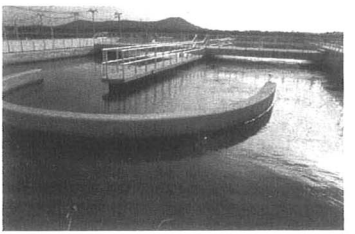
1. ลดอุณหภูมิของน้ำเสีย ถ้าน้ำเสียนั้นมีอุณหภูมิสูง

2. ปรับความเป็นกรด เป็นด่างให้เหมาะสม น้ำเสียบางแหล่งอาจจะมีค่าความเป็นกรด หรือด่างสูงมาก จำเป็นต้องปรับระดับให้พอเหมาะก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบกำจัดต่อไป

3. ระบบการกำจัดแบบไร้อากาศ เป็นการกำจัดโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในสถานที่ไร้อากาศ

4. ระบบการกำจัดแบบให้อากาศ

5. กำจัดสี โดยวิธีการเคมี



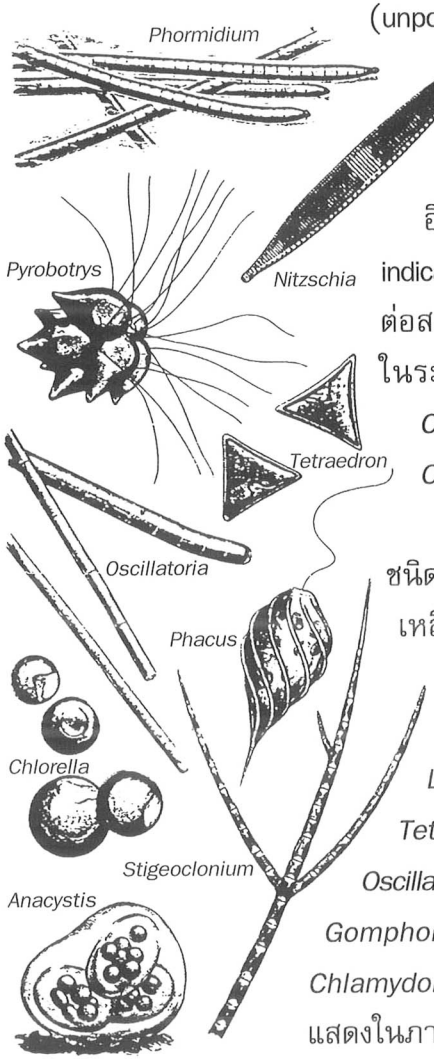
สาหร่าย : ดัชนีชี้วัดความเน่าเสียของแหล่งน้ำ

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์

คำว่า "มลพิษ" หรือ "ภาวะมลพิษ" (pollution) มักถูกนำมาใช้กับสภาวะสิ่งแวดล้อมซึ่งมีสถานภาพที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งนักวิจัยได้นำมาใช้ในการสำรวจชี้วัดความบริสุทธิ์และความเน่าเสียของแหล่งน้ำได้

เมื่อสิ่งปฏิกูลจากครัวเรือนหรือน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำ และก่อให้เกิดมลพิษในบริเวณโดยรอบ สาหร่ายทำหน้าที่เป็นตัวเติมแก๊สออกซิเจนให้แก่น้ำ และขณะเดียวกันก็จะใช้ประโยชน์จากผลิตผลพลอยได้ (by-products) ที่ได้จากกระบวนการทำให้น้ำบริสุทธิ์ด้วยวิธีทางธรรมชาติ (natural purification process) นั้น เมื่อมีการสำรวจชนิดและจำนวนสาหร่ายตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่นในส่วนของน้ำที่มีสิ่งปนเปื้อน (polluted portion) จะเห็นว่าชนิดและ

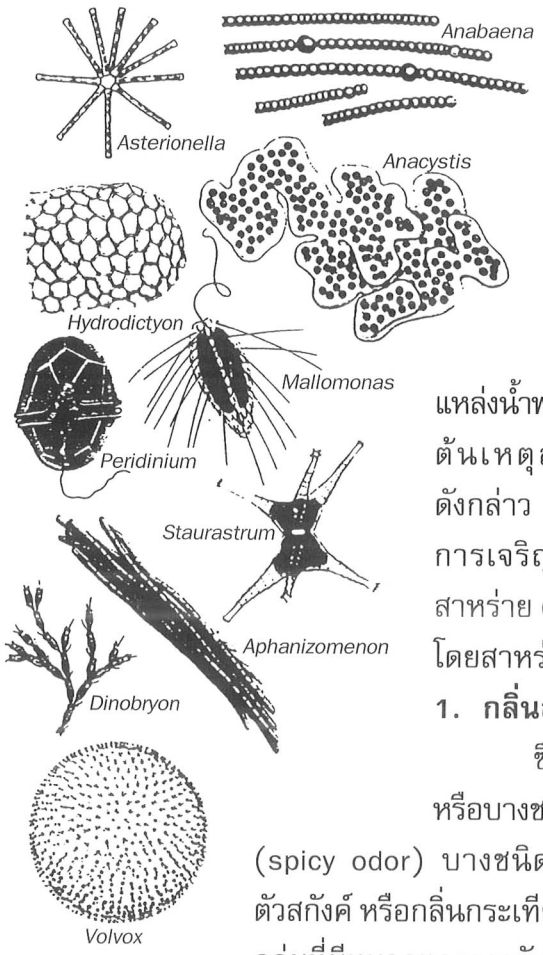
จำนวนสาหร่ายมีความแตกต่างไปจากน้ำส่วนที่ไม่ได้รับสิ่งปนเปื้อน (unpolluted portion) ขณะที่สิ่งปฏิกูลเข้าสู่ขั้นตอนการย่อยสลาย (stages of decomposition) ในกระแสน้ำ จำนวนและชนิดจุลินทรีย์ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และในที่สุดก็จะพบว่า จุลินทรีย์ที่พบในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (purified water) ด้วยวิธีทางธรรมชาติดังกล่าวข้างต้น และในน้ำที่ไม่มีสิ่งปนเปื้อนเลย (unpolluted water) จะมีชนิดและจำนวนที่เหมือนกัน



กลุ่มสาหร่ายสามารถเป็นตัวชี้ถึงการมีสิ่งปนเปื้อนประเภทอินทรียสารในแหล่งน้ำ (organic pollution indicator) โดยที่สาหร่ายกลุ่มนี้สามารถทนต่อสภาพที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในระดับสูง โดยเฉพาะสาหร่ายในสกุล *Chlamydomonas, Euglena, Navicula, Oscillatoria, Phormidium* และ *Synedra* นักวิจัยหลายกลุ่มได้ทำการสำรวจชนิดของสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีของเหลือทิ้งอินทรียสารปนเปื้อนในปริมาณสูง ได้แก่ *Phormidium, Agmenellum, Carteria, Pyrobotrys, Nitzschia, Lepocinclis, Anabaena, Euglena, Tetraedron, Chlorococcum, Spirogyra, Oscillatoria, Phacus, Chlorogonium, Chlorella, Gomphonema, Anacystis, Stigeoclonium, Chlamydomonas, Layngbya, Arthrospira* ดังแสดงในภาพประกอบ

สาหร่าย : สาเหตุของกลิ่นและรสในน้ำ

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์



ในธรรมชาติจะพบว่ามีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป จุลินทรีย์เหล่านี้มักทำให้เกิดปัญหาน้ำมีกลิ่น (odor) และรส (taste) จากการสำรวจแหล่งน้ำพบว่า บ่อยครั้งที่สาหร่ายเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (algal blooms) กลิ่นที่ผลิตโดยสาหร่ายมีดังนี้

1. กลิ่นอโรมาติก (aromatic odor)

ซึ่งมีกลิ่นคล้ายดอกไม้หรือผัก หรือบางชนิดผลิตกลิ่นคล้ายเครื่องเทศ (spicy odor) บางชนิดผลิตกลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นตัวสกังค์ หรือกลิ่นกระเทียม กลิ่นนี้ผลิตโดยสาหร่ายกลุ่มที่มีหนวดและรงควัตถุ (pigmented flagellates) และไดอะตอม

2. กลิ่นคาวปลา (fish odor)

ผลิตโดยสาหร่ายหลายชนิดในกลุ่มเดียวกับที่ผลิตกลิ่นอโรมาติก

3. กลิ่นหญ้า (grassy odor)

ผลิตโดยสาหร่ายสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ บางครั้งผลิตโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ไดอะตอม และสาหร่ายกลุ่มที่มีหนวดและรงควัตถุ

4. กลิ่นดิน (earthy odor) และกลิ่นขึ้นรา (musty odor)

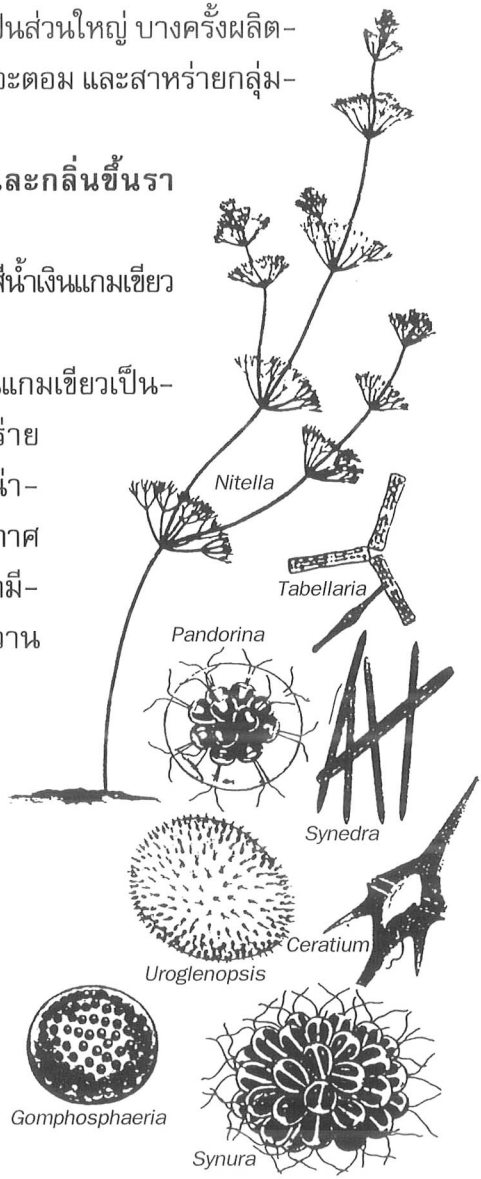
ส่วนใหญ่ผลิตโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

5. กลิ่นเน่า (septic odor)

ผลิตโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นส่วนใหญ่ และบางครั้งโดยสาหร่ายสีเขียว กลิ่นนี้มักเกิดเมื่อมีการเน่าเปื่อยของสาหร่ายในสภาพที่ไร้อากาศ

สาหร่ายบางชนิดทำให้น้ำมีรส (taste) แปลกไป เช่น รสหวาน (sweet) และรสขม (bitter)

สาหร่ายที่ทำให้น้ำมีกลิ่นและรสดังกล่าวข้างต้นจัดอยู่ในสกุล (genus) ต่างๆ และมีรูปร่างดังแสดงในภาพประกอบ

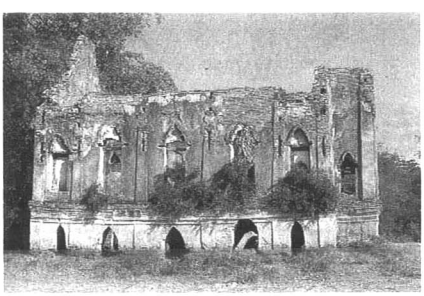


สาหร่ายกับการเสื่อมสภาพทางชีวภาพ

ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์

ในปัจจุบันจะเห็นว่าเมืองใหญ่หลายแห่งของประเทศไทย รวมทั้งกรุงเทพมหานคร มีการก่อสร้างอาคารระฟ้าเป็นจำนวนมาก ในขณะเดียวกันหากท่านสังเกตต่อไป ก็จะพบว่าอาคารหลายแห่งทั้งที่สร้างใหม่และสร้างมานานแล้วกำลังประสบกับปัญหาการเสื่อมสภาพของฟิล์มสีหรือพื้นผิวอาคาร อันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของสาหร่าย ที่จริงแล้วปัญหาการเสื่อมสภาพของพื้นผิวเนื่องมาจากสาหร่ายนี้ได้เกิดขึ้นกับโบราณสถาน โบราณวัตถุ ที่ตั้งอยู่กลางแจ้งมาเบนเวลานานแล้ว แต่เรายังไม่เห็นความสำคัญของปัญหานี้มากนักเพราะเป็นสิ่งที่ยังอยู่ไกลตัว

สาหร่ายจัดเป็นจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพทางชีวภาพ (biodeterioration) ที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจาก



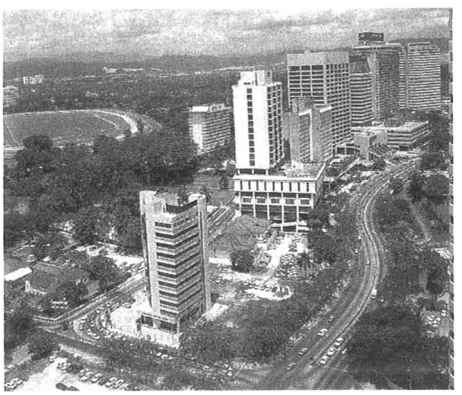
สาหร่ายบางชนิดสามารถสร้างกรดอินทรีย์กัดกร่อนพื้นผิวและสีที่ทาภายนอก รวมทั้งมีการทำลายฟิล์มของสีขณะพื้นผิวบริเวณที่มีสาหร่ายเจริญอยู่แห้งตัวลง ทำให้เกิดการหดตัวและการหลุดร่อน

ของฟิล์มสีทำให้สภาพพื้นผิวเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ เมื่อกลุ่มเซลล์ของสาหร่ายแห้งหรือตายจะปรากฏให้เห็นเป็นแนวหรือคราบสีน้ำตาลดำ ก่อให้เกิดความน่ารังเกียจ ในบางสภาวะสาหร่ายอาจอยู่ในรูปของสปอร์ทำให้มีการฟุ้งกระจายไปในอากาศ การสร้างกลุ่มเซลล์ของสาหร่ายทำให้ขัดขวางการไหลของน้ำ เกิดการกักเก็บน้ำบนพื้นผิว เป็นผลให้เกิดความชื้นสะสมบนพื้นผิวอาคารและยังชักนำให้เกิดการเจริญและพัฒนาของพืชชั้นสูงขึ้นตามลำดับต่อไป ได้แก่ ไลเคนส์ (lichens) พืชจำพวกมอส (bryophytes), พืชจำพวกเฟิร์น (pteridophytes) และพืชที่สร้างเมล็ด (spermatophytes) ซึ่งพืชในกลุ่มต่างๆ ที่กล่าวมาจะมีบทบาทต่อการกัดกร่อนทางเคมีและกายภาพอย่างรุนแรงต่อไป

ไลเคนส์ (lichens)

สาหร่ายเหล่านี้สามารถเจริญได้บนพื้นผิวเปียกชื้นที่ได้รับแสงอย่างเพียงพอ การเกาะของสาหร่ายบนพื้นผิวได้รับความสนใจจากนักวิจัยในประเทศสหราชอาณาจักรและในยุโรป โดยได้มีการศึกษาถึงปัญหานี้มานานกว่า 20 ปีแล้ว อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นกับประเทศในเขตอบอุ่นและเขตหนาวมีความรุนแรงไม่มากเท่ากับในเขตร้อน

เนื่องจากในเขตร้อนสภาพแวดล้อมที่ร้อนและชื้น จุลินทรีย์ต่างๆ รวมทั้งสาหร่ายสามารถเจริญได้อย่างมากมายและรวดเร็วอย่างเห็นได้ชัด ประเทศในเขตร้อนดังจะเห็นได้จากประเทศในแถบเอเชีย เช่น อินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และไทย ได้ศึกษาถึงปัญหานี้แต่ก็จำกัดอยู่เฉพาะโบราณสถานและโบราณวัตถุเท่านั้น ในประเทศอินเดียมีการศึกษาถึงการควบคุมการเจริญของสาหร่ายบนพื้นผิวของโบราณสถาน ขณะที่บางประเทศ เช่น สิงคโปร์ ได้ให้ความสำคัญต่อปัญหาที่เกิดกับตัวอาคารบ้านเรือน เนื่องจากได้รับผลกระทบของการเจริญของสาหร่ายบนพื้นผิวอาคารสูงอย่างรุนแรง โดยได้ศึกษาถึงชนิดของสาหร่ายที่สามารถเจริญบนพื้นผิวคอนกรีตและพื้นผิวที่ทาสีในสิงคโปร์ รวมทั้งได้หาวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมหรือป้องกันและชะลอการเจริญของสาหร่ายโดยเฉพาะบนพื้นผิวที่ทาสีซึ่งได้ทำการศึกษาทดลองและพัฒนาจนกระทั่งได้มีการกำหนดมาตรฐานวิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์สีที่ใช้ทาภายนอกออกมาใช้เป็นประเทศแรกแล้ว



มลภาวะน้ำมันในทะเล

ดร. สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์

น้ำมัน เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก การขนส่งน้ำมันดิบและน้ำมันที่กลั่นแล้วทางทะเลเป็นวิธีที่ช่วยให้บรรลุความต้องการน้ำมันเพื่อใช้เป็นพลังงานของประเทศต่างๆ ได้ แต่ในระหว่างการขนถ่ายน้ำมันมักจะมีน้ำมันจำนวนหนึ่งหกลงทะเล ซึ่งอาจเป็นการบังเอิญหรือโดยปกติของการทำงานของเรือบรรทุกน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่หกลงทะเลแต่ละปีจากเรือบรรทุกน้ำมันหรือจากแหล่งอื่นๆ เช่น แหล่งน้ำมันไหลซึมและของทิ้งจากอุตสาหกรรมต่างๆ มีปริมาณ 2 ล้านตันต่อปี ซึ่งยังไม่รวมถึงไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ติดไฟ ผลิตภัณฑ์สันดาปที่ตกลงมาจากอากาศและไฮโดรคาร์บอนที่สังเคราะห์โดยสิ่งมีชีวิตในทะเล

สาเหตุของมลภาวะน้ำมันในทะเล

1. *เกิดจากอุบัติเหตุ* เช่น การรั่วหรือแตกของท่อขนส่งน้ำมันดิบใต้ทะเล การขนถ่ายน้ำมันจากเรือบรรทุกน้ำมัน เกิดการรั่วหรือแตกของท่อสายยางที่ใช้ในการสูบถ่ายน้ำมัน การรั่วหรืออับปางของเรือบรรทุกน้ำมัน เกิดรอยรั่วจากน้ำมันที่พื้นทะเลหรือมหาสมุทรโดยธรรมชาติ เนื่องจากการขุดเจาะน้ำมัน

2. *เกิดจากการกระทำของมนุษย์* เช่น การเทน้ำมันเครื่อง น้ำมันล้างเครื่องจักร เครื่องยนต์ลงสู่ทะเล การทิ้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

3. *เกิดจากแหล่งธรรมชาติโดยสิ่งมีชีวิตในทะเล* เช่น แบคทีเรีย แพลงก์ตอน และสาหร่าย สร้างไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ ขึ้น

น้ำมันดิบมีไฮโดรคาร์บอน 90–99 % ส่วนที่เหลือประกอบด้วย กำมะถัน ออกซิเจน ไนโตรเจน และโลหะอีกเล็กน้อย ความแตกต่างขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนและที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอนทำให้น้ำมันมีคุณภาพที่แตกต่างกันไป ไฮโดรคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของน้ำมันดิบส่วนใหญ่ ได้แก่ alkane หรือ paraffin cycloalkane (naphthenes) และสารอะโรมาติกที่มี benzene ring 1 วงหรือมากกว่า

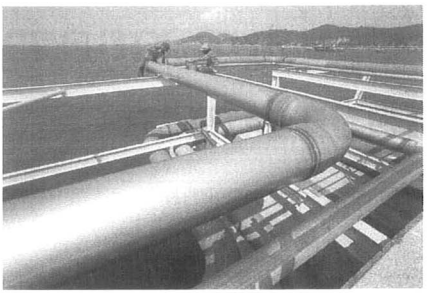
การเปลี่ยนแปลงมลภาวะน้ำมันในทะเล

มีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อน้ำมันหกลงทะเลจะเข้ามารวมกันอย่างรวดเร็วและกลายเป็นแผ่นน้ำมันที่ผิวน้ำ ซึ่งจะถูกกระแสลม คลื่น พัดพาไป ไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยได้ในแผ่นน้ำมันก็จะเริ่มระเหยไป เมื่ออัตราการระเหยมากขึ้น แผ่นน้ำมันที่เหลือก็จะมีความหนืดและความหนาแน่นมากขึ้น ทำให้จมลงสู่ก้นทะเล
2. สารประกอบของน้ำมันที่ละลายน้ำได้จะละลายไปกับน้ำทะเล
3. เกิดการรวมตัวของน้ำมันและน้ำ (emulsion) มี 2 รูปแบบคือ

น้ำมันในน้ำ (oil in water) และน้ำ-ในน้ำมัน (water in oil)

4. สารบางชนิดที่มีอยู่ในน้ำทะเล อาจรวมตัวกับน้ำมันทำให้เกิดความหนาแน่นมากขึ้น และน้ำมันก็จมลง



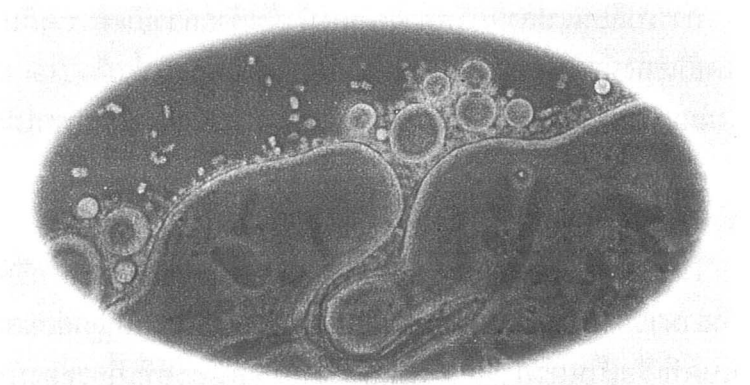
การเปลี่ยนแปลงสภาพต่างๆ ของน้ำมันดังกล่าวเกิดควบคู่กับการออกซิเดชันของน้ำมันบางส่วน ทำให้เกิดสภาพเป็นก้อนน้ำมัน (tar balls) ก้อนน้ำมันเหล่านี้จะสะสมอยู่ในตะกอนและตามบริเวณชายฝั่ง ซึ่งพบได้ตามชายหาดและบนดิน

จุลินทรีย์ที่มีผลต่อมลภาวะน้ำมัน

ในทันทีที่น้ำมันหกลงในทะเล จะมีการปะปนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่สามารถเจริญเติบโตโดยใช้น้ำมันและสารจากน้ำมันที่ถูกย่อยสลายแล้ว แบคทีเรียเป็นตัวการสำคัญที่สุดในกลุ่มจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายน้ำมัน ซึ่งส่วนมากเป็นแบคทีเรียในสกุล (genus) *Pseudomonas, Achromobacter, Alcaligenes* และ *Flavobacterium* นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียอีกหลายพันธุ์ที่สามารถออกซิไดส์น้ำมัน ได้แก่ *Acinetobacter, Mycobacterium, Brevibacterium, Corynebacterium* และ *Arthrobacter*

การย่อยสลายคราบน้ำมันโดยจุลินทรีย์

พงศธร ประภักรางกูล



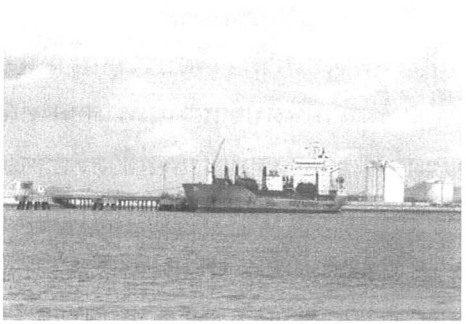
จากอุบัติเหตุเรือบรรทุกน้ำมันรั่ว การแตกของท่อส่งน้ำมันและเหตุการณ์ที่คล้ายกันนี้ ซึ่งเกิดขึ้นในที่ต่าง ๆ ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการศึกษาการนำจุลินทรีย์มาย่อยสลายคราบน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันดิบ (crude oil) ในธรรมชาติสามารถถูกย่อยสลายทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) ซึ่งจะปรากฏทั่วไปในทะเล ในดิน และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ การย่อยสลายทางชีวภาพในไฮโดรคาร์บอนโดยจุลินทรีย์จึงเป็นอีกหนทางหนึ่งซึ่งสามารถกำจัดคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้

น้ำมันดิบ สามารถแบ่งชนิดได้ตามองค์ประกอบของอัลเคน (alkanes) อะโรมาติกส์ (aromatics) แอสพาทีน (asphatenes) ไนโตรเจน (nitrogen) ออกซิเจน (oxygen) และซัลเฟอร์ (sulphur)

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมี และความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันดิบ ได้แสดงให้เห็นว่า น้ำมันดิบที่ประกอบด้วยอัลเคนที่มีความเข้มข้นสูงจะง่ายต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ในอัลเคนที่เป็นสายตรงและอัลเคนที่เป็นกิ่งก้านสาขาจะถูกเมแทบอไลส์ (metabolize) โดยจุลินทรีย์เป็นลำดับแรก ขณะที่อัลเคนที่มีสายยาว (C_{28} – C_{32}), cycloalkane และ asphalternes จะไม่ถูกย่อยสลาย อย่างไรก็ตามการเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพจะลดลงเมื่อมี benzene ring เพิ่มขึ้น

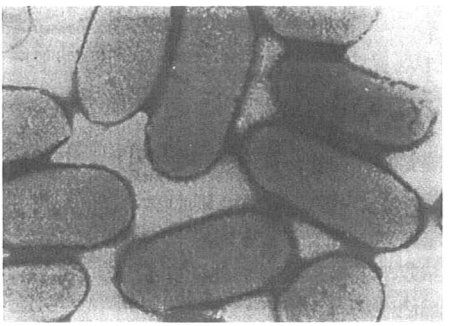
การย่อยสลายคราบน้ำมันเกิดจากการที่ไฮโดรคาร์บอนถูกใช้เป็นแหล่งคาร์บอนที่เข้าสู่เซลล์ ซึ่งกลไกการใช้ไฮโดรคาร์บอนโดยการดูดซึมอัลเคนเข้าสู่เซลล์นั้น มีความสัมพันธ์กันกับความสามารถของจุลินทรีย์ในการปล่อยสารลดแรงตึงผิว (surfactant)

การสัมผัสของผิวเซลล์กับหยดน้ำมันมาจากการเกิดของเมตาบอไลต์ระดับเซลล์ (cellular metabolite) ด้วยคุณสมบัติ surface active เพื่อลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวที่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่า critical micelles concentration (CMC) สามารถเกิดเป็น micelles ได้ ซึ่งจะละลายอัลเคนเข้าสู่เซลล์ได้เร็วขึ้น และทำให้ไฮโดรคาร์บอนถูกย่อยสลายไปในที่สุด



จุลินทรีย์กำจัดคราบน้ำมัน

ดร. วัลลภา อรุณไพโรจน์



มนุษย์เราได้พยายามที่จะนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เพื่อความเป็นอยู่อย่างสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน น้ำมัน นับว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดในปัจจุบันนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคมนาคม จากการใช้ประโยชน์นี้เอง บางครั้งก็ทำให้เกิดปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ หรืออาจเกิดจากการขาดความระมัดระวัง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป

ในปี พ.ศ. 2532 ณ รัฐอลาสกา สหรัฐอเมริกา เรือบรรทุกน้ำมันเอ็กซอลวัลเดซได้ประสบอุบัติเหตุ ทำให้มีน้ำมันดิบจำนวนมหาศาลไหลออกมา ทำความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมชายฝั่งรวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นด้วย นักวิทยาศาสตร์หลายสาขาได้ร่วมมือกันแก้ปัญหาอันใหญ่หลวง ทั้งการใช้ทุ่นน้ำมัน เครื่องดูดน้ำมัน เครื่องฉีดพ่นน้ำทั้งความดันสูงและความดันต่ำ รวมไปถึงการระดมแรงงานผู้อาสาสมัครขัดถูก้อนหินตามชายฝั่ง อย่างไรก็ตามยังมีคราบน้ำมันบางส่วนหลงเหลืออยู่ นักวิทยาศาสตร์จึงได้ทดลองใช้วิธีสลายคราบน้ำมันตามชายฝั่งโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ธรรมชาติ โดยการเติมธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ให้เร็วขึ้น ทำให้การขจัดคราบน้ำมันได้เป็นผลสำเร็จในระยะเวลาเพียง 2 สัปดาห์ อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อยมาก

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะประสบปัญหาไม่มากนักแต่ก็เคยมีอุบัติเหตุจากเรือบรรทุกน้ำมัน 17 ครั้งในช่วงเวลา 22 ปีที่ผ่านมา แต่ละครั้งก็ทำให้เกิดผลกระทบต่อชายฝั่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้น้ำมันที่เล็ดลอดมาจากกิจกรรมต่างๆ ตามแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม การคมนาคม จากอู่ซ่อมรถหรือปั๊มน้ำมัน ทำให้เกิดคราบน้ำมันปนเปื้อนอยู่มาก ยากต่อการกำจัด และนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้สนใจติดตามปัญหาเหล่านี้มาโดยตลอด จึงได้มีโครงการศึกษาวิจัยการใช้จุลินทรีย์กำจัดคราบน้ำมัน

เริ่มแรกได้มีการศึกษาด้านเอกสารว่า ต่างประเทศได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการกำจัดคราบน้ำมันด้วยวิธีการอะไรบ้าง โดยเฉพาะวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น วท. ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและน้ำที่ปนเปื้อนคราบน้ำมันจำนวน 65 ตัวอย่าง จากสถานที่ต่างๆ เช่น สถานีบริการน้ำมัน คูคลองที่ปนเปื้อนน้ำมัน ชายฝั่งทะเลและแม่น้ำ รวมทั้งบ่อบำบัดคราบน้ำมันจากโรงกลั่นและแหล่งขุดเจาะน้ำมันสิริกิติ์ นำตัวอย่างที่ได้มาแยกเชื้อจุลินทรีย์และนำมาทดสอบความสามารถในการย่อยสลายคราบน้ำมันโดยเฉพาะน้ำมันดิบ (crude oil) และน้ำมันเครื่องยนต์ (engine oil) วท. ได้ประสบผลสำเร็จใน-

การค้นพบแบคทีเรียสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีความสามารถย่อยสลายน้ำมันดิบและน้ำมันเครื่องยนต์ได้ผลดีมาก จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ เชื้อ *Pseudomonas* sp. TISTR 984 และ *Acinetobacter* sp. TISTR 985 เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายน้ำมันซึ่งได้มาจากต่างประเทศ อาทิ *Acinetobacter calcaoceticus* ATCC 31012 และ *Rhodococcus* sp. ATCC 21504

การทดสอบประสิทธิภาพของการย่อยสลายคราบน้ำมัน ทำได้โดยการดูการแพร่กระจายของเม็ดน้ำมันสู่น้ำมัน (emulsification) และการตรวจวิเคราะห์การแตกตัวของสารไฮโดรคาร์บอนขนาดต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำมันด้วยวิธีทางเคมี

วท. ได้ทดลองขยายการผลิตแบคทีเรียทั้ง 2 สายพันธุ์ ในปริมาณ 1 ลิตร 10 ลิตร 300 ลิตร และในปริมาณ 1 ตัน เพื่อพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการกำจัดคราบน้ำมันได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ

วิธีการกำจัดคราบน้ำมันในกรณีที่มีอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลหรือมหาสมุทร มีหลักการสากลดังนี้

ขั้นแรก – ใช้วิธีการทางกายภาพ ได้แก่ ใช้ทุ่น (boom) เก็บกักน้ำมันที่รั่วไหลให้มากที่สุดและดูดเก็บน้ำมันด้วยเครื่องดูดซับน้ำมันแบบต่างๆ (skimmer)

ขั้นที่สอง – ใช้วิธีทางเคมี โดยพ่นสารเคมีลงบนผิวน้ำมันให้น้ำมันแตกตัว กระจายเป็นหยดเล็กๆ และช่วยป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำมัน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ต้องรีบกระทำก่อนที่คราบน้ำมันจะมีความหนืดมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของสารเคมีลดลง

ขั้นที่สาม – ปล่อยให้จุลินทรีย์ในธรรมชาติย่อยสลาย ซึ่งต้องใช้เวลานาน สำหรับแบคทีเรียย่อยคราบน้ำมันที่ค้นพบนี้จะสามารถนำมาใช้แทนสารเคมีในขั้นที่สอง และช่วยย่นระยะเวลาของการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ

วท. กำลังพัฒนาวิธีการใช้แบคทีเรียในการกำจัดคราบน้ำมัน 2 รูปแบบ

1. ใช้แบคทีเรียที่มีชีวิตในการกำจัดคราบน้ำมัน โดยเติมแบคทีเรียในถังปฏิกิริยาควบคู่กับระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการย่อยสลายน้ำมันแล้ว แบคทีเรียเหล่านี้จะถูกทำให้ตกตะกอนแยกออกจากส่วนที่เป็นน้ำก่อนที่น้ำหลังการบำบัดจะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองต่อไป (ระบบปิด)

2. การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่ผลิตโดยแบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมันที่ไม่มีตัวแบคทีเรียที่มีชีวิต โดยนำไปพ่นลงบนคราบน้ำมันในแหล่งที่มีการปนเปื้อนน้ำมัน (ระบบเปิด)

ผลสำเร็จในครั้งนี้เป็นก้าวหนึ่งของนักวิจัยไทย ถึงแม้ว่าจะยังไม่ได้นำไปใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แบบ แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่ไม่ไกลเกินความจริงที่จะได้พัฒนานำไปใช้ประโยชน์ในการขจัดคราบน้ำมันในสถานที่ต่างๆ เพื่อประเทศไทยในอนาคตจะปราศจากมลภาวะที่เกิดจากน้ำมันได้

ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายน้ำมันด้วยจุลินทรีย์

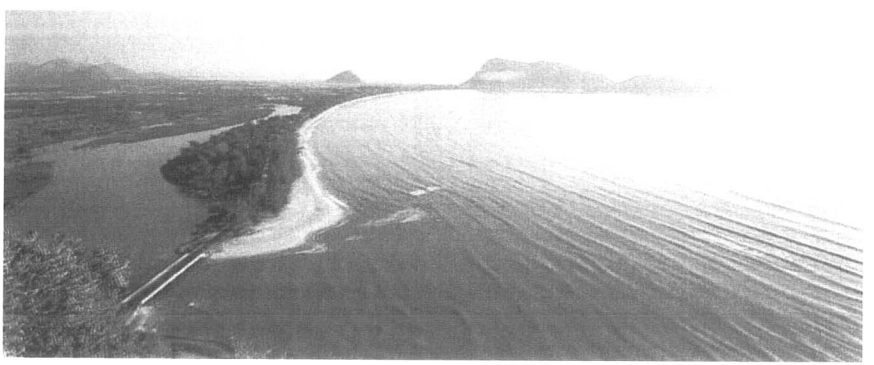
ดร. สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์

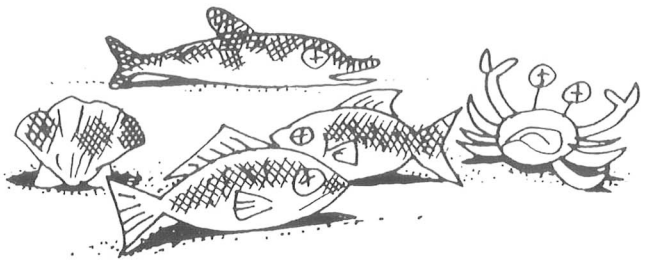
การย่อยสลายน้ำมันโดยธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งได้กล่าวไปแล้วว่า มีจุลินทรีย์ชนิดใดบ้างที่สามารถย่อยสลายน้ำมันได้ แต่การย่อยสลายน้ำมันด้วยจุลินทรีย์จะต้องมีอีกหลายปัจจัยเพื่อให้การย่อยสลายน้ำมันมีประสิทธิภาพ ปัจจัยเหล่านั้นได้แก่

อุณหภูมิ

มีผลต่อทุกกระบวนการทางชีวเคมีในการสลายไฮโดรคาร์บอนทั้งทางตรงและทางอ้อม การสลายไฮโดรคาร์บอนจะเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิสูงถึงอุณหภูมิต่ำ ในขณะที่อุณหภูมิของน้ำทะเลส่วนใหญ่อยู่ในช่วง −2 ถึง 30 ° ซ. และ 90% ของปริมาณน้ำในมหาสมุทรจะมีอุณหภูมิ 4 ° ซ. หรือต่ำกว่าซึ่งผลของอุณหภูมิต่อการย่อยสลายน้ำมัน คือ

1. แบคทีเรียพวก facultative psychrophile เจริญที่อุณหภูมิ −1, 4, 8 และ 25 ° ซ. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของการเลี้ยงเชื้อจาก 4 เป็น 8 ° ซ. และจาก 8 เป็น 25 ° ซ. การใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายน้ำมันจะเพิ่ม-





มากขึ้นเป็น 2 เท่า

2. ในการย่อยสลายน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 ° ซ. การเจริญของแบคทีเรียถึงระดับ stationary phase จะใช้เวลานาน ทำให้เวลาที่ใช้ในการสลายไฮโดรคาร์บอนจะนานกว่าที่อุณหภูมิสูงด้วย

3. ที่อุณหภูมิ 0 และ 5 ° ซ. แบคทีเรียบางชนิดจะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมัน และเมื่ออุณหภูมิเป็น 10 ° ซ. ราและยีสต์บางตัวจะมีประสิทธิภาพ

4. แบคทีเรียพวกชอบอุณหภูมิต่ำ (psychrophile) สามารถย่อยสลายน้ำมันในน้ำและน้ำแข็งที่อุณหภูมิระหว่าง −1.5 ถึงใกล้ 0 ° ซ. และจะไวต่อการเพิ่มของอุณหภูมิ

ออกซิเจน

การสลาย alkane และสารประกอบอะโรมาติกอย่างสมบูรณ์นั้นจะต้องขึ้นกับโมเลกุลของออกซิเจน ซึ่งในการออกซิไดส์ไฮโดรคาร์บอน 1 มิลลิกรัม อย่างสมบูรณ์ต้องใช้ออกซิเจน 3–4 มิลลิกรัม ในขณะที่มีออกซิเจนละลายอยู่ที่ผิวน้ำทะเล 6–12 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณนี้เพียงพอสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวน้ำมัน แต่บริเวณที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์สูง เช่น ที่ตะกอนดินหรือสภาพแวดล้อมที่เกิดมลภาวะอย่างมากจะมีการใช้ออกซิเจนมากกว่าออกซิเจนที่ซึมลงไป น้ำมันที่ตกลงสู่ท้องทะเล จะไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเวลานานหลายเดือน แต่น้ำมันที่บริเวณผิวน้ำทะเลเท่านั้นที่มีการย่อยสลายเกิดขึ้น

ความดัน

มลภาวะน้ำมันเมื่อผ่านการออกซิไดส์ทีละน้อย และรวมตัวกับอนุภาคต่างๆ ในน้ำทะเลจนมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ก็จะจมลงสู่ท้องทะเลลึก ความดันน้ำที่สูงและอุณหภูมิที่ต่ำจะลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ลง ทำให้การย่อยสลายน้ำมันในทะเลลึกเกิดขึ้นอย่างช้ามาก

ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

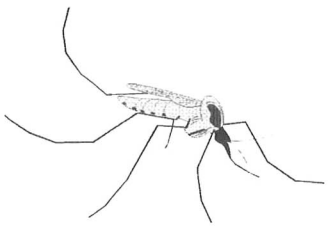
ในน้ำทะเลที่ไม่เกิดมลภาวะ มีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมาก แต่ในบริเวณที่มีมลภาวะน้ำมันจะมีการใช้คาร์บอนอย่างมาก ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำทะเลเล็กน้อยจะมีผลต่อการจำกัดการเจริญของจุลินทรีย์และต่อการสลายน้ำมัน ซึ่งเมื่อเติมฟอสเฟตและไนเตรตลงไป จุลินทรีย์จะสลายส่วน alkane ของน้ำมันเพิ่มจาก 3% เป็น 70%

แหล่งคาร์บอนอื่นๆ

ในบริเวณที่ไม่เกิดมลภาวะน้ำมันมักจะมีสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำทะเลไม่เกิน 1–2 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่บริเวณชายฝั่งซึ่งเป็นเขตที่อยู่อาศัยหรือแหล่งอุตสาหกรรมจะมีปริมาณสารอินทรีย์ในทะเลแตกต่างกันมาก สารอินทรีย์เหล่านี้อาจไปรบกวนการสลายไฮโดรคาร์บอน มีรายงานว่าสารอินทรีย์ความเข้มข้นต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลต่อการย่อยสลายน้ำมัน โดยไปกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่อการสลายไฮโดรคาร์บอน ในขณะที่แหล่งคาร์บอนอื่นๆ เช่น กลูโคสหรือกรดไขมัน มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของน้ำมันลดลง

แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุง

พวงเพ็ญ สุยะนันทน์



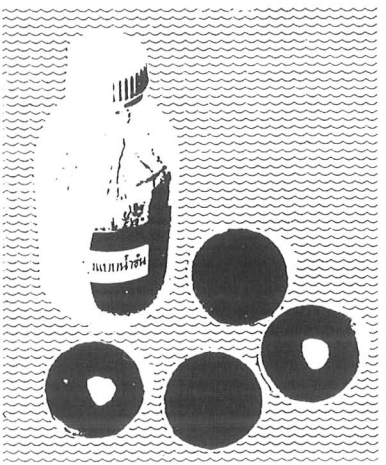
ยุง เป็นพาหะสำคัญในการนำโรคร้ายมาสู่มนุษย์ การป้องกันยุงกัดโดยทั่วๆ ไปจะใช้มุ้งหรือสารเคมีฆ่ายุง แต่ปัจจุบันยุงสามารถสร้างภูมิคุ้มกันสารเคมีได้มากขึ้น ทำให้ต้องใช้ในปริมาณเพิ่มหรือเปลี่ยนไปใช้สารเคมีที่แพงกว่าและสารเคมีเหล่านั้นจะตกค้างสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมทำให้ไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ประสบความสำเร็จในการผลิตแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงในระดับกึ่งอุตสาหกรรมสาธิต โดยใช้แบคทีเรียบาซิลลัส สเฟริคุส 1593 (*Bacillus sphaericus* 1593) ซึ่งได้รับการแนะนำจากองค์การอนามัยโลกว่าปลอดภัยต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง แบคทีเรียสายพันธุ์นี้มีประสิทธิภาพพิเศษที่มีสารพิษฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefaseuatus*) ซึ่งเป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบ และยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย กล่าวคือ เมื่อลูกน้ำยุงกินแบคทีเรียเข้าไป แบคทีเรียจะถูกย่อยในทางเดินอาหารซึ่งเป็นด่าง ทำให้สารพิษถูกปล่อยออกมาและจะไปทำลายทางเดินอาหารของลูกน้ำยุง แบคทีเรียนี้จะเพิ่มปริมาณและแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินโลหิตของยุงก่อให้เกิดการติดเชื้อ ทำให้ยุงตายก่อนที่จะเจริญเติบโตเป็นยุงตัวเต็มวัย

การดำเนินโครงการดังกล่าว วท. ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ให้ดำเนินการวิจัยโดยได้รับความร่วมมือจากคณะวิทยาศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และกรมวิทยาศาสตร์บริการ ขณะนี้สามารถผลิตแบคทีเรียสายพันธุ์นี้ได้ในระดับกึ่งอุตสาหกรรม-สาธิตคือ ขนาดถังหมัก 300 ลิตร ผลผลิตที่ได้เมื่อทดสอบกับยุงรำคาญและ-ยุงก้นปล่องแล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพสูง สามารถฆ่าลูกน้ำยุงทั้งสองได้ดี

วท. ได้พัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้เหมาะสม เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. รูปแบบน้ำข้น และ
2. รูปแบบลอยน้ำ



รูปแบบน้ำข้นนั้นสะดวกในการนำไปใช้ฆ่าลูกน้ำยุงในบริเวณใกล้ๆ เพราะต้องเก็บในห้องเย็นเพื่อกันการบูดเสียหรือเสื่อมสภาพ ส่วนรูปแบบลอยน้ำนั้นเป็นทุ่นลอยขุยมะพร้าวอัดซุบแบคทีเรีย เพื่อความสะดวกในการเก็บรักษาและการขนส่งไกลๆ และให้เหมาะกับการใช้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ นอกจากนั้นยังได้มีการพัฒนาเครื่องอัดและกระบวนการอัดให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นอีกด้วย

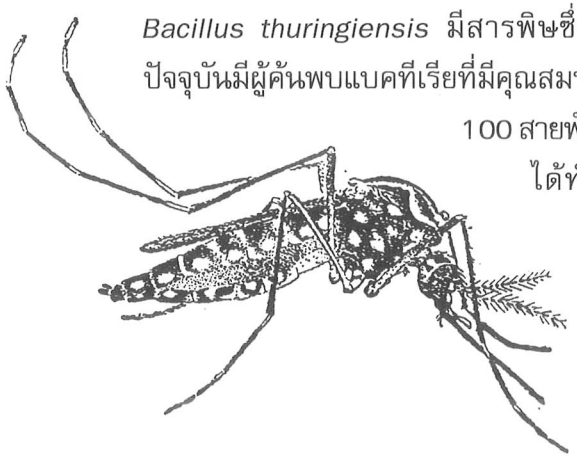
วท. ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจของกระบวน-การผลิตแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงนี้ โดยขยายกำลังผลิตเป็นขนาด 2,000 ลิตร ต่อรุ่นการผลิต ได้ผลว่าต้นทุนการผลิตจะลดลง โดยรูปแบบน้ำข้นลิตรละ 1,677 บาท และแบบทุ่นลอยก้อนละ 4.63 บาท

สารพิษฆ่ายุงจากแบคทีเรีย

พวงเพ็ญ สุยะนันทน์

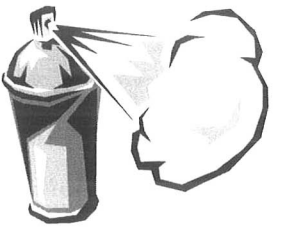
เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ายุงก่อให้เกิดความรำคาญและอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง เพราะยุงเป็นพาหะนำโรคร้ายหลายชนิด เช่น ไข้เลือดออก ไข้สมองอักเสบ ไข้มาลาเรีย และโรคเท้าช้าง การจะป้องกันยุงกัดโดยการใช้มุ้งลวด ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มและไม่อาจปฏิบัติได้ในทุกสถานที่ ดังนั้นการฆ่ายุงในช่วง 40 ปีมานี้จึงใช้สารเคมีจำพวกดีดีทีฉีดพ่นในบริเวณบ้าน แหล่งน้ำ ท่อน้ำทิ้ง ซึ่งมีเป้าหมายฆ่าทั้งยุงโตเต็มวัยและลูกน้ำยุง แต่ปัจจุบันพบว่าเกิดปัญหาติดตามการใช้สารเคมีดีดีทีฆ่ายุง คือ ยุงสามารถสร้างภูมิต้านทานสารเคมีเหล่านี้ได้ จึงต้องใช้สารเคมีในปริมาณมากกว่าเดิม และนอกจากนี้สารพิษเหล่านี้ยังคงตกค้างและสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ทำการฉีด อันก่อให้เกิดปัญหามลพิษไม่ปลอดภัยแก่มนุษย์และสัตว์เลี้ยงที่อยู่ในบริเวณนั้น ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงพยายามค้นคว้าหายาฆ่ายุงที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อไป

เมื่อปี ค.ศ. 1909 ดร. เบอร์ลิเนอร์ ได้ค้นพบว่าแบคทีเรียชื่อ *Bacillus thuringiensis* มีสารพิษซึ่งสามารถกำจัดแมลงได้ ปัจจุบันมีผู้ค้นพบแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเดียวกันนี้เพิ่มมากกว่า 100 สายพันธุ์แล้ว ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาและพัฒนาจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกำจัดและควบคุมแมลง ซึ่งเป็นศัตรูของคนและพืชเศรษฐกิจ วิธีการ



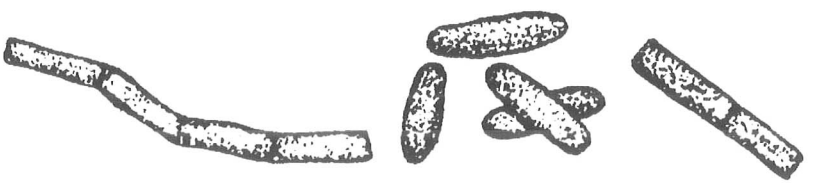
ดังกล่าวนี้คือ ชีววิธี (biological control system)

สารพิษกำจัดแมลงจากแบคทีเรียนั้น น่าทึ่งที่ว่าสามารถจะไปใช้กำจัดแมลงโดยตรงจะฆ่าเฉพาะแมลงที่ต้องการ โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย ซึ่งได้แก่ คน สัตว์เลี้ยง และแมลงเศรษฐกิจ เช่น ผึ้งและไหม โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมีจำพวกดีดีที



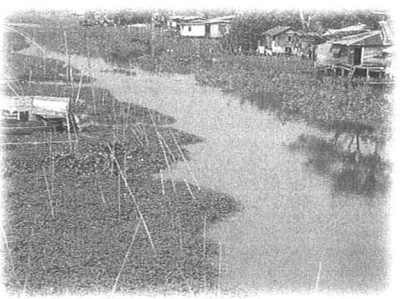
แบคทีเรียกำจัดยุงนี้มีรูปร่างเป็นท่อนยาวและสร้างสปอร์รูปไข่อยู่ภายในเซลล์ค่อนไปทางปลายข้างหนึ่ง บางสายพันธุ์จะมีผลึกโปรตีนด้วย ส่วนที่เป็นพิษต่อแมลงจะอยู่ที่ผลึกโปรตีนและส่วนต่าง ๆ ของเยื่อหุ้มสปอร์ การออกฤทธิ์ฆ่ายุงนั้นมีขั้นตอน คือ เมื่อลูกน้ำยุงกินแบคทีเรียนี้ แบคทีเรียจะถูกย่อยในทางเดินอาหารซึ่งเป็นด่างทำให้สารพิษถูกปล่อยออกมาทำลายเซลล์บุผิวทางเดินอาหารจนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติหรืออาจจะทะลุ และเกิดการแพร่กระจายของแบคทีเรียสู่ทางเดินโลหิตของลูกน้ำยุง เกิดการติดเชื้อทำให้ตายก่อนที่จะเติบโตเป็นยุงโตเต็มวัยต่อไป

ในการใช้แบคทีเรียกำจัดยุงนั้น ต้องสำรวจว่าเป็นแหล่งของยุงชนิดใด เพราะแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์จะมีความสามารถในการทำให้เกิดโรคระบาดแก่ลูกน้ำยุงแต่ละชนิดเป็นการเฉพาะเจาะจง เช่น *Bacillus thuringiensis israelansis* จะทำอันตรายต่อลูกน้ำยุงลาย (Aedes) ซึ่งเป็น



พาหะไข้เลือดออกและ *Bacillus sphaericus* strain 1593 จะทำอันตรายต่อลูกน้ำยุงรำคาญ (Culex) ซึ่งเป็นพาหะไข้สมองอักเสบ กับยุงก้นปล่อง (*Anolpheles*) ซึ่งนำโรคมาลาเรีย

รูปแบบของผลิตภัณฑ์แบคทีเรียฆ่ายุง อาจเป็นน้ำ น้ำข้น ผงแห้ง หรือเป็นเม็ด ตามแต่วิธีการใช้ ขณะนี้ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย มีผลิต- และจำหน่ายในประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่ราคาแพง องค์การอนามัยโลกได้- ผลิตและแจกจ่ายแบคทีเรียฆ่ายุงจาก *Bacillus thuringiensis* เพื่อทดสอบ- ภาคสนามของการกำจัดลูกน้ำยุงในภูมิภาคต่างๆ ของโลก สำหรับในประเทศไทยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เป็นศูนย์- กลางการทดสอบภาคสนามในการ- ทดลองควบคุมปริมาณยุงให้ลดลง- โดยที่ วท. เป็นผู้ผลิตแบคทีเรียกำจัด- ยุงให้



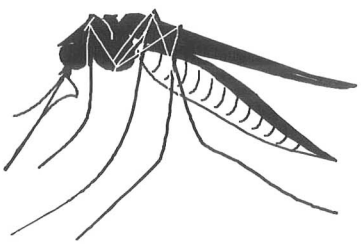
มะพร้าวและการฆ่าลูกน้ำยุง (การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ-แบบพื้นบ้าน)

พวงเพ็ญ สูยะนันทน์

มะพร้าวแก่ทั้งผล ใครจะคิดว่ามีประโยชน์มากกว่าการนำมาปรุงอาหารรับประทาน แต่มีนักวิทยาศาสตร์หญิงชาวเปรูนำมะพร้าวทั้งผลมาใช้เพาะเชื้อแบคทีเรียชื่อ บีทีไอ (*Bacillus thuringiensis* var *israelansis* H-14) แล้วนำไปฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่องซึ่งเป็นสาเหตุการเจ็บป่วยเรื้อรังของโรคมาลาเรียได้อย่างดี

ที่เมืองลิมา ประเทศเปรู เป็นประเทศกำลังพัฒนาอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นที่ซึ่งเต็มไปด้วยแหล่งน้ำ เช่น บ่อ สระ ภายใต้ผิวน้ำเต็มไปด้วยลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles* sp.) ที่นำโรคมาลาเรีย ซึ่งเป็นปรสิตเซลล์เดียวตัวเล็กๆ โดยที่หลังจากยุงดูดเลือดคนหรือสัตว์แล้วจะปล่อยของเหลวที่เต็มไปด้วยเชื้อโรคมาลาเรียเข้าสู่ระบบเลือดทันที เชื้อดังกล่าวจะ-

ไปเติบโตในเม็ดโลหิตแดง ทำให้เกิดอาการของไข้จับสั่น อาจจะเสียชีวิตหรือ-มิฉะนั้นทำให้สุขภาพไม่แข็งแรงเป็นปกติ จะเกิดอาการของโรคเสมอ ๆ ทำให้-ไม่อาจทำการงานอาชีพได้เต็มที่ หรือผู้เยาว์จะเรียนหนังสือไม่ได้ดี เสียเงิน-เสียทองในการรักษาพยาบาล และโรคจะแพร่ขยายไปมากขึ้นทุกที

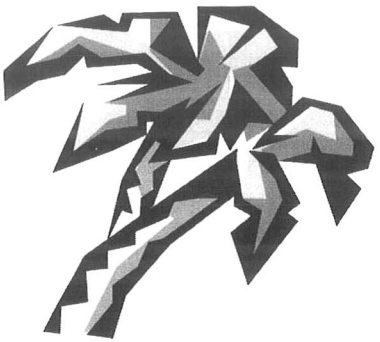


เปรูได้มีการกวาดล้างมาลาเรีย-อย่างหนัก โดยการฉีดพ่นด้วยดีดีที ในปี 1959–1960 การระบาดของโรคลดลง-มากมายจนเหลือน้อย คือ 4 คนใน 10,000 คน จะเป็นโรคนี้ ซึ่งถือว่าต่ำมาก แต่ในปี 1970 เศรษฐกิจเปรูตกต่ำ การควบคุมประชากรยุงถดถอยไป ยุงเริ่มระบาดจนถึงจุดวิกฤต ในปี 1970 ที่พบ-คนเป็นโรค 20 คนใน 10,000 คน ในการกำจัดยุงได้ใช้ดีดีทีและสารเคมี-อื่นที่ใช้ฆ่าแมลงรวมทั้งยุงซึ่งจะมีพิษต่อสัตว์อื่นรวมทั้งแมลงที่มีประโยชน์ด้วย และโดยเฉพาะยุงได้พัฒนากระบวนการต้านยาฆ่าแมลงได้จึงต้องใช้ยาแรง-ขึ้นในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีสารพิษตกค้างในบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม เป็นภัยเงียบต่อพืช สัตว์ป่า สัตว์เลี้ยงและเข้าสู่มนุษย์ ตามวงจร-อาหารได้อีกด้วย

นักวิทยาศาสตร์หญิงชาวเปรู ชื่อ พาลมิลา เวนโตซิลลา (Palmira Ventosilla) ได้รับทุน IDRC ค้นพบว่า ผลมะพร้าวแก่ที่มีน้ำมะพร้าวข้างใน-เป็นอาหารวิเศษสุดในการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย ชื่อ บีทีไอ สามารถฆ่าลูกน้ำยุงซึ่งเป็นพาหะนำ-โรคไข้มาลาเรียได้ แบคทีเรียบีทีไอสามารถฆ่า-ลูกน้ำยุงได้อย่างเฉพาะเจาะจง โดยมันจะถูก ลูกน้ำยุงกินเข้าไป และจะเข้าไปทำลายเยื่อบุ ทางเดินอาหารของลูกน้ำยุง ยุงจะตายลงก่อน จะเติบโตเป็นยุงเต็มวัย แบคทีเรียบีทีไอนี้ไม่มี-

พิษภัยต่อปศุสัตว์และมนุษย์ และเป็นที่รู้จักกันมากว่า 20 ปีแล้ว โดยมีการผลิตในเชิงการค้าในประเทศพัฒนา แต่มีราคาสูงและวิธีการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีและบุคลากรที่ฝึกหัดมาอย่างดี ไม่อาจถ่ายทอดสู่การพัฒนาเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านได้ และจะซื้อมาใช้เพื่อปราบยุงทั้งประเทศก็ไม่อาจทำได้ สำหรับเปรูที่กำลังมีสภาวะตึงตัวด้านเศรษฐกิจ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ชาวเปรูคนนี้จึงค้นคว้าทดลองนำวัตถุดิบพื้นเมืองของเปรูมาทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียบีทีไอแบบง่ายๆ โดยได้ทดลองจากกล้วย สับปะรด ธัญพืชต่างๆ ในที่สุดก็ค้นพบว่า มะพร้าวแก่สามารถทดแทนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการเพาะเชื้อบีทีไอ เช่น นำเชื้อ 100 ตัวฉีดใส่ผลมะพร้าว น้ำมะพร้าวจะทำหน้าที่เป็นอาหารเพาะเชื้อเพิ่มปริมาณเป็นทวีคูณในเวลา 3 วันที่อุณหภูมิห้อง จะได้แบคทีเรียบีทีไอ 1,000,000 ตัว ส่วนผลมะพร้าวก็ทำหน้าที่ปกป้องดุจถังบ่มเพาะเชื้อแบคทีเรีย

พาลมิลายังได้ทุน IDRC เพื่อทำการศึกษาภาคสนามในบริเวณป่าแห่งหนึ่งของบราซิลแถบอเมซอนเหนือ ซึ่งเต็มไปด้วยนาข้าว บึงน้ำขัง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง พบว่าหลังจากทดลองภาคสนามในการใช้เชื้อเพาะในผลมะพร้าวฆ่าลูกน้ำยุงในบ่อนั้นเพียงครั้งเดียว ยุงตายเกือบหมดและสามารถควบคุมอยู่ได้ 45 วัน จากการที่ได้พิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าลูกน้ำยุงนำโรคได้ จึงได้สนใจ



จะพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้ชาวชนบทผลิตและใช้ด้วยตนเอง ได้ทำการประดิษฐ์ชุดสำเร็จรูปสำหรับเพาะเลี้ยงบีทีไอ ประกอบด้วยสำลีพันปลายไม้ที่ชุบหัวเชื้อแบคทีเรียบีทีไอ และจุกสำลีปลอดเชื้อ วิธีเพาะเชื้อทำโดยเสียบสำลีพันปลายไม้เข้าไปในลูกมะพร้าวตรงช่องที่เจาะไว้บริเวณขั้วลูกมะพร้าว อุดด้วยจุกสำลีที่เตรียมไว้ ทิ้งมะพร้าวที่เพาะเชื้อบีทีไอไว้ 2–3 วัน ให้หัวเชื้อแบคทีเรียเพิ่มปริมาณเป็นนับล้านตัวต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งพร้อมใช้การได้ วิธีใช้ทำได้ง่ายดายโดยเพียงแต่ผ่าผลมะพร้าวแล้วโยนลงบ่อ บ่อขนาดเล็กใช้มะพร้าว 2–3 ผล ก็สามารถควบคุมปริมาณยุงไว้ได้แล้ว

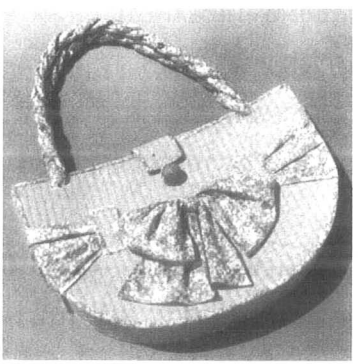
จุดมุ่งหมายของผู้คิดค้นคือ ต้องการแพร่ขยายเทคโนโลยีชนบทนี้เริ่มจาก 1 ครอบครัวเพื่อปราบยุงในบ่อน้ำของตนและขยายขอบข่ายออกไปเรื่อยๆ ด้วยการอบรมพนักงานด้านสาธารณสุขชุมชนก่อน โดยที่รัฐมนตรีสาธารณสุขเปรูก็สนใจจะให้ความสนับสนุนโครงการนี้ ผู้วิจัยหวังว่าสักวันหนึ่งเปรูจะลดจำนวนยุงลงได้จนปราศจากภัยคุกคามจากโรคมาลาเรีย และเปรูก็จะไม่เสียงบประมาณมากเนื่องจากมะพร้าวแก่ที่ร่วงลงพื้นแล้วถือว่าเป็นของเหลือทิ้ง

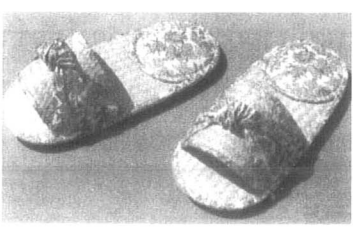
สำหรับประเทศไทยยังไม่ได้ข่าวว่าเทคโนโลยีนี้ได้ถูกนำมาใช้ อย่างไรก็ตามมะพร้าวเป็นพืชพื้นเมืองซึ่งปลูกในบริเวณกว้างและแทบทั่วประเทศไทยสามารถนำมาพัฒนาทำแหล่งเพาะเชื้อบีทีไอฆ่าลูกน้ำยุงได้ แต่ในประเทศไทยได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงได้จากบีทีไอ และบีเอส (*B. sphaericus*) โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพาะในถังหมักขนาด 300 ลิตรได้แล้ว แต่ขณะนี้ยังรอฝ่ายเอกชนนำสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

การป้องกันเชื้อราบนผักตบชวา

ประไพศรี สมใจ

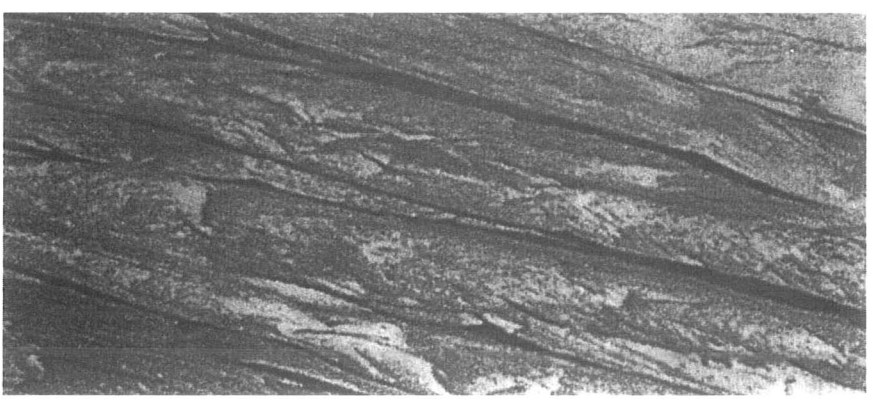
ในปัจจุบันมีการนำเอาเส้นใยพืชชนิดต่างๆ เช่น ผักตบชวา เชือกกล้วย เปลือกข้าวโพด ต้นกก ต้นกระจูด ใบลาน ป่าน ปอ เป็นต้น มาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง โดยนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นบ้านประเภทต่างๆ ทั้งประเภทใช้สอย ภาชนะต่างๆ และทำเฟอร์นิเจอร์จำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ทำให้ราษฎรในท้องถิ่นชนบทมีอาชีพและมีรายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรดังกล่าวเป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจและยังช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากเส้นใยของพืชมีลักษณะซึ่งง่ายต่อการถูกทำลายด้วยเชื้อราเมื่ออยู่ในสภาพอากาศที่ชื้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดจุดด่างดำ หมดความสวยงาม มีคุณค่าลดลง และส่งไปขายต่างประเทศไม่ได้ การหาวิธีป้องกันการเกิดเชื้อราในเส้นใยพืช จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่จะช่วยให้ราษฎรที่ทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากเส้นใยพืชประกอบอาชีพอยู่ได้





การป้องกันเชื้อราในปัจจุบัน ส่วนมากใช้วิธีการอบผลิตภัณฑ์ด้วยก๊าซเอทธิลีนออกไซด์ และการทาด้วยแล็กเกอร์ภายหลังการอบแล้ว แต่วิธีดังกล่าวสามารถป้องกันเชื้อราได้ประมาณ 50% เท่านั้น เมื่อถูกอากาศชื้นเชื้อราก็สามารถเจริญเติบโตขึ้นได้อีก นอกจากนั้น สารก๊าซเอทธิลีนยังออกฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์ได้เฉพาะครั้งคราว ไม่สามารถป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนภายหลังได้ ดังนั้นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) จึงได้วิจัยหาสารเคมีป้องกันเชื้อรา (fungicide) ชนิดที่เหมาะสมกับเส้นใยผักตบชวา โดยมีฤทธิ์ในระยะยาวและเน้นที่ความปลอดภัยในการใช้มากที่สุด รวมทั้งต้องไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ในการป้องกันเชื้อราบนผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นบ้านจากผักตบชวาตามที่ วท. ได้ดำเนินการวิจัยนั้น ในขั้นแรกได้คัดเลือกสารเคมีป้องกันเชื้อราไว้ 7 ชนิดจาก 13 ประเทศ โดยพิจารณาจากค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารเคมีป้องกันเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์หรือมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีค่าใช้จ่ายในการใช้น้อยสุด นอกจากนั้นยังได้มีการจำแนกชนิดเชื้อราที่ขึ้นอยู่บนตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งพบเชื้อรา 4 สายพันธุ์คือ *Aspergillus* sp. 3 สายพันธุ์ และ *Syncephallastrum* 1 สายพันธุ์ ในขั้นที่สองของการทดลอง ได้นำเส้นใยผักตบชวามาชุบสารเคมี-



ป้องกันเชื้อรา 7 ชนิด ที่ได้คัดเลือกไว้แล้ว ทดสอบความทนทานต่อเชื้อรา โดยชุบเส้นใยผักตบชวาที่ความเข้มข้นของสารละลาย 3 ระดับ ในสภาวะ-ปลอดเชื้อ พบว่าสารเคมีป้องเชื้อราที่มีประสิทธิภาพดี คือ Traetex 243 และ Acticide EP Paste

จากนั้นได้นำเส้นใยผักตบชวาแห้งมาชุบสารละลาย Traetex 243 ในสภาวะธรรมชาติ เมื่อนำมาทดสอบความทนทานต่อเชื้อรา พบว่าเส้นใยผักตบชวาที่-ชุบในสารละลาย Traetex 243 ที่ความเข้มข้น 1.0% โดยปริมาตร มีความทนทานต่อเชื้อรา และไม่พบเชื้อราเจริญเติบโตบนเส้นใย ส่วนผลการทดสอบชิ้นส่วนหัตถกรรมผักตบชวาที่สานเป็นลวดลายต่างๆ แล้วทาทับผิวภายนอกด้วย-แล็กเกอร์ผสม Acticide EP Paste พบว่า เมื่อใช้ Acticide EP Paste ที่ความ-เข้มข้น 2% โดยปริมาตร ผสมลงในแล็กเกอร์สำหรับทาเคลือบผิวภายนอก-ของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างสิ้นเชิงเช่นกัน

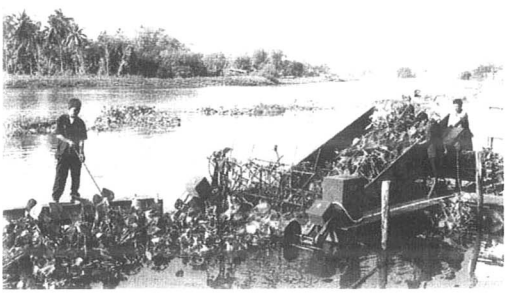
จากผลการทดลองหาวิธีป้องกันเชื้อราบนผลิตภัณฑ์หัตถกรรมพื้นบ้านทำจากผักตบชวา ตามที่ วท. ได้ดำเนินการดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า สารเคมีซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้มี 2 ชนิดคือ Traetex 243 ซึ่งมีสารที่ออกฤทธิ์ คือ N–substituted isomeric ketothiazole เหมาะสำหรับ-ใช้ในรูปของสารละลายที่มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม สารเคมีที่มีความ-เหมาะสมอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ Acticide EP Paste มีสารที่ออกฤทธิ์ คือ synergistic blend of aromatic compounds ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดย-

วิธีทางชีววิทยา จึงไม่ก่อปัญหาให้แก่สภาวะแวดล้อมแต่อย่างใด

ผลการศึกษาเบื้องต้นสรุปได้ว่า วิธีป้องกันเชื้อราสามารถกระทำได้-โดยวิธีต่อไปนี้ คือนำสารละลาย Traetex 243 ที่มีความเข้มข้น 1.0% มา-ใช้แช่เส้นใยผักตบชวาเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วทำให้แห้ง จากนั้นจึงนำเส้นใย-ไปจักสานได้ตามปกติ หรือในกรณีที่ไม่ชุบเส้นใยผักตบชวาด้วยสารเคมี-ป้องกันเชื้อราก่อนการจักสาน ก็สามารถใช้ Acticide EP Paste ผสมลงใน-แล็กเกอร์ในปริมาณ 2% โดยปริมาตร แล้วใช้ทาเคลือบผิวภายนอกของ-ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมที่ได้จักสานไว้แล้ว

อย่างไรก็ตาม ด้วยเหตุที่ วท. มุ่งวิจัยโดยเน้นในเรื่องความปลอดภัย-ในการใช้ควบคู่ไปกับการปราศจากผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้จึงควรตระหนักถึงข้อควรระวังในการใช้สารเคมีป้องกันเชื้อรา คือ ควรสวมถุงมือยางในระหว่างการทำงาน และเมื่อเสร็จงานแล้วให้ล้างมือให้สะอาด-ด้วยสบู่และน้ำ

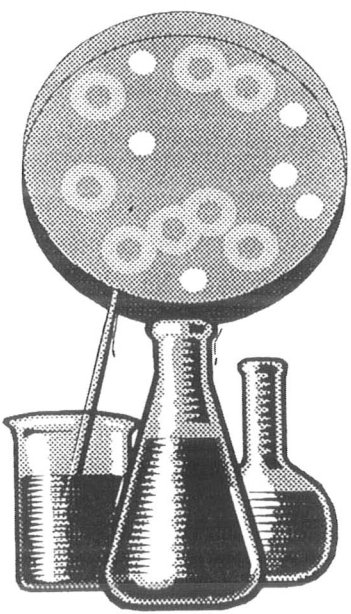
จากความสำเร็จในการค้นคว้าวิจัยดังกล่าว วท. โดยความร่วมมือกับกองอุตสาหกรรมในครอบครัว กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้นำ-เทคโนโลยีนี้ไปถ่ายทอดและเผยแพร่ในการฝึกอบรมราษฎร ตามโครงการอันเนื่องมาจาก-พระราชดำริ



จุลินทรีย์บนผนังอาคารที่ทาสี

ดร. สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์

สถานที่ที่มีความชื้นสูงมักประสบปัญหาหลายอย่าง ทำให้เกิดผลเสียหายแก่วัตถุสิ่งของเครื่องใช้และอาคารซึ่งเนื่องมาจากความชื้น เป็นผลทำให้วัตถุเหล่านั้นเกิดความชื้นที่บริเวณผิว เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์ตกลงบนวัตถุนั้นๆ หรือมีอยู่บนวัตถุ และมีอาหารที่เหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์ก็สามารถเจริญได้ ดังเช่น ผนังอาคารที่ทาสีซึ่งมีส่วนผสมของสารยึดเกาะพวกเรซิน ผงสี และอื่นๆ อยู่ เมื่อเชื้อจุลินทรีย์หรือจุลินทรีย์ตกลงบนผนังอาคารที่มีความชื้นและอาหารที่เหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์ก็จะเจริญเติบโตโดยใช้อาหารจากสี ทำให้บนผนังมีเชื้อจุลินทรีย์และเพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นผลให้ผนังเกิดรอยด่างดำไม่สวยงาม ตลอดจนบางครั้งจะมีกลิ่นอับชื้นเกิดขึ้นด้วย ทำให้เกิดผลเสียหายต่อตัวอาคาร และสิ้นเปลืองเงินกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ และทาสีใหม่



สาเหตุที่จุลินทรีย์ทำให้เกิดผลเสียหายต่อผนังอาคารที่ทาสี

สภาพของสีทาผนังอาคารที่มีจุลินทรีย์ขึ้น อาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือทั้งหมดดังนี้คือ

1. ส่วนผสมของสีเป็นสาเหตุทำให้จุลินทรีย์เจริญ

2. มีจุลินทรีย์เจริญอยู่บนผนังอาคารที่ทาสีแล้วปล่อยสีที่สร้างขึ้นออกมาซึมอยู่ในเนื้อสีที่ทา

3. จุลินทรีย์ที่มีอยู่บนผนังอาคารเจริญแล้วสร้างสปอร์ดันสีที่ทาไว้ให้แตกออก

ชนิดของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากสีทาผนัง

- เชื้อราสายพันธุ์ *Alternaria alternata, Aspergillus flavus, Aspergillus versicolor, Aureobasidium pullulans, Cladosporium herbarum, Cochliobolus geniculatus, Scolecobasidium salinum, Fusarium oxysporum, Paecilomyces variotii, Penicillium expansum, Penicillium purpurogenum, Pestalotia macrotricha, Phoma violacea, Stachybotry satra, Ulocladium atrum, Trichoderma virede*
- สาหร่ายสายพันธุ์ *Oscillatoria* sp., *Pleurococcus* sp., *Scytonema* sp., *Stichococcus bacillaris, Trentepohlia odorata*

การป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์เจริญบนผนังอาคารที่ทาสี

1. สีที่ใช้ทาควรมีสารป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ผสมอยู่

2. ไม่ควรให้ผนังอาคารที่ทาสีมีความชื้น ต้องให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อให้ผนังอาคารแห้ง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

3. ผนังอาคารที่ทาสีใหม่ถ้าผนังเดิมมีเชื้อจุลินทรีย์เจริญอยู่ควรใช้น้ำยากำจัดจุลินทรีย์ล้างผนังอาคารเพื่อฆ่าจุลินทรีย์เสียก่อนปล่อยให้แห้งแล้วจึงทาสีใหม่

ดัชนีเรื่อง

เรื่อง	หน้า
การบำบัดน้ำเสีย	63
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	56
ความหลากหลายทางชีวภาพ	3
ความหลากหลายทางพันธุกรรม	5
จุลสาหร่าย	15
จุลินทรีย์	7
การกำจัดคราบน้ำมัน	78
การเก็บรักษา	29
การเกิดบนผนังอาคารที่ทาสี	98
การย่อยสลายคราบน้ำมัน	76
ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายคราบน้ำมัน	82
ศูนย์จุลินทรีย์	33
สหพันธุ์การเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์แห่งโลก	31
เทคโนโลยีชีวภาพ	37, 39, 42
การพลังงาน	50
การแพทย์	45
ความปลอดภัย	51
จริยธรรม	51
สิ่งแวดล้อม	41, 49, 61
อาหาร	47
น้ำมัน	73
มลภาวะในทะเล	73
แบคทีเรีย	7, 10
การกำจัดลูกน้ำยุง	85
สารพิษฆ่ายุง	87
โปรโตซัว	9, 24

เรื่อง	หน้า
ผักตบชวา	94
การป้องกันเชื้อรา	94
พันธุวิศวกรรม	53
ยีสต์	21
ยุง	87
รา	8
ไรน้ำเค็ม ดูที่ อาร์ทีเมีย	
ไรสีน้ำตาล ดูที่ อาร์ทีเมีย	
ลูกน้ำยุง	
การฆ่าโดยมะพร้าว	90
วัสดุชีวภาพ	58
ไวรัส	9
สาหร่าย	8, 12
การเสื่อมสภาพทางชีวภาพ	70
คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย	35
ดัชนีชี้วัดความเน่าเสียของแหล่งน้ำ	66
สาเหตุของกลิ่นและรสในน้ำ	68
เห็ดรา	18
อาร์ทีเมีย (artemia)	27

ดัชนีผู้แต่ง

จารุจินต์ นภีตะภัฏ 3

ณัฐพร พันธุมนาวิน 58

ธงไชย ศรีนพคุณ 39

บุษกร อารยากูร 35

ประไพศรี สมใจ 94

ประเสริฐ อะมริต 15

พงศธร ประภักรางกูล 76

พวงเพ็ญ สูยะนันทน์ 85, 87, 90

วันเชิญ โพธาเจริญ 29, 31

วัลลภา อรุณไพโรจน์ 5, 33, 42, 45, 47, 49, 50, 51, 53, 66, 68, 78

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์ 7, 10, 12, 18, 21, 24, 63

สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์ 73, 82, 98

ศรีสม สุวรรณวงศ์ 56

อาภารัตน์ มหาขันธ์ 27, 70

หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

ติดตามอ่านเรื่องน่ารู้ สาระความบันเทิงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใน **หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน**

เล่ม 1	สัตว์น่ารู้ : นก (1)
เล่ม 2	สัตว์น่ารู้ : นก (2)
เล่ม 3	สัตว์น่ารู้ : สัตว์น้ำ
เล่ม 4	สัตว์น่ารู้ : สัตว์ป่า
เล่ม 5	สัตว์น่ารู้ : สัตว์โลก
เล่ม 6	อาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (1)
เล่ม 7	อาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (2)
เล่ม 8	เกราะป้องกันชีวิต (1)
เล่ม 9	เกราะป้องกันชีวิต (2)
เล่ม 10	เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (1)
เล่ม 11	เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (2)
เล่ม 12	เกษตรน่ารู้ (1)
เล่ม 13	เกษตรน่ารู้ (2)
เล่ม 14	รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์ (1)
เล่ม 15	รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์ (2)
เล่ม 16	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (1)
เล่ม 17	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (2)
เล่ม 18	นานาสาระ (1)
เล่ม 19	นานาสาระ (2)
เล่ม 20	นานาสาระ (3)

ขณะนี้หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

- ชุด สัตว์น่ารู้
- ชุด อาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- ชุด เกราะป้องกันชีวิต
- ชุด เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว

มีวางจำหน่ายแล้วที่ วท. และแผงหนังสือในเครือซีเอ็ดยูเคชั่นฯ

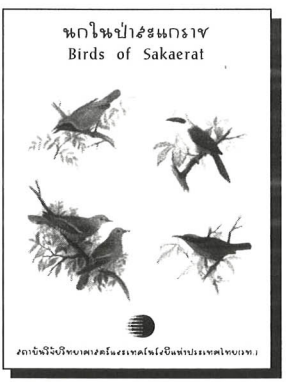
ติดตามอ่าน ชุดเกษตรน่ารู้ ได้เร็ว ๆ นี้

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
อาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (๑)
วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
อาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (๒)
วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
การป้องกันชีวิต (๑)
วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
การป้องกันชีวิต (๒)
วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (๑)
วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน
เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว (๒)

แนะนำหนังสือน่าอ่าน

หนังสือนกในป่าสะแกราช:

รวบรวมรายละเอียดของนก 60 ชนิดที่พบในป่าสะแกราช สถานีวิจัยย่อยของ วท. ที่ได้รับการยกย่องจาก UNESCO ให้เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑล จัดพิมพ์เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เหมาะอย่างยิ่ง สำหรับผู้รักธรรมชาติและต้องการศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับนกในประเทศไทย



หนังสือการใช้สมุนไพรอย่างถูกวิธี:

เกร็ดความรู้ต่างๆ ของหลักการเลือกใช้สมุนไพรที่น่าสนใจ พร้อมตัวอย่างและสรรพคุณของสมุนไพรยอดฮิต เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ต้องการเพิ่มพูนความรู้ และสนใจในการดูแลและรักษาสุขภาพด้วยสมุนไพรไทย

พบกับหนังสือใหม่ วท.
เทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท
สร้างงาน สร้างเงิน สร้างอาชีพ
เพื่อคนไทยในยุคเศรษฐกิจพอเพียง

มีวางจำหน่ายแล้วที่ วท. และแผงหนังสือในเครือซีเอ็ดยูเคชั่นฯ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นรัฐวิสาหกิจประเภทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษของรัฐ ในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (วว.) เดิมมีชื่อว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวป.) ซึ่งตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2506 และได้เปลี่ยนมาใช้พระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยพ.ศ. 2522 สืบเนื่องจากการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน

5/6-053.7
:57.08
สถบ ฉ.1

ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ
BT10230

วิทยาศาสตร์สำหรับ

974-7360-88-8
9 789747 360882

ราคา 65 บาท