

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.)

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม(๒)



5/6-053.7:504

สถป

ฉ.17, ฉ.2



วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (๒)

๑๗



วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

วท

ISBN : 974-8054-49-7

สงวนลิขสิทธิ์

พิมพ์ครั้งที่ 1

จัดพิมพ์โดย

เมษายน 2544 จำนวน 5,000 เล่ม

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย (วท.)

196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 579-1121-30, 579-5515

โทรสาร 561-4771

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น 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 โรงพิมพ์สุรวิวัฒน์

83/35-39 ซอยข้างวัดตรีศกเทพ

ถนนประชาธิปไตย แขวงบ้านพานถม

เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทร. 281-8907 โทรสาร 281-4700

ราคา

65 บาท

010300

5/6-053.7:504

สคป

ค. 2

คำนำ

**ขีดความสามารถในการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ของไทยในปี 2542 ของ IMD เป็นลำดับที่ 46 จากทั้งหมด 47 ประเทศ
และในปี 2543 เป็นลำดับที่ 47 จาก 47 ประเทศ !**

สาเหตุหลัก 2 ประการในการด้อยพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยนั้นมึรากลยั้งลึกลงโดยที่ผู้คนส่วนใหญ่ในสังคมไทยไม่ได้พุดถึงกันมากนัก 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 ไม่เพื่อฝันในสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ อันเป็นบุคลิกปกติที่เป็นอยู่ทั่วไปในประเทศด้อยพัฒนาทั้งหลาย และมักนำไปสู่ความขัดแย้งในกลุ่มคน

ต่าง ๆ ในสังคมที่ถูกชักจูง หรือมีองค์ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์
ที่ไม่ทัดเทียมกันอยู่เนื่อง ๆ

ประเทศชาติของเราจะเจริญเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืนได้ใน
อนาคตนั้น คุณภาพของคนในชาติจะเป็นสิ่งชี้เป็นชี้ตายเป็นอันดับแรก และ
นอกเหนือขึ้นไปจากนั้น ชีตความสามารถในด้านการแข่งขันด้านวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีเป็นอีกสิ่งที่มีความสำคัญที่สุด ซึ่งหน้าที่ในการปูพื้นฐานทาง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกต้องนั้นเป็นหน้าที่ของพวกเราทุกคน
ที่ต้องร่วมมือร่วมใจในการสร้างรากฐานอันนี้ให้แก่สังคมไทยอันเป็นที่รักของ
พวกเรา

หนังสือชุด **“วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน”** ของสถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่จะทยอยผลิตออกมาสู่สังคม
จะเป็นส่วนย่อยส่วนหนึ่งในการต่อสู้อันยิ่งใหญ่ และอาจจุดประกายความหวัง
ให้แก่สังคมไทยในอนาคต

ด้วยความปรารถนาดี



ดร.พิรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ

ผู้อำนวยการ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สารบัญ

	หน้า
สิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม	1
มหันตภัยจากผลพวงทางเทคโนโลยี	3
มลสารจากกระบวนการอุตสาหกรรม	6
อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษกับสภาวะแวดล้อม	8
การผลิตสีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	10
ผลิตภัณฑ์สารเคลือบที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม	13
วัฏจักรกำมะถัน	15
สิ่งแวดล้อมกับสารพิษ	17
มลพิษ	19
สารพิษตกค้างในน้ำนมแม่	23
สารพิษตกค้างในมนุษย์	25
สารพิษตกค้างในสิ่งมีชีวิต	27
สารปรอทในแหล่งน้ำ	29
ของเสียที่เป็นอันตราย	31
พิษและอันตรายจากสารเคมี	35
สารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำจืด	37
ผลกระทบของการเกิดสาหร่ายผลิตสารพิษในแหล่งน้ำจืด	40
กลุ่มของสารพิษที่ผลิตโดยสาหร่ายน้ำจืด	42
สิ่งแวดล้อมกับพลังงาน	51
แหล่งพลังงานที่ได้จากพืช	53

	หน้า
เชื้อเพลิงถ่านหินกับสภาวะแวดล้อม	55
ผลกระทบของคราบน้ำมันต่อชีวิตสัตว์ในอ่าวเปอร์เซีย	58
สิ่งแวดล้อมทางน้ำ	61
น้ำ : ทรัพยากรอันจำกัด	63
น้ำเสีย	65
น้ำโสโครกในงานบำบัดน้ำเสีย	67
ผลของมลพิษน้ำร้อนต่อสัตว์น้ำ	70
ผลกระทบทางชีววิทยาของเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ	72
กลิ่นโคลนในน้ำประปา	74
สิ่งแวดล้อมทางอากาศ	77
บรรยากาศของเรามีอันตราย	79
พิษภัยในอากาศรอบตัว	81
สิ่งแวดล้อมทางเสียง	87
เสียงกับชีวิตประจำวันของมนุษย์	89
มลภาวะทางเสียง	95
ดัชนีเรื่อง	97
ดัชนีผู้แต่ง	99

สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม



มหันตภัยจากผลพวงทางเทคโนโลยี

ประเสริฐ อะมริต

ความสะดวกรวดสบายในความเป็นอยู่ของคนในสังคมและความก้าวหน้าทันสมัยของเครื่องมือเครื่องใช้ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่อยู่รอบๆ ตัวเราเกิดขึ้นจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น การใช้สารเร่งผลผลิตของพืชและสัตว์ให้เพิ่มสูงขึ้น สิ่งประดิษฐ์จากโรงงานอุตสาหกรรม อันได้แก่ แบตเตอรี่ พลาสติก เครื่องใช้



ไฟฟ้า น้ำมัน และอื่นๆ อีกมาก ถึงแม้ว่าสิ่งเหล่านี้จะอำนวยความสะดวกให้แก่เรา แต่ก็ควรคำนึงถึงผลร้ายที่ติดมากับสิ่งเหล่านั้นด้วย เนื่องจากสิ่งประดิษฐ์บางอย่าง ทำมาจากสารหรือวัตถุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งอาจย้อนกลับมาทำร้ายต่อผู้ใช้ได้ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ทำให้สุขภาพร่างกายของคนอ่อนแอ บางครั้งอาจถึงขั้นเสียชีวิตหากได้รับสารนั้นสะสมในร่างกายเป็นปริมาณสูง สารที่ก่อให้เกิดอันตรายนี้เราเรียกว่า สารพิษ คำว่าสารพิษหรือสารเป็นพิษนั้นหมายถึงแร่ธาตุหรือสารประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้น และมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อคน สัตว์ พืช และทรัพย์สิน เมื่อร่างกายได้รับสารพิษเข้าไว้แล้วอาการอาจเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน เรื้อรัง หรือไม่ปรากฏอาการอย่างใดในระยะแรก ต่อเมื่อพิษสะสมมากขึ้นแล้วอาการเป็นพิษจึงแสดงออก

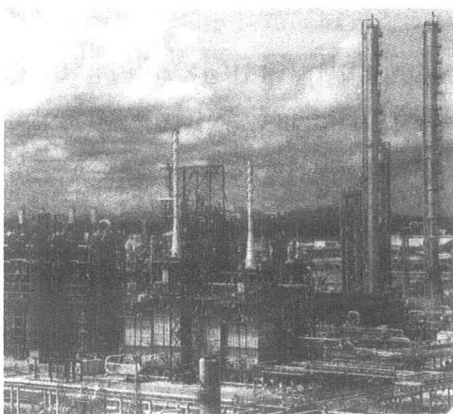
ผลจากความเป็นพิษนั้นทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในโครงสร้างของร่างกายและหรือกระบวนการทางชีววิทยาความเป็นพิษมิได้จำกัดอยู่เฉพาะ

ผู้ที่ได้รับพิษเข้าไปโดยตรง อาการอาจแสดงออกอย่างชัดเจนในลูกหลาน เช่น เกิดความพิการในอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลาย ๆ ส่วน เนื่องจากความเป็นพิษสามารถทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมแปรเปลี่ยนไปในทางเสื่อมจึงทำให้ปรากฏลักษณะและนิสัยอันไม่พึงประสงค์ในชั้นลูกหลาน และสืบทอดกันต่อไป สารพิษเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้โดยการบริโภค การสัมผัส และการหายใจ การเข้าสู่ร่างกายของสารพิษนั้นอาจเกิดขึ้นได้ทั้ง โดยทางตรงและทางอ้อม ทางตรงเกิดแก่ผู้ที่ใช้หรือสัมผัสกับสารพิษโดยตรง ส่วนทางอ้อมเกิดจากพิษตกค้างในอาหารและสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป

จากผลการตรวจวิเคราะห์โดยหลายหน่วยงาน พบว่าในสิ่งแวดล้อม มีสารพิษกระจายอยู่และมีแนวโน้มว่าจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบ วงจรอาหาร (food chain) ในธรรมชาติและระบบนิเวศ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์และสัตว์โดยทั่วไป

สารพิษที่เป็นอันตรายสำหรับคน มีดังนี้

1. สารตะกั่ว เป็นการนำสารตะกั่ว เพื่อการซ่อมแบตเตอรี่ หล่อตัวพิมพ์ หลอมแผ่นตะกั่วสำหรับแบตเตอรี่ ขบตะกั่วทำลูกปืนและตุ้มถ่วงแหงับปลา เเผาเปลือกแบตเตอรี่ในโรงงานทำน้ำตาล วงจรอิเล็กทรอนิกส์เหมืองแร่ และการเผาผลาญของน้ำมันรถที่มีสารตะกั่วผสมอยู่ ผลของ

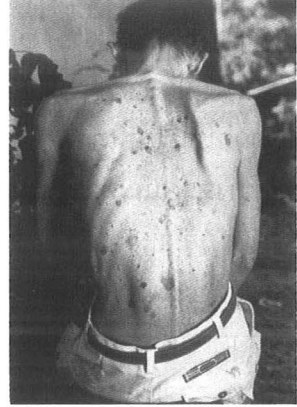


สารตะกั่วก่อให้เกิดเป็นพิษต่อเม็ดเลือดแดง ทำให้โลหิตจาง ในขณะเดียวกันสารตะกั่วยังเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร ไต สมองและประสาทส่วนปลาย

2. สารปรอท เป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดโรค Minamata ในประเทศญี่ปุ่นมาแล้วอย่างชัดเจน แต่ก็มีการใช้สารนี้ใน

อุตสาหกรรมทำกระดาษ พลาสติก หลอดไฟฟ้า ทำสีทาบ้าน กระจก
ปรอทวัดคนไข้ หมวกสักหลาด ตะเกียงอัลตราไวโอเลต สารกำจัดเชื้อรา
และวัสดุอุดฟัน ผลของสารปรอทก็คือ เมื่อสูดหายใจเข้าไปจะเกิดอาการ
ปอดอักเสบ ทำลายตับ ไต และระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมอง

3. สารหนู พิษของสารหนูเช่นใน
เหมืองเก่าในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่มี
สารหนูปะปนอยู่ เมื่อสารหนูถูกฝนชะลงสู่แหล่ง
น้ำกินน้ำใช้ในบริเวณใกล้เคียง ทำให้ผู้อาศัย
ได้รับสารหนูในร่างกายและก่อให้เกิดมะเร็ง
ผิวหนังได้



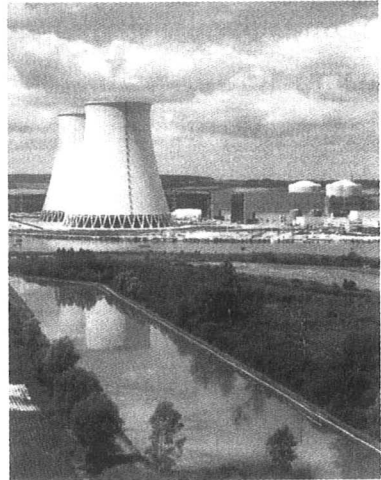
4. สารแคดเมียม เป็นสารซึ่งนำมาใช้
ในอุตสาหกรรมอาบเหล็กและเหล็กกล้า เพื่อ
ป้องกันสนิม ผสมทองแดง ทำลวดตัวนำไฟฟ้า
ผสมอะลูมิเนียมใช้ในการหล่อแบบ ผสมกับเงินมิให้ดำง่าย ทำโลหะบัดกรี
แทนดีบุก อุตสาหกรรมฝาประกับเพลารถยนต์ สารพิษนี้ก่อให้เกิดโรค
itai itai เมื่อสูดหายใจเข้าไปทำให้เกิดปอดอักเสบ ตับไตเสื่อมเสีย มะเร็ง
ต่อมลูกหมากและมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ

โดยเหตุนี้ การจะเลือกของใช้หรือเครื่องมือเครื่องมือนั้น ควรคำนึง
ถึงผลลัพธ์หลังจากการใช้สิ่งนั้นด้วย เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของชีวิตและ
สิ่งแวดล้อมให้ดีตลอดไป

มลสารจากกระบวนการ อุตสาหกรรม

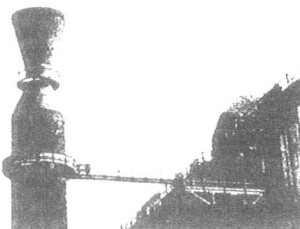
พรสวรรค์ ดิษยบุตร

มลสาร (pollutants) คือสารที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือเกิดผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ สัตว์ พืช สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ ตัวอย่างเช่น ยากำจัดศัตรูพืช มลสารจากอุตสาหกรรม เช่น ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่ทั้งสู่แหล่งธรรมชาติตกค้างอยู่ในน้ำ ดิน อากาศ และเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะคนงานโรงงานที่ต้องสัมผัสอยู่เสมอ เช่น โรงงานถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ พลาสติก เป็นต้น



มลสารมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และระบบนิเวศ โดยเฉพาะโลหะหนัก เช่น แมงกานีส ตะกั่ว ปรอท เมื่อถูกดูดซึมทางผิวหนังและหายใจเข้าไปจะทำปฏิกิริยากับระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาทมีอาการทางจิตนอนไม่หลับ ความจำเสื่อม ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตคลอรีน เป็นโรงงาน

ที่ปล่อยสารปรอทสู่สิ่งแวดล้อมมากที่สุด ในปริมาณ 150-200 กรัมต่อการผลิตคลอรีน 1 ตัน



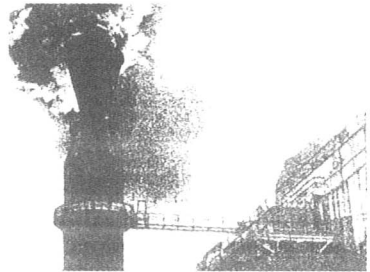
จากการสัมมนาทางวิชาการ โดยสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย ได้สรุปผลงานศึกษาวิจัยผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ และระบบนิเวศ ดังนี้

- ปริมาณโลหะหนักในอากาศในเขตกรุงเทพมหานครและสมุทร-ปราการย่านอุตสาหกรรมและที่พักอาศัย มีแนวโน้มสูงขึ้น

- ปริมาณอนุภาคตะกั่วจากการฟุ้งกระจายและการตกสะสม เนื่องจากการจราจรทางบกในกรุงเทพฯ เฉลี่ยร้อยละ 1.19-1.70

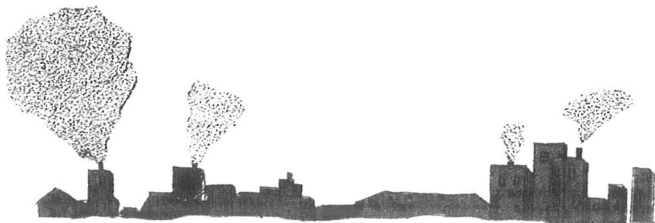
- ปริมาณโลหะหนักในอาหาร กระป๋องบางชนิดในประเทศ ยังต่ำกว่า ปริมาณกำหนดของพระราชบัญญัติอาหาร ของกระทรวงสาธารณสุข (2525) และ ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม รวมทั้งของโครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO



- ความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดในน้ำทิ้งจากโรงงานแปงมัน ลำปะหลัง 10 แห่ง สูงเกินมาตรฐาน ซึ่งการนำไปใช้ต่อเพื่อการเกษตร อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

- พิษของสารตะกั่วจากอุตสาหกรรมในครอบครัวที่เก็บขยะ พลาสติกมาทำพลาสติกเม็ด ก่อให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุข

การกำจัดมลสารโลหะหนักเหล่านี้ ได้มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำลัง ดำเนินการเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมอยู่ด้วยการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึง การให้ความรู้แก่ประชาชน ควบคู่ไปกับการใช้กฎหมายบังคับ



อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษกับ สภาวะแวดล้อม

รมณีย์ หวังดีธรรม



อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ นับว่าเป็นหนึ่งในบรรดาหลาย ๆ อุตสาหกรรมที่ต้องเผชิญกับปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดมลภาวะทั้งในน้ำ และอากาศ อาทิ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิต

เยื่อและกระดาษ ซึ่งมีสีคล้ำ ค่า BOD และ COD สูง นอกเหนือจากนี้ยังมีสารประกอบพวก dioxin ที่เกิดจากการรวมตัวของคลอรีน หรือสารประกอบที่มีคลอรีนกับสารอินทรีย์ในขั้นตอนการฟอก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำด้วย ในขณะที่ระหว่างการผลิตเยื่อและการนำสารเคมีกลับคืนมาใช้ในกระบวนการผลิตอีก ยังทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของสารประกอบที่มีกำมะถันอีกด้วย การบำบัดน้ำเสียและกลิ่นอันไม่พึงปรารถนาจำเป็นต้องใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูงด้วย ทางเลือกที่ดีที่สุดในการลดหรือขจัดปัญหามลภาวะที่เกิดขึ้นนี้คือ การปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยเปลี่ยนมาใช้สารเคมีชนิดอื่นที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าว และสามารถผลิตเยื่อที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงหรือเท่าเทียมกันได้ ในค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

การผลิตเยื่อไม่ฟอกโดยใช้สารเคมีที่ปราศจากกำมะถันเป็นส่วนประกอบ ต้องคำนึงถึงความสามารถของสารเคมีนั้นที่จะสกัดลิกนินออกจากเยื่อได้มากที่สุด เยื่อก่อนฟอกควรมีลิกนินเหลือตกค้างอยู่ในปริมาณที่ต่ำ เพื่อให้ง่ายต่อการฟอกให้ขาว การผลิตเยื่อโดยใช้สารเคมีที่ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบมีหลายวิธี เช่น การใช้โซดาไฟเพียงอย่างเดียว การใช้โซดาไฟ

ร่วมกับก๊าซ ได้แก่ ออกซิเจน หรือสารประกอบที่มีออกซิเจน การใช้โซดาไฟร่วมกับสารประกอบอินทรีย์ การใช้สารละลายอินทรีย์เพียงอย่างเดียวหรือโดยการเติมกรดแร่ (mineral acid) หรือเกลือกรด (acidic salts) เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยา การใช้สารละลายอินทรีย์ร่วมกับก๊าซออกซิเจนหรือสารประกอบที่มีออกซิเจน ตลอดจนการใช้กระบวนการผลิตทางกล ได้แก่ การบดเยื่อ ซึ่งจะบดที่อุณหภูมิสูงหรือเติมสารเคมีเล็กน้อยเพื่อให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นก็ได้

การฟอกเยื่อให้มีประสิทธิภาพโดยใช้สารฟอกที่ไม่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ พิจารณาจากการที่สารเคมีเหล่านั้นสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับกลุ่มฟังก์ชันต่างๆ ในลิกนินได้เช่นเดียวกับคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีน เช่น การใช้ออกซิเจน โอโซน สารประกอบพวกเปอร์ออกไซด์ร่วมกับสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์บางชนิด การฟอกเยื่อคือการกำจัดลิกนินที่เหลืออยู่หลังจากกระบวนการผลิตเยื่อออกไปอีกให้มากที่สุดเช่นกัน ดังนั้นก่อนที่จะทำการฟอกเยื่อควรพิจารณาถึงประสิทธิภาพของกรรมวิธีการผลิตที่ใช้สารปราศจากกำมะถันเป็นองค์ประกอบเพื่อให้ได้เยื่อที่มีสารลิกนินตกค้างอยู่ในปริมาณต่ำก่อนทำการฟอก จะทำให้การฟอกโดยใช้สารที่ไม่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

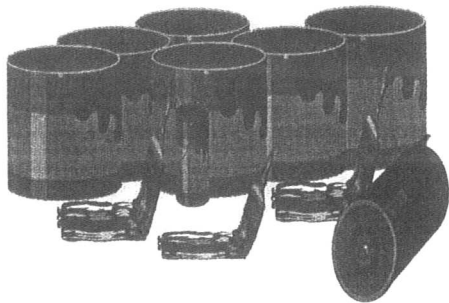
ในอดีตที่ผ่านมา รัฐบาลยังไม่เข้มงวดในเรื่องการกำจัดมลภาวะจากอุตสาหกรรมมากนัก ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มองข้ามกรรมวิธีผลิตที่เหมาะสมไป แต่ในปัจจุบันข้อกำหนดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในการลดมลภาวะมีมากขึ้น และระบบกำจัดมลภาวะของอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพก็เน้นระบบที่ต้องมีการลงทุน และมีค่าใช้จ่ายประจำสูงด้วย ทำให้หลายต่อหลายโรงงานต้องหันมาพิจารณาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ช่วยลดมลภาวะแทนเป็นการตัดไฟเสียแต่ต้นลมดีกว่าการคิดแก้ไขที่ปลายเหตุ ซึ่งมักจะนำมาซึ่งความสูญเสียมากกว่าที่คาดไว้ ทั้งของผู้ประกอบการเองและสิ่งแวดล้อม



การผลิตสีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

กรณีการ สถาปิตานนท์

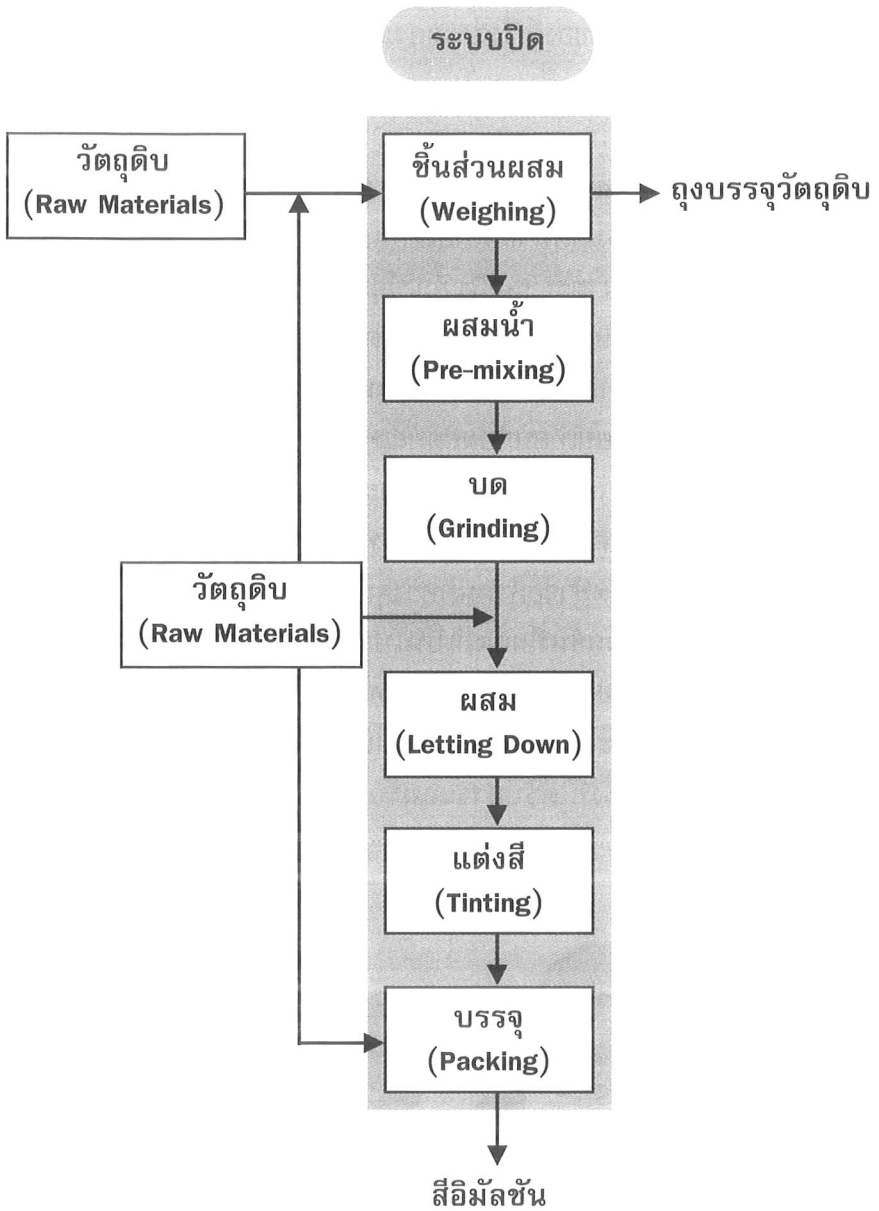
อุตสาหกรรมการผลิตสีในประเทศไทยเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็ว เนื่องมาจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และภาวะการส่งออก มูลค่าด้านการตลาดของสีในปี 2538 มีมากถึง 12,000 ล้านบาท ภายใต้



เครื่องหมายผลิตภัณฑ์มากกว่า 200 ชนิด จากผู้ผลิตประมาณ 60 ราย คนไทยมีความสามารถในการผลิตสีแทบทุกชนิด รวมถึงการออกแบบกระบวนการผลิต และสร้างอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อมีผู้ต้องการใช้สีมากขึ้น ปริมาณ

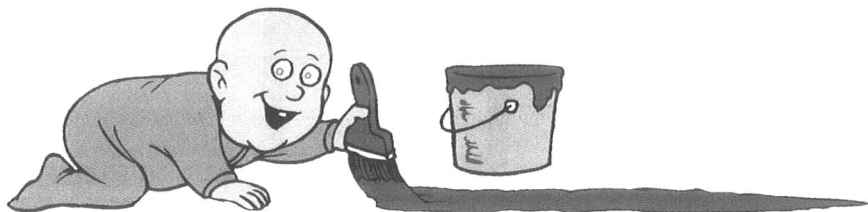
การผลิตก็ย่อมเพิ่มตาม คาดว่าในปี 2539 มูลค่าการตลาดของสีจะสูงถึง 14,500 ล้านบาท ดังนั้นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดขึ้นจากการผลิตสี และสุขภาพของผู้ใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของสีจึงเป็นเรื่องที่ทุกฝ่ายควรร่วมกันดำเนินการพิทักษ์ รักษาและสร้างความเข้าใจ

การผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นมีความเป็นไปได้โดยเมื่อเร็ว ๆ นี้ โรงงานผลิตสีแห่งหนึ่ง สามารถคิดค้นกระบวนการผลิตสีอิมัลชันในระบบปิดซึ่งไม่เพิ่มมลภาวะให้กับสิ่งแวดล้อม และได้ดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์แล้ว นับเป็นโรงงานแห่งแรกในประเทศไทยและย่านเอเชียอาคเนย์ที่ใช้ระบบนี้ กระบวนการผลิตสีดังกล่าว ซึ่งแสดงดังแผนภูมิข้างล่าง มีของเสียออกมาเพียงอย่างเดียวคือถลุงบรรจุวัตถุดิบ ในลักษณะที่อัดเป็นก้อนพร้อมจะส่งไปจำหน่ายยังโรงงานแปรรูปกระดาษ



แผนภูมิการผลิตสีอิมัลชัน

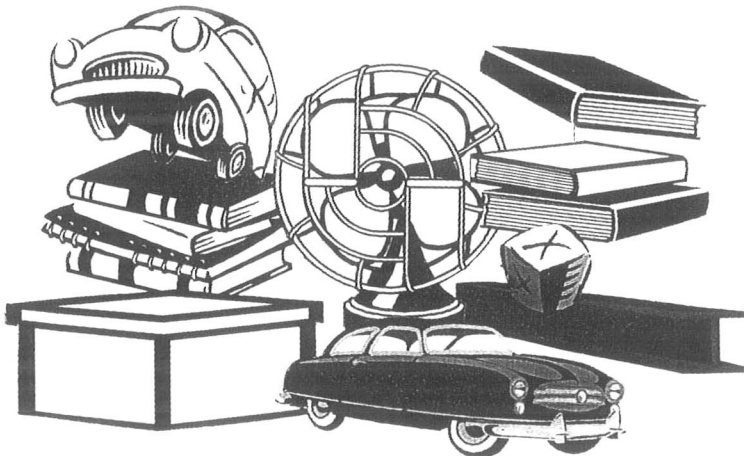
สำหรับคุณภาพของสี ซึ่งส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อผู้ใช้สีนั้น นอกจากข้อกำหนดใน มอก. 272 ซึ่งยอมให้มีสารตะกั่วและสารประกอบปรอทอยู่ในสีอิมัลชันได้ไม่เกินร้อยละ 0.06 และ 0.05 ของสารที่ไม่ระเหย ตามลำดับแล้ว ในปัจจุบันยังมีโครงการฉลากเขียว ซึ่งคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย ได้ริเริ่มจัดทำขึ้นเมื่อเดือนตุลาคม 2536 โดยได้รับความร่วมมือจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการจัดทำข้อกำหนดและระเบียบต่างๆ สำหรับการมอบเครื่องหมายฉลากสีเขียวให้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน ขณะนี้ได้มีการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเกณฑ์จะได้รับฉลากสีเขียวไว้ 10 กลุ่ม สีอิมัลชันไม่ผสมสารตะกั่วและสารปรอทเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว เมื่อจัดทำข้อกำหนดทางคุณภาพเสร็จสมบูรณ์ก็จะประกาศเชิญชวนให้ผู้ผลิตสีอิมัลชันที่ผลิตสีเป็นไปตามข้อกำหนด เสนอขอให้ติดเครื่องหมายฉลากสีเขียว อีกไม่นานประเทศไทยจะมีผลิตภัณฑ์ที่ติดฉลากสีเขียวเช่นเดียวกับประเทศที่พัฒนาแล้ว และสีอิมัลชันติดฉลากสีเขียวจะเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



ผลิตภัณฑ์สารเคลือบ ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

นฤมล รื่นไวย์

ผลิตภัณฑ์สารเคลือบในปัจจุบันมีแนวโน้มในการพัฒนาเทคโนโลยีทางการผลิตให้เป็นมิตรกับธรรมชาติมากขึ้น โดยมีการวิจัยและพัฒนาให้ได้สารเคลือบที่ปราศจากตัวทำละลาย (solvent) ในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีการเคลือบดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นทางเลือกใหม่ แทนการเคลือบเปียก (wet coatings) แบบเดิม ปัจจุบันได้มีการนำสารเคลือบปลอดตัวทำละลายไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยใช้เป็นหลักกับการเคลือบในอุตสาหกรรมการผลิตประตู กรอบผนัง กระดาษที่ใช้ตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ หมึกพลาสติกสำหรับการพิมพ์ออฟเซตซึ่งใช้กับการพิมพ์หนังสือพิมพ์ หนังสือเล่มวารสารและกล่องกระดาษ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์ การเคลือบขดลวด และแถบโลหะขนาดใหญ่ เช่น อะลูมิเนียม หรือเหล็กกล้า





การพัฒนาเทคโนโลยีของสารเคลือบยังมีการคิดค้น จนได้มาซึ่งสารเคลือบ
ปลอดมลพิษที่ใช้กับวัสดุอื่น เช่น น้ำยาเคลือบพื้นผิวภายนอกที่ทนต่อสภาวะ
แวดล้อมดินฟ้าอากาศ ซึ่งใช้กับหลังคาอาคาร น้ำยาเคลือบภายในสำหรับ
กรอบประตู หม้อไอน้ำ และอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือน

เทคโนโลยีสารเคลือบอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ การพัฒนาสารเคลือบ
พอลิเมอร์ที่สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีสารไพรเมอร์ (primer) ในการ
ลงพื้นก่อน ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานในการเคลือบและการทำให้สาร
ไพรเมอร์แห้ง และยังช่วยไม่ให้เกิดสารตกค้างอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการ
พัฒนาระบบการเคลือบที่ทันสมัยขึ้น ทั้งแบบที่ปกป้องรักษาพื้นผิววัสดุ และ
ทำให้พื้นผิวมีความแข็งแรงขึ้น โดยอาศัยแสงอัลตราไวโอเลต และลำแสง
อิเล็กตรอน

เทคโนโลยีดังกล่าวนับเป็นการตื่นตัวในการผลิตสารเคลือบที่
ไม่เป็นพิษภัยต่อสภาวะแวดล้อม ขณะเดียวกันก็ปลอดภัยกับชีวิตคนมากขึ้น
เช่นกัน ●

วัฏจักรกำมะถัน

สุทธิเจตน์ จันทศิริ



กำมะถันพบอยู่ในธรรมชาติในสภาพแร่ธาตุและสารประกอบ เช่น ซัลไฟด์ (sulfide) และซัลเฟต (sulfate) สะสมอยู่ในสภาพตะกอนหินและดินต่างๆ กำมะถันเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทั้งในพืชและสัตว์ เป็นธาตุ

สำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนหลายชนิด โดยเป็นตัวเชื่อมใน polypeptide chain ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญในสิ่งมีชีวิต เมื่อพืชและสัตว์เสียชีวิตลง สารประกอบอินทรีย์กำมะถันที่อยู่ในซากจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในสภาพไร้ออกซิเจนและถูกเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) ซึ่งอยู่ในสภาพก๊าซ บางส่วนจะระเหยขึ้นสู่บรรยากาศและถูกออกซิไดส์เป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) ต่อไป บางส่วนจะถูกตรึงอยู่ในดินโดยแบคทีเรียซึ่งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกลายเป็นซัลเฟต ซัลเฟตจะถูกพืชนำไปใช้เพื่อเป็นอาหารโดยตรง กำมะถันที่อยู่ในพืชและสัตว์ บางส่วนจะถูกสะสมในซากพืชและสัตว์ เมื่อถูกทับถมเป็นเวลานานจะกลายเป็นถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม

เมื่อมนุษย์นำเอาถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียมมาเผาไหม้เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและพลังงาน กำมะถันที่สะสมในถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียมจะถูกออกซิไดส์กลายเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่ออยู่ในบรรยากาศจะรวมกับละอองน้ำในบรรยากาศเปลี่ยนสภาพเป็นกรดซัลฟิวริก

(sulfuric acid) และตกลงสู่พื้นดินในสภาพฝนกรด (acid rain) หรือหมอกกรด ในสภาพที่สมดุลธรรมชาติ ฝนกรดเมื่อตกลงสู่พื้นดินจะถูกแบคทีเรียในดินเปลี่ยนสภาพเป็นซัลเฟตและถูกพืชนำไปใช้ต่อไปจนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดไป

ปัจจุบันมนุษย์ได้นำเอาถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียมมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและพลังงานเป็นจำนวนมาก ทำให้กำมะถันที่เกิดจากการเผาไหม้ถูกปลดปล่อยขึ้นสู่

บรรยากาศในสภาพก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อรวมตัวกับไอน้ำจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นกรดซัลฟิวริก และตกลงสู่พื้นดินในสภาพของฝนกรดในฤดูฝนและหมอกกรดในฤดูหนาว ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งก่อสร้าง และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะดิน น้ำ และป่าไม้ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ฝนกรดและหมอกกรดได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อป่าไม้ และแหล่งน้ำอย่างมากในทวีปยุโรป สำหรับประเทศไทยได้มีการ



นำถ่านหินมาผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นจำนวนมากขึ้นสู่บรรยากาศ บางครั้งก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อประชาชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชและสัตว์ ตลอดจนจนปัญหาด้านสุขภาพของประชาชน



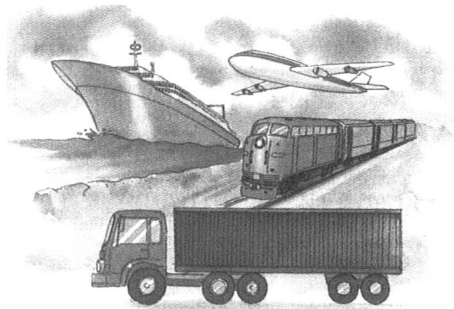
สิ่งแวดล้อมกับสารพิษ



มลพิษ

พรสวรรค์ ดิษยบุตร

มลพิษ (pollution) มักหมายถึงสถานการณ์ของสภาพแวดล้อมที่ไม่น่าพึงพอใจที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายได้ มลพิษมักเกิดขึ้นหลายด้านรอบตัวเรา แต่ที่เริ่มเป็นปัญหามองเห็นได้ หรือเกิดกับตัวเราที่สำคัญคือ มลพิษทางน้ำ (water pollution) มลพิษทางอากาศ (air pollution) และมลพิษทางเสียง (noise pollution)



1. มลพิษทางน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีวัฏจักรหมุนเวียนเปลี่ยนไปไม่สูญหายไปไหน เมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์กลายเป็นไอน้ำลอยขึ้นข้างบน เมื่อได้รับความเย็นก็กลั่นตัวกลายเป็นละอองน้ำเล็กๆ จับตัวเป็นเมฆ แล้วก็ตกลงมาเป็นฝนยังพื้นโลกอีกไกลไปตามพื้นดินไหลซึมผ่านแม่น้ำ ลำคลองต่างๆ มนุษย์ใช้น้ำกันอย่างฟุ่มเฟือยสะสมตกสลายและไม่คำนึงถึงการรักษาคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยทิ้งสิ่งที่สกปรกโสโครกลงไปทำให้น้ำเน่าเสียเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมของมนุษย์นั่นเอง



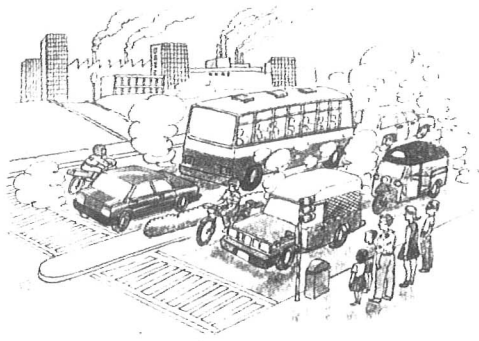
น้ำเสีย ประกอบด้วยสิ่งปลอมปนอันไม่พึงปรารถนา ได้แก่ สารอินทรีย์ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเหม็น ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารอินทรีย์ กรด ต่างสารเคมีเป็นพิษ และสารกัมมันตภาพรังสี

เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์น้ำ น้ำมัน ไขมัน และสี กั้นไม่ให้แสงแดดผ่านลงสู่หน้า ทำให้พืชใต้ต้นไม้เจริญเติบโต จุลินทรีย์ทำให้เกิดโรค สารที่ทำให้เกิดฟองและน้ำร้อนทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง

น้ำเน่าเสีย ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เราจึงจำเป็นต้องรักษาคุณภาพธรรมชาติไว้ คือ สภาพแวดล้อมที่ทำให้วัฏจักรของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแก้ได้ด้วยมนุษย์นั่นเองที่เป็นต้นเหตุของปัญหาทั้งหมด

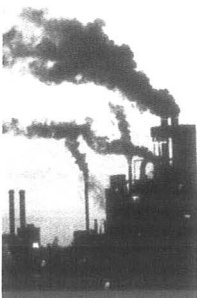
2. มลพิษทางอากาศ

อากาศเสียหมายถึงสภาวะที่ส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไป มีปริมาณของฝุ่นละออง ก๊าซ กลิ่น ไอน้ำ เขม่า หมอกควัน และสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ออกไซด์ของคาร์บอน กำมะถัน



ไนโตรเจน ไฮโดรคาร์บอน สารปรอท ตะกั่ว เจือปนอยู่มากเกินไป จนก่อให้เกิดอันตรายต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ สัตว์ พืช และทรัพย์สินต่างๆ

ชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ชั้นบรรยากาศที่จำเป็นต่อการดำรงชีพหนาประมาณ 5-6 กิโลเมตร และมีส่วนประกอบคือ ไนโตรเจน 78.09% ออกซิเจน 20.94% อาร์กอน 0.93% คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03% ก๊าซอื่นๆ อีก 0.01%



อากาศเสียเกิดจากธรรมชาติก็มี แต่ไม่ค่อยรุนแรงเท่าที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ก๊าซพิษจากการคมนาคมขนส่ง ฝุ่น ควัน ก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศต่างๆ ยาฆ่าแมลงจากการฉีดพ่นยาปราบแมลงและศัตรูพืช กลิ่นจากขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูลเป็นต้น

ก๊าซพิษที่สำคัญได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ถ้ามีปริมาณสะสมในอากาศมากขึ้นเรื่อยๆ จะกักความร้อนจากพื้นโลกไม่ให้ออกไปได้ ทำให้ความร้อนที่ผิวโลกสูงขึ้น (greenhouse effect)

คาร์บอนมอนอกไซด์ มักเกิดตรงบริเวณจราจรแออัด มีคุณสมบัติรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงดีกว่าออกซิเจน 200-250 เท่า ทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ หายใจอึดอัด คลื่นไส้ อาเจียน หากมีปริมาณมากๆ อาจถึงเสียชีวิตได้

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะมีสภาพเป็นกรด ทำให้เกิดการกัดกร่อนของวัตถุเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อของพืชและมนุษย์ได้

ไนโตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะมีสภาพเป็นกรด เป็นอันตรายต่อมนุษย์และพืช โดยเฉพาะต่อระบบการหายใจ

ออกไซด์ของตะกั่ว ไอระเหยของตะกั่ว จากน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอันตรายต่อระบบประสาท ทางเดินอาหาร

3. มลพิษทางเสียง

เสียงจากเครื่องจักรและเครื่องยนต์มีอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์มากกว่าเสียงจากธรรมชาติ ความเจริญทางเทคโนโลยีทำให้มีการนำเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์มาใช้ในการพัฒนาประเทศมากขึ้น ผลที่ได้รับก็คือ เครื่องจักรกลและเครื่องยนต์บางชนิดก่อให้เกิดเสียงที่มีความถี่และความดันสูง เป็นอันตรายต่อระบบการได้ยิน ต่อสุขภาพ และต่อจิตใจ ทำให้เกิดความ



เครียดและหย่อนสมรรถภาพในการปฏิบัติงานได้ เช่น เสียงจากรถยนต์ มอเตอร์ไซค์ เรือหางยาว เครื่องบิน และเสียงจากโรงงานอุตสาหกรรม

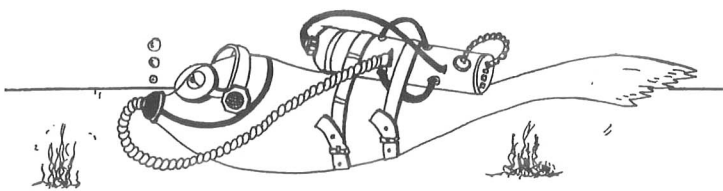
คุณสมบัติที่สำคัญของเสียงได้แก่

ความถี่ มีหน่วยวัดเป็น เฮิรตซ์ ต่อวินาที หากคนปกติจะได้ยินอยู่ในระหว่างความถี่ 20-20,000 ครั้ง / วินาที ต่ำหรือสูงกว่านี้จะเป็นอันตราย

ความดัง มีหน่วยวัดเป็น เดซิเบล ระดับปกติอยู่ที่ 0-27 เดซิเบล ถ้าเกิน 85 เดซิเบล จะเป็นอันตรายต่อหูถึงพิการได้

ปัญหามลพิษมักเกิดตามเมืองหลวง เมืองอุตสาหกรรม และชุมชนแออัด รัฐบาล

ควรเร่งให้ความรู้แก่ประชาชนในเรื่องอันตราย สาเหตุและการป้องกันมลพิษ รวมทั้งหามาตรการในการควบคุม และรักษาสภาพแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี



สารพิษตกค้างในน้ำนมแม่

สุนีย์ ครูทานุช



จากการตรวจน้ำนมแม่ทั่วโลก พบสารพิษประเภท Organochlorine หลายตัว เช่น DDT, DDE, BHC ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน แต่ส่วนใหญ่จะพบ DDT ในปริมาณมากกว่า

สารอื่น ระดับของสารนี้ทั้งหมดในน้ำนมจะลดลงหลังจากที่แม่ให้นมลูกไปแล้ว 2 เดือน และพบว่าความเข้มข้นของ DDT ที่พบในเลือดและในน้ำนมพอๆ กัน การขับออกสารพิษนี้ในน้ำนมจากแม่อายุระหว่าง 20 - 29 ปี จะมากกว่าจากแม่อายุระหว่าง 30 - 39 ปี ถึงแม้ว่าในกลุ่มที่มีอายุน้อยจะมีระดับสารพิษในเลือดต่ำกว่ากลุ่มแม่ที่มีอายุมากก็ตาม ในเรื่องของน้ำหนักร่างกายก็มีส่วนเกี่ยวกับการขับสารพิษออกจากร่างกายเช่นกัน คือ ในหญิงที่มีน้ำหนักน้อยหรือปกติ จะพบสารพิษตกค้างในน้ำนมสูงกว่าหญิงที่มีน้ำหนักมากกว่าปกติ จากข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าลูกๆ ของแม่ที่อายุน้อยจะได้รับสารพิษมากกว่าแม่ที่มีอายุมากกว่า

จากการศึกษาวิจัยต่างๆ พบว่าสารพิษและจำนวนไขมันในน้ำนมแม่จากครอบครัวที่อยู่ในเมืองสูงกว่าน้ำนมแม่จากชนบท ทั้งนี้เนื่องจากสัมพันธ์กับการดื่มมววิ การบริโภคเนื้อสัตว์ และอาหารต่างๆ เข้าไปทุกวันในปริมาณมากกว่าครอบครัวที่อยู่ในชนบท นอกจากนี้ฤดูกาลก็เป็นตัวบ่งชี้ได้จากผลการตรวจน้ำนมแม่ในอเมริกากลางและญี่ปุ่นในฤดูหนาว พบว่าระดับ



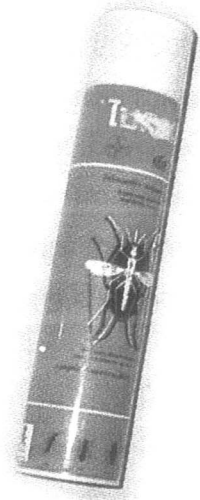


สารพิษ Organochlorine ที่ตกค้างจะสูงขึ้น เนื่องจากการรับประทานอาหารจำพวกไขมันมาก

สำหรับในประเทศไทยข้อมูลกองวิจัยวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตรในปี 2529 จากน้ำนมแม่คนไทยจำนวน 192 คน ตรวจพบสารพิษตกค้างประเภท PP' - DDT ทุกคนในปริมาณเฉลี่ย 0.198 ส่วนในล้านส่วน นอกจากนั้นข้อมูลจากประเทศ

กัวเตมาลาพบว่าคนจะขับสารพิษ DDT ในน้ำนมออกมาประมาณ 12.5% ของ DDT ที่ได้รับเข้าไปในช่วงให้นม ในขณะที่แม่วัวขับสารพิษออกมาในน้ำนมเพียง 1.5 % ของ DDT ที่มันได้รับเข้าไป โดยทั่วไปตรวจพบสารพิษในน้ำนมวัวน้อยกว่า 1 ใน 10 ของปริมาณ DDT ที่พบในน้ำนมคนและปริมาณสารพิษในน้ำนมจะสัมพันธ์กับการสัมผัสกับสารพิษ จากการตรวจพบสารพิษในน้ำนมแม่นี้แสดงผลที่น่าวิตก 2 ประการ คือ ในร่างกายของแม่มียาฆ่าแมลงสะสมอยู่ และน้ำนมแม่จะเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ทารกได้รับยาฆ่าแมลง เพราะเป็นอาหารสำคัญสำหรับทารก

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าว ผู้เป็นแม่ควรระมัดระวังเป็นพิเศษเกี่ยวกับเรื่องอาหาร และสิ่งแวดล้อมระหว่างการตั้งครรภ์ ควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มันๆ เพราะมีสารพวก Organochlorine ตกค้างอยู่ หลีกเลี่ยงการทำงานที่มีมลภาวะจากสิ่งแวดล้อม และหลีกเลี่ยงการใช้ยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีอื่นๆ ในบ้าน



สารพิษตกค้างในมนุษย์

สุนีย์ ครุฑานุช

มนุษย์ใช้สารเคมีเป็นยาฆ่าแมลงเพื่อประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม และด้านสาธารณสุข โดยในระยะแรกที่ใช้มิได้คำนึงถึงพิษภัยที่จะเกิดกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม แต่ต่อมาได้มีการวิจัยอย่างแพร่หลาย จึงพบสารพิษตกค้างของยาฆ่าแมลงประเภท Organochlorine หรือ chlorinated hydrocarbons เช่น DDT, Aldrin, Lindane ซึ่งสลายตัวยากในดิน น้ำ อากาศ พืช สัตว์ รวมทั้งมนุษย์ สารพวกนี้จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1. ทางปาก

เป็นวิธีที่เป็นไปได้ง่ายที่สุดโดยการรับประทานอาหาร และน้ำดื่มที่บริโภคเป็นประจำทุกวัน ซึ่งจะมีสารพิษปะปนอยู่เสมอ ในปริมาณมากน้อยต่างกัน



2. ทางผิวหนัง

โดยเฉพาะวัตถุที่มีพิษที่ละลายในน้ำมัน หรือในตัวทำละลายต่างๆ จะสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี และรวดเร็ว

3. ทางจมูก

โดยการหายใจเอาวัตถุที่มีพิษเข้าไป เช่น เมื่อทำการพ่นยา

สารพิษเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะเข้าไปสะสมในไขมันเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังสะสมในส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น หัวใจ ตับ ไต สมอง เลือดและน้ำนม ซึ่งจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายได้น้อยมาก และถ้าร่างกายสะสมไว้เป็นปริมาณมาก และเป็นเวลานานก็จะทำลายตับและระบบประสาทพันทอนให้เสื่อมลงอาจทำให้ภูมิคุ้มกันต้านโรคต่ำและเป็นสาเหตุของ

การเกิดโรคมะเร็งและโรคต่างๆ ได้ ในสหรัฐอเมริกา แพทย์พบว่าผู้ป่วยที่ตายเนื่องจากเนื้องอกในสมอง ตับแข็ง ความดันโลหิตสูง และมะเร็ง มีปริมาณสะสมของ DDT ในไขมันสูงกว่าปกติ



จากการศึกษาประชาชนของ

ประเทศสหรัฐอเมริกา อิสราเอล อินเดีย และไทย พบว่ามีปริมาณของระดับ DDT ในไขมัน 10, 19.2, 24 และ 16.69 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ สำหรับประเทศไทยนั้น กองวิจัยวัตถุพิษตรวจพบว่าผู้ป่วยด้วยโรคตับเรื้อรัง มี Dieldrin และ PP' - DDE สูงถึง 73.4 และ 76.02 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ โดยที่ผู้มีร่างกายปกติมีการสะสมของ PP' - DDE 6.7 ส่วนในล้านส่วนเท่านั้น แต่แพทย์ก็ยังไม่สามารถระบุแน่ชัดว่าสารประเภท Organochlorine เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมะเร็งในร่างกายมนุษย์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาหลายด้านแสดงถึงผลอันตรายที่จะเป็นไปได้ของ DDT เช่น ก่อให้เกิดมะเร็ง เนื้องอกและการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนและเอ็นไซม์ได้

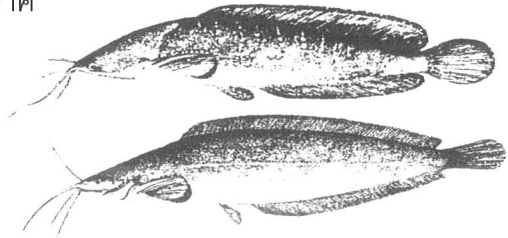
หลายประเทศในทวีปยุโรป และอเมริกาได้ออกกฎหมายห้ามใช้และจำหน่าย DDT ตั้งแต่ปี 2513 สำหรับประเทศไทยปัจจุบันได้มีกฎหมายห้ามนำเข้า DDT, Endrin และ Dieldrin แล้วเช่นกัน ถึงแม้ว่าจะมีการเลิกใช้ยาฆ่าแมลงประเภท Organochlorine ในหลายๆ ประเทศแต่มนุษย์ยังได้รับสารนี้อยู่ แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้สัมผัสกับสารโดยตรงก็ตาม เพราะการตกค้างของสารนี้ยังคงพบอยู่ทั่วไป ในดิน น้ำ อากาศและอาหาร นอกจากนี้ยังต้องใช้เวลาหนานที่เดียวจึงจะขับออกจากร่างกายได้อย่างหมดสิ้น อันตรายจากสภาพแวดล้อมเป็นพิษนั้นมีมากเปรียบเสมือนภัยมืดที่กระทบกระทั่งถึงทุกคน ดังนั้นจึงควรระมัดระวังป้องกันแก้ไขเสียแต่บัดนี้ ควรใช้ยาปราบศัตรูพืชให้ถูกวิธีไม่ควรคำนึงถึงแต่ประโยชน์ส่วนตัว เพื่อชนรุ่นหลังจะได้อยู่อย่างปลอดภัยจากสารพิษต่างๆ

สารพิษตกค้างในสิ่งมีชีวิต

สุณีย์ ครูทานุช

การใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดศัตรูพืช มีประโยชน์ต่อเกษตรกรในการช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้ปีละหลายๆ เพราะยาฆ่าแมลงเป็นพิษต่อศัตรูพืช จึงช่วยควบคุมและกำจัดศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี แต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาด้านพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก สาเหตุเกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลงประเภทคลอรีเนเตด ไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่สลายตัวได้ยากจึงมีพิษตกค้างอยู่ยาวนานนับเป็นสิบๆ ปี เช่น ดีดีที (dichlorodiphenyl trichloroethane) พบว่าสะสมบนพื้นดินได้นานถึง 30 ปี จึงมีพิษตกค้างปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั้งในสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น ในอากาศ

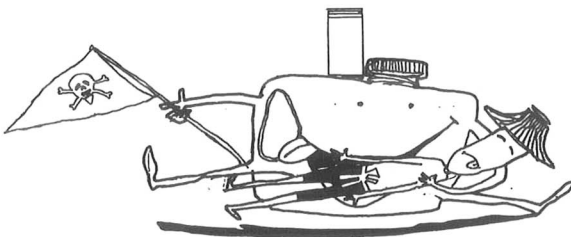
น้ำฝน น้ำในแม่น้ำลำคลอง ทะเล และมหาสมุทร และในสิ่งที่มีชีวิต เช่น แพลงก์ตอน กุ้ง หอย ปู ปลา นก และมนุษย์



ยาฆ่าแมลงจะเข้าไปปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้โดยการฉีดพ่น ยาฆ่าแมลง บางส่วนจะฟุ้งระเหยอยู่ในอากาศ บางส่วนตกลงสู่พื้นดิน เมื่อฝนตกจะชะล้างยาฆ่าแมลงจากดินลงสู่แหล่งน้ำหรือกระแสลมพัดพาไปสู่แหล่งน้ำ ทำให้สัตว์ทุกชนิดได้รับสารพิษเข้าไปจากห่วงโซ่อาหาร (food chain) ปริมาณสารพิษจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณในแต่ละระดับของห่วงโซ่อาหาร จนในที่สุดก็จะมาสะสมในมนุษย์

วท. ได้ตระหนักถึงความสำคัญของพิษตกค้างที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม จึงได้ทำการตรวจหาสารพิษประเภทคลอรีเนเตด ไฮโดรคาร์บอน ในปลา

น้ำจืดที่นิยมบริโภค และค้ำควาในทุกภาคของประเทศไทย พบว่า 98.10 % ของตัวอย่างปลาที่นำมาตรวจวิเคราะห์หามีสารพิษตกค้างอยู่ในตัว และปลา น้ำจืดจากภาคเหนือมีสารพิษตกค้างโดยเฉลี่ยสูงกว่าภาคอื่น ๆ สารพิษที่พบ มากได้แก่ ดีดีที ดีลตริน เอนตริน และ BHC (benzene hexachloride) เฉพาะ ดีดีที พบโดยเฉลี่ยสูงกว่าสารพิษอื่น ๆ และพบในปลาเกือบทุกชนิด ปลาชนิด ที่มีไขมันมาก เช่น ปลาเค็ม ปลาสด ปลาตาก และปลาดุกจะมีพิษตกค้าง ในปริมาณสูง ตัวอย่างเช่น ปลาเค็มจากภาคเหนือมีสารพิษดีดีทีสูง ถึง 0.5023 ส่วนในล้าน และมีอัลตรินสูงถึง 0.0132 ส่วนในล้าน จาก รายงานขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration) กำหนดขีดปลอดภัยของอาหารที่มีสารพิษประเภทคลอริ- เนตเตท ไฮโดรคาร์บอน ให้ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน ส่วนใน พวกค้ำควา พบว่ามีสารพิษตกค้างอยู่ในค้ำควาทุกตัวอย่างที่วิเคราะห์ ปริมาณสารพิษดีดีทีสูงสุดคือ 0.963 ส่วนในล้าน พบในค้ำควาหน้ายักษ์ จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเปรียบเทียบปริมาณสารพิษตกค้าง ระหว่างค้ำควากินแมลงกับค้ำควากินผลไม้ พบว่าค้ำควากินแมลงมีสาร พิษตกค้างอยู่มากกว่า เนื่องจากได้รับสารพิษจากการกินแมลงที่มียาฆ่า แมลงสะสมอยู่ในตัวเป็นจำนวนมาก



จะเห็นได้ว่า พิษตกค้างของยา ฆ่าแมลงจะมีปะปน อยู่ในสัตว์ที่นิยมใช้ เป็นอาหาร และสัตว์ที่ เป็นประโยชน์ในการ

ป้องกันกำจัดศัตรูพืชของมนุษย์ เราจึงควรระมัดระวังในการใช้ยาฆ่าแมลง เพื่อไม่ให้สารพิษมีโอกาสสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อม อันจะส่งผลเสียแก่ มนุษย์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ●

สารปรอทในแหล่งน้ำ

สุทธิเจตน์ จันทศิริ

ปรอท (mercury) เป็นธาตุโลหะสีขาวยเงินที่มีสถานะเป็นของเหลว ที่อุณหภูมิห้องและความดันปกติ สามารถทำให้เป็นของแข็งได้แต่เปราะ



สามารถระเหยเป็นไอได้ ปรอทสามารถเปลี่ยนรูปได้ง่าย ตั้งแต่สูตรโมเลกุลอย่างง่าย เช่น ปรอทซัลไฟด์ จนถึงสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน ดังนั้นจึงมีการนำปรอทมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ใช้ใน

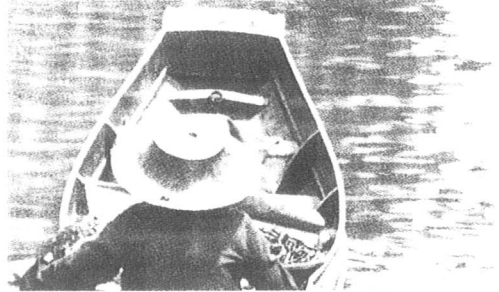
อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

ในธรรมชาติจะพบปรอทในชั้นหินใต้เปลือกโลก ประมาณ 0.10 - 2.0 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ปรอทที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามวัฏจักรธรรมชาติ จะมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการปนเปื้อน เนื่องจากกิจกรรมมนุษย์ ปรอทที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารปรอทอินทรีย์ ในแหล่งน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมจะพบสารปรอทอินทรีย์ 5 รูปแบบ คือ metallic mercury, divalent mercury, phenyl mercury, alkoxyalkyl mercury และ methyl mercury สำหรับสารปรอทอินทรีย์เมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกจุลินทรีย์พวก *Pseudomonas* และ *Clostridium* เปลี่ยนรูปให้เป็นสารปรอทอินทรีย์ด้วยสิ่งมีชีวิตมากที่สุด

ปรอทเป็นโลหะที่สะสมได้ในสิ่งมีชีวิต (bio-accumulation) และเพิ่มขยายขึ้น (biological magnification) ตามห่วงโซ่อาหารในแต่ละระดับชั้น ความเป็นพิษของปรอทจะผันแปรตามโครงสร้างทางเคมีและเส้นทางการเข้าสู่ร่างกาย ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษของปรอทได้แก่ ปริมาณปรอทที่เข้าสู่ร่างกาย อัตราการดูดซึมและการขับออกจากร่างกาย ความต้านทาน และการตอบสนองต่อร่างกาย

พิษของปรอทในรูปแบบของ methyl และ alkyl ซึ่งเป็นสารปรอทอินทรีย์จะทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมทรงและไขสันหลัง ทำให้การทรงตัว การเคลื่อนไหวของแขนขา การพูด และประสาทรับความรู้สึกจะเสียไป เช่น การได้ยิน การมองเห็น ทำให้ไม่สามารถรักษาให้เหมือนเดิมได้ ส่วนสารปรอทอินทรีย์อื่นๆ จะทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น บริเวณไตและลำไส้ แต่ก็ไม่สามารถรักษาให้หายได้เป็นปกติ การเกิดพิษเรื้อรังจะรู้สึกเวียนศีรษะ ตามัว มือสั่น น้ำลายไหลตลอดเวลา เช่น การเกิดโรคมินามาตะในญี่ปุ่น เกิดจากการบริโภคปลาในแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารปรอท

แหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทยจะมีปริมาณปรอทโดยเฉลี่ยประมาณ 0.47 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) แต่จะมีปริมาณเพิ่มสูงมากขึ้นบริเวณปากน้ำ โดย



เฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งบริเวณสองฝั่งของแม่น้ำเหล่านี้จะมีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก ตามค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำผิวดินอนุโลมให้มีการปนเปื้อนของปรอทสูงสุดไม่เกิน 0.001 ส่วนในล้านส่วนหรือ 1 ไมโครกรัมต่อลิตร ●

ของเสียที่เป็นอันตราย

ชูสิทธิ์ บรรจงลิขิตกุล

ของเสียที่เป็นอันตรายเมื่อผ่านการบำบัดให้มีพิษน้อยลงด้วยวิธีการต่างๆ แล้ว บางครั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การ



คัดแยกสารตัวทำละลายใช้แล้วด้วยการกลั่นแยก แล้วนำกลับมาใช้ได้ใหม่ วิธีนี้นอกจากจะเป็นการช่วยลดปริมาณของเสีย

ที่ต้องนำมากำจัดแล้ว ยังเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตามของเสียที่เป็นอันตรายที่บำบัดและเหลือใช้แล้วก็จำเป็นต้องกำจัดให้หมดไป โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัย ความปลอดภัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม วิธีการกำจัดมีดังนี้

1. การนำไปฝังดิน

ของเสียในรูปที่ถูกบำบัดแล้วจะถูกนำไปฝังในบ่อดินที่ขุดเตรียมไว้โดยบ่อดินนั้นจะต้องบุกั้นบ่อและผนังโดยรองด้วยวัสดุกันซึม เช่น แผ่นพลาสติกหรือดินเหนียว เพื่อป้องกันของเสียหรือน้ำเสีย



จากของเสียไหลซึมออกไปปนเปื้อนภายนอก สำหรับที่กั้นบ่อจะมีท่อรับน้ำเสียเพื่อนำไปบำบัดได้อีก เมื่อของเสียเต็มบ่อแล้วจะต้องปิดบ่อด้วยแผ่นพลาสติกหรือ ดินเหนียวด้วยเช่นกัน

2. การนำไปทิ้งทะเล

ของเสียจะถูกบรรจุในภาชนะที่ปิดมิดชิด โดยไม่มีการรั่วไหลของของเสียได้ แล้วนำไปทิ้งในทะเลลึกไม่น้อยกว่า 2,000 – 4,000 เมตร



3. การปล่อยให้ซึมในชั้นดิน



ของเสียจะถูกอัดฉีดลงในพื้นที่ที่มีความลึกกว่าระดับน้ำทะเลและดิน และน้ำบาดาล เพื่อของเสียนั้นจะซึมและกระจายอยู่ในชั้นดิน โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำในดิน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แน่ใจนักว่าการนำไปทิ้งทะเลหรือการปล่อยให้ซึมในชั้นดินจะไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายในชั้นสุดท้ายจึงนิยมการขุดเป็นบ่อฝังไว้ใต้ดิน

ของเสีย (waste)

หมายถึงของเหลือทิ้งจากการบริโภค อุปกรณ์ หรือสิ่งของเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้ รวมทั้งของที่มนุษย์ไม่ต้องการจะใช้ต่อไปแล้ว ของเสียบางชนิดเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมไม่มากนัก เช่น พวกเศษอาหาร เศษกระดาษ ฯลฯ แต่ของเสียบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตของมนุษย์และสัตว์ ตลอดจนสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการปนเปื้อนหรือสะสมอยู่ใน “ห่วงโซ่อาหาร” หรือเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรัง ซึ่งทำให้พิการหรือเสียชีวิตได้ เราเรียกของเสียประเภทนี้ว่า “ของเสียที่เป็นอันตราย” (hazardous waste)

ของเสียที่เป็นอันตรายจำแนกตามลักษณะของความเป็นอันตราย ลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. ของเสียเป็นพิษหรือเจือปน หรือมีส่วนประกอบของสารที่เป็นพิษ เช่น มีส่วนประกอบของตะกั่วปรอท สารหนู ยาฆ่าแมลง ฯลฯ

2. ของเสียที่ติดไฟง่ายหรือมีส่วนประกอบของสารที่ติดไฟง่ายหรือสารไวไฟ ซึ่งอาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้ ถ้าเก็บไว้นานเกินไปหรือเมื่อมีอุณหภูมิสูงมากๆ

3. ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง ซึ่งสามารถกัดกร่อนวัสดุต่างๆ ตลอดจนถึงเนื้อเยื่อของร่างกายของมนุษย์หรือสัตว์

4. ของเสียที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสารอื่น เช่น น้ำจะทำให้เกิดมีก๊าซพิษ ไอพิษ หรือควันพิษ หรือของเสียที่เมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้นในที่จำกัดอาจเกิดการระเบิดได้



5. ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสีหรือมีสารกัมมันตรังสีเจือปนอยู่

6. ของเสียที่เมื่อถูกน้ำชะล้าง จะปลดปล่อยสารที่เป็นอันตรายดังกล่าวข้างต้นออกมาได้

7. ของเสียที่มีเชื้อโรคติดปะปนอยู่

อย่างไรก็ตามในบางกรณีของเสียที่เป็นอันตรายอาจจะมีลักษณะของความเป็นอันตรายหลายประการรวมกันก็ได้ เช่น ก๊าซคลอรีนมีฤทธิ์กัดกร่อนเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ และเป็นไอพิษที่ทำให้ลายระบบทางเดินหายใจเป็นต้น

การบำบัดของเสียที่เป็นอันตราย คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีหรือกายภาพของของเสียหรือสารพิษที่เจือปนอยู่ในของเสีย ให้มีความเป็นพิษน้อยลง หรือไม่สามารถแสดงความเป็นพิษออกมาได้ และเพื่อสะดวกต่อการกำจัดในขั้นต่อไป การบำบัดสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การทำให้เป็นกลาง

ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่างจะเป็นของเสียที่เป็นอันตรายแต่ถ้าทำให้มีฤทธิ์เป็นกลางโดยการเติมต่างลงในกรด หรือเติมกรดลงในด่าง อันตรายนก็จะหมดไป

2. การทำให้แห้ง

โดยการบีบน้ำออก ผึ่งแดด เป็นต้น จะทำให้ปริมาตรของเสียลดลง

3. การทำให้เป็นก้อน

โดยการนำมาผสมกับคอนกรีตหรือ ซีเมนต์ให้เป็นก้อน เพื่อป้องกันของเสียถูกชะล้างหลุดออกมาได้ นิยมใช้กับกากตะกอนของเสียที่มีพวกโลหะหนักผสมอยู่

4. การใช้สารเคมีทำให้ตกตะกอน

โดยการเติมสารเคมีเพื่อให้ของเสียที่อยู่ในรูปสารละลายแยกตัวและตกตะกอนออกมา ที่นิยมใช้ ได้แก่ ปูนขาว

5. การใช้สารเคมีทำลายฤทธิ์

โดยเติมลงในของเสียเพื่อให้เกิดปฏิกิริยากับสารพิษให้อยู่ในรูปของสารประกอบอื่น ซึ่งไม่เป็นพิษ เช่น ของเสียที่มีสารปรอทเจือปน จะเก็บสารละลายของโซเดียมซัลไฟด์ เพื่อให้ได้สารประกอบของปรอทที่คงตัว

6. การใช้กระบวนการทางชีววิทยา

เป็นการลดปริมาณของเสียที่สามารถกำจัดได้ด้วยจุลินทรีย์ เช่นการย่อยสลายคราบไขมันด้วยจุลินทรีย์ เป็นต้น

7. การใช้เตาเผา

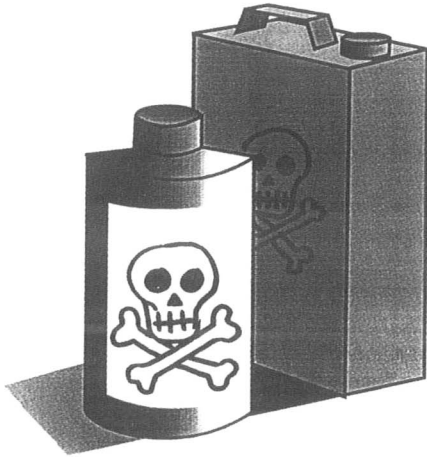
จะต้องใช้เตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง และมีระบบควบคุมสารมลพิษที่เกิดจากการเผาด้วย เช่น ระบบดักฝุ่นและก๊าซ ระบบน้ำเสีย เป็นต้น

การบำบัดของเสียที่เป็นอันตรายนี้ ยังไม่ใช่งานกำจัดของเสียในขั้นสุดท้าย เพียงแต่เป็นการทำให้ของเสียที่เป็นอันตรายมีพิษน้อยลง และสะดวกแก่การกำจัดในขั้นสุดท้ายเท่านั้น



พิษและอันตรายจากสารเคมี

ชูสิทธิ์ บรจงลิขิตกุล



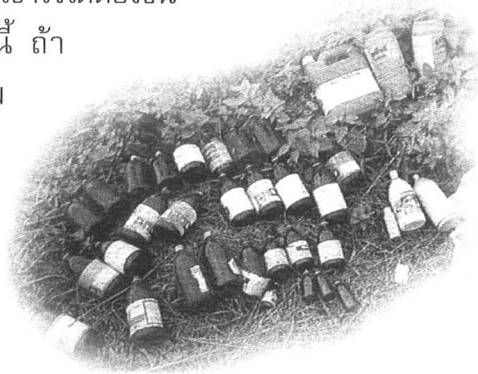
พิษ หรือ ความ มี พิษ (toxicity) จะเป็นคุณสมบัติที่เป็นอันตรายประจำตัวของสารเคมี โดยทั่วไป สารเคมีที่มีพิษสูง มักจะมีอันตรายสูงไปด้วย แต่ในบางกรณีก็อาจจะไม่เป็นเช่นนั้น ตัวอย่างสารที่มีพิษสูง เช่น ไฮยา-ไนต์ และสารฆ่าแมลงบางชนิดคือพวกนี้โดยตัวมันเองจะมีพิษสูง แต่อันตรายจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ

กับโอกาสและสภาพการใช้สารนั้นๆ

อันตราย (hazard) หมายถึง โอกาสที่สารเคมีตัวนั้นจะทำให้เกิดผลเสียหรืออันตรายแค่ไหน สารเคมีที่มีอันตรายสูงไม่จำเป็นต้องเป็นสารที่มีพิษสูง เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งปกติถือว่าก๊าซตัวนี้มีความเป็นพิษไม่สูงมากนัก แต่ถูกจัดว่าเป็นก๊าซที่มีอันตรายสูงมาก เพราะสามารถทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและทำให้มนุษย์เสียชีวิตปีละไม่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซตัวนี้เรามีโอกาสที่จะได้สัมผัสอยู่เสมอในชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงาน เมื่อมีการเผาไหม้ที่ไหนก็จะพบก๊าซตัวนี้เสมอ



อย่างไรก็ตาม เพื่อความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น จะขอยกตัวอย่างเพิ่มเติมดังนี้ ถ้าของเหลวสองชนิดนี้ระดับความเป็นพิษเท่ากัน แต่มีระดับอันตรายต่างกัน โดยที่ของเหลวชนิดหนึ่งอาจจะไม่มีกลิ่นและไม่ระคายเคืองต่อตาและจมูก ในขณะที่ของเหลวอีกชนิดหนึ่งมีกลิ่นฉุนและแรง



ในระดับความเข้มข้นเพียงเล็กน้อย หรือระคายเคืองต่อตาและทางเดินหายใจ ดังนั้นโดยการเปรียบเทียบจะพบว่าของเหลวชนิดที่มีคุณสมบัติเตือนภัยคือมีกลิ่นฉุนนั้นจะเป็นสารที่มีอันตรายน้อยกว่าสารที่ไม่มีกลิ่น ทั้งนี้เพราะว่าเราสามารถทราบว่ามีสารดังกล่าวมีอยู่ในบริเวณใดก่อนเกิดอันตรายขึ้น

เนื่องจากมีผู้เข้าใจไขว้เขวถึงความแตกต่างระหว่าง “ความมีพิษ” และ “อันตราย” อยู่เสมอ ดังนั้นความหมายของคำทั้งสองดังกล่าวข้างต้นคงจะช่วยให้ท่านเข้าใจความหมายและความแตกต่างได้ดีขึ้น ●

สารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำจืด

ดร. อาภารัตน์ มหาพันธ์

ปัญหาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษในแหล่งน้ำจืด ได้เกิดขึ้นทั่วโลกแล้ว และในหลายกรณีพบว่า เป็นสาเหตุการตายของปศุสัตว์ และสัตว์ปีกที่อพยพโยกย้ายถิ่น รวมทั้งเป็นสาเหตุของอาการผิดปกติและเสื่อมสุขภาพในมนุษย์ด้วย ในหลายประเทศที่ประสบปัญหานี้ได้มีการจัดทำใบปลิวเพื่อเตือนประชาชนให้ระวังปัญหาสุขภาพที่จะเกิดขึ้นในช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำ

สารพิษจากสาหร่ายคืออะไร

สารพิษจากสาหร่าย คือ สารทุติยภูมิที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างและสลายของเซลล์ (secondary metabolite) เป็นสารที่ไม่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์สาหร่ายเอง แม้ว่าบางครั้งจะช่วยในการอยู่รอดในธรรมชาติก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่ทราบถึงเหตุผลที่แท้จริงในการผลิตสารพิษของสาหร่าย แต่คาดว่าสารพิษที่สร้างขึ้นทำหน้าที่เป็น



แสดงพื้นที่การเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำจืดของโลก

เสมือนสารป้องกันตัว (protective compound) จากศัตรูหรือคู่แข่งในธรรมชาติ

สภาพอย่างไรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำ

สภาวะแวดล้อมของแหล่งน้ำ 4 ประการ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ได้แก่

1. บรรยากาศบริเวณแหล่งน้ำนั้นอยู่ในสภาพลมสงบหรือลมพัดอ่อนๆ

2. อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 15 - 30° ซ.

3. น้ำในแหล่งน้ำนั้นอยู่ในสภาพที่เป็นกลางหรือเป็นด่าง (pH 6-9)

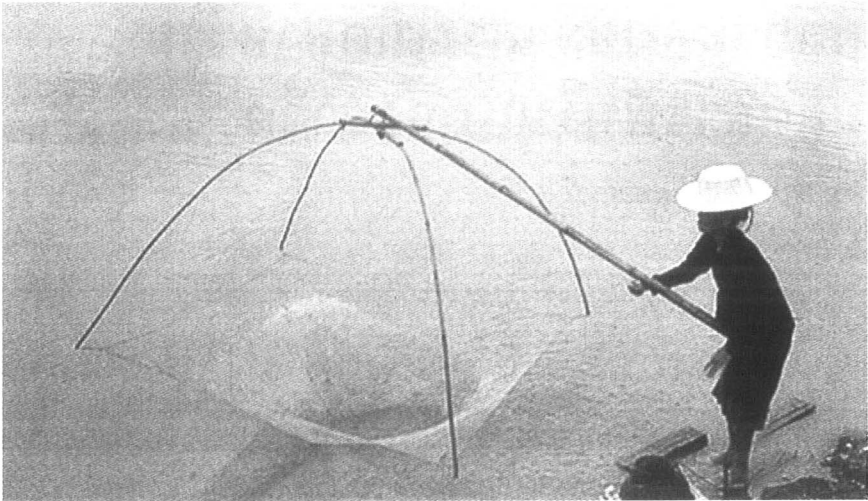
4. มีปริมาณธาตุอาหารไนเตรตและฟอสเฟตละลายอยู่ในปริมาณมากโดยส่วนใหญ่มีแหล่งสำคัญมาจากปุ๋ยเคมีที่ถูกชะล้าง และผงซักฟอกต่างๆ



สภาวะทั้ง 4 ประการนี้ จะเอื้อต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากกว่าสาหร่ายในกลุ่มอื่นๆ

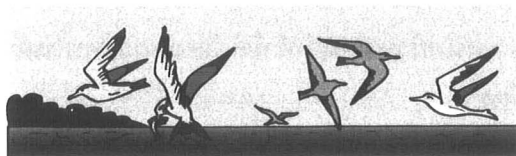
สัตว์ได้รับสารพิษจากสาหร่ายได้อย่างไร

เนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีองค์ประกอบภายในเซลล์ที่เรียกว่า gas vacuole ซึ่งช่วยในการลอยตัวบนผิวน้ำ เพื่อปรับระดับความลึกของเซลล์ให้เหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสง กระแสลมและคลื่นในแหล่งน้ำจะพัดพามวลของสาหร่ายให้มาประชิดชายฝั่ง เมื่อสัตว์ดื่มน้ำที่มีสาหร่ายที่สร้างสารพิษปนเปื้อนอยู่ก็จะถึงแก่ความตายได้



ส่วนใหญ่สารพิษจากสาหร่ายจะถูกปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ เมื่อเซลล์ตายหรือเซลล์แก่ และเกิดการรั่วของผนังเซลล์ โดยทั่วไปแล้วการตายของสัตว์จะเกิดจากการได้รับสารพิษเนื่องจากการย่อยเซลล์ของสาหร่ายที่กินเข้าไป อย่างไรก็ตาม แม้มีการใช้คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulfate) กำจัดเซลล์สาหร่ายแล้ว ก็ยังพบว่า สารพิษที่ตกค้างอยู่ในแหล่งน้ำยังเป็นสาเหตุการตายของสัตว์ได้

ปัจจัยที่มีผลก่อให้เกิดการตายของสัตว์เมื่อได้รับสารพิษ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของสารพิษที่ผลิตโดยสาหร่าย ปริมาณความเข้มข้นของเซลล์สาหร่าย ชนิด เพศและขนาดของสัตว์โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณของน้ำที่สัตว์ดื่มเข้าไปแล้วตายมีได้ตั้งแต่ 2 - 3 มิลลิลิตรหลายลิตร



ผลกระทบของการเกิดสาหร่าย ผลิตสารพิษในแหล่งน้ำจืด

ดร. อภารัตน์ มหาพันธ์



ภาพที่ 1 ผลกระทบของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษ
ในแหล่งน้ำจืด (Implementing the New South Wales Algal Management Strategy,
J. Verhoeven, 1993)

ภายใต้สภาวะของแหล่งน้ำจืดที่มีปริมาณธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ในปริมาณที่เหมาะสมประกอบกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพอันได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง และสภาพน้ำนิ่งที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษ เกิดเป็นมวลสาหร่ายปริมาณมากลอยเป็นฝ้าเหนือผิวน้ำ ทำให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ คือ **การผลิตสารพิษ**

สารพิษที่ผลิตขึ้นนอกจากจะเป็นสาเหตุการตายของปศุสัตว์ สัตว์เลี้ยง และสัตว์ป่า ที่มาดื่มน้ำแล้วยังมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของผู้ที่บริโภคน้ำจากแหล่งน้ำนั้น แม้จะผ่านขั้นตอนการผลิตเป็นน้ำประปาแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพราะ

กระบวนการผลิตน้ำประปา และความร้อนจากการต้มน้ำธรรมดาไม่สามารถทำลายสารพิษได้

การลดลงของออกซิเจนในน้ำ

โดยปกติแล้วสาหร่ายจะสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน และจะหายใจในเวลากลางคืน โดยจะใช้ออกซิเจนในการหายใจ และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจของมวลสาหร่ายปริมาณมากในน้ำรวมทั้งการใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลายเซลล์สาหร่ายที่ตายก่อให้เกิดการลดลงของปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทุกชนิดที่ใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ รวมทั้งปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น

การพักผ่อนหย่อนใจ

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายทำให้เกิดเป็นฝ้าสีเขียวลอยอยู่เหนือผิวน้ำทำให้มีทัศนียภาพที่ไม่น่ามอง นอกจากภาพแล้วสาหร่ายเหล่านี้ยังส่งกลิ่นเฉพาะตัวที่ไม่พึงประสงค์รบกวนบรรยากาศการพักผ่อนอีกด้วย

การผลิตน้ำประปา

มวลสาหร่ายปริมาณมากในแหล่งน้ำก่อให้เกิดรสและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งการมีสารประกอบอินทรีย์ (จากเซลล์สาหร่าย) ในน้ำปริมาณมาก สิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภคและบริโภค

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

การเกิดการย่อยสลายของมวลสาหร่ายในแหล่งน้ำ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ทั้งทางเคมีและชีวภาพ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ในกิจการต่างๆ เช่น การเกษตรอุตสาหกรรม

ฯลฯ ●



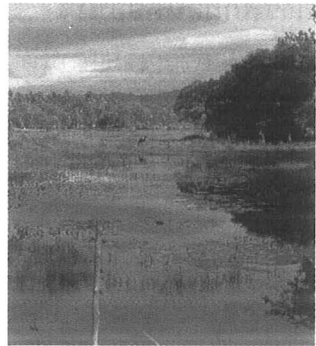
กลุ่มของสารพิษที่ผลิตโดยสาหร่ายน้ำจืด

ดร. อาภารัตน์ มหาชนธ์

กลุ่มของสารพิษที่ผลิตโดยสาหร่ายน้ำจืด สามารถแบ่งตามการตรวจวิเคราะห์ทางชีว (bio-assay) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะความเป็นพิษได้ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่เป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxin)

สารพิษในกลุ่มนี้จะไม่ก่อให้เกิดพิษจนถึงแก่ความตายในสัตว์ แต่จะแสดงความสามารถอย่างกว้างขวางในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย แบคทีเรีย รา และเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (culture mammalian cell line) การค้นพบสารพิษในกลุ่มนี้เกิดจากการค้นหาเอกลักษณ์ชนิดใหม่ๆ สารออกฤทธิ์ทางการเกษตร เอนไซม์ สารปฏิชีวนะ และ



สารต้านมะเร็ง เป็นต้น มหาวิทยาลัยแห่งฮาวาย (University of Hawaii) ได้รายงานว่าสามารถพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สร้างสารออกฤทธิ์ในกลุ่มนี้ได้ร้อยละ 7 ของตัวอย่างของสาหร่ายที่สุ่มเก็บจากธรรมชาติ

สารออกฤทธิ์ต่อเซลล์ที่มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมีแล้ว ได้แก่ acutiphyccins, indolcarbazoles, mirabilene isonitriles, paracyclophanes, scytophyccins, tentazoles, tolytoxin, toyocamycin และ tubercidin ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกรังสร้างโดยสาหร่ายใน Order Nostocales และ Stigonematales ซึ่งจะพบมากในน้ำจืด และบนบก

2. กลุ่มที่เป็นพิษต่อสัตว์ (biotoxin)

สารพิษจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในกลุ่มนี้เป็นแหล่งใหญ่ของสารพิษที่พบในธรรมชาติ ผลิตโดยสาหร่ายที่ลอยอยู่บริเวณพื้นผิวน้ำ (planktonic algae) ในสกุล *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Nostoc* และ *Oscillatoria* ซึ่งสารพิษจากสาหร่ายเหล่านี้ได้ถูกแยกและศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมีไปบ้างแล้ว ส่วนสาหร่ายในสกุล *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, *Fischerella*, *Gloeotrichia*, *Gomphosphaeria*, *Hapalosiphon*, *Microcoleus*, *Schizothrix*, *Scytonema*, *Symploca*, *Tolypothrix* และ *Trichodesmium* ก็พบว่ามีความเป็นพิษ แต่ยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียดโดยการแยกสารพิษออกมาศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมีแต่อย่างไร

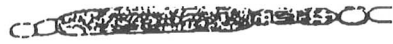
สารพิษในกลุ่มนี้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากพบว่าเป็นสาเหตุการป่วยและการตายของสัตว์ในหลายพื้นที่ทั่วโลกตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 อย่างไรก็ตามยังไม่มี



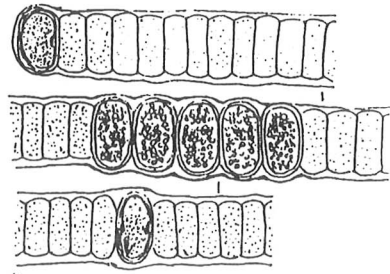
Anabaena spiroides



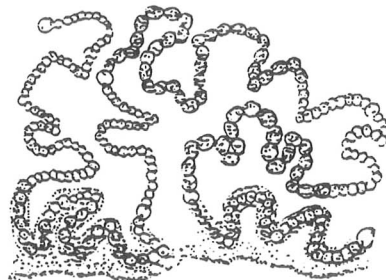
Oscillatoria raciborskii



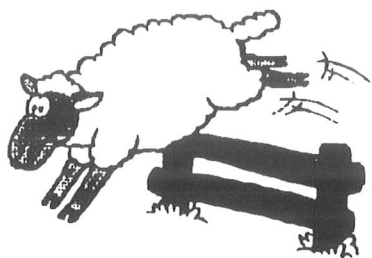
Aphanizomenon flos-aquae



Nodularia spumigena



Nostoc linkia



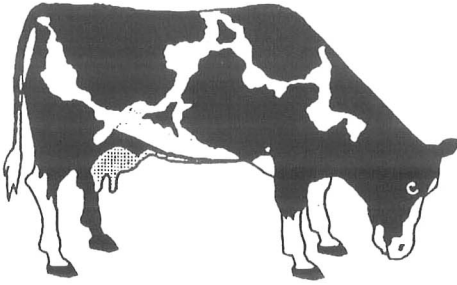
รายงานข่าวสารพิษนี้เป็นสาเหตุการตายของมนุษย์เหมือนที่พบในกรณีของ paralytic shellfish poison (PSP) ที่เกิดจากการบริโภคหอยซึ่งกรองเอาสารร้ายที่ผลิตสารพิษเป็นอาหาร แต่จากการที่พบว่า สารกลุ่มนี้มีพิษร้ายแรง

ต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจึงเป็นสิ่งชี้หน้าว่ามนุษย์เองก็คงจะมีความทนทานต่อพิษต่ำเช่นเดียวกับในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่ามีอาการตกค้างของสารพิษจากสารร้ายน้ำจืดในห่วงโซ่อาหารของมนุษย์จากการที่น้ำในแหล่งน้ำต่างๆ มีคุณภาพลดลงเรื่อยๆ ประกอบกับมีปัญหาการเจริญเติบโตของสารร้ายอย่างรวดเร็ว

รวดเร็วบ่อยครั้งขึ้น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มสแกนดิเนเวียและอีกหลายประเทศในยุโรป รวมทั้งประเทศญี่ปุ่น จึงได้ทำการศึกษาและพบว่าการเกิดการเจริญอย่างรวดเร็วของสารร้ายในแหล่งน้ำ จะมีโอกาสเป็นสารร้ายที่สร้างสารพิษถึงร้อยละ 40 และมีแนวโน้มว่าจะมีปัญหาเพิ่มขึ้นทั้งในแง่ของจำนวนครั้งที่เกิด ความกว้างขวางของพื้นที่ และระยะเวลาที่เกิด **สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อตับ (hepatotoxin)**

ในขณะที่สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทจะพบอย่างกว้างขวางในทวีปอเมริกาเหนือ สหราชอาณาจักร กลุ่มสแกนดิเนเวีย และประเทศออสเตรเลีย แต่สารพิษต่อตับที่สร้างโดยสารร้ายสามารถพบได้ในทุกพื้นที่ทั่วโลกโดยพบว่าก่อให้เกิดความเป็นพิษในโค กระบือ แกะ ม้า สุนัข เป็ด ตลอดจนสัตว์เลี้ยงปีก และสัตว์เลี้ยงในบ้าน ส่วนในห้องทดลองมีการศึกษาความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ในหนูขาว หนูถีบจักร หนูตะเภา กระต่าย และสุนัข อาการแสดงออกซึ่งความเป็นพิษ





ได้แก่ อ่อนเพลีย หมดความ
อยากอาหาร เยื่อบุต่างๆ มีสีซีด
อาเจียน ทนาวสั้น และท้องร่วง
การตายจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับ
สารพิษ 2-3 ชั่วโมง ถึง 2-3 วัน
ส่วนใหญ่จะเกิดจากเลือดออก

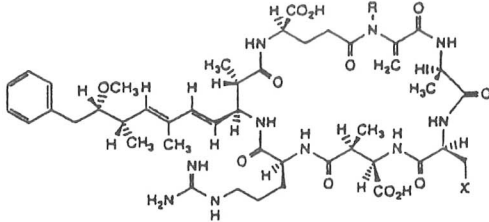
ในตับ (intrahepatic haemorrhage) และการช็อกเนื่องจากขาดเลือดไป
หล่อเลี้ยง (hypovolaemic shock) ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อเซลล์ตับ (hepatocyte)
ได้รับสารพิษจะเกิดการหดตัว (shrink) ทำให้เซลล์ที่เกาะกันแน่นแยกออก
และเกิดการแยกของ sinusoidal
capillaries ทำให้เกิดโลหิตคั่ง ก่อให้
เกิดความเสียหายต่อเซลล์ตับและ
นำมาซึ่งอาการช็อกในที่สุด สำหรับ
ที่ผลิตสารพิษในกลุ่มนี้ที่มีการศึกษา
โครงสร้างทางเคมีแล้ว ได้แก่ สำหรับ
ในสกุล *Microcystis*, *Anabaena*,
Nodularia, *Oscillatoria* และ *Nostoc*
ส่วนที่มีการผลิตสารพิษแต่ยังไม่มีการ
ศึกษาโครงสร้างทางเคมี ได้แก่ *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomina*,
Gloeotrichia และ *Coelosphaerium* สารพิษที่พบส่วนใหญ่จะมีสูตรโครงสร้าง
เป็นวงแหวนเปปไทด์ (cyclic peptide) ที่พบแล้วมีอย่างน้อย 53 ชนิด ชนิดที่
พบมากและมีความสำคัญ ได้แก่



1. สารพิษในกลุ่มไมโครซิสติน (microcystins, MCYST)

มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ 7 ชนิด (heptapeptide) สารพิษ
ชนิดนี้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกจากสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* สายพันธุ์
NRC-1 สาหร่ายในสกุลนี้ สามารถผลิตสารพิษได้มากกว่า 1 ชนิด สารพิษ

ในกลุ่มไมโครซิสตินนอกจากจะเป็นพิษต่อตับแล้วยังพบว่าเป็นตัวเร่งให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง จากการติดตามศึกษาถึงผลการได้รับน้ำดื่มจาก



Microcystin-LR R= CH₃, X= CH(CH₃)₂
 Microcystin-YR R= CH₃, X= CH(CH₃)-p-OH
 Microcystin-RR R= CH₃, X= CH₂CH₂NHC(=NH)NH₂
 Desmethyl-7-microcystin LR R=H, X= CH(CH₃)₂

สารพิษในกลุ่ม Microcystin

พิเศษ นอกจากนี้ไมโครซิสตินยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรตีนฟอสฟาเทส PP1 และ PP2A (protein phosphatase PP1 and PP2A) ซึ่งมีความสำคัญต่อการควบคุมเมแทบอลิซึมต่างๆ เช่น เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การแบ่งเซลล์ และการยึด-หดตัวของกล้ามเนื้อ

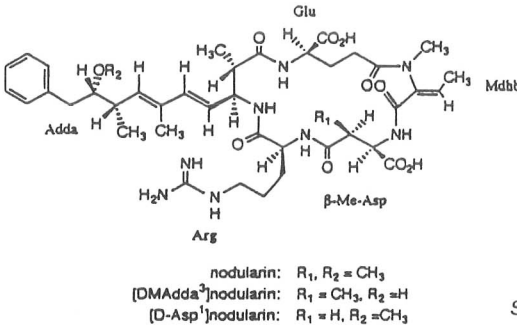
สารพิษในกลุ่มไมโครซิสตินทุกตัวจะมีค่าความเป็นพิษ LD₅₀ i.p. ในหนูระหว่าง 60-70 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ยกเว้น MCYST-RR, demethylated toxin D-Asp และ Dha จะมีค่าความเป็นพิษในหนู LD₅₀ i.p. ระหว่าง 200-250 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ความเป็นพิษของไมโครซิสตินสามารถแก้ไขได้โดยการใช้สารเคมีบางชนิด เช่น cyclosporin-A, rifampin และ silymarin ซึ่งจะให้ผลยับยั้งพิษได้เป็นอย่างดีเมื่อได้รับสารแก้พิษเหล่านี้ก่อนหรือพร้อมกับการได้รับสารพิษ ในปัจจุบันยังไม่ทราบว่าการระบวนการต้านสารพิษเกิดขึ้นได้อย่างไร แต่คาดว่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการดูดซึมสารพิษเข้าสู่เซลล์ตับ

แหล่งที่มีการปนเปื้อนของไมโครซิสตินเป็นเวลานานของ Academy of Science ในจังหวัด Wuhan และ Shanghai Medical University ในประเทศจีน พบว่าผู้บริโภคมีอัตราการเกิดมะเร็งในตับสูงเป็น



2. สารพิษในกลุ่มโนดูลาริน (nodularin, NODLN)

สารพิษในกลุ่มนี้มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ 5 ชนิด



สารพิษในกลุ่ม Nodularin

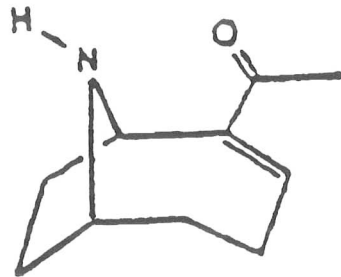
(pentapeptide) และมีลักษณะโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกันเป็นอย่างมากทั้งๆ ที่สร้างจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดเดียวกัน คือ *Nodularin spumigena* โนดูลาริน นอกจากจะมีพิษต่อเซลล์ตับแล้ว ผลการทดลองยังพบว่า เป็นสารส่งเสริมการเกิดมะเร็งด้วย

สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท

มีการพบสารพิษในกลุ่มนี้มากพอควร แต่ที่ทำการศึกษถึงลักษณะโครงสร้างทางเคมีแล้วมี 4 ชนิดคือ

1. อนาทอกซิน-เอ (anatoxin-a, antx-a)

สารพิษชนิดนี้ถูกผลิตโดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Anabaena flos - aquae*, *A spiroides*, *A circinalis*, *Aphenizomenom* sp. และ *Oscillatoria rubescens* เป็นสารประกอบประเภทอัลคาลอยด์ (alkaliod) มีชื่อทางเคมีว่า 2 acetyl - 9 - azabicyclo (4-2-1) non - 2 - ene สัตว์ที่ได้รับสารพิษชนิดนี้จากธรรมชาติจะมีการเดินโซเซ กล้ามเนื้อเกร็งเป็นมัด หายใจหอบ ชักกระตุก ในสัตว์ปีกจะมีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ ทำให้ท้องแอ่นขึ้น ส่วนใหญ่แล้วสัตว์จะถึงแก่ความตาย เนื่องจาก



Anatoxin-a

การล้มเหลวของระบบหายใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นเป็นนาที หรือ 2-3 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ปริมาณสารพิษที่ได้รับ ชนิดของอาหารที่กินก่อนได้รับสารพิษ สำหรับการทดสอบความเป็นพิษสารนี้ทางคลินิก ในหนู (mice), หนู (rat), และลูกวัว พบว่ามีอาการต่างๆ ตามลำดับ คือ กล้ามเนื้อเกร็งเป็นมัด การเคลื่อนไหวช้า หดความรู้สึก หายใจรุนแรง ตัวเขียวเนื่องจากขาดออกซิเจน ชักกระตุก และถึงแก่ความตายในที่สุด

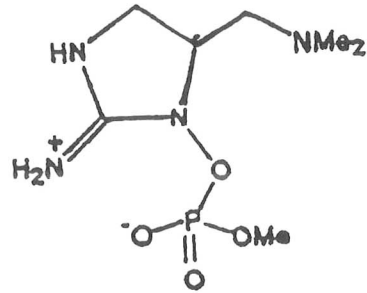
ค่าความเข้มข้นของอนาโทกซิน-เอ บริสุทธิ์ที่ทำให้จำนวนสัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่งภายหลังจากฉีดสารพิษนี้เข้าสู่ช่องท้อง (LD₅₀ intraperitoneal (i.p)) มีค่าประมาณ 200 ไมโครกรัม (สารพิษ) ต่อน้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม (200 µg/kg body weight) ส่วนความเข้มข้นของสารพิษที่ได้รับทางปากและทำให้สัตว์ตายจะมีค่าสูงกว่านี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารนี้มีความเป็นพิษสูงการที่สัตว์ดื่มน้ำเพียง 2-3 มิลลิลิตร ถึง 2-3 ลิตร ก็เพียงพอที่จะทำให้ถึงแก่ความตายได้ สิ่งที่น่ากลัวคือในปัจจุบันยังไม่พบว่ามียาแก้พิษ (antidote) สำหรับอนาโทกซิน-เอ แต่อย่างไร

ความเป็นพิษของอนาโทกซิน-เอ เกิดจากการที่สารนี้สามารถเลียนแบบการทำงานของ acetylcholine ซึ่งเป็นสื่อพาหะของระบบประสาท (neurotransmitter) และทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยจะมีเอนไซม์ acetylcholinesterase เป็นตัวทำลาย acetylcholine เพื่อป้องกันการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มากเกินไป (over-stimulation) การที่อนาโทกซิน-เอ เป็นสาเหตุของความตายก็เนื่องมาจาก acetylcholinesterase ไม่สามารถทำลายอนาโทกซิน-เอ ได้จึงทำให้เกิดการเกร็ง หดตัวของกล้ามเนื้อเป็นอัมพาต เมื่อเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อของระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากการขาดออกซิเจนไปเลี้ยงสมอง และเกิดการตายเนื่องจากการหายใจล้มเหลวในที่สุด อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์การแพทย์พยายามนำเอาคุณสมบัติของอนาโทกซิน-เอ มาใช้ประโยชน์โดยการนำอนุพันธ์ (derivative) ของอนาโทกซิน-เอ มาใช้เป็นยารักษาโรคอัลไซเมอร์

(Alzheimer's disease) ซึ่งเป็นสาเหตุของความจำเสื่อมในผู้สูงอายุและโรคไมแอสทีเนียกราวิส (myastheniagravis) ซึ่งเป็นสาเหตุของความผิดปกติเนื่องจากกล้ามเนื้ออ่อนแรง

2. อนาโทกซิน-เอ (เอส) (anatoxin-a (s))

ผลิตโดยสาหร่ายในสกุล *Anabaena* เป็นสารประกอบ organic phosphate โดยเป็น N-hydroxyguanidine methyl phosphate ester มีคุณสมบัติออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทเห็นได้ชัดโดยทำให้เกิดน้ำลายฟูมปากในหนูทดลอง จึงได้รับการตั้งชื่อเป็น anatoxin-a (s) (s=salivation, การหลั่งน้ำลาย) อาการเป็นพิษเกิดขึ้นเนื่องจากการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase จึงเป็นผลให้ acetylcholine ไม่ถูกทำลายก่อให้เกิดการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อมากเกินไป สุนัขและเป็ดที่ได้รับสารนี้ในห้องทดลองจะมีอาการน้ำลายฟูมปาก (hypersalivation) มีน้ำมูกไหลตลอดเวลา กล้ามเนื้อกระตุกและท้องร่วง



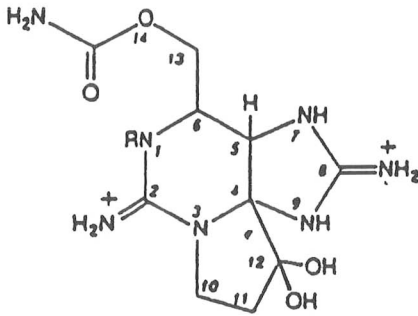
anatoxin-a(s)

ค่าความเป็นพิษ LD₅₀ i.p ในหนูทดลองมีค่าประมาณ 20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม หรือมีความเป็นพิษมากกว่าอนาโทกซิน-เอ 10 เท่า เนื่องจากอนาโทกซิน-เอ (เอส) มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับยาฆ่าแมลง organophosphorus ดังนั้นการแก้พิษของอนาโทกซิน-เอ (เอส) จึงสามารถใช้ atropine ได้เช่นเดียวกับการแก้พิษในยาฆ่าแมลงดังกล่าว

โดยที่สูตรโครงสร้างทางเคมีของอนาโทกซิน-เอ (เอส) มีลักษณะเป็นสารประกอบ organophosphate ชนิดใหม่จึงมีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาเป็นยาฆ่าแมลงในยุคใหม่ ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยทางชีวภาพ (bio-degradable) จึงไม่เกิดพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม

3. แซกซิทอกซินและนีโอแซกซิทอกซิน (*saxitoxin STX and neosaxitoxin, NEOSTX*)

สารพิษในกลุ่มนี้โดยส่วนใหญ่จะพบใน dinoflagellate หรือในหอยที่กรอง dinoflagellate เป็นอาหาร และก่อให้เกิดอาการ paralytic



R-H, saxitoxin
R-OH, neosaxitoxin

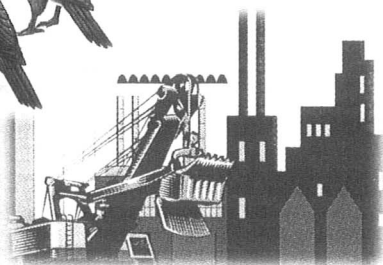
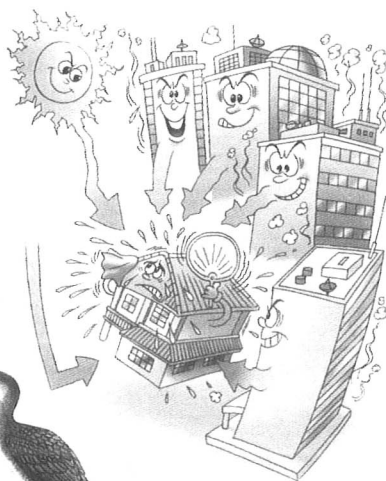
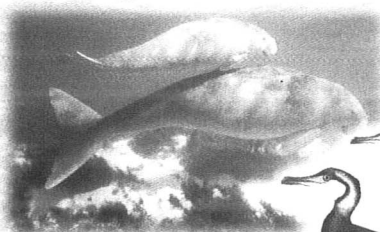
Saxitoxin และ Neosaxitoxin

sheilfish poison (PSP) สำหรับายน้ำจืดที่สร้างสารพิษในกลุ่มนี้ได้แก่สำหรับในสกุล *Anabaena* และ *Aphanizamenon* สารพิษทั้งสองตัวนี้สามารถออกฤทธิ์อย่างรวดเร็วต่อระบบประสาทโดยการปิดกั้น sodium channel โดยไม่มีผลกระทบต่อการแพร่ของพแทสเซียมเซลล์ของสาหร่าย

Aphanizomenon flos-aquae

สายพันธุ์ NH-5 จะมีความเป็นพิษต่อหนู โดยมีค่า LD₅₀i.p ประมาณ 5 มิลลิกรัม (น้ำหนักเซลล์สาหร่าย) ต่อหนึ่งกิโลกรัม (น้ำหนักหนู) และใน 1 กรัมของเซลล์สาหร่ายแห้ง (lyophilized) จะมีสารพิษนีโอแซกซิทอกซินอยู่ 1.3 มิลลิกรัม และมีสารแซกซิทอกซิน 0.1 มิลลิกรัม สารพิษทั้งสองนี้ มีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นยารักษาโรคมะเร็งและยาฆ่าแมลงได้

สิ่งแวดล้อมกับพลังงาน

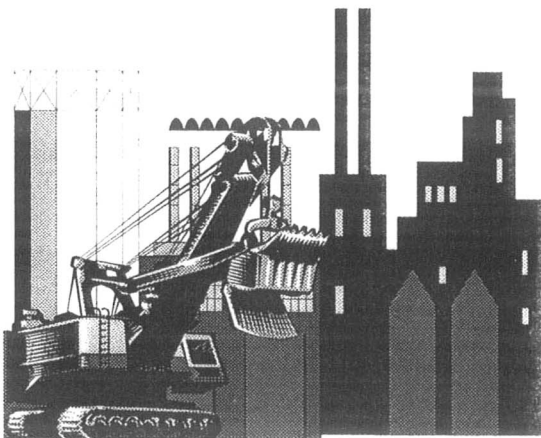


แหล่งพลังงานที่ได้จากพืช

สามารถ จิตนาวสาร

ในประเทศออสเตรีย ถ้ามองไปตามริมถนนเราจะพบปั้มน้ำมัน bio-diesel ซึ่งจะมีอยู่ภายในประเทศประมาณ 40 สถานี สำหรับให้บริการแก่รถยนต์ รถแทรกเตอร์ รถบรรทุกและรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล น้ำมัน bio-diesel นั้นเป็นน้ำมันที่สกัดจากพืช rapeseed มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica napus* น้ำมันจาก rapeseed มีโอเลียมที่สะอาดกว่าน้ำมันดีเซล จึงเหมาะที่จะใช้กับเครื่องยนต์ที่อยู่ในพื้นที่จำกัดเช่น ในเรือนกระจก โรงเรือน พลาสติก ฯลฯ การปลูกในพื้นที่ปลูก 1 เฮกตาร์ (6.25 ไร่) จะได้เมล็ด 3 ตัน และเมื่อนำไปสกัดจะได้น้ำมัน 1,000 ลิตร

น้ำมัน bio-diesel ได้เริ่มมีการวิจัยและพัฒนา เป็นเวลากว่า 20 ปี มาแล้ว ในสมัยที่เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันในยุโรปตะวันตก รัฐบาลออสเตรีย ได้ตัดสินใจนำเมล็ด rapeseed มาสกัดน้ำมันเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล ในอเมริกาได้มีการนำน้ำมันที่สกัดจากถั่วเหลือง ไปทดลองใช้โดยตรงกับเครื่องยนต์ของรถแทรกเตอร์ระบบ direct injection system ทำการทดสอบ



เดินเครื่อง 100-200 ชั่วโมง ผลปรากฏว่ากากของน้ำมันถั่วเหลืองจะมี glycenne ไปจับแผ่นฝาสูบ กระบอกสูบและหัวฉีด ทำให้เครื่องยนต์เดินไม่สะดวกต้องถอดออกทำความสะอาดและกำจัดเขม่า

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศออสเตรเลีย ได้ทำการวิจัยพบว่าการใช้ methyl alcohol เป็นส่วนผสมของน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดพืช repeseed จะช่วยลดปัญหาการเกาะจับของ glycerine ที่ฝาสูบ กระบอกสูบ และหัวฉีด เครื่องยนต์เดินเรียบและสะอาด นอกจากนี้ยังช่วยลดมลพิษทางอากาศอีกด้วย จากผลการวิเคราะห์ของนักวิจัยพบว่า ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีปริมาณน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลที่ได้จากธรรมชาติ

สถาบันวิจัยของออสเตรเลียได้พัฒนาและวิจัยต่อไปอีกถึงการใช้น้ำมัน repeseed methyl ester (RME) โดยนำไปทดสอบกับรถแทรกเตอร์โดยใช้งานตลอดปีเป็นเวลา 30,000 ชั่วโมง พบว่าเครื่องยนต์เดินไม่เรียบ พลังงานสูญเสียไป 5% แต่ไม่มีปัญหาในเรื่องอื่นๆ นอกจากนี้ บริษัทฟอร์ดยังได้ทำการทดลองการใช้น้ำมัน RME กับรถแทรกเตอร์ที่มีเครื่องยนต์ขนาด 100



และ 200 แรงม้า เป็นเวลา 12 เดือน ผลปรากฏว่ามีเขม่าจับที่วาล์วและฝาสูบ ทำให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ ต้องถอดทำความสะอาด แสดงให้เห็นว่า น้ำมัน RME ยังต้องได้รับการ

พัฒนาต่อไปอีกจนกว่าจะมีคุณภาพทัดเทียมกับการใช้น้ำมันที่ผลิตจากธรรมชาติ

เชื้อเพลิงถ่านหินกับสภาวะแวดล้อม

นารา พิทักษ์อรุณพ

ในระยะกว่าสิบปีที่ผ่านมา พบว่าการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงของโลกเพิ่มมากขึ้นถึงสองเท่า ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นและปริมาณสำรองลดลง ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ความต้องการเชื้อเพลิง จึงมีมากขึ้นตามไปด้วย แต่การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง มักจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมค่อนข้างมาก ดังนั้น การใช้พลังงานในรูปของถ่านหินจึงจำเป็นต้องกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย

ถ่านหินเป็นของแข็งสีดำ ที่ประกอบด้วยธาตุที่ติดไฟได้เช่นคาร์บอน ซึ่งเป็นธาตุหลัก ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และกำมะถันในปริมาณต่างๆ นอกจากนี้ยังมีสารที่ไม่สามารถติดไฟรวมอยู่ด้วยคือ เถ้า ถ่านหินมีคุณสมบัติหรือองค์ประกอบแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด ปฏิกิริยาทางเคมีของถ่านหินที่สำคัญคือ เมื่อเผาไหม้ในที่ซึ่งมีอากาศจะทำให้โมเลกุลของคาร์บอนระเหย และเกิดการเผาไหม้คาร์บอนที่เป็นธาตุหลักโดยการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ให้ความร้อนออกมาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมหาศาล

นอกจากนั้น ในการเผาไหม้ถ่านหิน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงความร้อน สิ่งแรกที่พบคือ กลุ่มควันที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งสิ่งที่มองไม่เห็น





ในกลุ่มควันเหล่านี้คือ สารพิษ เช่น กำมะถัน-ออกไซด์ (SO_x) อันจะมีทั้งซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) นอกจากนี้ยังมี ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ออกไซด์ที่กล่าวนี้เมื่อรวม

กับความชื้นในบรรยากาศจะกลายเป็นกรด ในกรณีที่มีฝนตก ก็จะรวมตัวกันเกิดเป็นฝนกรดตกลงมาบนอาคาร บ้านเรือน ต้นไม้ และในแม่น้ำลำคลอง ก่อให้เกิดอันตรายแก่สิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช และสามารถกัดกร่อนสิ่งที่เป็นโลหะหรืออัลลอยต่างๆ ที่เป็นระบบโครงสร้างของอาคาร บ้านเรือน ทำให้เกิดการผุพังได้ง่าย สิ่งที่น่ากลัวที่สุด คือ การทำลายระบบหายใจของผู้คนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งที่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากเกิดการสะสมตัวของสารพิษในร่างกาย

ในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง นอกจากจะปล่อยสารพิษในรูปของกำมะถันออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์แล้ว ยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาด้วย ก๊าซนี้ไม่ใช่ก๊าซพิษ แต่ให้ทั้งประโยชน์และโทษ คาร์บอนไดออกไซด์เป็นสิ่งจำเป็น สำหรับสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก เช่น พืช ต้องใช้ในการสังเคราะห์แสง เพื่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใช้เชื้อเพลิงที่เรียกว่าฟอสซิล (fossil fuel) ซึ่งได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ย่อมทำให้ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศมีปริมาณมากขึ้นเช่นเดียวกัน ขณะนี้พบว่าได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดผลกระทบต่อมลภาวะของโลกได้ นั่นคือ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก (greenhouse effect) ซึ่งจะช่วยให้แสง อินฟราเรด



และความร้อนปริมาณมหาศาลจากดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนพื้นโลกกลับออกสู่บรรยากาศภายนอกได้น้อยลง ดังนั้นความร้อนจึงสะสมตัวอยู่บนผิวโลก ทำให้อุณหภูมิบนผิวโลกร้อนขึ้นเรื่อยๆ และเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้ระบบหมุนเวียนของอากาศเปลี่ยนแปลง เกิดภัยแล้ง พายุรุนแรงและระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ประเทศที่ตั้งอยู่ที่ระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเล เช่นประเทศไทย อาจเกิดอุทกภัยขึ้นได้

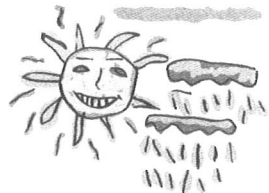
เมื่อทราบถึงผลภาวะในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงแล้ว จึงสมควรที่จะได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะ ในการลดมลภาวะ ดังนี้คือ

1. ควรเลือกใช้ถ่านหินที่มีองค์ประกอบของกำมะถันและไนโตรเจน ในปริมาณที่ต่ำ

2. นำกระบวนการลดกำมะถันมาใช้ร่วมกับการเผาไหม้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

3. ใช้เทคโนโลยีที่ได้พัฒนาแล้ว เช่น เตาเผาประสิทธิภาพสูง การใช้กระบวนการแปรรูปถ่านหินให้เป็นก๊าซสังเคราะห์ ซึ่งจะมีกรรมวิธีการลดปริมาณกำมะถันผนวกอยู่ด้วย

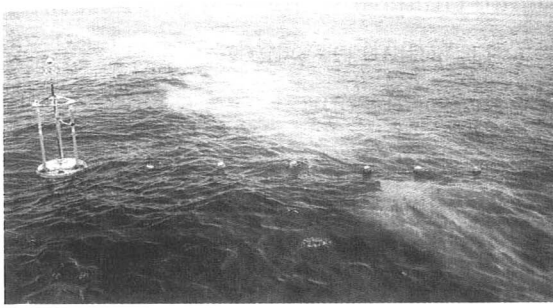
4. ติดตั้งเครื่องดักจับ (scrubber) ก๊าซพิษ เช่น ซัลเฟอร์ออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ก่อนปล่อยออกทางปล่อง ซึ่งมีใช้อยู่แล้วในหลายๆ ประเทศ



แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 ได้มีเป้าหมายให้เพิ่มการใช้ถ่านหินลิกไนต์ที่เป็นทรัพยากรพลังงานของประเทศให้มากขึ้น เพื่อลดการสั่งซื้อน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศ ในขณะเดียวกันได้มีนโยบายพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไว้ด้วยแล้ว โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหามลพิษทั้งทางน้ำ ทางอากาศ และกากของเสีย เพื่อมิให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน และเพื่อชีวิตที่ดีขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติจะเป็นจริงได้ จำเป็นที่รัฐต้องมีมาตรการที่เข้มงวดควบคุมการดำเนินงานให้ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

ผลกระทบของคราบน้ำมัน ต่อชีวิตสัตว์ในอ่าวเปอร์เซีย

จารุจินต์ นภีตะภักดิ์

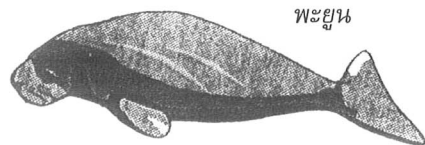


ความหายนะที่
เกิดจากสงครามอ่าว
เปอร์เซีย มิใช่แต่จะมี
ผลเสียต่อชีวิตมนุษย์
และทรัพย์สินจำนวนมาก
มหาศาลเท่านั้น แต่ยัง
ก่อให้เกิดความเสียหาย

อย่างรุนแรงต่อสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งมีพืชและสัตว์จำนวนมากที่อาศัย
อยู่ในบริเวณดังกล่าวอีกด้วย

น้ำมันดิบที่ไหลลงสู่อ่าวเปอร์เซียจำนวน 11 ล้านบาร์เรล ในสงคราม
ครั้งล่าสุดนี้ มาจากคลังน้ำมันในประเทศคูเวตที่ตั้งอยู่บริเวณจุดเหนือสุดของ
อ่าว แล้วจึงแผ่กระจายปกคลุมพื้นผิวน้ำทะเลเป็นพื้นที่ 400 ตารางกิโลเมตร
ตามชายฝั่งประเทศซาอุดีอาระเบีย ก่อให้เกิดอันตรายต่อนกทะเล เต่าทะเล
พะยูน รวมทั้งสัตว์น้ำอื่นๆ หลายชนิด นอกจากนี้ คราบน้ำมันยังทำลาย
ป่าชายเลน แนวปะการัง และทุ่งหญ้าทะเล ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและอนุบาล
สัตว์วัยอ่อนตามชายฝั่งอีกด้วย

ในอดีต เคยมีการรั่วไหลของน้ำมันดิบลงสู่อ่าวเปอร์เซียหลายครั้ง
เมื่อปี พ.ศ. 2523 ก็เคยมีเหตุการณ์
ที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ น้ำมันดิบ
จำนวน 20,000 บาร์เรล ได้ไหล





นกนางนวล

ลงสู่หาน้ำชายฝั่งประเทศบาห์เรนในเดือนสิงหาคม ทำให้นกกาหน้าและนกนางนวลกลบตายไปมากถึง 1,000 ตัวในเดือนต่อมา ชาวการทำลายสภาพแวดล้อมของคราบน้ำมันในสงครามอ่าวเปอร์เซียจากโทรทัศน์ได้แสดงให้เห็นว่านกหลายชนิด เช่น

นกกาหน้าและนกเป็ดผี กำลังได้รับทุกข์ทรมานจากคราบน้ำมัน

นกทะเล

นกทะเลอย่างน้อยที่สุด 10 ชนิด ได้แก่ นกกาหน้าไฮโคตรา (*Phalacrocorax nigrogularis*) นกร่อนทะเลปากแดง (*Phaeton aethereus*) นกนางนวลสีเขม่า (*Larus hemprichli*) และนกนางนวลกลบอีก 6 ชนิด ซึ่งชนิดที่สำคัญได้แก่

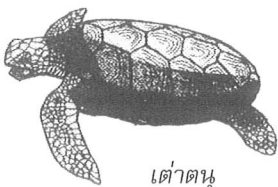


นกกาหน้าใหญ่

นกนางนวลกลบแถมขาว (*Sterna repressa*) นกเหล่านี้ทำรังวางไข่ตามเกาะนอกฝั่ง ชายฝั่งและสันทรายในบริเวณอ่าวเปอร์เซีย โดยเฉพาะนกกาหน้าจะได้รับผลกระทบมากที่สุด เพราะชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ตั้งแต่ 50-100 คู่ นอกจากนี้ยังมีนกอพยพย้ายถิ่นจากทวีปยุโรปที่เข้าไปหากินในอ่าว เช่น นกเป็ดผีคอดำ (*Podiceps nigricollis*) ก็ได้รับพิษจากคราบน้ำมันเช่นเดียวกัน คราบน้ำมันจะทำให้ขนนกเปือกแฉับผิวหนัง นกจะบินไม่ได้ เกิดอาการตื่นตระหนก ว่ายน้ำไปเรื่อยๆ จนหมดแรงหรือหนาวตาย

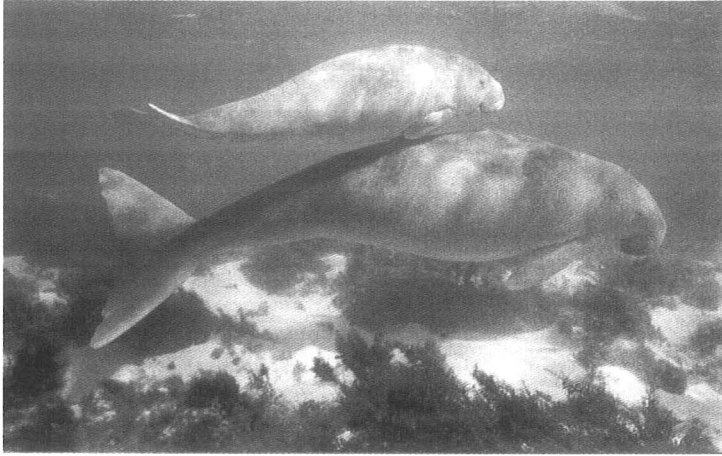
เต่าทะเล

เต่าทะเลซึ่งอาศัยหญ้าทะเลเป็นอาหารมีอยู่ชุกชุมในอ่าวเปอร์เซีย 2 ชนิด ได้แก่ เต่าตนุ (*Chelonia mydas*) และเต่ากระ (*Eretmochelys*



เต่าตนุ

inbricata) ชนิดแรกหากินอยู่ตามชายฝั่งประเทศบาห์เรนและกาตาร์ และมีแหล่งวางไข่ขนาดใหญ่อยู่ตามชายฝั่งประเทศซาอุดีอาระเบีย ส่วนเต่ากระมีจำนวนน้อยกว่าเต่าตนุมาก และ

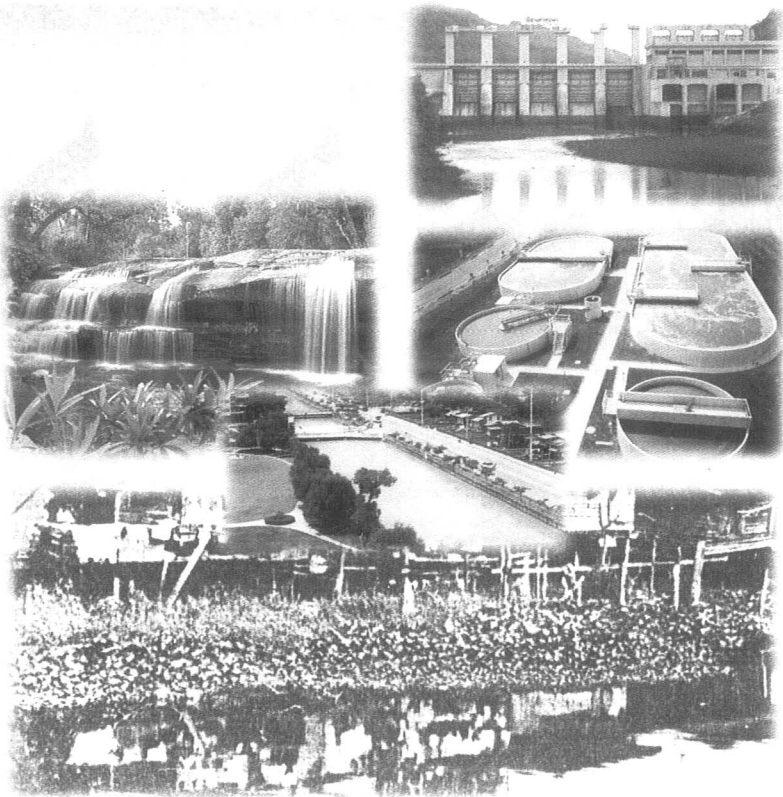


มีแหล่งวางไข่ขนาดเล็กอยู่ตามเกาะนอกฝั่งประเทศอิหร่าน แต่ทั้งสองชนิดนี้ นอกจากจะตายเพราะพิษของคราบน้ำมันแล้ว ยังตายเพราะขาดแหล่งอาหารอีกด้วย

สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ได้แก่ ปลาโลมาที่มักพบอาศัยอยู่ตามบริเวณน้ำตื้นชายฝั่งของอ่าวเปอร์เซียแถบช่องแคบฮอร์มุส คือ ปลาโลมาปากขวด (*Tursiops truncatus*) ซึ่งมีชุกชุมในทะเลแดง และพะยูน (*Dugong dugon*) พบในทะเลแดงและตามชายฝั่งตะวันออกของทวีปแอฟริกาทั้งสองชนิดนี้มักเข้าไปหากินตามแหล่งหญ้าทะเลและแนวปะการังในอ่าวเปอร์เซียร่วมกับเต่าทะเล โดยเฉพาะพะยูนซึ่งมีจำนวนประชากรสูงและอาศัยอยู่นอกชายฝั่งเมืองอาบูดาบี สัตว์ทะเลเหล่านี้จึงมีโอกาสสัมผัสคราบน้ำมันจนถึงแก่ความตายได้เช่นเดียวกัน 🌊

สิ่งแวดล้อมทางน้ำ



น้ำ : ทรัพยากรอันจำกัด

ดร. อภารัตน์ มหาพันธ์



หากปราศจากน้ำ โลกของเราคงมีสภาพแห้งแล้ง ปราศจากพืชพรรณธัญญาหาร มนุษย์เรามีการใช้ทรัพยากรน้ำใน 3 ด้านหลัก คือชุมชน (อุปโภค บริโภค กำจัดของเสีย) อุตสาหกรรมและการเกษตรกรรม (ส่วนใหญ่ใช้ในระบบชลประทาน) ภาคการเกษตร ตั้งแต่ปี 1990 จะเป็นส่วนที่ใช้น้ำมากที่สุดทั่วโลกถึง 65%

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดทั้งโลกของเรามีเพียง 1,400 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร ซึ่งจะวนเวียนอยู่ในวัฏจักรของน้ำ เกือบทั้งหมดจะเป็นน้ำเค็มและส่วนใหญ่ที่เหลือจะอยู่ในรูปของน้ำแข็งและน้ำใต้ดินเพียง 1/100 ของน้ำในโลกที่อยู่ในสถานะที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ได้ทันที

น้ำในส่วนดังกล่าวจะเพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์หากมีการกระจายอย่างทั่วถึง แต่ในความจริงมิได้เป็นเช่นนั้น สัดส่วนการใช้น้ำ 1 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อประชากรในประเทศมาเลเซีย 100 คน แต่ในอินเดียและอิสราเอลจะเป็น 350 และ 4,000 คนตามลำดับ และที่ไหนมีน้ำ น้ำนั้นก็จะมีน้ำเสีย เกือบ 1 ใน 3 ของประชากรในประเทศกำลังพัฒนาไม่ได้รับน้ำดื่มที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

ในหลายๆ ประเทศมีปริมาณน้ำสำหรับประชากรแต่ละคนลดลง เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ในปี 2000 ทรัพยากรน้ำต่อประชาชนในลาตินอเมริกาจะลดลงเกือบ 3 ใน 4 ของปี 1950



ในศตวรรษที่ 21 นี้จะเป็นปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดหลักในการพัฒนาของประเทศ อียิปต์แทนที่จะเป็นที่ดิน ประชากรมากกว่า 230 ล้านคน ที่อาศัยในแอฟริกาหรือแถบตะวันออกใกล้ (Near East) จะมีน้ำใช้น้อยกว่า 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี

แม้แต่ประเทศที่มีน้ำใช้อย่างเหลือเฟือส่วนใหญ่ก็นำมาจากน้ำใต้ดิน ระดับน้ำใต้ดินของกรุงปักกิ่งลดลง 2 เมตรในทุกๆ ปี ในขณะที่ระดับน้ำใต้ดินของกรุงเทพฯ ลดลงไปแล้ว 25 เมตร จากทศวรรษ 1950 ระดับน้ำใต้ดินจากแหล่ง Ogallala ซึ่งทอดตัวอยู่ใต้พื้นที่ 8 มลรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา กำลังลดลงเกือบ 1 เมตรในทุกปี

มลพิษทางน้ำยังเป็นตัวกระหน่ำให้เกิดปัญหา น้ำเสียปริมาตร 450 ลูกบาศก์กิโลเมตรเข้าไปปนเปื้อนน้ำผิวดินทุกปี 2 ใน 3 ของน้ำผิวดินของโลกต้องถูกใช้ในการเจือจางและขับไล่ น้ำเสีย

โลกที่ขาดน้ำจะเป็นโลกที่เสียสมดุล ระบบแม่น้ำมากกว่า 200 แห่งเป็นเส้นกันเขตแดนระหว่างประเทศ แม่น้ำอีก 13 สาย และทะเลสาบอีกหลายแห่งเป็นแหล่งน้ำที่ 96 ประเทศใช้ร่วมกัน การใช้น้ำในปริมาณมากเกินไปจนจำเป็นหรือการผลิตน้ำเสียโดยประเทศที่อยู่ต้นน้ำทำความเสียหายให้กับประเทศที่อยู่ในส่วนปลายน้ำ การได้รับน้ำในเขตพื้นที่น้ำฝนมีปริมาณน้อยลงและไม่แน่นอนกำลังเป็นประเด็นโต้เถียงหลักทางการเมืองและความสนใจของหลายประเทศ

ในการเผชิญหน้ากับวิกฤตินี้ ประชากรโลกต้องเรียนรู้ที่จะทำน้ำเสียให้น้อยลง มีการจัดการทรัพยากรน้ำให้ดีขึ้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็ได้แก่ อนุรักษ์แหล่งน้ำใต้ดิน สร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเพื่อเก็บกักน้ำผิวดิน อดน้ำกลับคืนไปในแหล่งน้ำใต้ดิน ป้องกันการทำลายพื้นที่ลุ่มและรีไซเคิลน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ด้านเกษตรและอุตสาหกรรม

น้ำเสีย

ดร. สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์

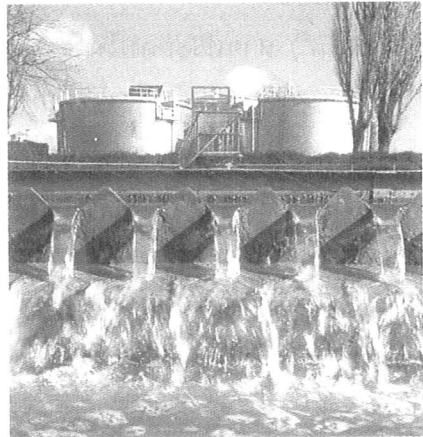
เมื่อพูดถึง “น้ำ” ทุกคนคงปฏิเสธไม่ได้ว่าน้ำนั้นมีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในชีวิตประจำวัน เราใช้น้ำในการอุปโภค และบริโภคเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังใช้ในการเกษตร และอุตสาหกรรมอีกด้วย

น้ำที่ผ่านการใช้ในครัวเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมแล้วคุณภาพของน้ำเหล่านั้นก็จะด้อยลง ซึ่งเราเรียกว่า “น้ำเสีย” และเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็น ห้วย หนอง คลอง บึง และแม่น้ำต่างๆ ก็จะทำให้เกิดการเน่าเสีย เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นด้วย น้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามแหล่งที่มาคือ

1. น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงแรม ฯลฯ ที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย ซักเสื้อผ้า ประกอบอาหาร ขับถ่าย

2. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ ล้างเครื่องจักร

สิ่งสกปรกซึ่งปะปนอยู่ในน้ำทิ้งที่เป็นสาเหตุให้น้ำทิ้งมีคุณภาพไม่ดี หรือน้ำเสียจำแนกออกได้ดังนี้



- 1) จุลินทรีย์ พบมากในน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย
- 2) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ ได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน น้ำทิ้งที่มีสารดังกล่าวปะปนอยู่ ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำทิ้งจากครัวเรือน หรือโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูปต่างๆ เป็นต้น
- 3) ตะกอนแขวนลอย ได้แก่ สิ่งสกปรกที่ไม่ละลาย เช่น พวกตะกอนดิน ตะกอนแป้ง เศษเยื่อกระดาษ
- 4) สารที่ทำให้เกิดกลิ่น ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ปล่อยออกมา กับน้ำทิ้งจากโรงงาน เช่น สารประเภทฟีนอล
- 5) สารพิษ ส่วนใหญ่จะมาจากน้ำทิ้งของโรงงาน เช่น สารปรอท แคดเมียม ไซยาไนด์ ยาฆ่าแมลง ฯลฯ
- 6) สีและความขุ่น สีบางชนิดอาจไม่เป็นพิษ แต่ก็จะทำให้น้ำมีสีนํารังเกียจ
- 7) สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารประกอบเหล่านี้เป็นธาตุอาหารสำหรับพืชน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกสาหร่ายสีเขียว ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตจนแหล่งน้ำเหล่านั้นสีเขียว
- 8) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก ได้แก่ ผงซักฟอก น้ำสบู่
- 9) น้ำมันและสิ่งสกปรกลอยน้ำ ได้แก่ น้ำมันเครื่องยนต์ ขยะมูลฝอย ถุงพลาสติก เศษกระดาษ ใบตอง เป็นต้น



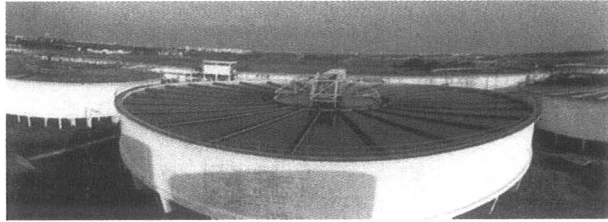
ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ควร
จะกำจัดออกจากน้ำทิ้งก่อนจะปล่อยลงสู่
แหล่งน้ำธรรมชาติ



น้ำโสโครกในงานบำบัดน้ำเสีย

ดร. นระ คมนามูล

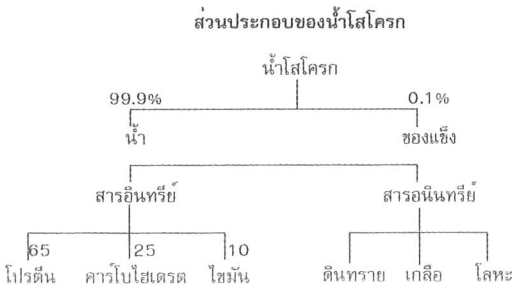
น้ำโสโครก (sewage) คือ น้ำเสียจากชุมชน ซึ่งอาจจะมาจากน้ำทิ้งจากบ้านเรือน



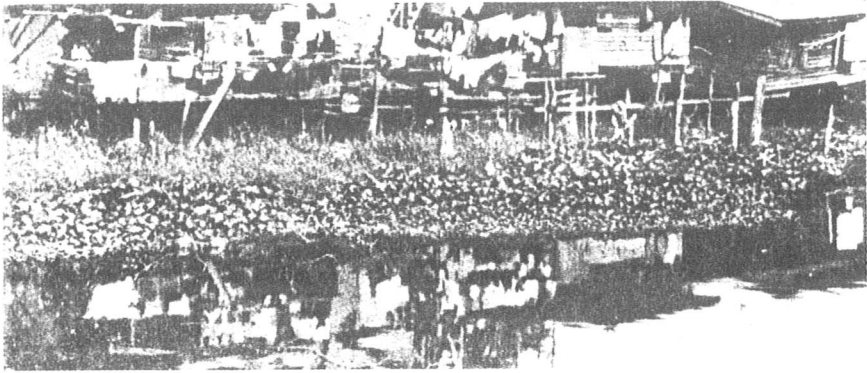
(sullage) ล้วนๆ หรืออาจจะมีน้ำเสียจากอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรมด้วยก็ได้

น้ำโสโครกในระยะแรกจะเป็นของเหลวขุ่นสีเทา มีกลิ่นคล้ายดินซึ่งยังไม่น่ารังเกียจมากนัก ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยของแข็งแขวนลอยขนาดต่างๆ รวมทั้งมลพิษในรูปสารละลาย อันตรายจากน้ำโสโครกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับปริมาณของจุลินทรีย์นำโรค (pathogenic) น้ำโสโครกของประเทศในเขตร้อนจะสูญเสียปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้รวดเร็ว และเกิดสภาวะขาดออกซิเจน (septic) หรือการเน่าเนิ่นเอง ซึ่งจะมีกลิ่นก๊าซไข่เน่า (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์)

เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ได้แสดงส่วนประกอบของน้ำโสโครกไว้ในรูปส่วนที่เป็นอินทรีย์สารของน้ำโสโครกจะประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต



และไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญ สารประกอบเหล่านี้โดยเฉพาะโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต เป็นอาหารอย่างดีสำหรับจุลินทรีย์ ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสีย



โดยวิธีชีววิทยา วิศวกรสุขาภิบาลจึงใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในน้ำโสโครก เป็นตัวย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในน้ำโสโครก ทั้งนี้โดยให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลทำให้ความโสโครกหมดไป หรือเบาบางลง จุลินทรีย์บางส่วนจะตายไป แต่ขณะเดียวกัน ในทางสภาวะที่เหมาะสมจุลินทรีย์ที่เหลือก็จะเจริญเติบโตแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้นได้อีกด้วย

เนื่องจากน้ำโสโครกมีส่วนประกอบที่สลับซับซ้อนมาก ซึ่งยากต่อการวิเคราะห์ให้สมบูรณ์ได้ ดังนั้น การวัดความโสโครกของน้ำ จึงใช้วิธีวัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายของเสีย ด้วยเหตุนี้ความเข้มข้นที่จุลินทรีย์สารในของเสีย จึงพุดกันในรูปแบบของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการเติมออกซิเจน (ออกซิเดชัน) เช่น ถ้าทุกๆ 1 ลิตรของน้ำเสีย ต้องใช้ออกซิเจนครึ่งกรัม ในการออกซิเดชัน หมายความว่าความเข้มข้นของอินทรีย์สารใน 1 ลิตรของน้ำเสียนั้น ต้องใช้ออกซิเจนประมาณ 500 มิลลิกรัม ในการทำปฏิกิริยาย่อยสลาย

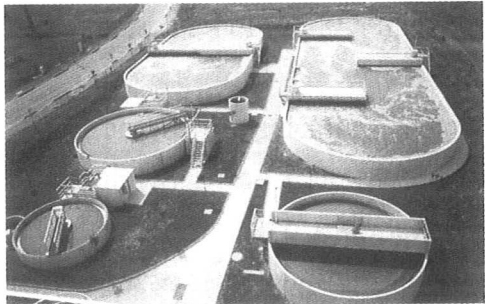
การหาค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียนั้นมี 3 วิธีเป็นพื้นฐาน

1. ค่าความต้องการออกซิเจนทางทฤษฎี (Theoretical Oxygen Demand THOD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนทางทฤษฎีที่ต้องการใช้เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

2. ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand COD) หาได้โดยออกซิไดซ์น้ำเสียด้วยสารละลายกรดไดโครเมทเต็อด

3. ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand BOD) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับออกซิไดซ์น้ำเสียโดยจุลินทรีย์

ในการกำจัดน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน สิ่งสกปรกที่จะต้องกำจัดออกได้แก่จำนวนอินทรีย์สาร หรือ BOD ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำเน่าเสีย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงได้กำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชนไว้ เช่นกรณีที่ชุมชนนั้นมีผู้อยู่อาศัยหนาแน่นเกินกว่า 2,500 คน น้ำทิ้งจากชุมชนต้องผ่านระบบการกำจัดน้ำเสีย ให้มีค่า BOD ไม่เกินกว่า 20 ppm (มิลลิกรัมต่อลิตร) เสียก่อน จึงจะสามารถระบายน้ำนั้นออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้



ผลของมลพิษน้ำร้อนต่อสัตว์น้ำ

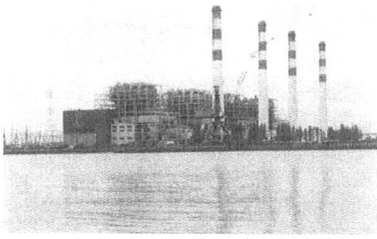
จารุจินต์ นภีตะภักดิ์

มลพิษน้ำร้อน (thermal pollution หรือ heat waste) เป็นน้ำที่อุณหภูมิสูงที่ปล่อยออกมาจากโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานแอลกอฮอล์และโรงไฟฟ้า เกิดจากการใช้น้ำ ในการหล่อเย็น เครื่องจักร หรือใช้น้ำช่วยในกระบวนการบางอย่าง เช่น การกลั่นแอลกอฮอล์ จะได้น้ำที่เรียกว่าน้ำกากสำ มีอุณหภูมิสูงถึง 80-90 องศาเซลเซียส ถ้าโรงงานหรือโรงไฟฟ้าตั้งอยู่ริมแม่น้ำหรือบนชายฝั่งทะเล การปล่อยน้ำที่ลงสู่แหล่งน้ำย่อมทำให้เกิดผลกระทบทั้งคุณและโทษต่อสัตว์น้ำในหลายรูปแบบ



สัตว์น้ำทุกชนิดจะมีช่วงความทนต่ออุณหภูมิ (temperature tolerance) แตกต่างกันไป ช่วงความทนต่ออุณหภูมินี้ประกอบด้วยค่าสูงสุด (upper lethal limit) และค่าต่ำสุด (lower lethal limit) สัตว์น้ำจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าช่วงดังกล่าว สัตว์น้ำในเขตร้อนจะมีช่วงความทนต่ออุณหภูมিরะหว่าง 10-38 องศาเซลเซียส ในขณะที่สัตว์น้ำเขตอบอุ่นมีอยู่ในระหว่าง 4-27 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (optimum growth range) จะอยู่ประมาณกึ่งกลางของช่วงความทนต่ออุณหภูมินี้ ความร้อนที่ปล่อยออกมาจากโรงงาน ถ้าทำให้น้ำที่ได้รับมีอุณหภูมิสูงเกินไป พืชและสัตว์บางชนิดไม่อาจทนอยู่ได้

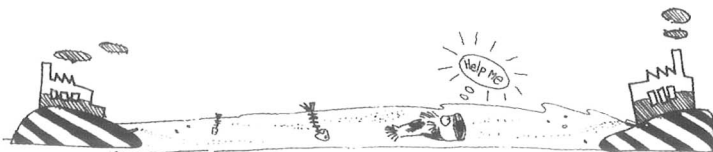
จะตายหมด หรือเคลื่อนย้ายไปยังที่ที่เหมาะสมกว่า และจะกลับมาอยู่ที่เดิมอีกเมื่ออุณหภูมิลดลงไปอยู่ในสภาพเดิม



น้ำทิ้งอุณหภูมิสูงจากโรงงานสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในการเลี้ยงปลา ทำกันมากในประเทศอบอุ่นและประเทศหนาว ซึ่งตามธรรมชาติปลาจะหยุดเติบโตเมื่ออุณหภูมิลดลงในฤดูหนาว เมื่อนำปลาไปเลี้ยงในอุณหภูมิ

ที่พอเหมาะ ปลาจะเติบโตไปได้เรื่อยๆ จึงสามารถเร่งปลาให้โตจนมีขนาดส่งตลาดได้ในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ในบริเวณอุโมงค์หรือที่มีน้ำทิ้งจากโรงงานใกล้เคียง อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นจะช่วยให้สัตว์จำพวกเพรียงและหอยบางชนิดที่ชอบเกาะใต้ท้องเรือมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีช่วงเวลาของการเจริญเติบโตยาวนานกว่าปกติ ทำให้เรือมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เกิดแรงต้านทานน้ำมากขึ้น จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในด้านน้ำมันเชื้อเพลิง และต้องนำเรือขึ้นที่แห้ง เพื่อชดเชยน้ำหนักที่ออกบ่อยครั้งขึ้นกว่าเดิม

เพื่อช่วยลดผลกระทบของมลพิษน้ำร้อนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ควรควบคุมอุณหภูมิของน้ำทิ้งให้อยู่ในระดับไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสตามที่กฎหมายกำหนด ก่อนจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการสร้างบ่อระบายความร้อน หรือปล่อยผ่านเครื่องทำความเย็น นอกจากนี้ที่ระบายน้ำทิ้งควรอยู่ในน้ำลึก กรณีที่ใกล้ทะเล ควรอยู่ห่างจากชายฝั่งมากๆ เพื่อช่วยให้ระบายความร้อนได้รวดเร็ว และหากจะตั้งโรงไฟฟ้าหรือโรงงานที่ใช้ความร้อนชาติเป็นตัวหล่อเย็นหรือใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งได้น้ำทิ้งที่อุณหภูมิสูง ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยา



ผลกระทบทางชีววิทยาของเขื่อน และอ่างเก็บน้ำ

จารุจินต์ นภีตะภักดิ์

เมื่อมีการสร้างเขื่อนกั้นลำน้ำ สายใดสายหนึ่ง ย่อมจะเกิดอ่างเก็บน้ำ ขึ้นในบริเวณเหนือเขื่อน และลำน้ำ ใต้เขื่อนลงไปจะลดปริมาณและ ความเร็วของการไหลลง ส่งผลกระทบ



ต่อมนุษย์ สัตว์ และพืชหลายอย่าง ผลกระทบทางชีววิทยาของการสร้างเขื่อน และอ่างเก็บน้ำทั้งในบริเวณอ่างเก็บน้ำและด้านใต้เขื่อนลงไป มีดังนี้

1. ผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนในบริเวณ เนื่องจากการเพิ่ม ปริมาณของหย่อนน้ำจืดบางชนิดที่เป็นตัวอาศัยของตัวอ่อนของพยาธิใบไม้ ในตับ (*Clonorchis sinensis*) พบระบาดมากในบริเวณอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อน หลายแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคพยาธิใบไม้ในตับสูงถึงร้อยละ 50

การเก็บกักน้ำไว้เหนือเขื่อน ถ้าไม่มีการดูแลที่ดี จะเกิดการทวี จำนวนของวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก และจอกหูหนู เป็นแหล่งอาศัย เพาะพันธุ์ของยุงในสกุล *Mansonia* ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการระบาดของ โรคไวรัสของคนและสัตว์เลี้ยง

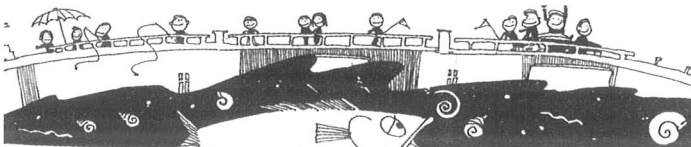
2. ผลกระทบต่อการประมง ได้แก่ การปิดกั้นทางเดินของสัตว์น้ำ หลายชนิด ที่ต้องการมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงตามลำน้ำเพื่อการขยายพันธุ์และการเจริญเติบโต เช่น กุ้งก้ามกรามจะลงไปวางไข่ในบริเวณน้ำกร่อยปาก แม่น้ำและลูกกุ้งที่เกิดขึ้นมาจะเดินทางไปเจริญเติบโตในบริเวณน้ำจืด

แบบแผนการประมงจะเปลี่ยนแปลงจากการประมงในลำน้ำไหลไปเป็นการประมงในแหล่งน้ำนิ่ง ชนิดของปลาที่อาศัยอยู่ในอ่างเก็บน้ำจะเปลี่ยนแปลงไป

บริเวณใต้เขื่อนลงไป จะไม่มีน้ำท่วมหลากท้องทุ่งริมลำน้ำซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้ปลาน้ำจืดหลายชนิดขึ้นไปวางไข่ จำนวนปลาน้ำจืดจึงลดลงอย่างรวดเร็ว

3. ผลกระทบต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ การสูญเสียพื้นที่อาศัยที่เป็นพื้นดินของพืชและสัตว์ที่หายากและใกล้จะสูญพันธุ์บางชนิด เช่น นกแต้วแร้วท้องดำ (*Pitta gurney*) ที่อาศัยอยู่ในเฉาะป่าดงดิบต่ำในบริเวณภาคใต้ของไทยและบริเวณใกล้เคียงในประเทศพม่าเท่านั้น กำลังลดจำนวนลงเนื่องจากป่าที่อาศัยอยู่น้ำท่วมหมดไปหลายบริเวณ แต่การเก็บกักน้ำก่อให้เกิดแหล่งอาหารขนาดใหญ่สำหรับนกน้ำหลายชนิด เช่น เป็ดแดง เป็ดผี และนกที่หากินตามวัชพืชน้ำ เช่น นกพริก นกอีโก้ง เป็นต้น การลดแรงดันของน้ำบริเวณใต้เขื่อน จะทำให้มีน้ำทะเลไหลเข้ามา เปลี่ยนสภาพระบบนิเวศจากน้ำจืดไปเป็นระบบนิเวศน้ำกร่อย เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดพืชและชนิดสัตว์ ซึ่งจะส่งผลให้นกน้ำและสัตว์ที่หายากต้องละทิ้งที่อยู่หรือตายหมดไป ถ้าไม่อาจจะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้

จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงใดๆ เพื่อการพัฒนา ย่อมจะมีผลทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ ทั้งต่อมนุษย์ สัตว์และพืชในบริเวณนั้นๆ ดังนั้นมาตรการเพื่อลดผลกระทบนี้จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ทั้งก่อนการสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำแห่งใหม่และในระหว่างการดำเนินงานของเขื่อนทุกเขื่อนในปัจจุบัน



กลิ่นโคลนในน้ำประปา

ดร. อาภารัตน์ มหาชนธ์

ปัญหาเรื่องกลิ่นโคลนในน้ำประปา อาจเป็นเรื่องใหม่ของประเทศไทย แต่เชื่อว่าผู้ที่ใช้น้ำประปาในการอุปโภคบริโภค ในหลายจังหวัดคงเคยมีประสบการณ์ในเรื่องของกลิ่นโคลนในน้ำประปาอยู่บ้าง อันที่จริงแล้ว เรื่องนี้เป็นปัญหาใหญ่อีก ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานผลิตน้ำประปาทั่วโลก



กลิ่นโคลน (earthy, musty odor) ในน้ำประปาคืออะไร

กลิ่นโคลนในน้ำประปาเกิดจากสารเคมีสำคัญ 2 ชนิดคือ จีออสมิน (geosmin) และเอ็มไอบี (2-methylisobonod, MIB) ซึ่งเป็นสารเคมีประเภท terpenoid-like compound ที่มีกลิ่นรุนแรงมาก ด้วยความเข้มข้นของจีออสมินเพียง 15 นาโนกรัม/ลิตร (0.000000015 กรัม/ลิตร) และเอ็มไอบีเพียง 42 นาโนกรัม/ลิตร (0.000000042 กรัม/ลิตร) ในน้ำดิบหรือน้ำประปาเราก็จะสามารถได้กลิ่นนี้แล้ว



กลิ่นโคลนในน้ำประปา เกิดจากอะไร

กลิ่นโคลนในน้ำประปาเกิดจากสาหร่ายที่เจริญเติบโตอยู่ในแหล่งน้ำนั้นผลิตขึ้นมา สาหร่ายบางชนิดผลิต



เพียงจืออสมินหรือเอ็มไอบี แต่บางชนิดผลิต ทั้ง 2 อย่าง สกุลสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหานี้คือ *Anabaena* spp. ด้วยปริมาณความเข้มข้นของ เซลล์เพียง 600 เซลล์/มิลลิลิตร ก็สามารถทำให้ เราได้กลิ่นในน้ำแล้ว

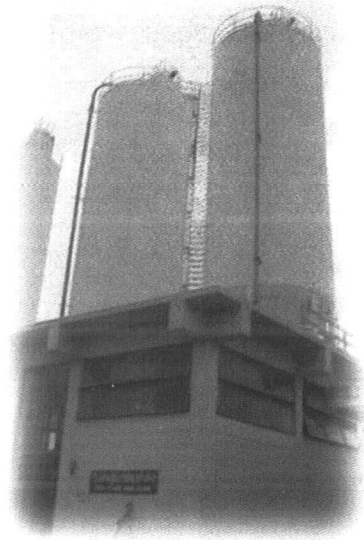
กลิ่นโคลนในน้ำประปามีอันตรายหรือไม่

ไม่มีรายงานว่ากลิ่นโคลนเป็นสารพิษหรือมีอันตรายต่อสุขภาพของ ผู้ใช้น้ำและผู้บริโภคปลาที่มีกลิ่นแต่อย่างไร แต่กลิ่นโคลนก่อให้เกิดปัญหา ความน่ารังเกียจและเป็นเหตุเดือดร้อนรำคาญใจผู้ใช้น้ำประปาในการอุปโภค และบริโภค

จะสามารถแก้ไขปัญหากลิ่นโคลนในน้ำประปาและในเนื้อปลาได้อย่างไร

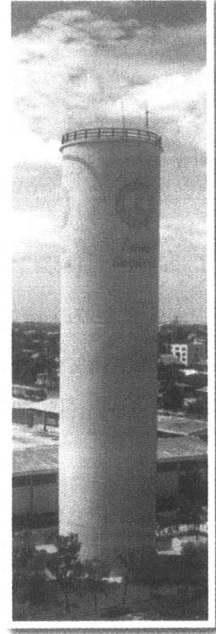
กลิ่นโคลนในน้ำประปาแก้ไข ได้โดยการใช้ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ในการดูดซับ ซึ่งเป็นวิธีที่มี ค่าใช้จ่ายถูกที่สุด อีกวิธีที่ทำได้คือการ ออกซิไดส์กลิ่นโคลนด้วยโอโซน (ozonation) ซึ่งเป็นวิธีที่มีราคาแพง สำหรับกลิ่นโคลนในเนื้อปลานั้นแก้ไข ได้โดยการนำปลามาเลี้ยงในน้ำสะอาด ประมาณ 2-3 วัน หรืออาจถึงหนึ่ง สัปดาห์ก่อนนำไปบริโภคหรือจำหน่าย กลิ่นโคลนในเนื้อปลาก็จะหมดไป

อย่างไรก็ตามปลาที่กิน สาหร่ายเป็นอาหาร เช่น ปลานิลใน กว๊านพะเยา จะมีสาหร่ายตกค้างอยู่ในเครื่องใน (ลำไส้) มาก ดังนั้น เครื่องในจึงเป็นส่วนที่จะมีกลิ่นโคลนและสารพิษจากสาหร่ายสะสมอยู่มาก

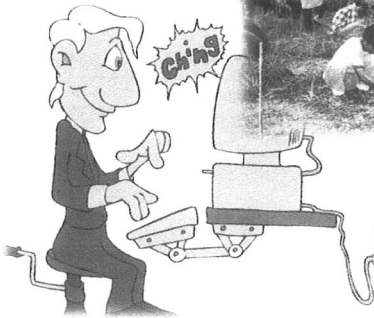
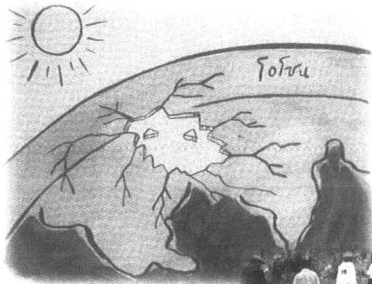


ที่สุด เมื่อเกิดปัญหาการเจริญเติบโตของสาหร่ายใน
แหล่งน้ำจึงควรหลีกเลี่ยงการรับประทุกันฟองปลา
ประโยชน์ของกลั่นโคลนในน้ำ

เนื่องจากจีโอสมินและเอ็มไอบีเป็นสาร
ที่มีกลิ่นรุนแรงมากซึ่งถูกสร้างขึ้นแม้ในขณะที่มี
จำนวนเซลล์ของสาหร่ายในปริมาณน้อยมาก
(ในระดับหลักร้อยเซลล์ ซึ่งไม่สามารถเห็นได้ด้วย
ตาเปล่า ในขณะที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
ของสาหร่ายจะมีความเข้มข้นในหลักล้านเซลล์
ซึ่งสามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน)
หน่วยงานผลิตน้ำประปาในประเทศออสเตรเลีย
จึงใช้กลิ่นที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำเป็นสิ่งคาดการณ์
เบื้องต้นในการเฝ้าระวังปัญหาการเจริญเติบโต
อย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำที่จะเกิดขึ้น
ตามมา

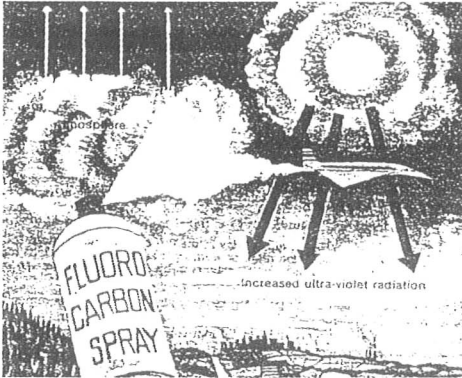


สิ่งแวดล้อมทางอากาศ



บรรยากาศของเรามีอันตราย

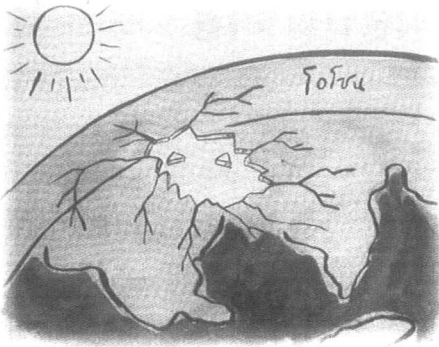
สมศักดิ์ ศุภรรัตน์



หากย่อส่วนโลกให้มีความหนาแน่นเท่าผลส้ม บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกของเราจะมีความหนาแน่นเท่าเปลือก แม้เบาบาง แต่บรรยากาศของเราก็มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงอยู่ของมวลมนุษยชาติและมวลชีวิตอื่นทั้งหลาย นักวิทยาศาสตร์

แบ่งบรรยากาศเป็นหลายชั้น โดยเรียกชื่อไว้ต่างกัน ชั้นล่างสุดเรียกว่า โทรโพสเฟียร์ (troposphere) ประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ที่สำคัญคือ ออกซิเจนที่มวลมนุษย์ใช้หายใจ หากขาดเสียมวลมนุษย์ก็ดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ ชั้นถัดไปเรียก สตราโตสเฟียร์ (stratosphere) หนาแน่นไปด้วย ก๊าซโอโซน (ozone)

โอโซนในสตราโตสเฟียร์มีความสำคัญต่อมวลมนุษย์ไม่แพ้ ออกซิเจนในชั้นโทรโพสเฟียร์ เนื่องจากโอโซนมีคุณสมบัติพิเศษสามารถดูดซับและสกัดกั้นรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากนอกโลกไม่ให้ทะลุทะลวงมายังผิวโลกอย่างเต็มที่ จนเป็นอันตรายต่อมวลชีวิต อันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่อมนุษย์นั้น ได้แก่ การเกิดอาการผิวเกรียมไหม้ การเป็นมะเร็งผิวหนัง รวมทั้งการทำลายระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ประเมินว่า หากปริมาณโอโซนในบรรยากาศลดลงจากเดิมเพียงร้อยละ 1 จะทำให้มีผู้ป่วยเป็นโรคมะเร็งเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 10,000 ราย ซึ่งไม่น้อยทีเดียว



นิตยสารไทม์ (Time Magazine) ได้เคยลงข่าวใหญ่ขึ้นปกเกี่ยวกับการสำรวจและค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ว่า โอโซนในบรรยากาศกำลังถูกทำลายและลดปริมาณลง โดยเฉพาะเหนือบริเวณแอนตาร์กติกาทางขั้วโลกใต้ มี

ปริมาณเบาบางจนเสมือนรูโหว่ขนาดใหญ่และมีที่ท่าจะขยายวงกว้างขึ้นหรือเกิดขึ้นใหม่ จนครอบคลุมเหนือบริเวณประชากรมนุษย์อยู่หนาแน่นซึ่งหากเป็นเช่นนั้นย่อมเป็นโศกนาฏกรรมของมวลมนุษย์อย่างแน่นอน

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าตัวการสำคัญที่ทำลายปริมาณโอโซนในบรรยากาศ เป็นกลุ่มสารที่มนุษย์ผลิตขึ้นและลอยขึ้นสู่บรรยากาศชั้นบน โดยเฉพาะสารพวกคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (chlorofluorocarbons : CFCs) ซึ่งผลิตและใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ปริมาณการผลิตและการใช้สารเคมีดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หมายถึงแนวโน้มปริมาณโอโซนในบรรยากาศยิ่งลดลงไปอีก และก็หมายถึงโอกาสที่จะเกิดภัยพิบัติใหญ่หลวงของมนุษยชาติที่จะตามมา

บรรยากาศของเรารวมทั้งสิ่งแวดล้อมรอบตัวอื่น ๆ กำลังเผชิญอันตราย อันเป็นผลจากการกระทำของมนุษย์เอง หากเรามวลมนุษย์ไม่ห่วงแหนปกป้องรักษาสีสิ่งแวดล้อมไว้ ผลร้ายจะย้อนกลับ ในที่สุดอาจไม่หลงเหลือมนุษย์แม้แต่คนเดียวที่มานั่งเสียใจ ●



พิษภัยในอากาศรอบตัว

นฤมล รื่นไวย์

อากาศนับเป็นสิ่งสำคัญในการใช้หายใจ เพื่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ในระบบของการหายใจนั้น เราจำเป็นต้องได้รับอากาศบริสุทธิ์ ซึ่งควรมีองค์ประกอบ ดังนี้ คือ ไนโตรเจนร้อยละ 78 ออกซิเจน ร้อยละ 21 ก๊าซอื่นๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน ฮีเลียม ร้อยละ 1 นอกจากนั้นยังมีไอน้ำประกอบอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 1.3



อาจกล่าวได้ง่ายๆ ว่าอากาศบริสุทธิ์ที่เราหายใจเข้าไปควรเป็นอากาศที่ทำให้เราสามารถสูดหายใจเข้าไปได้อย่างปกติ ไม่มีกลิ่นใดๆ มารบกวนและไม่ทำให้แสบหรือคัดจมูก หรือเกิดอาการหายใจผิดปกติอื่นๆ แต่ในปัจจุบันธรรมชาติแวดล้อมที่มีอากาศบริสุทธิ์นับว่าหาได้ยากยิ่งโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ เรามักจะได้ยินการกล่าวถึงอากาศเสีย หรืออากาศเป็นพิษกันอยู่เนืองๆ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าสภาวะที่เกิดขึ้นดังกล่าวนั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม ในอากาศธรรมชาติที่จัดว่าบริสุทธิ์นั้น ก็จะมีอากาศเสียปะปนอยู่บ้าง แต่ไม่ใช่อากาศที่จัดเป็นมลพิษ เพราะส่วนใหญ่จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น การเผาไหม้

และการหายใจของมนุษย์
สัตว์ พืช ทำให้คาร์บอน-
ไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นใน
อากาศ หรืออาจเกิดจาก
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ
ต่างๆ เราสามารถแบ่ง
แหล่งกำเนิดอากาศเสีย
ตามธรรมชาติได้ดังนี้ คือ



- เกิดจากลมพายุที่พัดพาฝุ่นให้ฟุ้งกระจาย
- เกิดจากไอน้ำทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดในอากาศ
- เกิดจากฝุ่นผงทั่วไปที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ
- เกิดจากกลิ่นและก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งไม่ส่งผลรุนแรงนัก

มลพิษทางอากาศ ภัยร้ายแรงที่มองไม่เห็น

อากาศที่มีมลพิษสูง จะมีผลเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายเป็น
อย่างมาก โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านอุตสาห-
กรรมและมีอัตราประชากรหนาแน่นขึ้น ทำให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อมขึ้น
โดยทั่วไป ทั้งด้านน้ำ เสียง และแม้กระทั่งอากาศ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุด

มลพิษทางอากาศที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ มักจะมาจากแหล่ง
ต่างๆ ดังนี้

- การคมนาคมขนส่ง การจราจรในท้องถนน
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นๆ เช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ น้ำมันหรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง
- การเผาไหม้จากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม
- การประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การเผาขยะมูลฝอย การสูบบุหรี่

สารที่ก่อให้เกิดมลพิษ



กิจกรรมต่อไปนี้ไม่ว่าจะเป็น การคมนาคมขนส่ง การจราจรใน ท้องถนน การเผาไหม้จากกระบวนการ การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การ เผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นๆ เช่น ในโรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน หรือถ่าน

หินเป็นเชื้อเพลิง การประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ขยะมูลฝอย การสูบบุหรี่ ล้วนทำให้เกิดมลพิษในอากาศได้ทั้งสิ้น สารที่ก่อมลพิษนี้สามารถแบ่งออกเป็นกว้างๆ ได้ คือ

1. ก๊าซจากสารอินทรีย์ ได้แก่ ออกไซด์ของสารต่างๆ เช่น

- ออกไซด์ของคาร์บอน ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ และ คาร์บอนไดออกไซด์
- ออกไซด์ของไนโตรเจน ได้แก่ ไนตรัสออกไซด์ และไนโตรเจน-ออกไซด์
- ออกไซด์ของซัลเฟอร์ ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซัลเฟอร์-ไตรออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนียและก๊าซคลอรีน

2. ก๊าซจากสารอินทรีย์ ได้แก่

- ไฮโดรคาร์บอน เช่น มีเทน บิวเทน ออกเทน เบนซีน อะเซทิลีน
- อัลดีไฮด์และคีโตน เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ อะซีโตน แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์ต่างๆ

3. อนุภาคมลสาร แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- อนุภาคมลสารของแข็ง เช่น ควัน เขม่า ฝุ่น ใยแก้ว คาร์บอน ตะกั่ว แอสเบสตอส
- อนุภาคมลสารของเหลว เช่น ละอองน้ำมัน ละอองกรดต่างๆ

4. มลพิษอื่นๆ เช่น กัมมันตรังสี ก๊าซโอโซน จุลินทรีย์ต่างๆ ละอองเกสรดอกไม้ เชื้อราและยีสต์ เป็นต้น

จากการวิเคราะห์สภาพอากาศในเมืองใหญ่ๆ ของประเทศไทย ปัจจุบันพบว่ามลพิษในอากาศอยู่มากมายและปรากฏในหลายรูปแบบ ทั้งนี้เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ทั้งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ การคมนาคม



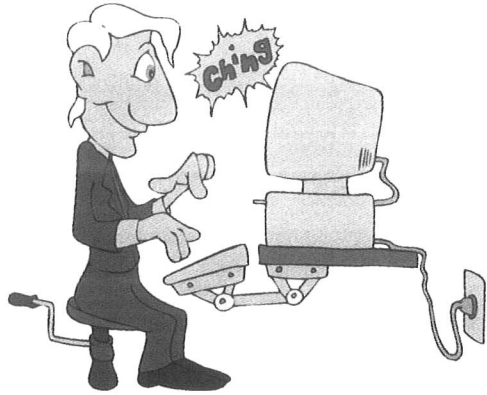
ขนส่ง และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มลพิษในอากาศที่พบนี้สามารถแบ่งตามปริมาณจากมากไปน้อยได้ดังนี้ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละออง และไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งมีแหล่งกำเนิด

สำคัญมาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ไอเสียและในย่านที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่หนาแน่น จึงสามารถกล่าวได้ว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่สูงที่สุดในเมืองใหญ่ๆ ดังเช่น กรุงเทพมหานคร ก็คือ การคมนาคมขนส่ง การจราจรในท้องถนน และการเผาไหม้จากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหลายนั่นเอง

อากาศเสีย-ผลกระทบต่อสุขภาพ

มลภาวะในอากาศทั้งในรูปแบบก๊าซ อนุภาคมลสาร และอื่นๆ นั้น ถ้ามีปริมาณสูงมากก็จะมีอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์อย่างร้ายแรง อนุภาคฝุ่นละอองและก๊าซที่เป็นพิษสามารถทำให้เรามีอาการหวัดเรื้อรังเป็นโรครวมแพ้หรือโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ ออกซิเจนในเลือดลดต่ำ หมดสติและถึงแก่เสียชีวิตได้ ก๊าซโอโซนในปริมาณสูงทำให้เกิดการแสบตา ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ สาร polycyclic aromatic hydrocarbons จะเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้มลพิษในอากาศ

โดยทั่วๆ ไป ยังมีอันตรายต่อบอด ไต ตับ หัวใจ ทางเดินอาหาร ระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์ สารพิษที่มีอยู่ในควันบุหรี่ เช่น นิโคติน ทาร์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจน ไชยาไนต์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ แอมโมเนีย จะเป็น



อันตรายต่อระบบกระแสโลหิตก่อให้เกิดมะเร็งที่ปอด โรคลungสมองโป่งพอง อาการอ่อนเพลีย หลอดลมอักเสบ ไอเรื้อรังและมะเร็งที่ระบบทางเดินหายใจ ยังมีมลพิษในอากาศอีกบางชนิดที่เราคาดไม่ถึงแต่มีผลต่อสุขภาพ คือมลพิษในอากาศที่เกิดจากเครื่องใช้และอุปกรณ์ทันสมัยในสำนักงานเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร ซึ่งจะผลิตไอออนบวกออกมาเป็นจำนวนมากทำให้เกิดการอ่อนเพลีย อึดอัด ปวดศีรษะข้างเดียว (migrane) อารมณ์เสียหรือมลพิษในอากาศที่เกิดจากควันบุหรี่ของผู้ร่วมงาน ทินเนอร์สำหรับเติมน้ำยาลบคำผิด คาร์บอนจากหมึกถ่ายเอกสาร พอร์มัลดีไฮด์จากโฟมที่ติดอยู่



ด้านหลังของพรมปูพื้น ทำให้เกิดอาการแพ้ เป็นผื่นคันที่ผิวหนัง ปวดศีรษะ เชื้องซึม หลงลืมได้

นอกจากนั้น ก๊าซและสารบางชนิดยังก่อให้เกิดผลกระทบทางอ้อม ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมหันต์สำหรับมนุษยชาติทั้งหมด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน

เมื่อก๊าซเหล่านี้มีปริมาณหนาแน่นขึ้น ในบริเวณบรรยากาศชั้นบนสุดที่ห่อหุ้มโลก จะทำให้ความร้อนที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ไม่สามารถระบายออก

สู่นอกโลกได้ อุณหภูมิบนโลกจึงสูงขึ้น ก่อให้เกิดมลภาวะอากาศที่แปรปรวน และเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิศาสตร์ของโลกไปอย่างสิ้นเชิง

จะเห็นว่ามลพิษในอากาศนี้มีอันตรายร้ายแรงต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์เป็นอย่างมาก ถ้าหากวันนี้เราไม่ช่วยกันแก้ไขฟื้นฟูสภาพอากาศให้



กลับคืนแจ่มใสดังเดิม แล้วในวันข้างหน้า เราอาจจะต้องอยู่อย่างทรมานทรมาน ขาดแคลนอากาศบริสุทธิ์ที่ใช้ในการหายใจและเจ็บไข้ได้ป่วยอย่างไม่มีทางเยียวยารักษาได้ การ

แก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศด้วยวิธีที่ง่ายที่สุด ก็คือ ช่วยกันปลูกต้นไม้และดูแลรักษาพื้นที่สีเขียวไว้ให้ดีที่สุด เพราะต้นไม้จะสามารถช่วยกรองควันพิษที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นยังควรช่วยกันกำจัดสาเหตุของการเกิดควันพิษอันเนื่องมาจากการจราจรขนส่ง เช่น หมั่นบำรุงรักษาเครื่องยนต์พาหนะให้อยู่ในสภาพที่ดี ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสม และที่สำคัญคือ ควรมีการรณรงค์เผยแพร่ความรู้ด้านมลภาวะทางอากาศ และอันตรายที่เกิดขึ้นให้รู้อย่างกว้างขวางเพื่อการร่วมแรงร่วมใจกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป

สิ่งแวดล้อมทางเสียง



เสียงกับชีวิตประจำวันของมนุษย์

นฤมล รื่นไวย์

ท่ามกลางสภาวะแวดล้อมปัจจุบัน มนุษย์มักจะเคยชินกับเสียงต่างๆ ที่ดังอยู่รอบตัวจนไม่ใส่ใจกับเสียงเหล่านั้น เช่น เสียงดังของเครื่องปรับอากาศ หรือเสียงเพลงที่ดังเบาๆ ในห้องเงียบๆ และความเคยชินกับเสียงต่างๆ ที่ดังอยู่รอบตัว



เราเ็นเอง ทำให้คนส่วนใหญ่ละเลยไม่ตระหนักถึงอันตรายอันอาจเกิดขึ้นจากมลภาวะเสียง โดยเฉพาะเมื่อเสียงนั้นดังอยู่เป็นเวลานานและสม่ำเสมอ แต่ถ้าเสียงนั้นมีความดังเกินกว่าระดับที่ได้มีการกำหนดไว้ก็อาจก่อให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพในการฟังได้ เป็นอาการที่เรียกว่า หูหนวก หูตึง

โดยปกติ ส่วนประกอบในการรับฟังภายในหูจะแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน หูชั้นในเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการรับฟัง การสูญเสียสมรรถภาพการฟังก็จะเกิดขึ้นในบริเวณนี้ เนื่องจากตรงบริเวณหูชั้นในจะมีอวัยวะเป็นรูปก้านหอยและมีเซลล์ขนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงไปยังเส้นประสาทเพื่อส่งต่อไปยังสมอง และสมองจะทำการแปลความหมาย ถ้าเซลล์ขนเสียหายหรือขาด การเดินทางของเสียงไปยังสมองก็จะขาดช่วง ทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพในการฟังขึ้น อาการดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อหูได้รับเสียงที่มีความดังมาก หรือเสียงที่มีความถี่สูงมากเกินไป

การที่เราจะรู้ว่า เสียงที่เราได้ยินนั้นพอเหมาะแก่สมรรถภาพของ ประสาทหูหรือไม่นั้น ในทางหลักวิชาการ จึงมีการคิดค้นเครื่องมือที่ใช้วัด ระดับความดังเสียง (sound meter) ซึ่งมีหน่วยเรียกว่า เดซิเบลเอ dB(A) เครื่องมือดังกล่าวจะทำหน้าที่เหมือนหูคนและมีความไวต่อเสียงที่ระดับความ ดี่ต่างๆ กัน ภายในเครื่องมือวัดจะบรรจุวงจรกรองความถี่ (filter) ใส่ไว้หรือ เรียกว่า ฟิวเตอร์ ถ่วงน้ำหนักแบบเอ ในช่วงเวลาหนึ่งๆ เสียงจากแหล่งกำเนิด เสียงมักจะมีการกระเพื่อมขึ้นลงไม่แน่นอน จึงต้องวัดเสียงออกมาเป็นค่า เฉลี่ย (equivalent continuous sound pressure level หรือ Leq) คือเป็น การวัดระดับเสียงต่อเนื่องภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งมีพลังงานเหมือนกับเสียง ที่วัดได้ตามความจริงในช่วงเวลาเดียวกัน

แหล่งกำเนิดเสียงที่เราไม่รู้ตัว

แหล่งกำเนิดเสียงที่ตั้งอยู่รอบตัวเรา โดยที่เราไม่รู้ตัว สามารถ ระบุกว้างๆ ได้ดังนี้

- จากโรงงานอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง เช่น เสียงเครื่องจักร เครื่องยนต์ต่างๆ
- จากสนามบิน เช่น เสียงเครื่องยนต์ของเครื่องบินในเวลาขึ้นลง



- จากท้องถนน เช่น เสียงเครื่องยนต์ของยานพาหนะ เสียงบีบแตร เสียงนกหวีด

- จากภายในบ้าน เช่น เสียงชักโครก ในห้องน้ำ เสียงดังของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ต่างๆ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า เครื่องตัดหญ้า ตู้เย็น ฯลฯ



- จากสถานบันเทิงและกิจกรรมสาธารณะ เช่น การกระจายเสียงในที่สาธารณะหรือภายในดิสโกเธค คลับ บาร์ต่างๆ

ประเภทของระดับเสียง

1. ระดับเสียงที่เป็นอันตรายต่อหู องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า เสียงที่เป็นอันตรายต่อหูนั้นไม่ควรเกิน 85 dB (A) ที่ทุกความถี่

2. ระดับเสียงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้แก่ ระดับเสียงที่ความดัง Leq 24 ชั่วโมง = 70 dB(A) หรือ Leq 8 ชั่วโมง = 75 dB(A) ยกตัวอย่างเช่น ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ถ้าเราอยู่ท่ามกลางระดับเสียงที่มีความดัง 70 dB(A) จะมีผลเป็นอันตรายต่อสมรรถภาพการฟังได้

3. ระดับเสียงรบกวน ได้แก่ ระดับเสียงตามชุมชน ในสถานที่สาธารณะ เช่น โรงเรียน สวนสาธารณะ ซึ่งโดยปกติจะวัดได้ Leq 24 ชั่วโมง = 55 dB(A) ในเวลากลางวัน และ Leq 24 ชั่วโมง = 45 dB(A) ในเวลากลางคืน ถ้าระดับเสียงดังกว่านี้ ถือว่าเป็นอันตรายต่อสมรรถภาพการฟัง

ระดับเสียงที่เป็นอันตราย มักมาจากแหล่งกำเนิดเสียง ดังแสดงในตาราง

ระดับเสียงอันตรายที่ควรหลีกเลี่ยง

แหล่งกำเนิดเสียง	ระดับเสียง
การจราจรในท้องถนนทั่วไป	71 dB (A)
รถบรรทุก 10 ล้อ	95 dB (A)
จักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง ดนตรีร็อกในท้องทีป	90-100 dB (A)
เสียงเครื่องจักรในโรงงาน เครื่องกลึง	115 dB (A)
เสียงเครื่องบินขึ้น-ลง ในระยะ 100 ฟุต รถไฟที่วิ่ง 60 ไมล์/ชั่วโมง เสียงฟ้าร้องอยู่เหนือศีรษะ	140 dB (A)

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ผลกระทบของมลภาวะเสียงต่อมนุษย์และการป้องกัน

ได้เคยมีการทดลองกับสัตว์ในการให้อยู่ในสภาวะที่มีเสียงดังเกินปกติอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ พบว่าสัตว์เหล่านั้นจะมีอาการเหนื่อยอ่อนเพลีย คลื่นไส้ มีการผลิตฮอร์โมนออกมามาก เกิดอาการฟันผุ โรคกระเพาะอาหาร ประสาทพิการ

ระบบไตป่นป่วนและน้ำหนักร

ลด นอกจากนั้นยังพบว่า

อันตรายของมลภาวะ

เสียงที่มีต่อมนุษย์ก็

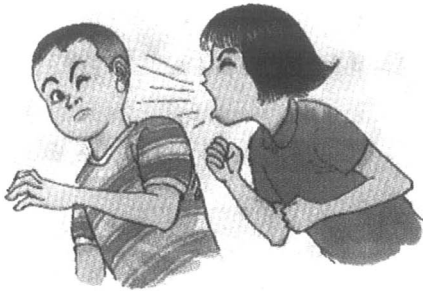
ไม่แตกต่างกันมากนัก

โดยจะมีผลกระทบทั้ง

ทางสภาพร่างกายและ

จิตใจ ทางสภาพร่างกายนั้น

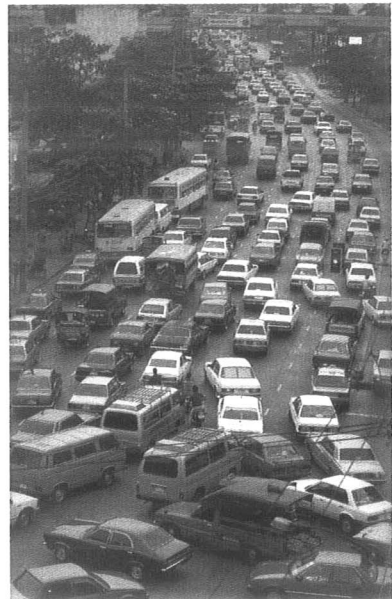




พบว่า การรับฟังเสียงที่มีความถี่สูงและมีระดับความดังมาก ในช่วงระยะเวลาสั้น จะทำให้เกิดหูตึงชั่วคราว และถ้าฟังในระยะเวลาสั้นๆ จะเกิดอาการหูตึงถาวร เพราะขีดเริ่มของการได้ยินเลื่อนสูงขึ้น

การรับฟังเสียงที่มีระดับความดังสูงประมาณ 70 - 75 dB(A) นานๆ จะทำให้ความดันเลือดสูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงในกระเพาะและลำไส้ ม่านตาขยาย กล้ามเนื้อเกิดปฏิกิริยากัลโคสในเลือดและคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน นอนไม่หลับ เส้นโลหิตตีบ มีอาการของโรคหัวใจและต่อมไทรอยด์เป็นพิษ (Thyroxicosis) ส่วนผลต่อสุขภาพจิตนั้นจะทำให้เกิดความเครียดมีอาการหงุดหงิดเนื่องจากขาดความสามารถในการสื่อสาร เกิดการคลุ้มคลั่ง และขาดประสิทธิภาพในการทำงาน

จะเห็นว่าผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นค่อนข้างจะรุนแรงและเป็นอันตรายที่คนส่วนใหญ่ไม่ตระหนักถึงนัก ทั้งนี้เนื่องจากความเคยชินโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ อย่างกรุงเทพฯ นั้น มลภาวะเสียงจะรุนแรงมาก จากการตรวจวัดระดับเสียงในกรุงเทพฯ พบว่าระดับเสียงตามจุดที่การจราจรหนาแน่นส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่า 80 dB(A) ซึ่งส่วนมากจะมีแหล่งกำเนิด



มาจากเสียงเครื่องยนต์ของ
จักรยานยนต์และสามล้อ
เครื่อง

ดังนั้นถ้าเป็นไปได้
เราควรหลีกเลี่ยงการเข้าไป
อยู่ในสถานที่ที่มีเสียงดัง
อีกทีหรือสถานที่ที่มีระดับ
ความถี่ของเสียงสูง ทั้งนี้เพื่อ
ป้องกันมิให้เกิดอาการหูตึง
หูตึงถาวร และหูตึงเฉียบพลัน

ซึ่งเกิดจากการที่แก้วหูฉีกขาด แต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น คนในโรงงาน
อุตสาหกรรม ผู้ขับขี่รถยนต์ที่เปิดโล่ง เช่น รถสามล้อ เครื่องจักรยานยนต์
รถเมล์ ก็ควรใช้เครื่องป้องกันจำพวกที่อุดหูหรือที่ครอบหู นอกจากนั้น
เราไม่ควรสร้างมลภาวะเสียงให้เกิดขึ้นกับตัวเองหรือคนรอบข้าง เช่น
การเปิดวิทยุ โทรทัศน์ ด้วยเสียงที่ดังเกินปกติเพราะจะทำให้ประสาทหูเริ่ม
เสื่อมลงวันละน้อยจนกระทั่งเกิดอาการหูตึงในที่สุด วิธีแก้ไขที่สำคัญ
อีกประการคือ หน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ควรมีการรณรงค์
การขจัดมลภาวะเสียง รวมทั้งให้ประชาชนได้ตระหนักถึงอันตรายอัน
เนื่องมาจากมลภาวะเสียงด้วย ●



มลภาวะทางเสียง

ทวีศักดิ์ สุทธธนาศาสตร์

เสียงเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง มนุษย์ทุกวันนี้กำลังเป็นผู้ก่อให้เกิดมลภาวะอันนี้ขึ้นเช่นเดียวกับมลภาวะอื่นๆ ที่เกิดขึ้นแล้ว การปรับแต่งท่อไอเสียให้ดังที่สุด แผลดเสียงได้สนั่นถนนมากที่สุด การติดตั้งเครื่องเสียงรถยนต์ เครื่องเสียงอื่นๆ ให้ดังเท่าใด ดูเหมือนจะยิ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงมากขึ้นเท่านั้น บทความนี้จะกล่าวถึงอันตรายที่จะเกิดกับการได้ยิน



คลื่นเสียงเมื่อเกิดขึ้นเป็นพลังงานเข้าไปทางใบหู กระทบกับแก้วหู ทำให้สั่นสะเทือน กระตุกโกลน ที่อยู่ชั้นในสุดของหูส่วนกลางจะทำให้เกิดการสั่นกระเพื่อมของเนื้อเยื่อ endolymph ทำให้ hair cell ของ Organ of Corti ถูกกระตุ้น เกิดเป็นกระแสประสาท ส่งไปแปลผลการรับฟังที่สมองส่วนบนได้ ส่วนของกระดูกโพงหน้า

และกระดูกรูปครึ่งวงกลมจะมีประสาทที่ควบคุมการทรงตัวคอยรับส่งกระแสประสาทไปยังสมองส่วนบน

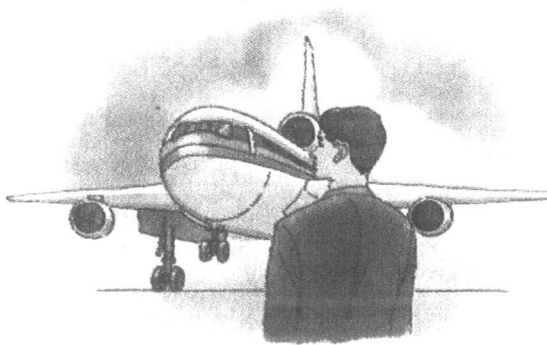
หน่วยวัดความดังของเสียงที่นิยมใช้ได้แก่ เดซิเบล (เอ) decibel (A) หรือ dB(A) เสียงดังเกินกว่า 90 dB(A) จะเป็นอันตรายต่อหู เสียงเกิดจากความถี่ (frequency) ในระหว่าง 30 เฮิรตซ์ (hertz, Hz) ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ (kilohertz, KHz) หากการได้ยินในความถี่ 2-6 KHz เป็นระยะเวลาสั้นๆ จะเกิดการทำลาย hair cell และประสาทที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินเกิดอาการหูหนวก





ชนิดถาวรได้ การเกิดเสียงที่มีความดังและความถี่ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อหู นอกจากในโรงงานที่มีเครื่องจักรกลแล้ว การใช้สว่านหรือกบไฟฟ้าภายในบ้าน การแข่งรถ การเข้าไปในห้องทึบ คลับ ผับ บาร์เหล้า ที่มีเครื่องดนตรี นักร้อง การกรีดร้องของผู้ฟังที่เข้าถึงอารมณ์

เพลง การปรับแต่งให้รบกวนเสียงจากท่อไอเสีย เครื่องเสียงที่ดังมากในรถยนต์ที่จำกัด เป็นตัวอย่างของมลภาวะทางเสียงที่นับวันจะรุนแรงยิ่งขึ้น ขออย่าต้องให้เยาวชนรุ่นต่อไป ต้องตะโกนพูดกัน อันเนื่องจากเกิดอาการผิดปกติทางหู ●



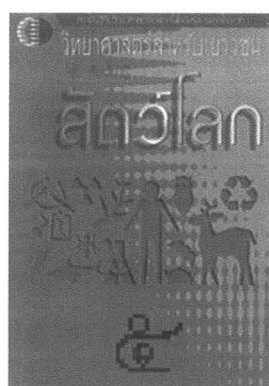
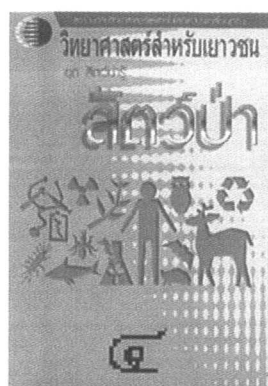
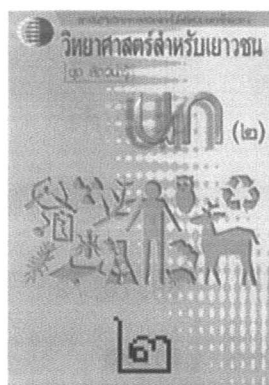
ดัชนีเรื่อง

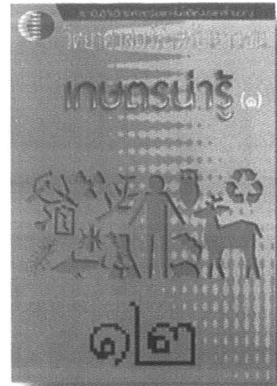
เรื่อง	หน้า
กำมะถัน	15
ของเสี้ยว	31
เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ	72
คราบน้ำมัน	
ผลกระทบต่อชีวิตสัตว์ในอ่าวเปอร์เซีย	58
เชื้อเพลิงถ่านหิน	55
เทคโนโลยี	
ผลร้ายที่เกิดขึ้น	3
น้ำ	63
น้ำทิ้ง	65
โรงงานบำบัด	67
น้ำประปา	
การเกิดกลิ่นโคลน	74
น้ำเสีย ดูที่ น้ำทิ้ง	
บรรยากาศ	79
ผลิตภัณฑ์สารเคลือบ	13
พืช	
แหล่งผลิตพลังงาน	53
มลพิษ	
ทางน้ำ	19
ทางเสี้ยว	21, 94
ทางอากาศ	20
มลภาวะ ดูที่ มลพิษ	
มลสาร	6
สัตว์น้ำ	
ผลของมลพิษน้ำร้อน	70
สารเคมี	
พืชและอันตราย	35

เรื่อง	หน้า
สารปรอท	29
สารพิษตกค้าง	
ในน้ำนมแม่	23
ในมนุษย์	25
ในสิ่งมีชีวิต	27
สารร้าย	
กลุ่มของสารพิษที่ผลิตขึ้น	42
ผลกระทบของการเกิดสารพิษ	40
สารพิษในแหล่งน้ำจืด	37
สี	
การผลิตที่เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม	10
เสียง	
ชีวิตประจำวันของมนุษย์	89
มลพิษ	94
อากาศ	81
อุตสาหกรรมเชื้อกระดาษ	8

ดัชนีผู้แต่ง

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์	10
จารุจินต์ นภีตะภักฏ	58, 70, 72
ชูสิทธิ์ัน บรรจงลิขิตกุล	31, 35
ทวีศักดิ์ สุทธธอนศาสตร์	95
นระ คมนามูล	67
นฤมล รื่นไวย์	13, 81, 89
นารา พิทักษ์อรณพ	55
ประเสริฐ อะมริต	3
พรสวรรค์ ดิษยบุตร	6, 19
รมณีย์ หวังดีธรรม	8
สมศักดิ์ ศุภรัตน์	79
สันหัต ศิริอนันต์ไพบูลย์	65
สามารถ จิตนาวสาร	53
สุทธิเจตน์ จันทศิริ	15, 29
สุนีย์ ครุทานุช	23, 25, 27
อาภารัตน์ มหาพันธ์	37, 40, 42, 63, 74





ขณะนี้หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

- ชุดสัตวนำรู้
- ชุดอาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- ชุดเกราะป้องกันชีวิต
- ชุดเทคโนโลยีชีวภาพใกล้เคียง
- ชุดเกษตรนำรู้
- ชุดความรู้เรื่องบรรจุกัญท์
- ชุดชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มีวางจำหน่ายแล้วที่ วท. และแผงหนังสือในเครือข่ายศูนย์คุณธรรม
ติดตามอ่าน นานาสาระได้ เร็วๆนี้

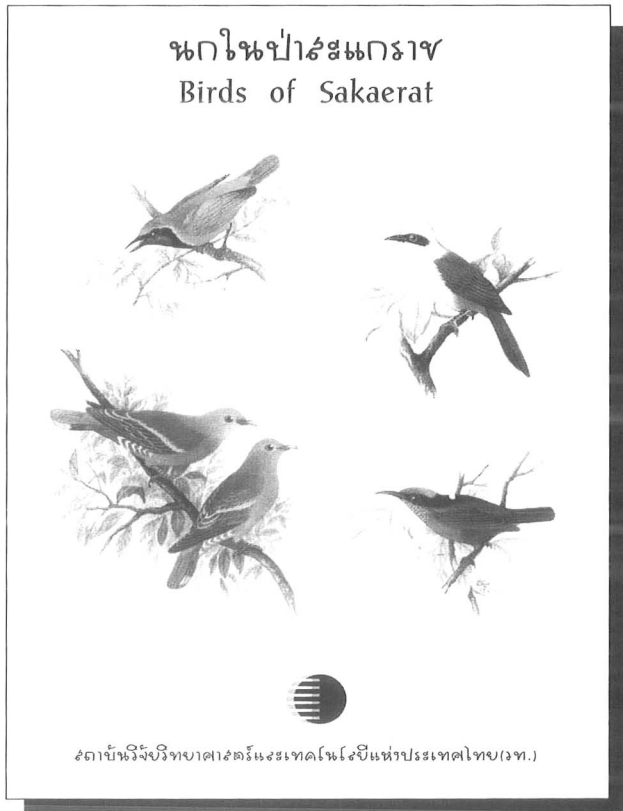
แนะนำหนังสือหน้าอ่าน

หนังสือการใช้สมุนไพรอย่างถูกวิธี : เกิดความรู้ต่าง ๆ ของหลักการเลือกใช้สมุนไพรที่น่าสนใจ พร้อมตัวอย่างและสรรพคุณของสมุนไพรยอดฮิตเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผู้ต้องการเพิ่มพูนความรู้และสนใจในการดูแลและรักษาสุขภาพด้วยสมุนไพรไทย



แนะนำหนังสือที่น่าอ่าน

หนังสือนกในป่าสะแกราช : รวบรวมรายละเอียดของนก 60 ชนิด ที่พบในป่าสะแกราช สถานีวิจัยย่อยของ วท. ที่ได้รับการยกย่องจาก UNESCO ให้เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑล จัดพิมพ์เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้รักธรรมชาติและต้องการศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับนกในประเทศไทย



แนะนำหนังสืออ่าน

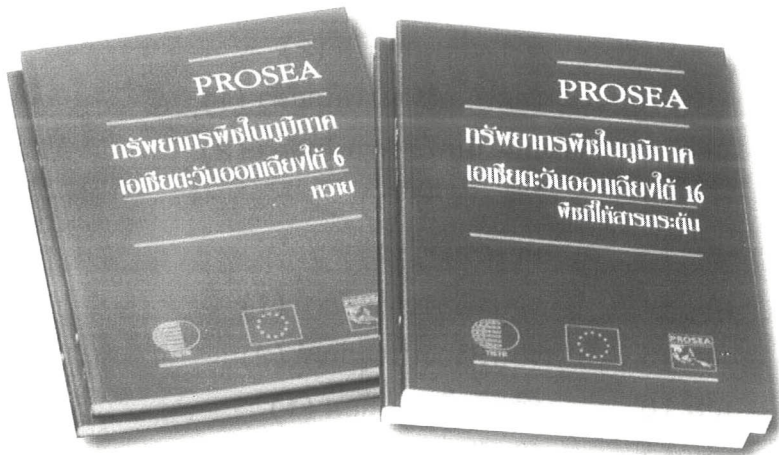
หนังสือเทคโนโลยี สำหรับชนบท : รวบรวมบทความตลอดจน
ความรู้ต่างๆ ทางเทคโนโลยีที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ทันทีกับชนบทไทย...
สร้างงาน สร้างเงิน สร้างอาชีพ เพื่อคนไทยในยุคเศรษฐกิจพอเพียง
หาซื้อได้ที่ วท. และศูนย์หนังสือในเครือข่ายเอ็ดดูเคชั่นฯ



แนะนำหนังสือที่น่าอ่าน

หนังสือทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชุดหวาย และ พืชที่ให้สารกระตุ้น : จัดทำขึ้นภายใต้โครงการพัฒนาทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Plant Resources of South - East Asia : PROSEA) รวบรวมข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์และการใช้ประโยชน์เพื่อใช้ประกอบการศึกษา และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

หาซื้อได้ที่ วท. และศูนย์หนังสือในเครือซีเอ็ดยูเคชั่นฯ



หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

ติดตามอ่านเรื่องน่ารู้ สารระควมบันเทิงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใน หนังสือวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน

- | | |
|---------|-------------------------------|
| เล่ม 1 | สัตว์น้ำรู้ : นก (1) |
| เล่ม 2 | สัตว์น้ำรู้ : นก (2) |
| เล่ม 3 | สัตว์น้ำรู้ : สัตว์น้ำ |
| เล่ม 4 | สัตว์น้ำรู้ : สัตว์ป่า |
| เล่ม 5 | สัตว์น้ำรู้ : 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 | เกษตรน้ำรู้ (1) |
| เล่ม 13 | เกษตรน้ำรู้ (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) |

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

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นรัฐวิสาหกิจประเภทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษของรัฐ ในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (วว.) เดิมมีชื่อว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวป.) ซึ่งตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย พ.ศ.2506 และได้เปลี่ยนมาใช้พระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522 สืบเนื่องจากการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2522 จนถึงปัจจุบัน

5/6-053

.7:504

สถป

ฉ.2

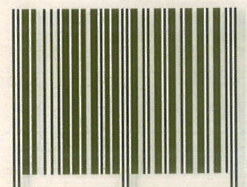
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ



BT10300

วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน : เล่ม

ISBN 974-8054-49-7



9 789748 054490

ราคา 65 บาท