



ISSN 0857-2380 ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2539

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

LABORATORY ACCREDITATION

วท. กำล้าน้ำท่น้า
ตามมาตรฐานสากล
ISO/IEC Guide 25

ฉบับเริ่มทวรวรทที่ 2

30.-



อีก 2 ชม. ข้างหน้า อัฒจันทร์ **Hussey** ที่คุณเห็น จะเปลี่ยนให้สถานที่นี้เป็นงานมอเตอร์โชว์

นั่นอาจจะเป็นเรื่องแปลกสำหรับคนอื่น แต่ถ้าเป็นอัฒจันทร์ **Hussey** ประติษฐานอันล้ำหน้าจากอเมริกาแล้วล่ะก็ คุณจะได้เห็นการเก็บอัฒจันทร์ขนาด 10,000 ที่นั่งให้เสร็จภายในเวลาไม่ถึง 30 นาที เป็นเรื่องธรรมดา เพราะ **Hussey** มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถพับเก็บและเปิดออกใช้งานด้วยระบบรีโมทคอนโทรล เพียงแค่คุณใช้ปลายนิ้วสัมผัสเบา ๆ **Hussey** ก็ทำงานได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังติดตั้งได้ง่าย หรือเคลื่อนย้ายให้เข้ากับสถานที่ได้ทุกรูปแบบจนคุณพอใจ เหมาะสำหรับสถาปนิก และเจ้าของโครงการ ซึ่งต้องการออกแบบพื้นที่ให้เป็นสถานที่อเนกประสงค์ เช่น สนามกีฬา ศูนย์แสดงสินค้า คอนเสิร์ตฮอลล์ หอประชุม ฯลฯ ในสถานที่เดียวกัน ด้วยเหตุผลเหล่านี้ จึงทำให้ **Hussey** เป็นที่นิยมไปทั่วโลก และติดตั้งตามสถานที่-

สำคัญ ๆ หลายแห่ง เช่น พิธีสถาปนาประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกา สนามกีฬาโอลิมปิกของอเมริกา ญี่ปุ่น และอีกหลายประเทศทั่วโลก

นอกจากนี้ **Hussey** ยังดีไซน์เก้าอี้ไว้หลายแบบ หลากรุ่น ให้คุณได้เลือกสรรให้เข้ากับทุก ๆ สถานที่ และเก้าอี้ทุกตัวได้ผ่านการออกแบบเป็นพิเศษให้นั่งสบาย ทนทานใช้งานได้ยาวนาน และดูแลรักษาง่าย

ตั้งแต่นั้น **Hussey** ได้เปิดบริการออกแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คำปรึกษาสำหรับผู้ที่ต้องการออกแบบพื้นที่ใช้งาน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ลูกค้าไทย



เลือก **Hussey** สำหรับงานต่อไป เพื่อให้คุณใช้สถานที่ได้อย่างคุ้มค่า

ใบรับการเอกสารการวิจัย
ห้องสมุด
27

ขอสนับสนุน
การเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

วาระสาร "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ด้วยความปรารถนาดี

จาก



บริษัท รমনครก่อสร้าง (ประเทศไทย) จำกัด
R.N.C. (THAILAND) CO.,LTD.

16 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700
16 Aroon - Amarin Rd, Aroon - Amarin, Bangkoknoi, Bangkok 10700, Thailand
Tel. 434-1704-6 Fax : 433-9850



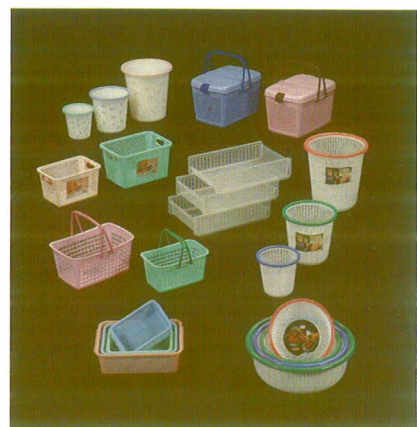
C52426

ผู้ก่อสร้างพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

ขอสนับสนุน

งานเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ด้วยความปรารถนาดี

จาก



SIAM MATEE CO.,LTD.

20/18 SOI KAMNUNMANT 3 EKACHAI RD.,
BANGKHUNTEN, BANGKOK 10150, THAILAND.

TEL. 415-3730, 416-6115, 897-5009-13 FAX: (66-2) 415-0765

« เราดีใจ...

ที่ใครๆ

ต่างเล็งเห็น



ความสำคัญในการใช้

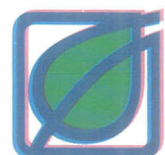
น้ำมันไร้สารตะกั่ว »

บางจาก...

ผู้ผลิตน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

รายแรกในเมืองไทย

ปางจากพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสร้างสรรค์คุณภาพการผลิตน้ำมันอย่างไม่หยุดนิ่งตลอดมา จนสามารถผลิตน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วได้เป็นรายแรกในเมืองไทย ด้วยความมุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพควบคู่การดำรงสิ่งแวดล้อม วันนี้...คุณจึงใช้น้ำมันบางจากได้อย่างมั่นใจ



บางจาก
รับใช้ประเทศไทย



เพลง HAPPY BIRTHDAY ของหนู
ใครก็ร้องเพราะได้ไม่เท่าพ่อ

ด้วยความมุ่งมั่นของ **TAC** ระบบสื่อสารไร้สายจะไม่เพียงแค่ส่งสัญญาณคำพูดถึงกัน

แต่ยังส่งความอบอุ่นกลับคืนคุณด้วย อาจมีหลายครั้งที่เวลางานได้เบียดบังเอาเวลาแห่งความสุขของครอบครัวไป แต่ด้วยพัฒนาการที่กว้างไกลของ

การสื่อสารโทรคมนาคม ช่วงว่างที่ห่างเหินนี้จึงสามารถเชื่อมโยงถึงกันอย่างแนบแน่น แท้ ในฐานะผู้นำระบบสื่อสารไร้สายครบวงจร WorldPhone, WorldRadio, WorldPage

WorldData, GPS (Global Positioning System -ระบบบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม) ภูมิใจที่บริการของเรา มีส่วนเกื้อหนุนให้คุณและครอบครัวอยู่ร่วมกันอย่างอบอุ่นและมีความสุข

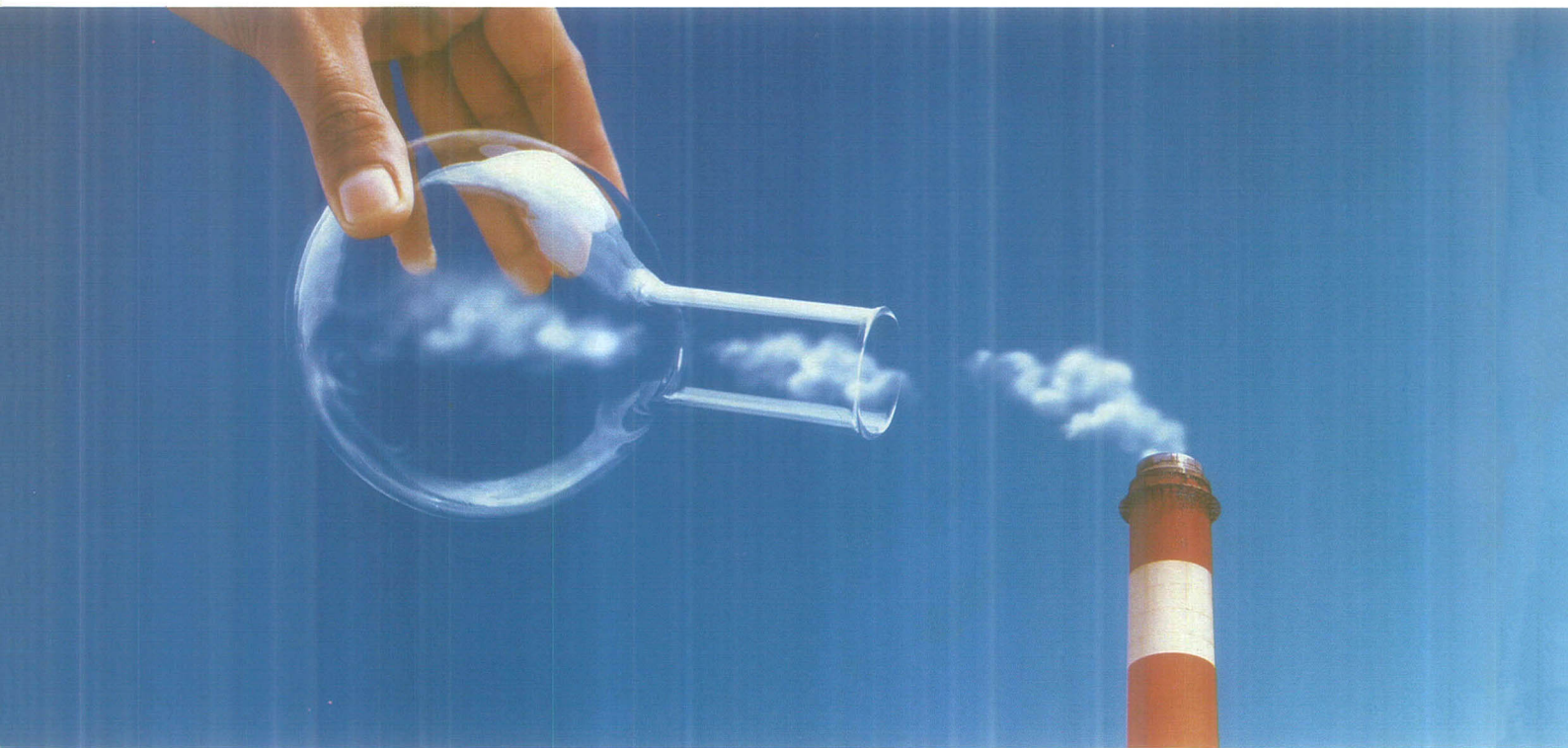


แทค สื่อสารไร้สาย ชีวิตยุคใหม่ของคุณ

เผยแพร่กระบวนการแปรรูป

ขยะอากาศ

ให้เป็นเชื้อเพลิง



อีกความพยายามของเรา ที่จะประหยัดเชื้อเพลิง และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แทนที่จะปล่อยไอเสียให้ลอยสูญเปล่าในอากาศ เรากลับนำไอเสียซึ่งมีความร้อนสูงถึง 550 องศาเซลเซียส มาใช้แทนเชื้อเพลิงในการคั่นน้ำของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง

เราเรียกการผลิตไฟฟ้าแบบนี้ว่า ระบบความร้อนร่วม ซึ่งใช้อยู่แล้ว

ที่โรงไฟฟ้าบางปะกง เป็นระบบที่ประกอบด้วยโรงไฟฟ้า 2 ชนิด คือ โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส และโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ

เมื่อโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า ไอเสียจากการเผาไหม้จะถูกนำไปใช้คั่นน้ำ ซึ่งไอน้ำจากการคั่นน้ำดังกล่าว จะไปคั่นเครื่องกังหันไอน้ำโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น แต่กลับสามารถผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นถึง 50 %

ไฟฟ้า เพื่อ ทุก ชีวิต ไทย ใช้ อย่าง รู้ คุณ ค่า



โทรศัพท์...สื่อกลางเชื่อมโยง

ยินดีด้วยกับบันทึกใหม่จะ

ยินดีด้วยสำหรับสมาชิกใหม่ของครอบครัว ได้ลูกชายสมใจแล้วนะ

คุณเหมาะกับการแต่งใจใหม่จริงๆนะ

ขอให้มีความสุขในชีวิตคู่ครับ

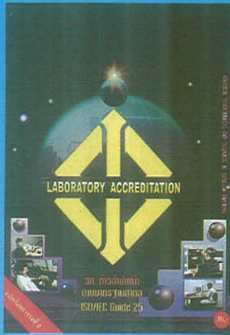
สุขสันต์วันเกิด

ขอแสดงความยินดีในโลกนี้เป็นที่สบายใจ

~เทศกาลแห่งความสุข
เทศกาลแห่งความรัก
เทศกาลแห่งวันอันอบอุ่น
เชื่อมความผูกพันนั้นได้ด้วยบริการโทรศัพท์...
และโทรคมนาคมจาก องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย~

องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย





ปกโดย.
ดร.ศุภฤทธิ์ สุดสงวน
จุลเดช อวามศรี



- 26 ■ ย้อนอดีตสะพานแขวน
- 32 ■ วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า
- 39 ■ สารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำ
- 54 ■ ย้ำเทคโนโลยี
- 58 ■ อวัยวะมนุษย์จากฟาร์มสุกร
- 61 ■ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม/เขตอุตสาหกรรม



วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

สารบัญ

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2539

- 1 ■ บทบรรณาธิการ
- 3 ■ สารจาก ผวท.
- 7 ■ ห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC GUIDE 25
- 13 ■ วท.ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความสามารถด้านการทดสอบ
- 17 ■ เมื่อน้ำทะเลเปลี่ยนสี
- 24 ■ วท.บันทึก



- 73 ■ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์
- 75 ■ ไนเตรดในทะเลกับปรากฏการณ์เรือนกระจก
- 78 ■ กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 จากน้ำแข็งปลา
- 94 ■ เปิดประตู วท.
- 98 ■ เทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท
- 106 ■ ดัชนี 2537
- 110 ■ ดัชนี 2538



คณะกรรมการงานวารสารใหม่

ที่ปรึกษา



นายเฉลิมชัย ห่อแนค



นางสาวพูนสุข อัดตะสัมปณณะ



นางดาวัลย์ ไชติมงคล



นายประพันธ์ บุญกุลนัชร



นายดิเรก รอดสวัสดิ์



นางสงวนสุดา สิงห์เหนติ



นางนงพงา จิตรกร



นางวัลย์ลดา หงส์ทอง



นางเพียว รอดโพธิ์ทอง



นายจารุจินต์ นิตะกัญ



นายทวีศักดิ์ สุนทรนศาสดร์



นายธนากร พละชัย



นางสาวนฤมล รื่นไวย์



นางอารัตน์ มหาชิน



นายทักษิณ อาชาวาคม



นายสุรชิต แวงโสธรณ์



นางสาวณัฐพร พันธุ์มวีน



นางนุสรา วุฑฒิภรรมารักษา



นายเวรต์ วิบูลย์ศิริชัย



นายก่อโชค บันติมงคล



นายดวงค์ฤทธิ์ สูดสงวน



นายจุลเดช อร่ามศรี



นายสมเกียรติ ธรรมสุน



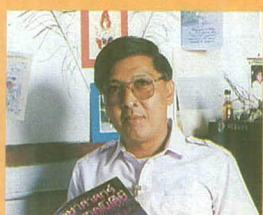
นายสมศักดิ์ ศรีสุทธิยากร



นางสุวิมล วีระนันท์



นางนิมล เรียบร้อยเจริญ



นายพิรภฏ ยาวสด



นายคักด้า นำชัยสีวัฒนา



นางสาวมยุรี ศรีประชาติ



นางสาวดิศลิน กอบวิทย์ภรณ์



ม.ล.กรณิการ์ ทวีวงศ์



นายประพันธ์ รัตนพิมพ์ภากรณ์

เจ้าของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900
โทร.5791121-30,5795515,5790160

ที่ปรึกษา	นายเฉลิมชัย	ท่อนาค
	นางสาวพูนสุข	อัครดลัมปนณะ
	นางลดาวัลย์	โชติมงคล
	นายประพันธ์	บุญกลั่นขจร
ผู้จัดการ	นายดิเรก	รอตสวัสดิ์
ผู้ช่วยผู้จัดการ	นางสาวสุตา	สิงหนะนิต
บรรณาธิการ, ผู้พิมพ์, ผู้โฆษณา	นางนงพงา	จิตรกร
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	นางวัลย์ลดา	หงษ์ทอง
กองบรรณาธิการ	นางเพียว	รอดโพธิ์ทอง
	นายจารุจินต์	นทีตะกัญ
	นายทวีศักดิ์	สุนทรธนาศาสตร์
	นายธนากร	พลชัย
	นางสาวนฤมล	รื่นไวย
	นางอารัตน์	มหาพันธ์
	นายทักษิณ	อาชาวาคม
	นายสุรชิต	แวงโสธรณ์
	นางสาวนัฐพร	พันธุ์มนาวิน
ฝ่ายศิลป์	นางนุสรา	วาทณิกรรมรักษา
	นายเรวัต	วิบูลย์ศิริชัย
	นายก่อโชค	บัณฑิตมงคล
	นายดำรงฤทธิ์	สุดสงวน
	นายสมเกียรติ	ธรรมสุน
	นายจุลเดช	อร่ามศรี
ฝ่ายภาพ	นายสมศักดิ์	ศรีสุทธิยากร
ฝ่ายการเงิน	นางลวิมล	วิระเนน
ฝ่ายประชาสัมพันธ์	นางนิรมล	เรียบร้อยเจริญ
	นายพิรภัฏ	เยาวุต
ฝ่ายการตลาด	นายศักดิ์ดา	นำชัยลีพัฒนา
	นางสาวมยุรี	ศรีประโชติ
	นางสาวดิศลิน	กอบวิทย์กรณ์
ฝ่ายโฆษณาและจัดทำ	ม.ล.กรรณิการ์	ทวีวงศ์
	นายประพันธ์	รัตนพิมพ์ภากรณ์
	01-497-5060	
พิมพ์ที่	พจน.พิมพ์ เมย์ ออฟเซ็ท	
	โทร. 412-3223, 412-4699	
จัดจำหน่ายโดย	บริษัท สามัคคีสาร (ออกฤทธิ์) จำกัด	



บทบรรณาธิการ



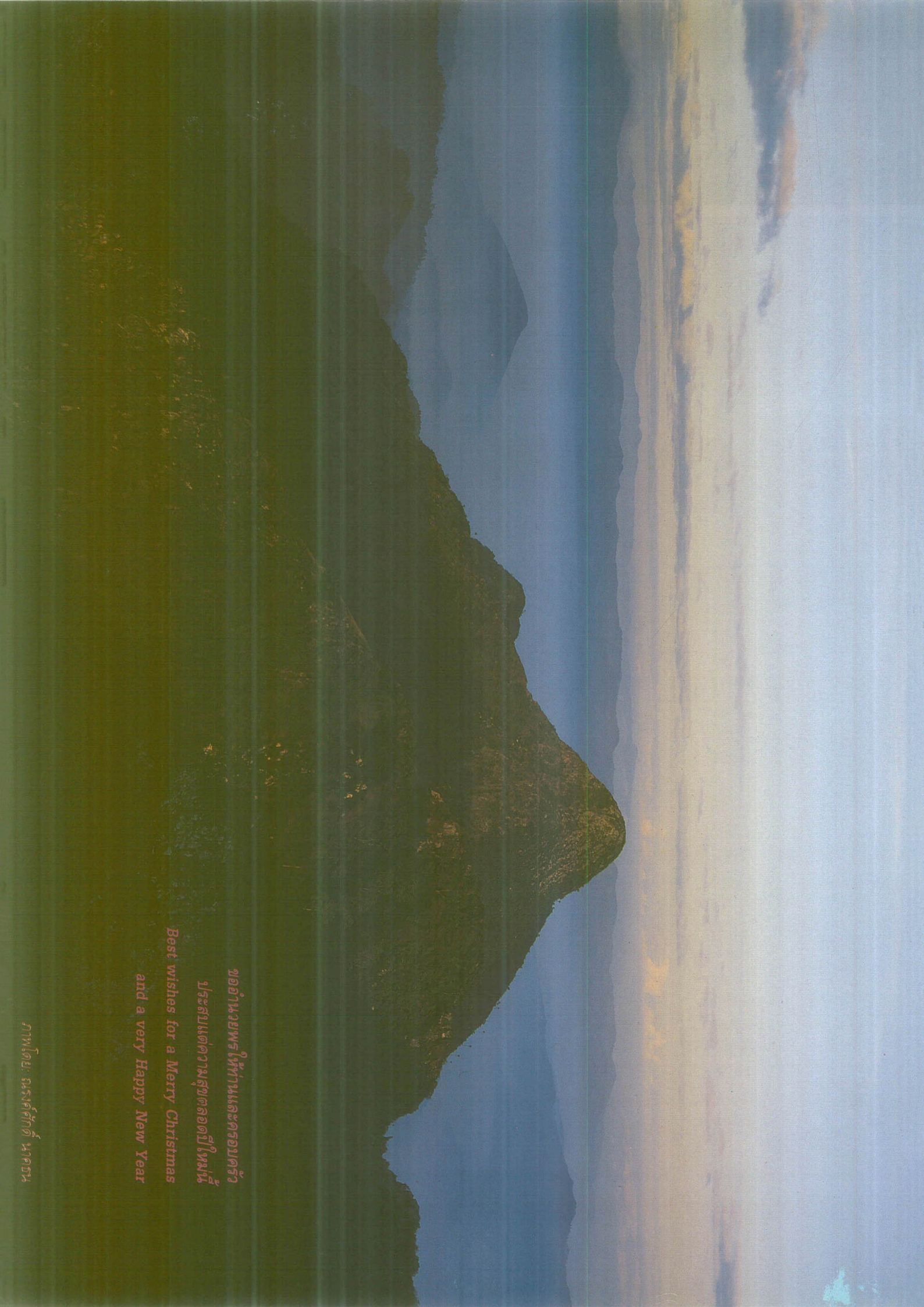
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วารสารเพื่อ
การวิจัยและพัฒนา ฉบับขึ้นปีใหม่ 2539 และฉบับ
ขึ้นทศวรรษที่ 2 เริ่มต้นด้วยความภาคภูมิใจขององค์กร
ที่ประสบความสำเร็จและเป็นหนึ่งผู้นำในการ
พัฒนาความสามารถด้านการทดสอบและการสอบ
เทียบได้ตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 อันเป็นผล
มาจากการที่ผู้บริหารให้ความสำคัญในเรื่องของคุณ
ภาพ รวมทั้งการทำหน้าที่ และการมีส่วนร่วมของ
พนักงานอย่างแข็งขันและต่อเนื่อง

ประกาศนียบัตรรับรองความสามารถตาม
ข้อกำหนดของมาตรฐานสากลช่วยเสริมกำลังใจใน
การทำงานของทุกๆ คน ในองค์กรได้เป็นอย่างดี

ในกระแสการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ
และการแข่งขันอย่างรุนแรงทางการค้าระหว่าง
ประเทศ หลายหน่วยงานได้เร่งพัฒนาขีดความ
สามารถ โดยให้การส่งเสริมและดำเนินกิจกรรมไปสู่
การรับรองคุณภาพอย่างเป็นผลสำเร็จแล้ว หลาย
หน่วยงานกำลังดำเนินการเพื่อการนี้ และอีกหลายๆ
หน่วยงานคงเริ่มเกิดแรงบันดาลใจ ทั้งนี้โดยมีจุด
มุ่งหมายเดียวกันคือ คุณภาพและมาตรฐานระดับ
โลก

นงพงา จิตรกร

บรรณาธิการ



ขออวยพรให้ท่านและครอบครัว
ประสบแต่ความสุขตลอดปีใหม่นี้
Best wishes for a Merry Christmas
and a very Happy New Year

สารจากผู้ว่าการ วท.



ท่านผู้อ่านและสมาชิกที่เคารพ

พุทธศักราช 2538 กำลังผ่านไป วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้ก้าวขึ้นสู่ทศวรรษที่ 2 อย่างภาคภูมิใจ ด้วยการสนับสนุนจากผู้อ่าน และสมาชิกที่เป็นกำลังใจต่อคณะผู้จัดทำอย่างมาก และที่สำคัญ คือการสนับสนุนจากผู้มีอุปการคุณที่เป็นความจำเป็นอย่างยิ่งจนทำให้วารสารฉบับนี้ยืนหยัดอยู่ได้ในฐานะประกายไฟดวงเล็กๆ ของแวดวงวิทยาศาสตร์ในสังคมนี้ตลอดระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ขอขอบพระคุณในน้ำใจของทุกท่านด้วยความจริงใจ ทั้งจะยึดมั่นที่จะปรับปรุงพัฒนาให้วารสารฉบับนี้เป็นประโยชน์ มีคุณค่าให้มากที่สุด เพื่อให้ไฟแห่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสว่างขึ้นให้จงได้

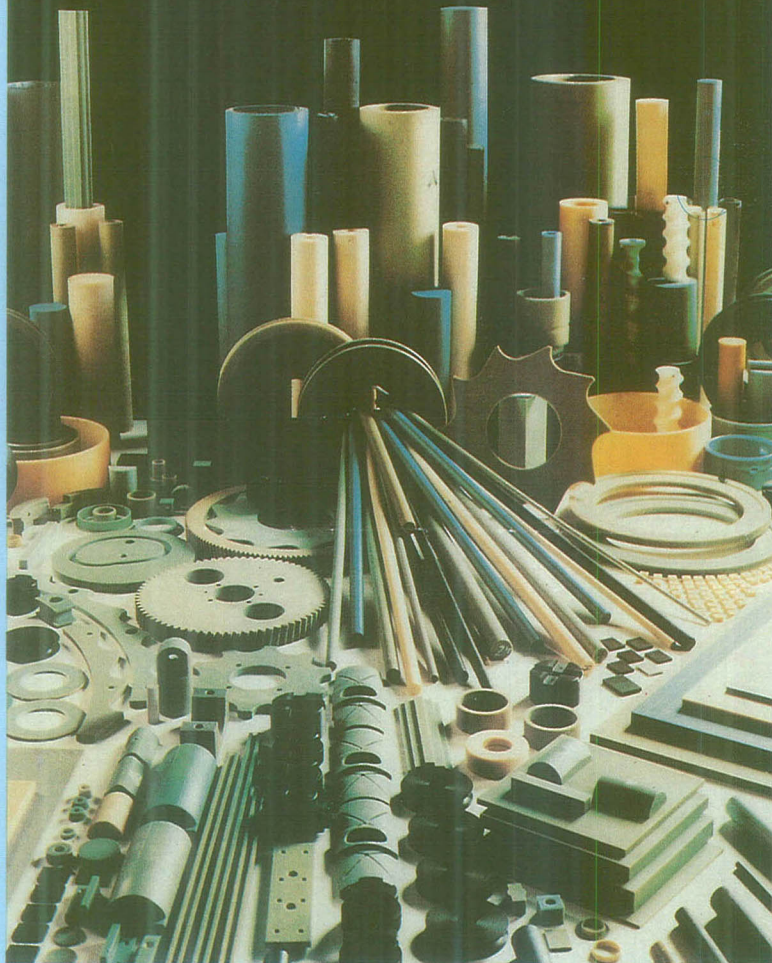
โอกาสแห่งการฉลองปีพุทธศักราช 2539 ขอให้ความรู้ ความคิดที่เป็นวิทยาศาสตร์ เป็นพลังผลักดันให้ท่านผู้อ่าน ท่านสมาชิกและผู้มีอุปการคุณทุกท่านประสบความสำเร็จในหน้าที่ ในธุรกิจและชีวิตส่วนตัวตลอดไป.

Wichit Lim

(นายเฉลิมชัย หอนาค)

ผู้ว่าการ

ENGINEERING PLASTICS



PAPER & PULP INDUSTRY



HARBOUR INSTALLATION



GENERAL ENGINEERING



SPORT & LEISURE INDUSTRY



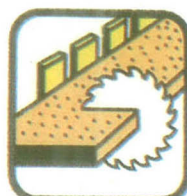
PACKAGING & CONVEYOR INDUSTRY



CHEMICAL INDUSTRY



FOOD INDUSTRY



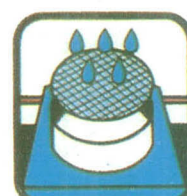
WOOD & FORESTRY INDUSTRY



TEXTILE INDUSTRY



STORAGE TANK AND BULK



FILTRATION INDUSTRY



OTHERS INDUSTRIES

WE ARE EXPERTISED IN ENGINEERING PLASTICS FOR MAKING SPARE PARTS USED IN TEXTILE INDUSTRY, ENGINE, BEARING, ETC UNDER INTERNATIONAL STANDARD. CAST NYLON, UHMW-PE, NYLON, POM NYLON 6, PTFE



บริษัท สยามคาสท์ไนลอน จำกัด
SIAM CAST NYLON CO., LTD.

โทร. 448-2956-8 โทรสาร. 448-2955-7

OFFICE 42/4 Moo 12 Baromrachachonanee Road,
Chimlee, Thalingchan, Bangkok 10170 Thailand

เทคโนโลยี จาก ประเทศเยอรมันนี และอังกฤษ
ผู้ผลิต และส่งออก
ENGINEERING PLASTICS (บุปเปอร์สตัน)
พลาสติกวิศวกรรมทุกชนิด
รับปรึกษา และ ผลิตอะไหล่เครื่องจักรกล

วิวัฒนาการใหม่

ครีมทาฝ้าปราศจากไฮโดรควิโนน

ปลาส์โต-แซ็ง ครีมทาฝ้า 1 และ 2
ลดและป้องกันฝ้าด้วยสูตรสมุนไพร

ต่อไปนี้ ไม่เพียงรอยฝ้าบนผิวหนังของคุณจะค่อยๆ
จางหายไปเท่านั้น คุณยังสามารถบอกเล่าปัญหาผิวหนังแห่ง
เป็นขุย แดงก่ำและหมองคล้ำได้อย่างมั่นใจด้วยผลิตภัณฑ์



เพราะปราศจากสารไฮโดรควิโนน
ครีมจะไม่เปลี่ยนสี
เมื่อสัมผัสออกซิเจนในอากาศ

ใหม่ คุณภาพสูงของ
สถาบันศูนย์วิจัย
ปลาส์โต-แซ็ง
แห่งประเทศเบลเยียม

ป้องกันฝ้าด้วย
ปลาส์โต-แซ็ง ครีมทาฝ้า 2

ให้ผิวหนังปลอดภัยจากรังสี UV
โดยไม่ระคายเคือง หรือมีผล
ข้างเคียง ด้วยการปกป้องจาก
คุณค่าของสารสกัดสมุนไพร ที่

จะช่วยให้เซลล์ของผิวต่อต้านกระบวนการเกิดฝ้าตามธรรมชาติ
ถนอมผิว ให้ขาวนวล...สวยสดใสขึ้นทุกวัน

ปลาส์โต - แซ็ง ครีมทาฝ้า 1 และ 2 ผ่านการรับรองความปลอดภัย
ต่อสุขภาพจากกระทรวงสาธารณสุขเบลเยียม



สัมผัสความพอใจรอยฝ้าจางหายในเร็ววัน
กับปลาส์โต-แซ็ง ครีมทาฝ้า 1

เพราะเป็นสูตรผสมจากพืชสมุนไพรชนิดพิเศษ
Parsley, Ursi Uvae และ Reseda เซลล์ของ
ผิวที่ได้รับคุณค่าของสารสกัดจากสมุนไพรนี้
จะปรับสภาพผิวให้สมดุลสู่ปกติทำให้รอยฝ้าและ
รอยกระค่อยๆ จางหายในเร็ววันและด้วยส่วนผสม
ของน้ำมัน Sweet Almond ผิวคุณจะนุ่มเนียน ชุ่มชื้น
ไม่เป็นขุย ผลลัพธ์แตกต่างที่คุณพอใจกว่า

มีจำหน่ายที่เคาน์เตอร์ ปลาส์โต-แซ็ง ที่ร้านขายเครื่องสำอาง
และร้านยาที่มีป้าย ปลาส์โต-แซ็ง

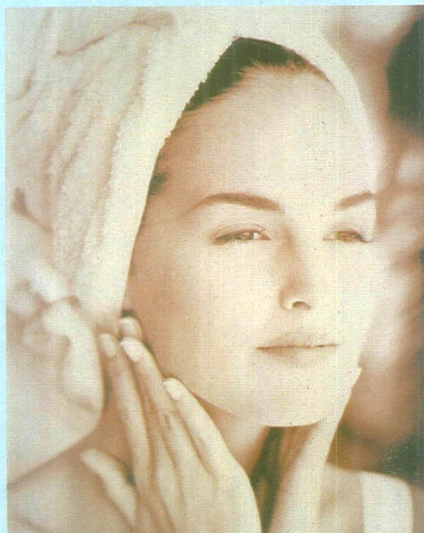
ใหม่

Plasto-Sein®
BEIGIUM
นำเข้าตั้งแต่ พ.ศ. 2512



ครีมทาฝ้า 1
สำหรับลดรอยฝ้า

ครีมทาฝ้า 2
สำหรับป้องกันการเกิดฝ้า



ฟรี

คู่มือแนะนำผลิตภัณฑ์ชุด
ครีมทาฝ้าปลาส์โต-แซ็ง 1 และ 2
เพื่อผิวหน้าสดใส...ไร้ฝ้า

เพียงกรอกชื่อที่อยู่ในคู่มือ ตัดส่งมายัง บริษัท พีพีเอ เทรตดิ้ง จำกัด
14/40 ถนนศรีนครินทร์ ประเวศ กทม. 10260

ชื่อ/นามสกุล

ที่อยู่

รหัสไปรษณีย์ โทร

เพิ่มคุณค่าชีวิต ต้องพิชิตมลพิษจากสิ่งแวดล้อม

ถังรองรับมูลฝอยแบบพลาสติก

(CARBAGE BIN)

ผลิตขึ้นจากพลาสติก

HIGH DENSITY POLYETHYLENE

(HDPE)



บริษัท ตริอรรถบูรณ์ อุตสาหกรรม จำกัด
TRE-ATTHABOON INDUSTRY CO., LTD.

69/2 หมู่ 11 ถนนพุทธมณฑล สาย 5 ต.ไร่ขิง อ.สามพราน จ. นครปฐม 73210

โทร. 420-0079 (15 สาย) แฟกซ์ (662) 420-2828

ห้องปฏิบัติการรับรอง ตามข้อกำหนด ISO/IEC Guide 25

จุริ ศยามนนท์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กทม. 10900

นับจากประเทศไทยได้ดำเนินนโยบายส่งเสริมการส่งออก เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจให้ขยายตัวและนำเงินตราเข้าสู่ประเทศ ได้ทำให้อุตสาหกรรมของประเทศ พัฒนาเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก และเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การค้าระหว่างประเทศเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่างประเทศ ผู้ผลิตได้หันมาให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้ามากขึ้น รัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการนำมาตรฐานไปใช้ในแนวทางการผลิต เพราะมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับการค้าระหว่างประเทศอย่างใกล้ชิด ทำให้ประเทศผู้ซื้อและประเทศผู้ขายสามารถตกลงซื้อขายกันได้ โดยยึดมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งหรือมาตรฐานระหว่างประเทศเป็นเกณฑ์ ซึ่งช่วยลดข้อโต้แย้งทางการค้าและทำให้สัมพันธภาพทางการค้าเป็นไปด้วยดี ดังนั้นการสร้าง ความเชื่อถือในด้าน



การมาตรฐาน ตลอดจนการทดสอบผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน และความต้องการของผู้ซื้อจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งผู้ซื้อจะยอมรับว่า ผลทดสอบน่าเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อได้ทราบว่า ห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์นั้น มีความสามารถเพียงพอ วิธีที่ผู้ซื้อจะรู้ได้ก็โดยผ่านระบบการรับรองห้องปฏิบัติการที่ใช้มาตรฐานสากล

สืบเนื่องจากการตั้งองค์การ WTO เพื่อให้การดำเนินการตามข้อตกลงว่าด้วยอุปสรรคทางเทคนิคการค้าภายใต้ GATT (GATT Agreement on Technical

Barrier - GATT TBT หรือ GATT Standard Code) การดำเนินการในเรื่องการส่งสินค้าไปยังประเทศคู่ค้า จะต้องมีการจัดระบบตรวจสอบร่วมกัน เพื่อความเป็นเอกภาพและเป็นไปตามมาตรฐานสากล และเป็นระบบที่ใช้ได้กับทุกประเทศคู่ค้า ประเทศไทยจึงมีการเคลื่อนไหว โดยนำระบบการรับรองห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC Guide 25 มาใช้ ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์สากลที่ทั่วโลกให้การยอมรับ

1. ความเป็นมา

องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO (International Organization for Standardization) ได้จัดทำ ISO Guide 25 ขึ้นมา และต่อมา ISO และ IEC (The International Electrotechnical Commission) ได้ร่วมกันแก้ไขปรับปรุงเป็น ISO/IEC Guide 25 เมื่อปี ค.ศ. 1982 การใช้ระบบคุณภาพในห้องปฏิบัติการได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก ในหลายประเทศได้รับ ISO/IEC Guide 25 มาใช้เป็นพื้นฐานเพื่อจัดตั้งระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ และเพื่อการยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการ ในไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีการพัฒนาด้านการประกันคุณภาพกันมาก ทำให้ข้อแนะนำและมาตรฐานทั้งที่กำหนดใหม่และที่แก้ไขปรับปรุงเกิดขึ้นมาก จึงยอมรับกันว่ามี ความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปรับปรุง ISO/IEC Guide 25 ใหม่ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น

การพิจารณาปรับปรุง ISO/IEC Guide 25 นี้ มุ่งคำนึงถึงกิจกรรมต่างๆ ของทั้งห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ รวมถึงข้อกำหนดอื่นๆ ที่เกี่ยวกับความสามารถของห้องปฏิบัติการ เช่นที่ระบุใน OECD Code of Good Laboratory Practice (GLP) และในอนุกรมมาตรฐาน มอก. 9000 ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านการประกันคุณภาพ



มาตรฐานนี้ใช้เป็นกลไกในการส่งเสริมให้เกิดความเชื่อมั่นในห้องปฏิบัติการสอบเทียบและทดสอบที่สามารถแสดงได้ว่าการดำเนินการที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานนี้

การยอมรับซึ่งกันและกันในผลการสอบเทียบและผลการทดสอบระหว่างประเทศ จะช่วยขจัดปัญหาทางวิชาการในการกีดกันทางการค้า การใช้มาตรฐานนี้จะช่วยให้เกิดความร่วมมือระหว่างห้องปฏิบัติการและหน่วยงานอื่นๆ ในการแลกเปลี่ยนข้อสนเทศ ประสพการณ์ การปรับมาตรฐานและวิธีดำเนินการเข้าหากัน

ในปี 2537 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้

ประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และห้องปฏิบัติการทดสอบ มอก. 1300-2537 โดยได้นำ ISO/IEC Guide 25 : 1990 มาใช้ในระดับเหมือนกันทุกประการ (identical) ทั้งเนื้อหาและรูปแบบ โดยใช้ ISO/IEC Guide 25 ฉบับ ภาษาอังกฤษ เป็นหลัก



การรับรองห้องปฏิบัติการ (laboratory accreditation) คือการให้การรับรองอย่างเป็นทางการว่าห้องปฏิบัติการได้ผ่านการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบภายใต้ระบบการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและทดสอบ ISO/IEC Guide 25 โดยระบุขอบข่ายการรับรองไว้

2. ขอบข่ายการรับรอง

เมื่อปี พ.ศ. 2537 ในการประชุมระหว่างประเทศเพื่อรับรองห้องปฏิบัติการ หรือ ILAC (International Laboratory Accreditation Conference) ได้จัดทำข้อแนะนำในการแสดงขอบข่ายของการรับรองขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับวิธีปฏิบัติของนานาประเทศให้สอดคล้องกัน เพื่อให้การรับรองของแต่ละประเทศไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่ง สมอ. ได้ใช้แบบขอบข่ายการรับรองความสามารถตามนี้ด้วย โดยกำหนดขอบข่ายของการรับรองซึ่งมีเนื้อหาอย่างต่ำดังนี้ คือ

2.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบ

- ระบุสาขาการทดสอบ
- ระบุผลิตภัณฑ์ วัสดุหรือตัวอย่างที่ทดสอบได้
- ระบุรายการที่ทดสอบ
- ระบุวิธีการทดสอบ
- ระบุข้อกำหนดมาตรฐาน
- ระบุเครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้

2.2 ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

- ระบุสาขาการสอบเทียบ
- ระบุเครื่องมือหรือแบบของการวัด ระบบการวัด วัสดุหรือตัวอย่างที่สอบเทียบได้
- ระบุรายการที่สอบเทียบได้
- ระบุวิธีการสอบเทียบ
- ระบุข้อกำหนดรายการ วิธีมาตรฐาน หรือเทคนิคที่ใช้
- ระบุช่วงของการวัดที่ยอมรับได้
- ระบุความสามารถของการวัดที่ดีที่สุดที่ยอมรับได้โดยแสดงในรูปของค่าความไม่แน่นอนของการวัด



3. ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบตาม ISO/IEC Guide 25

3.1 องค์กรและการบริหาร

ห้องปฏิบัติการต้องเป็นนิติบุคคล มีผู้บริหารพร้อมอำนาจหน้าที่ และทรัพยากรที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน มีการจัดองค์กรที่เชื่อมั่นได้ และกำหนดความรับผิดชอบอำนาจหน้าที่และความสัมพันธ์ระหว่างกันของบุคลากรทั้งหมด มีผู้จัดการด้านวิชาการ และผู้จัดการด้านคุณภาพ ตลอดจนมีการควบคุมงานโดยบุคคลที่รู้วิธีการสอบเทียบหรือทดสอบ และวิธีดำเนินการเป็นอย่างดี



3.2 ระบบคุณภาพ การตรวจติดตามคุณภาพและการทบทวนระบบคุณภาพ

ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำเอกสารคู่มือคุณภาพ ซึ่งกำหนดนโยบายวัตถุประสงค์และข้อผูกพันของการปฏิบัติของห้องปฏิบัติการที่ดี (good laboratory practice) เอกสารคู่มือคุณภาพ ต้องมีไว้ให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทราบ เป็นที่เข้าใจและนำไปปฏิบัติได้ ห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพของกิจกรรมต่างๆ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อตรวจติดตามการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆ ให้คงเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบคุณภาพอย่างต่อเนื่อง การตรวจติดตามคุณภาพ

ภาพดังกล่าวต้องดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว และถ้าเป็นไปได้ไม่ควรเป็นผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในกิจกรรมนั้น ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการทบทวนระบบคุณภาพอย่างน้อยปีละครั้ง โดยผู้บริหารเพื่อให้แน่ใจว่าระบบดังกล่าวยังคงมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพตลอดจน เพื่อที่จะให้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามที่เป็น

การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory comparison)

3.3 บุคลากร

ห้องปฏิบัติการต้องมีบุคคล ที่ดำเนินการตามขอบข่ายที่ขอรับการรับรองอย่างพอเพียง มีคุณสมบัติที่เหมาะสม มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในงานที่ได้รับมอบหมาย บุคลากรได้รับการฝึกอบรมเพื่อให้ความสามารถและมีความชำนาญในงานที่ได้รับมอบหมาย



นอกเหนือจากการตรวจติดตามคุณภาพเป็นระยะแล้ว ห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการตรวจสอบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลการสอบเทียบและทดสอบอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการตรวจสอบเหล่านี้ต้องครอบคลุมการดำเนินการดังต่อไปนี้

- แผนงาน การควบคุมคุณภาพภายใน ที่เหมาะสมกับงานสอบเทียบและทดสอบการใช้วัสดุอ้างอิงรับรอง (certified reference material) การทดสอบความเที่ยง (replicate testing) การทดสอบซ้ำ การหาสหสัมพันธ์ (correlation) ซึ่งอาจนำเทคนิคทางสถิติมาใช้

- การเข้าร่วมในการทดสอบความชำนาญ (proficiency testings) หรือ

3.4 สถานที่และภาวะแวดล้อม

มีพื้นที่สอบเทียบและทดสอบ แหล่งพลังงาน การให้แสงสว่าง การปรับอุณหภูมิ และการระบายอากาศ ต้องเหมาะสมกับการสอบเทียบหรือการทดสอบที่ปฏิบัติ ภาวะแวดล้อมต้องไม่ทำให้ผลการสอบเทียบหรือทดสอบคลาดเคลื่อน หรือมีผลกระทบต่อความแม่นยำของการวัดที่กำหนด มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการเข้า

สอบคลาดเคลื่อน หรือมีผลกระทบต่อความแม่นยำของการวัดที่กำหนด มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการเข้าระวังอย่างมีประสิทธิภาพ มีการกำหนดและควบคุมการเข้าออก มีมาตรการที่พอเพียงในการดูแลความสะอาดเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการ

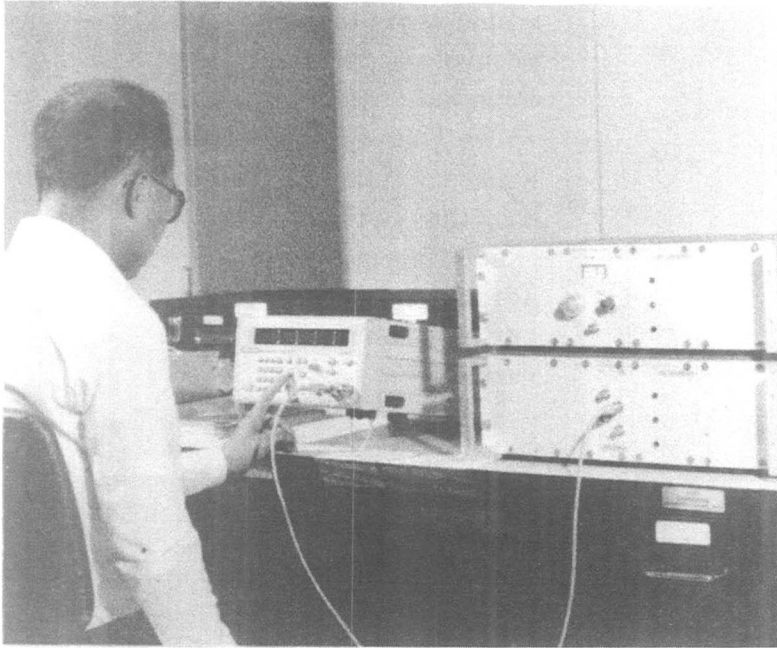
3.5 เครื่องมือและวัสดุอ้างอิง

ต้องมีเครื่องมือ และวัสดุอ้างอิงที่จำเป็น เพื่อการสอบเทียบหรือทดสอบ เครื่องมือทั้งหมดได้รับการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม วิธีดำเนินการบำรุงรักษาจัดทำเป็นเอกสาร มีการควบคุมการใช้เครื่องมือ และมีป้ายแสดงสถานะของการสอบเทียบ

3.6 ความสอบกลับได้ของการวัดและการสอบเทียบ

ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดแผนสำหรับการสอบเทียบเครื่องมือ ใบรับรองการสอบเทียบต้องแสดงความสอบกลับไปยังมาตรฐานการวัดระดับประเทศได้ (ถ้ามี) ต้องมีรายละเอียดผลของการวัดและความไม่แน่นอนของการวัด และ/หรือข้อความที่แสดงว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพในทางมาตรวิทยา มาตรฐานอ้างอิงของการวัดที่ห้องปฏิบัติการมีอยู่ ให้ใช้เฉพาะการสอบเทียบเท่านั้น และต้องได้รับการสอบเทียบจากหน่วยงานที่สามารถสอบกลับได้ไปยังมาตรฐานการวัดระดับประเทศและต้องมีแผนการสอบเทียบ และการทวนสอบสำหรับมาตรฐานอ้างอิงนั้น





3.7 วิธีสอบเทียบและวิธีทดสอบ

ห้องปฏิบัติการต้องมีวิธีทดสอบและสอบเทียบที่เหมาะสมกับงาน ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกใช้วิธีที่กำหนดไว้ในมาตรฐานระดับประเทศหรือระหว่างประเทศ (เช่น AOAC, ASTM, ISO, DIN, BSI) หรือใช้วิธีที่ดัดแปลงจากมาตรฐานที่อ้างอิงได้ ซึ่งจะต้องจัดทำรายละเอียดและมีข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่ามีความแม่นยำตามที่กำหนดโดยสม่ำเสมอและเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

3.8 การจัดการตัวอย่างสอบเทียบและทดสอบ

ห้องปฏิบัติการมีการจัดระบบการรับตัวอย่าง จัดเก็บ ขนย้าย และจำหน่ายตัวอย่าง ว่าเป็นเอกสารอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดความสับสน และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

3.9 การบันทึก

ห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดทำระบบบันทึกข้อมูลดิบ การคำนวณ และข้อมูลที่ได้บันทึกการสอบเทียบและสำเนาใบรับรองการสอบเทียบ ใบรับรองการทดสอบ และรายงานผลการทดสอบ บันทึกดังกล่าวต้องมีรายละเอียดเพียงพอ ที่จะนำมาใช้อีกได้ รายละเอียดที่บันทึกต้องรวมถึงชื่อบุคคลที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน

3.10 ใบรับรองและรายงานผล

ห้องปฏิบัติการต้องมีรูปแบบของใบรายงานผล ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน

3.11 การรับเหมาช่วงการสอบเทียบหรือทดสอบ

ห้องปฏิบัติการที่รับเหมาช่วงสำหรับการสอบเทียบหรือทดสอบจะต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่เป็นไปตาม

มาตรฐานนี้ และห้องปฏิบัติการจะต้องบันทึกและเก็บรักษารายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบความสามารถและการตรวจสอบความเป็นไปตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการรับเหมาช่วงของตน

3.12 การจัดซื้อและการใช้บริการภายนอก

ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดวิธีการจัดซื้อ และการใช้บริการภายนอก เพื่อสนับสนุนการสอบเทียบหรือทดสอบ โดยต้องจัดซื้อและใช้บริการภายนอกที่มีคุณภาพเพียงพอที่จะคงความเชื่อถือในการสอบเทียบหรือทดสอบของห้องปฏิบัติการ



3.13 ข้อร้องเรียน

ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดวิธีการสำหรับดำเนินการแก้ไข เมื่อได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า เกี่ยวกับการปฏิบัติตามนโยบาย หรือวิธีของห้องปฏิบัติการ หรือเกี่ยวกับความเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานนี้ หรือเกี่ยวกับคุณภาพของการสอบเทียบและทดสอบ

4. ประโยชน์

- ทำให้ห้องปฏิบัติการมีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ

- ทำให้ผู้ใช้บริการ มีความมั่นใจในผลการสอบเทียบ/ทดสอบ

- ตัดปัญหาของลูกค้าในเรื่อง
การคัดเลือกแหล่งทดสอบ การทดสอบ
ซ้ำ ลูกค้าจะมั่นใจ และเลิก
เปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ
ตัดค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ

- ผู้บริหารจะมีความมั่นใจใน
ความสามารถของพนักงาน ตลอดจน
การดำเนินงานภายใต้ระบบควบคุม
คุณภาพตลอดจนระบบตรวจติดตาม
คุณภาพอย่างต่อเนื่อง

- การใช้มาตรฐานนี้จะช่วยให้
เกิดความร่วมมือระหว่างห้องปฏิบัติ
การและหน่วยงานที่ดำเนินการตาม
ระบบมาตรฐานอื่นๆ เช่น ระบบ
ประกันคุณภาพของอนุกรมมาตรฐาน
ISO 9000 ส่งเสริมการดำเนินงาน
ระดับมาตรฐานในด้านมาตรวิทยา

- เมื่อระบบการจัดการและ
สมรรถนะของห้องปฏิบัติการได้มาตรฐาน
เป็นที่ยอมรับ จะช่วยให้มีการใช้
แหล่งทดสอบในประเทศมากขึ้น ซึ่งจะ
เป็นประโยชน์ต่อการประกอบกิจการ
ด้านอุตสาหกรรมและการค้าระหว่าง
ประเทศ

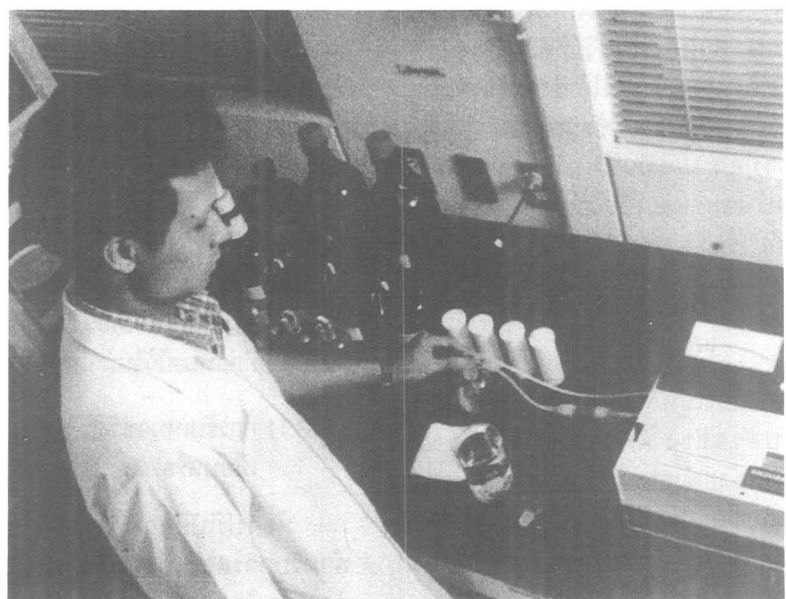
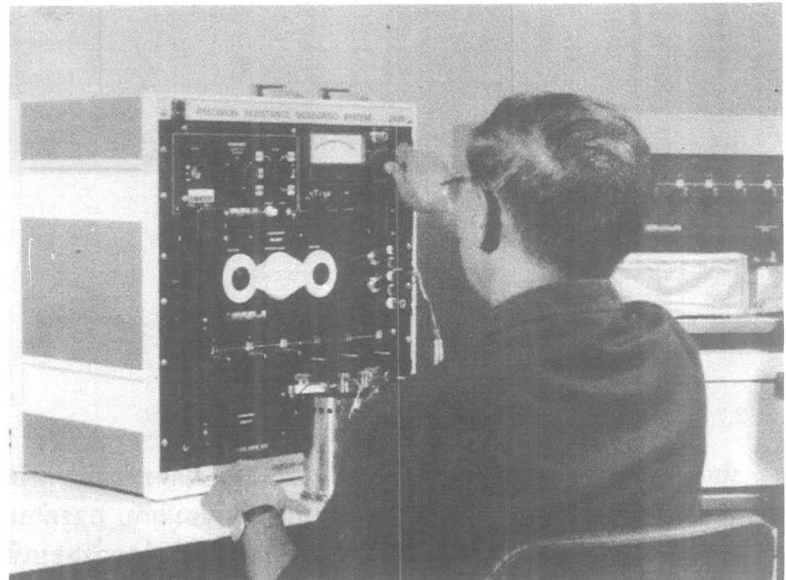
- การยอมรับซึ่งกันและกันในผล
การสอบเทียบ และผลการทดสอบ
ระหว่างประเทศ จะช่วยขจัดปัญหา
ทางวิชาการในการกีดกันทางการค้า

เอกสารอ้างอิง

มอก.1300-2537 ข้อกำหนดทั่วไป
ว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติ
การสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ



ในโลกยุคโลกาภิวัตน์
ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลง
ทางเศรษฐกิจ การแข่งขันที่รุนแรง
ผนวกกับเกิดการกีดกันทางการค้า
ทั่วโลก ส่งผลกระทบต่อประเทศที่
กำลังพัฒนาเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นทุก
ฝ่ายที่เกี่ยวข้องจึงต้องเร่งพัฒนา
เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการ
แข่งขัน เพื่อความเจริญรุ่งเรืองทาง
เศรษฐกิจอุตสาหกรรมของ
ประเทศ



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความสามารถด้านการทดสอบและการสอบเทียบ
ได้ตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25

นางนุช รัติวานิช

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จดุจกร กทม. 10900



ปัจจุบันการค้าระหว่างประเทศมีการแข่งขันสูง ผู้ผลิตเพื่อการส่งออก โดยเฉพาะสู่ตลาดประชาคมยุโรป ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขข้อกำหนดของตลาดอย่างเคร่งครัด อาทิข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบการประกันคุณภาพซึ่งเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายขณะนี้คือข้อกำหนดตามอนุกรมมาตรฐาน ISO-9000 หรือเทียบเท่ากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 9000 เป็นต้น นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับมาตรฐานอื่นๆอีกด้วย เช่น มาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 (The International Organization for Standardization/The International Electrotechnical Commission) ซึ่งเทียบเท่ากับมาตรฐานสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1300-2537 ว่า

ด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และห้องปฏิบัติการทดสอบ เนื่องจากการดำเนินการตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 สามารถประกันคุณภาพผลของการสอบเทียบและผลการทดสอบให้เป็นที่ยอมรับระหว่างห้องปฏิบัติการต่างประเทศได้ ทำให้สามารถจัดปัญหาทางวิชาการที่จะนำไปสู่การกีดกันทางการค้าให้หมดไป ดังนั้นแต่ละประเทศจึงต้องพัฒนาความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และห้องปฏิบัติการทดสอบให้ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐานข้างต้น

ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา (ศทม.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านการทดสอบ



การตรวจประเมินห้องปฏิบัติการ โดยกลุ่มผู้ประเมินห้องปฏิบัติการของ สมอ. เข้าทำการประเมินห้องปฏิบัติการของ หป. เคมีวิเคราะห์



กลุ่มผู้ประเมินของ สมอ. ทำการประเมินห้องปฏิบัติการไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อการส่งออกและรับรองมาตรฐานสินค้า รวมทั้งให้บริการด้านการทดสอบเทียบเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม จึงได้เร่งพัฒนาขีดความสามารถห้องปฏิบัติการต่างๆ เพื่อยกระดับการดำเนินงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 25 หรือ มอก. 1300-2537 เพื่อให้การบริการสอบเทียบ และทดสอบสามารถสนับสนุนความต้องการของภาคอุตสาหกรรมได้ตามมาตรฐานกำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ ห้องปฏิบัติการที่พัฒนาขีดความสามารถได้สำเร็จตามข้อกำหนดของมาตรฐานดังกล่าว คือ ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ และห้องปฏิบัติการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของ ศทม. ตามขอบข่ายดังต่อไปนี้

1. ห้องปฏิบัติการ เคมีวิเคราะห์ (บางปู)

ขอบข่ายความสามารถการทดสอบ

- การทดสอบ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในเนื้อสัตว์ (สด, แช่แข็ง) อาหารสำเร็จรูป และอาหารกระป๋อง

- การทดสอบ ตะกั่ว แคดเมียม ในภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร

- การทดสอบ คาร์บอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ ซิลิคอน คอปเปอร์ นิกเกิล โครเมียม วาเนเดียม โมลิบดีนัม ไทเทเนียม ในแผ่นเหล็กชนิด low alloy steel



2. ห้องปฏิบัติการไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ (บางเซน)

ขอขยายความสามารถการสอบเทียบ

รายการ	ช่วง	ความไม่แน่นอนของการวัด
DC voltage	1.000, 1.018 V	5×10^{-6}
	1 V - 1000 V	50×10^{-6}
Resistance	1, 10, 100, 1000, Ohm	10×10^{-6}
DC current	0.001, 0.01; 0.1 A	25×10^{-6}
AC voltage	1, 30, 100 V	80×10^{-6}
	at 50 Hz	
Capacitance	1000 pF at 1 kHz	30×10^{-6}
Inductance	10 mH at 1 kHz	40×10^{-6}

3. ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (บางปู)

ขอขยายความสามารถการสอบเทียบ

รายการ	ช่วง	ความไม่แน่นอนของการวัด
DC voltage	1 V - 1000 V	60 ppm
DC current	0.001, 0.01, 0.1 A	70 ppm
Resistance	1, 10, 100, 1000, Ohm	30 ppm
AC voltage	1, 30, 100 V	90 ppm
	at 50 Hz	
Capacitance	1000 pF at 1 kHz	90 ppm
Inductance	10 mH at 1 kHz	50 ppm

วท. จะขยายขอขยายการพัฒนาความสามารถทดสอบ และการสอบเทียบให้กว้างขวางมากขึ้น เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

เลขที่ใบรับรอง :



ใบรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ

ใบรับรองฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

(ชื่อห้องปฏิบัติการและสถานที่ตั้ง)

.....
.....

LABORATORY ACCREDITATION

ได้นำการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ ทดสอบ/สอบเทียบ

ภายใต้ระบบการรับรองห้องปฏิบัติการ ของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ตามมาตรฐานข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและทดสอบ

มอก. 1300 - 2537 (ISO/IEC Guide 25:1990)

หมายเลขการรับรองที่ ทดสอบ/สอบเทียบ

รายละเอียดการรับรองดังขอขำการรับรองแนบท้าย

ออกให้ ณ วันที่

ลงชื่อ :

ประธานกรรมการ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การรับรองห้องปฏิบัติการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

เพื่อ
งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ด้วยความปรารถนาดี

จาก

บริษัท ส. ประภาศิลป์มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

24 ถนนประชากรราษฎร์บำเพ็ญ

ซอย ส. เกียรติชัย 1 (ประชากรราษฎร์บำเพ็ญฯ)

เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร โทร. 691-0330



S. PRAPHASILP MARKETING CO.,LTD.

24 Soi Sor Kiatichai 1 Pracharatbampen Rd., Huaykwang Bangkok 10310 Thailand

Tel. (662) 691-0330 (10 line), 01-211-6425

Fax : (662) 276-1793



เรารู้ว่า...

สุขภาพที่ดี เป็นสิ่งสำคัญ

เรารู้จักว่า...

องค์การเภสัชกรรม มุ่งเน้นผลิตยาคุณภาพ

ด้วยเทคโนโลยีทันสมัย

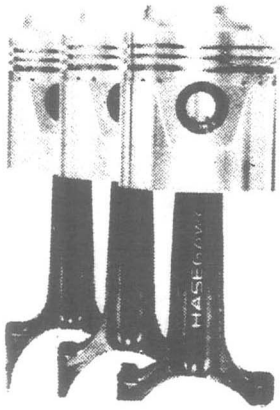
เพื่อให้คนไทยมีสุขภาพที่ดี

รับผลิตขอบชีวิต

ผลิตยาคุณภาพ



องค์การเภสัชกรรม



บริษัท สยามชวลีเครื่องเย็น จำกัด SIAM SURELY REFRIGERATION CO., LTD.

3601/243 ตรอกนอกเขต ถนนเจริญกรุง เขตบางคอแหลม กรุงเทพฯ 10120
3601/243 NOKKET LANE, CHAROENKRUNG ROAD, BANGKORLEAM, BANGKOK

☎ 2914376-7, 2911239, 2893371 FAX: 2911238

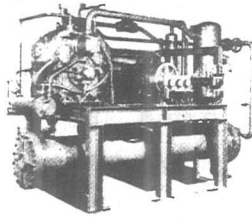
Surely

ตัวแทนจำหน่ายเครื่องอัดน้ำยา

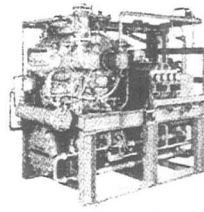
“ชวลี”

แต่ผู้เดียวในประเทศไทย

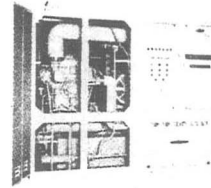
CONDENSING UNIT



VM3

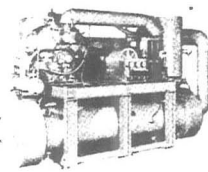


VM42

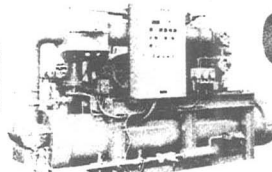


PACKAGE TYPE

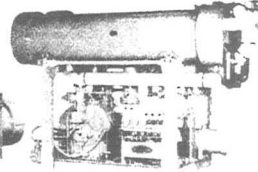
COOLER & CHILLER UNIT



BRINE COOLER



WATER CHILLER



CAUSTIC SODA COOLER



โรงเรียนรางวัลพระราชนาน ปีกการศึกษา ๒๕๓๗

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนาม

อำนวยการสอนโดย

อาจารย์สุนันทา สุนตะบุตร

พิบูลศึกษา พัฒนาคความคิด กิจกรรมสร้างสรรค์ เสริมสร้างจริยธรรม

รับสมัคร : นักเรียนชาย - หญิง ระดับเนอสเซอร์ อนุบาล

ประถมศึกษาปีที่ ๑ - ๖

เน้น : สอนเข้มวิชา คณิตศาสตร์ ภาษาไทย

ภาษาอังกฤษ สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

เสริม : วาดน้ำ คอมพิวเตอร์ คนตรีไทย -สากล

ห้องนอนปรับอากาศ บริการรถรับ - ส่ง (รถตู้ปรับอากาศ)

ติดต่อที่ โรงเรียนพิบูลศึกษา ปากเกร็ด นนทบุรี

โทร. ๕๙๓-๓๗๗๗-๘



Sang Thip คุณภาพส่งออก

CYCLONE

รถยนต์ทุกคันในโลกจำเป็นต้องใช้ไซโคลน

CYCLONE คือ ประสิทธิภาพชั้นเอกสำหรับ

เครื่องยนต์ทุกชนิดในปัจจุบันและอนาคต

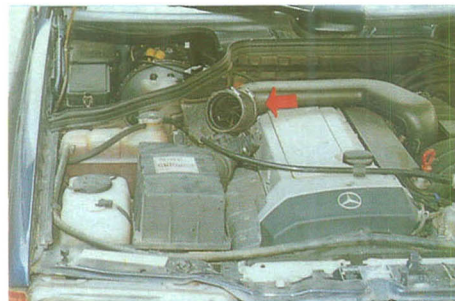
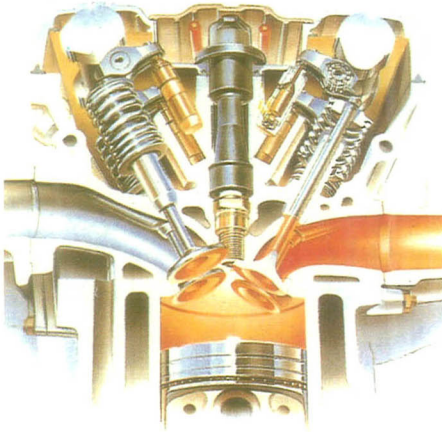
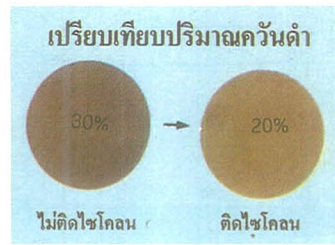


It's worth 20 times the Price

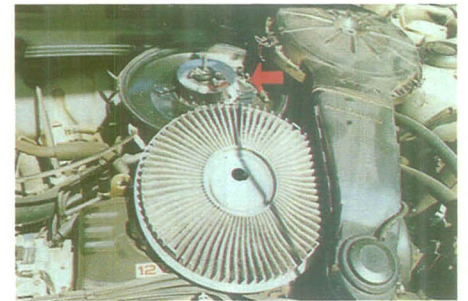
คุณสมบัติและประสิทธิภาพของไซโคลน

1. เพิ่มกำลังและความเร็วได้ถึง 25%
2. ประหยัดเชื้อเพลิงได้ถึง 30%
3. ลดมลพิษ ลดควันดำได้ถึง 25%
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหม้อลมเบรก
5. ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม
6. ช่วยรักษาสภาพเครื่องยนต์

เมื่อติดตั้ง "ไซโคลน" จะพบกำลังที่เพิ่มขึ้นอย่างอัสารีย์



เครื่องยนต์หัวฉีด



เครื่องยนต์คาร์บูเรเตอร์

รับประกันคุณภาพและประสิทธิภาพโดย

- รับประกันภายใน 14 วัน ถ้าไม่พึงพอใจ สามารถคืนเงินได้ โดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น
- รับประกันคุณภาพและประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน
- รับประกันเครื่องยนต์เมื่อติดตั้ง CYCLONE แล้วเกิดความเสียหายขึ้น ทางบริษัท ฯ ยินดีชดเชยค่าเสียหายตามความจริง ในวงเงินสูงสุดไม่เกิน 12,500,000 บาท ตามกรมธรรม์ประกันภัยเลขที่ NO. CG 920055

ข้อสังเกตที่เห็นได้ชัดเมื่อติดตั้งไซโคลน

1. เมื่อติดตั้งไซโคลนแล้วคุณจะมีกำลังรถของคุณเพิ่มขึ้นทันทีในเกียร์ 3, 4 และ 5
2. ไซโคลนมีขนาดกะทัดรัด ติดตั้งง่าย
3. ไซโคลนเมื่อติดตั้งแล้วไม่มีผลข้างเคียงใดๆ ต่อเครื่องยนต์
4. สำหรับรถยนต์เครื่องดีเซลจะสังเกตได้ทันทีว่าควันดำจะลดน้อยลงขณะเร่งเครื่องยนต์
5. ทำให้เครื่องเดินเรียบ และเงียบขณะเร่งความเร็ว



ผู้นำเข้าและผู้แทนจำหน่ายและผู้เดียวในประเทศไทย

บริษัท โมทีฟ เพาเวอร์ จำกัด

2380/25 ถ. เจริญกรุง เขตบางคอแหลม กทม. 10120 โทรศัพท์ 2917728



บริษัท เค.เอส.แอล. เอ็นจิเนียริง จำกัด
K.S.L. ENGINEERING CO., LTD.



根成利機器廠有限公司

275/1 ถ.สาธุประดิษฐ์ ซ.สาธุ 15(ทวีวัฒนา) ย่านนาหวา กรุงเทพฯ 10120
☎ 2117841, 2118497, 2126260, 2120954 FAX: (662) 2126687

ผลิตเครื่องจักร

เครื่องผลิตยา เครื่องสำอาง เคมีภัณฑ์ และอาหาร



อะโรแมติกส์ไทย
ทรัพยากรไทย...เพื่อไทย



แพลตฟอร์มในอ่าวไทย
อยู่ในเขตประเทศไทย

ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ
ทรัพยากรจากใต้ดินพิภพและน้ำในไทย
นำมาพัฒนาเป็นพลังงานเชื้อเพลิงไทย...เพื่อไทย
และยังเกิดผลพวงเป็นสารประกอบ
ที่สามารถนำมาพัฒนาและเพิ่มคุณค่าทางปิโตรเคมี
เป็นสารอะโรแมติกส์
วัตถุดิบของสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

อุตสาหกรรมอะโรแมติกส์ของไทย
กำลังก้าวสู่การเริ่มผลิตในเร็ววันนี้
ในทรัพยากรไทย ถูกนำมาใช้ เพื่อไทย
อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่กัน สมบูรณ์

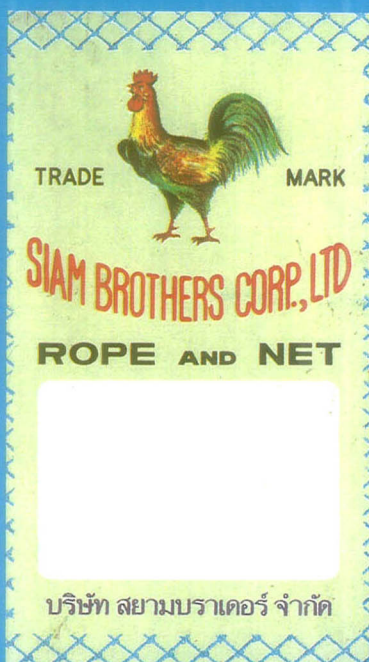


อะโรแมติกส์ไทย ทรัพยากรไทย เพื่อไทย
บริษัท อะโรแมติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

MANUFACTURERS AND EXPORTERS



The Biggest and the Best Quality



Siam Brothers is the biggest producer in Thailand of polyethylene and polypropylene rope, twine, nylon multifilament and monofilament fishing net and line. Export orders are shipped immediately at direct factory prices. When you want the best look for the cock on the label.

บริษัท สยามบราเดอร์ จำกัด
889 อาคารไทย ซีซี ทาวเวอร์
ชั้น 33 เลขที่ 330-9 ถนนสารสิน
ยานนาวา กรุงเทพฯ 10120
โทร. 6758535 (32 สาย)
แฟกซ์. 2100117-119

SIAM BROTHERS CORP., LTD
889 THAI CC BUILDING
33rd floor, 330-9 SATHORN RD,
YARNNAVA BANGKOK 10120
TEL. 6758535
FAX. 2100117-119

EXPORTER AWARD 1987, 1989



TIS 253 2521

10 ปี...ไม่มีถอย

FERRIS ถูกพูดถึงเพื่อการเทียบเคียงมากที่สุด เป็นมาตรฐานแห่งความคุ้มค่าเสมอ

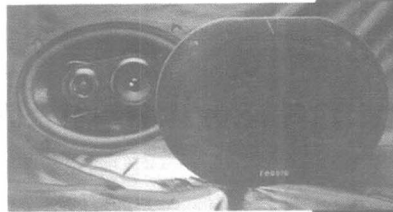
FR 8103

8 นิ้ว 3 ทาง (4,800 บาท)
ก่อนเล่นไบ-แอมป์ฟังคู่นี้ก่อน



FR 90 (3,200 บาท)

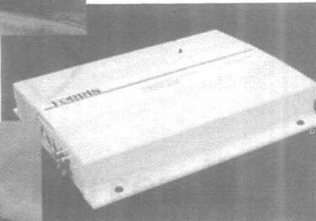
ไม่ยากหูเสีย เริ่มที่คู่นี้



FRA 2200 (100 Wx2CH)

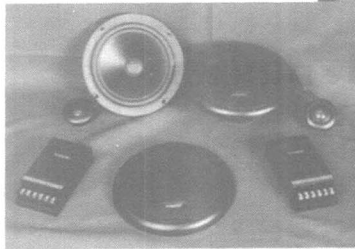
FRA 2400 (200 Wx2CH)

FRA 4400 (100 Wx4CH ไบ-แอมป์)
เสียงธรรมชาติไม่บาดหูพลังถึง



FR 660

6 นิ้ว 2 ทางแยกขึ้น
ไม่ต้องเจาะะ ได้เสียงไฮ-เอนด์

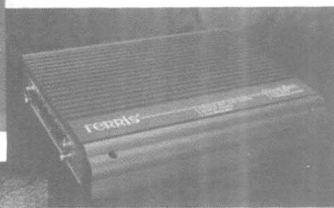


FRA 20 (100 Wx2CH)

FRA 40 (200 Wx2CH)

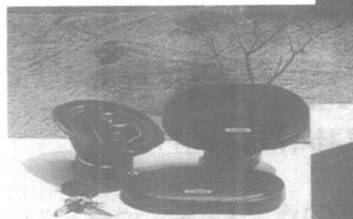
FRA 44 (100 Wx4CH)

เพาเวอร์แอมป์คุณภาพสูงมาก
ปรับทัม, แהלม บริดจ์โมโน



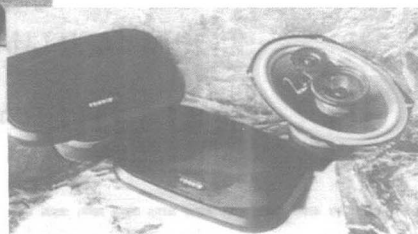
FR-980 (4,200 บาท)

เบสหนักแหลมใส มันได้ไม่เล็ก



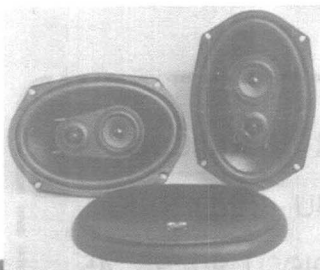
FR 9218 (3,800 บาท)

อมตะตลอดกาล
มากเท่าไรก็หมด



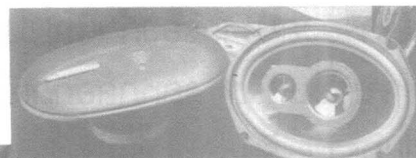
FR-963 (3,900 บาท)

เบสจุใจไม่เกียงแรงขับ



S-CLASS (2,200 บาท)

คู่แฝด GREMLIN ขวัญใจคนจน



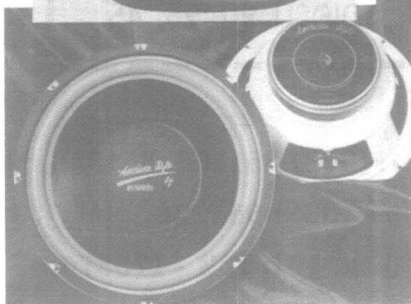
FR-W 1812 (8 นิ้ว 300 W)

FR-W 1012 (10 นิ้ว 400 W)

FR-W 1212 (12 นิ้ว 500 W)

FR-W 1512 (15 นิ้ว 600 W)

อเมริกันสไตล์



FERRIS



บริษัท แทมเชน จำกัด

56 ถ.เจริญนคร 54 แขวงบุคคโล เขตธนบุรี กรุงเทพฯ
T. 4380371-3, 438-8958 FAX: 438-0370

ขอแสดงความยินดี ในโอกาสก้าวสู่ปีที่ 11

ของ

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อ

งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ด้วยความปรารถนาดี
จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด สุขุมการช่าง

SUKHUM KARN-CHANG LTD., PART.

สุขุม อินแดง ผู้จัดการ
SUKHUM INDANG
MANAGER



มีเครื่องลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องเชื่อม
หัวเจาะคอนกรีต รถหกล้อติดเฮลิค ไล์เข้าทุกชนิด
รับปนทราย รับซ่อมเครื่องลม รถครน 20, 25, 45.

เลขที่ 5/6 หมู่ 9 ตำบลทุ่งสุขา
อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
มือถือ (01) 9414810, 4041274

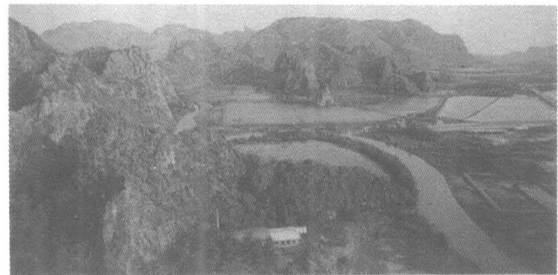
โทร. (038) 351168, 351886, 351127
แฟกซ์ (038) 351228
โฟนลิ่งค์ 151, 152 - 173875

สัมผัสธรรมชาติ บรรยากาศแบบขุนเขา

กับอ่าวสามร้อยยอด

ซี วีว ลอร์ด

เปิดโลกทะเลใหม่ริมทะเลอ่าวไทย
สัมผัสกับธรรมชาติ หาดทรายขาว น้ำทะเลใส
กลิ่นไอขุนเขาของอุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด
ณ ที่นี่ เรามีธรรมชาติรอท่านสัมผัส



สำรองที่พัก โทร. 433-2089, 433-2307, 423-0405

เพราะคุณรักธรรมชาติ เราจึงมอบธรรมชาติที่คุณรัก

ขอสนับสนุน

การเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา

ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยความปรารถนาดี

จาก



บริษัท เทพารักษ์ หม้อแปลงไฟฟ้า จำกัด
THEPHARAK TRANSFORMER CO., LTD.

947/66 Moo 12 Bangna Complex 13th Floor

Bangna-Trad Road (Km. 3), Bangkok 10260

947/66 หมู่ 12 อาคารบางนาคอมเพล็กซ์ ชั้นที่ 13

ถนนบางนา-ตราด (กม. 3) กรุงเทพฯ 10260

☎ (02) 361-8474, 361-8475 Telefax : (662) 361-8475

เดชพล อรัญยานนท์

DECHAPON ARANYAKANON

ประธานกรรมการบริหาร / PRESIDENT



พัฒนาพลังงาน...รากฐานการพัฒนาไทย

บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ปตท.สผ. ได้ดำเนินการสำรวจและพัฒนาปิโตรเลียม

ในภูมิภาคอย่างต่อเนื่อง

ทุกวันนี้

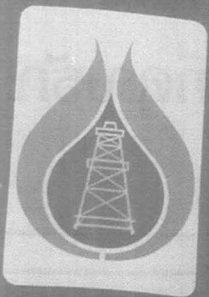
เรายังคงมุ่งมั่นต่อพันธกิจดังกล่าว

พร้อมไปกับการพัฒนาองค์กรและธุรกิจให้มีความเจริญรุดหน้า

เพื่อสร้างเสถียรภาพด้านพลังงาน

อันเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ

สำหรับวันนี้และวันหน้า



T702



เมื่อน้ำทะเลเปลี่ยนสี

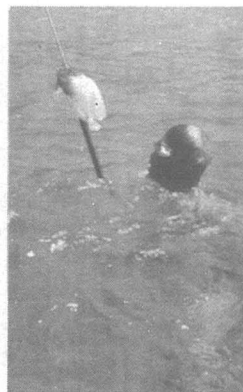
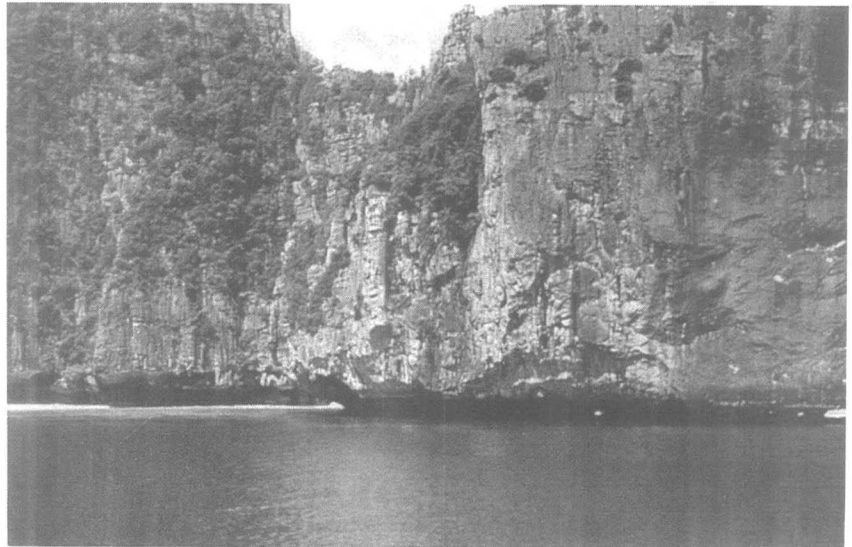
อาภารัตน์ มหาจันทร์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลรวมทั้งประเทศไทยต่างต้องประสบปัญหาการเปลี่ยนสีของน้ำทะเล ซึ่งมีแนวโน้มของการเกิดบ่อยขึ้น และมีผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างกว้างขวางขึ้น

ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี หรือปรากฏการณ์ซีปัลวาฟ หรือ น้ำแดง (water discolouration หรือ red tide) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากการเจริญและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช (สาหร่ายขนาดเล็ก) เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารและสภาพแวดล้อมในทะเลขณะนั้นอยู่ในสภาพที่เหมาะสม ส่งผลให้น้ำทะเลในบริเวณนั้นเปลี่ยนสีจากน้ำทะเลปกติไปเป็นสีอื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีในขณะนั้น สำหรับชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีจะมีความแตกต่างกันในแต่ละแห่งทั่วโลก เช่น ในทะเลบอลติก (Baltic sea) มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในสกุล *Nodularia*, *Aphanizomenon* และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเซลล์เดี่ยวขนาดเล็กมาก (pieo-plankton ขนาด ϕ 0.001 มม.) เป็นสาเหตุหลัก ส่วนสาหร่ายพวกไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Heterosigma*, *Gymnodinium* และ *Chattonella* จะเป็นสาเหตุหลักของน้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศญี่ปุ่น

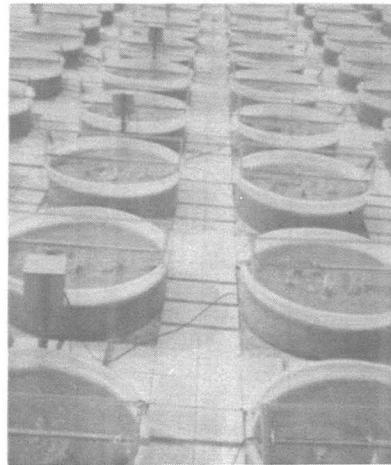
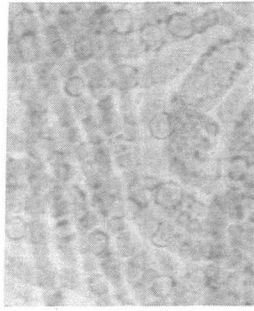
การเจริญอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชนอกจากจะทำให้เกิดสีและกลิ่นที่น้ำรังเกียจ ซึ่งทำลายทัศนียภาพของชายหาด และส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวแล้ว ปรากฏการณ์นี้ยังมีผลกระทบอย่างมากต่อทรัพยากรสัตว์น้ำทั้งที่เพาะเลี้ยงในบริเวณชายฝั่งและที่อยู่ในธรรมชาติ ในบางกรณียังส่งผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตของมนุษย์ด้วย ทั้งนี้เพราะแพลงก์ตอนที่ เป็นสาเหตุมี 2 ประเภท คือ ประเภทที่ไม่มีพิษ กับประเภทที่มีพิษ



เกิดจากสาเหตุที่ซับซ้อนและเสียชีวิตโดยหัวใจวายในที่สุด ซึ่งกรณีที่น่ากลัวที่สุดก็คือกรณีพิษจากแพลงก์ตอนในหอยที่เป็นสาเหตุของอาการอัมพาตและการถึงแก่ชีวิต (paralytic shellfish poison; PSP) โดยสารพิษดังกล่าวจะเป็นตัวยับยั้งการส่งผ่านโซเดียมไอออนในประสาทและกล้ามเนื้อ สารพิษนี้ละลายได้ในน้ำ และมีคุณสมบัติที่สำคัญคือสามารถทนต่อความร้อนซึ่งใช้ในการปรุงอาหารได้ จึงเป็นผลให้ไม่สามารถที่จะทำลายสารพิษโดยการหุงต้มได้ ผู้ที่ได้รับสารพิษประเภทนี้จะมีอาการชาบริเวณปาก ลิ้น และปลายนิ้ว ซึ่งอาจเกิดขึ้นภายใน 2-3 นาที ภายหลังการบริโภค ต่อจากนั้นอาการรุนแรงที่จะตามมาคือหายใจลำบาก กล้ามเนื้อเป็นอัมพาต โดยจะมีอาการรุนแรงขึ้นตามลำดับ และอาจถึงแก่ชีวิตเนื่องจากการล้มเหลวของระบบหายใจ ซึ่งอาการเหล่านี้จะปรากฏภายใน 2-24 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารพิษที่ได้รับ จากการศึกษาพบว่าโดยทั่วไปแล้วสารพิษประเภทนี้จะถูกทำลายหรือขับออกจากตัวหอยภายในเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ในกรณีของหอยกาบอลาสกา (Alaska butter clam) ซึ่งเป็น

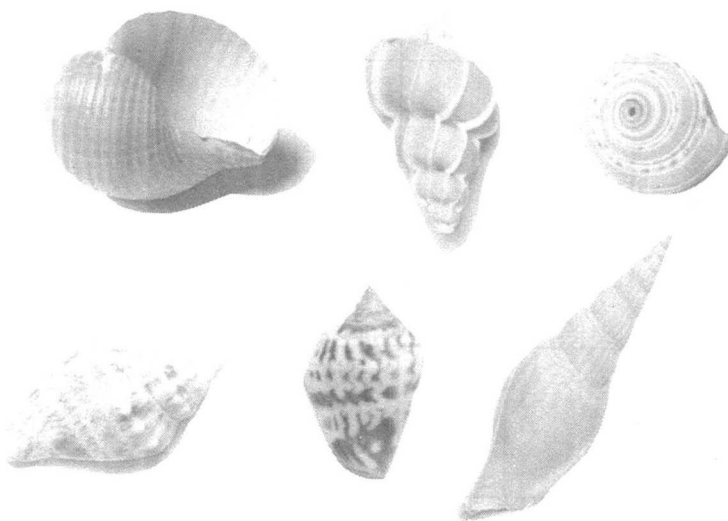
การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนประเภทที่ไม่มีพิษแม้จะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ แต่จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ ซึ่งจะเป็นสาเหตุการตายของสัตว์น้ำทั้งทางตรงโดยการดูดกินซึ่งเหงือกของปลา ทำให้ไม่สามารถหายใจได้ หรือในทางอ้อม โดยทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากการหายใจของแพลงก์ตอน เป็นผลให้สัตว์น้ำในบริเวณนั้นตาย เนื่องจากขาดออกซิเจน ในกรณีของแพลงก์ตอนประเภทที่มีพิษนั้นสารพิษจากแพลงก์ตอนบางชนิดอาจเป็นสาเหตุการตายโดยตรงของสัตว์น้ำ แต่สิ่งที่น่ากลัวสำหรับมนุษย์ก็คือแพลงก์ตอนเหล่านี้บางชนิดจะถูกกรองเป็นอาหารในหอย เช่น หอยแมลงภู่ หอยกาบ หรือ

หอยเชลล์ หรือในปลาบางชนิด เช่น ปลาไหลทะเล ปลากะพง ปลาฉลาม ปลาสเตอร์เจียน ปลาดอกสา และปลาน้ำดอกไม้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำเหล่านี้ แต่จะเป็นสาเหตุของการป่วยหรือการตายในผู้ที่บริโภคสัตว์น้ำเหล่านี้ได้ โดยการป่วยที่พบจะเกิดจากการบริโภคสัตว์น้ำ ซึ่งกินแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการท้องร่วง (DSP, diarrhetic shellfish poison) หรือที่เป็นสาเหตุของโรคซิกัวเทรา (Ciguatera) ซึ่งจะมีอาการไม่สบาย อาเจียน ปากแห้ง กล้ามเนื้อท้องหดเกร็ง ท้องเสีย ปวดศีรษะ มีไข้ หนาวสั่นและกล้ามเนื้อหมดแรง อย่างไรก็ตามอัตราการตายที่จะเกิดจากการได้รับพิษในลักษณะนี้จะค่อนข้างต่ำ แต่หากมีการตายจะ



ที่นิยมบริโภคในอเมริกา พบว่า มีการสะสมของสารพิษภายในอวัยวะซึ่งมีการทำงานต่ำ (low metabolic activity) ซึ่งต้อง ใช้เวลานานถึง 1 ปี หรือมากกว่านั้นในการกำจัดสารพิษ และหากเกิดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนที่ เป็นสาเหตุทุกปีในบริเวณที่ทำการเพาะเลี้ยงหอย จะทำให้มีสารพิษตกค้างอยู่ในตัวหอยเป็นเวลานานหลายปี การเกิดความเป็นพิษของหอยในลักษณะนี้จึงมีผลกระทบโดยตรงต่ออุตสาหกรรม และการส่งออกอาหารกระป๋องที่ผลิตจากหอย

ด้วยเหตุนี้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Food and Drug Administration) จึงได้กำหนดค่าสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ (maximum acceptable level) สำหรับสารพิษประเภท PSP ในเนื้อหอยสด, เนื้อหอยแช่แข็ง หรือ อาหารกระป๋องจากหอย ไร่ไม่เกิน 400 MU (mouse unit = ปริมาณต่ำที่สุดของสารพิษที่จะฆ่าหนูขาวน้ำหนัก 14 กรัม ภายใน 15 นาที โดยการฉีดสารสกัดหรือสารละลายของสารนั้นที่ pH 4 เข้าไปในช่องท้อง)



หรือน้ำหนักของสารพิษ 80 ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัมอาหาร (edible portion) ซึ่งไม่ปรากฏว่าสาร PSP ในปริมาณดังกล่าวหรือน้อยกว่าจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

จากการตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาน้ำทะเลเปลี่ยนสี กลุ่มประเทศหรือประเทศต่างๆ ทั่วโลก ได้เริ่มทำการศึกษาในเรื่องนี้อย่างจริงจัง เช่น กลุ่มประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรปได้จัดให้มี European Commission Environment RTD Programme DG XII เพื่อศึกษาถึงวิธีการควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในทะเลบอลติก ในประเทศญี่ปุ่นก็มีหลายหน่วยงานซึ่งทำการศึกษาวิจัยและติดตามปัญหาการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีในทะเลเซโต (Seto inland sea) โดยเริ่มศึกษาอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ต้นทศวรรษ 1970 ในประเทศไทยก็มีหลายโครงการซึ่งศึกษาในเรื่องนี้ เช่น ASEAN Canada Cooperative Programme on Marine Science Phase II ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างกรมประมงกับประเทศแคนาดา และโครงการความร่วมมือทางวิชาการระหว่างไทย-ญี่ปุ่น (NRCT-JSPS) ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยหลายแห่งในประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

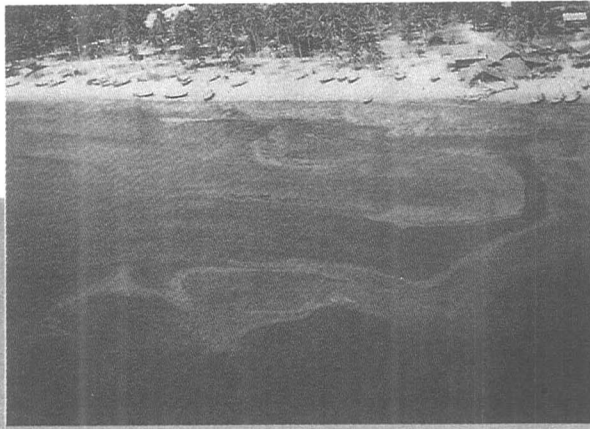
อย่างไรก็ตามแม้การศึกษาวิจัยในแต่ละแห่งจะทำให้ทราบถึงชีววิทยาของการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสี แต่การแก้ปัญหาจะต้องกระทำที่สาเหตุหลัก ซึ่งอยู่ในวิสัยที่ควรจะสามารถควบคุมได้ อันได้แก่การควบคุมปริมาณน้ำทิ้ง และโดยเฉพาะธาตุอาหารในน้ำซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของเสียในรูปของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ซึ่งจะไหลลงและสะสมในทะเล เมื่อ

ประมวลเหตุการณ์ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีครั้งสำคัญในประเทศไทย

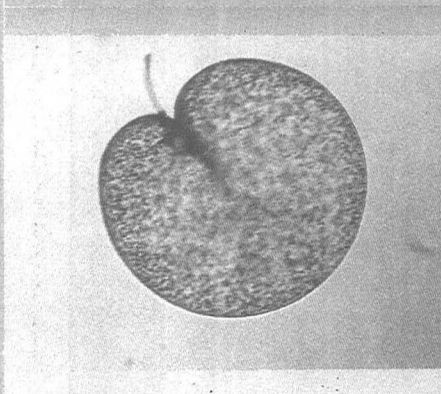
ประเภท	กลุ่มของแพลงก์- ตอนสาหร่าย	สกุลและชนิดของแพลงก์ตอน	อุบัติการณ์
ไม่มีพิษ	กลุ่มสาหร่ายสีน้ำเงิน แกมเขียว (blue-green algae)	<i>Trichodesmium erythraeum</i> <i>Trichodesmium thiebautii</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองและเป็นสีแดงในระยะเวลาต่อมา เกิดในอ่าวไทย พ.ศ. 2500, 2524-2525 ไม่ทราบปริมาณการสูญเสียที่แน่นอน
	กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต	<i>Noctiluca scintillans</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียวฟอสเฟต เป็นชนิดที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในบริเวณอ่าวไทย บางแสน อ่าวอุดม ศรีราชา ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำท่าจีน และปากแม่น้ำหลังสวน เกิดครั้ง รุนแรงในปี 2535 ทำให้ปลาเก๋าและปลากะพงที่เลี้ยงไว้ในกระชังบริเวณอ่าวตีกาตายเกือบ ทั้งหมด คิดเป็นมูลค่าความเสียหายหลายล้านบาท
		<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium fusus</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดงฉูด ในปี 2524 เกิดพร้อมกับ <i>N. scintillans</i> ที่ปากแม่น้ำท่าจีน และแม่กลองเป็นสาเหตุเสริมร่วมกับแบคทีเรีย ทำให้ลูกหอยนางรมตาย
		<i>Mesodinium</i> sp.	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง ทำให้เกิดการตายของปลากะบอกในปี 2532

ประเภท	กลุ่มของแพลงก์- ตอนสาเหตุ	สกุลและชนิดของแพลงก์ตอน	อุบัติการณ์
	กลุ่มไดอะตอม (Diatom)	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น มีลักษณะเป็นวุ้นเหนียวและมีกลิ่นเหม็นคาวจัด พบนอกฝั่งทะเลของจังหวัดชุมพร และสุราษฎร์ธานี ในปี 2524 ไม่ทราบปริมาณการสูญเสียที่แน่นอน
		<i>Chaetoceros</i> sp.	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบบริเวณมาบตาพุด ในปี 2536 ไม่ทราบปริมาณการสูญเสียที่แน่นอน
		<i>Skeletonema costatum</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบบริเวณนาเกลือและทะเลใกล้ปากน้ำไป บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก
มีพิษ	ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate)	<i>Dinophysis caudata</i> <i>Dinophysis fortii</i> <i>Alexandrium cohorticula</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง เลือดเกิดออกผั่งสมุทรปราการ เป็นชนิดที่ก่อให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างแรง (DSP) ในมนุษย์ น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง พบกระจายทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน สร้างสารพิษ PSP เป็นสาเหตุทำให้มีผู้ป่วยและเสียชีวิตที่ปรากฏในปี 2527
		<i>Alexandrium tamarense</i>	พบในประเทศไทยจำนวนมากทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสี แต่สร้างสารพิษ PSP ไม่ทราบปริมาณการสูญเสียที่แน่นอน
		<i>Gymnodinium catenatum</i>	น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง พบในบางพื้นที่ที่มีการตายของปลาทะเล
		<i>Pyrodinium</i> sp.	เป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนสีของน้ำทะเลในบรูไน และฟิลิปปินส์ มีแนวโน้มว่า อาจจะเกิดในประเทศไทยในอนาคต เป็นชนิดที่สร้างพิษและมีอันตรายต่อสัตว์น้ำ น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง

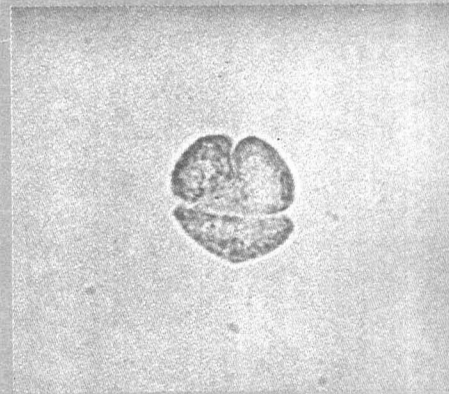
* ไม่ใส่ผล เพราะไม่ทราบปริมาณการสูญเสียที่แน่นอน
+ ไม่ยืนยันปีที่เกิด



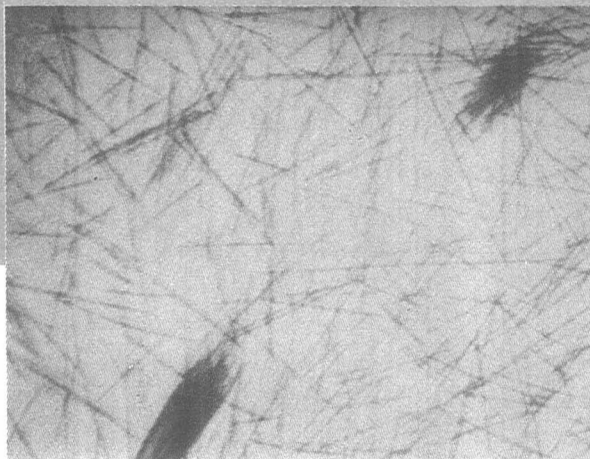
น้ำทะเลเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Noctiluca scintillans* ทำให้น้ำทะเลมีสีเขียวไฟ



Noctiluca scintillans



Gymnodinium sp.



Trichodesmium erythraeum

ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย

(ภาพโดยคณะทำงานถาวรศึกษาปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี กองประมงทะเล)



ประกอบกับสภาพแวดล้อมต่างๆในทะเลที่อยู่เหนือการควบคุมของมนุษย์ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความแรงคลื่นลม การไหลของกระแสน้ำที่มีความเหมาะสม ก็จะก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในที่สุด ดังนั้นหากไม่มีการควบคุมปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำทั้งซึ่งนับวันจะมีปริมาณมากขึ้นก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลแล้ว วัฏจักรของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีนับวันก็จะมีความถี่และรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะในทะเลมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชอยู่อย่างหลากหลาย และสภาพแวดล้อมในทะเลที่เปลี่ยนไปก็อาจจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนแต่ละชนิด นอกจากนี้แพลงก์ตอนบางชนิดยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในทะเลได้อย่างกว้างขวาง จึงมีโอกาส

ที่จะเป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีได้บ่อยขึ้นเช่นกัน ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีประสบการณ์ในการเผชิญกับปัญหาน้ำทะเลเปลี่ยนสีนับร้อยครั้งในแต่ละปี และมีการศึกษาติดตามการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีแล้ว 25 ปี จึงมีการพัฒนาเทคนิคการป้องกันโดยการทำนายการเกิดล่วงหน้า (predicting technique) ทั้งในระยะสั้น ระยะปานกลางและระยะยาว และมีการพัฒนาเทคนิคการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น (damage preventing technique) ในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งโดยการใช้สารเคมีและโดยเทคนิคการควบคุมทางชีววิธี ซึ่งก็ได้สรุปผลออกมาแล้วว่าไม่มีเทคโนโลยีใดที่มีประสิทธิภาพ

เพียงพอที่จะฟื้นฟูความเสื่อมสภาพของท้องทะเลที่เกิดขึ้นอย่างกว้างขวางโดยมลพิษที่มากับแหล่งน้ำจากแผ่นดินได้ ดังนั้นถึงเวลาแล้วหรือยังที่ประชาชนไทยทุกคน รวมทั้งหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนจะร่วมมือกันควบคุมมลพิษทางน้ำ ทั้งโดยการลดปริมาณการใช้ การดักทิ้งขยะลงแหล่งน้ำ ตลอดจนการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่สมควรในแหล่งชุมชน ในโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนโรงแรมและสถานที่ต่าง ๆ รวมทั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง เพื่อความยั่งยืนของท้องทะเลอันสวยงาม เพื่อทรัพยากรสัตว์น้ำอันมีค่า และเพื่อชีวิตและสุขภาพของเราและลูกหลาน เริ่มเสียแต่วันนี้ก่อนที่จะทุกอย่างจะสายจนเกินกำลังที่จะแก้ไข



เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2536. แผ่นพับ คำแนะนำเกษตรกรประมงเกี่ยวกับน้ำทะเลเปลี่ยนสี. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ทองระอา, แววดา. 2538. คุณภาพน้ำชายฝั่งจังหวัดชลบุรีกับปรากฏการณ์ซีปลาวาฟในปี 2535-2536. จุลสารสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2538. หน้า 12-13.
- วงศ์รัตน์, ลัดดา. 2538. แพลงก์ตอนพืช. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 681 หน้า.
- อินทร์คง, สมบัติ และ รุ่งสุภา, สมภพ. 2537. แพลงก์ตอนชนิดเด่นที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสี แถบชายฝั่งทะเลของไทย. รายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 2537. หน้า 742-743.
- Hanjo, T. 1994. Overview on prediction and prevention of red tides causing death of marine life. Farming Japan. 28-4, p. 9-14.
- Schantz, E.J. 1980. Poisons produced by dinoflagellates - A review in the water environment algal toxin and health. (W. W. Carmichael ed.). Plenum press, New York, p. 25-36.
- Stal, L.J. 1995. Development and fate of cyanobacterial blooms in the Baltic. European Commission Environment RTD Programme DG XII.

วท. บันทึก

ธนาคาร พลະชัย

น้ำสะอาด น้ำใจ สู้ภัยน้ำท่วม

ประวัติศาสตร์ต้องบันทึกไว้อีกหน้าหนึ่งถึงความเสียหาย ความรุนแรงจากภavnน้ำท่วมปี 2538 ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม และกันยายนเป็นลำดับมา จากภาคเหนือตอนบนสู่ภาคเหนือตอนล่าง และลงมาสร้างความเดือดร้อนต่อในเดือนตุลาคม ถึงพฤศจิกายน กับพื้นที่บริเวณภาคกลาง ไม่เว้นแม้แต่กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีแนวป้องกันค่อนข้างดี รวมความเสียหายครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 60 จังหวัด

น้ำท่วมไม่เพียงแต่ทำความเสียหายเฉพาะเรือกสวนไร่นา บ้านเรือนทรัพย์สินอื่นของราษฎรและของราชการเท่านั้น แต่ได้ทำความเสียหายให้กับสมบัติของสาธารณะอีกเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำ ซึ่งมีทั้งแหล่งน้ำดื่มและน้ำใช้ที่ประชาชนเคยอาศัยอยู่ตลอดจนภาชนะรองรับน้ำที่เป็นสมบัติส่วนตัวก็ได้ถูกทำลายไปด้วย จนก่อให้เกิดภาวะการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ ในพื้นที่น้ำท่วมอย่างรุนแรง

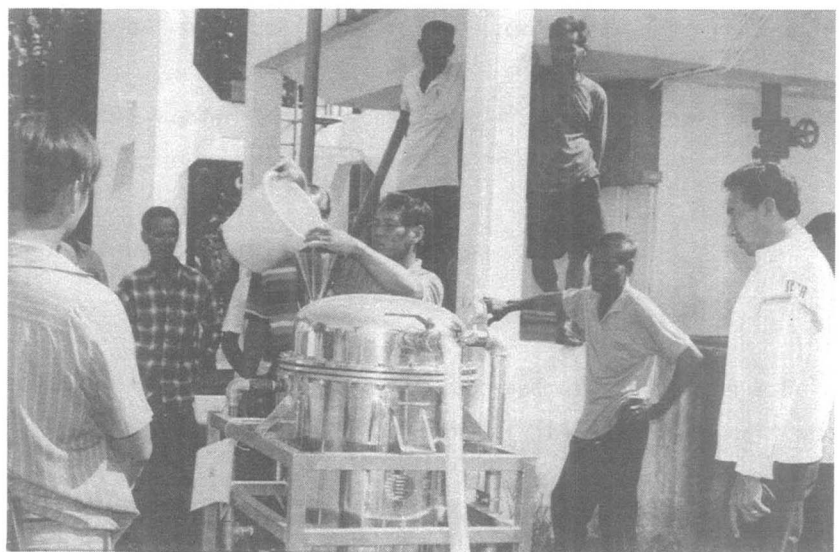
น้ำท่วมกับการขาดแคลนน้ำไม่น่าจะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้พร้อมกัน ในความรู้สึกของคนทั่วไป แต่สำหรับ

ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมย่อมรู้ดีว่าภาวะเช่นนี้ ได้สร้างความทุกข์ยากต่อการเผชิญหน้ากับปัญหาเพียงไร และการขาดแคลนน้ำก็มิได้เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงระยะเวลาน้ำท่วมเท่านั้น แม้ภายหลังน้ำลดก็ยังคงเป็นสาเหตุของปัญหาอื่นที่ตามมาเช่น การเกิดโรคระบาด อันเกิดจากปัญหาคุณภาพน้ำเป็นต้น

คณะกรรมการบริหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จึงได้มีนโยบายให้ วท. เข้าร่วมลดความเดือดร้อนของประชาชน

เช่นเดียวกับหน่วยงานอื่น โดยการนำเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยนักวิชาการของ วท. คือ เครื่องทำน้ำสะอาด และเครื่องกรองน้ำกร่อยไปปรับใช้เพื่อการผลิตน้ำที่มีคุณภาพเหมาะกับการดื่มกินและน้ำที่จะใช้สอยทั่วไปในพื้นที่ที่ประสบปัญหารุนแรง

วิธีการผลิตน้ำเพื่อแจกจ่ายให้แก่ราษฎรในพื้นที่ วท. ได้กำหนดในคุณภาพน้ำไว้ 2 ระดับ คือ น้ำเพื่อการอุปโภคหรือน้ำที่จะใช้กับชีวิตประจำวันทั่วไป โดยการนำน้ำจากแหล่งน้ำทั่วไป



มาผ่านการกรองด้วยเครื่องทำน้ำสะอาด ซึ่งเป็นเครื่องกรองระบบความดัน น้ำที่ได้จะมีลักษณะใสปราศจากตะกอนขุ่น จากนั้นจึงนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วมาปรับปรุงเป็นคุณภาพน้ำดื่ม โดยผ่านเครื่องกรองอีกครั้งหนึ่ง ขั้นนี้จะเป็นการกรองผ่านเนื้อเยื่อ (membrane) ซึ่งสามารถแยกได้แม้กระทั่งโมเลกุลของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำที่ผ่านเครื่องนี้แล้วจะปลอดภัยสำหรับนำไปใช้ดื่ม

เพื่อให้การช่วยเหลือทันต่อเหตุการณ์ เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2538 นายยัง

พันธ์ มนะสิการ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ให้เกียรติเป็นประธานในพิธีปล่อยขบวนคาราวานผลิตน้ำดื่ม น้ำใช้ของ วท. โดยมีเป้าหมายจะไปให้ความช่วยเหลือแก่ราษฎรในพื้นที่ 8 จังหวัด คือ พิจิตร โลก พิจิตร นครสวรรค์ ชัยนาท อุทัยธานี สิงห์บุรี อัญญา และอ่างทอง

ในขบวนคาราวานประกอบด้วย 4 ชุดปฏิบัติการ แต่ละชุดจะมีเครื่องทำน้ำสะอาดและเครื่องกรองน้ำกร่อยอย่างละหนึ่งเครื่อง และแต่ละชุดจะผลิตน้ำสะอาดได้วันละ 100,000 ลิตร

และน้ำดื่มได้วันละ 25,000 ลิตร ตลอดระยะเวลาปฏิบัติงานซึ่งคาดว่าจะใช้เวลา 40 วัน จะให้ความช่วยเหลือผลิตน้ำสะอาดได้จำนวน 4 ล้านลิตร และบรรเทาปัญหาภัยน้ำดื่มได้ประมาณ 1 ล้านลิตร

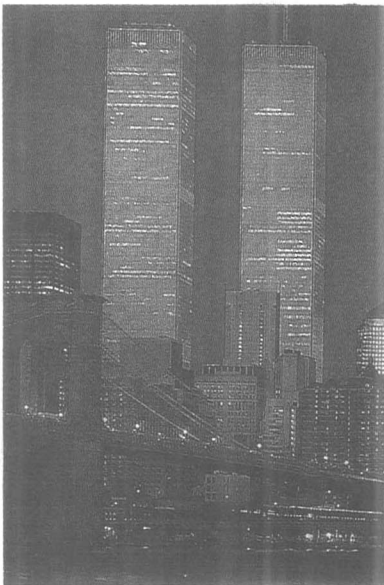
ปฏิบัติการของขบวนคาราวานเป็นอีกบทบาทหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าภูมิปัญญา ความตั้งใจของคนไทยนั้นสามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ต่อประเทศชาติได้ และเป็นความภูมิใจของพนักงานและเจ้าหน้าที่ทุกระดับของ วท. ที่ได้มีส่วนร่วมขับเคลื่อนน้ำตาพี่น้องที่ได้รับความทุกข์ยากจากภัยน้ำท่วมในครั้งนี้



ย้อนอดีตสะพานแขวน

ดร.นระ คมนามูล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



เมื่อไม่ช้าไม่นานมานี้ ประเทศไทยได้มีโอกาสเฉลิมฉลองการเปิดใช้สะพานชิง “พระราม 9” ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา ในวาระโอกาสเดียวกันกับการเฉลิมฉลองพระชนมายุครบ 60 พรรษา ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สะพานนี้ยาวทั้งสิ้น 783 เมตร มีช่วงกลางยาว 450 เมตร นับว่าเป็นสะพานชิงระนาบเดียวที่มีช่วงกลางยาวที่สุดในโลกขณะนี้ ผู้เขียนจึงอดไม่ได้ที่จะเล่าถึงประวัติความเป็นมาของสะพานแขวนดั้งเดิม ก่อนหน้าที่จะเจริญวิวัฒนาการอย่างท้าทายมาถึงทุกวันนี้

พูดกันตามความจริงแล้ว สะพานแขวนที่เรียกกันว่า suspension bridge ไม่ใช่สิ่งก่อสร้างใหม่เลย สะพานแบบนี้ชาวจีนและชาวอเมริกาใต้ ได้ก่อสร้างใช้งานมาก่อนประวัติศาสตร์เสียอีก การก่อสร้างทำโดยใช้เชือก ซึ่งอาจ

เป็นเถาวัลย์ หนังสัตว์ หรือวัสดุพวกอื่น จำนวนหลายเส้นซึ่งข้ามลำน้ำ และโยงยึดที่ปลายทั้งสองข้างกับต้นไม้หรือเสา แล้วใช้กรรมวิธีผูกมัดหรือถักเถาวัลย์เหล่านั้นเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างสะพาน

หลักการก่อสร้างนี้ได้ก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ ในปัจจุบันสะพานแขวนที่ทันสมัยจะประกอบด้วยเคเบิลขนาดใหญ่ 1 คู่ ยึดปลายทั้งสองกับที่ยึดและส่วนกลางวางพาดบนเสาตอม่อ น้ำหนักของพื้นพร้อมทั้งน้ำหนักรถและน้ำหนักอื่น ๆ จะแขวนจากเคเบิลคู่ นั้น

ในประเทศไทย เคยสร้างสะพานแขวนเช่นกัน คือ สะพานแขวนข้ามลำน้ำยาว อยู่ในอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดเชียงราย บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 103 ผิวจราจรกว้างประมาณ 3 เมตร สร้างขึ้นในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าฯ ขณะนี้ใช้ได้เพียงให้

คนเดินหรือเกวียนผ่านเป็นครั้งคราวเท่านั้น และกรมทางหลวงได้รักษาไว้เป็นสะพานประวัติศาสตร์

สำหรับสะพานแขวนขนาดใหญ่ ที่ทันสมัยและมีชื่อเสียงแห่งแรกของโลก เห็นจะต้องยกให้แก่สะพานบรูคลิน ซึ่งเชื่อมเกาะแมนฮัตตันกับบรูคลินในนิวยอร์ก สะพานนี้สร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2426 (ค.ศ.1883) มีช่วงกลางสะพานยาวประมาณ 1,600 ฟุต (488 เมตร) อาจจะไม่ใหญ่โตนักสำหรับมาตรฐานของปัจจุบัน แต่ก็น่าอัศจรรย์สำหรับสมัยนั้น

การสร้างสะพานแขวนขนาดใหญ่เช่นนี้เป็นไปได้ หลังจากการประดิษฐ์เชือกถักดัด (twisted wire ropes และ parallel wires) ชนิดมัดรวมกันโดยสองพ่อลูกตระกูลโรบลิง (the Roeblings) ความสนใจในการออกแบบสร้างสะพานอย่างแรงกล้าของบุคคลสองท่านนี้ เป็นเหตุให้ตัวพ่อ จอห์น เอ. โรบลิง เสียชีวิต และตัวลูก วอชิงตัน เอ. โรบลิง พิการ์ปตลอดชีวิต

จอห์น ออกลุสตัส โรบลิง นักออกแบบสะพานที่ยิ่งใหญ่คนหนึ่งในโลก เกิดในประเทศเยอรมนี ได้ศึกษาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การสร้างสะพาน และปรัชญาที่ โรยัลโพลิเทคนิคในกรุงเบอร์ลิน ครึ่งหนึ่งของชีวิตเขาเป็นนักศึกษาอยู่ เขาได้เดินทางไปยังแคว้นบาวาเรีย ทางใต้ของประเทศเยอรมนี เพื่อจะดูการก่อสร้างสะพานที่น่าสนใจแห่งหนึ่ง สะพานแห่งนั้นยึดอยู่ด้วยโซ่เหล็กซึ่งห้อยลงมาจากยอดเสาหอสูงที่ปลายสุดของสะพานแต่ละข้าง เขาได้รำพึงกับตัวเองว่า “นี่แหละคือหนทางจะสร้างสะพานข้ามน้ำลึก ที่ซึ่งมีเรือขนาดใหญ่สัญจรไปมา” ขณะที่วิศวกรผู้อื่นคิดว่า สะพานแบบแขวนแข็งแรงสู้แบบโค้ง (arch) ไม่ได้ และไม่มั่นคงเท่าสะพานชนิดที่ทำด้วยโครงเหล็กถักพาดข้ามหินตอม่อ ถึงกระนั้น โรบลิง ก็ยังให้ความสนใจกับสะพานแบบแขวน ซึ่ง



เขามีความเชื่อมั่นว่า ถ้าเขาสามารถโยงสายเคเบิลที่แข็งแรงเป็นพิเศษให้ตรึงแน่นกับเสาหอสูง ๆ สองเสา เขาจะเชื่อมสองฝั่งน้ำที่กว้างและลึกได้

สิ่งที่เขากังวลมากสำหรับสะพานแบบแขวนนี้ ก็คือ สายเคเบิลที่แข็งแรง เพราะเขารู้ว่าโซ่เหล็กที่ใช้กันอยู่ขณะนั้นแข็งแรงไม่เพียงพอ แต่อะไรที่จะแทนสิ่งนี้ได้ ขณะที่ปัญหานี้ยังไม่มีคำตอบชายหนุ่มวัยเบญจเพศผู้นี้ได้อพยพไปแสวงโชคในอเมริกา เขาได้แต่งงานที่นั่น โอนสัญชาติเป็นอเมริกัน และหากินด้วยการเป็นพนักงานรับวัด วันหนึ่งขณะที่กำลังทำรังวัดอยู่แถวเทือกเขาแอลเลกันนีเขาได้เห็นอุบัติเหตุ คือว่าในสมัยนั้นเรือลากตามคลองยังเป็นการขนส่งและการคมนาคมที่ประหลาดและสำคัญมาก ขณะที่เรือขนาดหนักถูกลากข้ามภูเขาจากคลองหนึ่งไปยังอีกคลองหนึ่ง เชือกลากได้ขาดลงเป็นเหตุให้คนทำงานใกล้เคียงเสียชีวิตไปสองคน โรบลิง จึงถาม

ตัวเองว่า “นี่เราจะคิดทำเชือกด้วยบางสิ่งบางอย่างที่แข็งแรงกว่าใยป่านไม่ได้หรือ” ทันทีที่ทันใดนั้นเองความคิดที่จะทำเชือกด้วยการขั้วเส้นลวดเหล็กเล็ก ๆ เข้าด้วยกันก็เกิดขึ้นในหัวสมองของโรบลิง นับว่าเขาได้แก้ปัญหาของเคเบิลสำหรับสะพานแขวนได้สำเร็จ

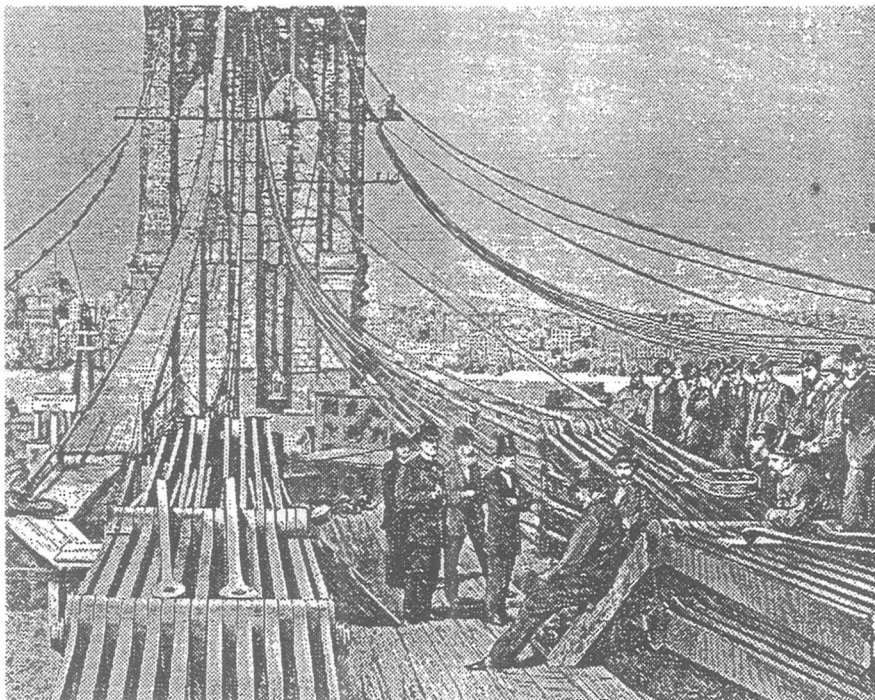
หลังจากนั้นเขาได้สร้างเครื่องจักรสำหรับขั้วเส้นลวดเหล็กในสวนหลังบ้าน จัดการซื้อเส้นลวดเหล็กมากมาย และเปิดกิจการขายเชือกถักดัดขึ้นให้แก่บริษัทเรือคลองต่าง ๆ กิจการของเขาเจริญขึ้น ทำให้เขาย้ายไปสร้างโรงงานใหม่ในนิวยอร์ก เขาออกแบบเครื่องจักรสำหรับโรงงานอันนี้ด้วยตัวเอง กระทั่งทุกวันนี้ ถ้าท่านพบม้วนเคเบิลขนาดใหญ่ตามสถานที่ก่อสร้างทั่วไป ให้ดูชื่อผู้ผลิต ท่านอาจจะพบว่าผลิตโดย John A. Roebling's Sons

ลูกชายคนโตของ จอห์น เอ. โรบลิง คือ วอชิงตัน ออกลุสตัส โรบลิง เช่นเดียวกับพ่อของเขาได้ศึกษา

วิศวกรรมศาสตร์ มีความรักและสนใจ การออกแบบสร้างสะพานมาก และหวังที่จะได้ร่วมมือกับพ่อของเขาในการรับสร้างสะพานต่างๆ ความฝันของ จอห์น โรบลิง ได้กลายเป็นความจริงในที่สุด หลังจากได้สร้างสะพานเล็ก ๆ หลาย สะพาน และได้แสดงว่า เคเบิลลวดขั้ววันของเขา สามารถให้ความแข็งแรง และมั่นคงแก่สะพานแขวนได้ เขาจึงได้รับมอบหมายให้สร้างสะพานรถไฟข้ามน้ำตกในแอการา ขณะที่วิศวกรอื่น ๆ ทำ

ส่วน วอชิงตัน เอ. โรบลิง ผู้ได้กลายเป็นผู้ร่วมงานกับพ่อของเขา ทำงานอยู่ได้ไม่นานก็ได้เกิดสงครามกลางเมืองขึ้นในอเมริกา วิศวกรหนุ่มผู้นี้ถูกเกณฑ์และเข้ารับหน้าที่ทำการสร้างสะพานให้แก่กองทัพบกของฝ่ายรัฐบาลของประธานาธิบดีลินคอล์น เขาได้รับแต่งตั้งเป็นพันเอก และได้แต่งงานกับลูกสาวของผู้บังคับบัญชาของเขา หลังสงครามเขาได้กลับมาร่วมงานกับพ่อของเขาอีก ต่อมาไม่นานจอห์น โร-

บลิงได้สร้างสะพานที่ในแอการา นอกจากนี้ยังจะเป็นสะพานที่มีช่วงสะพานที่ยาวที่สุดที่ไม่เคยมีใครสร้างมาก่อน เขาทั้งสองจะเป็นผู้แสดงให้เห็นว่า สะพานแขวนนั้นมีความสวยงามอย่างไรและแข็งแรงเท่าใด ปัญหาก็คือเสาหอสูงขนาดใหญ่จะต้องสร้างขึ้นบนชั้นหินแข็งใต้ชั้นดินโคลนของฝั่งแม่น้ำ วอชิงตัน โรบลิง ได้ตัดสินใจพาภริยาไปเที่ยวยุโรปหนึ่งปี เพื่อดูงานเกี่ยวกับสะพานแขวนต่าง ๆ เมื่อกลับมาถึงอเมริกาเขายังไปศึกษาการก่อสร้างฐานได้น้ำของสะพานข้ามแม่น้ำมิสซิสซิปปี โดยวิศวกรชื่อ อิดส์ ที่เมืองเซนต์หลุยส์



การก่อสร้างสะพานแขวนบรูคลิน ระหว่างการพาดสายเคเบิล

ไม่สำเร็จ โครงการของเขาเสี่ยงอันตรายอยู่มาก เพราะเป็นที่ทราบกันดีว่าการสั่นสะเทือนจะทำให้สะพานแขวนแกว่งและบิดงอได้ง่าย วิศวกรอื่น ๆ เน้นใจว่า ลมพายุและความสั่นสะเทือนของห้วงจักรจะต้องฉีกสะพานนั้นเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยแน่ๆ อย่างไรก็ตามด้วยความเฉลียวฉลาดในการใช้เคเบิลของเขาเสริมความมั่นคงแก่ช่วงสะพาน 822 ฟุต (251 เมตร) เขาได้สร้างสะพานซึ่งทำด้วยไม้และลวดได้สำเร็จ จึงนับว่าเป็นสิ่งมหัศจรรย์อย่างหนึ่ง ซึ่งวิศวกรรุ่นหลังได้ลอกแบบไปสร้าง

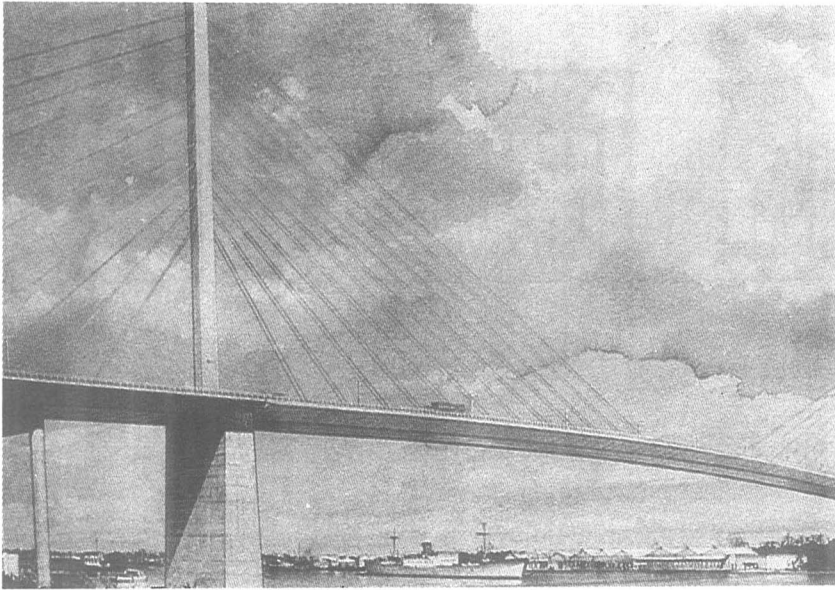
บลิง ได้รับมอบหมายให้สร้างสะพานเชื่อมเกาะแมนฮัตตันกับบรูคลิน วอชิงตัน โรบลิง ได้ย้ายไปอยู่ที่ บรูคลินกับเอมิลี ภริยาของเขา วิศวกรสองพ่อลูกได้เริ่มศึกษาปัญหาเพื่อจะทำงานชิ้นเอกต่อไป

ระหว่างบรูคลินและเกาะแมนฮัตตันมีแม่น้ำอีสต์ซึ่งลึกและกว้างมาก และมีเรือเดินสมุทรเสาะกระโดงสูงแล่นขึ้นลงไม่ขาด สะพานที่จะสร้างขึ้นจะต้องสูงและมีช่วงสะพานยาว อาจจะพูดได้ว่าความยาวเกือบสองเท่าของ

ขณะเดียวกัน จอห์น โรบลิงอยู่ที่นิวยอร์ก ทำการสำรวจวัดและออกแบบก่อสร้างวางโครงงาน ติดต่อกับนักการเมืองและนายธนาคารต่าง ๆ เป็นการเตรียมทำงานชิ้นเอกของเขา วันหนึ่งในฤดูร้อนของปี พ.ศ. 2412 (ค.ศ. 1869) งานนี้ก็กำลังจะเริ่มขึ้น จอห์น โรบลิง เดินลงไปยังท่าเรือ เพื่อตรวจสอบการรังวัดของพนักงานอีกครั้งหนึ่ง เขาหมกมุ่นกับงานมากเกินไปจนไม่ได้สังเกตว่าเรือข้ามฟากกำลังแล่นเข้ามา เขาถูกชนล้มบาดเจ็บและกลายเป็นบาดเจ็บหนัก ทำให้เสียชีวิตในสองอาทิตย์ต่อมา

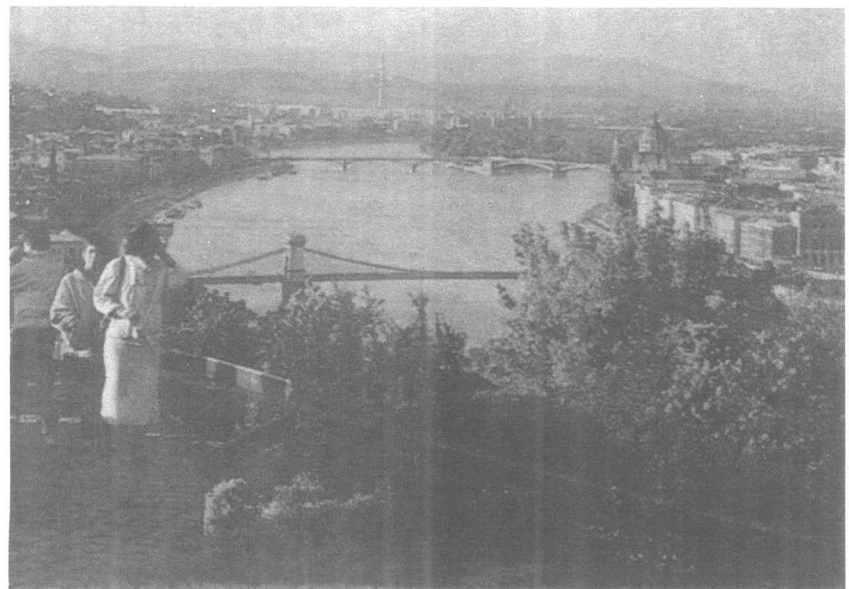
ระยะนั้น พันเอก วอชิงตัน ออกุสตัส โรบลิง มีอายุได้ 32 ปี เขาได้กลายเป็นนายช่างใหญ่ ผู้ที่จะสร้างสะพานที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งพ่อของเขาได้ออกแบบไว้ให้โลกได้ประจักษ์

เขาลงความเห็นว่า วิธีที่ดีที่สุดใน การสร้างฐานสะพานรองรับเสา หินแกรนิตรูปหอสูงขนาดยักษ์ จำจะต้องใช้สิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่า เคชองอัดอากาศ (pneumatic caisson) สิ่งนี้มีลักษณะเป็นกล่องขนาดยักษ์ตรึงแน่นด้วยเหล็กกับปูนซีเมนต์ เปิดท้อง เพื่อจะให้มันจมลงในโคลนก่อนแล้วจึงจะ



สร้างฐานทำด้วยหินแกรนิตบล็อกขึ้นมาทีละชั้น โดยมีปล่องอยู่ตรงกลาง เป็นทางที่คนงานจะลงไปพร้อมกับเครื่องมือเพื่อที่จะขุดดินตามขอบปล่อง นำร่องให้เศษของจมลึกลงไปเรื่อยๆ ส่วนเศษดินโคลนทราย จะถูกชักรอกขึ้นด้วยกำลังเครื่องกลและถ่ายใส่เรือขนดินไปทิ้ง ความลำบากที่ร้ายที่สุดก็คือจะป้องกันไม่ให้น้ำทะเลลักเข้ามาท่วมคนทำงานในเคของได้อย่างไร เขาแก้ปัญหาโดยอัดอากาศเข้าไปในเคของจนความดันของอากาศมากกว่าความดันของน้ำ หมายความว่าเคของลงไปลึกมากเท่าใดความดันของอากาศก็ต้องให้มากขึ้น อิดส์ ที่ เซนต์หลุยส์ ก็ได้พบแล้วว่า ถ้าความดันของอากาศมากเกินไป คนงานจะพิการและตายอย่างทรมานด้วยโรคที่เรียกกันว่า “the bends” หรือ “caisson disease” เวลานั้นหมอกก็ยังไม่วิจัยรักษาโรคนี้ ถึงแม้วอลชิงตัน โรบลิง รู้ดีว่าเคของทางด้านแมนฮัตตัน ลงไปลึกกว่า 70 ฟุต (21 เมตร) เขาก็ยังเสี่ยงลงไปดู

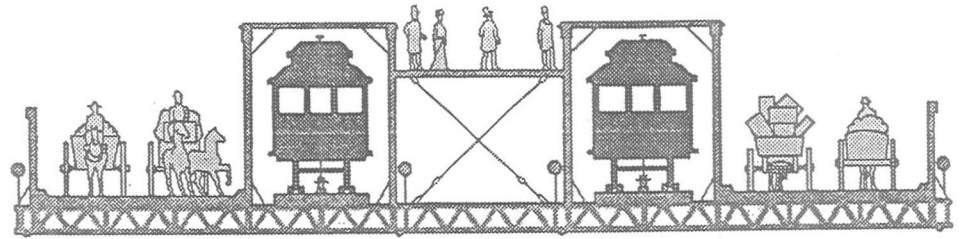
หัวหน้าวิศวกรหนุ่มผู้นี้ มิใช่คนประเภทส่งคนอื่นไปเสี่ยงอันตรายแทนตน แต่เขาลงไปอยู่กับคนงานของเขาในเคของ เป็นเวลานาน ๆ ทั้ง ๆ ที่รู้ดีว่า มันไม่ปลอดภัยที่จะทำงานมากกว่าสองสามชั่วโมงท่ามกลางความดันสูง ๆ เช่นนั้น



เวลานั้น โทมัส เอดิสัน ก็ยังคิดทำหลอดไฟฟ้าได้ไม่สำเร็จ ตามบ้านเรือนต่าง ๆ ความสว่างได้จากการใช้ตะเกียงก๊าซ ในเคของตะเกียงก๊าซจะมีอันตรายมากในกรณีเกิดก๊าซรั่วและระเบิดขึ้น นอกจากนี้เปลวก๊าซยังทำให้อากาศในเคของร้อนเกินกว่าที่จะทำงานได้ ส่วนตะเกียงน้ำมันก็มีควันมากเกินไป ด้วยเหตุนี้ คนงานมักจะใช้เทียนไขเป็นเครื่องให้ความสว่าง ณ ที่ตนกำลังขุดดินอยู่ แต่เปลวไฟทุกชนิดในบรรยากาศที่มีความดันสูง ๆ เช่นนั้นมีอันตรายมาก และก็เป็นที่เหตุให้เกิดไฟไหม้ในเคของทางฝั่งบรูคลิน ตอนต้นปี พ.ศ. 2415 (ค.ศ.1872) วอลชิงตัน โรบลิงอยู่ในบรรยากาศเช่นนั้นตั้งแต่สี่ทุ่มจนถึงตีห้าตอนเช้า ทุ่มเทกำลังใจกำลังกายนำคนงานเพื่อช่วยเคของให้รอดพ้นจากความพินาศ และก็ประสบความสำเร็จ แต่ในเดือนพฤษภาคมของปีนั้น เขาถูกหามขึ้นมาจากเคของทางฝั่งแมนฮัตตันโดยหมดสติเนื่องจาก “the bends” หนึ่งคืนเต็ม ๆ ชีวิตของเขาจะหายไป

* โรค the bends หรือ caisson disease เกิดจากฟองก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเข้าไปปนกับเม็ดเลือดของคนซึ่งอยู่ในบรรยากาศความดัน 40 หรือ 50 psi แล้วออกไปพบกับบรรยากาศปกติ นั่นคือ 15psi ทันทีทันใด วิธีป้องกันก็คือก่อนที่คนงานที่ทำงานในบรรยากาศสูงๆ จะออกไปสู่บรรยากาศปกติควรจะต้องเข้าไปอยู่ในห้องพิเศษ ซึ่งสามารถจะปรับความดันของอากาศจากสูงมาต่ำทีละน้อย เพื่อที่ร่างกายของคนเราจะได้ปรับตัวอย่างช้าๆ

รอด แต่สองสามวันต่อมา เขากลับฟื้นตัวขึ้นมาได้และบอกผู้คนที่ว่าเขารู้สึกสบายดีและกลับลงไปในเคชองอีก ในครั้งหลังนี้เขาถูกหามขึ้นมาและกลายเป็นคนพิการตลอดชีวิตเมื่อมีอายุได้สามสิบห้าปี



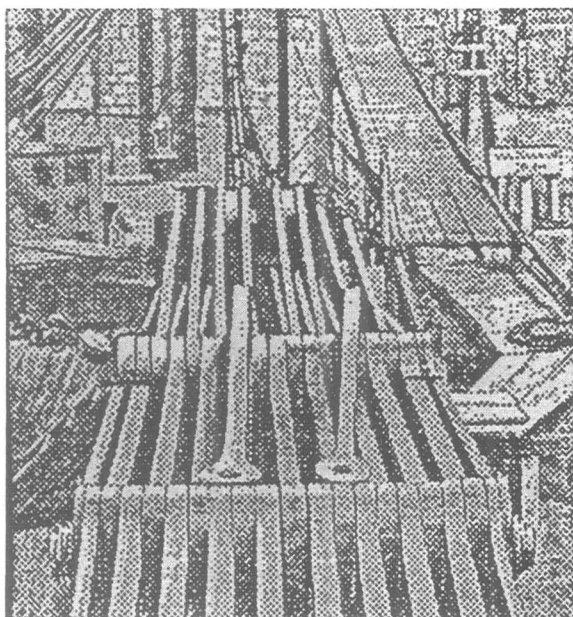
รูปตัด สะพานแขวนบรูคลิน

แต่เขาก็ยังคงเป็นหัวหน้าวิศวกรใหญ่ เขาพยายามจะสร้างงานชิ้นเอกของพ่อของเขาให้เสร็จ ถึงแม้ว่าเขาจะขยับตัวแต่ละทีก็แสนจะลำบาก เขาควบคุมงานด้วยการใช้กล้องส่องทางไกลอยู่บนเก้าอี้ที่หน้าต่าบนบ้าน เขาเขียนแบบ เขียนหนังสือสั่งงาน โดยมีภริยาเอมิลี เป็นผู้ถือหนังสือและแบบไปให้คนงานที่กำลังก่อสร้างบนสะพานเอมิลี จำต้องศึกษาตำราวิศวกรรมโยธาและเรียนจากสามี เพื่อที่เธอจะได้ช่วยสามีได้ถูกต้อง

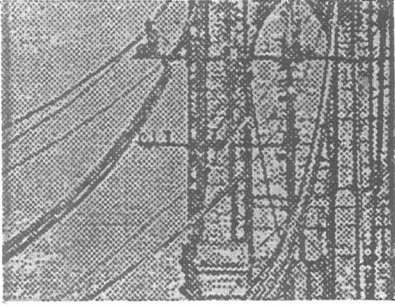
เคชองทางฝั่งบรูคลิน จมลงไปถึง 44 ฟุต (13.5 เมตร) ได้แม่น้ำส่วนอันทางฝั่งแมนฮัตตันซึ่งเป็นเคชอง

ที่ใหญ่ที่สุดในสมัยนั้น ได้จมผ่านทรายดูดและหยดลงบนแนวชั้นหินลึก 78 ฟุต (24 เมตร) หอสูงก็เริ่มเป็นรูปเป็นร่างขึ้นมา สูง 266 ฟุต (81 เมตร) เหนือน้ำ จากนั้นการขึงสายเคเบิลจึงได้เริ่มขึ้น สายเคเบิลนี้ทำด้วยเหล็กกล้าซึ่งเป็นเหล็กชนิดพิเศษแข็งแรงและเบากว่าเหล็กธรรมดา เวลานั้นการใช้เหล็กกล้าสำหรับการก่อสร้างยังเป็นความคิดที่ใหม่อยู่ การใช้ความคิดใหม่ ๆ นี้แหละที่ทำให้การมีชีวิตอยู่ของวิศวกรอยู่ผู้นี้มีคุณค่า

แรกทีเดียว สะพานทางเท้าเล็ก ๆ สำหรับใช้ในการก่อสร้างได้ถูกสร้างขึ้น และในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2420 (ค.ศ.1877) ลูกล้อนาถเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ฟุต (1.5 เมตร) ได้เริ่มกลิ้งไปและกลับระหว่างแมนฮัตตันกับบรูคลิน เพื่อจะขึงสายเคเบิล ลูกล้อนกลิ้งไปกลับทุก ๆ สิบนาที ใช้เวลาปีครึ่ง เส้นลวดแต่ละเส้นถูกพาดไปกลับอยู่ 278 ครั้ง เริ่มจากพื้นดินขึ้นไปบนยอดของเสาหอสูง แล้วลงและขึ้นเป็นเส้นโค้งกว้างข้ามแม่น้ำ แล้วลงสู่พื้นดิน และขึ้นมาบนยอดของเสาหอสูงอีก ข้ามแม่น้ำลงสู่พื้นดิน และเมื่อความยาวทั้งหมดของลวดโยงเข้าที่และตลบรอบเหล็กยึดที่ปลายสุดแต่ละข้าง ลวด 278 เส้นจะถูกห่อเข้ารวมกันแน่นเป็นมัดเดียวกัน เมื่อ 19 มัด เข้าที่ก็จะถูกห่อรวมกันเป็นเคเบิล มีด้วยกันทั้งสิ้น 4 เส้น ซึ่งรวมกันแล้วให้กำลังถึง 18,000,000 ปอนด์ (8,000 ตัน) ถนน 2 ทาง รางรถไฟสองคู่ และทางเดินจะแขวนไว้กับเคเบิลเหล่านี้

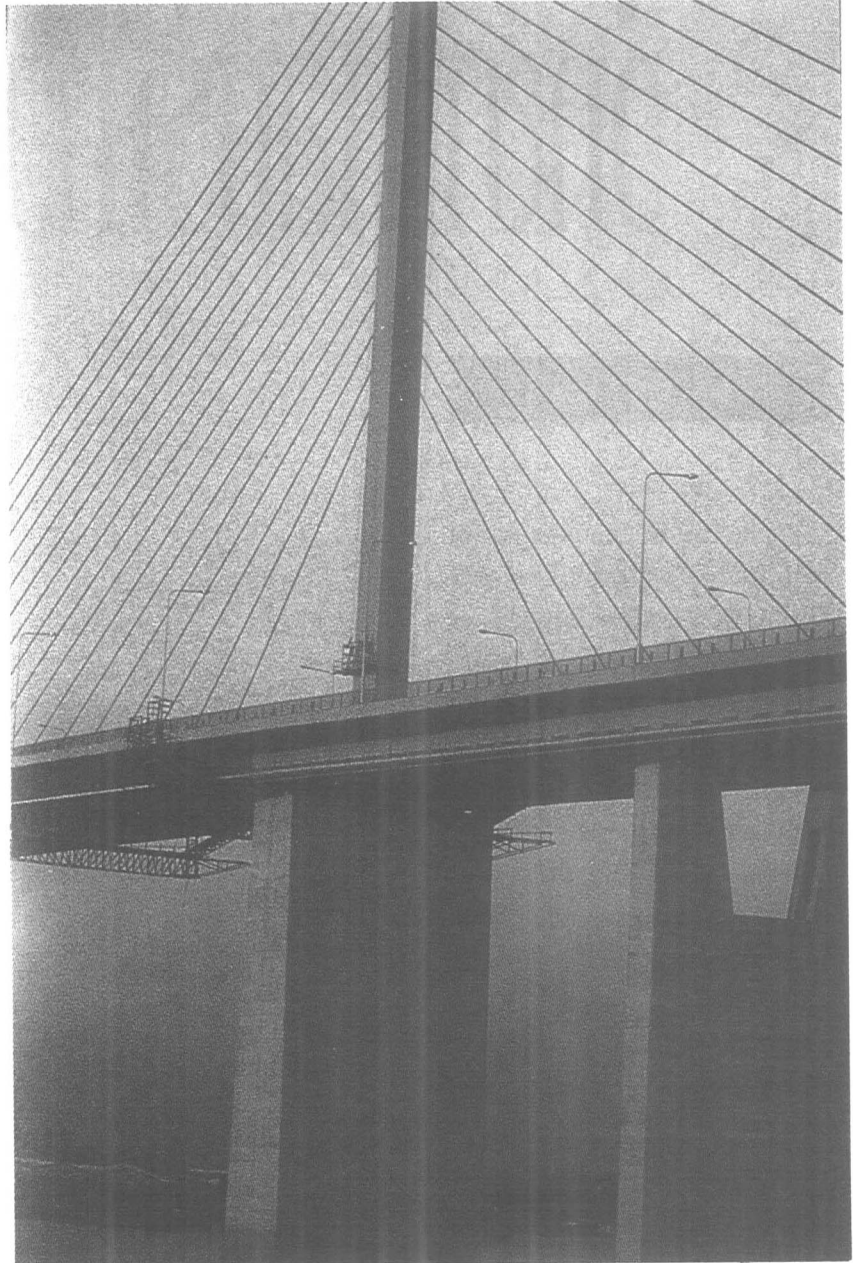


ในปี พ.ศ. 2425 (ค.ศ.1882) มี ศัตรูและนักการเมืองที่ริษยาได้พยายามที่จะปลด วอชิงตัน โรบลิง ออกจากตำแหน่งหัวหน้าช่างใหญ่ เอมิลี โรบลิง จึงได้ไปแสดงสุนทรพจน์ในการประชุมที่ สมาคมวิศวกรโยธาอเมริกัน เธอได้เล่าให้วิศวกรทั้งหลายทราบถึงทุกสิ่งที่มีของเธอได้ทำมาแล้วและทุกสิ่งทุกอย่างที่เขาสูญเสียไป วิศวกรเป็น



จำนวนมากได้ลงคะแนนเสียงให้เขา เขาจึงได้ดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้าช่างใหญ่ต่อไป สร้างสะพานที่พ่อของเขาฝันเอาไว้จนเสร็จ

วันที่ 24 พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2426 (ค.ศ.1883) ที่หน้าต่างในบ้านที่ บรูคลิน วอชิงตัน โรบลิง นั่งอยู่อย่างรอคอยโดยมีเอมิเลียยืนอยู่ข้าง ๆ เขาทั้งสองเฝ้าดูสะพานอันมหึมาสร้างเสร็จเรียบร้อยที่ปราศจากผู้คน จากอีกฝั่งหนึ่งของแม่น้ำ เสียงวงดนตรีและเสียงโห่ร้องอย่างชื่นชมค่อย ๆ ดังแว่วมา และแล้วขบวนแห่อันมโหฬารได้เคลื่อนที่มาตามบรอดเวย์ ถึงตัวสะพานที่งดงาม เอมิเลียช่วยสามีของเธอไฟก๊ส กล้องส่องทางไกล ตัวนายช่างใหญ่พูดขึ้นด้วยความยินดี “เขามากันแล้วเอมิเลีย เขามากันแล้ว” ชายสามคนสวมหมวก และเสื้อคลุมผ้าไหมงดงามเดินนำขบวนพาเหรดอย่างสง่าผ่าเผย เขาคือนายกเทศมนตรี ของมหานครนิวยอร์ก ข้าหลวงประจำรัฐนิวยอร์กและท่านประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกา เสียงไซเรนของเรือต่าง ๆ จากแม่น้ำข้างล่างดังสนั่นหวั่นไหว ปืนใหญ่ยิงกันตามมาระฆังตามโบสถ์ต่าง ๆ ก็ร่ำกันลั่นไปหมด หูดตามโรงงานต่าง ๆ เปิดกันจนแสงแก้วหู ผู้คนนับแสนลงเสียงร้องเชียร์กันอย่างพร้อมเพรียง ขบวนแห่เคลื่อนที่ใกล้เข้ามา ใกล้เข้ามา จนกระทั่งมาอยู่ได้หน้าต่างบ้านที่ วอชิงตัน โรบลิง นั่งดูอยู่ อีกสักครู่ก็มีเสียงเคาะที่ประตูห้อง เอมิเลียวิ่งไปเปิดประตูนั้น



ชายสามคน นายกเทศมนตรี ข้าหลวงและท่านประธานาธิบดี เซสเตอร์ อาร์เธอร์ ได้ก้าวเข้าไปในห้องขณะที่ผู้คนอื่น ๆ เฝ้าดูกันอยู่แน่นที่หน้าประตู

“ท่านประธานาธิบดี ข้าพเจ้าขอแนะนำให้รู้จัก ‘พันเอก โรบลิง’ นายกเทศมนตรีพูด

“ข้าพเจ้ารู้สึกเป็นเกียรติที่ได้พบผู้นำและช่างก่อสร้างที่กล้าหาญ” ท่านประธานาธิบดีได้พูดขึ้น พร้อมกับกำมือที่สั่นไหวของวิศวกรงอด้วยมือทั้งสองของท่าน

ส่วนข้างนอกนั้น ผู้คนรวมตัวกันอย่างสนุกสนานอยู่เต็มสะพาน จุดดอกไม้เพลิงเป็นการใหญ่เป็นการเปิดสะพาน นับจนกระทั่งทุกวันนี้ สะพานนี้ก็ยังใช้ประโยชน์สำหรับการจราจรสมัยใหม่ได้ดี และเป็นต้นแบบสำหรับสะพานแขวนและสะพานชิงที่มีชื่อเสียงทั้งหลาย ในเวลาต่อมาอีกด้วย

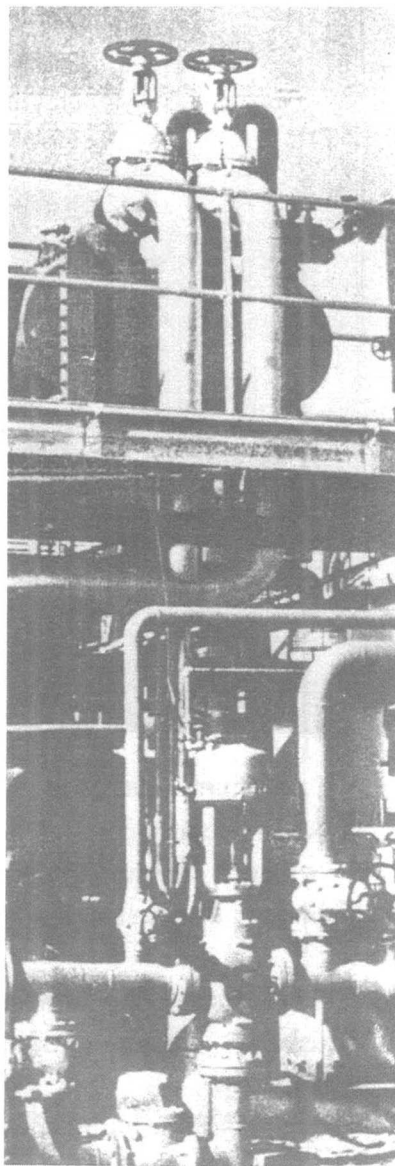


วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า

การกรองน้ำใต้ดิน

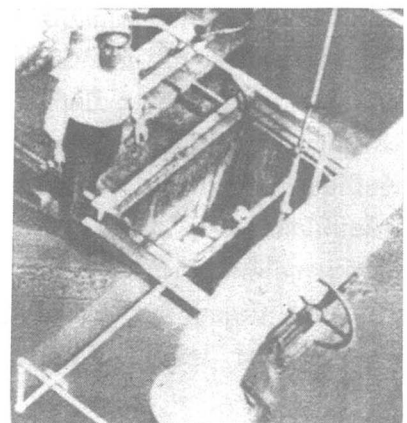
จากการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการกรองน้ำใต้ดินโดยคณะผู้ศึกษาแห่ง New Mexico Institute of Mining and Technology ซึ่งมี Robert Bowman เป็นหัวหน้าทีม พบว่าส่วนผสมระหว่าง zeolite และ hexadecyltrimethyl ammonium (HDTMA) สามารถกรองสารที่ปนเปื้อนน้ำใต้ดินโดยไม่ปิดกั้นระบบการไหลเวียนของน้ำใต้ดินแต่อย่างใด วิธีการดังกล่าวนี้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินได้อย่างมหาศาล โดยสิ้นเปลืองต้นทุนส่วนผสมของสารดังกล่าวเพียง 0.25 เหรียญต่อปอนด์

กลไกที่สำคัญของส่วนผสมดังกล่าวในการกรองน้ำใต้ดินได้แก่การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า เนื่องจาก zeolite เอื้ออำนวยให้เกิดกลไกการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับสารปนเปื้อนน้ำใต้ดินได้หลายชนิด อาทิ ตะกั่ว, benzene และ xylenes เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ได้ค้นพบว่า zeolite ไม่สามารถดักจับประจุไฟฟ้าลบของสารประกอบประเภท chromate แต่สามารถทำงานร่วมกับ HDTMA ได้ดีในสถานะที่มีเกลือของสารละลาย สารละลายอินทรีย์ และ pH ระหว่าง 3-13



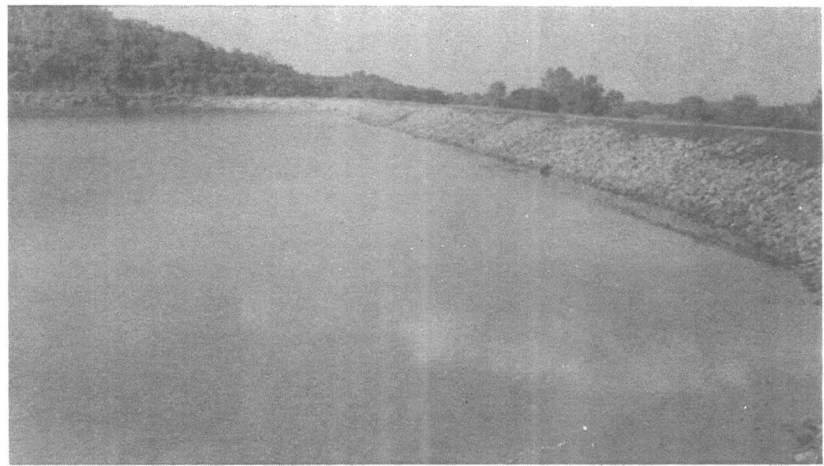
เมื่อเร็ว ๆ นี้ นักวิจัยจากหลายสถาบันพยายามคิดค้นสารที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับกรองน้ำใต้ดิน แต่ส่วนใหญ่จะเน้นการกรองสารปนเปื้อนเฉพาะอย่าง Bowman ให้ข้อคิดเห็นว่า การใช้สารกรองที่มีความพรุนต่ำมาก ๆ อาจจะปิดกั้นการไหลของน้ำใต้ดิน อันเป็นผลให้เกิด hydraulic pressure ได้ ซึ่งนักวิจัยต่างก็ยอมรับข้อคิดเห็นดังกล่าวและให้ข้อเสนอแนะว่าควรพิจารณาความหนาแน่นของสารที่ใช้เป็นตัวกรองเป็นประเด็นสำคัญ

ที่มา : จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน



การใช้กากของเหลือทางการเกษตรในการกำจัดน้ำทิ้ง

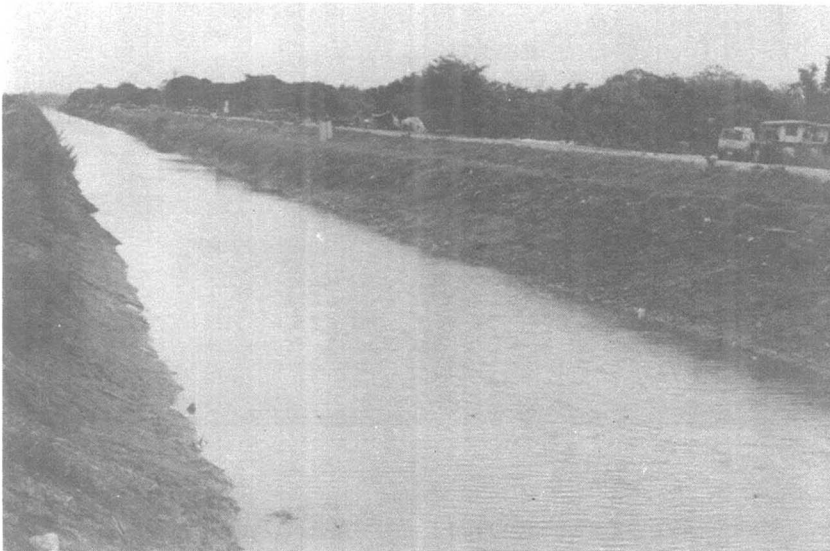
นักวิทยาศาสตร์ของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐฯ (U.S. Department of Agriculture-USDA) ค้นพบวิธีการกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าด้วยการใช้ขานอ้อย ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม Joseph A. Laszlo ได้ใช้กระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า quarternizing process ในการแปรรูปขานอ้อยเป็นเรซินเม็ดเล็กๆ ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับแม่เหล็กในการดูดซับสีที่มีความเป็นกรด (acidic dyes) เช่น สีของน้ำเสียจากโรงงานทอผ้า เป็นต้น จากผลการทดลองบ่งชี้ว่าภายในเวลาเพียง 5-15 นาที เม็ดเรซินของขานอ้อยสามารถดูดซับสีได้ดีกว่า Remazol Brilliant Red 28 เท่าและดีกว่าผงถ่าน (activated charcoal) 16 เท่าและจากการคาดการณ์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าจำนวนเรซินของขานอ้อยที่มีต้นทุนการผลิต 1 ดอลลาร์สามารถบำบัดน้ำเสียจำนวน 1,000 แกลลอนที่มีสีย้อมผ้าผสมอยู่ประมาณ 100 ปอนด์ โดยทำการดูดซับสีย้อมผ้าในน้ำนั้นออกโดยเหลือสีอยู่ในน้ำประมาณ 0.5 ปอนด์เท่านั้น ทำให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีการดังกล่าวแล้วสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ (recycle)



จากการศึกษาทดลองดังกล่าวยังพบอีกว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสีของเรซินของขานอ้อยด้วยการ treat ด้วยสาร epichlorohydrin และสามารถนำเรซินดังกล่าวมาใช้ใหม่ (recycle) ได้อีกหลายครั้งด้วยการ treat ด้วย sodium hydroxide เม็ดเรซินที่ผลิตขึ้นได้นี้ นอกจากการใช้เป็นตัวดูดซับสีแล้ว ยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือใช้เป็นปุ๋ยที่มีส่วนผสมของไนโตรเจนสูงได้อีกด้วย

นอกจากการใช้ขานอ้อยทำเป็นเรซินเพื่อใช้ในการดูดซับสีจากน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้าแล้ว กากของเหลือทางเกษตรอื่น ๆ อย่างเช่น เปลือกถั่วเหลือง เปลือกเมล็ดฝ้าย แกลบและขานอ้อย ยังสามารถใช้ในการกำจัดสารพิษจากน้ำเสียทางอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

ทั้งนี้ Wayne Marshall นักเคมีของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐฯ (USDA) ได้เปิดเผยว่า สามารถใช้ผงถ่านที่ทำจากกากที่เหลือจากผลผลิตการเกษตรกำจัดโลหะในน้ำเสียได้ โดยผงถ่านเหล่านี้เป็นที่รู้จักกันในนาม Granular Activated Carbons (GACs) โดยทำจากเปลือกถั่วเหลือง เปลือกเมล็ดฝ้าย แกลบ และขานอ้อย จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า GACs ที่ทำจากเปลือกถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะในน้ำเสียได้ดีที่สุด กล่าวคือ สามารถกำจัดสังกะสีได้ 100% กำจัดทองแดงและนิกเกิลได้เกือบ 100% ด้วยเหตุนี้ GACs ที่ทำจากเปลือกถั่วเหลืองจึงมีศักยภาพต่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากมีปริมาณเปลือกถั่วเหลืองที่เหลือจากผลิตภัณฑ์การเกษตรปีละหลายพันล้านปอนด์ และ GACs ที่ทำจากเปลือกถั่วเหลืองมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า GACs ที่ทำจากถ่านหิน จากการทดลองในห้องปฏิบัติการบางแห่งยังพบว่า GACs ที่ทำจากเปลือกเมล็ดฝ้ายและขานอ้อยสามารถกำจัดสังกะสีในน้ำเสียได้ 100% แต่กำจัดทองแดงและนิกเกิลได้น้อยกว่า GACs ที่ทำจากเปลือกถั่วเหลืองเล็กน้อย นอกจากนี้ นักวิจัยพบว่า สามารถใช้ GACs ในการกำจัดตะกั่ว แคดเมียม ในน้ำเสียจากกระบวนการ



อุตสาหกรรมอีกด้วย ปัจจัยที่ทำให้ GACs มีศักยภาพในการดูดซับ ได้แก่ความพรุนและลักษณะการเรียงตัว ปริมาณ GACs เพียง 1 ปอนด์ สามารถมีพื้นที่ผิวได้มากถึง 100 เอเคอร์

ในการผลิต GACs นักวิจัยจะבודวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต อันได้แก่เปลือกถั่วเหลือง เปลือกเมล็ดฝ้าย แกลบและขานอ้อย แล้วเติมกากน้ำตาลที่ได้รับการเคี้ยวแล้วลงไปเพื่อก่อให้เกิดการเกาะตัว หลังจากนั้นจะถูกนำไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ 900 องศาฟาเรนไฮต์ในสภาวะปลอดออกซิเจนเพื่อต้องการกำจัด unstable waste material ซึ่งจะได้ถ่าน charcoal จากนั้นทำการเผา charcoal ต่อไปที่อุณหภูมิ 1,300 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อเป็นการเพิ่มความพรุนของ GACs

GACs ที่ผ่านการใช้งานแล้วจะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่ GACs ดูดซับไว้ เช่น การเผาในเตาชนิดพิเศษที่สามารถป้องกันไม่ให้โลหะเหล่านั้นแพร่กระจายสู่อากาศภายนอก การกำจัดด้วยวิธีการหมักทำเป็นปุ๋ยโดยไม่มีผลกระทบต่อดินและน้ำใต้ดิน

และสามารถล้างโลหะออกด้วยการใช้กรดต่างๆ เพื่อที่จะนำ GACs และโลหะที่ต้องการแยกไปใช้ประโยชน์ใหม่

การใช้ประโยชน์ GACs นอกจากจะใช้ในการกำจัดโลหะสังกะสี ทองแดงและนิกเกิลได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังสามารถใช้ในการกำจัดโลหะตะกั่วและแคดเมียมที่ผสมอยู่ในน้ำทั้งทางอุตสาหกรรมได้ดีอีกด้วย

กระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐฯ ได้ลงนามความตกลงว่าด้วยความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา กับบริษัท Z Corp. แห่งเมือง Albuquerque มลรัฐนิวเม็กซิโก เพื่อทำการพัฒนา GACs ในอุตสาหกรรมการผลิตอัลูมิเนียมและอุตสาหกรรมขุดเคลือบผิวโลหะ

ที่มา : จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน



เป็นที่คาดการณ์ว่าราวศตวรรษที่ 21 ชุมชนต่างๆ ทั่วโลกจะประสบปัญหาเรื่องการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของชุมชนเมือง เป็นผลให้แหล่งน้ำดื่มได้ยากยิ่งขึ้น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐฯ (U.S.EPA) ประกาศเตือนว่าชุมชนต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาเริ่มประสบปัญหาเรื่องการหาแหล่งน้ำดื่มเพิ่มขึ้นให้เพียงพอต่อความต้องการ อัตราการขาดแคลนน้ำ (water shortage) เกิดขึ้นในอัตราระหว่าง 4.6 ถึง 7 พันล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ด้วยเหตุนี้ ผู้บริหารของสหรัฐฯ จึงได้วางแผนที่จะสร้างเขื่อนคลอง เพิ่มขึ้นเพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการของประชากร แต่ประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่เต็มใจที่จะจ่ายค่าบริการสำหรับความพยายามดังกล่าว

ทางเลือกอีกประการหนึ่งสำหรับปัญหาการขาดแคลนน้ำ ได้แก่การศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี (ดังรูป)

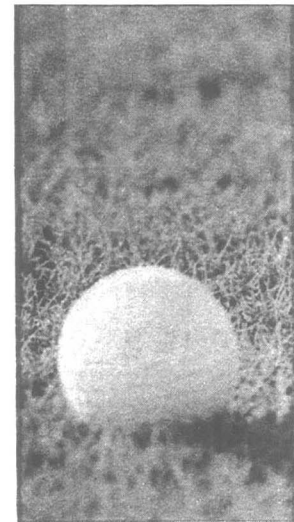
วิธีที่ 1 การปล่อยให้ให้น้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วซึมผ่านชั้นดินสู่ระดับน้ำใต้ดินโดยธรรมชาติ

วิธีที่ 2 การใช้บ่อ (ที่ขุดขึ้นเพื่อสูบน้ำใต้ดินมาบำบัดในกรณีที่เกิดการปนเปื้อน - injecting well) สำหรับฉีดน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

อย่างไรก็ตาม ยังไม่เป็นที่ปรากฏแน่ชัดว่ามีชุมชนสักกี่แห่งในสหรัฐอเมริกาที่เพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินด้วยวิธีการดังกล่าว แต่บริษัท Black & Veatch แห่งเคมบริดจ์ มลรัฐแมสซาชูเซต คาดว่ามีชุมชนในสหรัฐฯ หลายร้อยแห่งที่ใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำสำหรับการเกษตร รวมทั้งปริมาณน้ำบางส่วนที่ใช้ใน Walt Disney World มลรัฐ ฟลอริดา

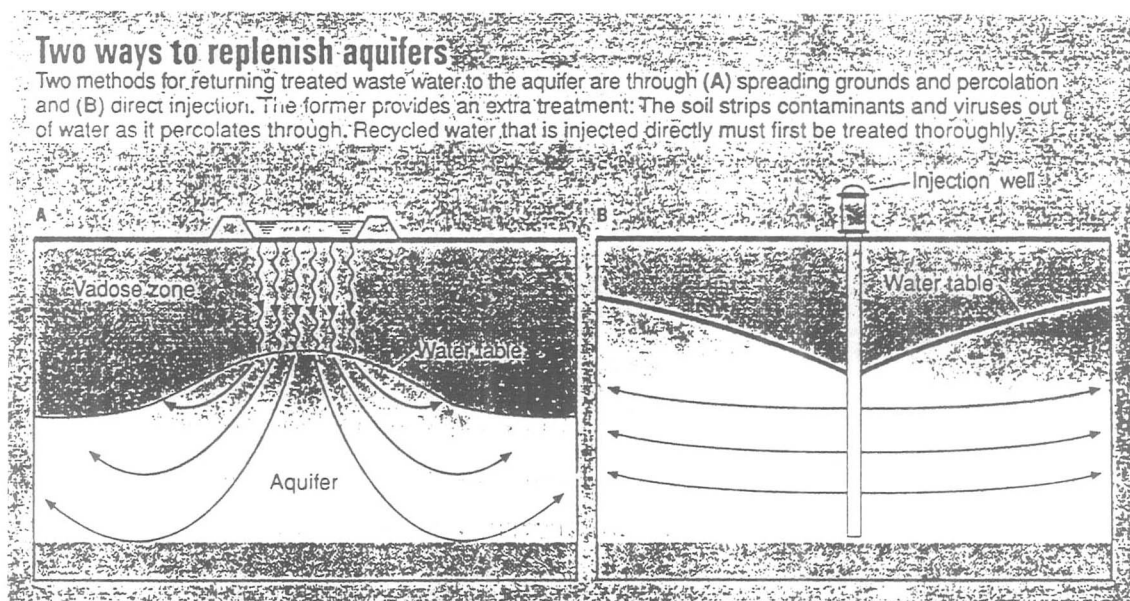
ข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วมาใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำประปาได้เกิดขึ้นที่นครลอสแอนเจลิส ตั้งแต่ปี 1962 นักวิทยาศาสตร์ต่างวิตกกังวลว่าคุณภาพน้ำดังกล่าวยังไม่มีความสะอาดเพียงพอต่อการใช้เป็นแหล่งผลิตน้ำประปา โดยปราศจากเชื้อไวรัสและสารพิษต่าง ๆ เมื่อเดือนกันยายน ปี 1994 สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐฯ ได้ตีพิมพ์บทความเรื่อง "Ground Water Recharge : Using Waters of Impaired Quality" เป็นการส่งเสริมให้น้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วมาใช้

เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน ตามปกติน้ำเสียที่เกิดจากการล้างรถ จากท้องถนน หรือจากสนามกอล์ฟ ต่างก็ถูกระบายสู่น้ำใต้ดินโดยปราศจากการปรับปรุงคุณภาพ การนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพมาใช้ใหม่มีสิ่งปนเปื้อนที่ควรระมัดระวังได้แก่ ไวรัส และ by products ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีในน้ำ จากข้อมูลการรายงานของโรงบำบัดน้ำเสีย 6 แห่งในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย พบว่าระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียแบบทุติยภูมิ (secondary treatment) สามารถกำจัดไวรัสได้ถึงร้อยละ 99.8 ของจำนวนไวรัสที่สามารถตรวจหาได้ และมีจำนวนตัวอย่างน้ำเพียง 1 ใน 590 ตัวอย่างเท่านั้นที่ตรวจพบว่ามี enteric viruses รายงานดังกล่าวได้จากการสุ่ม ตัวอย่าง น้ำ ค ร ร ง ล ะ 2 7 5 gallon/sample ความถี่เดือนละครั้งเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 10 ปี นอกจากนี้ David K. Powelson แห่งมหาวิทยาลัยอริโซนา เมืองทูซอน รายงานผลการศึกษาว่า แม้ชั้นดินสามารถกรองไวรัสได้ก็ตาม แต่ประสิทธิภาพของการ



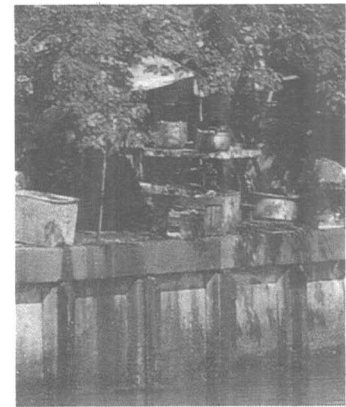
กรองยังขึ้นอยู่กับชนิดของไวรัสและสิ่งแวดล้อมที่ไวรัสอาศัยอยู่ด้วย อาทิเช่น ที่ความลึกของชั้นดิน 4.3 เมตร ชั้นดินสามารถกรองไวรัสได้ตั้งแต่ร้อยละ 37 ถึง 99.7

สำหรับอันตรายที่เกิดจาก by products ของการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค อาทิ trihalomethane (THM) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้ ยังพบว่ามีการ by products ที่เกิดขึ้นจากการใช้คลอรีน และก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ในลักษณะเดียวกัน



นี้มากกว่า 100 ชนิด เพียงแต่ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าปริมาณที่ตรวจพบในน้ำดื่มตามที่มาตรฐานกำหนดนั้นมากพอต่อการก่อให้เกิดมะเร็งได้หรือไม่? อย่างไรก็ตาม สภาวิจัยแห่งชาติของสหรัฐฯ ได้โต้แย้งต่อข้อคิดเห็นดังกล่าวเพราะการใช้คลอรีนมีประโยชน์ต่อการฆ่าเชื้อโรคอย่างมหาศาล สามารถยับยั้งการระบาดของโรคติดต่อที่มีน้ำเป็นสื่ออย่างได้ผล และอันตรายที่เกิดจาก by products ของคลอรีนก็ยังไม่ปรากฏเป็นที่แน่ชัด เนื่องจากต้องใช้เวลาในการศึกษาติดต่อกันเป็นระยะเวลานานกว่า 15 ปี หากจะใช้สารฆ่าเชื้อโรคอื่น ๆ ทดแทนคลอรีน อาทิ โอโซน รังสีอัลตราไวโอเล็ตหรือสารโมโนคลอรามิน นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าหลายเท่าตัวแล้ว การศึกษาเกี่ยวกับ by products ของสารดังกล่าวก็ยังน้อยกว่าคลอรีนมาก

การ recycle น้ำเสียโดยการปรับปรุงคุณภาพแล้วปล่อยลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินนั้น น้ำบางส่วนดังกล่าวอาจจะใช้เป็นแหล่งน้ำบริโภค โดยตรงก็ได้ เนื่องจากกว่าร้อยละ 50 ของประชาชนในสหรัฐอเมริกาใช้น้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำบริโภค วิธีการดังกล่าวนี้อาจจะเป็นประโยชน์อย่างมหาศาลในอนาคต เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างรวดเร็วอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาอีกมากมาย อาทิ การขาดแคลนที่อยู่อาศัย ทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชนเมือง ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อการขาดแคลนแหล่งน้ำบริโภค ทำให้ต้องหาแหล่งน้ำบริโภคใหม่เพิ่มขึ้น หรือการใช้เทคโนโลยีใหม่สำหรับเพิ่มปริมาณน้ำดื่ม รวมทั้งการ recycle น้ำเสียที่ชุมชนหลายแห่งในสหรัฐฯ ใช้อยู่ในปัจจุบัน



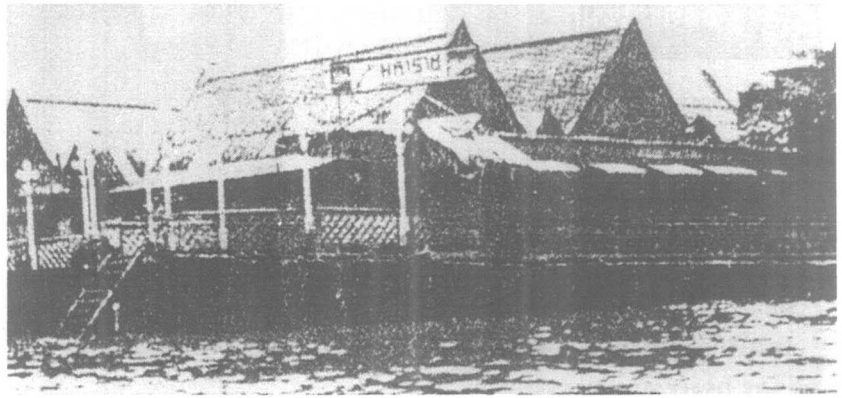
ที่มา : จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน



เครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งตามบ้านเรือน

การพัฒนาความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี บางครั้งก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ห้องทดลองที่มีเครื่องมือเครื่องมือนานาชนิด มีระบบการทำงานที่ยุ่งยาก หรือระบบคอมพิวเตอร์ที่สลับซับซ้อนแต่อย่างใด พิสูจน์ได้จากความสำเร็จของบริษัท TECHNIX ซึ่งเป็นบริษัทขนาดกลาง และขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ในเขตบราบริงท์ วาลลอง ประเทศเบลเยียม ที่ได้รับสิทธิในการทำการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งตามบ้านเรือนส่วนตัวทั่วไป เนื่องจากในเขตที่ห่างไกลจากชุมชนที่ไม่สามารถต่อท่อน้ำทิ้งไปยังท่อน้ำทิ้งสาธารณะที่ไหลรวมไปยังโรงงานทำความสะอาดน้ำทั้งก่อนปล่อยออกไปสู่แหล่งน้ำ เครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งดังกล่าวสามารถติดตั้งใช้สำหรับบ้านเรือนที่ตั้งอยู่โดดเดี่ยวได้เป็นอย่างดี แต่ผลสำเร็จดังกล่าวก็ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขสองประการด้วยกันคือ ประสิทธิภาพในการทำงาน และสอง ค่าใช้จ่ายไม่สูงเกินไป

ประสิทธิภาพในการทำงานคือ หลักการพื้นฐานของเครื่องทำความสะอาดน้ำทั้ง ซึ่งมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับเครื่องซักผ้า แต่เป็นเครื่องซักล้างน้ำให้สะอาดขึ้นแทน น้ำที่ใช้แล้วในครัวเรือน ได้แก่ น้ำจากห้องครัว ห้องอาบน้ำ หรือส้วม เป็นต้น จะถูกเก็บรวบรวมและส่งผ่านไปยังถังกักน้ำที่ตั้งอยู่บริเวณนอกตัวอาคารที่พักอาศัย ดังดังกล่าวทำจากวัสดุโพลีเอสเตอร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกจะรองรับน้ำทิ้งที่ไหลมารวมกัน ส่วนที่สองเป็นส่วนที่น้ำดังกล่าวจะผ่านกระบวนการกรองทำให้



สะอาดขึ้น และส่วนที่สามจะเป็นมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า ที่จะทำการสูบก๊าซออกซิเจนจากภายนอกเข้ามาทำน้ำให้สะอาดเพื่อปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป ซึ่งในจุดนี้บรรดาแบคทีเรียที่มีอยู่ในอากาศจะเข้าไปทำการแปลงสารที่เป็นมลภาวะผ่านเกลียวแร่และแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่มีการกลั่นตักแต่อย่างใด ทำให้น้ำดังกล่าวบริสุทธิ์ขึ้นกว่าร้อยละ 90 ถูกต้องตามมาตรฐานของประชาคมยุโรปที่ได้กำหนดไว้ สำหรับเกลียวแร่ที่ใช้ในการกรองจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ปีละประมาณ 2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้งที่ไหลผ่านเข้าเครื่อง กรองว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใด แต่เครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งดังกล่าวก็มีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ ได้แก่ ประการแรก อย่านำน้ำฝน (ซึ่งมีความบริสุทธิ์มาก) ไหลผ่านเข้ามา และประการที่สอง อย่านำน้ำยาทำความสะอาดหรือน้ำยาขัดพื้นไหลปนผ่านเข้ามา เพราะจะฆ่าแบคทีเรียที่มีอยู่ให้ตายไป

ในปัจจุบันประเทศเบลเยียมได้มีการติดตั้งเครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งนี้แล้วประมาณ 2000 เครื่อง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบ้านที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลชุมชน และไม่สามารถต่อท่อน้ำทิ้งเข้ากับท่อน้ำทิ้งสาธารณะได้ บางเขตได้ให้การสนับสนุนการติดตั้งเครื่องทำ

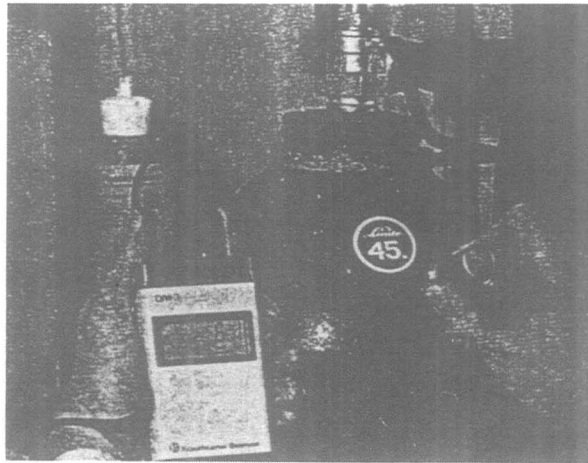
ความสะอาดน้ำทั้งดังกล่าว โดยการเว้นการจัดเก็บภาษีรักษาสีสิ่งแวดล้อมสำหรับบ้านที่ได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วเป็นต้น เครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งราคาพร้อมค่าติดตั้งประมาณ 57,000 เบลเยียมแฟรงค์ (ประมาณ 45,600 บาท) สำหรับบ้านเดี่ยวที่มีคนอยู่อาศัยประมาณ 2-7 คน

บริษัท TECHNIX มิได้จำกัดตลาดไว้เพียงเฉพาะผู้ขายรายย่อยเท่านั้น แต่ยังได้ทำการพัฒนาขยายขนาดของเครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งให้สามารถรองรับน้ำทิ้งได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร สำหรับโรงแรมขนาดเล็ก ศูนย์กีฬา สถานที่ตั้งแคมป์ หน่วยทหาร เป็นต้น และได้ส่งออกขายในตลาดต่างประเทศทั้งในยุโรป (ฝรั่งเศส สเปน โปรตุเกส โปแลนด์ ฯลฯ) ตะวันออกกลาง แอฟริกา และอื่นๆ นอกจากนี้ นาย Andre van der Heyden และผู้ร่วมงาน กำลังทำการพัฒนาเครื่องทำความสะอาดน้ำทั้งให้มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มปริมาณขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยที่มียอดขายในปัจจุบัน 27 ล้านเบลเยียมแฟรงค์ (ประมาณ 21.6 ล้านบาท)

ที่มา : จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงบรัสเซลส์

วัดความหนาด้วยเครื่องอัลตราโซนิก

เรวัฒน์ เหล่าไพบุลย์
พลก ฉายาวงศ์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อุบลราชธานี 34000
*สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900



ปัจจุบันได้มีการคิดค้นวิธีการใหม่ในการตรวจสอบวัสดุ เพื่อรองรับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเกิดการกัดกร่อนของวัสดุ เช่น ท่อส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เพราะการกัดกร่อนจะมีผลทำให้ผนังของวัสดุบางลง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียตามมาต่อชิ้นงานนั้นๆ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคใหม่ โดยใช้เครื่องเสียงอัลตราโซนิก เพื่อตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ที่ใช้งานตลอดจนการใช้คลื่นเสียงนี้วัดความหนาของวัสดุประเภทต่างๆ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย เครื่องวัดอัลตราโซนิก หัวตรวจสอบและชิ้นงาน

การทำงานของเครื่องวัดนี้ หัวตรวจสอบจะส่งสัญญาณพัลส์เข้าไปในชิ้นงานที่มีผิวสองด้านขนานกัน ที่สัญญาณพัลส์ที่ส่งออกไปจะสะท้อนผิวตรงกันข้ามแล้วกลับมายังหัวตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง เครื่องวัดนี้จะวัดเวลาที่คลื่นเสียง ซึ่งเดินทางจากผิวหน้าด้านหนึ่ง ถึงผิวหน้าอีกด้านหนึ่งของชิ้นงาน แล้วแปรผลออกมาเป็นความหนาของชิ้นงาน ซึ่งก่อนการใช้งาน จะต้องปรับ

ความเร็วของคลื่นเสียงตาม code ที่ระบุไว้ให้ตรงกับประเภทของวัสดุ เนื่องจากวัสดุแต่ละประเภทคลื่นเสียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกัน ดังนั้น code นี้จะหมายถึง ความเร็วของคลื่นเสียงในวัสดุแต่ละประเภทที่ระบุไว้ในตาราง

หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมกรุณาติดต่อได้ที่ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (Material Properties Analysis and

Development Center : MPAD) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท) 196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. (02) 5791121-30, 5795515 ต่อ 4301-4 Fax (622) 5793001 ซึ่งศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ให้บริการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ทั้งในสถานที่และนอกสถานที่อีกด้วย



ความเร็วคลื่นเสียงในวัสดุแต่ละประเภท

TEST MATERIAL	MEASURING RANGE				SOUND VELOCITY
	near range <10 mm Code		far range > 8 mm Code		c m/s Comparison Table
	N _n	D _n	N _f	D _f	
Gray cast (middle)	475	3,9	460	4,1	4600
Nodular graphite cast iron	579	4,7	560	4,9	5600
Steel casting	605	4,9	585	5,1	5850
Steel	612	5,0	592	5,2	5920
Aluminium	652	5,3	632	5,5	6320
Copper	485	3,9	470	4,1	4700
Brass	457	3,7	443	3,9	4430
Zinc	430	3,5	417	3,7	4170
Quartz glass	575	4,7	557	4,9	5570
PE	242	2,0	234	2,1	2340
PVC	248	2,0	240	2,1	2400

*เรียบเรียงจาก DM 2 Ultrasonic Thickness Gauge for quick and easy wall thickness and corrosion measurements, Krautkramer, Germany Ident-Nr. 26693-2-910

อนันต์นาการจาก



สำนักพิมพ์ประสานมิตร

3382 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทร. 3181856 , 3181858 , 3216613 , 3213434 FAX. 3219038

**ผู้ผลิตหนังสือได้มาตรฐาน ตั้งแต่ระดับ อนุบาล - อุดมศึกษา หนังสือเรียน
แบบฝึกหัด แบบทดสอบ คู่มือเตรียมสอบ คู่มือสอบเข้าศึกษาต่อ**



บริษัทโรงพิมพ์ประสานมิตร

959/37 ถนนพัฒนาการ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

โทร. 3219036-7 , FAX. 3219038

รับพิมพ์หนังสือยก ไปสเตอร์โฆษณา และสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ทั้งขาวดำและสี เก็บเล่ม ใส่กา
เคลือบ ยู.วี. เข้าปกหนังสือทุกชนิด ผลิตด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัย รวดเร็ว และคุณภาพสูง

ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

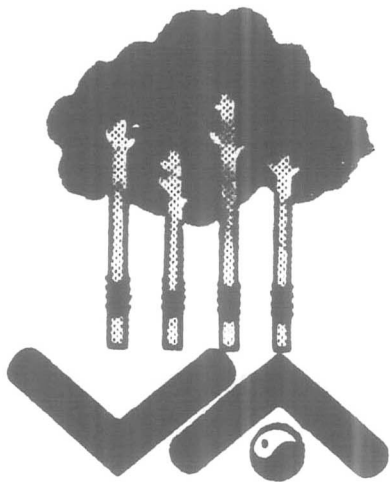
ด้วยความปรารถนาดี

จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี เอ็น ไทย เพอร์นิชิ่ง

11/9 ถนนกรุงเทพกรีฑา ซอยกรุงเทพกรีฑา 3 เขตประเวศ กทม. โทร. 368-2400

ด้วยความปรารถนาดี
จาก



V.A. LATEX CO., LTD.
บริษัท ขาววิเอ จำกัด

บริษัท ยาง วี เอ จำกัด

V.A. LATEX CO., LTD.

พืชรubber

กรรมการผู้จัดการ

HEAD OFFICE:
18/95 SUKHUMVIT 77
BANGKOK 10250, THAILAND.
TEL. (662) 331-7855, 331-6036-7
FAX: (662) 331-7856

FACTORY:
80/2 TRANG-KANTANG ROAD,
KANTANG, TRANG, THAILAND.
TEL. (075) 251-636-7
FAX: (075) 251-638

สำนักงาน

18/95 สุขุมวิท 77 กรุงเทพฯ 10250
โทร. (662) 331-7855, 331-6036-7
โทรสาร. (662) 331-7856

โรงงาน

80/2 ถนนตรัง-กันตรัง อำเภอกันตรัง จังหวัดตรัง
โทร. (075) 251-636-7
โทรสาร. (075) 251-638

ขอแสดงความยินดี

ก้าวสู่ปีที่ 11

ของ

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อ

งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยความปรารถนาดี
จาก

บริษัท บางกะปิพัฒนา จำกัด

91-95 ถนนแฮปปี้แลนด์ 1 เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร



"ขอขอบคุณจากใจดี"



การสื่อสารแห่งประเทศไทย
THE COMMUNICATIONS AUTHORITY OF THAILAND



ต้นไม้...จะเติบโตขึ้นอย่างมีระเบียบ
ยังต้องมีคนปลูกฝัง...ดูแล ตั้งแต่เล็ก

แล้วเติบๆล่ะ?



เครือซีเมนต์ไทยเชื่อมั่นว่า ผู้ใหญ่ทุกคนมีส่วนร่วมกันปลูกฝังวินัยที่ดีให้กับเด็กๆตั้งแต่วัยเยาว์ด้วยเช่นเดียวกัน

วินัยสร้างประสิทธิภาพ



เครือซีเมนต์ไทย
บริษัทเอกชนของคนไทย

คนขับรถของผมเริ่มปากสันทลอลดทาง
แต่ในที่สุดเขาก็พูดขึ้นว่า

“ไฉ่คันใหม่นี้ นี่จริง ๆ นะนาย”

ประกอบนอกทั้งคัน



ผมว่าแล้วยังงี้เขาก็ต้องคิดเหมือนผม... เพราะเปอโยต์ 605 ใหม่
เริ่มต้นการออกแบบจากความรู้สึกของผู้โดยสาร ที่ต้องการความสะดวกสบาย
ความกว้างขวาง และนุ่มนวลยามขับชี่ จากนั้นจึงพัฒนาโครงสร้างตัวถัง
ขนาดใหญ่ให้หรูหรา และสมบูรณ์แบบด้วยระบบ ACTIVE / PASSIVE SAFETY
พร้อมระบบช่วงล่างที่ให้การทรงตัวเป็นเลิศ

เปอโยต์ 605 ใหม่ 2,000 ซี ซี 16 วาล์ว มัลติพอยท์
AIRBAG ABS 4 SENSORS 4 CHANNELS
ระบบปรับอากาศปรับอากาศอุณหภูมิอัตโนมัติ เบาะหนังแท้ ฯลฯ
มันไม่ใช่แค่ความสะดวกสบายที่มากกว่า
แต่ผมว่ามันยังให้ความชอบที่ทั้งเจ้าของหรือคนขับก็รู้สึกได้... ไม่ต่างกัน



พร้อมข้อเสนอพิเศษ

- ดาวนั้ 299,000 บาท ผ่อน 29,900 บาท *
พร้อมประกันภัยขึ้นหนึ่งฟรี 1 ปี
- บริการลูกค้าในนอกสถานที่ (CARWORLD) ฟรี 2 ปี
- ตรวจเช็คระยะทาง 3 ปี หรือไม่เกิน 40,000 กม. ฟรี
* ลิสซิ่ง

เปอโยต์ **ใหม่** 605

ความสบายยิ่งสบายกว่า



PEUGEOT

สำหรับชีวิตที่ก้าวไกล

กรุงเทพฯ: ยนต์กิจ สุรวงศ์ โทร. 266-7086-100 รอมเมือง ชอย 5 โทร. 216-3440-55, 214-3153 หัวหมาก โทร. 318-6340-4, 318-6790-2 เปอโยต์ คลองหลวง โทร. 281-3382, 281-3171 เปอโยต์ เดอ ชนบุรี โทร. 433-5143, 435-8414
เปอโยต์ประดิพัทธ์ โทร. 279-1232, 279-6180 รามวงค์วาน โทร. 589-0700, 589-5599 เปอโยต์ดอนเมือง โทร. 533-4358-9 นวัตกรรมเนอรัลเซลล์ โทร. 252-8906, 251-7472 เค้งหงษ์ทอง โทร. 411-3042, 411-3646 บี เอ็ม พี
โทร. 249-6851-3, 249-7991-3 สุขุมวิท 24 โทร. 259-0245, 259-0246 สำเหร่ โทร. 468-6846, 468-6633 109 ลำไโรง โทร. 394-4901, 394-5008 ภาคเหนือ: เชียงใหม่ ยนต์กิจ โทร. (053) 242-619 เชียงราย สุธอนา ออโต้เซลล์ โทร. (053) 711-425 ลำปาง คิมซูไรคาร์ โทร. (054) 221-808 แพร่ ยนต์การ (1991) โทร. (054) 511-540 พิชญโลก นิธิบุรณยนต์การ โทร. (055) 259-107 เพชรบูรณ์ วโร โทร. (056) 702-396 ภาคกลาง: นครปฐม ไมเคอร์น คาร์ ออโต้เซลล์
โทร. 420-5799, 239-3780 ลพบุรี ทวีมอเดอร์ โทร. (036) 411-034 กาญจนบุรี แสงเจริญอโต้เซลล์ โทร. (034) 511-410 ราชบุรี แสงเจริญอโต้เซลล์ โทร. (032) 325-941-5 สระบุรี ทวีมอเดอร์ โทร. (036) 223-212-5 ภาคตะวันออก:
ชลบุรี ยนต์กิจ โทร. (038) 284-012 ระยอง วีโรทัยมอเดอร์ โทร. (038) 807-096-99 จันทบุรี วีโรทัยมอเดอร์ โทร. (039) 322-160-3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: อุตรธานี วี.เอ็น.มอเดอร์ โทร. (042) 340-131-3 ขอนแก่นแสงทอง (1989)
โทร. (043) 243-800-4 วิจารณ์นครโคราช (1991) โทร. (044) 258-028 ภาคใต้: สุราษฎร์นครการ โทร. (077) 284-061 เมืองใหม่ นครการภูคีต โทร. (076) 212-262 สงขลา โรจนะ ออโต้เซลล์ โทร. (074) 238-088



ข ย ะ ธ า นี

ไม่ว่าคุณจะเป็นใคร เราต่างก็มีส่วนในการทำให้ขยะล้นเมืองได้เท่ากัน ไม่มีใครปฏิเสธได้ถึงความรุนแรงของปัญหา และไม่น่ามีใครกล้าปฏิเสธถึงความรับผิดชอบที่ควรมีร่วมกันในการลดปริมาณขยะเหล่านี้ลง วันนี้ ขณะที่คุณยังต้องบริโภค และเรายังต้องทำหน้าที่ในการผลิต วิธีของลีเวอร์ คือการคิดค้นและพัฒนาบรรจุภัณฑ์เกือบทุกชนิด ที่จะกลายเป็นขยะในอนาคตให้มีปัญหาน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการหันมาใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดเติม (REFILL) หรือการตัดขนาดบรรจุภัณฑ์ให้เล็กลง ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภค



ได้ร่วมรักษาเมืองของเราให้คืนสภาพเดิมได้ในที่สุด

บรรจุภัณฑ์ชนิดเติมช่วยประหยัดเนื้อที่และปริมาณขยะ ได้ถึง 80%



ลี เ ว อ รี่ ใส่ ใจ ส ภ า พ แ ว ด ล้ อ ม



ดีกว่าไหม ?

เริ่มต้น
" แก้วกฤต...
ดีกว่าติด
อีกนานวัน "



แต่ละครั้งจะขยับ ต้องรอสัญญาณไฟ
นานเท่าไร จะไปถึง
รถไฟฟ้า BTS ... ระบบขนส่งมวลชนแห่งความหวัง
พร้อมเสร็จให้บริการในปี 2541

เพื่อนาคที่ดีกว่า ของคนกรุงเทพฯ



ขอแสดงความยินดี

ก้าวสู่ปีที่ 11

ของ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เพื่อ

งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

โรงงานยาสูบ

กระทรวงการคลัง

ขอแสดงความยินดี

ก้าวสู่ปีที่ 11

ของ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา

1 ถนนอุทองใน เขตดุสิต กรุงเทพฯ

โทร. 243-2246, 243-2256

อภินันทนาการ

จาก

เทศบาลตำบลอ้อมน้อย

อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โทร. 4201537



เป็นเทศบาลซึ่งจัดตั้งใหม่ เมื่อปี 2537 สำหรับนโยบายของผู้บริหารท้องถิ่นจะหนักไปในเรื่องการพัฒนา
ด้านต่างๆ รวมทั้งการดูแลสุขภาพ อนามัย ของประชาชน
เป็นสำคัญ และในปี 2538 (ต.ค. - พ.ย. 38) เทศบาลฯ
ประสบปัญหาอุทกภัย ประชาชนได้รับความเดือดร้อน
**คณะผู้บริหารเทศบาล นำโดยนายสมศักดิ์ ขวัญเมือง
นายกเทศมนตรี** ได้ออกเยี่ยมเยียนประชาชน นำเครื่อง
อุปโภคบริโภคไปแจกจ่ายเพื่อบรรเทาความเดือดร้อน



นำคุณค่าสู่สังคมไทย

สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก ตั้ง ณ สนามเป้า ถนนพหลโยธิน
เขตพญาไท กทม. ๑๐๔๐๐ ออกอากาศเป็นปฐมฤกษ์เมื่อ ๒๕ มกราคม ๒๕๐๑.
มีภารกิจเพื่อเป็นสื่อกลางในการให้ข่าวสาร ความรู้ความบันเทิงแก่ประชาชน
ช่วยสาธารณกุศลต่าง ๆ ตามนโยบายของคณะกรรมการบริหารสถานีวิทยุ-
โทรทัศน์กองทัพบก ออกอากาศตลอดเวลา ๒๔ ชั่วโมง ปัจจุบันมีสถานีเครือ
ข่าย ๓๑ สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทุกภูมิภาคของประเทศไทยและชายแดนประเทศ
ใกล้เคียง เมื่อ ๒๕ มกราคม ๒๕๓๘ ได้ปรับปรุงการเสนอข่าวที่หลากหลาย
รวดเร็วทันเหตุการณ์สมกับยุคข้อมูลข่าวสารที่โลกไร้พรมแดน ส่วนรายการ
ความรู้ กีฬาและบันเทิงก็ได้ปรับปรุงมาตามลำดับด้วยความรับผิดชอบต่อ
สังคม

นอกจากนี้ ททบ.๕ มีบริการข้อมูลข่าวสารด้วยระบบเทเลเท็กซ์ที่เปิด
ดูได้ทันที เช่น ราคาหุ้นจากตลาดหลักทรัพย์ ตลาดหุ้นต่างประเทศ อัตราแลกเปลี่ยน
เงินตรา ตารางเที่ยวบินจากดอนเมือง ราคาทองคำ ฯลฯ



THE EXPRESSWAY AND RAPID TRANSIT AUTHORITY OF THAILAND

ขอขอบคุณ
ผู้ใช้ทางด่วน
ที่ให้การสนับสนุน
มาโดยตลอด



การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
กระทรวงมหาดไทย
2380 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900
โทร. 5795380-9 โทรสาร 5612984

“ บ ร ร ก ร ค อ ง 1 บ ช อ ง 1 ร ”



ความสำเร็จของยิมนาสติก ทีมชาติไทย
ในซีเกมส์ ครั้งที่ 18 เชียงใหม่

สวัสดิ์ปีใหม่ 2539
Happy New Year 1996



(ดร.จักรชัย อุ่นใจ)
(บิกแฉ็ค)

ผู้จัดการยิมนาสติกทีมชาติไทย ผู้อำนวยการในคณะกรรมการแรงงานและสวัสดิการสังคม

สารพิษจากสาหร่าย

ใบเหลืองน้ำ

อาภารัตน์ มหาจันทร์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทนำ

วิกฤตการณ์น้ำท่วมใหญ่ทั่วประเทศในช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน ที่ผ่านมา ได้ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาอย่างต่อเนื่อง หนึ่งในปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นในช่วงแรกและสร้างความหวาดระแวงอย่างมากในหมู่ผู้บริโภค คือปัญหาความไม่ไว้วางใจในคุณภาพของน้ำประปา อันเนื่องมาจากการทะลักของน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งน้ำทิ้งจากชุมชนและน้ำทิ้งจากนิคมอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภคและบริโภคของเรานั้นเอง ในการแก้ไขปัญหาเพื่อลดความกังวลของผู้บริโภค การประสานครหลวงได้ใช้วิธีการต่างๆ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งโดยการพ่นอากาศและการเติมสารเคมีในปริมาณ



ที่เข้มข้นกว่าเดิม พร้อมทั้งทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้อย่างเข้มงวด ซึ่งในส่วนนี้กระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ออกมายืนยันผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาว่าได้มาตรฐานเช่นกัน นับเป็นความโชคดีของผู้บริโภคที่

หน่วยงานของรัฐสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ในช่วงที่เกิดน้ำท่วมท้นผู้อ่านเคยสังเกตบ้างไหมว่าน้ำที่ท่วมเอ่อขึ้นมาจากท่อระบายน้ำนั้นได้ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (algal bloom, water bloom) สาหร่ายเหล่านี้ซึ่งส่วนใหญ่

จะเป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (blue-green algae) จะเจริญเติบโตและก่อตัวเป็นแผ่น (algal mat) ในขนาดและความหนาต่างๆ กัน แล้วท่านจะรู้สึกอย่างไรหากทราบว่าสาหร่ายหลายสกุลในกลุ่มนี้ สามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายร้ายแรงได้หลายชนิด และอะไรจะเกิดขึ้นหากมีการเจริญเติบโตอย่างมากมายของสาหร่ายเหล่านี้ในแหล่งน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค เราไม่สามารถทราบได้ว่ามีปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นในประเทศไทยหรือไม่ เนื่องจากไม่มีรายงานแต่ในหลายประเทศทั่วโลกทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ได้เผชิญกับปัญหาการตายอย่างกว้างขวางของปลาสัตว์เลี้ยงตามบ้าน และสัตว์ปีกที่อพยพย้ายถิ่น เมื่อสัตว์เหล่านี้บริโภคน้ำในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายอย่างหนาแน่นมาเป็นเวลานานแล้ว และกำลังหวั่นเกรงว่าการขยายตัวของเมืองต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดปริมาณน้ำทิ้งอันเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายอย่างมหาศาล จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษจาก

สาหร่ายในแหล่งน้ำที่ใช้ผลิตน้ำประปา ซึ่งในระบบการผลิตน้ำประปาจะสามารถทำได้เพียงกรองเซลล์สาหร่าย และเจือจางสารพิษได้ในบางส่วนเท่านั้น

สารพิษจากสาหร่ายคืออะไร

สารพิษจากสาหร่าย คือ สารทุติยภูมิที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างและสลายของเซลล์ (secondary metabolite) เป็นสารที่ไม่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต

สภาพอย่างไรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำ

สภาวะแวดล้อมของแหล่งน้ำ 4 ประการ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ได้แก่

1. บรรยากาศบริเวณแหล่งน้ำนั้นอยู่ในสภาพลมสงบ หรือลมพัดอ่อน ๆ
2. อุณหภูมิของน้ำ อยู่ระหว่าง 15°-30° ซ.
3. น้ำในแหล่งน้ำนั้นอยู่ใน



ของเซลล์สาหร่ายเอง แม้ว่าบางครั้งจะช่วยในการอยู่รอดในธรรมชาติก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่ทราบถึงเหตุผลที่แท้จริงในการผลิตสารพิษของสาหร่าย แต่คาดว่าสารพิษที่สร้างขึ้นทำหน้าที่เป็นเสมือนสารป้องกันตัว (protective compound) จากศัตรูหรือคู่แข่งในธรรมชาติ

สภาพที่เป็นกลางหรือเป็นด่าง (pH 6-9)

4. มีปริมาณธาตุอาหารไนเตรตและฟอสเฟตละลายอยู่ในปริมาณมาก โดยส่วนใหญ่มีแหล่งสำคัญมาจากปุ๋ยเคมีที่ถูกชะล้าง และผงซักฟอกต่าง ๆ



สภาวะทั้ง 4 ประการนี้ จะ
เอื้อต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสี
น้ำเงินแกมเขียวมากกว่าสาหร่ายใน
กลุ่มอื่น ๆ

สัตว์ได้รับสารพิษจาก สาหร่ายได้อย่างไร

เนื่องจากสาหร่ายสีน้ำเงิน
แกมเขียวมีองค์ประกอบภายในเซลล์
ที่เรียกว่า gas vacuole ซึ่งช่วยในการ
ลอยตัวบนผิวน้ำ เพื่อปรับระดับความ
ลึกของเซลล์ให้เหมาะสมต่อการสัง-
เคราะห์แสง กระแสลมและคลื่นใน
แหล่งน้ำจะพัดพามวลของสาหร่ายให้
มาประชิดชายฝั่ง เมื่อสัตว์ดื่มน้ำที่มี
สาหร่ายที่สร้างสารพิษปนเปื้อนอยู่ก็
จะถึงแก่ความตายได้

ส่วนในผู้ล่า สารพิษจาก
สาหร่ายจะถูกปลดปล่อยสู่แหล่งน้ำ
เมื่อเซลล์ตายหรือเซลล์แก่ และเกิด
การรั่วของผนังเซลล์ โดยทั่วไปแล้ว

การตายของสัตว์จะเกิดจากการได้รับ
พิษ เนื่องจากการย่อยเซลล์ของ
สาหร่ายที่กินเข้าไป อย่างไรก็ตามแม้
มีการใช้จุนสีสัต (copper sulfate)
กำจัดเซลล์สาหร่ายแล้วก็ยังพบว่าสาร
พิษที่ตกค้างอยู่ในแหล่งน้ำยังคงเป็น
สาเหตุการตายของสัตว์ได้

ปัจจัยที่มีผลก่อให้เกิดการ
ตายของสัตว์เมื่อได้รับสารพิษ ได้แก่
ชนิดและปริมาณของสารพิษที่ผลิต
โดยสาหร่าย ปริมาณความเข้มข้น
ของเซลล์สาหร่าย ชนิด เพศและ
ขนาดของสัตว์ โดยทั่วไปแล้วปริมาณ
ของน้ำที่สัตว์ดื่มน้ำแล้วตายมีได้ตั้ง
แต่ 2-3 มิลลิลิตร จนถึง หลายลิตร

กลุ่มของสารพิษจาก สาหร่ายมีอะไรบ้าง

กลุ่มของสารพิษจาก
สาหร่ายสามารถแบ่งตามการตรวจ
วิเคราะห์ทางชีววิธี (bioassay) เพื่อให้
ทราบถึงลักษณะความเป็นพิษได้ 2
กลุ่มคือ

1. กลุ่มที่เป็นพิษต่อ เซลล์ (cytotoxin)

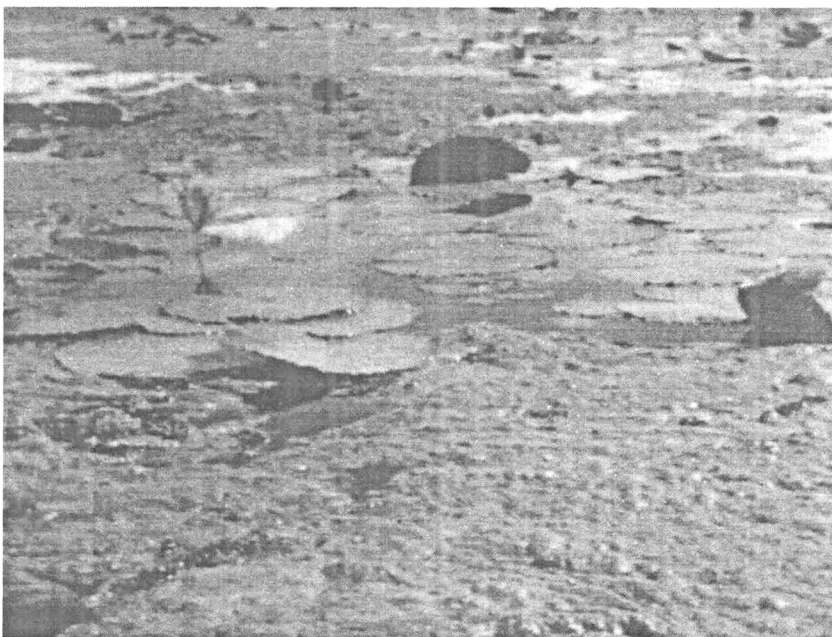
สารพิษในกลุ่มนี้จะไม่ก่อให้เกิดพิษจนถึงแก่ความตายในสัตว์ แต่
จะแสดงความสามารถอย่างกว้าง
ขวางในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ
สาหร่าย แบคทีเรีย รา และเซลล์ของ
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (culture
mammalian cell line) การค้นพบสาร
พิษในกลุ่มนี้เกิดจากการค้นหาเภสัช
ภัณฑ์ชนิดใหม่ ๆ สารออกฤทธิ์ทาง
การเกษตร เอนไซม์ สารปฏิชีวนะและ

สารต้านมะเร็ง เป็นต้น มหาวิทยาลัย
แห่งฮาวาย (University of Hawaii)
ได้รายงานว่าสามารถพบสาหร่ายสี
น้ำเงินแกมเขียวที่สร้างสารออกฤทธิ์
ในกลุ่มนี้ได้ร้อยละ 7 ของ ตัวอย่าง
ของสาหร่ายที่สุ่มเก็บจากธรรมชาติ

สารออกฤทธิ์ต่อเซลล์ที่มีการ
ศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมีแล้ว
ได้แก่ acutiphyccins, indolcarbazoles,
mirabilene isonitriles, paracyclo
phanes, scytophycins, tentazoles,
tolytoxin, toyocamycin และ tubercidin
ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกสร้างโดย
สาหร่ายใน Order Nostocales และ
Stigonematales ซึ่งจะพบมากในน้ำจืด
และบนบก

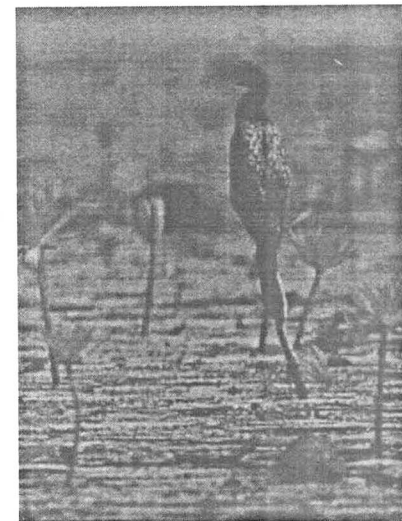
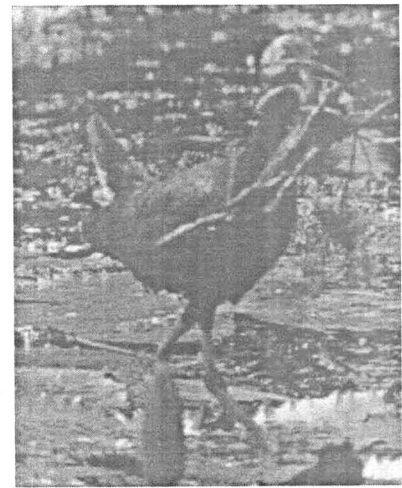
2. กลุ่มที่เป็นพิษต่อสัตว์ (biotoxin)

สารพิษจากสาหร่ายสีน้ำเงิน
แกมเขียวในกลุ่มนี้เป็นแหล่งใหญ่ของ
สารพิษที่พบในธรรมชาติ ผลิตโดย
สาหร่ายที่ลอยอยู่บริเวณพื้นผิวน้ำ



(planktonic algae) ในสกุล *Anabaena*,
Aphanizomenon, *Microcystis*,
Nodularia, *Nostoc* และ *Oscillatoria*
ซึ่งสารพิษจากสาหร่ายเหล่านี้ได้ถูก
แยกและศึกษาลักษณะโครงสร้างทาง
เคมีไปบ้างแล้ว ส่วนสาหร่ายในสกุล
Coelosphaerium, *Cylindrospermopsis*,
Fischerella, *Gloeotrichia*,
Gomphosphaeria, *Hapalosiphon*,
Microcoleus, *Schizothrix*, *Scytonema*,
Spirulina, *Symploca*, *Tolypothrix* และ
Trichodesmium ก็พบว่ามีความเป็น
พิษ แต่ยังไม่มีการศึกษาในราย
ละเอียด โดยการแยกสารพิษออก
มาศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมี
แต่อย่างไร

สารพิษในกลุ่มนี้ได้รับความ
สนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากพบว่า
เป็นสาเหตุการป่วยและการตายของ
สัตว์ในหลายพื้นที่ทั่วโลกตั้งแต่ปลาย
ศตวรรษที่ 19 อย่างไรก็ตามยังไม่มี
รายงานว่าสารพิษนี้เป็นสาเหตุการ
ตายของมนุษย์เหมือนที่พบในกรณี



ของ paralytic shellfish poison (PSP)
ที่เกิดจากการบริโภคหอยซึ่งกรองเอา
สาหร่ายที่ผลิตสารพิษเป็นอาหาร แต่
จากการที่พบว่า สารกลุ่มนี้มีพิษร้าย-
แรงต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จึงเป็นสิ่งที่
เชื่อว่ามนุษย์เองก็คงจะมีความทน
ทานต่อพิษต่ำเช่นเดียวกับในสัตว์
เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ อย่างไรก็ตามยัง
ไม่พบว่ามีกรณีตักค้างของสารพิษจาก
สาหร่ายน้ำจืดในห่วงโซ่อาหารของ
มนุษย์จากการที่น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ
มีคุณภาพลดลงเรื่อย ๆ ประกอบกับมี
ปัญหาการเจริญเติบโตของสาหร่าย
อย่างรวดเร็วบ่อยครั้งขึ้น ประเทศ
สหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มสแกน-

ดินเนเวีย และอีกหลายประเทศในยุโรป จึงได้ทำการศึกษาและพบว่าในการเกิดการเจริญอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำ จะมีโอกาสเป็นสาหร่ายที่สร้างสารพิษถึงร้อยละ 40 และมีแนวโน้มว่าจะมีปัญหานี้เพิ่มขึ้นทั้งในแง่ของจำนวนครั้งที่เกิด ความกว้างขวางของพื้นที่ และระยะเวลาที่เกิด

สารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำที่เป็นอันตรายต่อสัตว์สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทคือ

2.1 สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท

มีการพบสารพิษในกลุ่มนี้มากพอควร แต่ที่ทำการศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างทางเคมีแล้วมี 4 ชนิด คือ

2.1.1 อนาโทกซิน-เอ (anatoxin-a, antx-a) สารพิษชนิดนี้ถูกผลิตโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Anabaena flos-aquae*, *A. spiroides*, *A. circinalis*, *Aphenizomenon* sp. และ *Oscillatoria rubescens* เป็นสารประกอบประเภทอัลคาลอยด์ (alkaloid) มีชื่อทางเคมีว่า 2 - acetyl - 9 - azabicyclo (4 - 2 - 1) non - 2 - ene สัตว์ที่ได้รับสารพิษชนิดนี้จากธรรมชาติจะมีอาการเดินเซเซ กล้ามเนื้อเกร็งเป็นมัด หายใจหอบ ชักกระตุก ในสัตว์ปีกจะมีอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อทำให้ท้องแน่นขึ้น ส่วนใหญ่แล้วสัตว์จะถึงแก่ความตายเนื่องจากการล้มเหลวของระบบหายใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นเป็นนาที



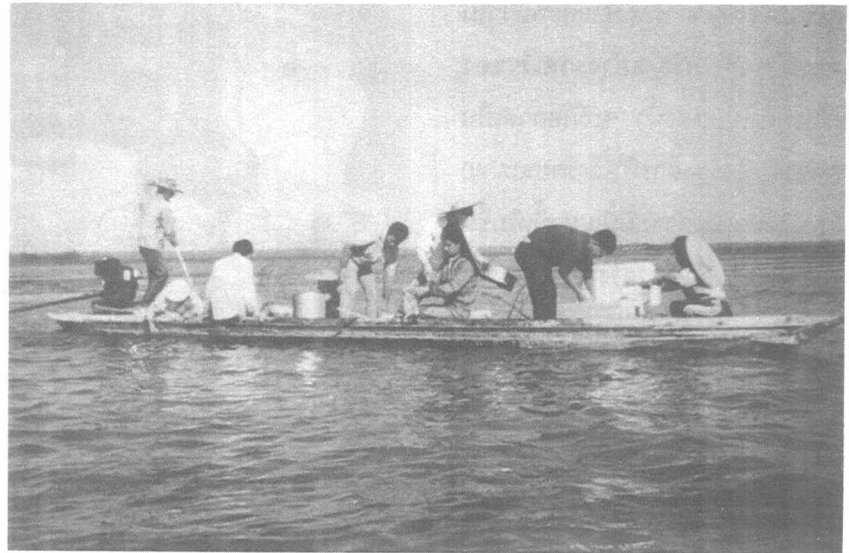
หรือ 2 - 3 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ปริมาณสารพิษที่ได้รับ ชนิดของอาหารที่กินก่อนได้รับสารพิษ สำหรับการทดสอบความเป็นพิษของสารนี้ทางคลินิกในหนู (mice), หนู (rat) และลูกวัว พบว่ามีอาการต่างๆ ตามลำดับ คือกล้ามเนื้อเกร็งเป็นมัด การเคลื่อนไหวช้า หดความรู้สึก หายใจรุนแรง ตัวเขียวเนื่องจากขาดออกซิเจน ชักกระตุก และถึงแก่ความตายในที่สุด

ค่าความเข้มข้นของอนาโทกซิน-เอ บริสุทธิ์ที่ทำให้จำนวนสัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่งภายหลังจากฉีดสารพิษนี้เข้าสู่ช่องท้อง (LD_{50} intraperitoneal (i.p)) มีค่าประมาณ 200 ไมโครกรัม (สารพิษ) ต่อน้ำหนัก

หนู 1 กิโลกรัม (200ug/kg body weight) ส่วนความเข้มข้นของสารพิษที่ได้รับทางปากและทำให้สัตว์ตายจะมีค่าสูงกว่านี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารนี้มีความเป็นพิษสูง การที่สัตว์ดื่มน้ำเพียง 2-3 มิลลิลิตร ถึง 2-3 ลิตร ก็เพียงพอที่จะทำให้ถึงแก่ความตายได้ สิ่งที่น่ากลัวคือในปัจจุบันยังไม่พบว่ามียาแก้พิษ (antidote) สำหรับอนาโทกซิน-เอ แต่อย่างไร

ความเป็นพิษของอนาโทกซิน-เอ เกิดจากการที่สารนี้สามารถเลียนแบบการทำงานของacetylcholine ซึ่งเป็นสื่อพาหะของระบบประสาท (neurotransmitter) และทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยจะมีเอนไซม์ acetylcholinesterase เป็นตัวทำลาย acetylcholine เพื่อป้องกันการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มากเกินไป (over-stimulation) การที่อนาโทกซิน-เอ เป็นสาเหตุของความตายก็เนื่องมาจาก acetylcholinesterase ไม่สามารถทำลายอนาโทกซิน-เอได้ จึงทำให้เกิดการเกร็งหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นอัมพาตเมื่อเกิดขึ้น กับกล้ามเนื้อของระบบทางเดินหายใจ จึงทำให้เกิดการชักกระตุกเนื่องจากการขาดออกซิเจนไปเลี้ยงสมอง และเกิดการตายเนื่องจากการหายใจล้มเหลวในที่สุด อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์การแพทย์พยายามนำเอาคุณสมบัติของอนาโทกซิน-เอมาใช้ประโยชน์ โดยการนำอนุพันธ์ (derivative) ของอนาโทกซิน-เอ มาใช้เป็นยารักษาโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) ซึ่งเป็นสาเหตุของความจำเสื่อม ในผู้สูงอายุ และโรคไมแอสทีเนียกราวิส (myasthenia gravis) ซึ่งเป็นสาเหตุของความผิดปกติเนื่องจากกล้ามเนื้ออ่อนแรง

2.1.2 อนาโทกซิน - เอ (เอส) (anatoxin-a (s), antx-a (s))
ผลิตโดยสาหร่ายในสกุล *Anabaena*



เป็นสารประกอบ organic phosphate โดยเป็น N-hydroxyguanidine methyl phosphate ester มีคุณสมบัติออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท เห็นได้ชัดโดยทำให้เกิดน้ำลายฟูมปากในหนูทดลอง จึงได้รับการตั้งชื่อเป็น anatoxin-a (s) (s = salivation ; การหลั่งน้ำลาย) อาการเป็นพิษเกิดขึ้นเนื่องจากการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase จึงเป็นผลให้ acetylcholine ไม่ถูกทำลาย ก่อให้เกิดการกระตุ้น การหดตัวของกล้ามเนื้อมากเกินไป สุกและเปิดที่ได้รับสารนี้ในท้องทดลองจะมีอาการน้ำลายฟูมปาก (hypersalivation) มีน้ำมูกไหล

ตลอดเวลา กล้ามเนื้อกระตุกและท้องร่วง

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 ชนิดใหม่ จึงมีศักยภาพที่จะนำมาพัฒนาเป็นยาฆ่าแมลงในยุคใหม่ ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยทางชีวภาพ (biodegradable) จึงไม่เกิดพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม



2.1.3 แซกซิทอกซินและ นีโอแซกซิทอกซิน(saxitoxin, STX and neosaxitoxin, NEOSTX)

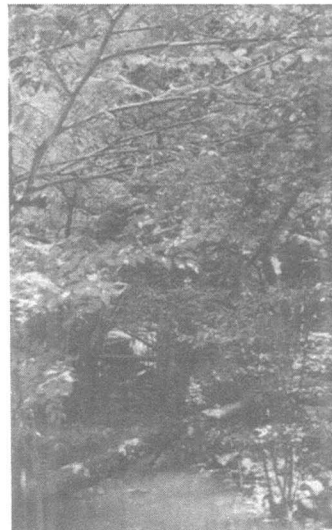
สารพิษในกลุ่มนี้โดยส่วนใหญ่จะพบใน dinoflagellate หรือในหอยที่กรอง dinoflagellate เป็นอาหาร และก่อให้เกิดอาการ paralytic shellfish poison (PSP) สาหร่ายน้ำจืดที่สร้างสารพิษในกลุ่มนี้ได้แก่ สาหร่ายในสกุล *Anabaena* และ *Aphanizomenon* สารพิษทั้งสองตัวนี้สามารถออกฤทธิ์อย่างรวดเร็วต่อระบบประสาทโดยการปิดกั้น sodium channel โดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของโพแทสเซียม

เซลล์ของสาหร่าย

Aphanizomenon flos-aquae สายพันธุ์ NH-5 จะมีความเป็นพิษต่อหนู โดยมีค่า LD_{50} i.p. ประมาณ 5 มิลลิกรัม (น้ำหนักเซลล์สาหร่าย) ต่อหนึ่งกิโลกรัม (น้ำหนักหนู) และใน 1 กรัมของเซลล์สาหร่ายแห้ง (lyophilized) จะมีสารพิษนีโอแซกซิทอกซินอยู่ 1.3 มิลลิกรัม และมีสารแซกซิทอกซิน 0.1 มิลลิกรัม สารพิษทั้งสองชนิดนี้มีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นยารักษาโรคมนุษย์ และยาฆ่าแมลงได้

2.2 สารพิษที่ออกฤทธิ์ ต่อตับ (hepatotoxin)

ในขณะที่สารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทจะพบอย่างกว้างขวางในทวีปอเมริกาเหนือ สหราชอาณาจักร กลุ่มสแกนดิเนเวีย และประเทศออสเตรเลีย แต่สารพิษต่อตับที่สร้างโดยสาหร่ายสามารถพบได้ในทุกพื้นที่ทั่วโลก โดยพบว่าก่อให้เกิดความเป็นพิษในโค กระบือ และ



ม้า สุนัข เป็ด ตลอดจนสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงในบ้าน ส่วนในห้วงทดลองมีการศึกษาความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ในหนูขาว หนูถีบจักร หนูตะเภา กระต่ายและสุนัข อาการแสดงออกซึ่งความเป็นพิษได้แก่ อ่อนเพลีย หมดความอยากอาหาร เยื่อบุต่างๆ มีสีซีด อาเจียน หนาวสั่นและท้องร่วง การตายจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับสารพิษ 2-3 ชั่วโมง ถึง 2-3 วัน ส่วนใหญ่จะเกิดจากเลือดออกในตับ (intrahepatic haemorrhage) และการช็อกเนื่องจากขาดเลือดไปหล่อเลี้ยง (hypovolaemic shock) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเซลล์ตับ (hepatocyte) ได้รับสารพิษจะเกิดการหดตัว (shrink) ทำให้เซลล์ที่เกาะกันแน่นแยกออกและเกิดการแยกของ sinusoidal capillaries ทำให้เกิดโลหิตคั่ง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์ตับและนำมาซึ่งอาการช็อกในที่สุด สาหร่ายที่ผลิตสารพิษในกลุ่มนี้ที่มีการศึกษาโครงสร้างทางเคมีแล้วได้แก่สาหร่ายในสกุล *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Oscillatoria* และ *Nostoc* ส่วนที่มีการผลิตสารพิษแต่ยังไม่มีการ

ศึกษาถึงโครงสร้างทางเคมี ได้แก่ *Cylindrospermopsis*, *Aphanizomones*, *Gloeotrichia* และ *Coelosphaerium* สารพิษที่พบส่วนใหญ่จะมีสูตรโครงสร้างเป็นวงแหวนเปปไทด์ (cyclic peptide) ที่พบแล้วมีอย่างน้อย 53 ชนิด ชนิดที่พบมากและมีความสำคัญ ได้แก่

2.2.1 สารพิษในกลุ่มไมโครซิสติน (microcystins, MCYST)

มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบ 7 ชนิด (heptapeptide) สารพิษชนิดนี้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกจากสาหร่าย *Microcystis aeruginosa* สายพันธุ์ NRC-1 สาหร่ายในสกุลนี้สามารถผลิตสารพิษได้มากกว่า 1 ชนิด สารพิษในกลุ่มไมโครซิสตินนอกจากจะเป็นพิษต่อตับแล้วยังพบว่าเป็นตัวเร่งให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง จากการติดตามศึกษาถึงผลการได้รับน้ำดื่มจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนของไมโครซิสตินเป็นระยะเวลานานของ Academy of Science ในจังหวัด Wuhan และ Shanghai Medical University ในประเทศจีนพบว่าผู้บริโภคมีอัตราการเกิดมะเร็งในตับสูงเป็นพิเศษ นอกจากนี้ไมโครซิสตินยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรตีนฟอสฟาเตส PP1 และ PP2A (protein phosphatase PP1 and PP2A) ซึ่งมีความสำคัญต่อการควบคุมเมตาบอลิซึมต่าง ๆ เช่น เมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต 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 ซึ่งจะให้ผลยับยั้ง



พิษได้เป็นอย่างดีเมื่อได้รับสารแก้พิษเหล่านี้ก่อนหรือพร้อมกับการได้รับสารพิษ ในปัจจุบันยังไม่ทราบว่าการขับสารพิษเกิดขึ้นได้อย่างไร แต่คาดว่ามีความเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการดูดซึมสารพิษเข้าสู่เซลล์ตับ

2.2.2 สารพิษในกลุ่มโน ดูลาริน (nodularin, NODLN)

สารพิษในกลุ่มนี้มีการดอมีโนเป็นองค์ประกอบ 5 ชนิด (pentapeptide) และมีลักษณะโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกันเป็นอย่างมากทั้ง ๆ ที่สร้างจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวชนิดเดียวกันคือ *Nodularia spumigena* ในดูลารินนอกจากจะมีพิษต่อเซลล์ตับแล้วผลการทดลองยังพบว่าเป็นสารส่งเสริมการเกิดมะเร็งด้วย

การผลิตและการติดตาม วิเคราะห์พิษจากสาหร่ายทำได้ อย่างไร

จากการศึกษาวิจัยพบว่า สารพิษจากสาหร่ายจะมีปริมาณการผลิตสูงสุดในช่วงแรกของการเจริญเติบโตคงที่ (late logarithmic growth phase or early stationary phase) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารพิษมีความสัมพันธ์กับชีวมวลของสาหร่าย (algal biomass) ในกรณีของโนดูลารินปริมาณของสารพิษจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สภาพแวดล้อมในธรรมชาติ เช่น ความเข้มของแสงอาทิตย์ อุณหภูมิผิวน้ำ pH และ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน (% oxygen saturation) ก็พบว่ามีผลต่อการผลิตสารพิษเช่นกัน

การติดตามวิเคราะห์หาสารพิษจากสาหร่ายสามารถกระทำโดยการวิเคราะห์ทางชีววิธี (bioassay), ทางเคมี (chemical assay) และ

เทคนิคทางภูมิคุ้มกัน (immunoassay technique)

การวิเคราะห์ทางชีววิธีโดยใช้หนูทดลองจะเป็นขั้นตอนแรกในการตรวจสอบสารพิษจากสาหร่ายที่เจริญเติบโตในแหล่งน้ำ สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนสารสกัดจากเซลล์สาหร่าย เป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย ใช้เวลาสั้น และสามารถทราบผลได้ทั้งในแง่คุณภาพและปริมาณ (qualitative and quantitative characteristics of toxin) โดยสังเกตจากอาการที่สัตว์ทดลองแสดงออกหลังจากได้รับสารพิษ ก็สามารถทำให้ทราบว่าสารพิษที่ได้รับนั้นเป็นชนิดที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท หรือเป็นพิษต่อดับ และหาก

เป็นสารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทก็ยังสามารถจำแนกได้ว่าเป็นสารพิษชนิดใด อย่างไรก็ตามข้อด้อยในการใช้สัตว์ทดลองก็คือไม่สามารถตรวจสอบสารพิษที่ตกค้างอยู่ในปริมาณน้อย ๆ ได้ โดยเฉพาะในน้ำดื่มซึ่งผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ มาแล้ว หรือแม้แต่ในแหล่งน้ำที่มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่ผลิตสารพิษร่วมกับสาหร่ายชนิดอื่นๆ ซึ่งทำให้มีความเป็นพิษไม่มากพอที่จะทำให้สัตว์ตายหรือแสดงอาการเจ็บป่วยรุนแรง แต่สามารถสะสมและส่งเสริมให้เกิดมะเร็งในผู้บริโภคได้จากปัญหานี้จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาการตรวจสอบหาสารพิษปริมาณน้อยๆ ในทางเคมีควบคู่ไปกับการพัฒนาวิธีการแยกและการสกัด



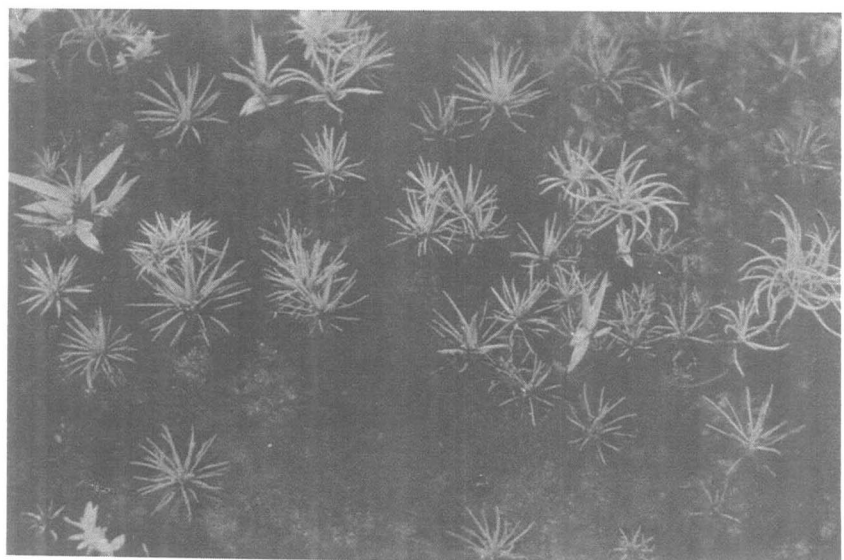
สารพิษให้บริสุทธิ์ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็ได้แก่การใช้ high performance liquid chromatography (HPLC), high performance thin layer chromatography (HPTLC), thin layer chromatography (TLC), gas chromatography-electron capture detection (GC-ECD) และ fast-atom bombardment mass spectroscopy (FAB-MS) แต่เทคนิคเหล่านี้ยังไม่สามารถพัฒนาให้เป็นเทคนิคมาตรฐานที่ง่ายต่อการตรวจสอบวิเคราะห์ตัวอย่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และตัวอย่างในห้องปฏิบัติการได้ ในขณะนี้วิธีการที่มีแนวโน้มว่าจะมีความเป็นไปได้สูงในการตรวจสอบสารพิษปริมาณน้อยมากอย่างรวดเร็วคือการใช้เทคนิคทางภูมิคุ้มกัน อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้เพิ่งถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการตรวจสอบสารพิษในกลุ่มเปปไทด์บางตัวเท่านั้น

บทสรุป

ในขณะที่หลายๆ ประเทศทั่วโลกกำลังตื่นตัวกับปัญหามลพิษปนเปื้อนของสารพิษจากสาหร่ายในแหล่งน้ำ ประเทศไทยของเราซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเป็นอย่างยิ่ง กลับไม่ได้มีการติดตามศึกษาว่ามีปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ทั้งนี้อาจจะเกิดการเจ็บป่วยในหมู่ประชากรในชนบทที่ใช้น้ำจาก

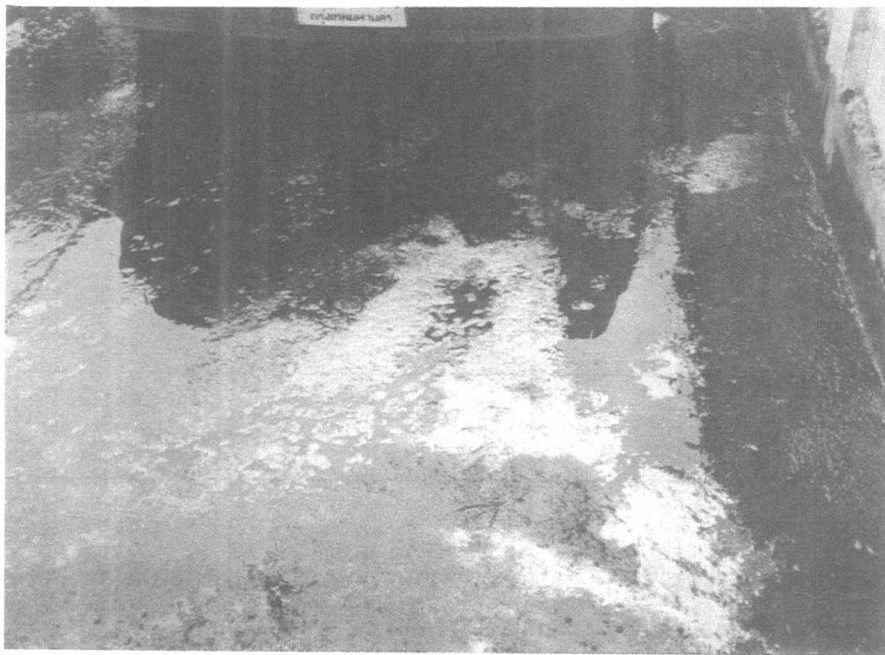
แหล่งน้ำในธรรมชาติเพื่อการอุปโภคและบริโภค รวมทั้งการเจ็บป่วยและตายของสัตว์เลี้ยงโดยไม่ทราบสาเหตุอยู่บ้าง ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการได้รับสารพิษจากแหล่งน้ำก็เป็นได้ แต่ผลที่เกิดขึ้นยังไม่รุนแรงพอที่จะทำให้มองเห็นปัญหาที่อาจจะเริ่มก่อตัวในอนาคตได้อย่างชัดเจน ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2537 ผู้เขียนมีโอกาสดูเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม แผนกชีววิทยาสังแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อมศึกษาแห่งชาติ (Environmental Microbiology Laboratory, Department of Environmental Biology, National Institute for Environmental Studies (NIES) ณ เมืองทซูกุบะ (Tsukuba) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีการศึกษาวิจัยและค้นคว้าเกี่ยวกับสารพิษจากสาหร่ายอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศญี่ปุ่นเองและในต่างประเทศ จากการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดกับ Dr. Makoto M. Watanabe ซึ่งเป็นหัวหน้าห้องปฏิบัติการ ผู้เขียนได้รับทราบว่า

Dr. Watanabe และคณะสนใจที่จะศึกษาถึงการสร้างสารพิษ จากสาหร่ายในแหล่งน้ำ ของประเทศไทย โดยคาดการณ์ว่าการที่ประชากรในหมู่บ้านชนบททางภาคเหนือของประเทศไทยบางแห่งมีอัตราการเกิดมะเร็งตับสูง น่าจะเนื่องมาจากการบริโภคน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการปนเปื้อนของสารพิษจากสาหร่าย ผู้เขียนเองไม่สามารถทราบได้ว่าสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นกลุ่มนี้ถูกต้องหรือไม่ และท่านผู้อ่านเองคิดว่าเราควรจะทำอย่างไรบ้าง หากสมมติฐานนี้เป็นความจริง

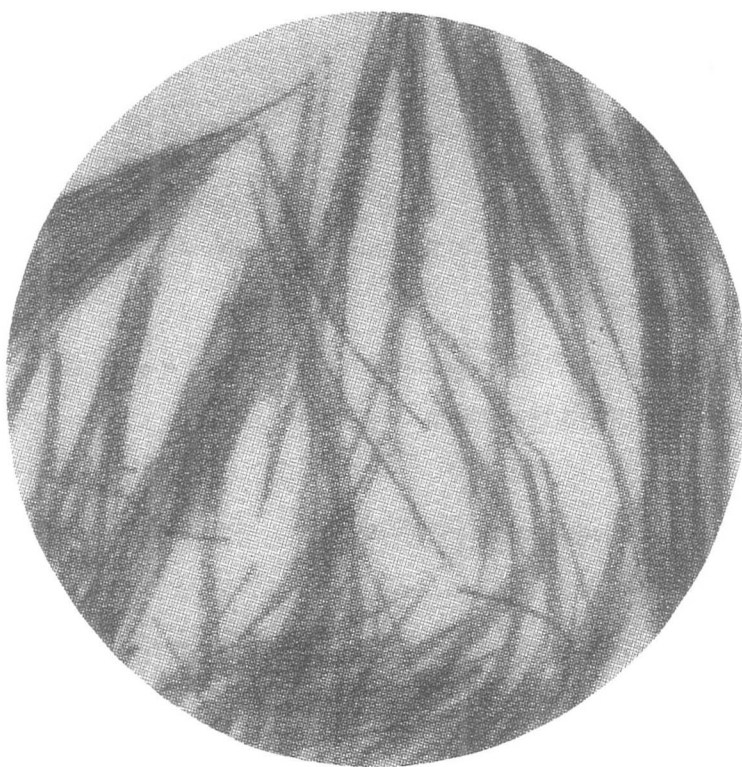


ตารางที่ 1 บางส่วนของรายงานที่แสดงถึงผลของสารพิษจากสารร้ายในแหล่งน้ำที่มีต่อมนุษย์และสัตว์

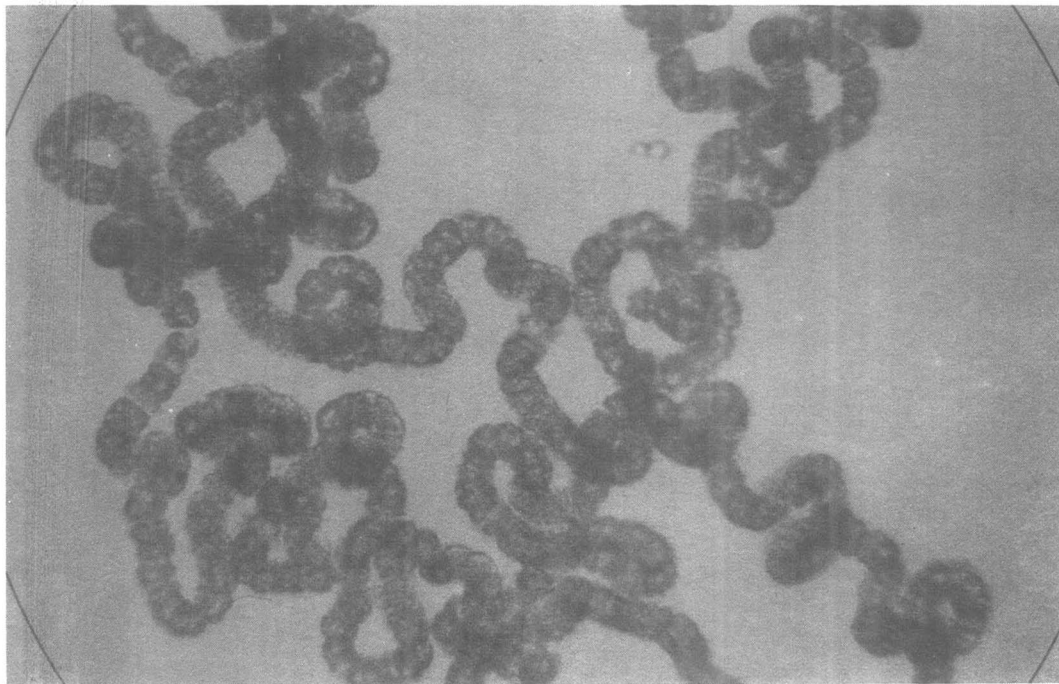
อุบัติการณ์	แหล่งอ้างอิง
เกิดการตายของปลาคาร์พและสัตว์อื่น ๆ อย่างกว้างขวาง ภายหลังจากลงตึมน้ำในแม่น้ำ Murray ประเทศออสเตรเลีย	Francis, G.,1878 อ้างซ้ำโดย Carmichael, W.W. 1994.
เกิดการตายของฝูงเป็ด และห่านที่โยกย้ายถิ่นจำนวนมากนับพัน ภายหลังจากตึมน้ำที่มีสารร้ายสีน้ำตาลเงินแกมเขียวปนเปื้อนใน แถบมิดเวสต์ ประเทศสหรัฐอเมริกา	Carmichael, W.W. 1994.
เกิดการตายของสุนัข และลูกวัวหลายตัวในมลรัฐ South Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา	Mahmood et al, 1988.
เกิดการตายของสุกร และเป็ดจำนวนมากในมลรัฐ Illinois ประเทศสหรัฐอเมริกา	Cook et al, 1989.
เกิดการระบาดของรุนแรงของโรคตับอักเสบใน Palm Island, รัฐ Queensland ประเทศออสเตรเลีย	Baurke et al, 1983.
เกิดการตายของฝูงโคภายหลังจากการตึมน้ำในทะเลสาบที่มี สารร้ายขึ้นปกคลุมบริเวณผิวน้ำในรัฐ Alberta ประเทศ แคนาดา	Smith & Lewis, 1987.
เกิดการตายของฝูงแกะและฝูงสุนัขภายหลังจากตึมน้ำใน อ่างเก็บน้ำในประเทศอังกฤษ	Lawton & Codd, 1991.
เกิดการเจ็บป่วยในหมู่ทหารที่ลงอาบน้ำในทะเลสาบใน ประเทศอังกฤษ	Lawton & Codd, 1991



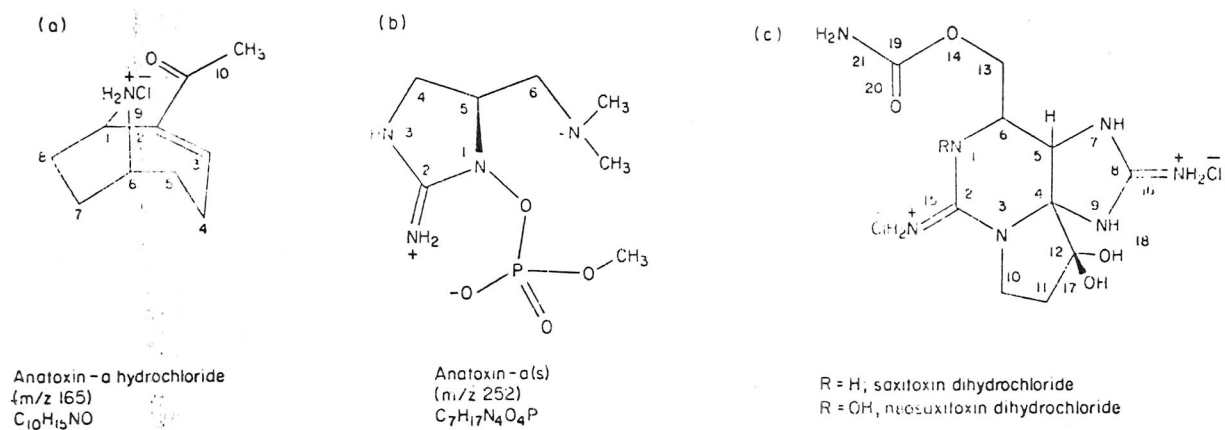
ภาพที่ 1 สาหร่ายที่เจริญเติบโตและก่อตัวเป็นแผ่น (algal mat) ขณะเกิดน้ำท่วม



ภาพที่ 2 สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สร้างสารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (neurotoxin) *Aphanizomenon flos-aquae*

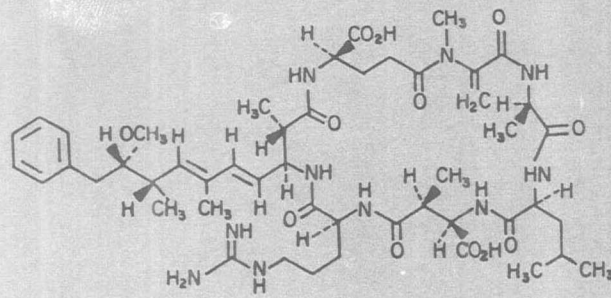


ภาพที่ 3 สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สร้างสารพิษที่ออกฤทธิ์ทำลายตับ (hepatotoxin) *Nodularia spumigena*

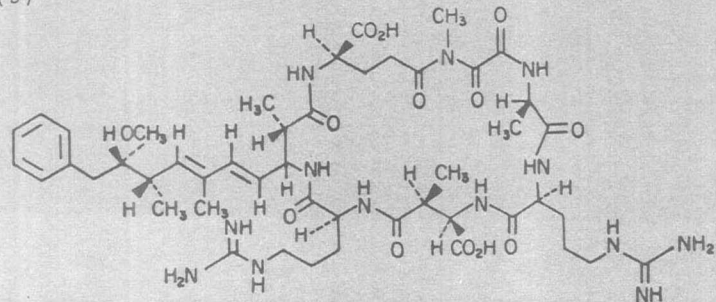


ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (a) anatoxin-a ผลิตโดย *Anabaena flos-aquae* และ *Oscillatoria* sp. ; (b) anatoxin-a (s) ผลิตโดย *Anabaena flos-aquae* ; และ (c) แซกซิทอกซิน, นีโอแซกซิทอกซิน ผลิตโดย *Aphanizomenon flos-aquae*

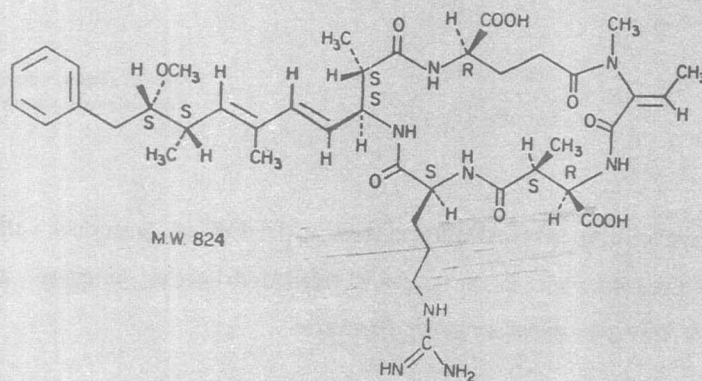
(a)



(b)



ภาพที่ 5 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารพิษที่ออกฤทธิ์ทำลายตับในกลุ่มไมโครซิสติน (a) microcystin-LR; (b) microcystin-RR ผลิต *Microcystis aeruginosa*



ภาพที่ 6 ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของสารพิษที่ออกฤทธิ์ทำลายตับ nodularin ผลิตโดย *Nodularia spumigena*



เอกสารอ้างอิง

- Baurke, A.T.C., Hawes, R.B., Neilson, A., and Stallman, N.D. 1983. An outbreak of hepato-enteritis (the Palm Island mystrey disease) possible caused by algal intoxication. *Toxicon. Suppl.* 3: 45-48.
- Carmichael, W.W. 1992. Cyanobacteria secondary metabolites the cyanotoxins. *J. of Appl. Bact.* 72 : 445-459.
- Carmichael, W.W. 1994, The toxins of cyanobacteria. *Scientific American*, Jan. 64-72.
- Cook, W.O. Beasley, V.R. Lovell, R.A., Dahlem, A.M., Hooser, S.B., Mahmood, N.S. and Carmichael W.W. 1989. Consistent inhibition of peripheral cholinesterases by neurotoxins from the freshwater cyanobacterium *Anabaena flos-aquae* : studies of ducks, swine, mice and a steer. *Environmental Toxicology and Chemistry* 8: 915-922.
- Lawton, L.A. and Codd, G.A. 1991. Cyanobacterial (blue-green algal) toxins and their significance in UK and European waters. *J. Inst. Water Environ. Manage.* 54: 460-465.
- Mahmood, N.A., Carmichael, W.W. and Pfahler, D. 1988. Anticholinesterase poisoning in dogs from a cyanobacterial (blue-green algae) boom dominated by *Anabaena flos-aque*. *Am. J. of Vet. Res.* 49: 500-503.
- Smith, R.A. and Lewis, D., 1987, A rapid analysis of anatoxin-a, the unstable toxic alkaloid from *Anabaena flos-aque*, the stable non-toxic alkaloids left after bioreduction and a related amine which may be nature's precursor to anotoxin-a. *Vet. them. Toxicol.* 29: 153-154.



ฆ่าทุกคน

ปรุงโดย วรวิศ บุญธรรมมา

ข่าวดีสำหรับคนอ้วน

คนอ้วนในที่นี้คงจะต้องหมายถึง เฉพาะสุภาพสตรีเท่านั้น เพราะสิ่งที่จะนำมาช่วยในการลดความอ้วนนี้ คงนิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่เฉพาะในหมู่สตรี

เมื่อไม่นานมานี้ บริษัทเครื่องประดับอัญมณีแห่งหนึ่งในญี่ปุ่น ได้นำสินค้าชนิดใหม่ออกวางตลาด สินค้านี้ได้แก่ต่างหู ที่นอกจากจะเสริมสร้างความสวยงามให้แก่ผู้สวมใส่แล้วยังมีคุณสมบัติพิเศษที่ไม่เหมือนต่างหูธรรมดาทั่วๆ ไปอีกด้วย ความพิเศษนี้ก็คือ เมื่อสวมใส่ต่างหูคู่นี้แล้ว การทำงานของจุด accupressure ที่ตั้งหูจะถูกกระตุ้นในลักษณะที่บริเวณดังกล่าวจะถูกกดทับ มีผลให้ความรู้สึกอยากอาหารของผู้สวมใส่น้อยลง

ตัวต่างหูได้รับการออกแบบอย่างสวยงามด้วยทอง 18 เค มีลักษณะเป็นห่วง ยืดหยุ่นได้ และเมื่อสวมใส่แล้ว จะกดทับตั้งหูไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของต่างหูได้ผลเต็มที่ คือ กดทับความรู้สึกอยากอาหารของผู้สวมใส่เอาไว้ ทำให้ไม่รู้สึกหิว นอกจากนั้น ต่างหูทั้งสองข้างยังประดับด้วยไข่มุก ซึ่งผู้ผลิตคุยว่าสามารถฉายแสงอินฟราเรดได้อีกด้วย

ต่างหูลดความอ้วนนี้มีขายทั่วไป



ในประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะตามร้านเสริมสวย ราคาขายปลีกตกประมาณคู่ละ 7,000-8,000 บาท

อย่างไรก็ตามมีสิ่งประตึษฐอยู่ชนิดหนึ่ง ที่พบว่าลดความอ้วนได้ผลชะงัดในหมู่คนทุกชาติทุกภาษานั้นคือธันบัตร์ ถ้าพบว่าในกระเป๋ามีธันบัตร์น้อย ความอยากอาหารก็จะลดน้อยลงไปด้วยเช่นกัน

.....นฤมล รื่นไวย

ฝ้าม่านสลายกลืน

ขณะนี้ได้มีการผลิตฝ้าม่านชนิดหนึ่งออกมาจำหน่าย ซึ่งมีคุณลักษณะพิเศษ คือ ช่วยกรองกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ได้ ฝ้าม่านชนิดนี้ ทำมาจากเส้นใยผ้าที่ผ่านกระบวนการทางแร่ธาตุต่างๆ จึงสามารถสลายกลิ่นแอมโมเนีย ซัลเฟอร์ และกลิ่นอื่นๆ ที่รบกวนจมูกได้ นอกจากนี้ ยังมีการออกแบบฝ้าม่านให้สวยงามและเหมาะสมกับการตกแต่งภายในได้หลายรูปแบบ ผู้ผลิตรับประกันว่า ฝ้าม่านชนิดนี้มีอายุการใช้งานที่ทนนาน สามารถถอดซักทำความสะอาดได้ โดยที่หลังการซักคุณสมบัติในการกรองกลิ่นยังใช้งานได้ไม่เปลี่ยนแปลง

.....นฤมล รื่นไวย

การฟื้นฟูต้นไม้อ่อนหลังน้ำลด

จากภาวะน้ำท่วมอย่างรุนแรง มีพื้นที่ได้รับความเสียหายอย่างกว้างขวางถึง 64 จังหวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคกลางและภาคตะวันออก มีน้ำท่วมมากที่สุดรวมถึง 24 จังหวัด พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหายรวม 8,217,292 ไร่ เป็นนาข้าว 4,856,114 ไร่ ข้าวโพดและถั่วเหลืองรวม 270,722 ไร่ เป็นสวนผลไม้ 144,217 ไร่

สภาพของน้ำท่วมขังส่วนใหญ่มีระดับสูงเกินกว่า 1 เมตร และท่วมขังเป็นเวลานานถึง 2 เดือน พืชไร่ทุกชนิดจึงตายหมด และต้องปลูกกันใหม่หลังน้ำลดแล้ว ทางด้านพืชสวนที่เป็นแปลงผักและแปลงไม้ดอก ก็ตายหมด และจะต้องปลูกใหม่เช่นเดียวกับพืชไร่ ไม้ผลอายุสั้นบางชนิดที่มีลำต้นไม่แข็งแรง เมื่อมีน้ำท่วมในระยะแรกก็เริ่มตายไปตามลำดับ เช่น มะละกอกล้วย ส่วนไม้ผลที่มีลำต้นแข็งแรงและเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่ปลูกกันอย่าง

กว้างขวางอยู่ในปัจจุบัน อาทิ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะม่วง กะท้อน มะปราง ขนุน ละมุด ชมพู่ มะพร้าว ถ้ายังมีทรงพุ่มขนาดเล็ก และมีน้ำท่วมมิดยอด ก็ตายหมดเช่นกัน

ในขณะที่น้ำท่วมขัง ถ้าต้นไม้ยังติดผลอยู่ให้รีบปลิดผลทิ้งให้หมดไม่ควรเข้าไปเหยียบย่ำบริเวณโคนต้น เนื่องจากดินมีลักษณะอ่อนทำให้รากชอกช้ำเสียหาย และที่สำคัญคือขณะน้ำท่วมขังถ้าชอกช้ำเงินเหลืองอยู่ในดินน้อยมาก ซึ่งรากพืชจำเป็นต้องใช้ในการหายใจ การลงไปเหยียบย่ำจะทำให้ก้ำชอกช้ำเงินในดินลอยขึ้นมา และมีน้ำเข้าไปแทนที่ทำให้รากขนอ่อนของพืชเสียหาย แล้วหายใจหรือแลกเปลี่ยนก๊าซไม่ได้ทำให้ต้นไม้ตาย

ต้นไม้ผลที่เหลือรอดหลังน้ำท่วมได้ จะเป็นต้นที่มีขนาดใหญ่ มีทรงพุ่มสูงพุ่มระดับน้ำ มีระบบรากแข็งแรง ส่วนใหญ่เป็นต้นที่ปลูกขึ้นมาจากการเพาะเมล็ด พบเห็นได้ทั่วไปตามสวนหลังบ้านริมแม่น้ำเจ้าพระยา แต่ต้นไม้เหล่านี้ก็มีโอกาสตายหลังน้ำลดได้ภายในระยะเวลา 1 เดือนที่เรียกกันว่าตายตามน้ำ อันเนื่องมาจากระบบรากเน่าเสียหาย ไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซดูดน้ำและอาหารได้ ต้นที่ยังมีชีวิตอยู่ถึงแม้ว่าน้ำจะลดไปนานกว่า 1 เดือนแล้วจึงนับได้ว่าเป็นต้นไม้ผลที่มีความทนทานเป็นเลิศส่วนใหญ่คือ มะม่วง มะปราง กะท้อน ละมุดและมะพร้าวที่ปลูกจากการเพาะเมล็ด

การฟื้นฟูต้นไม้อ่อนเหล่านี้ ควรทำตั้งแต่เนิ่นๆ ไม่ลด โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ ใช้ปุ๋ยยูเรียละลายน้ำ 1 % (ปุ๋ย 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร) ฉีดพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อเพิ่มอาหารและความสมบูรณ์แข็งแรงให้กับต้นไม้เนื่องจากระบบรากเสียหายเป็นบางส่วน จึงดูดน้ำและอาหารได้ไม่เต็มที่



การเข้าไปฉีดพ่นไม่ควรเหยียบย่ำบริเวณใต้ทรงพุ่ม เนื่องจากระบบรากจะเสียหายดังกล่าวแล้ว การฉีดพ่นปุ๋ยทางใบควรกระทำติดต่อกันเป็นเวลา 2-3 เดือน และเมื่อน้ำลดแล้วถ้ามีดินเลนมาปิดโคนต้น ควรโกยออกทิ้งเพื่อให้รากสัมผัสอากาศ แต่ถ้าไม่มีดินเลนควรปล่อยให้ระยะหนึ่งประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้หน้าดินโคนต้นมีลักษณะแข็งเล็กน้อย แล้วจึงพรวนโคนต้นตลอดทรงพุ่ม เพื่อให้รากสัมผัสอากาศได้มากขึ้น และควรใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ปุ๋ยที่มีตัวกลางสูงละลายน้ำรด) ซึ่งจะกระตุ้นการเจริญของรากให้แตกมากขึ้นการใช้ฮอร์โมนเร่งรากในระยะนี้จะได้ผลดีขึ้นแต่จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส

การตัดแต่งกิ่ง เพื่อให้ทรงพุ่มมีขนาดเล็กและให้แสงแดดส่องลงถึงโคนต้น มีความจำเป็นต้องกระทำในระยะนี้ ถ้าต้นไม้มีความทรุดโทรมมากก็จำเป็นต้องตัดกิ่งที่มีขนาดใหญ่ลงให้มาก เพื่อให้ต้นไม้ มีภาระเลี้ยงดูตัวเองน้อยลง จึงจะตั้งตัวได้เร็วขึ้น แต่ประการที่สำคัญที่สุด คือ ในการตัดแต่งกิ่งนั้น ห้ามป็นขึ้นไปบนต้นโดยเด็ดขาดและไม่ควรใช้บันไดพาด แต่ควรใช้โต๊ะหรือเก้าอี้รอง หรือใช้บันไดที่เป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งจะตั้งขึ้นและรับน้ำหนักอยู่ได้ด้วยตัวเอง

.... ดร.ปิยะ เฉลิมกลิ่น

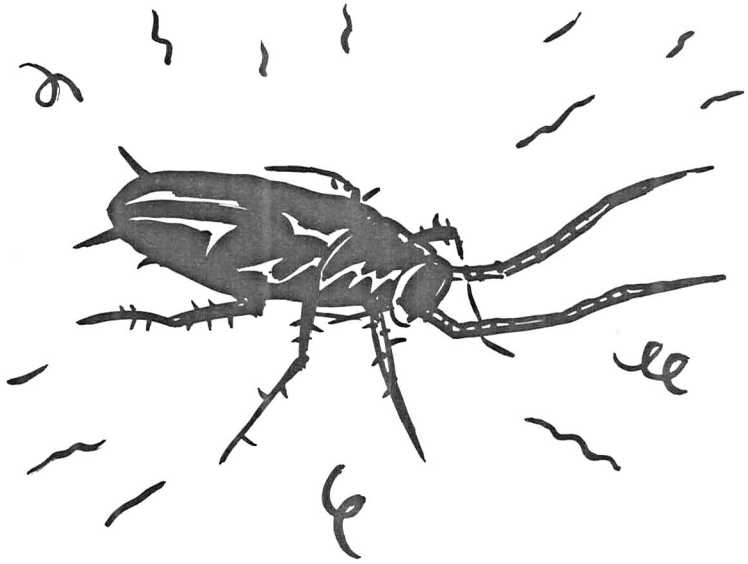
ยาด้านเชื้อโรคจากแมลงสาบกับ ความเป็นไปได้ในอนาคต

ปัจจุบันนี้เชื้อโรคต่าง ๆ มีแนวโน้มที่จะ "ดื้อยา" ต่อยาปฏิชีวนะมากขึ้น โรคบางโรคเริ่มจะรักษาได้ยากขึ้นเนื่องจากเชื้อดื้อยา ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณยาที่ใช้ให้สูงขึ้น ใช้เวลานานขึ้น และสิ้นเปลืองค่ารักษาพยาบาลมากขึ้นด้วย

ยาปฏิชีวนะที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันมักจะสกัดมาจากราหรือแบคทีเรียพวกสเตรปโตมัยซิส ดังนั้นนักวิจัยทั่วโลกไม่ว่าจะสังกัดบริษัทผู้ผลิตยาหรือสังกัดหน่วยวิจัยต่างๆ ในมหาวิทยาลัยจึงพยายามค้นหาแหล่งของยาปฏิชีวนะใหม่ๆ จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น จุลสาหร่าย (micro-algae), ฟองน้ำ (sponge) ฯลฯ แต่จะมีใครเชื่อบ้างว่าแมลงสาบสกปรกที่เราเห็นวิ่งอยู่ทั่วไปก็อาจจะเป็นแหล่งของยาด้านเชื้อโรคที่มีศักยภาพสูงได้เช่นกัน

แมลงสาบนั่นเมื่อเจริญเติบโตจะต้องมีการผลัดเปลือกทิ้ง (shedding) เหมือนกับการลอกคราบของแมลงอื่น ๆ ซึ่งในช่วงเวลานี้เองที่มันจะมีโอกาสติดเชื้อโรคได้ง่ายที่สุด อย่างไรก็ตามเนื่องจากแมลงสาบมีวิวัฒนาการด้านระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อแบคทีเรียที่ก้าวหน้ามาก จึงทำให้มันมีอายุยืนยาวกว่าแมลงโดยทั่วไป

ศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ ริชาร์ด คาร์พ แห่งมหาวิทยาลัยซินซินนาติ ในรัฐโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา สันนิษฐานว่าการที่แมลงสาบสามารถมีชีวิตที่ยืนยาวเป็นปี น่าจะเนื่องมาจากการมีระบบ



ภูมิคุ้มกันชนิดที่มีหน่วยความจำ เพื่อที่จะกำจัดเชื้อโรคชนิดเดียวกันที่มาุกรานเป็นครั้งที่สอง หรือสามได้ แต่จากการทดลอง โดยเพื่อนร่วมงานของดอกเตอร์คาร์พ พบว่าเมื่อฉีดเชื้อสเตรปโตคอคคัสที่ตายแล้วเข้าไปในแมลงสาบ หลังจากนั้นฉีดเชื้อเป็นๆ ตามเข้าไป แมลงสาบจะต่อต้านเชื้อโรคนั้นด้วยวิธีที่มีความเฉพาะเจาะจงสูง (highly specific) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับระบบของมนุษย์มาก แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่า นอกจากนี้มันยังมีวิธีการต่อต้านเชื้อโรคอย่างไม่เฉพาะเจาะจง (non-specific immune response) ด้วย ผลอันนี้ทำให้ข้อสันนิษฐานของดอกเตอร์คาร์พไม่ถูกต้องนัก แต่ก็นำไปสู่การค้นคว้าเพื่อให้ได้คำอธิบายว่าเพราะเหตุใดระบบภูมิคุ้มกันในแมลงสาบจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าในมนุษย์

จากการศึกษา พบว่าแมลงสาบ จะสร้างโปรตีนโมเลกุลใหญ่ขึ้นจากเซลล์เม็ดเลือดที่มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็วเพื่อจะต่อสู้กับแบคทีเรีย โปรตีนเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาอย่างเฉพาะเจาะจงกับ

แบคทีเรียและฆ่าเชื้อโรคนั้นเสีย ซึ่งจุดนี้เป็นข้อที่แตกต่างกับแอนติบอดีของคน เพราะถึงแม้ว่าแอนติบอดีจะทำปฏิกิริยาเฉพาะเจาะจงกับเชื้อโรค แต่มันจะไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคเหล่านั้นได้ด้วยตัวมันเอง ต้องอาศัยเซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่กินเชื้อโรคแทน

ดอกเตอร์คาร์พ อธิบายว่าการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในแมลงสาบมี 3 วิธี คือหนึ่ง มีระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อแบคทีเรีย สอง ใช้สารพิษ (toxin) ที่ละลายน้ำได้และสาม ปลุกถ่าย (transplanted) เนื้อเยื่อแปลกปลอมเข้าไป ในระบบภูมิคุ้มกันของแมลงสาบนี้มีโปรตีน 50 ถึง 60 ชนิด ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างเป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน มนุษย์จะสามารถนำระบบดังกล่าวมาใช้ได้ก็ต่อเมื่อสามารถแยกเอาจีน (gene) ที่ควบคุมการสร้างโปรตีน 50-60 ชนิดนี้ออกมาจากแมลงสาบได้ จากนั้นจึงย้ายจีนเหล่านี้เข้าไปไว้ในเซลล์ที่สามารถเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว เช่น เซลล์ของแบคทีเรียพวกที่ไม่เป็นเชื้อโรค เพื่อที่จะสร้างโปรตีนดังกล่าวใน

ปริมาณมาก ๆ ขั้นตอนที่กำลังมานี้ เป็นวิธีการที่ปฏิบัติกันอยู่แล้วในทาง เทคโนโลยีพันธุกรรม (genetic technology) นอกจากนี้ยังมีความ จำเป็นที่จะต้องให้เทคโนโลยีเพื่อ หยุดการที่ร่างกายของเราจะต่อต้าน โปรตีนแปลกปลอมจากแมลงสาบ ด้วย ซึ่งข้อนี้ไม่เป็นปัญหามากนัก เพราะมีการปฏิบัติกันอยู่แล้วในการ รักษาโรคมะเร็งโดยใช้แอนติบอดี จากหนู

เมื่อสามารถผลิตโปรตีนที่ จะฆ่าเชื้อโรคได้ในปริมาณมากแล้ว ขั้นต่อไปคือหาวิธีที่จะนำโปรตีน เหล่านี้เข้าสู่ร่างกายมนุษย์ ซึ่งถ้า หากเลือกวิธีการรับประทานเข้าไป

แทนที่จะเป็นการฉีด จะต้องป้องกัน ไม่ให้โปรตีนเหล่านี้ถูกย่อย โดยน้ำ ย่อยในกระเพาะอาหารทั้งนี้คำตอบ ที่เป็นไปได้ คือ แยกเอาส่วนที่ทำ หน้าที่สำคัญ (active site) ใน โปรตีนนั้น ๆ ออกมาผสมกับสาร อื่นๆ เพื่อทำเป็นยาเม็ดต่อไป โดย ขั้นตอนการผลิตยานี้จะเป็นเช่น เดียวกับการปรุงยาดำรับใหม่อื่น ๆ

จากเรื่องที่กล่าวมาข้างต้น คงจะจุดความสงสัยแก่ผู้อ่านบาง ท่านว่ามีเพียงแมลงสาบเท่านั้นหรือ ที่จะเป็นแหล่งของยาดำรับเชื้อโรคให้ มนุษย์ได้ ที่จริงแล้วสัตว์ชั้นต่ำบาง ชนิดเช่น ปลิงทะเล ปลาตาว และ ไข่เดือน ก็มีระบบภูมิคุ้มกันที่นำ

ศึกษามากเช่นกัน รู้แบบนี้แล้ว ท่านยังคิดว่ามนุษย์นั้นแข็งแกร่งกว่า สัตว์อยู่หรือไม่ หรือมองเห็นบ้าง ไหมว่าพวกเรานั้นอ่อนแอลงไป อย่างถนัดใจ

ถอดความจาก "The Point of The Cockroach" ในภาควิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของวารสาร The Economist ฉบับวันที่ 3-9 มิถุนายน 2538 หน้า 79

.....ณัฐพร พันธุ์มนาวิน



บริษัท เอกยงวงศ์ จำกัด

34/12 ถนนพระราม 2 เขตจอมทอง กทม. โทร. 4284603-5

ผลิตและจำหน่าย

ธูปหอม เมฆขาว ไร้ควัน

สัญลักษณ์ตราเมฆขาว สว่างวาวทุกเวลา หอมกลิ่นสุคนธา ฟุ้งรู้ว่าเจริญชัย
จุดแล้วไม่มีควันมีกลิ่นหอม ไม่ทำให้แสบตาเคืองตาคัดจมูก ไม่ทำให้ผ้าบ้านเหลืองหมอง
เหมาะสำหรับจุดในห้องแอร์ เหมาะสำหรับถวายพระสงฆ์

อวัยวะมนุษย์ จาก ฟาร์มสุกร

นฤมล รื่นไวย์

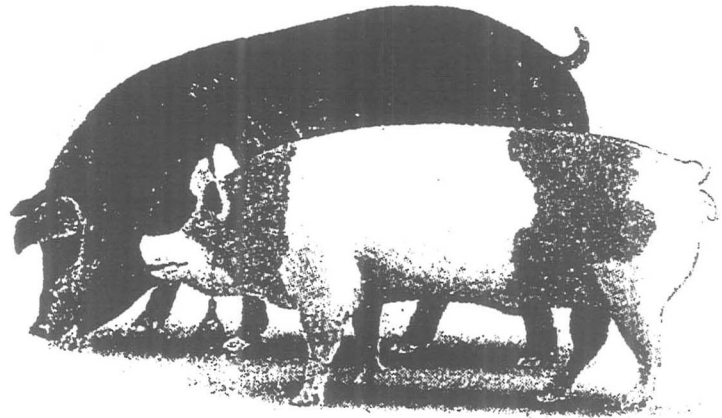
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900

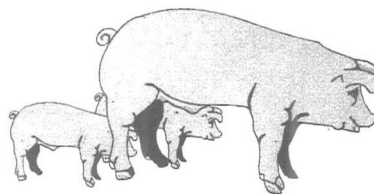
การปลูกถ่ายอวัยวะมนุษย์ (human organ transplant) ฟังดูอาจเป็นเรื่องไม่น่าตื่นเต้น หรือไม่ใช่เรื่องแปลกใหม่นัก เพราะได้มีการวิจัยทดลองด้านนี้มานาน และเริ่มประสบผลสำเร็จเป็นครั้งแรก เมื่อ ปี ค.ศ. 1954 นับแต่นั้นมา การปลูกถ่ายอวัยวะในร่างกายมนุษย์ก็เริ่มทำกันเรื่อยมา ไม่ว่าจะเป็นการผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจ ตับไต และยังเพิ่มความสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น ผ่าตัดต่อหัวใจเข้ากับปอดต่อไตกับตับอ่อน เป็นต้น

ปริมาณผู้ป่วยที่เข้าคิวรอการผ่าตัดเปลี่ยนอวัยวะก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน และนับวันก็จะมีมากขึ้น จนในปัจจุบันไม่สามารถสรรหาอวัยวะมาตอบสนองได้อย่างพอเพียง ประมาณการว่า ผู้ป่วยทั่วโลกที่ต้องการผ่าตัดประเภทนี้มีมากถึง 70,000 คน ต่อปี ในขณะที่อวัยวะสำรอง มีเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น

ด้วยเหตุนี้ การผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะมนุษย์ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี บรรดาแพทย์และนักวิจัยทั้งหลาย จึงไม่ยอมหยุดการทำงานลง แต่เพียงเท่านั้น ดังเช่นในประเทศญี่ปุ่น ได้มีการวิจัยทดลองหาแหล่งสำรองอวัยวะที่จะนำมาปลูกถ่ายให้แก่ผู้ป่วย และแหล่งสำรองอวัยวะที่แพทย์และนักวิจัยชาวญี่ปุ่นค้นพบในครั้งนี้ ก็ไม่ใช่ได้มาจากคน แต่ได้มาจากสัตว์ที่เรากินกันอยู่ทุกที่ทุกวัน นั่นคือ หมู

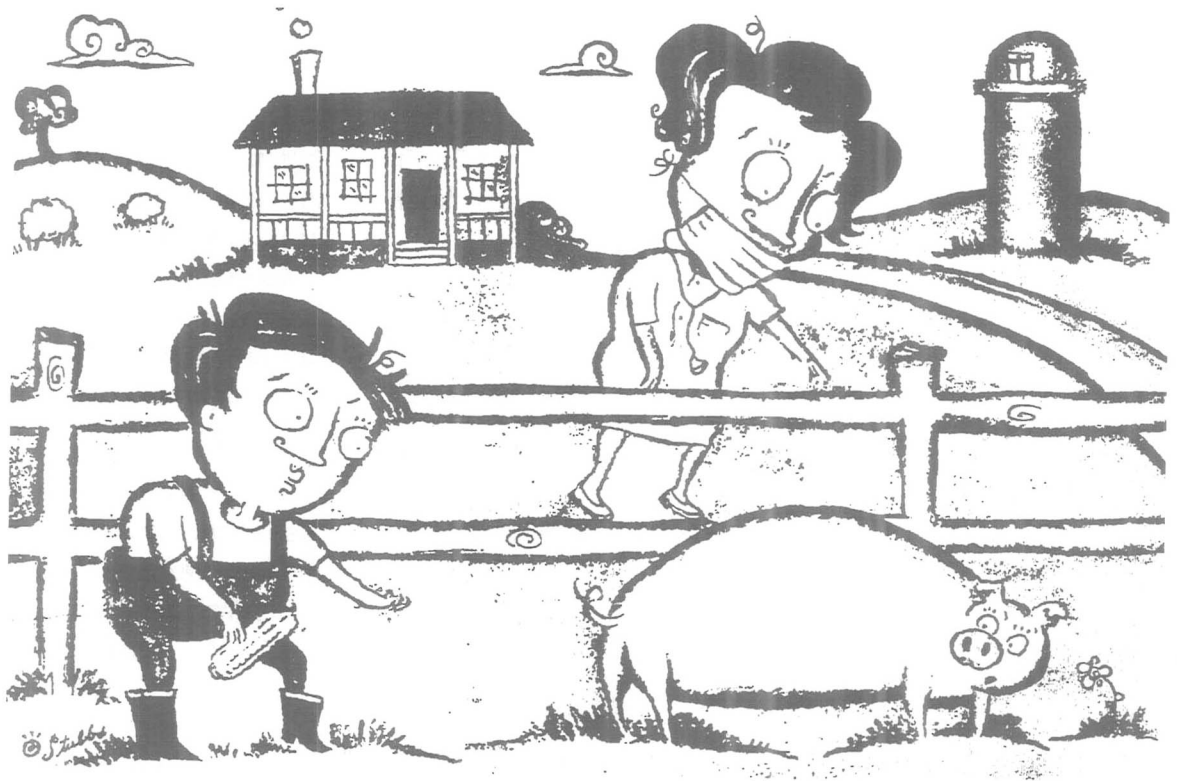


ท่านที่ชอบรับประทานเครื่องในหมู อาจจะคิดว่า มันเป็นไปได้อย่างไร เรื่องนี้นักวิจัยก็บอกว่า มันเป็นไปได้แล้ว โดย ศาสตราจารย์ ฮิโรชิ ทาคากิ หัวหน้าภาควิชาสัตวกรรม



คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนาโกยา ได้ทำการวิจัยค้นคว้าร่วมกับนักวิจัยอื่นๆ และประกาศผลการวิจัยออกมาว่า หมูที่เราเลี้ยงไว้รับประทานนั้น เป็นแหล่งผลิตอวัยวะชั้นยอด สำหรับนำมาทดแทนอวัยวะมนุษย์ ศาสตราจารย์ทาคากิกล่าวว่า หมูเป็นสัตว์เลี้ยงที่อยู่คู่กับคนมานาน ดังนั้น คนจึงรู้จักหมูดี และยังรู้จักสายพันธุ์ของหมูดีอีกด้วย อวัยวะบางอย่างของหมู ก็มีขนาดพอๆ กับของคน และระบบภูมิคุ้มกัน (immune system) ของหมู ก็ไม่แสดงปฏิกิริยากับเนื้อเยื่อแปลกปลอม ความคล้ายคลึงกันทางด้านชีวเคมีระหว่างหมูกับคน จึงทำให้สามารถปลูกถ่ายเนื้อเยื่อกันได้

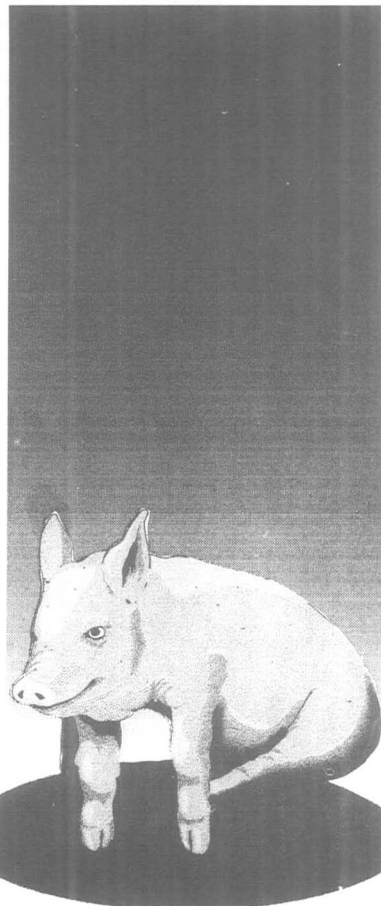
แปลและเรียบเรียงจากวารสาร Intersect Japan-Asia ฉบับที่ 8 ปี 1995



นอกจากนั้น หมูตัวเมียยังเป็นแม่พันธุ์ชั้นยอด ผลิตรูได้คราวละมากๆ แม่หมูตัวหนึ่งออกลูกได้ถึง 20 ตัว เลี้ยงดูง่ายและป้องกันโรคอันเกิดจากแบคทีเรียได้ง่ายกว่าสัตว์ประเภทอื่นๆ เช่น ม้า แกะ ลิง เชื้อโรคที่หมูจะเป็นพาหะมาสู่คนก็มีน้อยชนิดเช่นกัน โรคไข้หวัดใหญ่ที่เรียกว่า swine flu นั้นแท้จริงแล้วเกิดจากเปิดเป็นพาหะและมีหมูเพียง 2 ชนิด (species) เท่านั้น ที่เป็นพาหะแพร่พยาธิ ดังนั้น ศาสตราจารย์ทาคากิ และคณะวิจัยจึงเล็งเห็นว่า หมูเป็นสัตว์ที่เหมาะสมที่สุดในการจะนำเอาอวัยวะภายในมาใช้ปลูกถ่ายให้แก่คนเพื่อบรรเทาปัญหาอวัยวะขาดแคลน

อย่างไรก็ตาม นักวิจัยญี่ปุ่นได้พยายามค้นคว้าวิจัยเพื่อเอาชนะปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้น เพราะในการผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะระหว่างคนกับสัตว์นั้น จะมีอันตรายในเรื่องของระบบภูมิคุ้มกันของผู้รับหรือคนที่ทำการต่อต้านและปฏิเสธ ไม่ยอมรับเนื้อเยื่อแปลกปลอม ร่างกายของคนเรานั้นเปรียบเสมือนกองทัพที่สะสมอาวุธไว้เป็นคลังเพื่อไว้สำหรับป้องกันตนเอง เมื่ออาวุธชนิดหนึ่งไม่สามารถใช้ต่อต้านผู้บุกรุกได้ ก็จะมีการนำเอาอาวุธชนิดอื่นๆ มาใช้ขับไล่ผู้บุกรุกแทน ปฏิกิริยาด้านแรกของร่างกายมี

อาวุธสำคัญที่เรียกว่าทีเซลล์ (T cells) ในกระแสโลหิต ในช่วงการผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะในระยะเริ่มแรก ทีเซลล์นี้จะป้องกันต่อต้านอย่างเข้มข้น ทำให้การผ่าตัดล้มเหลว แต่เมื่อไม่นานมานี้ แพทย์สามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้ไซโคลสปอริน (cyclosporine) และตัวยาอื่นๆ มายับยั้งการทำงานของภูมิคุ้มกันดังกล่าว



นอกจากนี้ ยังมีระบบภูมิคุ้มกันที่เรียกว่า complement system ทำหน้าที่เหมือนทหารกองหนุน ซึ่งจะแสดงกิริยาต่อต้านอย่างฉับไว (hyperacute rejection) ระบบนี้ประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิดที่คอยตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในกระแสโลหิต หรือแม้แต่สิ่งแปลกปลอมที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหนัง นอก เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้ามา โปรตีนเหล่านี้จะเข้าไปรุมล้อมสิ่งแปลกปลอมนั้น แล้วส่งสัญญาณให้เซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันพิเศษที่มีอยู่ในกระแสโลหิตเข้าไปทำลายทันที

แพทย์และนักวิจัยได้แก้ปัญหานี้สำเร็จ โดยทำการแยกโปรตีนที่อยู่บนพื้นผิวเซลล์ ซึ่งป้องกันมิให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำลายเนื้อเยื่อของตนเอง โปรตีนนี้เรียกว่า shield proteins ทำหน้าที่เสมือนเกราะป้องกันโดยการปรับสภาพภูมิคุ้มกันที่ทำงานอย่างขยันขันแข็งให้เป็นกลาง การทดลองนี้เริ่มจากการผสมชิ้นส่วนทางพันธุกรรมของคนเข้ากับหนูไมส์ (mice) และหนูแฮมสเตอร์ (hamster) จากนั้น จึงมาทดลองกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ได้แก่ หมู แม่หมูที่ใช้ในการทดลอง จึงให้กำเนิดลูกหมูที่มี shield proteins อยู่ในร่างกาย และไม่ทำอันตรายเนื้อเยื่อของตนเอง อวัยวะของหมูที่ได้จาก

การทดลองนี้ ยังสามารถป้องกัน
ปฏิกิริยา hyperacute rejection ได้โดย
อัตโนมัติอีกด้วย

ในการผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะ
จำพวกตับและไต เพื่อให้ทำหน้าที่ใน
ร่างกายได้ตามปกตินั้น จะต้องปรับ
อวัยวะชิ้นใหม่ที่เปลี่ยนเข้าไปให้เกิด
ความเคยชินต่อระบบโลหิตเสียก่อน
และนักวิจัยก็ประสบผลสำเร็จในส่วน
นี้เช่นเดียวกัน โดยได้ทำการวิจัยเลี้ยง



หมูซึ่งมีเซลล์โลหิต O แบบมนุษย์ และ
เซลล์โลหิต C แบบหมูๆๆ ไป ปกติ
แล้วเลือดหมูและเลือดคนจะมีความ
ใกล้เคียงกันทางเคมีมาก ยกเว้นแต่
โมเลกุลบนพื้นผิวของเซลล์โลหิตเท่า
นั้นที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้
ระบบภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ตรวจจับสิ่ง
แปลกปลอม

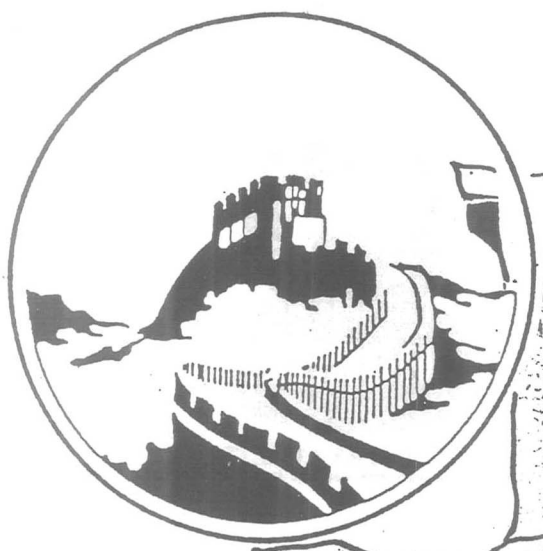
น้ำตาลในเลือดที่ช่วยในการผลิต
เลือดที่แตกต่างกันระหว่างหมูกับคน
นั้นก็มีความคล้ายคลึงกันอยู่มาก แต่
จะมีเอนไซม์ที่แตกต่างกันในการใช้น้ำ
ตาลดังกล่าว เพื่อให้ผลิตเลือดที่ออก
มาแตกต่างกัน คือ เลือดชนิด O ใน
มนุษย์ และเลือดชนิด C ในหมู
ศาสตราจารย์ทาคากิและคณะจึงได้
พยายามแก้ไขปัญหานี้ โดยการแยก
เอนไซม์ของมนุษย์ซึ่งช่วยในการผลิต
เลือดแบบ O แล้วฉีดเข้าไปในไขของ
แม่หมูที่ปฏิสนธิ 556 ฟอง จากนั้น จึง
ฉีดไขดังกล่าวเข้าไปในรังไข่ของแม่หมู
ในที่สุดก็ได้ลูกหมู 27 ตัว จากแม่หมู
ดังกล่าว และมีลูกหมูตัวหนึ่งซึ่งมี
เลือดเป็นทั้งแบบ C และแบบ O

งานวิจัยขั้นต่อไปที่นักวิจัยญี่ปุ่น
กำลังดำเนินการ คือ พยายามผลิต
สายพันธุ์สุกรที่มีลักษณะเลือดแบบ
มนุษย์ เพื่อให้มีปริมาณมากถึงขนาด
ทำเป็นฟาร์ม แต่ก่อนที่จะมีการเริ่มผ่า
ตัดปลูกถ่ายอวัยวะ จะต้องมีการทด
ลองและทดสอบเป็นระยะเวลานาน
พอสมควรว่าอวัยวะที่ปลูกถ่ายนั้น
สามารถทำงานอย่างปกติได้ผลดี

หลายคนอาจจะเห็นว่า การผ่าตัด
เปลี่ยนเอาตับหมูมาใส่ในคนนับเป็น
เรื่องเหลือเชื่อ แต่ศาสตราจารย์
ทาคากิเชื่อว่า ในที่สุดความรู้สึกละเช่นนี้
ก็จะหมดไป โดยเฉพาะในหมูผู้ป่วย
เพราะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ดีกว่า
การเสี่ยงให้เสียชีวิต หรือต้องล้าง
ฟอกอวัยวะ ด้วยเลือด ซึ่งเป็นการ
รักษาที่ยาวนานและเสียเวลา



ทางเลือกใหม่สำหรับ ผู้ใช้ปุ๋ย



ปุ๋ยตรากำแพง

ปุ๋ยตราสามกำลัง

ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชและดิน



บริษัท ธุรกิจเพื่อการเกษตร จำกัด
BUSINESS FOR AGRICULTURE CO., LTD.

สำนักงาน 99/196-197 ถนนประชาธิปไตย 1 ลาดยาว บางเขน กทม. 10900
โทร. 589-9164, 589-7111, 589-2572 แฟกซ์ 589-5239

เพื่อ
งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ด้วยถ่านหินถ่านการจาก

⊕ UM1-1.5 V

ก้อนละ 4.00 บาท

NO.999A

ใช้สำหรับระบบไฟฟ้าและวิทยุ



แบตเตอรี่แห้ง-DRYCELL BATTERY
ผลิตในประเทศไทย



⊖ บริษัท โกศลอุตสาหกรรม จำกัด KOSOL INDUSTRY CO.,LTD.

ผู้ผลิตถ่านไฟฉายตราม้าขาว

1284 ถนนจันทร์ ซอยเฉลิมพร เขตสาทร กทม. โทร. 211-3134

ด้วยความปรารถนาดี
จาก
ขอสนับสนุนการวิจัย
วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี



ของ
สถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย

สนิมรถหมดปัญหา

ด้วย



รับประกัน 5 ปี หรือ 100,000 ก.ม.

ศูนย์เคลือบสีรถยนต์ด้วย ระบบ **diamondbrite** โดย



ใหม่

รับประกัน 1 ปี

ชุบชีวิตสีรถยนต์ คาดูแลคไดมอนด์ไบรท์
ฝุ่นเกาะไม่ติดสีรถ-ไม่ต้องล้างรถบ่อยๆ



โปรดรักษา ทรัพย์สินของท่าน ก่อนจะสายเกินไป

ท่านที่นำรถมาบริการที่ **cadulac** RUST-PROOFED® ถึงจะช้าแต่ได้ผลคุ้มค่า
หากไม่ได้ผลจริง โปรดแจ้ง ตำรวจเศรษฐกิจ โทร. 234-5721
หรือแจ้งสำนักงานคุ้มครองผู้บริโภค โทร. 282-5019, 281-3229

เชิญติดต่อขอรับบริการได้ที่.....คาดูแลค ทุกสาขา

- สำนักงานใหญ่ : บริษัท คาดูแลค (ประเทศไทย) จำกัด
122/3 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนนอก กรุงเทพมหานคร 10400
โทร. 278-5190, 279-7444-5, 279-6789
FAX : 271-3473
- สาขาขอนแก่น : บริษัท คาดูแลค (เอเชีย) จำกัด
111 หมู่บ้านนาถาภิรต์ ต.ขมิ้น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 43000
โทร. 586-2338, 2511 FAX : 536-2909
- สาขานครบุรี : บริษัท คาราวินดีแอนด์เอช จำกัด
5/4 หมู่ที่ 2 ต.สามัคคี ต.พาทย์ อ.เมือง จ.นครบุรี 71000
โทร. 588-1029, 580-6537, 592-3516-8
FAX : 591-2478
- สาขาปทุมธานี : (มีเฉพาะเคลือบสี)
ห้างสรรพสินค้าแมริคัส ชั้น A1
กรุงเทพฯ 10700 โทร. 435-8920-29 ต่อ "คาดูแลค"

- สาขาหัวหมาก : (มีเฉพาะเคลือบสี)
ห้างสรรพสินค้าพลาซ่า ชั้น B.2
2176 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตย เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทร. 374-9480-4 ต่อ "คาดูแลค"
- สาขาบางนา : (มีเฉพาะเคลือบสี)
ห้างสรรพสินค้าอิมพีเรียล ชั้น 2B
120 ถนนบางนาตราด กม. 4 แขวงบางนา เขตพระโขนง กทม.
10110 โทร. 361-7770, 361-7785 ต่อ "คาดูแลค"
- สาขาเมืองทองธานี : (มีเฉพาะเคลือบสี)
52/137 ต.สีวันนารถ ต.บางพลี อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทร. 583-4275-77
- สาขานครใหญ่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
หาดใหญ่โมบิลิตี้คาร์แคร์
40/27 ต.คูสรวรังสรรค์ (ทางไป ม.อ.)
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90100
โทร. (074) 230-274, 235-321 FAX : (074) 235-322

- สาขานครราชสีมา :
ห้างหุ้นส่วนจำกัด โคราซ คาร์เซอร์วิส
998/2 ต.มิตรภาพ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทร. (044) 256-156 FAX : (044) 252-898
- สาขาอุบลราชธานี : ห้างหุ้นส่วนจำกัด
อุบลคอมมูนิตี้
141 ต.ชัยภูมิ ต.ในเมือง
อ.เมืองอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34000
โทร. (045) 241-949, 255-455 FAX : (045) 241-949
- สาขาเพชรบุรี : ห้างหุ้นส่วนจำกัด พงษ์ศักดิ์คาร์แคร์
181 หมู่ 1 ต.คันทองชล ต.ประจวบคีรีขันธ์ 77120
อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000
โทร. (032) 412-458, 413-211
- สาขาระยอง : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.โอ.พี คาร์เซอร์วิส
69/13 ต.จันทอุดม ต.ท่าประดู่ อ.เมือง จ.ระยอง 21000
โทร. (038) 860-146, 860-147

- สาขาตรัง : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอส พี คาร์แคร์
181/20-21 ต.พิทลุง ต.ทับเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง 92000
โทร. (075) 218-692, 218-639
- สาขานครปฐม : บีมเชลล์ ทรัพย์คณา
99/1 หมู่ที่ 4 ต.พระเกษม ต.อ.รวมศาลา
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
โทร. (034) 395-112-5
FAX : (034) 395-116
- สาขาปาดังเบซาร์ : แก่งกระสังคาร์แคร์
184 หมู่ที่ 7 ต.พระเกษม ต.วังพรง
อ.ปาดังเบซาร์ จ.ยะลา 91120
โทร. (01) 941-6036
- สาขาลพบุรี : บริษัท เจริญขอได้ แคร่เซ็นเตอร์ จำกัด
6/15 ม.3 ต.ลำปลายมาศ (เชิงสะพาน 8)
ต.ปาดังเบซาร์ อ.เมือง จ.ลพบุรี 15000
โทร. (036) 411-300, 412-570

Dyestuff and Chemicals

WITH THE COMPLIMENT



WINIMEX INDUSTRY COMPANY LIMITED
181/7 Surawong Road, Bangrak, Bangkok 10500
Thailand. Tel. 235-2072-4, 266-4360-4
Fax: 662-236-1199 Telex: 72060 WINIMEX TH.



SAROLUX

บริษัท สโรรักษ์ (ประเทศไทย) จำกัด
รับปรึกษาปัญหาสี ฝ้าย รอยแผลเป็น จุดต่างดำบนใยไหม
170/8-9 หมู่บ้านเทศบาลลาดสกล 2 ต.สุภาภิบาล 2. ถนนคันนาขาว เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230
โทร. 919-9251-3, 919-9365-72 แฟกซ์ 919-9250

ทั้งบับ ทั้งรัด ตลอดเข้าจรดเย็น ใครจะพกมอดกันได้ทั้งวัน... MICRO SOFT ใหม่จาก HEEL CARE

คู่แท้ที่มากับแผ่นยางรองรับแรงกระแทก พร้อมปุ่มนุ่มพิเศษ ถึงเวลาคลาย ก็สบายตลอดตัว



Heel Care
Health Sandals
Sandbjerg Denmark

สัญลักษณ์แห่งการน้อมเท้าจากเดนมาร์ก

ถอดความเครียด

สวมความสบาย

กับสนิมตลอดชีวิต
แม้จะล้างรถแบบนี้ทุกวัน



บิลสไตน์อาร์-2000 น้ำยาป้องกันสนิม
ไล่ ไร้กัลลีน และสามารถแทรกซึมเข้า
ปกป้องทุกส่วนของรถได้ทั่วถึง โดยไม่
ต้องเจาะหรือรื้อถอดรถคันใหม่ ของคุณเลย
เพียง 2 ชั่วโมงเราก็กลับรับประกัน
ว่ารถคุณจะไม่สนิมไปตลอดชีวิต

พร้อมการรับประกันทั่วโลก (INTERNA-
TIONAL WARRANTY) เช่นเดียว
กับรถปลอดสนิม อีกหลายล้านคันที่ใช้
บิลสไตน์ อาร์-2000

คราวนี้ ถึงรถคุณจะโดนน้ำสัปดาห์ไหน
สนิมก็ไม่มีทางเข้าใกล้รถคุณไปตลอดชีวิต



รับประกันตลอดชีวิต
สอบถามรายละเอียดการรับประกัน
ได้ที่ศูนย์บริการใกล้บ้านท่าน

ภาคกลาง ● บริษัท อาร์-2000 เซอร์วิส จำกัด 494/9 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทร.319-4244-5, 319-7179, 314-1206 ● บริษัท มงคลอโต้เชลล์
จำกัด 78/4 ม.4 ถ.รามอินทรา เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220 โทร.521-1695, 521-2159 ● บริษัท กัปตัน คาร์ไลท์ จำกัด 5/1 ถ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย
กรุงเทพฯ 10700 โทร.433-9505-7 ● TPVS Auto Car Care Service Ltd. 939/9 ถ.บางนา-ตราด ก.ม.3 (ข้างเซ็นทรัลบางนา) แขวงบางนา เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260 โทร.744-
0456-7 ● บริษัท ลภณ จำกัด 930/13 ก ถ.เอกชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000 โทร.(034)411-736 ภาคตะวันออก ● บริษัท เบนซ์ไค้ยู่ฮะ จำกัด 81/1 ถ.ทหาร อ.เมือง
จ.อุดรธานี 41000 โทร.(042)244-205-8 ● บริษัท เอส.พี.บ้านคาร์แคร์ จำกัด 553/8 ถ.มิตรภาพ ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร.(044)241-209, 253-256 ภาคตะวันออก
● บริษัท รอนส์ จำกัด 46/1 ม.4 ตรงข้ามแอปเปิ้ลวิลล์ ต.สุขุมวิท ต.เสม็ด อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000 โทร.(038)381-498 ● บริษัท เซเวนเจ (1991) จำกัด 550/2 ถ.สุขุมวิท ต.เนินพระ
อ.เมือง จ.ระยอง 21000 โทร.(038)616-753-5 ● บริษัท อาร์-2000 ฉะเชิงเทรา จำกัด 190 ม.1 ต.บางวัว อ.บางพระ จ.ฉะเชิงเทรา 24130 โทร.(038)538-112, 538-367 ภาคใต้
● บริษัท อาร์-2000 นครศรีธรรมราช จำกัด 504/12 ถ.ราชดำเนิน ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000 โทร.(075)343-429 ● บริษัท ดาวบ้านดอน (1995) จำกัด 402
ถ.ตลาดใหม่ ต.ตลาดใหม่ อ.เมืองสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 84000 โทร.(077)225-090, 286-784

รับสมัครตัวแทนจำหน่ายทั่วประเทศ
Ins.714-9405-10

บริษัท Lee Min จำกัด

ตราช้างบิน

REFINED COCONUT OIL FLYING ELEPHANT BRAND

สำหรับบริโภค และ ประกอบอาหาร



เครื่องหมายการค้า

ผลิต

ส่วนประกอบ น้ำมันมะพร้าว 99.98 %

清香植物食油

ปริมาณสุทธิ 14.25 ลิตร

พ.ร.บ. 11/2523

ผลิตโดย

บริษัท ชันฉิมผลจำกัด

1100 - 1102 ถนนพระราม 4 ย่านนาวา กรุงเทพมหานคร

利民有限公司

營業部 2220761

電話 2490321

五 咸 2490322

LEE MIN COMPANY LIMITED (1920)

บริษัท Lee Min จำกัด

ตราสตาลค์

REFINED COCONUT OIL STANG BRAND

สำหรับบริโภค และ ประกอบอาหาร



เครื่องหมายการค้า

ผลิต

ส่วนประกอบ น้ำมันมะพร้าว 99.98 %

清香植物食油

ปริมาณสุทธิ 13.75 ลิตร

พ.ร.บ. 5/2525

ผลิตโดย

บริษัท ชันฉิมผลจำกัด

1100 - 1102 ถนนพระราม 4 ย่านนาวา กรุงเทพมหานคร

利民有限公司

營業部 2220761

電話 2490321

五 咸 2490322

LEE MIN COMPANY LIMITED (1920)

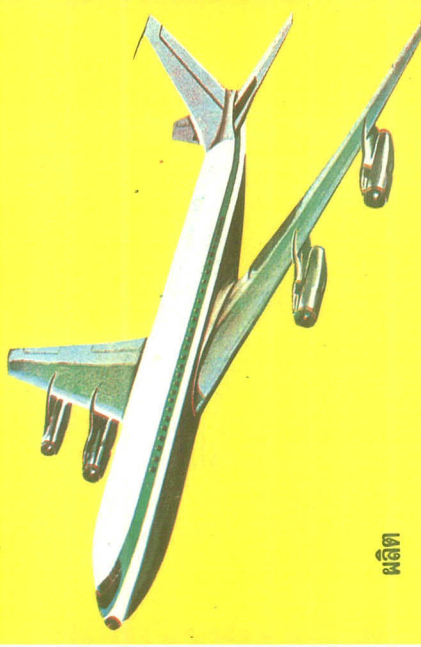
บริษัท Lee Min จำกัด

ตราเครื่องบิน

REFINED COCONUT OIL AEROPLANE BRAND

สำหรับบริโภค และ ประกอบอาหาร

เครื่องหมายการค้า



ผลิต

ส่วนประกอบ น้ำมันมะพร้าว 99.98 %

清香植物食油

ปริมาณสุทธิ 13.75 ลิตร

พ.ร.บ. 6/2525

ผลิตโดย

บริษัท ชันฉิมผลจำกัด

1100 - 1102 ถนนพระราม 4 ย่านนาวา กรุงเทพมหานคร

利民有限公司

營業部 2220761

電話 2490321

五 咸 2490322

LEE MIN COMPANY LIMITED (1920)

ขอแสดงความยินดี ก้าวสู่ปีที่ 11

ของ

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เพื่อ

งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**ด้วยความปรารถนาดี
จาก**

นายไพฑูรย์ แก้วทอง ส.ส. จังหวัดพิจิตร

180 ถนนเทศบาลรังรักษ์ใต้ ซอย 8 เขตลาดยาว จตุจักร กทม. โทร. 589-5771

ขอแสดงความยินดี
เนื่องในโอกาสครบปีที่ 11

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**ด้วยความปรารถนาดี
จาก**

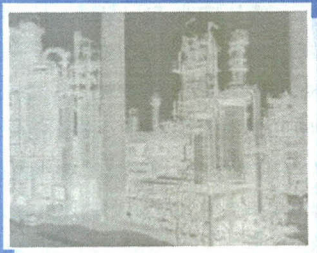


การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย

171 ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ 5351111
โทรเลข 6601 ออโรราไทย กรุงเทพฯ 10210
โทรสาร 5315559

171 Vithavadi Rangsit Road
Bangkok 10210, Thailand
Tel. 5351111
Telex TH 87424 AIRHOTL
TH 87425 AIRHOTL
Fax. 5315559

Cable Address: AIRPORTHAI
Bangkok 10210

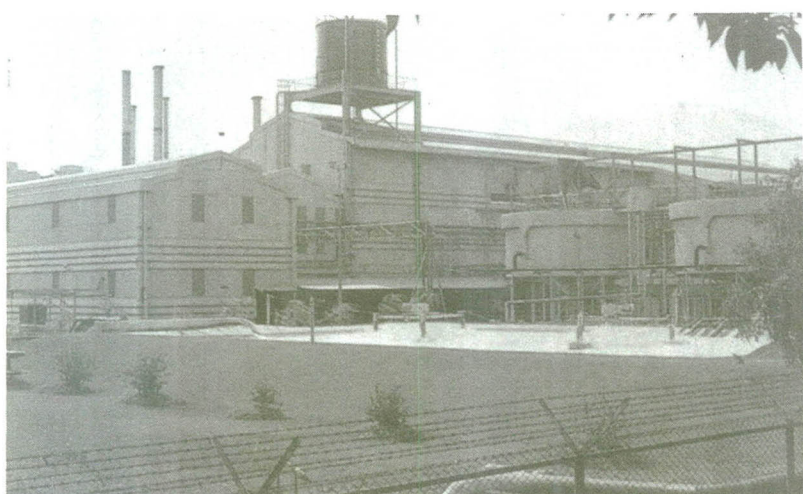


การบำบัดน้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม/เขตอุตสาหกรรม

ไพบยยุทธ กลิ่นสุคนธ์

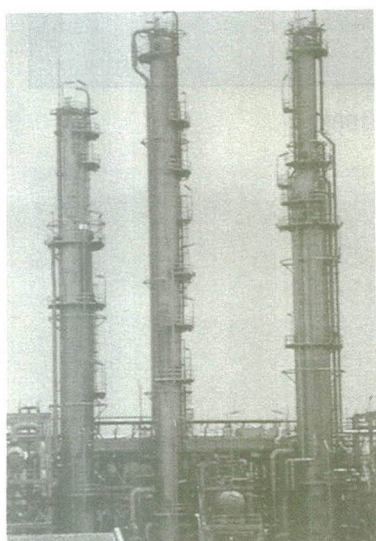
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



1 บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมที่ผ่านมา ด้านหนึ่งได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทางเศรษฐกิจและฐานะทางการเงินของประเทศ ตลอดจนได้ยกระดับคุณภาพชีวิตทางวัตถุของประชาชน โดยเปิดโอกาสให้คนไทยสามารถบริโภคสินค้าที่มีคุณภาพทัดเทียมกับนานาประเทศ ส่วนอีกด้านหนึ่ง เป็นการพัฒนาที่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยขาดการลงทุนการควบคุมและป้องกันมลพิษจากอุตสาหกรรมในระดับที่เพียงพอ เป็นผลให้เกิดการแพร่กระจายของสารพิษ ทำให้แม่น้ำลำคลองเน่าเสียและทำให้อากาศเสีย และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ทางสุขภาพอนามัยของคนไทย อันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวกำลังเสื่อมสภาพลง



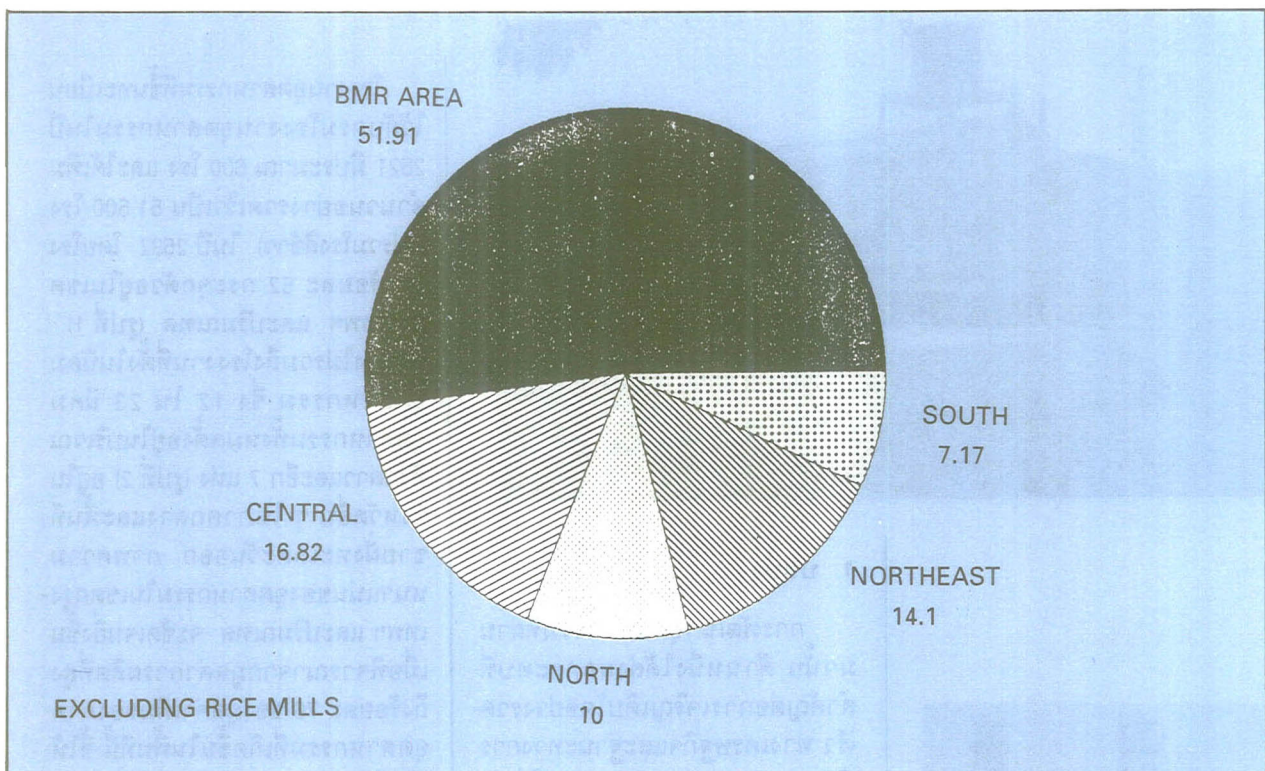
โรงงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี 2521 มีประมาณ 600 โรง และได้เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเป็น 51,500 โรง (ไม่รวมโรงสีข้าว) ในปี 2532 โดยโรงงานร้อยละ 52 กระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล (รูปที่ 1) ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงโรงงานที่ตั้งในนิคมอุตสาหกรรม ซึ่ง 12 ใน 23 นิคมอุตสาหกรรมทั้งหมดตั้งอยู่ในบริเวณดังกล่าวและอีก 7 แห่ง (รูปที่ 2) อยู่ในจังหวัดอื่น ๆ ในภาคกลางและพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ภาพความหนาแน่นของอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จะชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาจากมูลค่าการผลิตที่สูงถึงร้อยละ 76 ของมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่นี้ ซึ่งให้เห็นถึงการกระจุกตัวของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ในบริเวณดังกล่าว

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมนั้น แตกต่างจากของเสียที่เกิดจากกิจกรรมในครัวเรือน เนื่องจากมีส่วนประกอบสำคัญคือ กากสารพิษ (hazardous waste) เช่น โลหะหนัก สารเคมี น้ำมัน สารละลาย ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ สัตว์ และ พืช จึงควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษ อุตสาหกรรม 5 ประเภทแรกที่ปล่อยสารพิษออกมาในปริมาณมากคือ

อุตสาหกรรมโลหะ (basic metal) อุตสาหกรรมชุบหรือกลึงโลหะ (fabricated product) อุตสาหกรรมซ่อมประกอบทำอุปกรณ์ขนส่ง (transport equipment) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (electronic machinery) และ อุตสาหกรรมเคมี (chemicals) โรงงานเหล่านี้มีจำนวนถึง 15,126 โรงทั่วประเทศ ในจำนวนนี้ 10,152 โรง ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล และมีการจ้างแรงงานถึงร้อยละ 88 ของแรงงานทั่วประเทศที่ทำงานในอุตสาหกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้

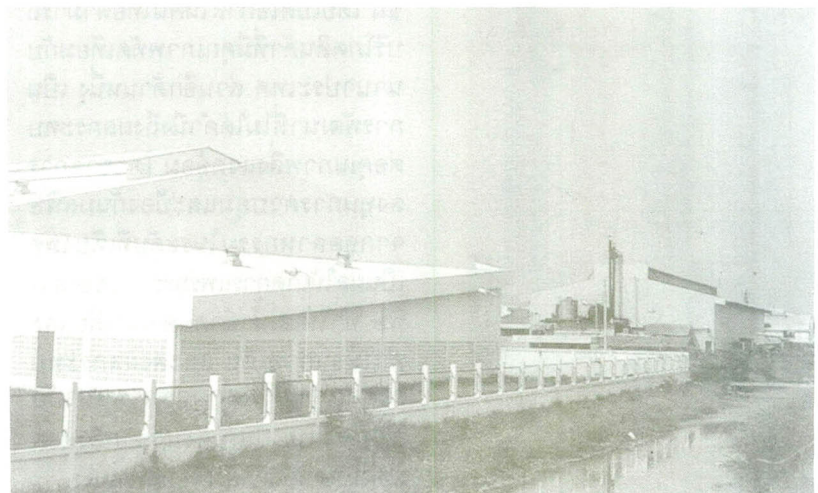
40,000 ต้นต่อปี ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณสารพิษ 1.1 ล้านตันในปี 2529 จะเห็นว่าสามารถกำจัดสารพิษได้ไม่ถึงร้อยละ 4 ของปริมาณที่เกิดขึ้น ดังนั้น ในแต่ละปีจะมีกากสารพิษตกค้างอยู่ถึงหนึ่งล้านตัน สารพิษตกค้างเหล่านี้ นอกจากจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์แล้ว ยังสามารถสะสมและเพิ่มพูนความเข้มข้นในห่วงโซ่อาหารได้

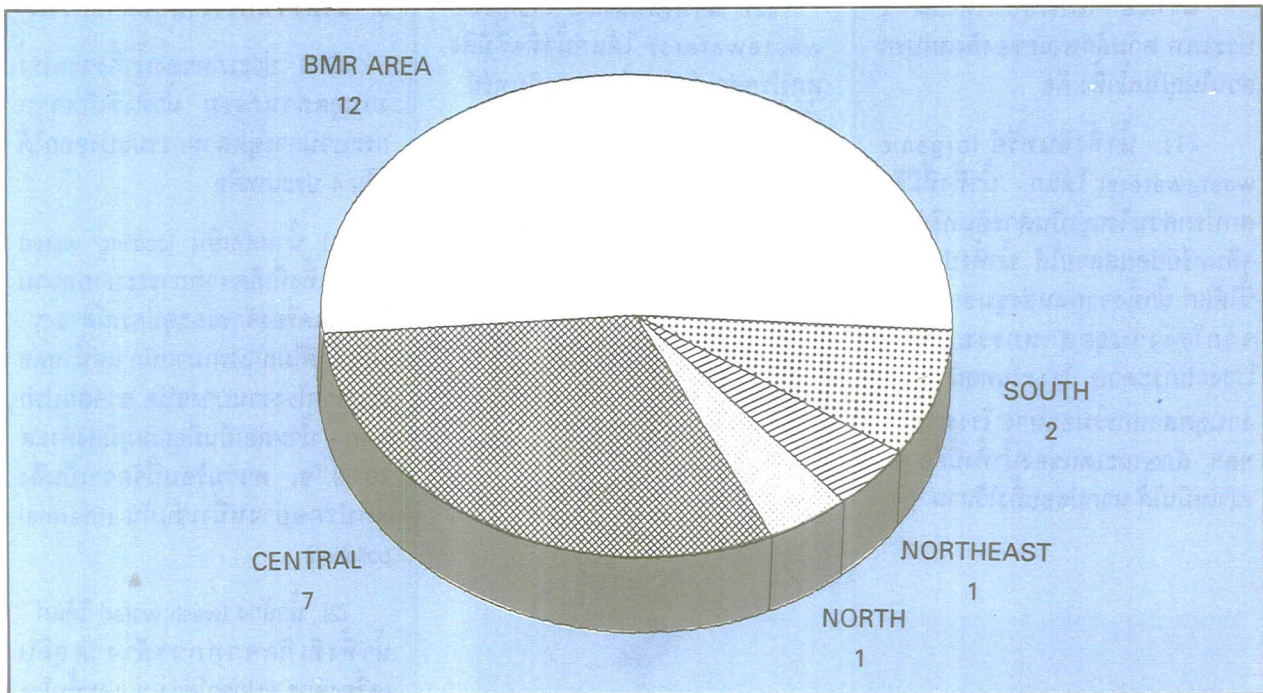
การขยายตัวของอุตสาหกรรมควบคู่กับการเติบโตอย่างรวดเร็วของเมือง ส่งผลให้คุณภาพน้ำและคุณภาพอากาศเสื่อมโทรม น้ำเสียจากอุตสาหกรรมมีส่วนทำให้บางช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนเน่าเสียอย่างรุนแรง และมีคุณภาพน้ำต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ



รูปที่ 1 Distribution of Registered Factories by Region (1989)

ในช่วงปี 2522 และ 2532 มูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมจากอุตสาหกรรมที่ไม่ผลิตกากสารพิษลดลงจากร้อยละ 71 เป็นร้อยละ 42 ในขณะที่มูลค่าเพิ่มจากอุตสาหกรรมที่ผลิตกากสารพิษเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 29 เป็นร้อยละ 58 ในช่วงเวลาเดียวกัน ในปัจจุบันประเทศไทยมีศูนย์กำจัดกากสารพิษเพียงแห่งเดียวที่ ต.แสมดำ เขตบางขุนเทียน ซึ่งมีความสามารถในการบำบัดโดยประมาณเพียง





รูปที่ 2 Distribution of Factories in Industrial Estates (By Region)

แม้ในปัจจุบันจะมีกฎหมายหลักในการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม ได้แก่ พระราชบัญญัติควบคุมโรงงาน พระราชบัญญัติสาธารณสุข และพระราชบัญญัติอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่ออกมาในปี 2535 แต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรมก็ยังขาดกลไกการดำเนินงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และการขออนุมัติจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่เข้าข่ายในการจัดทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะต้องส่งรายงานดังกล่าวให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม เป็นผู้พิจารณา ก่อนที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะออกใบอนุญาตประกอบการให้

ในส่วนของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย นอกเหนือจากการจัดหาที่ตั้งอุตสาหกรรมแล้ว ยังต้องดูแลควบคุมมลพิษและบำบัดของเสียจากอุตสาหกรรมด้วยตัวเอง กรมโรงงานอุตสาหกรรม ไม่มีอำนาจในการเข้าตรวจสอบโรงงานที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบของการนิคมอุตสาหกรรม

แห่งประเทศไทย ในปัจจุบัน การนิคมอุตสาหกรรมให้ความสนใจในเรื่องของการบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก ในจำนวนนิคมอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในขณะนี้ ไม่ปรากฏว่ามีโรงบำบัดกากสารพิษกลาง เต้าเผากากสารพิษ หรือมาตรการในการควบคุมอากาศเสียแต่อย่างใด

2. แหล่งและลักษณะของน้ำทิ้ง

น้ำทิ้ง (wastewater) หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ อาทิ เช่น การชำระล้างร่างกาย การประกอบอาหาร การขับถ่ายของเสีย การล้างวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม การล้างเครื่องจักร การหล่อเย็น เครื่องจักร ฯลฯ ทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ถ่ายเทลงมาเจือปนอยู่ในน้ำ ปริมาณสิ่งสกปรกในน้ำทิ้งหรือความสกปรกของน้ำทิ้งจึงขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของน้ำ ดังนั้นน้ำทิ้งจากแต่ละแหล่งจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน

1) ประเภทของน้ำทิ้ง

น้ำทิ้งแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามแหล่งกำเนิด คือ

(1) น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน (sewage) ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัย อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงมหรสพ โรงแรม ฯลฯ เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ อาทิเช่น การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การประกอบอาหาร การขับถ่าย ฯลฯ สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำทิ้งประเภทนี้ ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร สบู่ ผงซักฟอก อุจจาระ ปัสสาวะ ฯลฯ

(2) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastewaters) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร การระบายความร้อน ฯลฯ สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้และชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำทิ้งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของสิ่งสกปรกส่วนใหญ่ในน้ำทิ้ง คือ

(1) น้ำทิ้งอินทรีย์ (organic wastewaters) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ ลักษณะเด่นของน้ำทิ้งนี้คือ จะเน่าเหม็นได้ หากปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ

(2) น้ำทิ้งอนินทรีย์ (inorganic wastewaters) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ และโรงงานผลิตสารเคมี เช่น โรงงานชุบโลหะ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานผลิตกรดกำมะถัน โรงงานผลิตปุ๋ยฟอสเฟต ฯลฯ

3. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

(3.1) ประเภทของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

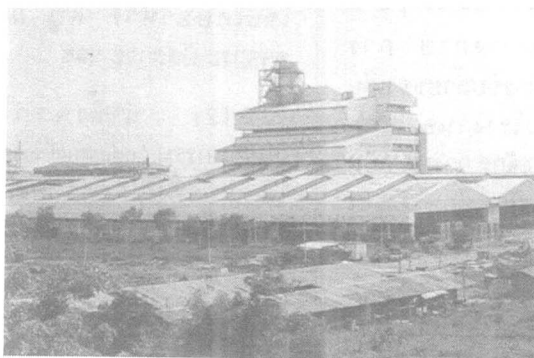
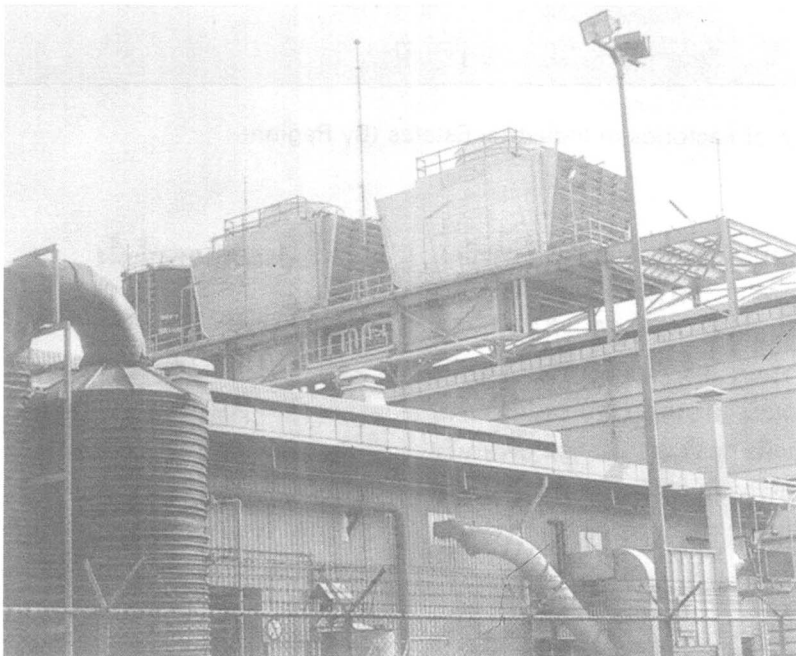
(1) น้ำหล่อเย็น (cooling water) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยปกติไม่สกปรกมากนัก แต่น้ำหล่อเย็นจากโรงงานบางชนิด อาจสกปรกมาก น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 40-60 °ซ. ความร้อนนี้จัดว่าเป็นสิ่งสกปรกอย่างหนึ่งเช่นกัน (thermal pollution)

(2) น้ำล้าง (wash water) ได้แก่ น้ำทิ้งที่เกิดจากการล้างวัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ และพื้นโรงงาน เป็นต้น น้ำล้างนี้อาจมีความสกปรกมาก เช่น มีสารเคมีต่าง ๆ ในการล้างทำความสะอาดละลายปนอยู่มาก

(3) น้ำเกิดจากกระบวนการผลิต (process wastewater) เป็นน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่เป็นน้ำทิ้งที่สกปรกมาก

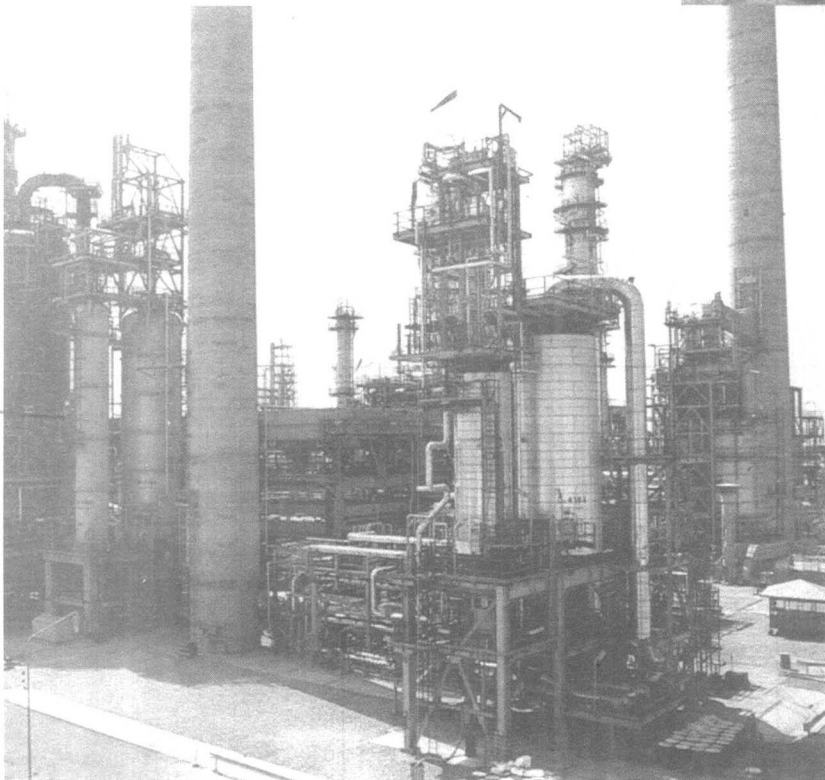
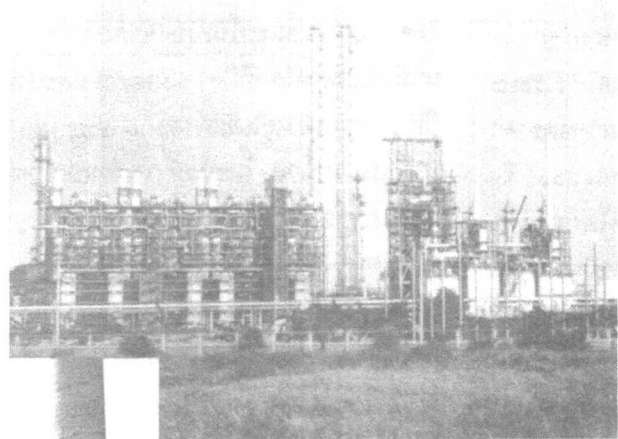
(4) น้ำทิ้งอย่างอื่น (miscellaneous wastewaters) เช่น น้ำคอนเดนเซอร์ (condenser water) ซึ่งเป็นน้ำทิ้งที่ใช้ในการควบแน่นไอน้ำในบาร์โรมेटริกคอนเดนเซอร์ (barometric condenser) น้ำทิ้งจากหม้อน้ำ (boiler blowdown) น้ำทิ้งจากเครื่องทำน้ำอุ่น ฯลฯ ที่สำคัญที่สุดได้แก่ น้ำคอนเดนเซอร์ซึ่งมีปริมาณมาก อุณหภูมิสูง และมีสิ่งสกปรกละลายปนอยู่ด้วย

(3.2) ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม แม้แต่โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน ปริมาณน้ำทิ้งอาจไม่เท่ากัน เนื่องจากข้อแตกต่างในด้านกระบวนการ



ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณ BOD ของโรงงานบางประเภท

ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม	ปริมาณน้ำทิ้ง ลบ.ม./ตันผลผลิต	ปริมาณ BOD กก./ตันผลผลิต
โรงงานแป่งมันสำปะหลัง	35	170
โรงงานทำเยื่อกระดาษจากซังอ้อย	150	199
โรงงานทำกระดาษเขียน	150	14-16
โรงงานทอผ้าฝ้าย	12	21
โรงงานฆ่าสัตว์	6-22	12-14
โรงงานต้มกลั่นสุรา	5	14



ผลิต และการควบคุมการผลิต ตารางที่ 1 แสดงปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ในต่างประเทศและในประเทศไทย โรงงานอุตสาหกรรมที่มีน้ำทิ้งมากได้แก่ โรงงานทอผ้า โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานแป่งมันสำปะหลัง ฯลฯ

(3.3) ลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตารางที่ 2 แสดงลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทในประเทศไทย ตารางที่ 1 แสดงปริมาณ BOD ของน้ำทิ้งอินทรีย์ในอุตสาหกรรมบางชนิด แสดงรวมไว้ด้วยในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ลักษณะของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทในประเทศไทย

ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม	pH	Suspended solids mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	Total-N mg/l	Total-PO ₄ mg/l
โรงงานน้ำอัดลม	2.4	-	71,200	-	-	-
โรงงานแป้งมันสำปะหลัง	3.8	-	6,550	10,919	-	-
โรงงานสุรา	2.3-5.5	5,240-23,833	17,500-45,000	56,971-193,600	398-2,161	27-375
โรงงานทอผ้า, ย้อมผ้า	7.4	356	5,700	16,569	-	-
โรงงานกระดาษ	9.40	900	752	2,267	1.5	-
โรงงานไอศกรีม	7.3-7.6	28	2,988	4,769	-	13
โรงงานสับปะรดกระป๋อง	4-5	300	1,685-3,453	-	-	-
โรงงานบะหมี่สำเร็จรูป	6.75	1,188	2,775	6,425	-	45
โรงงานประกอบรถยนต์	7.50	463	26	337	-	15
โรงงานเนย	7.2-8.9	172-183	214-321	596-650	-	1

4. สิ่งสกปรกในน้ำทิ้ง

สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำทิ้งที่ต้องกำจัดออกมีดังต่อไปนี้คือ

(1) จุลินทรีย์ (microorganisms) มีอยู่มากในน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย (bacteria) และเชื้อโรคต่าง ๆ

(2) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ (biodegradable organics) ได้แก่ สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้ เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน เป็นต้น

(3) ตะกอนแขวนลอย (suspended solids) ได้แก่ สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ และอยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอย เช่น ตะกอนเศษเยื่อกระดาษ ตะกอนแป้ง ตะกอนดินทราย ฯลฯ

(4) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีปริมาณน้อยมาก (traces organics) สารอินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ถึงแม้จะมีปริมาณน้อยมาก แต่ก็ทำให้เกิดกลิ่นและรสในแหล่งน้ำได้ ตัวอย่างสารอินทรีย์ประเภทนี้ได้แก่ ฟีนอล (phenol)

(5) สารพิษ (toxic substances) ได้แก่ โลหะหนัก เช่น ปรอท แคดเมียม และสารอินทรีย์บางชนิด เช่น ไซยาไนต์ ยาฆ่าแมลง ฯลฯ

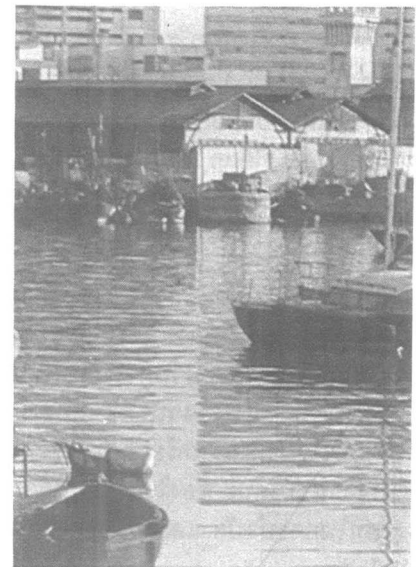
(6) สีและความขุ่น สีในน้ำทิ้งถึงแม้ว่าส่วนมากจะไม่ใช่พิษ แต่ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีสีน่ารังเกียจ การกำจัดสีทำได้ยากในทางปฏิบัติ เพราะค่าใช้จ่ายสูงมาก ความขุ่นก็เช่นกัน ทำให้น้ำในแหล่งน้ำดูสกปรก

(7) สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นปุ๋ยของพืชน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดี่ยวที่เรียกว่าอัลจี (algae) ถ้าน้ำทิ้งมีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป อาจทำให้น้ำมีสีเขียวขุ่นได้

(8) สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก (nonbiodegradable organics) สารเหล่านี้อาจทำให้เกิดสภาพที่น้ำรังเกียจขึ้นได้ในลำน้ำ เช่น ผงซักฟอก (alkyl benzene sulphonate) อาจทำให้เกิดฟองในลำน้ำได้

(9) น้ำมันและสิ่งสกปรกลอยน้ำ (oil and floating material) น้ำมันและสิ่งสกปรกลอยน้ำ เช่น ขยะมูลฝอย ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีสภาพน่ารังเกียจ นอกจากนี้ น้ำมันยังปนอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำอีกด้วย

(10) สารที่ระเหยได้ (volatile material) ไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารระเหยต่าง ๆ อาจทำให้เกิดปัญหาอากาศเสียขึ้นได้



5. ระบบบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

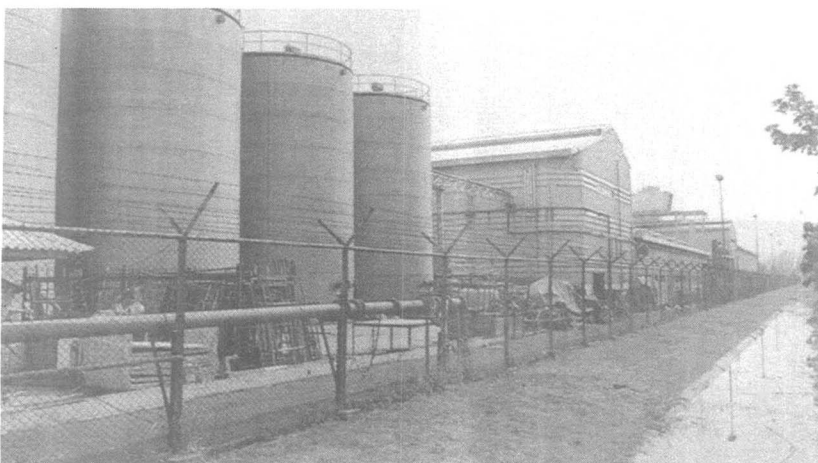
การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างยุ่งยากกว่าการบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชนและต้นทุนการบำบัดสูงกว่ามาก ทั้งนี้เพราะ

ก) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีอุณหภูมิสูงมาก ประมาณ 40-60 °C. ทำให้ต้องมีหระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิ ตัวอย่างเช่น น้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมผ้า

ข) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปมีกรดหรือด่างเจือปนอยู่มาก ทำให้ค่า pH ต่ำหรือสูงกว่า 7 มาก จำเป็นต้องมีการปรับค่า pH

ค) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มักจะขาดอาหารเสริมสร้างบางอย่าง ที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จำเป็นต้องเติมสารประกอบที่มีธาตุทั้งสองนี้ลงไป ในน้ำทิ้ง หากจะบำบัดด้วยกระบวนการชีววิทยา

ง) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มักมีค่า BOD สูงมาก การลดค่า BOD จนถึง 20 มิลลิกรัม/ลิตร ตามมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และกระบวนการบำบัดยุ่งยากซับซ้อน



๑) น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม มักมีสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่กำจัดยากปนอยู่ด้วยที่สำคัญที่สุดได้แก่ สีนําทิ้งของโรงงานทำเยื่อกระดาษและโรงงานย้อมผ้า

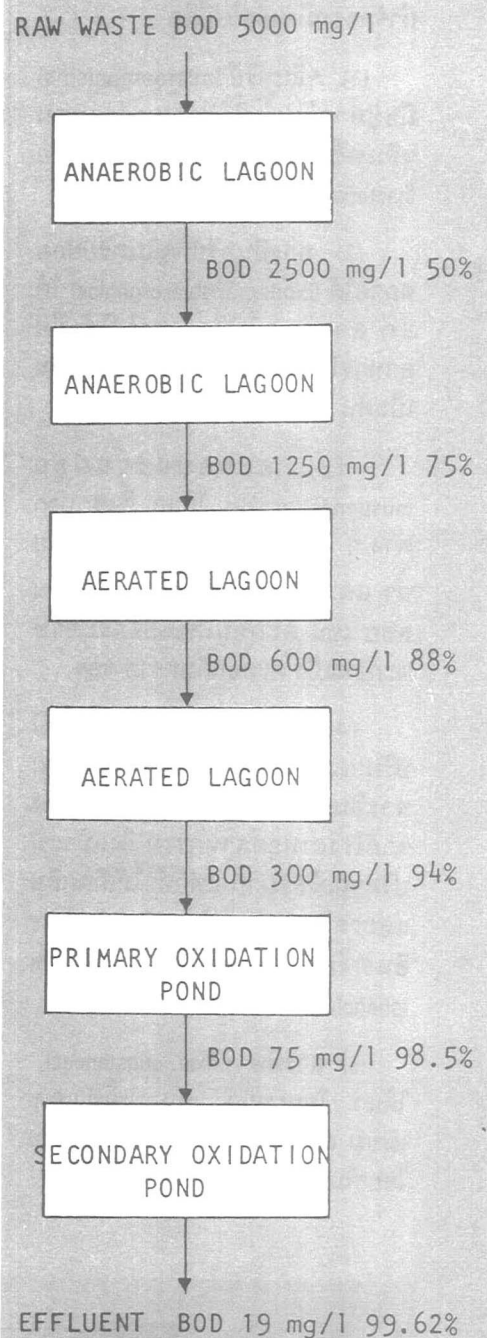
การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมไม่มีกระบวนการแบบแผนแน่นอน กระบวนการบำบัดขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปน้ำทิ้งอินทรีย์เช่นน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ ต้องใช้กระบวนการเคมีในการบำบัด และไม่มีวิธีการอื่นให้เลือกมากนัก ส่วนน้ำทิ้งอินทรีย์ที่ต้องบำบัดด้วยกระบวนการชีววิทยานั้น จะมีกระบวนการบำบัดที่เลือกใช้ได้หลายแบบ

โดยทั่วไปแล้ว น้ำทิ้งอินทรีย์มีค่า BOD สูงเกินกว่า 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร จะต้องบำบัดขั้นต้นด้วยกระบวนการชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจนก่อน แล้วจึงบำบัดในขั้นต่อไปด้วยกระบวนการชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจน ดังแสดงในแผนผังรูปที่ 3

การบำบัดน้ำทิ้งอินทรีย์ด้วยวิธีเคมีเช่นตกตะกอนด้วยสารส้มหรือปูนขาว โดยทั่วไปจะไม่สามารถลดค่า BOD ได้ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร เว้นแต่ในกรณีที่มีค่า BOD ต่ำมาก เพราะกว่าครึ่งหนึ่งของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจะเป็นสารละลายซึ่งตกตะกอนไม่ได้ ดังนั้น การตกตะกอนด้วยสารเคมีจึงบำบัดได้แต่ BOD ที่เป็นตะกอนแขวนลอยและอนุภาคคอลลอยด์เท่านั้น และ ลดค่า BOD ได้ไม่เกิน 50% การบำบัดวิธีนี้จึงเป็นแต่เพียงการบำบัดขั้นต้นเท่านั้น

6. การจัดการน้ำเสียเขตอุตสาหกรรม

หลักการในทางปฏิบัติการจัดการน้ำเสียเขตอุตสาหกรรม แสดงไว้ในรูปที่ 4 ซึ่ง โดยหลักการจะมีระบบรวบรวมน้ำเสียจากโรงงานแยกออกจากระบบระบายน้ำฝน โรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีน้ำเสียที่มีสารพิษหรือสารกำจัดยาก เช่น สี โลหะหนัก สารเคมี และสารอินทรีย์เป็นต้น จำเป็นต้องได้รับการบำบัดขั้นต้นก่อนจะระบายลงระบบรวบรวมน้ำทิ้ง เพื่อไปกำจัดรวมยังระบบบำบัดกลางได้ ระบบบำบัดกลางที่เขตอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้รองรับน้ำเสียอุตสาหกรรมก็จะเป็นระบบแบบชีววิทยา (biological process) ซึ่งมีหลายระบบที่นำมาใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้แก่ ระบบ aerated lagoons, activated sludge, oxidation ditch เป็นต้น และโดยสภาพที่แท้จริงในเขตอุตสาหกรรม จะมีน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัย และศูนย์การค้าที่จะต้องส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดกลางด้วยเช่นกัน ลักษณะน้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัย และศูนย์การค้าที่จะต้องส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดกลางด้วยเช่นกัน ลักษณะน้ำเสียจึงเป็นแบบผสมระหว่าง น้ำทิ้งชุมชนและน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ตัวอย่างของอุตสาหกรรมบางประเภทที่น้ำทิ้งมีลักษณะที่กำจัดยาก เป็นปัญหาค่อบบบบำบัดกลาง จำเป็นต้องมีการบำบัดขั้นต้นก่อน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4



รูปที่ 3 ขั้นตอนการบำบัดน้ำทิ้ง



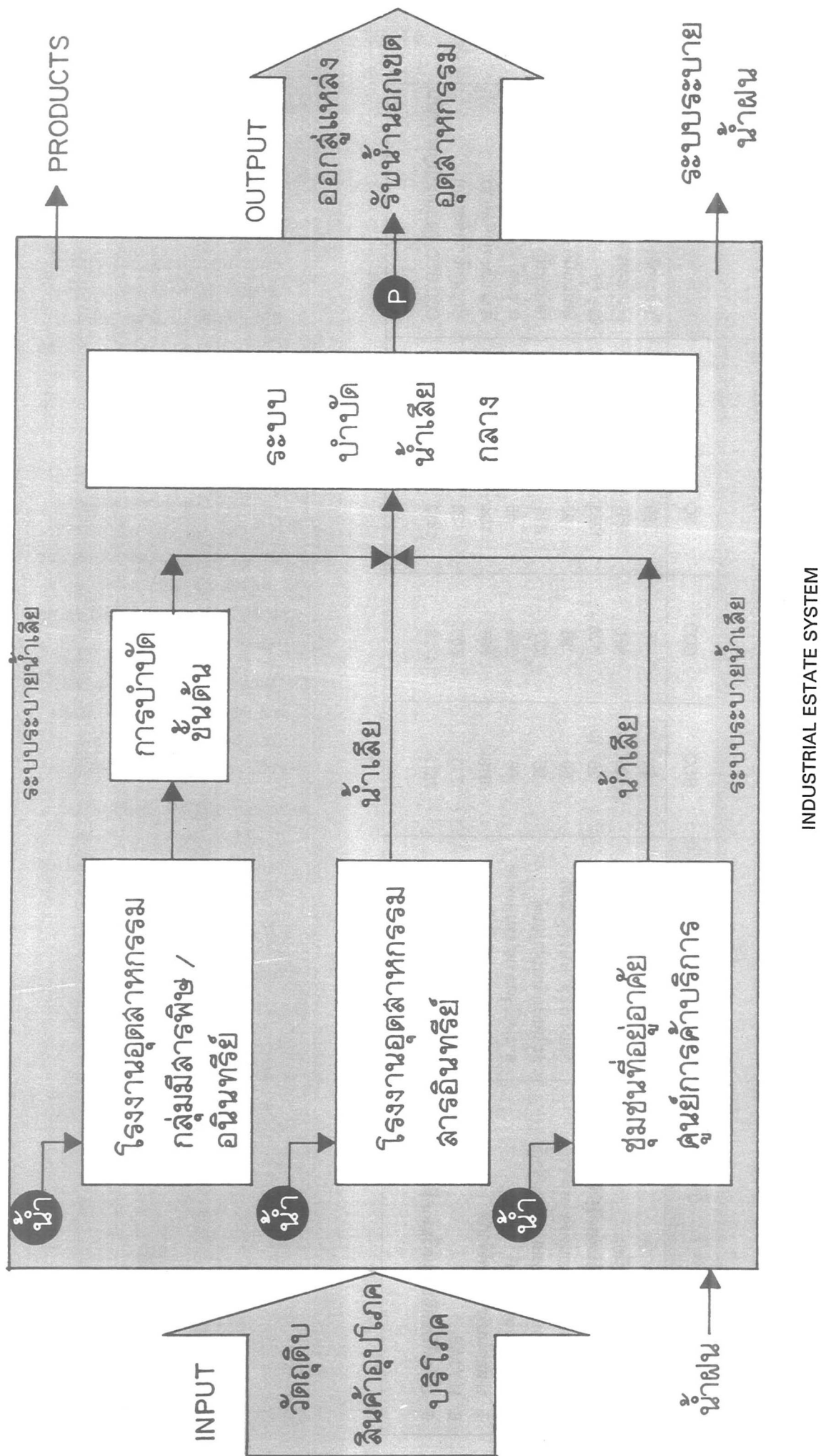
ตารางที่ 3 แนวทางเลือกกระบวนการบำบัดน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสำหรับมลสารแต่ละชนิด

มลภาวะ	แหล่งกำเนิดชนิดของน้ำทิ้ง	มลสาร	หน่วยกำจัดสำหรับระบบบำบัด
1. ความขุ่น (turbidity)	การทำเหมือง, โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ, อุตสาหกรรมเหมืองแร่, อุตสาหกรรมกลึงโลหะ	สารแขวนลอย	ตะแกรงกัน, ตกตะกอนธรรมชาติ, ทำให้ลอย, ตกตะกอนด้วยสารเคมี, การกรอง
2. สี (colour)	โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ, อุตสาหกรรมหมัก, อุตสาหกรรมผลิตสี, สี, สีย้อม, ฟอกหนัง, ชุบโลหะ	วัสดุสี, ย้อม, กรดอินทรีย์, ลิกนิน, จีออนของโลหะหนัก, ของแข็งที่มีสี	ตะแกรงกัน, ตกตะกอนธรรมชาติ, ตกตะกอนด้วยสารเคมี, การกรองดูดซึม, แลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า, ออกซิเดชัน/รีดักชัน, และการสกัด
3. กลิ่น (odour taste)	อุตสาหกรรมอาหาร, ผลิตเยื่อและกระดาษ, การผลิตคาร์บอน, โรงแยก & กัดน้ำมัน, อุตสาหกรรมเคมีขั้นสูง	แอมโมเนีย, ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ฟีนอล, เมอร์แคปแทน, อินโดล, สกาโตล, กรดไขมัน เป็นต้น	การเติมอากาศ, ดูดซึม, ออกซิเดชัน/รีดักชัน, การสกัด
4. พีเอช (pH)	อุตสาหกรรมเหมืองแร่, กลึงโลหะ ชุบโลหะ, การย้อม, ฟอกหนัง, อุตสาหกรรมเคมีขั้นสูง	สภาพเป็นกรด/ด่าง	ปรับสภาพให้เป็นกลาง แลกเปลี่ยนประจุ ระบายให้แห้ง
5. บีโอดี (BOD)	อุตสาหกรรมหมัก, ผลิตเยื่อและกระดาษ, ปิโตรเคมี, อุตสาหกรรมอาหาร, ฟอกหนัง, อุตสาหกรรมทอ/ย้อม	องค์ประกอบของ BOD (สารอินทรีย์, แลคตาไรด์, แป้ง, โปรตีน, ไขมัน เป็นต้น)	ตะแกรงกัน, ตกตะกอนธรรมชาติ, ทำให้ลอย, ตกตะกอนด้วยสารเคมี, การกรอง, ระบบเสียดสีตะกอน, ย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจนอิสระ, ย่อยสลายในสภาพมีออกซิเจน, การดูดซึม, แลกเปลี่ยนประจุ, การออกซิเดชัน เป็นต้น

ตารางที่ 3 (ต่อ)

มลภาวะ	แหล่งกำเนิด/ชนิดของน้ำทิ้ง	มลสาร	หน่วยกำจัดสำหรับระบบบำบัด
6. ซีโอดี (COD)	น้ำทิ้งที่มี COD	สารที่เป็นตัวรบกวนทางเคมี (ซัลไฟด์, ซัลไฟด์, Fe^{+2} , สารอินทรีย์ เป็นต้น	ตะแกรงกัน, ตกตะกอนธรรมดา, ทำให้ออย, ตกตะกอนด้วยสารเคมี, ระบบเลี้ยงตะกอน, การกรอง, ย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนอิสระ/ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ, การดูดซับแลกเปลี่ยนประจุและการออกซิเดชัน
7. น้ำมัน/ไข (oil/fat)	โรงแยกไขมันน้ำ, ไบโตรีเคมี อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล, อุตสาหกรรมทอ/ย้อม	น้ำมันและไข	การทำให้ออย, การตกตะกอนด้วยสารเคมี, การกรองด้วย membrane, การสกัด, ระบบเลี้ยงตะกอน, ดูดซึม, และออกซิเดชัน เป็นต้น
8. เกลลี่ (ของแข็งละลายน้ำ)	ถลุงโลหะ, ซุปโลหะ ผลิตเยื่อกระดาษ	เกลลี่ที่ละลายน้ำ	การระเหยให้แห้ง, การตกตะกอนด้วยปฏิกิริยาทางเคมี, แลกเปลี่ยนประจุ, รีเวิร์สออสโมซิส, แยกประจุด้วยไฟฟ้า, การแยกประจุทำให้ออย
9. สารพิษ (toxic material)	เหมืองแร่, อุตสาหกรรมเคมีขั้นสูง, ยากำจัดศัตรูพืช, ซุปโลหะ	โลหะหนัก, ไฮยาไนด์, ฟีนอล, สารประกอบออร์แกนิคของปรอท	การตกตะกอนธรรมดา, ตกตะกอนด้วยสารเคมี, ดูดซึม, แลกเปลี่ยนออกซิเดชัน/รีดักชัน, การสกัด

ที่มา : Technical Paper, Water Reuse Promotion Centre, Japan, Nov. 2990



รูปที่ 4 หลักการจัดการน้ำเสียเขตอุตสาหกรรม

ตารางที่ 4 ลักษณะน้ำเสียและปัญหาของโรงงานในเขตอุตสาหกรรมที่ศึกษา

โรงงาน	ผลิตภัณฑ์	ลักษณะน้ำเสีย (ค่าเฉลี่ย)				ปัญหา
		BOD	COD	SS	PH	
1. บม.หจก.ไฟฟ้าจำกัด	มีเตาจักรไฟฟ้า	61	75	89	7.54	โลหะหนัก Zn, Cr
2. บ.มีประสงคอุตสาหกรรม	การอบอะลูมิเนียม	103	491	656	7.76	pH/ โลหะ Al
3. บ.อุตสาหกรรมสีอินดิคเตอร์จำกัด	เหล็กเส้น	26	170	1383	10.12	pH, Fe
4. บ.บางกอกอาร์ตแอนด์คราฟท์จำกัด	กล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์	60	98	90	7.18	โลหะหนัก
5. บ.จักรยานสยามอุตสาหกรรมจำกัด	อะไหล่รถจักรยานยนต์	98	727	618	8.96	โลหะหนัก Zn, Cr
6. บ.ยูทีเอ็นเคมีภัณฑ์	สารเคมีอุตสาหกรรม textile	98	299	56	7.68	สารเคมี (Toxic)
7. บ.สยามบรรจุภัณฑ์จำกัด	กล่องกระดาษบรรจุภัณฑ์	318	665	134	6.75	สี/น้ำมัน กำจัดยาก
8. บ. Y.M.P.	ฟอกย้อม	275	609	38	8.65	ปัญหาคำจัดยาก
9. บ.อิมพีเรียลอินดิคเตอร์เคมีคัลส์จำกัด	Fatty acid	7512	14726	1412	6.43	COD/BOD สูง และปัญหาไขมัน

เอกสารอ้างอิง

1. พันธุมวนิช, วีระ และคณะ. 2533. การพัฒนาอุตสาหกรรมและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องนโยบายและแนวทางการจัดการน้ำเสียของประเทศไทย จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และบริษัท ไอบีเอ็ม ประเทศไทย จำกัด ณ ชั้น 5 อาคารไอบีเอ็ม.
2. รัตสุข, เสริมพล และ กลิ่นสนธิ์, ไชยยุทธ 2524, การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
3. Nemerow, N.L. 1963. Theories and Practices of Industrial Waste Treatment. Addison Wesley Publishing Company Inc., London.
4. Water Re-Use Promotion Centre. 1990. Technical Papers Related to Industrial Water Supply, Industrial Wastewater Treatment, Wastewater Re-Use Water Analysis and Desalination, Nov. 1990, Tokyo, Japan
5. Zaro, C.A. and Pyle, D.L. 1984. Agro-industrial wastes in Thailand : A survey and assessment of treatment methods. ASEAN/EEC Scientific and Technological Co-operation Programme, Bangkok.



โรงไฟฟ้านิวเคลียร์

เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์

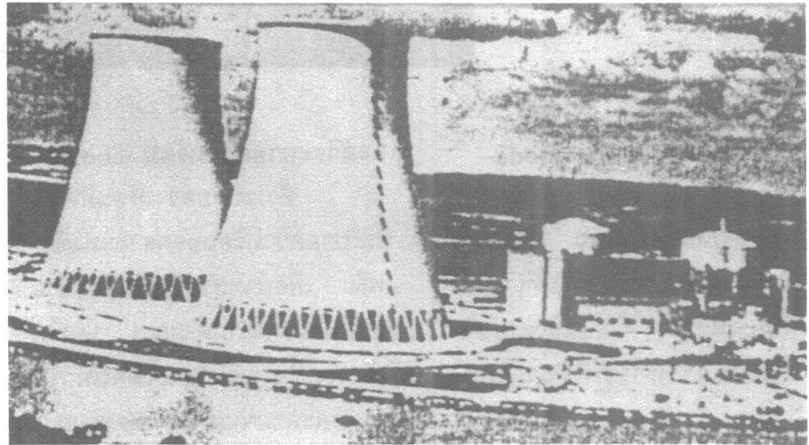
วิทวัส สุพานิช*

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

*สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยังต้องมีการค้นหาแหล่งกำเนิดพลังงานเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการของมนุษย์อยู่อย่างชะงักงัน แหล่งพลังงานเหล่านี้มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และพลังงานใต้พื้นพิภพ แต่ก็ยังไม่เพียงพอกับปริมาณการใช้งาน และยิ่งไปกว่านั้นมักจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม ทางเลือกอีกอย่างหนึ่งคือ การใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จำนวนมหาศาลจากการใช้เชื้อเพลิงเพียงเล็กน้อย ปฏิริยาทางนิวเคลียร์ที่ก่อให้เกิดความร้อนเพื่อนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้ามี 2 ประเภทคือ ปฏิริยาฟิชชัน (fission) และปฏิริยาฟิวชัน (fusion)

ปฏิริยาฟิชชันเป็นปฏิริยาที่ใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยใช้อุณหภูมิสูงจนนิวตรอนวิ่งเข้าไปชนนิวเคลียสของธาตุหนัก เช่น ยูเรเนียม ทำให้แตกตัวกลายเป็นธาตุใหม่ซึ่งจะให้อนุภาคนิวตรอนและความร้อนออกมา อนุภาคที่เกิดขึ้นนี้จะไปทำปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องกับนิวเคลียสของธาตุหนัก เกิดความร้อนขึ้นอย่างมหาศาล ซึ่งความร้อนนี้จะนำไปใช้ในการผลิต



กระแสไฟฟ้า ส่วนปฏิริยาฟิวชันจะเกิดขึ้นจากธาตุเบา เช่น ไฮโดรเจน เกิดการหลอมตัวกันกลายเป็นธาตุใหม่และปลดปล่อยความร้อนออกมา ซึ่งในปัจจุบัน ยังไม่สามารถนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้จริง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น จะมีลักษณะคล้ายกันคือ ใช้ไอน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต่างที่แหล่งกำเนิดพลังงาน ความร้อนเท่านั้น เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1) แกนปฏิกรณ์ (reactor core) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 แท่งเชื้อเพลิง (fuel)

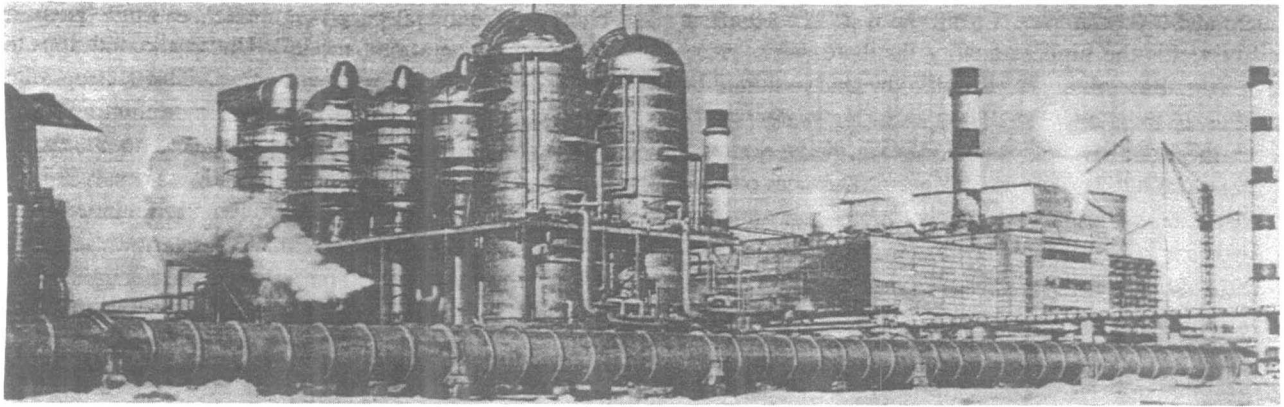
แท่งเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ทำมาจากแร่ยูเรเนียมและพลูโตเนียม โดยแร่เชื้อเพลิงดังกล่าวจะถูกแปลงสภาพให้อยู่ในรูปของสารประกอบออกไซด์ (UO_2 หรือ PuO_2) สาร

ประกอบออกไซด์เหล่านี้จะทำการแท่งขนาดเล็กยาวประมาณ 2 ซม. เรียกว่า เม็ดเชื้อเพลิง ซึ่งจะถูกรวบรวมในท่อโลหะ เรียกว่าแท่งเชื้อเพลิง ภายในแกนปฏิกรณ์จะประกอบด้วยแท่งเชื้อเพลิงรวมกันอยู่เป็นจำนวนมาก เรียกว่า มัดเชื้อเพลิง

1.2 แท่งควบคุม (control rod)

แท่งควบคุมมีหน้าที่ในการดับเครื่องปฏิกรณ์ เปลี่ยนแปลงระดับพลังงานและชะลอเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ โดยการปรับจำนวนนิวตรอนภายในแกนปฏิกรณ์ วัสดุที่ใช้ทำแท่งควบคุมนี้ทำมาจากสารที่มีคุณสมบัติในการดูดจับนิวตรอนได้ดี เช่น โบรอนคาร์ไบด์ โดยที่สารนี้จะบรรจุอยู่ในท่อโลหะและกระจายวางอยู่ท่ามกลางแท่งเชื้อเพลิง การควบคุมปฏิริยานิวเคลียร์จะกระทำโดยการเลื่อนแท่งควบคุมเข้าและออก

* เรียบเรียงจาก Powerplant Technology 1984, M.M. EL-Wakil.



รูปที่ 1. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศ

1.3 ตัวหน่วงนิวตรอน (moderator)

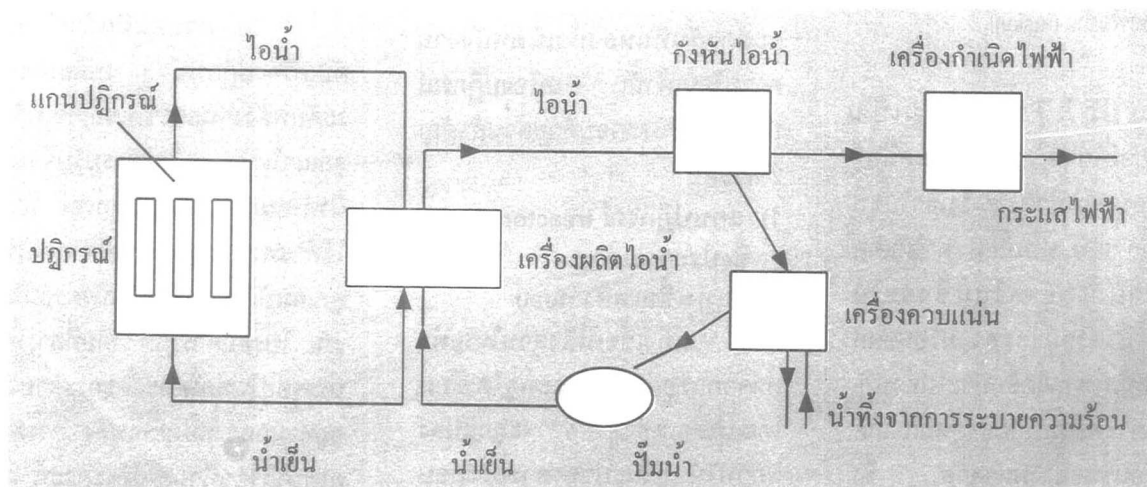
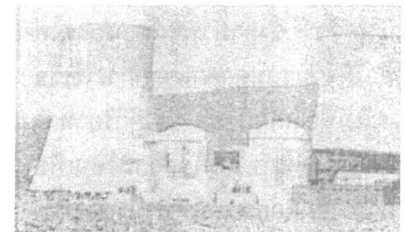
ตัวหน่วงนิวตรอน มีหน้าที่หน่วงความเร็วของนิวตรอนที่เกิดในปฏิกิริยาให้ช้าลง ซึ่งเป็นนิวตรอนที่จำเป็นในการทำปฏิกิริยาลูกโซ่ นิวตรอนที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์จะเป็นนิวตรอนเร็ว (fast neutron) น้ำซึ่งมีคุณสมบัติหน่วงนิวตรอนเร็วกลายเป็นนิวตรอนช้า (slow neutron) ได้ดีพอสมควรและหาง่าย จึงถูกใช้กันทั่วไป นอกจากนี้แล้วอาจใช้สารอื่นเช่น กราไฟต์ หรือน้ำชนิดหนัก (heavy water) ซึ่งขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ออกแบบเครื่องปฏิกรณ์

1.4 ตัวระบายความร้อน (coolant)

ตัวระบายความร้อนมีหน้าที่ระบายความร้อนออกจากแท่งเชื้อเพลิง เพื่อนำความร้อนที่ได้จำนวนมากไปใช้งานตามต้องการ และไม่ให้แท่งเชื้อเพลิงร้อนจัดจนทำให้หลอมละลายจนเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ตัวระบายความร้อนจะอยู่เต็มช่องว่างของแกนปฏิกรณ์และท่วมเหนือแกนปฏิกรณ์เล็กน้อย น้ำเป็นตัวระบายความร้อนที่ดี หาง่ายและใช้กันกว้างขวางในปฏิกรณ์น้ำธรรมดา ในเครื่องปฏิกรณ์น้ำจะมีน้ำที่เป็นตัวหน่วงนิวตรอนและตัวระบายความร้อนพร้อมกัน

2) หม้อปฏิกรณ์ (reactor vessel)

หม้อปฏิกรณ์เป็นภาชนะที่ห่อหุ้มแกนปฏิกรณ์และอุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งมีคุณสมบัติในการทนความกดดันและความร้อนได้สูงมาก เช่น เหล็กหนาหลายนิ้ว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้องกันรังสีไม่ให้ออกมาสู่ภายนอกด้วย ซึ่งหม้อปฏิกรณ์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องปฏิกรณ์



รูปที่ 2. แผนภาพสังเขปในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานนิวเคลียร์.

ไนเตรตในทะเล กับปรากฏการณ์เรือนกระจก

โดย ณัฐพร พันธุ์นาวัน



เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของโลกปัจจุบันนั้น มีค่าสูงขึ้นมาก เนื่องมาจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งในอดีตยุคก่อนที่จะมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้น การรักษาสสมดุลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะอาศัยการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งสามารถกำจัด 1 ใน 3 ของแก๊สนี้ในบรรยากาศได้ นอกจากนี้ จุลินทรีย์ซึ่งอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำทะเลจะใช้แก๊สนี้ ซึ่งละลายอยู่ในน้ำในรูปของคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ในการเจริญเติบโตด้วย นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ผิวน้ำแล้ว พืชและสาหร่ายในน้ำ ก็ยังเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary producer) ที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงเช่นเดียวกัน

สำหรับพืชในทะเลนั้นนอกจากคาร์บอนแล้ว สารอาหารพวกไนโตรเจนที่พืชได้รับจะอยู่ในรูปของไนเตรตซึ่งเป็นรูปหนึ่งของไนโตรเจนที่ถูกตรึง (fixed nitrogen) ที่มีปริมาณมากที่สุดในทะเล ส่วนปริมาณไนเตรตในทะเลกับปรากฏ-

การเรือนกระจก (greenhouse effect) จะมีความสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตามจะได้อธิบายต่อไป

จากผลงานของนักวิทยาศาสตร์สองกลุ่มในทวีปอเมริกาเหนือที่รายงานไว้ในวารสาร Nature ฉบับที่ 376 ปี พ.ศ. 2538 ได้ข้อสรุปตรงกันว่ามหาสมุทรในปัจุบันกำลังสูญเสียปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึง ซึ่งหมายถึงการลดปริมาณของพืช และสาหร่ายในทะเลที่ใช้ไนโตรเจนเป็นอาหาร สุดท้ายจะส่งผลให้การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเพื่อการสังเคราะห์แสงต่ำลงด้วย ท่านผู้อ่านหลายท่านคงจะพอจำได้ว่าในบรรดาแก๊สหลายชนิดที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์รวมอยู่ด้วย ดังนั้นอาจจะพอกล่าวได้ว่าการที่ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงลดลงนั้น มีผลเร่งให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกิดได้มากขึ้นด้วย

กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification process) ซึ่งเป็นกระบวนการหายใจที่ใช้ไนโตรเจนแทนออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ในทะเลจะมีอัตราการเกิดกระบวนการหายใจชนิดนี้มากในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อย กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียจะเป็นแบบดีไนตริฟิเคชันแทบทั้งหมด ผลผลิตที่ได้คือแก๊สไนโตรสออกไซด์ซึ่งทำลายชั้นโอโซน และแก๊สไนโตรเจนซึ่งระเหยไปในบรรยากาศ กระบวนการดีไนตริฟิเคชันนี้ จึงทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจน ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของสารประกอบไนโตรเจนที่ถูกตรึงในทะเลไปเป็นจำนวนมาก และยังก่อให้เกิด

แก๊สไนโตรสออกไซด์อีกด้วย ดังนั้นจึงยิ่งเร่งให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกมีความรุนแรงขึ้นอีก

ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงในมหาสมุทรมันมีที่มาจากปฏิกิริยาไนโตรเจนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแม่น้ำลำคลอง ตะกอนปากแม่น้ำ และหมู่เกาะปะการัง แต่ถึงกระนั้น อัตราการผลิตก็ยังต่ำกว่าอัตราการใช้ไปโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันอยู่มาก และกระบวนการดีไนตริฟิเคชันจะปรากฏให้เห็นในปริมาณมาก เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลมีค่า 1-2% ต่ำกว่าค่าเมื่ออิ่มตัว ซึ่งในมหาสมุทรของโลกเรานั้นมีบริเวณที่มีลักษณะเอื้อต่อการเกิดกระบวนการนี้อยู่ 3 แห่ง คือ

1. ทะเลอาหรับ (Arabian sea)
2. ช่วงตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือใกล้เส้นศูนย์สูตร (The eastern tropical North Pacific : ETNP)

3. ช่วงตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตร (The eastern tropical South Pacific : ETSP)

ในบริเวณนี้มีสารอาหารของพืชอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ และมีการหมุนเวียนของกระแสที่สูง

Ganeshram และคณะ ได้ทำการศึกษาปริมาณการเกิดดีไนตริฟิเคชันในบริเวณ ETNP ซึ่งมีออกซิเจนละลายอยู่น้อยเกือบเป็นศูนย์ แต่มีไนโตรเจนอยู่มาก พบว่าในยุคน้ำแข็ง (Glacial periods) มีปริมาณการเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันต่ำกว่ายุคปัจจุบันซึ่งเป็นยุค Interglacial period ผลที่รายงานนี้สอดคล้องกับผลที่รายงานโดย Altabet และคณะ ซึ่งได้รวบรวมค่าปริมาณการเกิดดีไนตริฟิเคชันในทะเลอาหรับไว้ นอกจากนี้ผลการศึกษานักวิทยาศาสตร์กลุ่มอื่นๆ ยังได้รายงานไว้ว่าในยุคน้ำแข็งมีปริมาณการเกิดดีไนตริฟิเคชันน้อย แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงในปัจจุบันกลับต่ำแทนที่จะมีค่าสูง



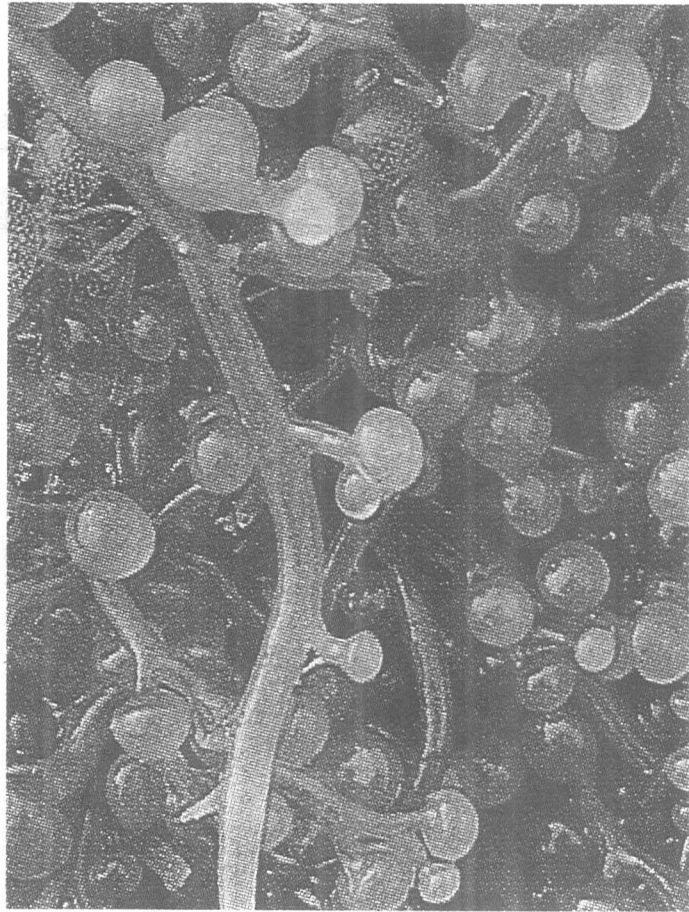
แสดงว่าอัตราการเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันในยุค Interglacial (ซึ่งก็คือปัจจุบัน) นั้นมีค่าสูง จึงมีการใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปที่ถูกตรึงไปมาก ทำให้ค่าของไนโตรเจนเหล่านี้ลดลงนักวิทยาศาสตร์จึงสันนิษฐานว่า ไนโตรเจนที่ถูกตรึงในปริมาณสูงในยุคน้ำแข็ง คงจะเป็นตัวการที่ช่วยให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศของยุคนั้นต่ำกว่าในปัจจุบัน ซึ่งข้อสันนิษฐานนี้ตรงข้ามกับความคิดในอดีตที่เชื่อกันว่าปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงในทะเลจะมีค่าคงที่เสมอ และจะอยู่ในทะเลได้นานเป็นหมื่นปีเลยทีเดียว

Codispoti ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่รายงานการสูญเสียไนเตรต ได้เสนอว่าควรจะมีการทบทวนค่าต่างๆ ที่เคยประมาณกันไว้ในอดีตเพื่อปรับให้ตรงกับความเป็นจริงในปัจจุบันมากขึ้น เช่น อัตราการเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันในทะเลเปิด และปริมาณการตรึงไนโตรเจนในมหาสมุทร

ข้อมูลที่แสดงการกระจายตัวของไนเตรตและฟอสเฟตในทะเลชี้ให้เห็นว่า ปัจจุบันปริมาณของสารประกอบอินทรีย์ทั้งสองต่ำมาก ทั้งนี้ไนเตรตมักจะเป็นสารอาหารที่มีปริมาณจำกัดมากกว่าฟอสเฟต จึงจำกัดปริมาณการผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary production) โดยพืชและสาหร่ายในทะเลไปด้วย อัตราส่วนจำนวนโมลระหว่างไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสบริเวณน้ำตื้นในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก ช่วงที่มีกระบวนการดีไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นจะมีค่าต่ำกว่าค่าอัตราส่วนของเรดฟิลด์ (Redfield

ratio = 16:1) อยู่มาก Ganeshram และคณะ ได้สรุปว่าการเกิดดีไนตริฟิเคชันน้อยลงในยุคน้ำแข็งในบริเวณทั้งสามที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย อาจจะมีผลสำคัญต่อการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยการเพิ่มการผลิตของพืชในทะเล

อย่างไรก็ตามความพยายามที่จะเปลี่ยนจากสมมติฐานเก่าเป็นสมมติฐานใหม่ นักชีววิทยาทางทะเลทั้งหลายยังมีรายงานที่จะต้องทำอีกมาก นับตั้งแต่ศึกษาหน้าที่ของแร่ธาตุย่อย (trace metals) ซึ่งอาจมีหน้าที่ควบคุมการผลิตขั้นปฐมภูมิ หรือการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) หรือทั้งคู่ และพยายามหาวิธีวัดอัตรา



การเกิดดีไนตริฟิเคชันในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ เป็นต้น

ถอดความจาก

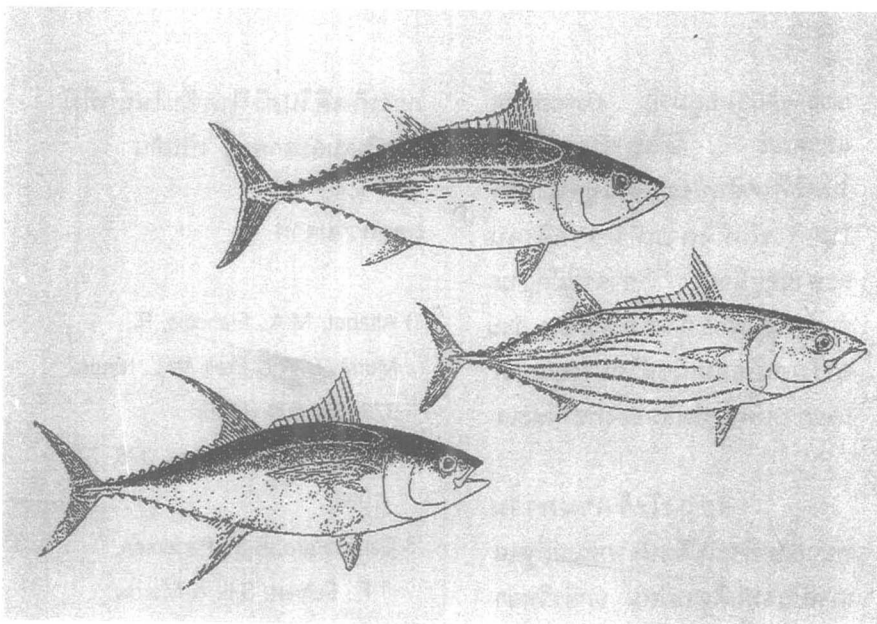
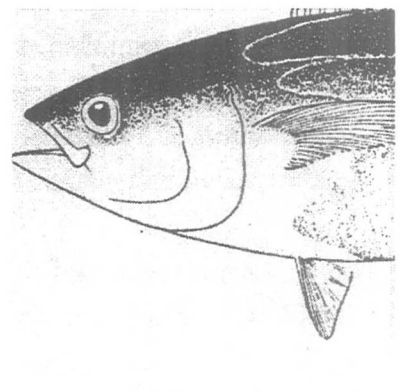
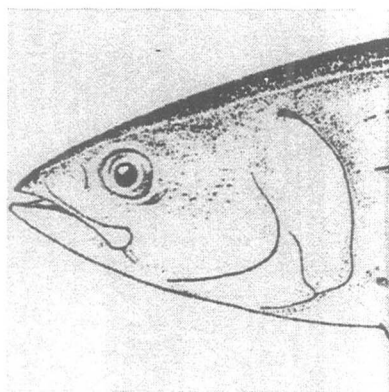
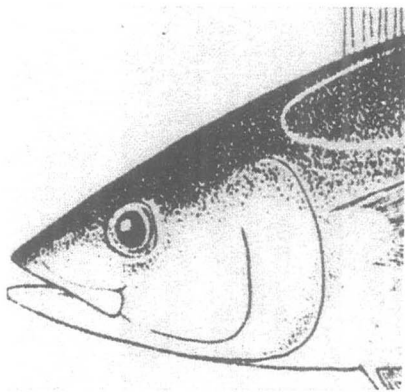
- 1) Altabet, M.A., Francois, R., Murray, D.W. & Prell, W.L. Nature, 373, 506-509 (1995)
- 2) Codispoti, L.A. Nature, 376, 724 (1995)
- 3) Ganeshram, R.S., Pedersen, T.F., Calvert, S.E. & Murray, J.W. Nature, 376, 755-758 (1995)
- 4) Tans, P.P. and Bakwin, P.S. Ambio, 24, 6, 376-378 (1995)



กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 จากน้ำทิ้งปลาของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง

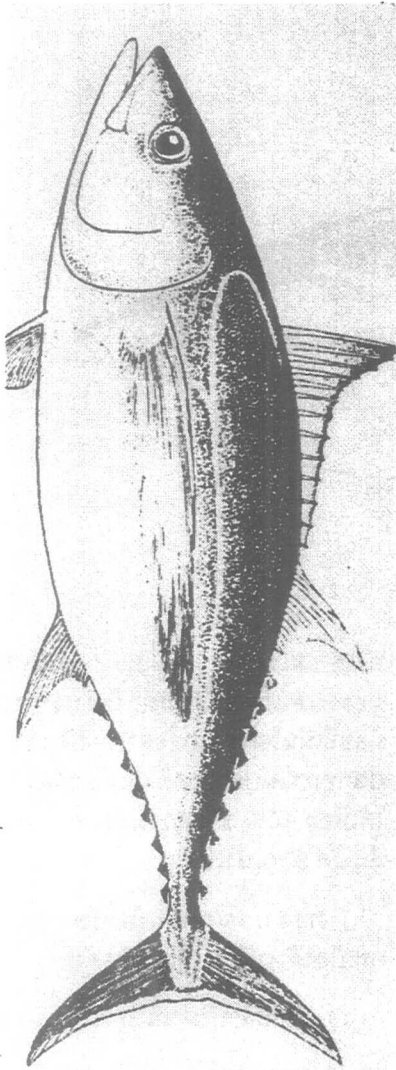
สุมาลัย ศรีกำไลทอง, เรวดี นาคดี, จีระวัฒน์ เอี่ยมวัฒน์, สมนึก อาษา, พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล, ปาริชาติ หลายชูไทย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



ABSTRACT

There are 21 tuna canning factories in the country with total annual capacity of 647,000 tons, producing 130,000 tons of fish boiling water as waste. The waste water containing 0.1% of fish oil has to be treated prior to disposal. After being separated, acid value of the oil was 0.65-4.25. Omega-3 polyunsaturated fatty acids amounted to 29.5-36.5% with eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) of 4.4-6.7% and 22.5-26.9% respectively.

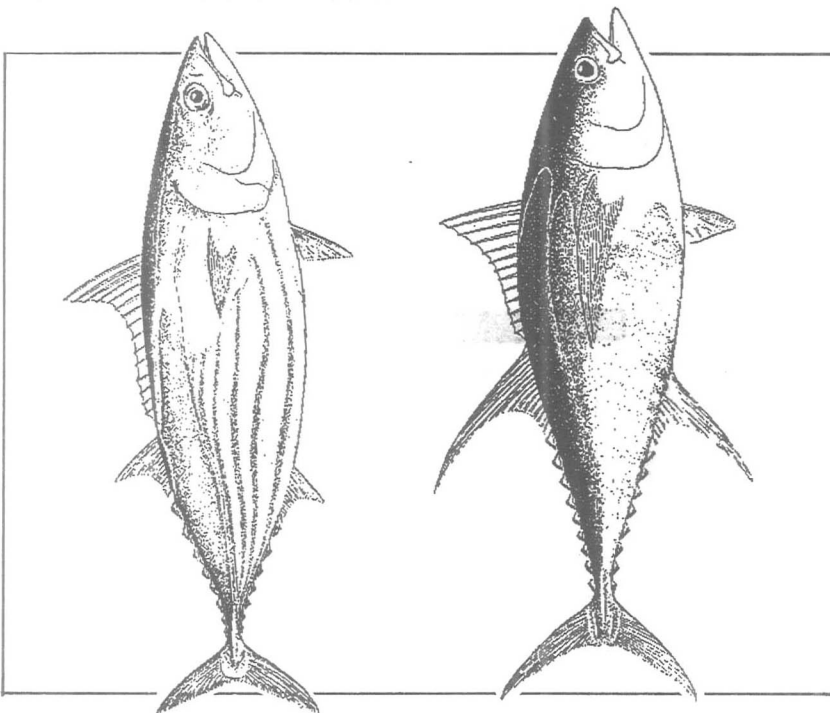


อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปลาทะเล โดยเฉพาะปลาทูน่าป้องกันว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าในปี พ.ศ. 2535 สูงถึง 345,600 ตัน มูลค่า 18,400 ล้านบาท โดยที่ 85% ของมูลค่าการส่งออกคือ ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ซึ่งมีมูลค่า 15,550 ล้านบาท เป็นปริมาณ 279,000 ตัน.

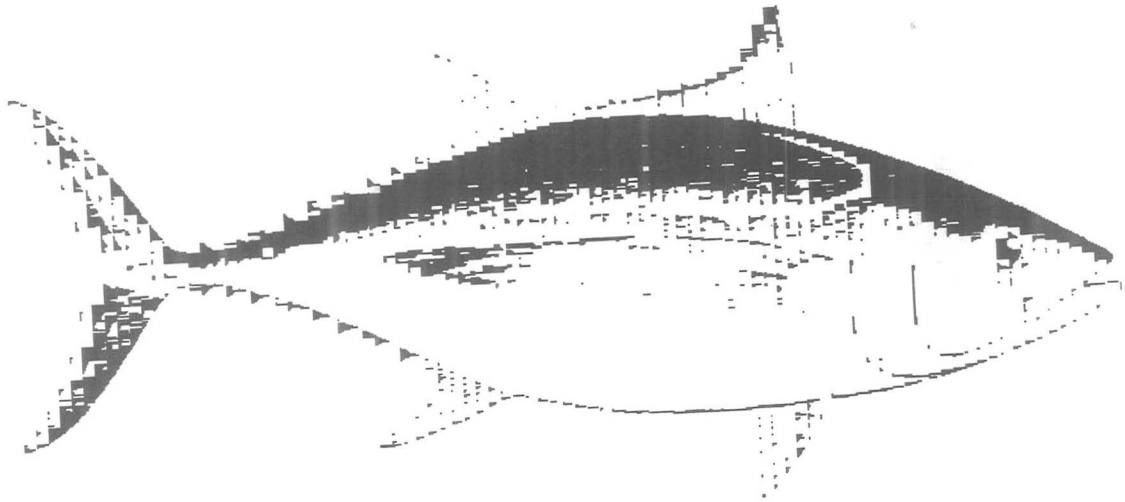
ในกระบวนการผลิตปลาทูน่า กระป๋องได้น้ำมันปลาเป็นของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมซึ่งต้องทำการกำจัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งไป. ในน้ำมันปลาดังกล่าวมีส่วนผสมของน้ำมันปลาปะปน ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3 (omega-3 polyunsaturated fatty acids) อยู่เป็นปริมาณสูงถึง 23-36% ซึ่งมีมากกว่าน้ำมันปลาชนิดอื่น ๆ (Kinsella 1986). กรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3 ที่สำคัญได้แก่ C20:5 (eicosapentaenoic acid or EPA) และ C22:6 (docosahexaenoic acid or DHA).

การผลิตน้ำมันปลาของโลก ในปี พ.ศ. 2535 มีปริมาณถึง 1.5 ล้าน เมตริกตัน, ประเทศที่ผลิตมากที่สุดเรียงตามลำดับคือ ญี่ปุ่น, ชิลี,เปรู และสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเช่น เนยเทียม, น้ำมันปรุงอาหาร และน้ำมันสลัด เป็นต้น. นอกจากนี้ยังนิยมใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ (Bimbo et al. 1992) เนื่องจากในน้ำมันปลาประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3 ชนิด EPA และ DHA อยู่สูง. ได้มีการศึกษาวิจัยถึงบทบาทและความสำคัญของ EPA และ DHA ต่อร่างกายมนุษย์ (Hunter 1987; Phillipson et al. 1985; Kinsella 1986) ซึ่งให้ผลเกี่ยวกับการป้องกันโรคหัวใจ, ลดปริมาณไขมันในเลือด และความดันโลหิตสูง, ลดอัตราการเสี่ยงของการเกิดโรค มะเร็ง นอกจากนี้ยังเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาสมองอีกด้วย.

จากการที่มีน้ำมันปลาเหลือทิ้งเป็นปริมาณมากรวมทั้งความสำคัญของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ของน้ำมันปลา จึงสมควรวิจัยการใช้ประโยชน์ของน้ำมันปลาในการผลิตกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ซึ่งจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับของเหลือใช้ในอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง และเป็นการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย อันจะนำไปสู่การส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง. รายงานฉบับนี้เป็น การศึกษาวิจัยปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันปลา ตลอดจนชนิดและปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3.



1. การผลิตปลาทุ่นกระป๋องภายในประเทศ



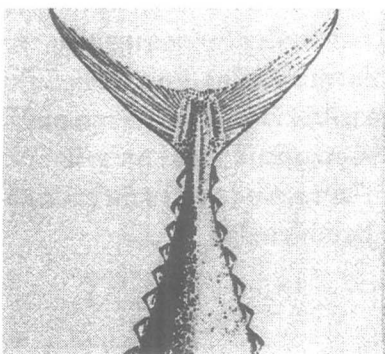
พันธุ์ skipjack, yellow fin และ albacore เกือบทั้งหมด, มีเพียงส่วนน้อยที่เป็นโอดำและโอลาย. ปริมาณปลาทุ่นในประเทศที่สามารถจัดหาได้เพียง 10% ของความต้องการเท่านั้น อีก 90% นำเข้า.

กระบวนการผลิตปลาทุ่นกระป๋องดังรูปที่ 1 ให้ผลผลิตดังนี้:

1. เนื้อปลาปริมาณ 35%.
2. ผลพลอยได้ 45% จำแนกเป็น:
 - หัว หาง ก้าง และหนังปลา 28 - 30%
 - ไขมันปลา 5 - 7%
 - เลือดปลา 10 - 12%

ส่วนที่เหลืออีก 20% เป็นน้ำหนักรับที่สูญหายไประหว่างการนึ่ง. นอกจากนี้ยังมีของเหลือใช้ ได้แก่ น้ำนึ่งปลาจากกระบวนการทำให้ปลาสุกเป็นปริมาณ 20% ของปลาสด ซึ่งคิดเป็น 130,000 ตันต่อปี. ได้มีการใช้ประโยชน์ของน้ำดังกล่าวจาก 5 โรงงานเพื่อผลิต concentrated fish extract เป็นปริมาณ น้ำนึ่งปลา 80,000 ตันต่อปี, ที่เหลือผ่านกระบวนการกำจัดน้ำเสียก่อนทิ้งไป.

อุตสาหกรรมปลากระป๋องมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก โดยมีปริมาณส่งออกสูงนับเป็น 25% ของตลาดโลก. จากการสำรวจตามแบบสอบถาม [REDACTED] ในปีพ.ศ.2537 มีโรงงานผลิตปลาทุ่นกระป๋องรวมทั้งสิ้น 21 โรงงาน ด้วยกำลังผลิต 647,000 ตันปลาสดต่อปี, ซึ่งแหล่งการผลิตตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดในภาคใต้. รายชื่อสถานที่ตั้ง และกำลังผลิตของโรงงานผลิตปลาทุ่นกระป๋อง ดังรายละเอียดในตารางที่ 1. วัตถุดิบคือปลาทุ่น



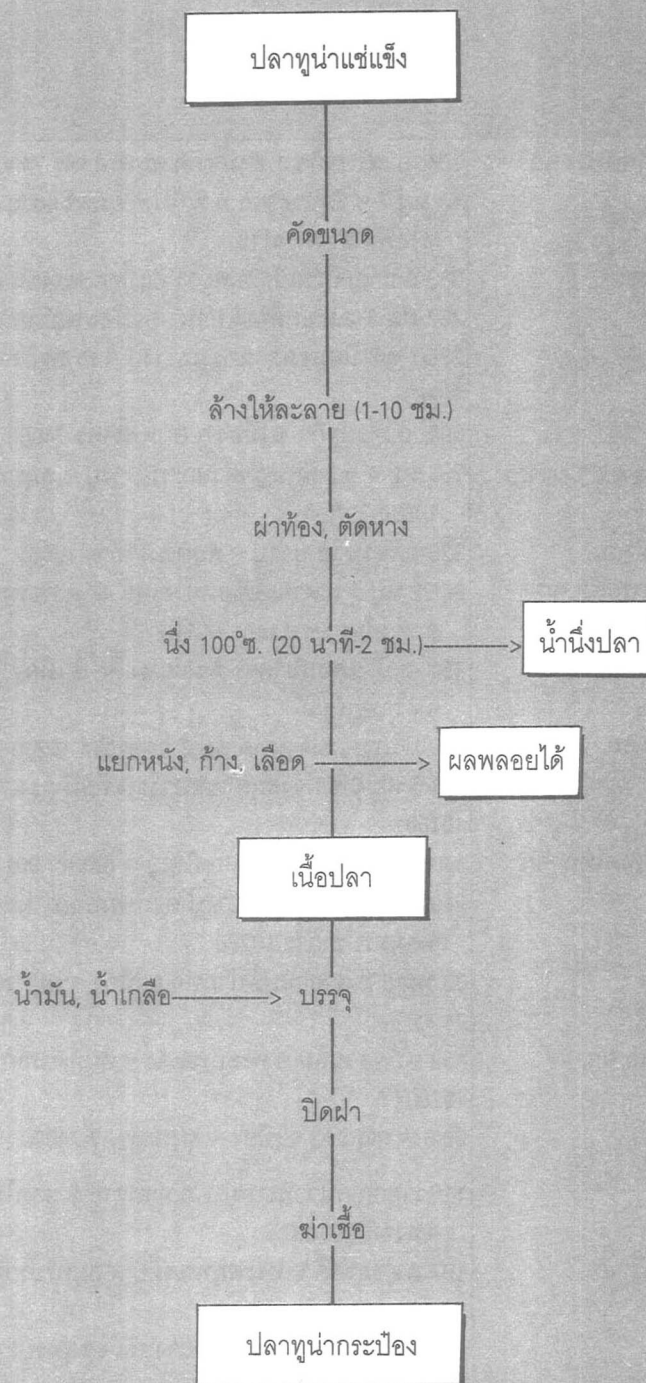
ตารางที่ 1. รายชื่อสถานที่ตั้ง กำลังผลิตของโรงงานผลิตปลาทุ่นกระป๋อง

รายชื่อ	สถานที่ตั้ง	กำลังผลิต (ตันปลาสดปี)
1.บ.ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จก.	30/2 ถ.เศรษฐกิจ 1 อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000	150,000
2.บ.เอส เค ฟู้ดส์ จก.	48 หมู่ 7 ซ.วัดนางสาว ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110	24,000
3.บ.สงขลาแคนนิ่ง จก.(มหาชน)	333 ถ.กาญจนวนิช ต.พะวง อ.เมือง จ.สงขลา 90110	36,000
4.บ.ปัตตานีอาหารทะเล จก.	282 หมู่ 8 ถ.นาเกลือ ต.บานา อ.เมือง จ.ปัตตานี 9400	9,000
5.บ.อาร์ เอส แคนเนอรี่ จก.	255/1 ซ.3 นิคมอุตสาหกรรมบางปู จ.สมุทรปราการ 10280	15,000
6.บ.ยูนิคอร์น จก.	39/3 ถ.เศรษฐกิจ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000	180,000
7.บ. Southeast Asian Packing and Canning (S.E.A.P.A.C) จก.	233 หมู่ 4 ซ.2 นิคมอุตสาหกรรมบางปู จ.สมุทรปราการ 10280	15,000
8.บ.พรีเมียร์แคนนิ่งอินดัสตรี จก.	326 ถ.รัตนราช บางปู จ.สมุทรปราการ 10560	3,000
9.บ.โชติวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จก.	84/22 หมู่ 7 ถ.สายเอเชียหมายเลข 43 ต.คองส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110	45,000
10.บ.สุราษฎร์แคนนิ่ง จก.	15/1 ถ.บ้านดอนนาสาร ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี	6,000
11.บ.ไฮคิวผลิตภัณฑ์อาหาร จก.	219/17 ถ.บางนา-ตราด กม.3 กรุงเทพฯ 10260	9,000
12.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก.	101/6 หมู่ 6 ซ.ม่วงสกุล เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150	45,000
13.บ.ทรอปิคอลแคนนิ่ง(ประเทศไทย) จก.	1/1 หมู่ 2 ต.ทุ่งใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110	18,000
14.บ.เอส พี ไอ แคนนิ่ง จก.	279 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ต.แพรกษา อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280	9,000
15.บ.บี แอน เอ็ม โปรดักส์ จก.	33 หมู่ 6 ถ.สายธนบุรี-ปากท่อ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000	12,000
16.บ.นิมิตรอินเตอร์เนชั่นแนล จก.	192 ซ.วัดสวนส้ม อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10280	9,000
17.บ.พัทยาฟู้ดอินดัสตรี จก.	90/6 ต.ท่าทราย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000	30,000
18.บ.โรแยลแคนนิ่ง จก.	118 ถ.กาญจนวนิช หมู่ 1 ต.ท่าทราย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110	6,000
19.บ.ไทยโภชนาฟู้ดแคนเนอรี่ จก.	197 ถ.สุขสวัสดิ์ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ 10290	15,000
20.บ.ไทยอกริฟู้ดส์ จก.	155/1 หมู่ 1 ถ.เทพารักษ์ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10280	9,000
21.บ.เข้าเทิร์นชีฟู้ดส์(ประเทศไทย) จก.	113/1 หมู่ 3 ต.บางกุ่ม อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี	3,000
รวม		647,000

หมายเหตุ บริษัทชินเฮงแคนนิ่งแพคทอรี่จำกัด เลิกกิจการ

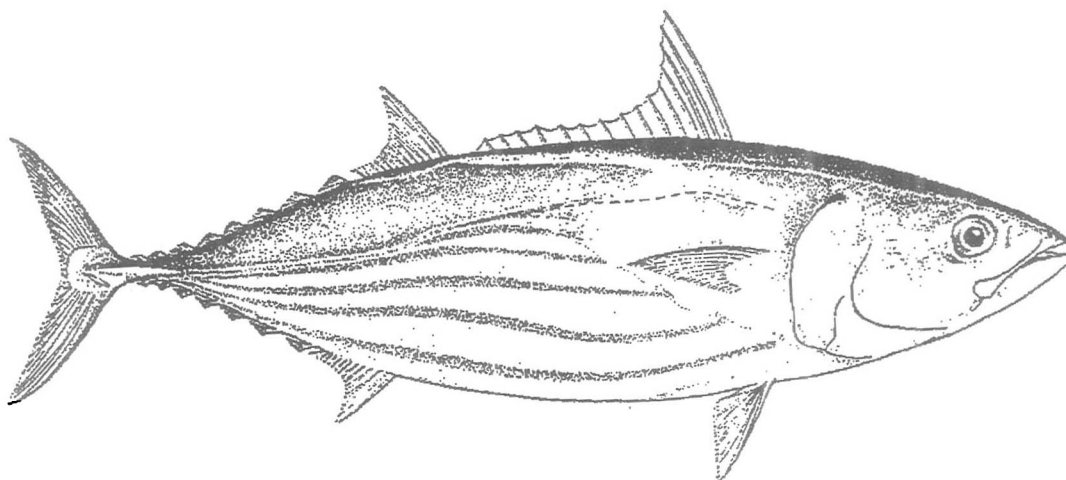
ที่มา: - สมาคมอาหารสำเร็จรูป

- จากการสำรวจ



รูปที่ 1. กระบวนการผลิตปลาพ่นน้ำกระป๋อง

2. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันปลาดิบและการเก็บรักษา



วิธีการ

2.1. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. น้ำมันปลาและ/หรือ น้ำมันที่ลอยจากบ่อกักน้ำนิ่งปลา ของโรงงานต่อไป:

1.1 บริษัท อาร์ เอส แคนเนอรี จำกัด

1.2 บริษัท ฟรีเมียร์แคนนิ่งอินดัสตรี จำกัด

1.3 บริษัท ยูนิคอร์น จำกัด

1.4 บริษัท ทรอปปิคอลแคนนิ่ง จำกัด

2. น้ำมันปลาจากการบีบหัวปลา บริษัท ไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด.

1. เก็บตัวอย่างน้ำมันปลาของโรงงานปลาทูน่ากระป๋องดังกล่าว ปริมาณ 100 ลิตร, ปล่อยให้ทิ้งไว้ 5 ชั่วโมง ตักน้ำมันที่ลอยขึ้นมา(sludge) บางโรงงานมีบ่อกักเฉพาะของน้ำมันปลา ก็จะตักน้ำมันที่ลอยขึ้นมาบนผิว ภายหลังจากทิ้งไว้ 5 ชั่วโมง. ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยวิธี acid hydrolysis ตามมาตรฐาน AOAC (1990).

2. เหยียงแยกน้ำมันออกจากส่วนที่ลอยอยู่บนผิวของน้ำมันปลาด้วยเครื่องเหยียง Heraeus-Chirt GMBH Osterode, Type Nr 412) ที่ 4,000 รอบ ต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที, ดูดน้ำที่เหลืออยู่เล็กน้อยด้วย sodium sulphate anhydrous.

3. วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันปลาดิบ ตามวิธี AOAC (1990).

4. วิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันปลาดิบโดยวิธี gas liquid chromatography, เตรียมเมทิลเอสเตออร์ด้วยโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมทานอล ตามวิธี AOCS Official Method Ce 16-89, วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Varian 3,400 gas chromatography.

5. เก็บตัวอย่างน้ำมันปลาดิบในขวดแก้วที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน, วิเคราะห์ค่าของกรดทุกเดือน.

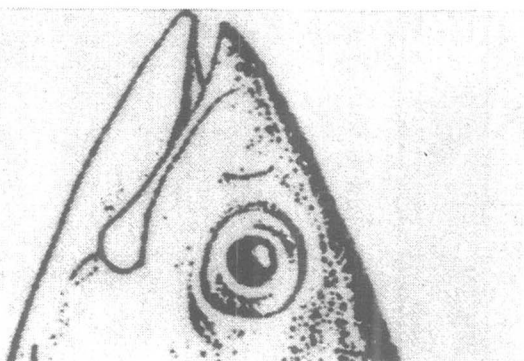
2.2. ผลการทดลอง

2.2.1. ปริมาณน้ำมันในน้ำมันปลาจากการวิเคราะห์และจากการแยกด้วยเครื่องดังกล่าวที่ 2.

2.2.2. คุณสมบัติของน้ำมันปลาดิบ ดังตารางที่ 3.

2.2.3. ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันปลาจากน้ำมันปลาของโรงงานต่าง ๆ ในประเทศ ดังตารางที่ 4, ตารางที่ 5 และภาคผนวกที่ 2.

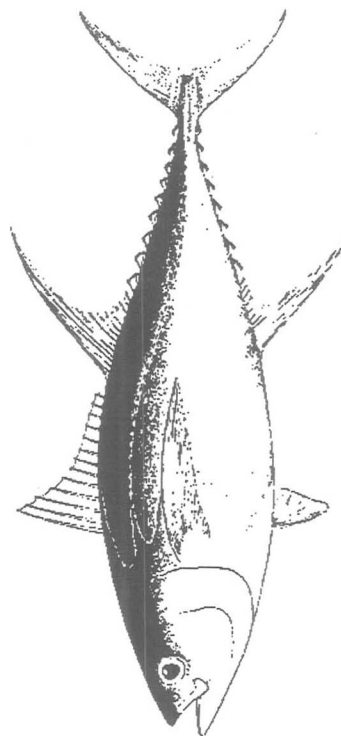
2.2.4. การเปลี่ยนแปลงค่าของกรดของน้ำมันปลาดิบเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน ดังตารางที่ 6.

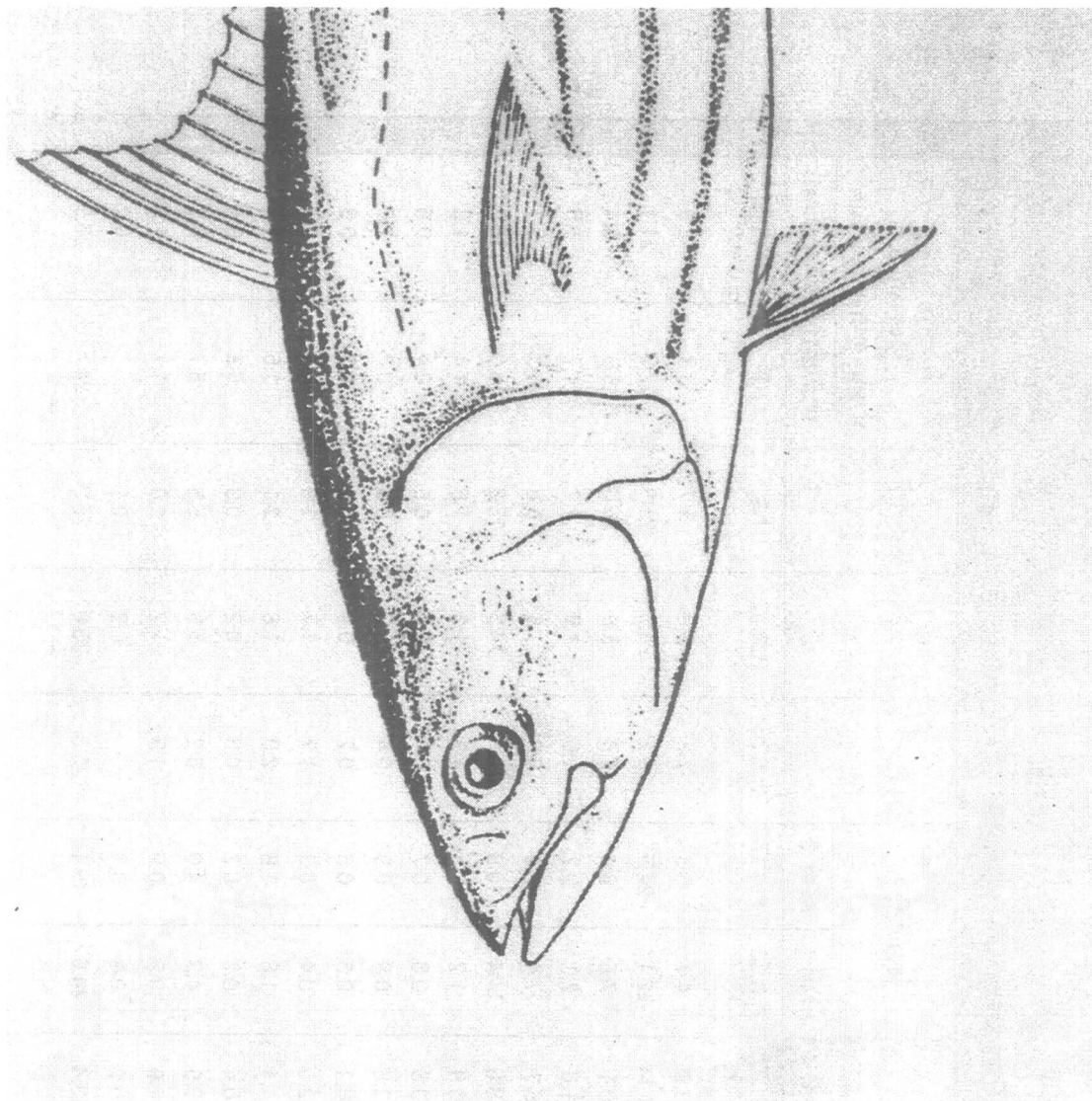


ตารางที่ 2. ปริมาณน้ำมันในน้ำแข็งปลาจากการวิเคราะห์ทางเคมีและจากการแยกด้วยเครื่องเหวี่ยง

ครั้งที่	ปลาสด ตัน	น้ำแข็งปลา ตัน	น้ำมันที่ลอยบน ผิว ตัน	น้ำมันในส่วนที่ลอยบนผิว		น้ำมันในน้ำแข็งปลา		น้ำมันเมื่อคำนวณจากปลาสด	
				จากการวิเคราะห์ (%)	จากการเหวี่ยง (%)	จากการวิเคราะห์ (%)	จากการเหวี่ยง (%)	จากการวิเคราะห์ (%)	จากการเหวี่ยง (%)
โรงงานที่ 1	1	40	8	0.018	20.3	-	0.045	-	0.01
	2	40	8	0.018	19.8	-	0.044	-	0.01
	3	40	8	0.018	-	0.08	-	0.02	-
	4	40	8	0.018	22	0.10	0.05	0.02	0.01
	5	40	8	0.018	21.5	0.10	0.046	0.02	0.01
โรงงานที่ 2	1	1.8	0.2	0.001	-	0.14	-	0.02	-
	2	1	0.3	0.0001	-	0.006	-	0.002	-

¹ปลาโอดำและโอลาย หนักประมาณ 1 กิโลกรัม/ตัว





ตารางที่ 3. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันปลาดิบ

คุณลักษณะ	โรงงานที่ 1	โรงงานที่ 2
1. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ 25/25°ซ.	0.9346	0.9315
2. ดัชนีหักเหที่ N_D^{40} ซ.	1.4760	1.4767
3. ค่าไอโอดีนแบบวิจส์	184.44	200.25
4. ค่าสะปอนิฟิเคชัน, มก.โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่งกรัม	193.96	189.44
5. สารที่สะปอนิฟายไม่ได้, กรัมต่อน้ำมัน 1 กก.	8.4	10.5
6. ค่าของกรด, มก.โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่ง กรัม	1.03	1.23
7. ค่าเปอร์ออกไซด์, มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กก.	89.18	36.65
8. น้ำและสิ่งที่จะเหี่ยวได้ที่อุณหภูมิ 105°ซ., %	0.21	0.04
9. สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน, %	0.15	0.02
10. ปริมาณสบู่, %	0.012	0.018
11. ปริมาณเหล็ก, มก.ต่อน้ำมัน 1 กก.	4.41	14.67
12. ปริมาณอาร์เซนิก, มก.ต่อน้ำมัน 1 กก.	0.83	0.03
13. ปริมาณทองแดง, มก.ต่อน้ำมัน 1 กก.	<.001	0.49
14. ปริมาณตะกั่ว, มก.ต่อน้ำมัน 1 กก.	0.40	0.45

ตารางที่ 4. ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันปลาจากน้ำแข็งปลาทูน่า

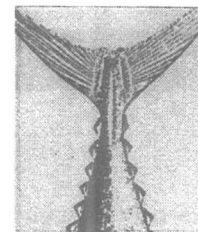
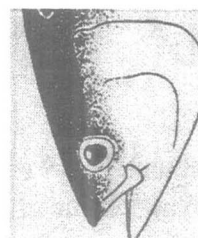
เลขที่	เดือนที่เก็บตัวอย่าง ส่วนประกอบ ของกรดไขมัน(% โดยน้ำหนัก)	โรงงานที่ 1					โรงงานที่ 2		โรงงานที่ 3	โรงงานที่ 4	โรงงานที่ 5	โรงงานที่ 6	
		ครั้ง 1	ครั้ง 2	ครั้ง 3	ครั้ง 4	ครั้ง 1	ครั้ง 2	ครั้ง 1				น้ำมันดิบ	น้ำมันรีไฟน์
1	C14:0	พ.ย.36			ต.ค.37	ต.ค.36	ส.ค.37		พ.ย.36	พ.ค.37	NA	NA	พ.ย.36
2	C16:0	2.6	2.7	3.8	3.2	4.7	5.5		2.8	3.3	3.7	3.3	3.3
3	C16:1 (n-7)	21.5	20.4	23.9	21.14	22.1	24.9		20.2	20.5	21.9	22.9	21.1
4	C17:0	5.1	5.9	6.7	6.1	7.5	8.4		5.8	5.9	6.0	5.9	5.4
5	C18:0	2.0	1.7	2.1	1.6	2.1	2.2		1.6	1.8	1.7	1.7	1.5
6	C18:1	6.2	5.6	6.4	5.2	7.4	7.8		5.6	7.5	5.8	6.3	5.1
7	C18:2 (n-6)	16.7	17.8	14.8	18.6	11.4	10.8		16.9	14.3	15.8	16.0	16.1
8	C18:3 (n-3)	1.1	1.2	1.2	0.9	1.2	1.3		1.3	1.3	1.5	1.4	1.3
9	C18:4 (n-3)	0.3	0.3	0.4	0.3	0.6	0.7		0.4	0.7	0.5	0.4	0.5
10	C20:0	0.4	0.4	0.7	0.6	0.8	0.9		0.4	0.9	0.6	0.7	1.0
11	C20:1	0.3	0.3	0.4	0.2	0.6	0.6		0.2	0.4	0.3	0.3	0.3
12	C20:4 (n-6)	1.0	1.2	0.7	2.0	0.4	0.3		1.7	1.7	1.3	1.1	1.4
13	C20:4 (n-3)	1.7	1.9	1.5	1.4	1.8	1.8		2.0	1.8	2.1	1.5	1.4
14	C20:5 (n-3)	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2		0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
15	C22:5 (n-3)	4.4	4.7	4.3	5.5	4.7	4.6		6.2	5.2	5.5	5.7	6.7
16	C24:0	1.1	1.4	0.7	1.0	0.9	0.9		1.3	1.2	1.0	1.1	1.0
17	C22:6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3		-	0.2	0.1	-	0.2
		26.9	26.4	23.2	23.4	24.0	19.1		25.8	23.8	26.9	24.4	26.9

ตารางที่ 5. ประเภทของกรดไขมันของน้ำมันปลาจากน้ำนิ่งปลา, % โดยน้ำหนัก

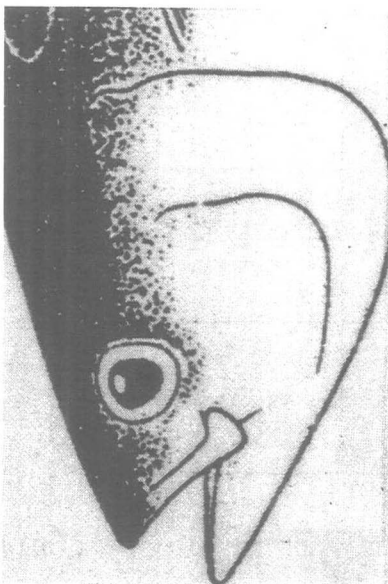
ประเภทของกรดไขมัน	โรงงานที่ 1						โรงงานที่ 2			โรงงานที่ 3	โรงงานที่ 4	โรงงานที่ 5	โรงงานที่ 6	
													น้ำมันดิบ	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	น้ำมันรีไฟน์					
เดือนที่เก็บตัวอย่าง Saturated fatty acids Monounsaturated fatty acids Omega-6 polyunsaturated fatty acids	พ.ย. 36	ธ.ค.36	มิ.ย.36	ต.ค.37	ต.ค.36	ส.ค.37	พ.ย.36	พ.ค.37	NA	NA	พ.ย.36			
	33	30.9	36.8	31.8	37.2	41.3	30.4	33.7	33.5	34.5	31.5			
	22.8	24.9	22.2	26.7	19.3	19.5	24.4	21.9	23.1	23.0	22.9			
	2.8	3.1	2.7	2.0	3.0	3.1	3.3	3.1	3.6	2.9	2.7			
Omega-3 polyunsaturated fatty acids	33.4	33.5	29.5	31.2	31.2	26.4	34.4	32.1	31.8	32.6	36.5			

ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงค่าของกรดไขมันปลาดิบ เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน

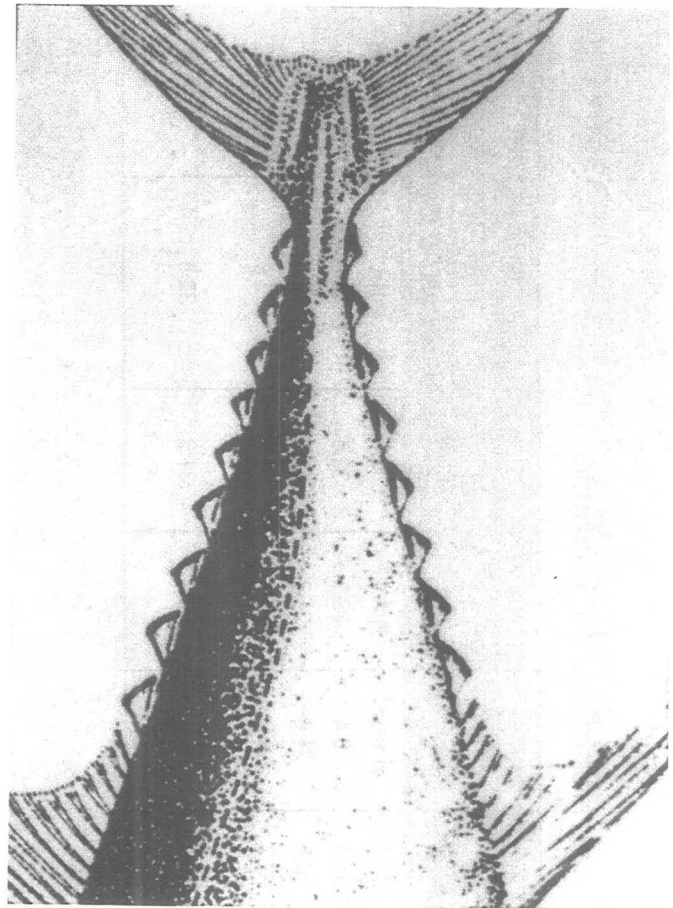
ตัวอย่างที่	ค่าของกรดไขมัน										
	ระยะเวลาที่เก็บ, เดือน										
	0	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6
1	0.65	1.04	1.23	1.29	1.35	1.38	1.52				
2	0.85	1.06	1.29	1.38	1.45	1.82	1.85				
3	1.03	1.19	1.29	1.59	1.64	1.68	1.69				
4	1.23	1.56	ND	1.64	1.79	1.80	1.82				
5	3.17	ND	3.58	3.81	3.97	4.33	ND				
6	4.25	4.61	5.56	6.31	6.91	ND	ND				



อุตสาหกรรมผลิตปลาทูน่ากระป๋องในประเทศ ประกอบด้วยโรงงานรวมทั้งสิ้น 21 โรงงานด้วยกำลังการผลิต 647,000 ตันต่อปี (ตารางที่ 1), มีปริมาณการส่งออก 279,000 ตันต่อปีซึ่งเท่ากับ 25% ของตลาดโลก คิดเป็นมูลค่า 15,500 ล้านบาท. การผลิตปลาทูน่ากระป๋องให้ผลพลอยได้คือ หัว, หาง, ก้าง, หนัง, ไล่ และเลือด ปริมาณประมาณ 45% ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารสัตว์. นอกจากนี้ยังมีน้ำนิ่งปลาซึ่งเป็นของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตอีก 20% ของปลาสดที่ต้องกำจัดทิ้ง. แม้ว่าในขณะนี้จะมีการใช้ประโยชน์บ้างในการผลิต concentrated fish extract เป็นปริมาณ 80,000 ตันต่อปี แต่ก็ได้น้ำมันปลาดิบเป็นผลพลอยได้ที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์กันอย่างจริงจัง.



เมื่อปล่อยน้ำนิ่งปลาทิ้งไว้ 5 ชั่วโมง ดักส่วนที่ลอยขึ้นมา ซึ่งในส่วนนั้นมีปริมาณของน้ำมัน 27-43% คิด



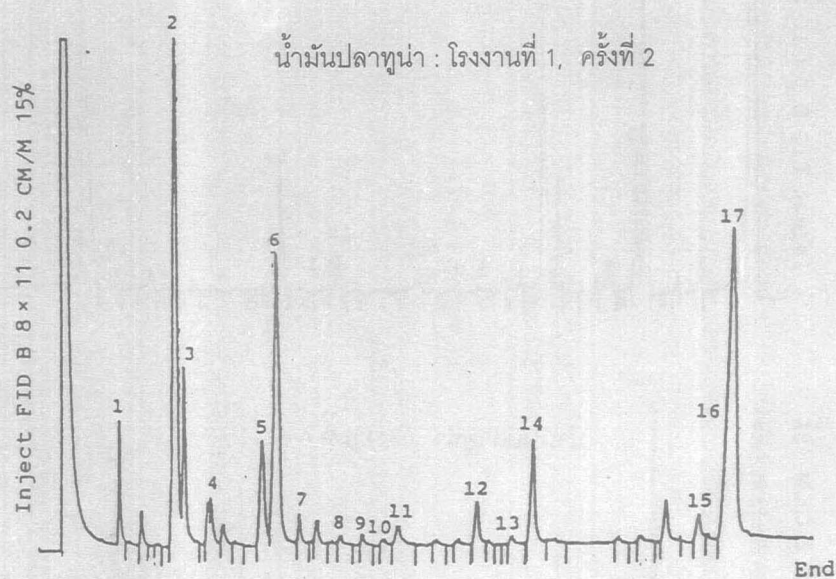
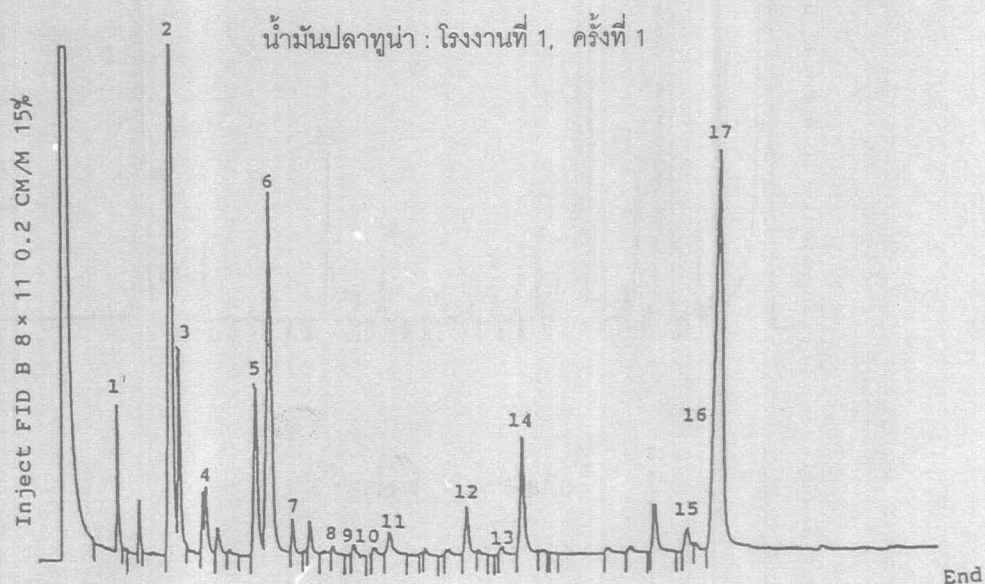
เป็นปริมาณ 0.1% ของน้ำนิ่งปลา หรือ 0.02% ของน้ำหนักปลาสด (ตารางที่ 2), ดังนั้นน้ำมันที่ปะปนในน้ำนิ่งปลาที่สูญเสียไปเท่ากับ 130 ตันต่อปี. จากการเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงที่ 4,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แยก น้ำมัน ปลา ได้ ปริมาณ 0.044-0.05% ของน้ำนิ่งปลา หรือ 0.01% ของปลาสด คิดเป็น 65 ตันต่อปี.

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันปลาดิบที่เหวี่ยงแยกได้ดังตารางที่ 3, โดยมีค่าไอโอดีนแบบวิจัน 184.44-200.25, ค่าสะปอนิฟิเกชัน 189.44-193.96 มก.โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่งกรัม, ค่าของกรด 1.03-1.23 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหนึ่งกรัม, ค่าเปอร์ออกไซด์ 36.65-89.18 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมันหนึ่งลิตร และปริมาณเหล็ก 4.41-14.67 มก.ต่อน้ำ-

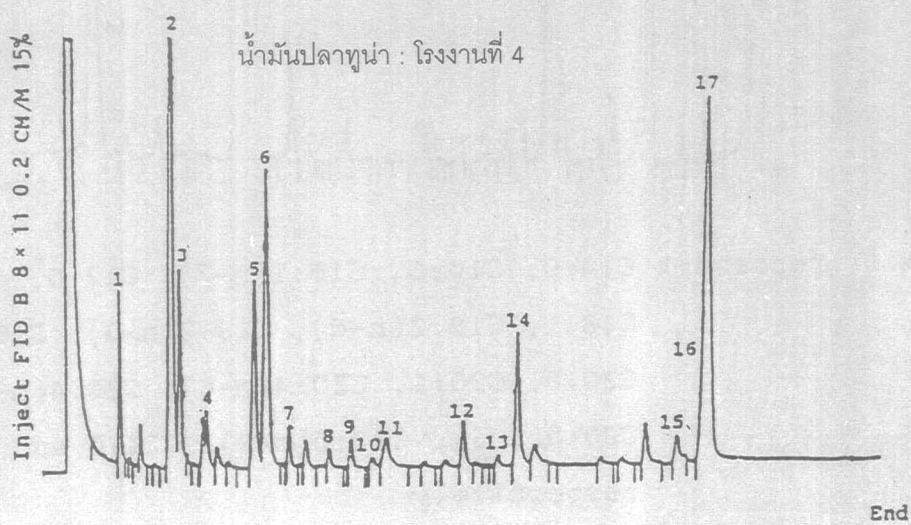
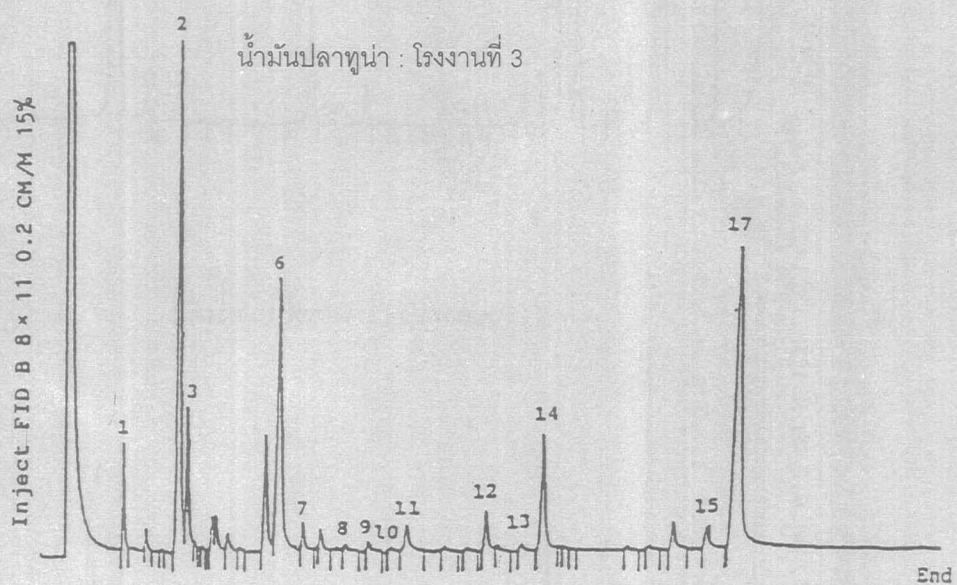
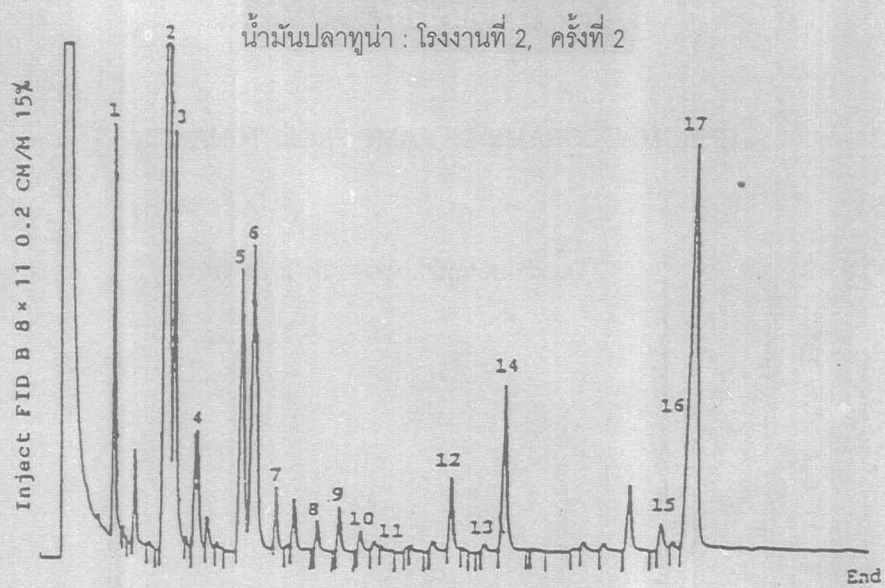
มันหนึ่งลิตร. การที่น้ำมันมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงเนื่องจากน้ำมันปลาบางส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจึงถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนได้ง่าย ถ้าค่าเปอร์ออกไซด์สูงจะทำให้การรีไฟน์น้ำมันค่อนข้างยากขึ้น, แต่ น้ำมันปลาที่มีค่าของกรดต่ำ ซึ่งเป็นผลดีต่อการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์เพราะใช้ด่างน้อยในการรีไฟน์. ส่วนค่าของเหล็กในปริมาณดังกล่าวซึ่งมาจากการปนเปื้อนของอุปกรณ์ในการผลิตสามารถลดลงได้ในกระบวนการรีไฟน์.

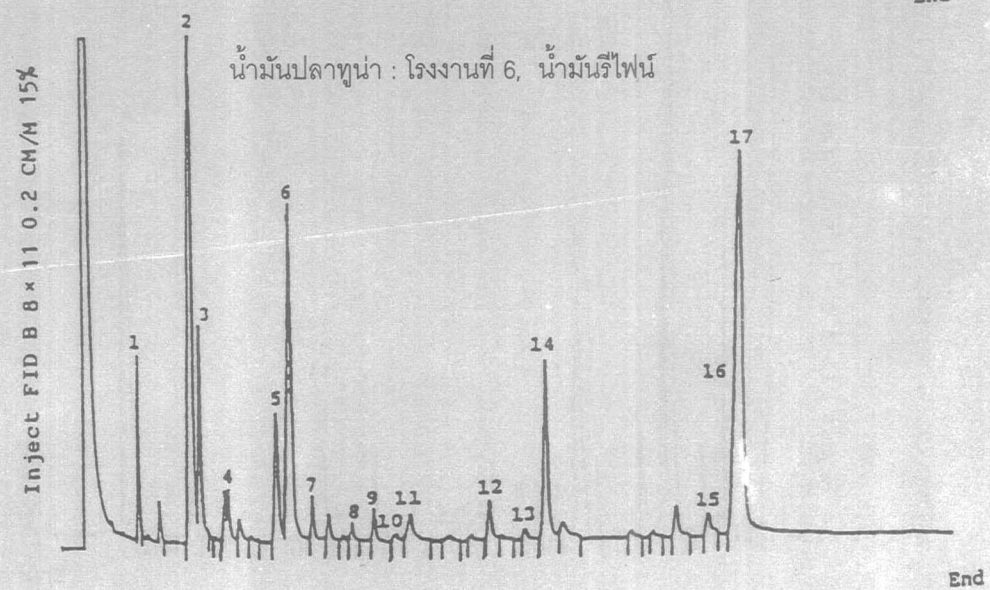
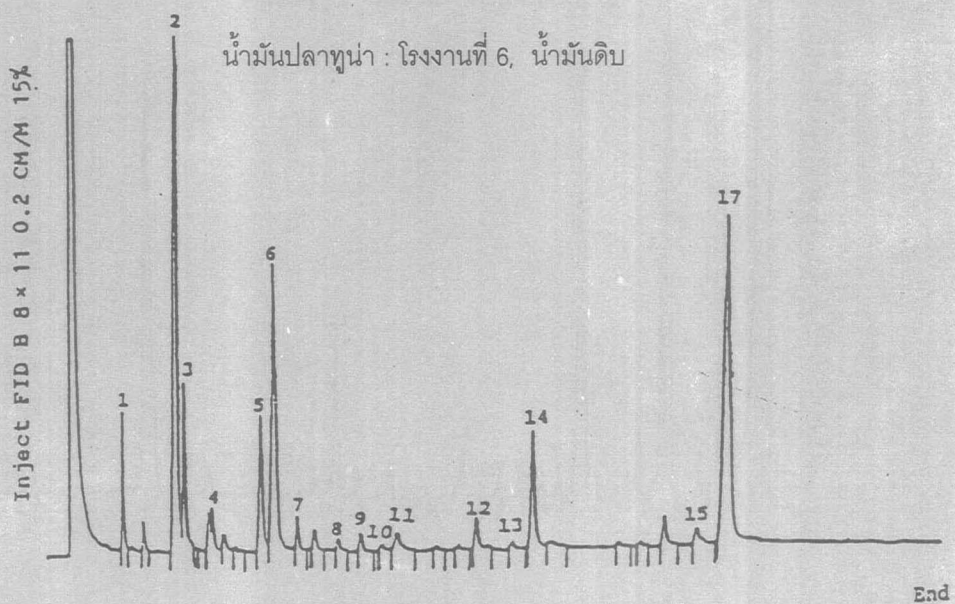
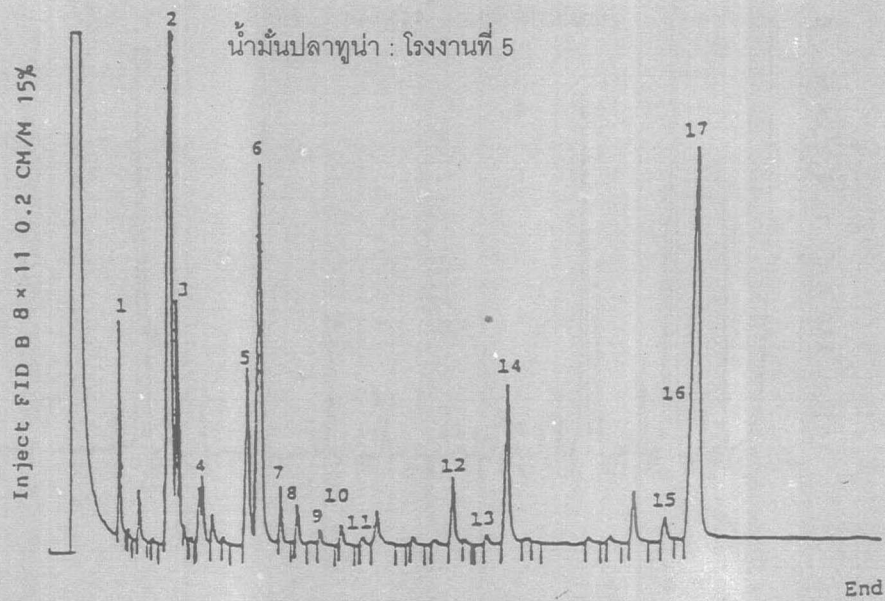
ตารางที่ 4 และภาคผนวก แสดงปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันปลาจาก 6 โรงงาน จำนวน 11 ตัวอย่าง โดยการเก็บน้ำนิ่งปลาตลอดทั้งปี. น้ำมันปลาที่ได้มาจากปลาทูน่าพันธุ์ skipjack, yellow fin และ albacore ปะปนกัน มีส่วนประกอบของ EPA 4.4-6.7% และ DHA 22.5-26.9% ซึ่งสูงกว่าที่ Kinsella ได้วิเคราะห์ไว้ (Kinsella 1986), ยกเว้นน้ำ-

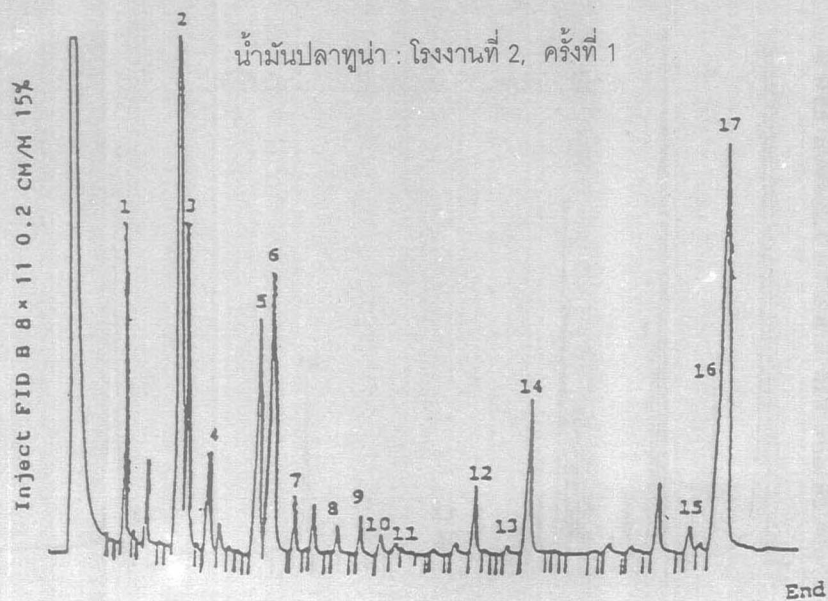
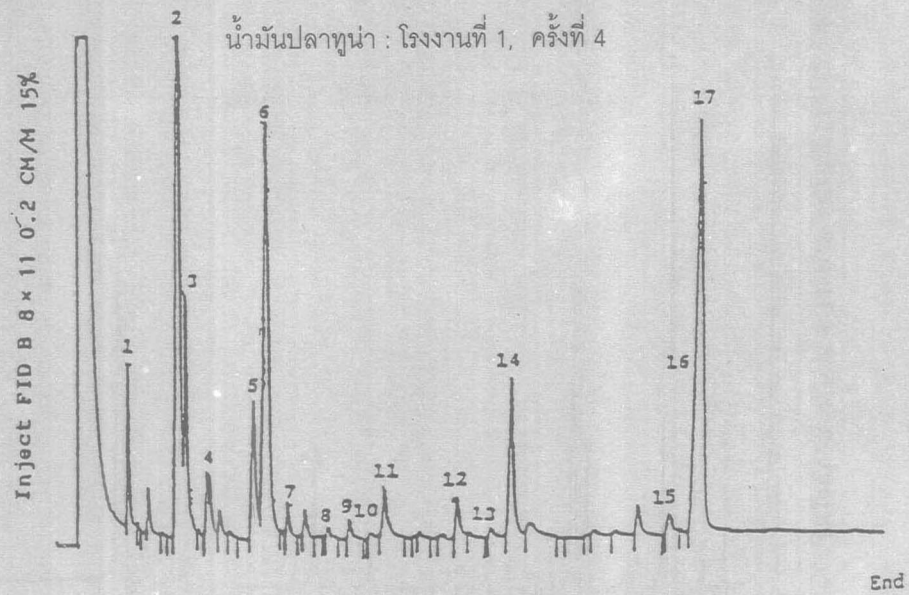
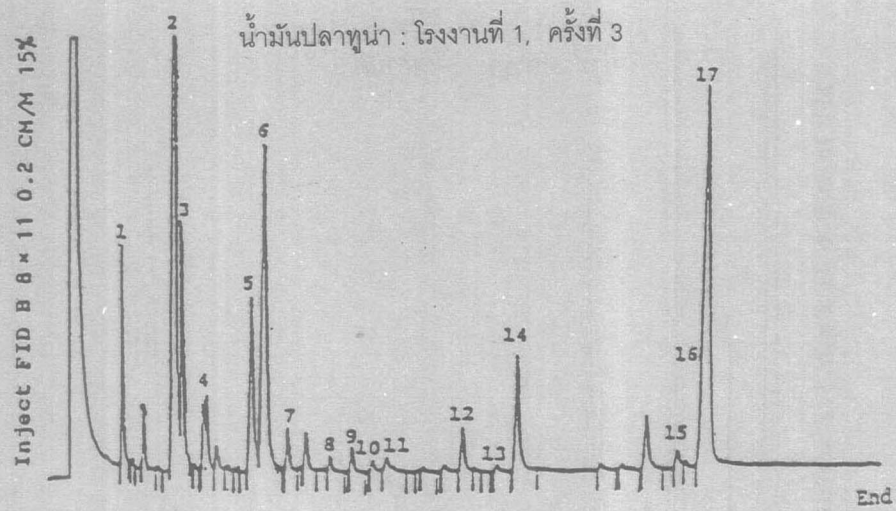
CHROMATOGRAMS OF FAME FROM TUNA OIL



Peak 1 to 17 represent C14:0, C16:0, C16:1(n-7), C17:0, C18:0, C18:1, C18:2(n-6), C18:3(n-3), C18:4(n-3), C20:0, C20:1, C20:4(n-6), C20:4(n-3), C20:5(n-3), C22:5(n-3), C24:0 and C22:6(n-3), respectively







มันจากการเก็บครั้งที่ 2 ของโรงงานที่ 2 ที่ประกอบด้วย DHA เพียง 19.1% เพราะเป็นปลาพันธุ์โอตาและโอลาย ขนาดเล็กหนัก 1 กิโลกรัมต่อตัว. เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ DHA ของน้ำมันปลาที่เหวี่ยงแยกจากน้ำนิ่งปลาซึ่งผลิตจากโรงงานในเวลาต่าง ๆ กัน ปรากฏว่า DHA ของน้ำมันในฤดูหนาว มีปริมาณ 25.8-26.9% ซึ่งสูงกว่าในช่วงเวลาอื่น ๆ, แสดงว่าปริมาณของ DHA ขึ้นกับฤดูกาลของการจับปลา. ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 ประกอบด้วย C18:2, C18:3, C18:4, C20:4, C20:5(EPA), C22:5 และ C22:6(DHA) มีปริมาณรวมกัน 29.5-36.5% โดยที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดดังกล่าวมีปริมาณ 33.4-36.5% ในช่วงเวลาการจับปลาเดือน พ.ย.-ธ.ค. ซึ่งสูงกว่าเดือน มิ.ย.-ต.ค.(ตารางที่ 5). ดังนั้น เวลาของการจับปลามีความสำคัญต่อปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 โดยเฉพาะ DHA.



จากการศึกษาวิจัยสรุปได้ว่าในน้ำนิ่งปลามีน้ำมันปลาอยู่ 0.1%. น้ำมันปลามีค่าของกรดค่อนข้างต่ำแต่ค่าเปอร์ออกไซด์สูงและประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3 ปริมาณ 29.5-36.5% โดยมีชนิดที่สำคัญคือ EPA 4.4-6.7% และ 22.5-26.9% ตามลำดับ. ในการเก็บ

รักษาน้ำมันปลาที่แยกได้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือนค่าของกรดเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียง 1, ถ้าค่า

ของกรดเริ่มแรก 0.65-3.17. หากค่าของกรดเป็น 4.25 จะมีการเพิ่มขึ้นสูงถึง 6.91 เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 เดือน.

เอกสารอ้างอิง

- Bimbo, A.P. and Crowther, J.B. 1992. *INFORM* 3(9): 988-1001.
- Firestone, D. 1991. *Official Methods and Recommend Practices of the American Oil Chemists Society*. 4th ed., Champaign.
- Helrich, K. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed., Arlington.
- Hunter, J.E. 1987. MIT conference: Fish oil and other Omega-3 sources. *JAOC* 64(12):1592-1594.
- Kinsella, J.E. 1986. Food components with potential therapeutic benefits: The n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oil. *Food Technology*. 40(2): 89-96.
- Phillipson, B.E., Rothrock, D.W., Cornnor, W.E., Harris, W.S., and Illingworth, D.R. 1985. Reduction of plasma lipids, lipoproteins, and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *The New England Journal of Medicine*. 312(9):1210-1216.

เปิดประตู



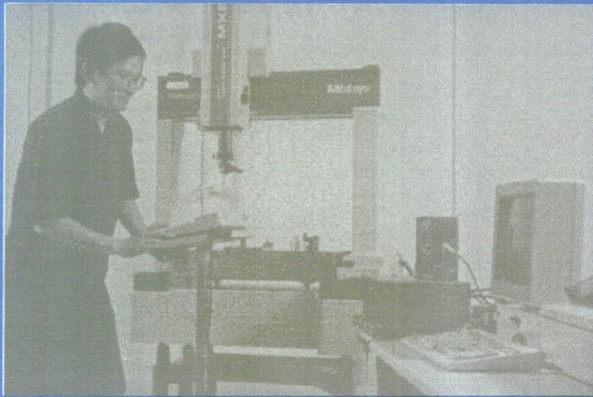
ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

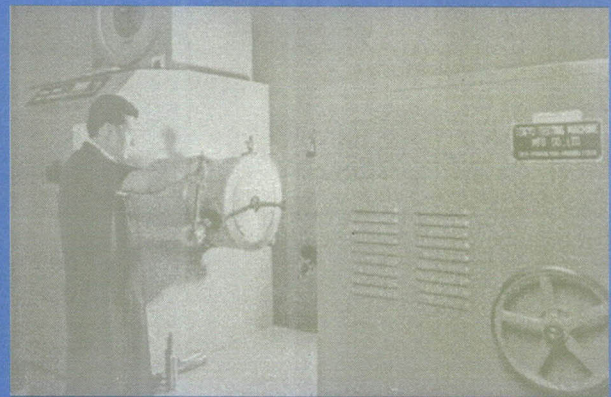
ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา (ศทม.) เป็นหน่วยงานภายใต้สังกัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ที่จัดตั้งขึ้นตาม พรบ. วท. พ.ศ. 2522 เพื่อให้มีหน้าที่รับผิดชอบให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศทม. ทำหน้าที่หลักในการให้บริการการทดสอบ การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและเพื่อการส่งออก รวมทั้งการทดสอบและวิเคราะห์เพื่อให้การรับรองมาตรฐานสินค้าและการให้บริการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม

กิจกรรมหลักของ ศทม. มีดังนี้

- ให้บริการทดสอบวิเคราะห์และรับรองคุณภาพของสินค้า และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- ให้บริการสอบเทียบมาตรฐานอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ห้องปฏิบัติการและห้องทดสอบ เช่น เครื่องวัดทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือวัดทางกล แสงสว่าง เสียงและอุณหภูมิ เป็นต้น
- ให้บริการที่ปรึกษา เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต ในโรงงานอุตสาหกรรม
- ให้บริการตรวจรับรองระบบประกันคุณภาพ ของโรงงานอุตสาหกรรม
- เป็นตัวแทนหน่วยตรวจสอบต่างประเทศ เพื่อการรับรองสินค้าส่งออก



เครื่องวัดสามมิติ



เครื่องวัดแรงบิด

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมทางกล

งานสอบเทียบเครื่องมือวัด

- mechanical, electrical and analytical balances standard weights
- deadweight force standards, force gauges, loop dynamometers, proving rings, load cells universal testing machines, die shear testers, pull testers, tension testers, push-pull scales, compression testers
- torque testers, torque meters, torque drivers, torque gauges, torque wrenches
- piston gauges, deadweight pressure gauge testers, test gauges, precision pressure gauges, aneroid barometer, manometers, fortin barometer
- gauge block, pin gauge, plug gauge, test indicators, dial indicators, digital linear indicator, height gauge, caliper checkers, profile projector, thickness meter, vernier caliper, reading scale
- laser collimator, precision level angle gauge
- Vickers, Rockwell, Brinell hardness testers, durometers
- standard tank, water meter, hydrometer, volumetric glasswares
- gas meter master meter

งานบริการทดสอบ

-ทดสอบสมบัติทางกล และ ทางกายภาพ เช่น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ ความต้านแรงดึง แรงกด แรงบิด แรงกระแทก ความแข็ง ความยืด การตรวจสอบ รอยเชื่อม การทดสอบช่างเชื่อม การดัดโค้ง แรงดัน burst creep เป็นต้น วัสดุผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น ยาง ไม้ เหล็ก และโลหะ อื่น ๆ เซรามิก เครื่องสุขภัณฑ์ ถังก๊าซ ลวดเชื่อม วัสดุก่อสร้าง กระฉกนิรภัย พลาสติก กระดาษ สิ่งทอ หมึกพิมพ์ ปากกา ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อุตสาหกรรม และการเกษตร เป็นต้น

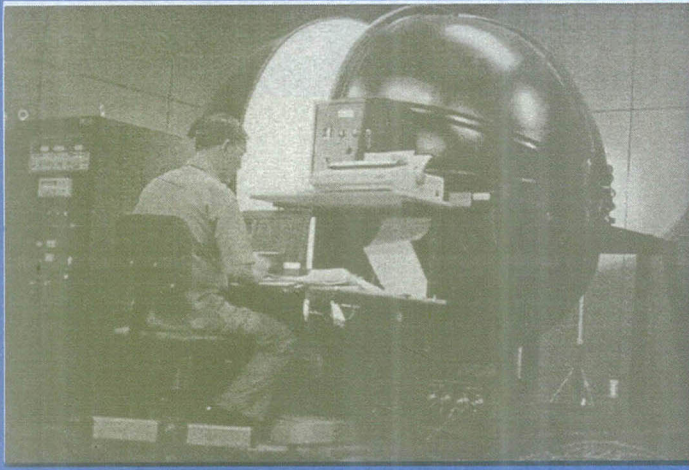
ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีแสงและอุณหภูมิ

งานสอบเทียบเครื่องมือวัด

Lux meter, foot candle meter, working standard lamp, temperature indicator / recorder, liquid in glass thermometer, resistance thermometer, thermocouple, optical pyrometer และ เตาอบทุกชนิด

งานบริการทดสอบ

- คุณสมบัติทางไฟฟ้า และ แสงของหลอดไฟ เช่น luminous flux, luminous intensity, colour temperature, chromaticity coordinates, colour rendering index และ spectral power distribution เป็นต้น
- การสะท้อนแสงและการส่งผ่านแสงของวัสดุ
- การเปลี่ยนแปลงสภาพ ของวัสดุและผลิตภัณฑ์ อันเนื่อง มาจากอุณหภูมิ
- endurance test ของบัลลัสต์



Photometric sphere สำหรับสอบเทียบมาตรฐานของหลอดไฟ

ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

งานสอบเทียบเครื่องวัด

Volt meter, wattmeter, multimeter, oscilloscope curvetracer, AC,DC standards potentiometer, frequency counter high voltage, capacitor inductor, standard resistor decade resistor

งานทดสอบผลิตภัณฑ์

วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น สายไฟ, เต้ารับ, เต้าเสียบ, บัลลาสต์, สตาร์ทเตอร์, เบรกเกอร์ สวิตช์, ขั้วรับหลอดไฟฟ้า และดวงโคมไฟฟ้า, เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เช่น เตารีด, พัดลม, อุปกรณ์เครื่องเสียง



ห้องไว้เสียงสะท้อนสำหรับสอบเทียบอุปกรณ์เสียงที่ทันสมัย

ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

งานบริการวิเคราะห์ทางเคมี

- วิเคราะห์แร่และโลหะ
- วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- วิเคราะห์ก๊าซโพลีเมอร์ และสี
- วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เคมี

ห้องปฏิบัติการชีวเคมี

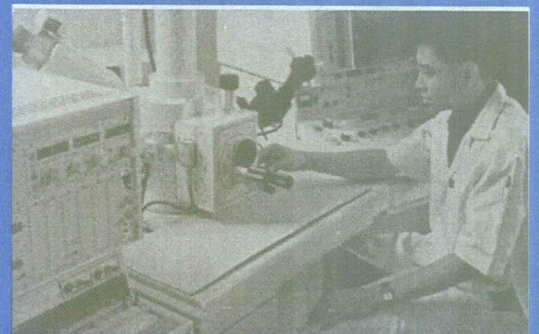
งานวิเคราะห์ทางชีวเคมี

- วิเคราะห์คุณค่าและส่วนประกอบของอาหาร
- วิเคราะห์สารปรุงแต่งและสารกันเสีย
- วิเคราะห์สารปนเปื้อน, สารปลอมปนและสารตกค้าง
- วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อาหารและอาหารสัตว์เพื่อการส่งออก
- วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์การเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบ
- ให้บริการปรึกษาการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร



Pyrolysis gas chromatography mass spectrometer ใช้วิเคราะห์สารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งและของเหลว

เครื่อง Scanning electron microscope ใช้ศึกษาและวิเคราะห์ทางชีวเคมี



เพื่อความมั่นใจในมาตรฐาน

วท. โดย ศทม. เป็นผู้ที่มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบตามกฎหมาย ในการเก็บรักษา และจัดให้มีซึ่งมาตรฐานการวัดแห่งชาติ ในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังได้รับมอบหมาย เป็นพิเศษจากคณะรัฐมนตรี ให้ถือเอามาตรฐานในด้านไฟฟ้า ทั้งกระแสตรง และกระแสสลับ ด้านอุณหภูมิ ด้านแสง และด้านรังสีแบบ non-ionizing ของ วท. เป็นมาตรฐานปฐมภูมิแห่งชาติ จึงเป็นที่เชื่อมั่นได้ว่า งานสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดและงานทดสอบและวิเคราะห์ของ ศทม. มีความถูกต้องเที่ยงตรง

ในการปฏิบัติงานด้านทดสอบ และมาตรวิทยา วท. โดย ศทม. ได้ร่วมมือกับองค์กรต่างๆ ในประเทศ และระหว่างประเทศ เพื่อพัฒนาและรักษาให้มาตรฐานของ วท. เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น กระทรวงพาณิชย์,

กระทรวงอุตสาหกรรม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, Electrotechnical Laboratory (ETL) แห่งประเทศญี่ปุ่น National Measurement Laboratory (NML) แห่งประเทศออสเตรเลีย, Asia/Pacific Metrology Programme, FAO/WHO Food Contamination Monitoring Programme

บริการ คือ ความภูมิใจ ของ ศทม.

ศทม. ยินดีที่ได้ให้บริการแก่หน่วยงานของรัฐ และวิสาหกิจเอกชนทั่วไป ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย ซึ่งทำให้การให้บริการเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ผสมผสานกับบุคลากรที่มีประสบการณ์ และยึดมั่นข้อตรงต่อวิชาชีพ ศทม. ภูมิใจที่ได้มีส่วนร่วม ในการพัฒนากิจการของท่าน โดยมีสำนักงาน ที่สามารถให้บริการได้ถึงสองแห่ง คือ

ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา

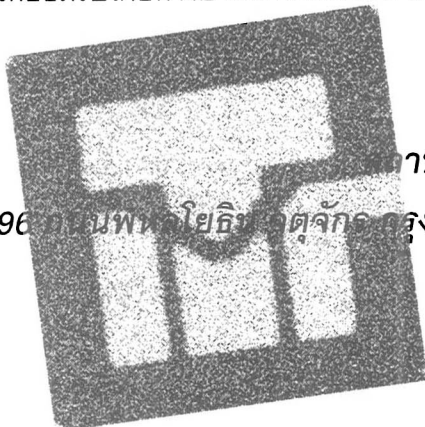
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 5795515 โทรสาร 5798592

ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา (สาขา บางปู)

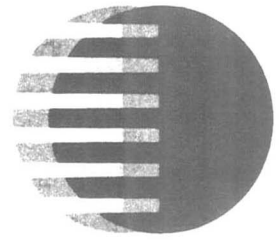
นิคมอุตสาหกรรมบางปู อำเภอเมือง

จังหวัดสมุทรปราการ

โทรศัพท์ 3239165 โทรสาร 3239165



ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท



ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย

ฉบับที่ 61 มกราคม 2539

รวบรวมโดย พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง

และ สายสวาท พระคำยาน

เลี้ยงโค-กระบือด้วยวัสดุ เหลือทิ้งทางการเกษตร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ยังต้องใช้แรงงานของโค-กระบือมาช่วยในการไถพรวน เก็บเกี่ยวตลอดจนขนส่งผลิตผลทางการเกษตรส่งตลาด ดังนั้น โค-กระบือจึงนับได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญที่คงคู่อยู่กับเกษตรกรไทยตั้งแต่สมัยโบราณ จนถึงปัจจุบัน แต่จากการเพิ่มปริมาณการผลิตโค-กระบือของเกษตรกรไทยอย่างมากจึงทำให้เกษตรกรต้องประสบปัญหาพิษอาหารสัตว์ หนุ่ยที่มีอยู่ในธรรมชาติไม่เพียงพอกับความความต้องการทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์

การแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การจัดสร้างแปลงหญ้าอาหารสัตว์เพื่อใช้ในฟาร์มของตนเอง หรือการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

สถานีวิทยุกระจายเสียงทางการเกษตรแห่งประเทศไทยแคนาดา ได้เผยแพร่วิธีการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งจากไร่ นา อันได้แก่ ฟางข้าว ต้นถั่วลิสง ยอดอ้อย ฯลฯ มาปรับปรุงดัดแปลงให้เป็นอาหารสัตว์หลายวิธีด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

ฟางข้าว ฟางข้าวมีคุณสมบัติด้านคุณภาพต่ำ มีอัตราการย่อยต่ำ จึงตกค้างอยู่ในกระเพาะหมักนาน สัตว์ที่กินเฉพาะฟางข้าวจะมีภาวะโภชนาการต่ำ น้ำหนักจะลดลง ดังนั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ฟางข้าวเลี้ยงสัตว์โดยไม่ปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวก่อน

วิธีการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวมีดังนี้

1. ใช้ฟางข้าวเสริมด้วยใบพืชตระกูลถั่ว หรือใช้มันสำปะหลังอัตรา 0.5-1 กก. ต่อตัวต่อวัน เพื่อคงสภาพน้ำหนักสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง

2. ใช้ฟางข้าวที่ราดด้วยสารละลายยูเรีย-กากน้ำตาล (ในอัตราส่วนดังนี้ ยูเรีย/กากน้ำตาล/น้ำ/ฟางเท่ากับ

1.5/7.5/80/100 หน่วยน้ำหนักเดียวกัน) เพื่อปรับปรุงคุณภาพฟางและเพิ่มความน่ากิน และควรให้อาหารข้นเสริมด้วยในกรณีสัตว์ที่ให้ผลผลิต เช่น โคนม

3. การทำฟางปรุงแต่งโดยใช้ “น้ำซี้เถา”

วัสดุและอุปกรณ์

1. ฟางข้าวจำนวนเท่าที่ต้องการ
2. ซี้เถาจากเตาไฟในครัวเรือนจะเป็นซี้เถาที่มีคุณภาพดีที่สุด
3. ถังน้ำจ 100 ลิตร ขึ้นไป จำนวน 1 ถัง
4. ถังน้ำจ 10 ลิตร ขึ้นไป จำนวน 1 ถัง
5. ถุงผ้าหรือถุงตาข่ายสำหรับบรรจุฟางที่สับแล้ว
6. น้ำเปล่า



วิธีทำ

1. ผสมซีเถ้า 1 กก. ลงปนกับน้ำ 10 ลิตร ในถังน้ำ คนให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้จนซีเถ้านอนก้น น้ำซีเถ้าที่ได้จะเป็นสีคล้ายน้ำชา อาจจะเรียกว่า “น้ำซีเถ้า” ก็ได้

2. เทน้ำซีเถ้าจากถังใบเล็กลงใส่ในถังใบใหญ่ (ความจุ 100 ลิตร) เหลือซีเถ้าที่นอนก้นไว้ในถังใบเล็ก

3. ใส่น้ำอีก 10 ลิตรลงไปในถังใบเล็ก คนให้เข้ากัน ปล่อยให้ทิ้งไว้ให้นอนก้น แล้วเทน้ำซีเถ้าที่ได้ใส่ลงในถัง 100 ลิตร อีกครั้งหนึ่ง ให้กระทำซ้ำ ๆ เช่นนี้อีก 8 ครั้งจนได้น้ำซีเถ้าจำนวน 100 ลิตร

4. รวบรวมฟางข้าวที่สับแล้วใส่ในถุงหรือถุงตาข่าย นำไปแช่ลงในถังน้ำซีเถ้าจนชุ่มทั่วดีแล้วจึงยกถุงฟางสับขึ้นมาแขวนไว้เหนือถังน้ำซีเถ้าเพื่อให้น้ำซีเถ้าจะได้หยดลงไปในถังอีก

5. เมื่อฟางแห้งดีแล้วจะมีสีเหลืองสดและมีลักษณะเปราะกรอบ นำไปให้สัตว์กินได้ แต่อย่าลืมให้น้ำดื่มแก่สัตว์มาก ๆ ด้วย เพราะเมื่อสัตว์กินฟางปรุงแต่งนี้แล้วมักจะกระหายน้ำ

โค-กระบือที่กินฟางปรุงแต่งสูตรนี้จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมีสุขภาพอนามัยดีขึ้นมาก ๆ ด้วย เนื่องจากได้รับโปรตีนเพิ่มขึ้นและย่อยง่าย อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรจะเลี้ยงโค-กระบือด้วยฟางปรุงแต่งเป็นระยะเวลานาน ควรเสริมวิตามินเอ ดี3 และอี ให้ด้วยการฉีด หรือเพิ่มให้เพียงพอในกรณีให้อาหารข้นร่วมด้วย เพื่อป้องกันการขาดวิตามิน

ขั้นตอนที่ 1

น้ำ 10 ลิตร ซีเถ้า 1 กก.



ผสมซีเถ้า 1 กก. และน้ำ 10 ลิตร เข้าด้วยกัน

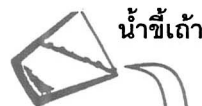


คนให้เข้ากัน



น้ำซีเถ้า

ตั้งทิ้งไว้ให้ซีเถ้าตกตะกอนนอนก้น จะได้ น้ำซีเถ้าสีชา



น้ำซีเถ้า



100 litre container

รินน้ำซีเถ้าที่ได้ใส่ภาชนะใบใหญ่ เหลือแต่ตะกอนทิ้งไว้

ขั้นตอนที่ 2

น้ำ 10 ลิตร



เติมน้ำอีก 10 ลิตร ลงไปในภาชนะใบเดิมที่มีซีเถ้า



คนให้เข้ากัน

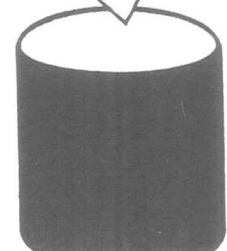


น้ำซีเถ้า

ตั้งทิ้งไว้ให้ซีเถ้าตกตะกอนอีกครั้งหนึ่ง

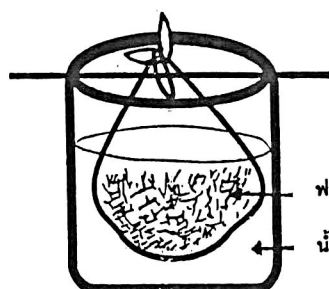


น้ำซีเถ้า



รินน้ำซีเถ้าที่ได้ใส่ภาชนะใบใหญ่ ทำซ้ำ ๆ เช่นนี้อีกจนครบ 100 ลิตร

วิธีชุบฟาง



ฟางข้าว

น้ำซีเถ้า

ขั้นตอนที่ 3

สับฟางข้าวเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ลงในถุงผ้าหรือถุงตาข่าย

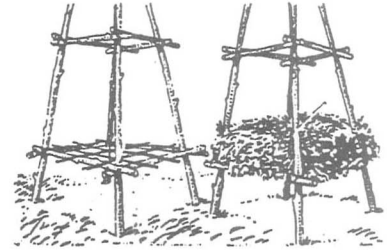
จุ่มถุงฟางลงในถังน้ำซีเถ้า

ขั้นตอนที่ 4

นำถุงฟางขึ้นแขวนทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงนำไปเลี้ยงสัตว์

ต้นถั่วลิสง

ต้นถั่วลิสงเป็นวัชพืชรบกวนใช้อีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรมักจะทิ้งเสียโดยไม่เผาประโยชน์ หลังจากการถอนต้นเก็บผักถั่วแล้ว นอกจากโค-กระบือจะกินต้นถั่วลิสงเป็นอาหารแล้ว ทั้งม้าและลาก็สามารถกินต้นถั่วลิสงเป็นอาหารได้เช่นกัน

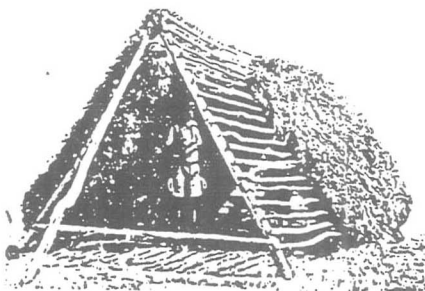


การใช้เลี้ยงสัตว์

1. ใช้เป็นอาหารหยาบทั้งในรูปสดตากแห้ง หรือหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือยูเรีย แต่หากใช้ในรูปสดจะได้ประโยชน์มากกว่า และควรใช้ร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์
2. อย่าปล่อยให้ต้นถั่วลิสงทิ้งไว้ในไร่จนต้นแห้ง เพราะจะทำให้ใบร่วงเหลือแต่ส่วนของลำต้นซึ่งแข็ง สัตว์จะกินลำบาก
3. ในแหล่งที่ปลูก ถ้ามีเศษเหลือของต้นถั่วลิสงมาก ๆ ควรเก็บถนอมไว้ใช้นาน ๆ โดยการตากแห้งแล้วรวบรวมไว้

วิธีเก็บรักษาดันถั่วลิสง

เกษตรกรแห่งประเทศซิมบับเว (Zimbabwe) นิยมพาดต้นถั่วลิสงไว้บนยู้งที่โปร่งระบายอากาศได้ดี เพื่อป้องกันความเสียหายจากเชื้อรา



การยกแคร่ให้สูงจากพื้นดิน จะช่วยไม่ให้ต้นถั่วลิสงได้รับความชื้นจากพื้นดิน และป้องกันสัตว์มาแทะกิน

การเก็บรักษาดันถั่วลิสงทั้งสองวิธีนี้เป็นวิธีที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) แนะนำให้แก่เกษตรกรเพื่อนำไปปฏิบัติ

เปลือกผักและต้นถั่วเหลือง

เปลือกผักและต้นถั่วเหลือง ใช้ส่วนของต้น ใบ และเปลือกผักถั่วเหลืองหลังเก็บเกี่ยวและนวดเอาเมล็ดออกแล้ว

การใช้เลี้ยงสัตว์

1. ใช้เป็นอาหารหยาบในโค-กระบือ ในรูปตากแห้งหรือหมักร่วมกับกากน้ำตาลหรือยูเรีย
2. ใช้เสริมร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟาง
3. เปลือกผักและต้นถั่วที่ผ่านการนวดเอาเมล็ดออกแล้วก็มีเศษชิ้นย่อยเล็ก ๆ เวลาสัตว์กินจะฟุ้งกระจาย สูญเสียและกินได้น้อย
4. การใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับถั่วลิสง

กากมะเขือเทศ

กากมะเขือเทศ เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำมะเขือเทศ ใช้เป็น

อาหารหยาบให้สัตว์กิน โดยเสริมร่วมกับอาหารหยาบอื่น ๆ เช่น หญ้าสด หญ้าแห้ง หรือฟางข้าว เป็นต้น

การใช้เลี้ยงสัตว์

1. กากมะเขือเทศตากแห้งใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนได้บางส่วนในสูตรอาหารชั้น
2. ไม่สามารถเก็บกากมะเขือเทศไว้ได้นาน จะเน่าเสียและขึ้นราได้ง่าย
3. ในแหล่งผลิตหรือใกล้โรงงานที่มีกากมะเขือเทศปริมาณมาก ควรเก็บถนอมไว้ใช้ในรูปของกากมะเขือเทศแห้งหรือหมัก สามารถเก็บไว้ใช้เลี้ยงสัตว์ได้ตลอดฤดูแล้ง

ยอดอ้อย

ยอดอ้อย เป็นวัชพืชรบกวนใช้อีกอย่างหนึ่งจากไร่อ้อย ส่วนที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้แก่ ส่วนของยอดรวมทั้งใบบริเวณยอดหรือปลายลำต้น ซึ่งยอดอ้อยหมักเป็นกรรมวิธีการเก็บยอดอ้อยสดไว้ใช้นอกฤดู การหมักยอดอ้อยนั้น ควรเติมวัตถุดิบ เช่น กากน้ำตาล ยูเรีย หรือรำ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเร่งกระบวนการหมัก สัตว์มักจะชอบกินยอดอ้อยสดหมักมากกว่ายอดอ้อยอบแห้ง

การใช้เลี้ยงสัตว์

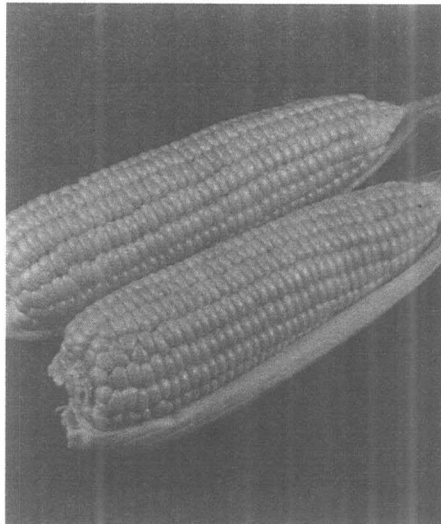
1. ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบได้ทั้งในรูปสด หมัก หรืออบแห้ง โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง และควรให้รวมกับอาหารข้นหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น ๆ เช่น ใบพืชตระกูลถั่ว ใบมันสำปะหลังเนื่องจากยอดอ้อยมีคุณค่าทางอาหารต่ำ
2. ยอดอ้อยมักมีอยู่ในไร่แบบกระจายกระจาย ในบางพื้นที่อาจมีปัญหาการเก็บรวบรวมมาใช้ แต่ถ้ามีการเลี้ยงโค-กระบืออยู่ใกล้ ๆ กับพื้นที่ปลูกอ้อยก็จะสะดวกดี
3. ควรเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ยอดอ้อยหมัก โดยการเสริมด้วยอาหารเข้มข้นที่ปรับระดับพลังงานและโปรตีนให้สูงขึ้น เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้าวโพดฝักอ่อน

เปลือกและต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นผลพลอยได้จากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือทิ้งได้แก่ ส่วนของเปลือกและไหม ส่วนของลำต้นและยอดอ่อน ซึ่งถอดจากต้นก่อนเก็บฝักข้าวโพด

การนำมาใช้ประโยชน์

1. ใช้ในรูปของอาหารหยาบ ใช้มากในโคนม โคขุน
2. ใช้ในรูปของพืชสด ใช้แทนหญ้าหรือให้สลับกับหญ้า
3. ทำเป็นพืชหมัก เก็บไว้ได้นาน
4. ส่วนของยอดข้าวโพด มีโปรตีนสูง โคชอบกินมากแต่มีจำนวนน้อย
5. ให้สัตว์กินได้โดยไม่จำกัดปริมาณ ในโคนมอาจกินได้ถึงวันละ 30-50 กิโลกรัมต่อตัว



6. การใช้เป็นอาหารโคนมในขณะกำลังให้นม ควรให้อาหารข้นอย่างเพียงพอเพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

7. ควรหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ หากให้กินทั้งต้นสัตว์จะเลือกกินเฉพาะใบเหลือต้นทิ้งไว้เป็นจำนวนมาก

เปลือกสับประรด

เปลือกสับประรด เป็นผลพลอยได้จากโรงงานทำสับประรดกระป๋อง ประกอบไปด้วยส่วนของเปลือก แกนกลาง เศษเนื้อและจุก รวมทั้งผลที่คัดทิ้งจากไร่และพ่อค้ารายย่อย

เปลือกและแกนกลางของสับประรดจะมีน้ำอยู่สูงถึงร้อยละ 90 เมื่อคือน้ำหนักสด ส่วนเหลือทิ้งนี้จะมีโปรตีนและโภชนะย่อยได้ ทั้งหมดประมาณร้อยละ 0.7 และ 7 เมื่อคือน้ำหนักแห้งจะมีค่าโปรตีน และโภชนะย่อยได้สูงถึงร้อยละ 7 และ 70 ตามลำดับ

การนำมาใช้เลี้ยงสัตว์

1. ใช้ได้ดีในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคนม โคเนื้อ แพะ และแกะ
2. ใช้เป็นอาหารหยาบในรูปของเปลือกสับประรดสด แห้ง และหมัก และใช้ผสมเป็นอาหารข้นในรูปของเปลือกสับประรดแห้ง
3. เปลือกสับประรดสดใหม่ ๆ โคไม่ชอบกิน ควรกองทิ้งไว้ 3-5 วัน โคจะกินได้มากขึ้น
4. ให้กินได้เต็มที่แต่ควรระวังเรื่องอุจจาระเหลว เพราะเปลือกสับประรดมีน้ำมาก
5. ควรใช้เปลือกสับประรดร่วมกับอาหารหยาบชนิดอื่น ๆ เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง หรือหญ้าสด เพื่อให้ได้เอื้อประโยชน์
6. การให้เปลือกสับประรดในโคนมที่กำลังให้นม ควรให้อาหารข้นอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

เกษตรกรผู้เลี้ยงวัวที่มีทำเลที่ตั้งฟาร์มอยู่ในแหล่งที่มีโรงงานสับประรดกระป๋องตั้งอยู่ นับได้ว่าเป็นผู้ที่โชคดีและเห็นการณ์ไกล เพราะเปลือกสับประรดนั้นเป็นอาหารวัวที่มีราคาถูก และมีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถใช้เลี้ยงได้ทั้งวัวฝูงและวัวขุน

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นอาหารโค-กระบือ เป็นอีกทางหนึ่งที่จะช่วยเกษตรกรประหยัดรายจ่าย และช่วยในการรักษาสีสิ่งแวดล้อมไม่ให้เน่าเสียอันเป็นผลมาจากทิ้งวัสดุเหลือทิ้งเหล่านั้นไว้โดยไม่ล่าประโยชน์

Developing Countries Farm Radio

Network no. 34

เอกสารเผยแพร่ของกรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยวิธีการทางธรรมชาติ

การเพาะปลูกพืชผล สิ่งที่ดีถือว่าเป็นปัญหาใหญ่สำหรับเกษตรกรคือปัญหาแมลงศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายพืชผลต่าง ๆ และเกษตรกรได้แก้ปัญหาโดยการใส่สารเคมีหรือยาฆ่าแมลงใน การกำจัดศัตรูพืช ซึ่งยาฆ่าแมลงสามารถกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากสารเคมีจากยาฆ่าแมลงทำให้เกิดอันตรายต่อตัวมนุษย์ สัตว์ต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ศัตรูพืช และรวมไปถึงทำลายสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเมื่อใช้สารเคมี เหล่านี้ติดต่อกันเป็นเวลานาน แมลงศัตรูพืชจะสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา ทำให้ยาฆ่าแมลงใช้ได้ผลน้อยลง และยิ่งกลายเป็นตัวกระตุ้นให้มีแมลงศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น

สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้แมลงศัตรูพืชมีมากขึ้นก็เนื่องมาจาก มนุษย์ทำลายป่าไม้ ทำลายสิ่งแวดล้อม จนทำให้ระบบนิเวศวิทยาเปลี่ยนแปลงไป ธรรมชาติสูญเสียความสมดุล ซึ่งในสมัยก่อนนั้นชาวไร่ชาวนาสามารถเพาะปลูกพืชผลได้โดยไม่ต้องพึ่งพายาฆ่าแมลง พืชผลจะเจริญงอกงามโดยปราศจากแมลงรบกวน เนื่องจากในธรรมชาติแมลงต่าง ๆ จะมีการกำจัดกันเองได้ และทุกสิ่งทุกอย่างจะเกิดการควบคุมกันเองภายใต้ธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์

ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาชีวิตและสิ่งแวดล้อม เกษตรกรควรเลิกใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดศัตรูพืช โดยเปลี่ยนมากำจัดหรือควบคุมศัตรูพืชด้วยวิธีการทางธรรมชาติ หรือที่เรียกว่าวิธีการทางชีวภาพ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้คือ

1.การเพาะปลูกพืชผลแบบผสม

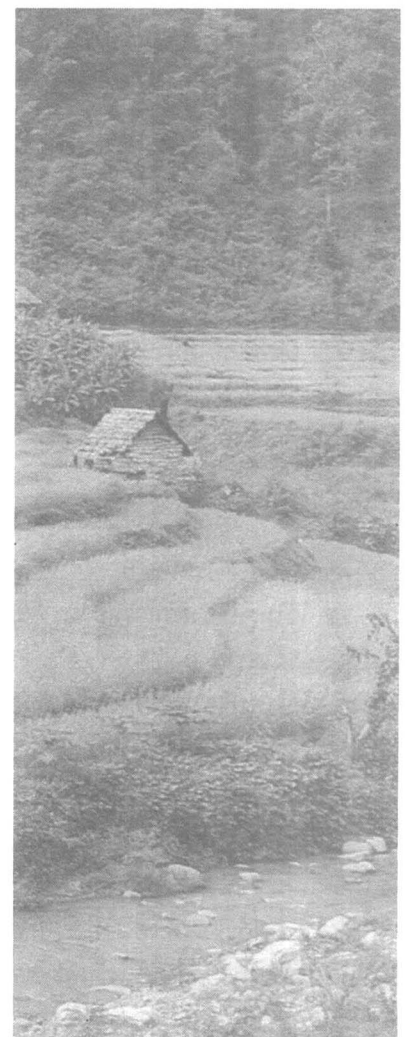
การเพาะปลูกแบบผสมนี้ทำได้โดยการนำพืชผลอย่างน้อย 2 ชนิดมาปลูกบนเนื้อที่เดียวกัน เช่น ปลูกข้าวโพดสลับกับถั่วลิสง หรือปลูกข้าวฟ่างสลับกับฝ้าย ซึ่งวิธีนี้เป็นการเลียนแบบธรรมชาติ เนื่องจากแมลงที่มีอยู่ตามธรรมชาติมีทั้งแมลงที่เป็นศัตรูพืช และแมลงที่ไม่เป็นศัตรูพืช ดังนั้นเมื่อปลูกพืชต่างชนิดกัน แมลงจะลงมาทำลายพืชผลก็จะมีต่างชนิดกันด้วย แมลงเหล่านี้จะเกิดการต่อต้านหรือกำจัดกันเองตามธรรมชาติ วิธีนี้จะทำให้พืชผลปลอดภัยจากแมลง

2.การเพาะปลูกพืชผลแบบช่วยเหลือเกื้อกูล

วิธีนี้เกษตรกรต้องนำพืชผล 2 ชนิดที่สามารถช่วยเหลือเกื้อกูลกัน หรือสามารถพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันได้มาปลูกไว้ใกล้ ๆ กัน เช่น ปลูกมะเขือเทศใกล้กับยาสูบ เพราะใบยาสูบมีสารที่ต้านแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มะเขือเทศเจริญงอกงามไปพร้อมกับใบยาสูบ แต่วิธีนี้จะต้องขึ้นอยู่กับการสังเกต และการได้คลุกคลีอยู่กับธรรมชาติ เพื่อที่จะเรียนรู้ว่า พืชชนิดใดสามารถช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้บ้าง

3.การเพาะปลูกพืชผลแบบหมุนเวียน

การเพาะปลูกพืชผลแบบหมุนเวียนคือการปลูกพืชไม่ให้ซ้ำกันในแต่ละฤดู ซึ่งเกษตรกรต้องเปลี่ยนชนิดของพืชผลที่จะนำมาเพาะปลูกอยู่เสมอ ไม่เพาะปลูกพืชชนิดเดียวกันซ้ำซากบนที่ดินแปลงนั้น ๆ วิธีนี้จะทำให้การดำรงชีวิตของแมลงศัตรูพืชยากลำบากขึ้น เพราะถือว่าเป็นการเข้าไปรบกวนในเรื่องอาหาร และที่อยู่อาศัยของแมลงศัตรูพืช ซึ่งวิธีนี้จะป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้ามารุกรานพืชผลได้เป็นอย่างดี



4. การควบคุมศัตรูพืชโดยการ เลียนแบบป่าไม้ในธรรมชาติ เช่น

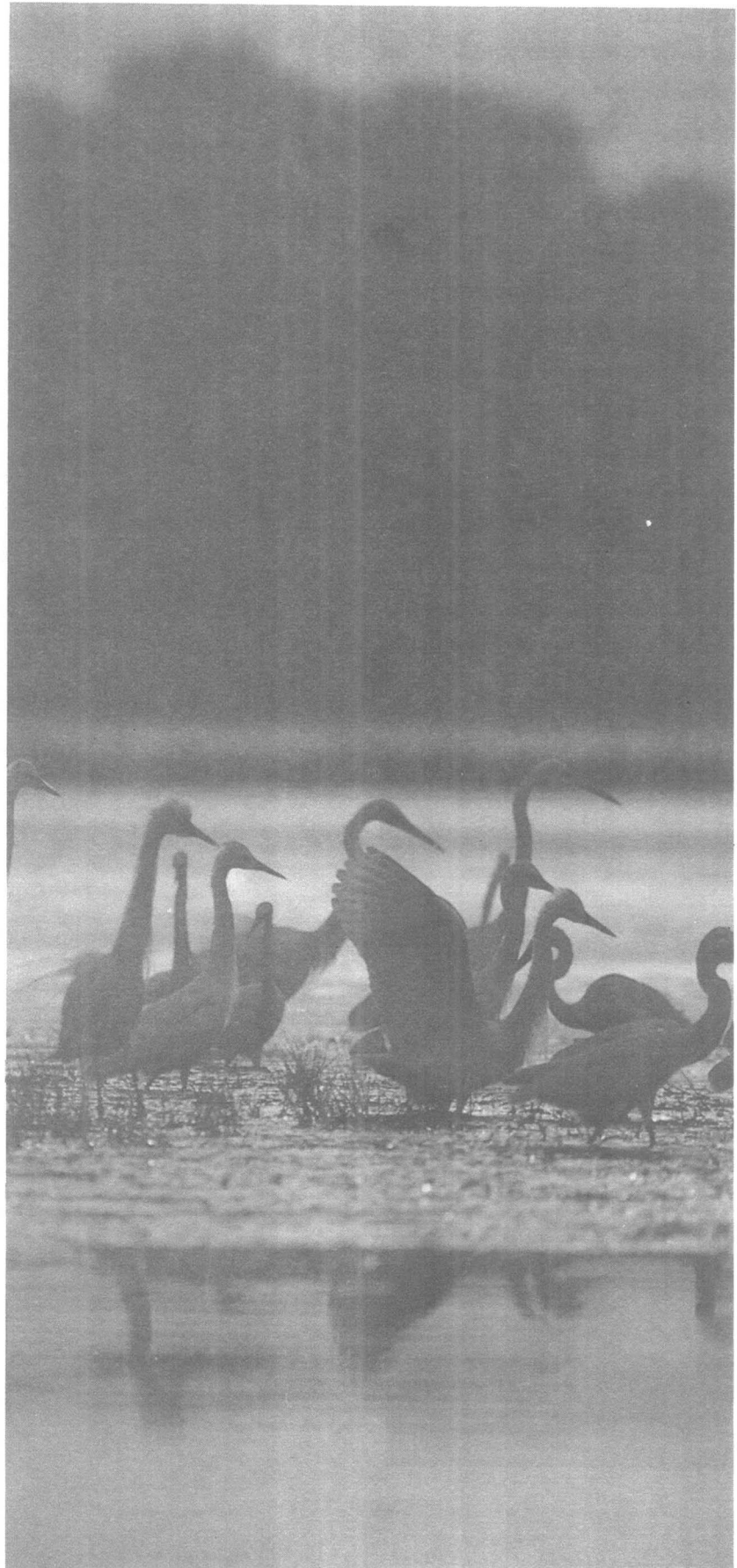
ปลูกต้นไม้ยืนต้น หรือไม้พุ่มไว้
รอบ ๆ แปลงพืชผล เพื่อช่วยป้องกันลม
ที่จะพัดพาแมลงศัตรูพืชมา หรือต้นไม้
เป็นที่อยู่อาศัยของนกชนิดต่าง ๆ และ
นกจะช่วยจิกกินแมลงหรือตัวหนอนใน
ไร่เราได้

- เลี้ยงเบ็ดหรือไก่ เพื่อให้จิกกินตัว
ไร หมัด ทาก หนอน และตัวแหว่ที่อยู่
ตามใต้ต้นไม้ และในพืชผลต่าง ๆ

- นำก้อนหิน ท่อนไม้หรือซุง ไม้
กระดานมาไว้ในไร่นาเพื่อใช้สำหรับเป็น
ที่อาศัยของกบ คางคก จิ้งจก ตุ๊กแก
แมลงปีกแข็ง และแมลงอื่น ๆ เพื่อให้
แมลงเหล่านี้ช่วยกินแมลงศัตรูพืชในไร่
นา จะเป็นการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดี
อีกทางหนึ่งด้วย

การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยวิธี
การทางธรรมชาติหรือทางชีวภาพนี้
ต้องอาศัยความอดทน ความตั้งใจ
ระยะเวลา การสังเกตสิ่งต่าง ๆ จาก
ธรรมชาติ และที่สำคัญคือต้องมีจิต
สำนึกในการที่จะช่วยรักษาสีเขียวดั่ง
เพื่อคืนความสมดุลให้กับธรรมชาติอีก
ครั้งหนึ่ง

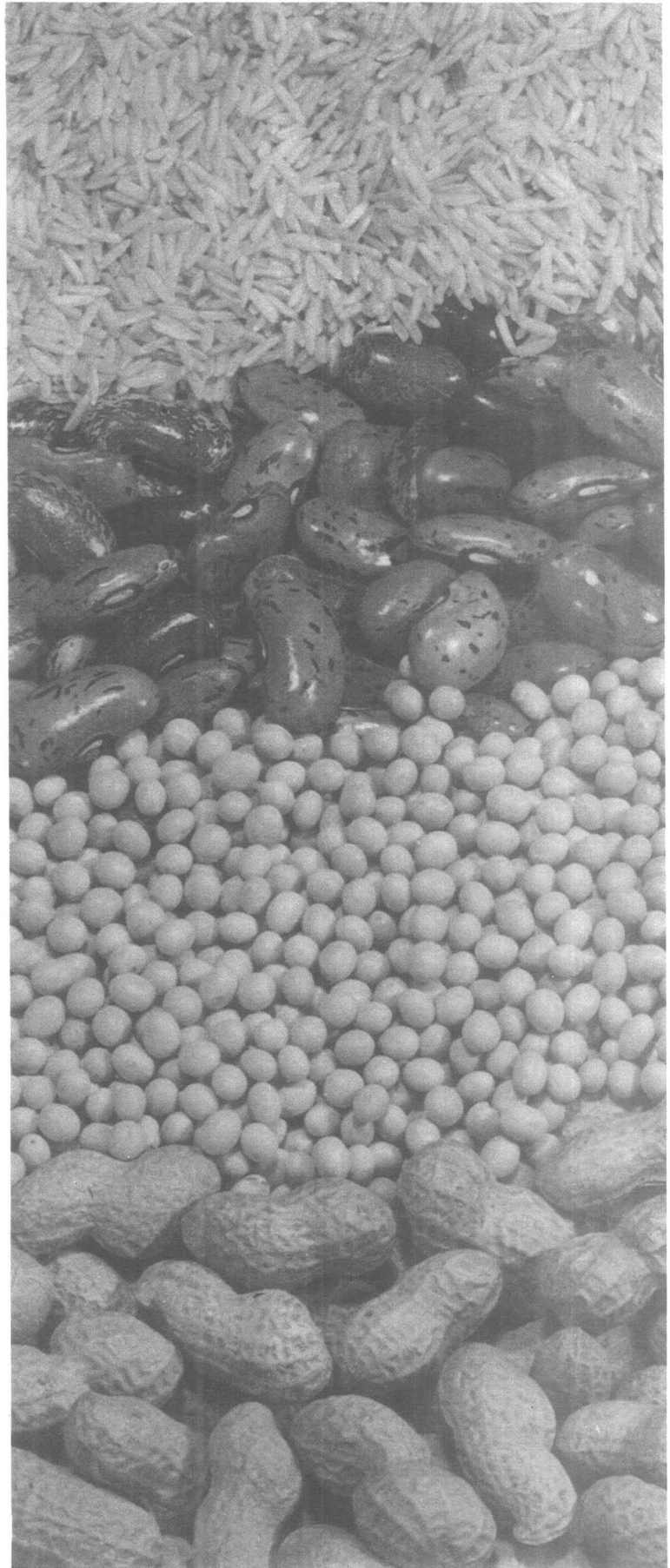
จาก Developing Countries Farm
Radio Network no. 36



ปุ๋ยหมักน้ำ

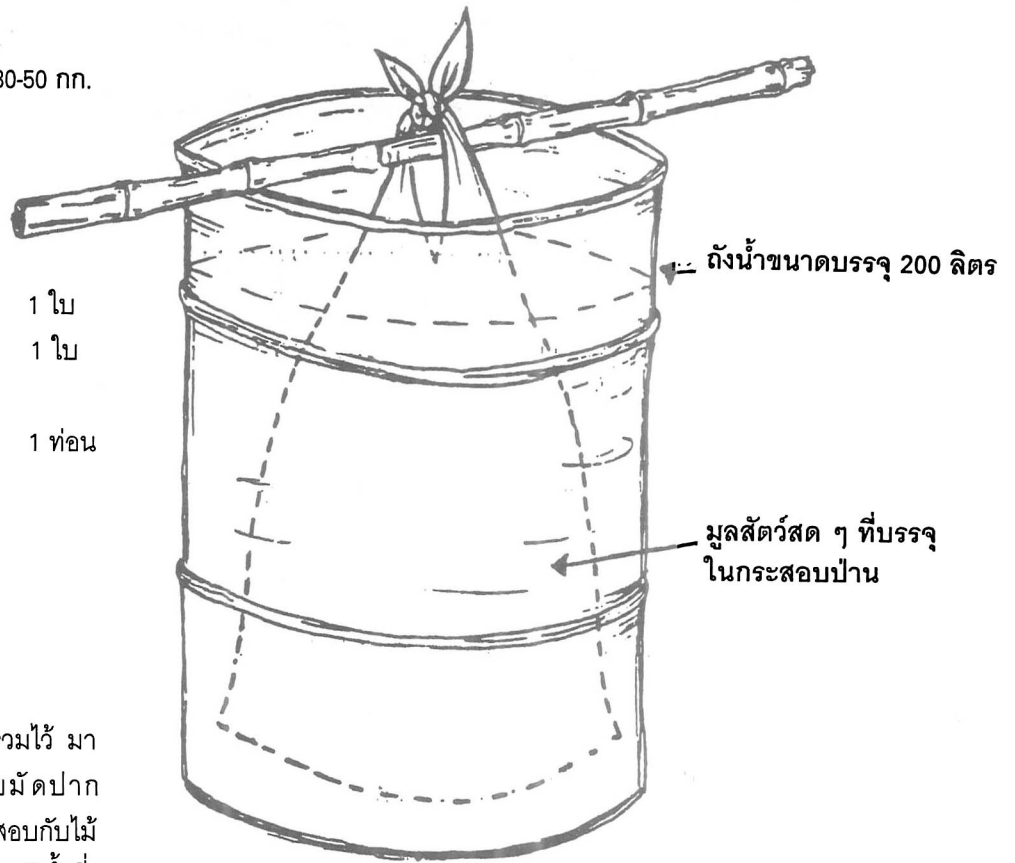
ในการเพาะปลูกพืชผลนั้น ผลผลิตที่ได้ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการเกษตร และผลผลิตที่ได้จะดีหรือไม่ นั้นขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยที่ใช้บำรุงพืชผล ดังนั้น ในการเพาะปลูกแต่ละครั้งเกษตรกรต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากในการซื้อปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องประสบปัญหาที่ไม่สามารถซื้อปุ๋ยเคมีมาใช้ได้

การทำปุ๋ยหมักน้ำขึ้นมาใช้เองจะช่วยเกษตรกรลดปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากปุ๋ยหมักน้ำมีส่วนผสมของไนโตรเจน และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการเช่นเดียวกับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมักน้ำจะไม่ทำลายสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดินอีกด้วย



วัสดุอุปกรณ์

1. มูลสัตว์สด ๆ 30-50 กก.
เช่น มูลวัว
มูลควาย
หรือมูลสัตว์
อื่นๆ
2. กระสอบป่าน 1 ใบ
3. ถังน้ำขนาดบรรจุ 200 ลิตร 1 ใบ
4. ไม้ไผ่ยาว 1 ท่อน
ประมาณ 1 เมตร
5. เชือกสำหรับผูก
ปากกระสอบ



วิธีทำ

นำมูลสัตว์สด ๆ ที่รวบรวมไว้ มาใส่ลงในกระสอบป่านโดยมัดปากกระสอบให้แน่น ผูกปากกระสอบกับไม้ไผ่ จากนั้นยกกระสอบมาใส่ในถังน้ำที่บรรจุน้ำเกือบเต็ม โดยให้ไม้พาดที่ปากถังน้ำ กระสอบจะห้อยอยู่ในถังน้ำ (ดูรูป)

การที่จะทำให้ปุ๋ยหมักน้ำใช้การได้เร็วขึ้น ต้องหมั่นยกไม้คานที่พาดปากถังขึ้น แล้วเขย่าเพื่อให้มูลสัตว์ในกระสอบคลุกเคล้ากันจะเป็นการเร่งให้มูลสัตว์ย่อยสลายแร่ธาตุออกมาในน้ำ โดยทำเช่นนี้ทุกวัน นานประมาณ 2 อาทิตย์ ก็จะสามารถนำปุ๋ยหมักน้ำมาใช้ได้ ในช่วง 2 วันแรกจะมีกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย และวันต่อมาจะมีกลิ่นฉุนน้อยลงตามลำดับ และน้ำในถังจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ปุ๋ยหมักน้ำก่อนนำมาใช้ต้องทำให้เจือจางโดยใช้ปุ๋ยหมักน้ำ 1 ส่วน ต่อน้ำ 1-2 ส่วน และนำมารดบริเวณโคนต้น ส่วนปุ๋ยหมักน้ำที่ค่อนข้างเข้มข้นจะใช้ได้ดีกับพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด



จาก 'Developing Countries Farm Radio
Network no. 34

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดัชนี ปีที่ 9 ฉบับที่ 1-3 2537

ดัชนีผู้เขียน

นาม	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	นาม	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า
กรรณิการ์ สถาปัตตานนท์	9 , 3: 13	บรรจบ อินทรสุขศรี	9 , 1: 47
	9 , 3: 55	บุญชัย ตระกูลมหัย	9 , 3: 55
กัลญา เทียนสง	9 , 1: 47	บุญเชิด ประเสริฐพงศ์	9 , 3: 55
กิตติชัย แซ่อึ้ง	9 , 1: 47	บุรฉัตร ฉัตรวีระ	9 , 2: 33
เกศรา นุตาลัย	9 , 3: 55		
เกรียงศักดิ์ ศิริพงษ์โรจน์	9 , 2: 60	ปัทมา สุนทรสารพูล	9 , 1: 3
คงกริช พงษ์พันธ์	9 , 1: 39		9 , 1: 89
จักรพงษ์ ลิ้มปณัสสรณ์	9 , 2: 95	ประคองศิริ จันทรมบูรณ	9 , 1: 3
จรัส บุญยธรรมมา	9 , 1: 28	ประไพภัทร คลังทรัพย์	9 , 2: 113
	9 , 1: 95		9 , 3: 81
	9 , 3: 34	ประวาลวรรณ สิทธิไธรย์	9 , 3: 55
ฉวีวรรณ พฤษสุพันธ์	9 , 1: 47	ประสาน ธรรมอุปกณ์	9 , 1: 3
ชัยวรรณ แกสสายพันธ์	9 , 1: 47	ปิติพร วงศ์ชัยสุริยะ	9 , 2: 63
ชุติมา ดันติเกตุ	9 , 3: 3	พัชรี สุนทรพะลิน	9 , 1: 3
ชูลีรัตน์ บรรจงลิขิตกุล	9 , 3: 95	พนม สีหาบุตร	9 , 2: 33
เดือนตา เสมาทอง	9 , 1: 3	พนัส บุรณศิลป์	9 , 1: 33
ทวีศักดิ์ โรหิตสุข	9 , 1: 28		9 , 2: 47
	9 , 3: 33		9 , 3: 76
ทวีศักดิ์ สุนทรธนาศาสตร์	9 , 1: 3	พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง	9 , 1: 101
ธนากร พลชะชัย	9 , 2: 30		9 , 2: 117
ธัญเดช นิมมานวุฒิมพงษ์	9 , 1: 47		9 , 3: 111
นงลักษณ์ ปานเกิดดี	9 , 3: 3	พิชัย นิमितยงสกุล	9 , 2: 33
นพมาศ วงศ์วิทย์เดชา	9 , 3: 37	พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล	9 , 2: 39
นัยนา นิยมวัน	9 , 2: 25	เพิ่มสุข มาทะ	9 , 3: 13
นระ คมนามูล	9 , 1: 57		9 , 3: 55
	9 , 2: 77	ไพโรจน์ เหลืองโรจน์กุล	9 , 1: 47
	9 , 3: 101	ภูรงค์ ทองแดง	9 , 1: 47

นาม	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า	นาม	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า
มนต์ชัย โกฏเพชร	9 , 1: 16	ศิลปชัย อรัญยะนาถ	9 , 3: 55
มนัส อาคมะพันธ์	9 , 3: 13	สมชาย ประดิษฐ์ศิลป์	9 , 3: 55
	9 , 3: 55	สนิท ทองสง่า	9 , 2: 17
มานิต เผือกสกนธ์	9 , 1: 63	สนอง แพบใหญ่	9 , 1: 47
	9 , 2: 45	สายันต์ ตันพานิช	9 , 1: 11
	9 , 3: 27	สุนทรี วิทยานารถไพศาล	9 , 1: 89
มานิต รุจิโรดม	9 , 2: 59	สุรัตนา อำนวยผล	9 , 1: 89
มานพ ตีระรัตนสมโภช	9 , 1: 47	สุวัฒน์ วิมลวัฒนาภักดิ์	9 , 1: 47
รุ่งทิพย์ ชัยวัฒนานนท์	9 , 3: 13	อัคราพร พันธุ์รักสรวงส์	9 , 1: 3
เรวัตร สุวรรณกิตติ	9 , 3: 100	อัญชลี กมลรัตนกุล	9 , 3: 47
ลดาวลย์ โชติมงคล	9 , 3: 3	อนุชา เล็กสกุลดิถิก	9 , 1: 79
วินัย สุพัฒน์กุล	9 , 2: 58	อมรรัตน์ สวัสดิ์หัต	9 , 1: 71
ศรเทพ ธีมวาส	9 , 1: 19	อุบลวรรณ พงศ์ประยูร	9 , 1: 3
	9 , 3: 92		9 , 1: 89
ศศิธร ตัจฉกวิทย์	9 , 2: 63	Finn Samberg	9 , 1: 3
ศศิธร วสุวัต	9 , 1: 3	Jars Bohlin	9 , 1: 3
	9 , 2: 91	Mikael Lindstrom	9 , 1: 3
ศิราพร วิเศษสุการ	9 , 2: 63	Peter Baeckstrom	9 , 1: 3
ศิริเพ็ญ จริเกษม	9 , 1: 3	Ulla Jacobsson	9 , 1: 3
ศิรินันท์ จันท	9 , 1: 3		

ดัชนีเรื่อง

เรื่อง	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า	เรื่อง	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า
กรด - เบส ในร่างกาย	9 , 3 : 95	กลูตามีน	9 , 1 : 28
กล้องจุลทรรศน์	9 , 1 : 98	เกษตรกรรม	
	9 , 1 : 100	- การท่องเที่ยว	9 , 2 : 47
กัม (gum)	9 , 2 : 63	ขยะ	9 , 2 : 77
การทดสอบการระคายเคืองต่อดวงตา	9 , 2 : 95	ข่าวงานวิจัย วท.	9 , 2:3,105
การท่องเที่ยว		ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท	9 , 1:101
- นันทนาการ	9 , 1 : 79		9 , 2:117
- สิ่งแวดล้อม	9 , 1 : 79		9 , 3:111
การพัฒนาเกษตรกรรมท้องถิ่น	9 , 1 : 16		

เรื่อง	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า	เรื่อง	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า
ชี้เป้าแกลบ	9 , 2:33	แบคทีเรียเรืองแสง	9 , 1 : 27
เขื่อนปากมูล		ผลไม้	9 , 3 : 77
- บันไดปลา	9 , 3:99	ผัก	9 , 3 : 77
- ผลกระทบต่อปลา	9 , 2:17	ผักโขม	9 , 1 : 33
คอนกรีต	9 , 2:33	ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ	
คาโรทีน	9 , 2:39	- กระเจี๊ยบแดง	9 , 3 : 84
คีนัว (ธัญพืช)	9 , 1:34	- กระถิน	9 , 3 : 85
คิมแสง	9 , 1:97	- กระเทียม	9 , 3 : 82
เครื่องกรองน้ำกร่อย	9 , 2:30	- ขมิ้น	9 , 3 : 84
เครื่องติดตามสัตว์น้ำ	9 , 2:59	- คำฝอย	9 , 3 : 83
เครื่องบิน	9 , 3:34	- ถั่วพู	9 , 3 : 85
เครื่องปรับสภาพไอเสีย	9 , 2:45	- น้ำมันเมล็ดข้าวโพด	9 , 3 : 85
เครื่องปลูกข้าว	9 , 1:101	- น้ำมันรำ	9 , 3 : 85
เครื่องทดสอบสี	9 , 3:13	- มะระ	9 , 3 : 84
โคเนื้อ	9 , 3: 92	- หัวหอมเล็ก	9 , 3 : 83
โคนม	9 , 1: 19	- หัวหอมใหญ่	9 , 3 : 82
	9 , 3: 92	- เห็ดหอม	9 , 3 : 84
จักรยานยนต์	9 , 2 : 45	- อ้อยแดง	9 , 3 : 84
จุลินทรีย์		แผ่นยางรองบ่อเกลือ	9 , 3 : 55
- ขจัดคราบน้ำมัน	9 , 2 : 3	แผ่น	9 , 2 : 58
ไดออกซิน	9 , 2 : 25	พืช	
เตาแสงอาทิตย์	9 , 1 : 106	- เอเชียวตะวันออกเฉียงใต้	9 , 1 : 11
ถั่ว	9 , 1 : 33	แมงกะพรุน	9 , 1 : 3
ทรานสดิวเซอร์	9 , 3 : 3	ยา	
ทฤษฎีคัดเลือกพันธุ์	9 , 1 : 28	- การพัฒนาในประเทศไทย	9 , 1 : 89
นาฬิกาเลเซอร์	9 , 1 : 96	ยางพารา	9 , 2 : 60
น้ำมันปาล์ม	9 , 2 : 39	ยาโรคลมชัก	9 , 3 : 37
น้ำเสีย		เยื่อกระดาษ	9 , 2 : 25
- สาธารณรัฐประชาชนจีน	9 , 3 : 101	รถยนต์	
บรรจุภัณฑ์		- การฉีดน้ำเข้าเครื่อง	9 , 3 : 27
- ปัญหาสิ่งแวดล้อม	9 , 1 : 71	โรคไขมันในเส้นเลือด	9 , 3 : 81
- เครื่องมือแพทย์	9 , 3 : 47	สไปรลเลอร์	9 , 1 : 63

เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า
สมุนไพร		สารด้านการอักเสบ	๑ , 1 : 3
- เติยหอม	๑ , 2 : 93	สิทธิบัตรยา	๑ , 1 : 89
- ทองพันชั่ง	๑ , 2 : 94	แสงเลเซอร์	๑ , 1 : 96
- ผักนึ่งทะเล	๑ , 2 : 92	ไส้กรอก	๑ , 2 : 63
- ฟ้ายทะเลลายโจร	๑ , 2 : 94	อาคารชุด (สำนักงาน)	
- ว่านกาบหอย	๑ , 2 : 93	- NEC ซุปเปอร์ทาวเวอร์	๑ , 1 : 57
- สัตว์ทดลอง	๑ , 2 : 113	อินเตอร์เฟรอน	๑ , 3 : 33
- สารสกัดจากผักนึ่งทะเล	๑ , 1 : 3	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	๑ , 1 : 39
- หนุমানประสานกาย	๑ , 2 : 93	ฮอริโมน	๑ , 1 : 47

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดัชนี ปีที่ 10 ฉบับที่ 1-3 2538

ดัชนีผู้เขียน

นาม	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	นาม	ปีที่ , ฉบับที่: หน้า
กรรณิการ์ สถาปัตตานนท์	10 , 2: 97	นระ คมนามูล	10 , 1: 101
	10 , 3: 24	บุญชัย ตระกูลมหัย	10 , 3: 24
กานดา ว่องไวลิขิต	10 , 3: 104	บุรฉัตร ฉัตรวีระ	10 , 1: 57
กิติพร แซ่เจ็ง	10 , 1: 13		10 , 2: 71
จรัส บุญยธรรมมา	10 , 1: 21		10 , 3: 55
	10 , 1: 54	ประพันธ์ บุญกลั่นขจร	10 , 2: 87
	10 , 2: 41		10 , 3: 15
	10 , 3: 39	ประเวศ เลหาศิริ	10 , 3: 92
	10 , 3: 41	ปาริชาติ หลายชูไทย	10 , 3: 92
จินตนา เหล่าไพบูลย์	10 , 2: 64	ปิยะ เฉลิมกลิ่น	10 , 1: 71
จิราภรณ์ อรัณยะนาถ	10 , 2: 18		10 , 3: 18
ชลิต ชูประทีป	10 , 1: 25	พงศ์เทพ อันตะริกานนท์	10 , 2: 49
ชลิต สงหศิริ	10 , 2: 12		10 , 3: 42
ชวกุล พิกุลชาคร	10 , 3: 104	พนม สีหาบุตร	10 , 1: 57
ชูศักดิ์ ชำนาญยันตรกิจ	10 , 2: 64		10 , 2: 71
ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์	10 , 1: 87	พนัส บุรณศิลป์	10 , 3: 81
ดารณี ประภาสะโนบล	10 , 3: 5	พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง	10 , 1: 109
ทวีศักดิ์ โรหิตสุข	10 , 2: 86		10 , 2: 110
เทพประสงค์ วรยศ	10 , 2: 58		10 , 3: 109
ธนากร พลชะชัย	10 , 2: 56	พิชัย นิमितยงสกุล	10 , 1: 57
	10 , 3: 79		10 , 2: 71
ธราพงษ์ วิทิตสานต์	10 , 3: 24		10 , 3: 55
ธวัช จิรายุส	10 , 1: 23	พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล	10 , 3: 92
	10 , 1: 93	มงคล วรรณประภา	10 , 2: 64
นัฐพร พันธมนาวิน	10 , 3: 42	มนัส เอื้อเฟื้อ	10 , 3: 104
นฤมล รื่นไวย	10 , 2: 29	ยุพิน จิตตานนท์	10 , 2: 35
	10 , 2: 88	เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์	10 , 2: 52
	10 , 3: 9		10 , 3: 11
	10 , 3: 16	ลักขณา พงศ์พจน์	10 , 3: 17

นาม	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	นาม	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า
วราภรณ์ ชัยโสภาส	10 , 2: 43	สายสวาท พระคำยาน	10 , 3: 109
	10 , 3: 69	สุทธิเจตน์ จันทศิริ	
วิฑวัธ สุพานิช	10 , 2: 52	สุภาพ อัจฉริยศรีพงษ์	10 , 2: 29
ศรเทพ ธัมวาสร	10 , 1: 49	สุมาลัย ศรีกำไลทอง	10 , 3: 92
ศรีศักดิ์ ตรังวรกุล	10 , 1: 25	สุเมธ ภูมิภักดิ์	10 , 1: 41
ศศิธร วสุวัตติ	10 , 3: 63	สุวรรณ ไชยสิทธิ์	10 , 1: 75
ศิริชัย หวังเจริญตระกูล	10 , 2: 5	อัจฉรา แก้วม่วง	10 , 1: 25
สมนึก อาษา	10 , 3: 92	อภาภรณ์ มหาจันทร์	10 , 3: 42
สามารถ จิตนาถสาร	10 , 3: 18	อุทาร์ตน์ ภูไพบูลย์	10 , 1: 5

ดัชนีเรื่อง

เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า
กล้วยอินทรีย์	10 , 3 : 17	ซีโต้แอลบ	
การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย	10 , 3 : 11	- เครื่องบด	10 , 2 : 71
การปลูกต้นไม้	10 , 2 : 42	เครื่องมือเข้า	10 , 2 : 90
การลงรักปิดทอง	10 , 2 : 12	เครื่องทดสอบความชื้น	10 , 2 : 96
การสำรวจหน้าดิน	10 , 3 : 41	เครื่องทดสอบสี	10 , 2 : 96
การสื่อสาร	10 , 3 : 9	โค	
การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	10 , 1 : 87	- การผสมเทียม	10 , 1 : 49
การอนุรักษ์วัฒนธรรม		งานเชื่อม	
- โดยใช้วิทยาศาสตร์	10 , 2 : 29	- การตรวจสอบรอยบกพร่อง	10 , 2 : 52
เกาะกาลาปากอส	10 , 2 : 42	จักรยาน	10 , 3 : 40
เกษตรกรรม		จุดเย็น	10 , 1 : 87
- วนเกษตร	10 , 3 : 113	จุลินทรีย์	
ขยะ	10 , 1 : 13	- ขจัดคราบน้ำมัน	10 , 2 : 90
	10 , 2 : 41	เชื้อเพลิง	10 , 1 : 13
ข่าวงานวิจัย วท.	10 , 1: 89	เซรามิก	10 , 1 : 41
ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท	10 , 1:109	ไซเบอร์สเปซ	10 , 3 : 5
	10 , 2:110	ตะกั่ว	10 , 1 : 75
	10 , 3:109	ดินเปิด	10 , 1 : 5
ข้าว	10 , 3:40	ตู้เย็น	10 , 3 : 111
ข้าวโพดหวาน	10 , 3:18	ถ่านกัมมันต์	10 , 3 : 24

เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า	เรื่อง	ปีที่ ,ฉบับที่: หน้า
ถั่ว	10 , 2 : 49	ไม้ประกอบ	
	10 , 3 : 18	- ปัญหาวัตถุดิบ	
เทคโนโลยีพืชสวน	10 , 2 : 58	ในอุตสาหกรรม	10 , 1 : 93
น้ำเสาวรส	10 , 1 : 25	ไม้อัด	
น้ำเสีย		- ปัญหาวัตถุดิบ	
- เครื่องต้นแบบ	10 , 2 : 91	ในอุตสาหกรรม	10 , 1 : 93
- สาธารณรัฐประชาชนจีน	10 , 1 : 101	ยา	
- อุตสาหกรรมเกษตร	10 , 2 : 56	- การออกแบบ	10 , 1 : 54
ปาล์ม	10 , 3 : 81	ยาแก้ปวด	10 , 2 : 86
ปุ๋ยชีวภาพ	10 , 2 : 91	ยาเม็ดชิง	10 , 2 : 94
โบราณวัตถุ		ยุง	10 , 1 : 23
- การอนุรักษ์และบำรุงรักษา	10 , 2 : 5		10 , 3 : 109
โบราณสถาน	10 , 2 : 18	รองเท้า	10 , 2 : 88
- ความเสื่อม	10 , 2 : 35	วางระบายน้ำ	10 , 1 : 57
ผลไม้	10 , 3 : 79	โรคมะเร็ง	
- การยืดอายุ	10 , 1 : 109	- วัคซีน	10 , 3 : 39
ผัก		โรคเอดส์	10 , 1 : 22
- การสกัดเพกติน	10 , 3 : 68	เลซิดิน	10 , 3 : 92
ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ		ภูมิคุ้มกันโรค	10 , 1 : 56
ฝ้ายยาง	10 , 2 : 93,97	วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง	10 , 3 : 55
พลังงานแสงอาทิตย์	10 , 1 : 56	วุ้นสวรรค์	10 , 2 : 95,117
พันธุกรรม		ศาสนสถาน	10 , 1 : 55
- การเก็บรักษาพืช	10 , 2 : 94	สมุนไพร	
พืช		- กุหลาบมอญ	10 , 3 : 66
- การเพิ่มผลผลิตโดยการ		- มะขามแขก	10 , 3 : 67
เพิ่มระบบราก	10 , 1 : 71	- มะลิ	10 , 3 : 65
- เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	10 , 2 : 89	- ไม้ประดับ	10 , 3 : 63
เพกติน	10 , 2 : 43	สารวัดปริมาณรังสี	10 , 2 : 64
เพชร	10 , 1 : 21	สารหาย	10 , 3 : 42
โพล	10 , 2 : 92	สุกร	10 , 3 : 16
มะเขือม่วง	10 , 3 : 18	แสงเลเซอร์	10 , 3 : 39
แม่แบบปั๊มสูตร	10 , 3 : 104	หัวเชื้อวุ้นสวรรค์	10 , 2 : 95,117
		อาหารกับสารเคมี	10 , 1 : 17
		แอลกอฮอล์	10 , 3 : 15



กฎเกณฑ์ธรรมชาติไร้ขีดจำกัดอีกต่อไป

เมื่อน้ำหอมปรับอากาศไบเฟรช
เก็บท้องฟ้าใส และธรรมชาติหอมมา
หล่อหลอมรวมเป็นหนึ่งเดียว
ให้คุณสร้างสรรค์บรรยากาศ
... โดยไร้กฎเกณฑ์ ...



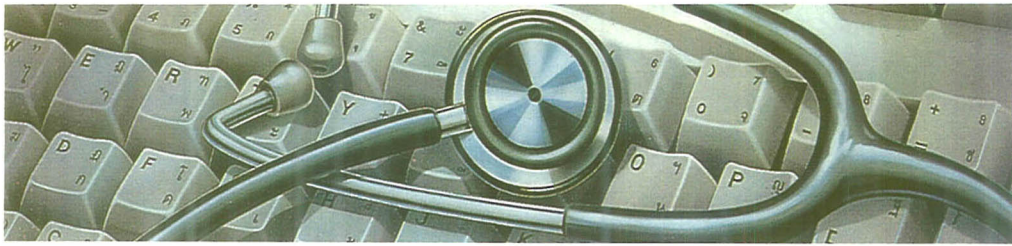
ไบเฟรช

ความหอมธรรมชาติทุกที่... ทุกเวลา

มีทั้งชนิดสเปรย์และชนิดเจล ในกลิ่นที่คุณชื่นชอบ



ทันสมัยด้านวิชาการ



เพิ่มพร้อมด้านบริการ



อาคารใหม่ 12 ชั้น ก้าวใหม่ของโรงพยาบาลธนบุรี

ขยายบริการ เพื่อตอบสนองผู้ใช้บริการได้อย่างทั่วถึง อาคารใหม่ 12 ชั้น
ของโรงพยาบาลธนบุรี พร้อมรองรับผู้ป่วยด้วยเตียงรักษาพยาบาลถึง 500 เตียง
ด้วยเครื่องมือแพทย์อันทันสมัย พนักงนบุคลากรที่มีประสิทธิภาพ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ
เฉพาะทางหรือทั่วไป และพยาบาลที่เอาใจใส่ผู้ป่วยตลอดเวลา พร้อมให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง



บริษัท โรงพยาบาลธนบุรี จำกัด
THE THONBURI HOSPITAL CO., LTD.

34/1 ซอยโรงเรียนแสงสุกษา ถนนอิสรภาพ บางกอกน้อย กทม. 10700 โทร. 412-0020, 411-0401-7
34/1 SOI SAENG SUKSA ISSARAPHAP RD. BANGKOK-NOI, BANGKOK 10700 THAILAND. TEL. 412-0020, 411-0401-7



สินค้ามีจำนวนจำกัด

ต้นเหตุ

ที่ใครๆ ก็ไปเที่ยวกันหมด

กิจการ “ท่องเที่ยวอาเซียนเที่ยวเมืองไทย
ไปกับ โกดักเอกซ์เพรส” ให้เที่ยวได้
ในราคาสุดพิเศษอย่างนี้...ใครจะทนไหว?

ล้างอัดรูปด้วยกระดาษสีโกดักรอยัล ที่ศูนย์แล็บสี
โกดักเอกซ์เพรส ได้สิทธิ์ซื้อฟิล์มสีโกดักชุด 5 ม้วน
(Travel Pack) ซึ่งแนบคู่มือ 2 ใบ (1ใบ ต่อ 1 ท่าน
ต่อ 1 รายการท่องเที่ยว) นำไปแลกซื้อแพ็คเกจทัวร์
จากบริษัท ออร์มแทรเวล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
เลือกเที่ยวได้ตามใจชอบ ในราคาสุดพิเศษ
ทั้งในประเทศไทยและกลุ่มประเทศอาเซียน

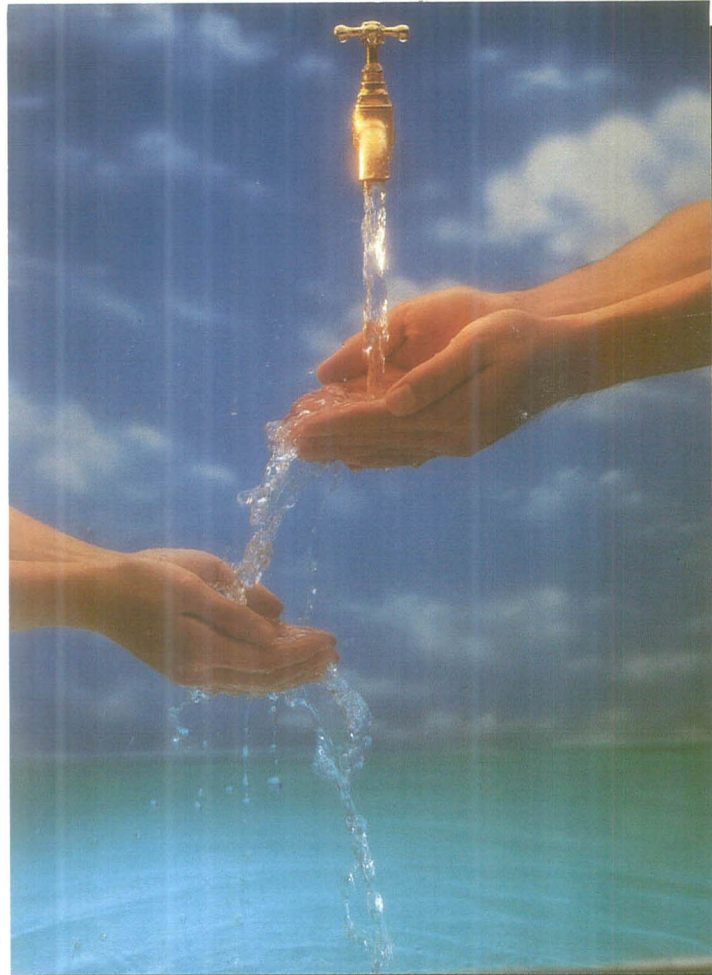
ทัวร์ภายในประเทศ 3 วัน 2 คืน ภูเก็ต 1,600.-
ถึง 2,000.- หาดใหญ่ 1,200.- ถึง 1,600.-
กระบี่ 3,500.- เชียงใหม่ 1,200.- หนองคาย 1,900.-
ทัวร์ต่างประเทศ 3 วัน 2 คืน สิงคโปร์ 8,900.-
มาเลเซีย 8,400.- ส่องกง 10,500.- บาห์ลี 12,600.-
มะนิลา 8,600.-

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม
โทร. (02) 261-8465-9
(02) 261-8463-4 (สายตรง)



วันนี้ ถึง 30 เมษายน 2539 เฉพาะที่ศูนย์แล็บสีโกดักเอกซ์เพรสเท่านั้น





ช่วยกันส่งต่อความใสสะอาด

37 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรของน้ำจืดที่มีอยู่ในโลกจะเพียงพอสำหรับ 5,000 ล้านคน ในวันพรุ่งนี้หรือไม่ เราทุกคนคือผู้ร่วมกันตอบคำถามนี้ ~ วันนี้ เรายังคงมีน้ำสะอาดใช้ และหวังไว้ว่าจะมีน้ำสะอาดให้ใช้ต่อไป ชั่วลูก ชั่วหลาน... เพราะน้ำที่ไหลผ่านมือคุณยังคงความใสสะอาดอยู่ได้ด้วยจิตสำนึกที่รับผิดชอบ และน้ำนั้น จะหมุนเวียนกลับมาให้ใช้อีกในวันข้างหน้า ~ สำหรับวันนี้ วางใจให้เราเป็นอีกมือหนึ่งที่ช่วยส่งต่อน้ำใส

จากวันนี้... สะอาดจากคุณถึงคนรุ่นต่อไป เพียงเริ่มต้นจากการบำบัดน้ำที่ไขแล้วให้สะอาดก่อนระบาย ลงสู่แหล่งน้ำ ถึงบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป AQUA SYSTEMS ให้คุณควบคุมคุณภาพ น้ำทุกหยดด้วยเทคโนโลยีที่เปี่ยมความรับผิดชอบ ~ AQUA SEPT เป็นถังเกราะสำหรับบำบัดน้ำเสียจากส้วม ในที่พักอาศัยทั่วไป โดยใช้ร่วมกับ AQUA FILTER หรือถังกรองไร้อากาศ เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่สะอาดตาม มาตรฐานชุมชนก่อนปล่อยลงสู่ที่ระบายน้ำได้โดยปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม AQUA PAC ถึงบำบัดน้ำเสีย ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งถังเกราะและถังกรองไร้อากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียจากทุกส่วนของ อาคารภายในถังใบเดียว และอีกหลากหลายผลิตภัณฑ์สำหรับคุณผู้ใส่ใจในคุณภาพน้ำ **สู่ วัน ห นั**



ระบบบำบัดน้ำเสีย AQUA SYSTEMS เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพน้ำ

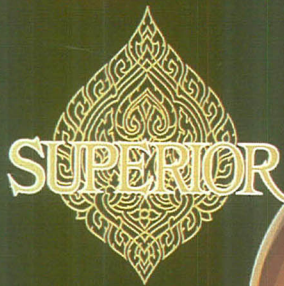
บริษัท อควาซิสเต็มส์ จำกัด 99/169 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ (02) 589-9717 (5 สายอัตโนมัติ) แฟกซ์ (662) 580-2357
 ตัวแทนต่างประเทศ บริษัท เซียงใหม่อควาซิสเต็มส์ จำกัด โทรศัพท์ (053) 212-137, 212-237 แฟกซ์ (053) 217-319 บริษัท ยู.ที. อควาซิสเต็มส์ จำกัด (อุดรดิตถ์) โทรศัพท์ (055) 412-412
 บริษัท นครอควาซิสเต็มส์ จำกัด (นครศรีธรรมราช) โทรศัพท์ (075) 342-232, 01-956-2090 บริษัท เซาท์เทอร์นอควาซิสเต็มส์ จำกัด (สงขลา) โทรศัพท์ (074) 246-904 ต่อ 18 แฟกซ์ (074) 239-230
 หจก. ภูเก็ตวอเตอร์ฟลาย โทรศัพท์ (076) 215-681, 225-164-5 แฟกซ์ (076) 223-388

เมกฮอง

SUPERIOR

บ่มนานปี รสดีถึงขั้น

Mekhong



SUPERIOR



เมกฮอง
SUPERIOR

สุราปรองพิเศษ
โรงงานสุราบางยี่ขัน
กระทรวงอุตสาหกรรม

35°

ปริมาณสุรา 0.750 ลิตร





บริษัท พัฒนิกส จำกัด (มหาชน) PATKOL PUBLIC COMPANY LIMITED

ทะเบียนเลขที่ บมจ. 132
PUBLIC CO. REG. NO. 132

☎ 328-1032-49 20/14-15 หมู่ที่ 10 สุขุมวิท 103 (อุดมสุข) แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10260 โทรสาร 328-1245, 328-1058 เทล็กซ์ 84555 PATKOL TH
20/14-15 MOO 10 SUKHUMVIT 103, PRAVATE, BANGKOK 10260, THAILAND, FAX.(662)328-1245, 328-1058 TELEX 84555 PATKOL TH



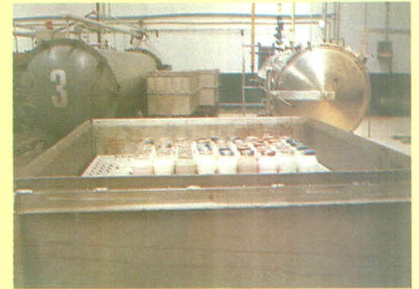
เครื่องฆ่าเชื้อ (RETORT)

สเตอริไลเซชัน (STERILIZATION) คืออะไร

เป็นการฆ่าเชื้อวิธีหนึ่ง ซึ่งทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการบูดเน่า และ ทำลายน้ำย่อย (enzyme) ที่มีอยู่ในน้ำนมให้หมดไป เพื่อให้สามารถเก็บน้ำนมไว้ได้นานขึ้น

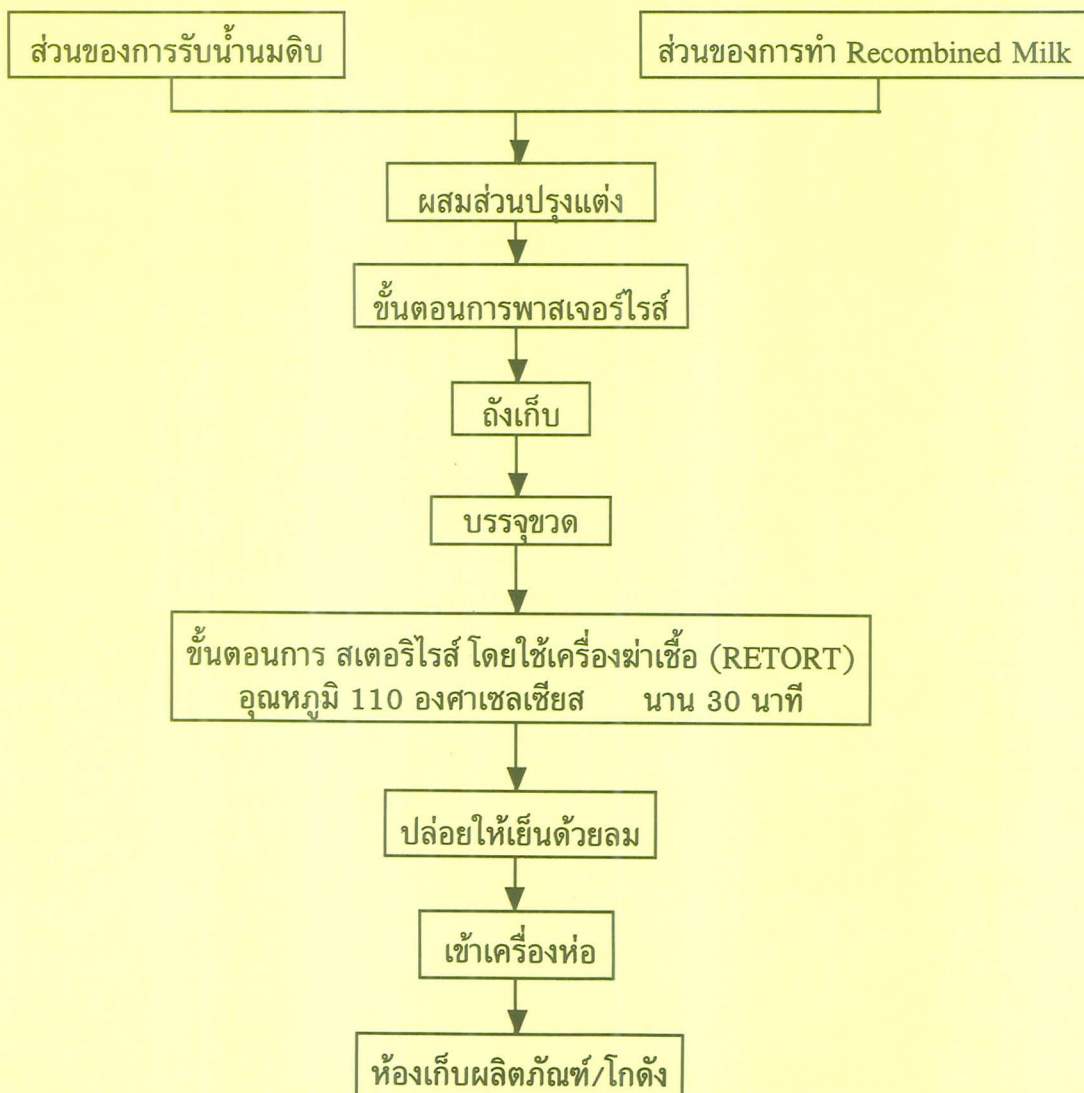
แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบทำลายเชื้อในน้ำนมซึ่งบรรจุภาชนะบรรจุ ใช้อุณหภูมิ 110°C นาน 30 นาที
2. แบบทำลายเชื้อในน้ำนมที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะบรรจุ ใช้อุณหภูมิ $135-150^{\circ}\text{C}$ นาน 2-3 นาที



นมที่ผ่านเครื่องฆ่าเชื้อ (RETORT)

ขั้นตอนการผลิตนม สเตอริไลส์ โดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อ (RETORT)



การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของนม U.H.T / นม สเตอริไรส์ / นม พาสเจอร์ไรส์

ข้อเปรียบเทียบ	นม U.H.T	นม สเตอริไรส์	นม พาสเจอร์ไรส์
1. อายุการเก็บ	ประมาณ 6 เดือน	ประมาณ 6 เดือน	ประมาณ 3-4 วัน
2. อุณหภูมิที่เก็บ	อุณหภูมิห้อง/โกดัง	อุณหภูมิห้อง/โกดัง	อุณหภูมิ 4°C/เก็บในช่องเย็น
3. การขนส่ง,ขนย้าย	สะดวก ไม่ต้องมีห้องเย็นติดรถ	สะดวก ไม่ต้องมีห้องเย็นติดรถ	ยุ่งยาก ต้องมีห้องเย็นติดรถ
4. การลงทุน	ค่อนข้างสูง ประมาณ 50 ล้านบาท ขึ้นไป	ปานกลาง 16-17 ล้านบาท (ที่กำลังผลิต 10 ตัน/วัน)	ประมาณ 13-14 ล้านบาท (ที่กำลังผลิต 10 ตัน/วัน)
5. ราคาภาชนะบรรจุ (ต่อหน่วย)	ประมาณ 1.50 บาท/กล่อง (ขนาด 200 CC.)	ประมาณ 90 สตางค์/ขวด (ขนาด 200 CC.)	ประมาณ 70 สตางค์/ถุง (ขนาด 200 CC.)
6. จำนวนคนที่ทำงาน	ใช้จำนวนคนน้อย	ใช้จำนวนคนมากกว่า U.H.T	ใช้จำนวนคนมากกว่า U.H.T. แต่น้อยกว่า สเตอริไรส์
7. กำลังการผลิต	ค่อนข้างสูง/เร็ว	ค่อนข้างต่ำกว่า U.H.T /ช้า	-
8. ลักษณะการทำงาน	ต่อเนื่อง	เป็นแบบกะ	ต่อเนื่อง



เชื่อหรือไม่ ? พระอาทิตย์ขึ้นตลอด 24 ชั่วโมง

ใครบางคนอาจไม่เชื่อ แต่สำหรับบริษัท ไทยผลิตภัณฑ์อิบซั่ม จำกัด(มหาชน) เราเชื่อ! เพราะจากการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้างที่อยู่อาศัย เพื่อประหยัดพลังงานผนวกกับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า บ้านโซล่าเฮ้าส์ (SOLAR HOUSE) จึงถือกำเนิดขึ้น ด้วยประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ แวนาเดียม (VANADIUM BATTERY) เทคโนโลยีที่เกิดจากการค้นคว้า พัฒนา และวิจัย ร่วมกับ สถาบันยูนิเสิร์ช (UNISEARCH) แห่งมหาวิทยาลัยนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย โดยสามารถใช้เป็นแหล่งเก็บและ แปลเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ได้ตลอดเวลา แม้ในยามค่ำคืน

ผลจากการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวหน้าอยู่เสมอของ ไทยผลิตภัณฑ์อิบซั่ม ทำให้สามารถก้าวขึ้นสู่ความเป็นผู้นำด้านผลิตภัณฑ์ เพื่อการก่อสร้างบ้านและอาคารที่ครบวงจร ซึ่งช่วยในการประหยัดพลังงาน รักษาภาวะแวดล้อมและใช้ทดแทนไม้ อาทิ แผ่นอิบซั่ม โครงคร่าวเหล็ก พ่นกันความร้อนภายนอก ทึบ อาร์เมอร์วอลล์ (TG ARMOURWALL) ระบบหลังคาชิงเกิ้ล (ROOF SHINGLE) และอื่นๆ ไทยผลิตภัณฑ์อิบซั่ม ยังคงมุ่งมั่นที่จะพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการก่อสร้าง ที่เปี่ยมด้วยคุณภาพ และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง



บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์อิบซั่ม จำกัด (มหาชน)
อาคารมหานครยิบซั่ม 539/2 ถนนศรีอยุธยา
เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 245-2177, 246-8971-2 FAX. 247-2005, 245-1182

สนใจบ้านโซล่าเฮ้าส์ (SOLAR HOUSE) และผลิตภัณฑ์อื่นๆ สอบถามรายละเอียดได้ที่ฝ่ายการตลาด บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์อิบซั่ม จำกัด (มหาชน) HOTLINE : 642-5218-9



บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

“บริษัทของคนไทย

ดำเนินการโดยคนไทย

ผูกพันกับชีวิตคนไทย

ด้วยความรับผิดชอบ

เพื่อศักดิ์ศรีของคนไทย

และประเทศไทย”

สู่ก้าวใหม่แห่งอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ “ปูน ทีพีไอ”

กลุ่มบริษัท ทีพีไอ

บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)

บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

บริษัท คาโปรแลคคัมไทย จำกัด (มหาชน)

บริษัท น้ำมัน ทีพีไอ จำกัด

บริษัท ทีพีไอ คอนกรีต จำกัด

บริษัท อุตสาหกรรมโพลีเอทิลีนไทย จำกัด

บริษัท ไทย เอ บี เอส จำกัด

บริษัท ทีพีไอ โพลีเอครีเลด จำกัด

บริษัท ทีพีไอ โพลีเอทิลีน จำกัด

บริษัท อูเคห์ (ประเทศไทย) จำกัด



บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)



ปูน ทีพีไอ เราสร้างอนาคต



ด้วยอภินันทนาการ

จาก



บริษัท สถาปนิกหนึ่งร้อยสิบ จำกัด

ARCHITECTS ONE HUNDRED AND TEN CO., LTD.

3388/70 - 71 อาคารสิรินรัตน์ ชั้น 20 ถนนพระราม 4

แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

3388/70 - 71 20TH FL. SIRINRAT BLDG.,

RAMA IV ROAD, BANGKOK 10110

โทร. 367-5788 โทรสาร 367-5074-5

TEL: 367-5788 FAX: 367-5074-5

ผู้ผลิตอาหารทะเลส่งออก
และผลิตอาหารทะเล จำหน่ายในประเทศ

บริษัท
ได้รับการส่งเสริมการลงทุน



จากคณะกรรมการ
ส่งเสริมการลงทุน (BOI)

ดำเนินการผลิตสินค้าขึ้นมา 3 ชนิด ได้แก่ ปลาทูน่าต้มสุก แช่แข็ง ปลาแล่นเนื้อ แช่แข็ง
อาหารแมวกระป๋องและผลิตภัณฑ์ใหม่ กุ้งแช่แข็ง



THAI UNION FROZEN PRODUCTS PUBLIC COMPANY LIMITED

Head office : 72/1 Moo 7 Sethakit 1 Road, Tambon Tarsrai, Amphuer Muang, Samutsarkorn, Thailand

Tel.: (034) 425868, 425882, 425877, 421944, 421870 Fax : (034) 422066

Branch : 979/12 M.Floor, S M Tower, Phaholyothin Road, Samsennai, Phayathai, Bangkok 10400

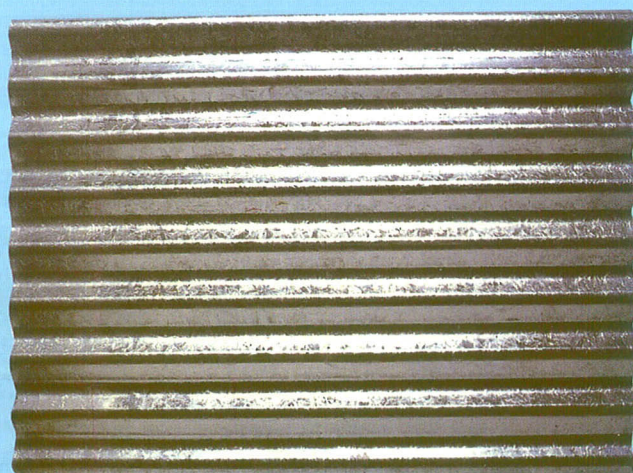
Tel.: 2980024, 2980537-41 Fax : 2980548-50 Tlx : 82005 TUCOTH



บริษัท ไทยแลนด์ไอออนเวิร์คส์ จำกัด (มหาชน)

THAILAND IRON WORKS PUBLIC COMPANY LIMITED

86 หมู่ 1 ต.แหลมฟ้าผ่า อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ 10290 โทร. 425-0011 (10 สาย) แฟกซ์. 425-8882, 425-8883



ผู้ผลิตและจำหน่าย สังกะสี ตราสามดาว
และ สังกะสีแผ่นเรียบ ตรา TIW

พีที...

สถานีบริการน้ำมันครบวงจร พร้อมให้บริการคุณ อย่างเสมอภาค



สถานีบริการน้ำมัน **พีที** ใส่ใจในทุกรายละเอียดของบริการ....อย่างเสมอภาค

ในความเหมือน....พีทีมีพลัง มีน้ำใจ ทันสมัย ครบวงจร
ในความเหมือน....ไม่ว่าคุณเป็นใคร มาจากไหน เราดูแลใส่ใจเท่ากัน
ในความเหมือน....คุณคือคนสำคัญ คุณคือพลัง คุณคือน้ำใจ....ให้กับเรา
ที่สถานีบริการน้ำมัน พีที นอกจากเราจะเป็นสถานีบริการน้ำมันที่ครบวงจร ทันสมัย
มีบริการต่างๆมากมาย อาทิ น้ำมัน 4 สูตรคุณภาพได้มาตรฐานระดับโลก
พีทีซูเปอร์มาร์เก็ต ครีฟพีที ศูนย์ซ่อมบำรุง มุมกาแฟ และพนักงานบริการที่ผ่านการอบรมแล้ว
...ที่เหนือไปกว่านี้ คุณจะได้รับความรู้สึกประทับใจกับการบริการที่พิเศษสุด
เสมอภาคกันทุกคน และในทุกๆครั้งที่คุณมาเยือน

สัมผัสได้ด้วยตัวคุณที่ **พีที สถานีบริการน้ำมันครบวงจร ทั่วประเทศ วันนี้**



**สถานีบริการน้ำมัน ครบวงจร
ความเหมือนที่แตกต่าง**

บริษัท ภาคได้เชื้อเพลิง จำกัด (มหาชน)

100/1 อาคารรวงวานิช ชั้น 20 ถนนพระราม 9 เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320 โทร. 246-9979-83 แฟกซ์ (662) 246-9044

อาหารเบทาโกร คุณภาพที่คุณวัดได้



วันนี้...เบทาโกรพร้อมให้คุณวัดคุณภาพอาหารที่คุณ

เพราะคุณภาพของบางสิ่งไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาในทันที แต่จำเป็นต้องใช้เวลาเพื่อรอพิสูจน์ผล... “อาหารเบทาโกร” อาหารสัตว์ที่ให้ผลของคุณภาพ ซึ่งคุณสามารถพิสูจน์ได้ด้วยอัตราแลกเนื้อ และคุณภาพของเนื้อสัตว์ที่ดีกว่า ทั้ง หมู วัว เป็ด ไก่... อาหารสัตว์คุณภาพ เสริมทีมงานเบทาโกรผู้เชี่ยวชาญ เราจึงพร้อมที่จะนำความเติบโตและผลกำไรมาสู่ธุรกิจปศุสัตว์ของคุณ...



บริษัท เบทาโกร จำกัด
บริษัท เบทาโกรอาหารสัตว์ จำกัด

1-7 ถนนยุค 2 สวนมะลิ ป้อมปราบฯ กรุงเทพฯ 10100

โทร. 223-1371-9, 226-0045

แฟกซ์. 225-7971, 224-7049, 224-3859



แค่

1

ABC
2

DEF
3

GHI
4

JKL
5

MNO
6

PRS
7

TUV
8

WXY
9

ถึง

OPER
0

ชีวิตคุณจะง่ายขึ้น

ระบบการสื่อสารทั่วโลกกำลังเปลี่ยนโฉมหน้าจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล ซึ่งสามารถส่งผ่านข้อมูลข่าวสารทั้งทางด้านภาพและเสียง ผ่านสายไฟเบอร์ ออปติคส์ได้พร้อมกันในคราวเดียวอย่างชัดเจนและแม่นยำ ในอนาคต แพทย์จะปรึกษา case สำคัญๆ ระหว่างแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกได้ ขณะที่วินิจฉัยฟิล์มเอ็กซเรย์แผ่นเดียวกันจากจอภาพ...นักข่าวของแต่ละประเทศจะเสนอข่าวสดได้ทันทีพร้อมกันเพียงกดปุ่มรับสัญญาณภาพ และข่าวสารโดยตรงจากแหล่งข่าว...ที่บ้าน วิทยุ โทรศัพท์ วิดีโอ เคเบิลทีวี แม้แต่เฟอร์นิเจอร์ คอมพิวเตอร์ จะถูกเชื่อมโยงไว้ด้วยกันผ่านเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ คุณสามารถเรียกภาพยนตร์

ที่อยากดูให้ปรากฏขึ้นบนจอทีวีได้ทันที หรือสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ที่อยากซื้อ สั่งธนาคารให้จัดการเรื่องการเงิน แม้แต่ส่งอิเล็กทรอนิกส์ถึงเพื่อนอีกคนหนึ่ง ขณะที่คุยโทรศัพท์อยู่กับอีกคนหนึ่งได้ เพียงแค่กดปุ่มบนแป้นโทรศัพท์เพียงไม่กี่ปุ่ม วันนี้ ที่เมืองไทย TelecomASIA กำลังเร่งพัฒนาระบบสื่อสารสู่ยุคอนาคตด้วยการวางรากฐานระบบดิจิทัลผ่านสายไฟเบอร์ ออปติคส์ ให้กับโครงการโทรศัพท์ 2 ล้านเลขหมาย สิ่งหนึ่งที่เราระหนักอยู่เสมอ ก็คือ ไม่ว่าเทคโนโลยีจะพัฒนาไปอย่างซับซ้อนขนาดไหนและไม่ว่าจะยากลำบากสักเพียงใด เราจะพยายามทำทุกอย่าง เพียงเพื่อให้ชีวิตคุณ...ง่ายขึ้น



เทคโนโลยีสื่อสารแห่งอนาคต