

ISSN 0857-2380 ปีที่11ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2539

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

ศูนย์บริการวิชาการ
ห้องสมุด
วว.

ETHOS
RESEARCH

ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ของ
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



ผู้ก่อสร้างพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

จากพื้นดิน.....สู่ห้วงอวกาศ.....และใต้ผืนน้ำ



เทเลคอมเอเชีย

มุ่งมั่นพัฒนาระบบโทรคมนาคมไทยให้ก้าวไกลระดับโลก

จากโครงการโทรศัพท์พื้นฐาน ๒.๖ ล้านเลขหมาย ในกรุงเทพมหานคร และ
ปริมณฑล เทเลคอมเอเชียก้าวสู่ความเป็นผู้นำด้านสื่อสารโทรคมนาคม
ครบวงจร ทั้งเสียง ภาพ และข้อมูล ด้วยการนำเทคโนโลยีล้ำสมัยระดับโลก
เชื่อมสังคมไทยและสังคมโลก ให้เป็นหนึ่งเดียว



052427



14AQ1

โทรทัศนสีมิตซูบิชิ AQ1

90 ช่องทั่วโลกจะอยู่ที่ปลายนิ้ว

มิตซูบิชิ AQ1 ครอบคลุมทั้งโลกได้ด้วยช่องรับสัญญาณอัตโนมัติ 90 ช่อง ในระบบมัลติซิสเต็ม 18 ระบบ ด้วยขนาด 14" และ 21" ที่จะทำให้คุณเป็นคนแรก ที่ไม่พลาดทุกเรื่องราว จากทุกทิศทั่วโลก



รับสัญญาณ
90 ช่องอัตโนมัติ



ระบบมัลติซิสเต็ม
รับสัญญาณ
ได้ 18 ระบบ



สมบูรณ์ด้วย
ข้อต่อสัญญาณ
AV IN/OUT



ช่องรับสัญญาณ
เคเบิล ที.วี.
(OSCAR BAND)



นาฬิกาดิจิตอล
ในตัวพร้อมตั้งเวลา
เปิด-ปิด 24 ชม.



ระบบความจำ
สัญญาณภาพ



14AQ1

ราคา 6,690.-

21AQ1

ราคา 9,990.-



AQ1 เชื่อมโลกทั้งโลกด้วยปลายนิ้ว



บริษัท กันยงวัฒนา จำกัด

สำนักงานใหญ่และศูนย์บริการ 28 อ.กรุงเทพกรีฑา หัวหมาก บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทร. 731-6841, 731-6901 โทรสาร (สำนักงาน) 379-4759-62 (ศูนย์บริการ) 379-4763
ศูนย์บริการสาขา ตรงข้ามพันทิพย์พลาซ่า อ.เพชรบุรี โทร. 252-1310 มิตซูบิชิอินฟอร์เมชั่นเซนเตอร์ ชั้น 2 อัมรินทร์พลาซ่า อ.เพลินจิต โทร. 256-9026

ที่ฝาง ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว ในดินมีไฟฟ้า



แม้ประเทศไทยจะไม่ได้อยู่ในเขตภูเขาไฟ แต่ก็ยังมีแหล่งน้ำพุร้อน กระจายอยู่ทั่ว จากการสำรวจพบว่า ที่ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ประมาณ 105 กิโลเมตร น้ำร้อนจากหลุมเจาะมี อุณหภูมิสูงถึง 130 องศาเซลเซียส มีพลังงานความร้อนเพียงพอสำหรับ โรงงานไฟฟ้า 2 วงจร ขนาดกำลังผลิต 300 กิโลวัตต์

จนถึงปลายปี 2532 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนได้พิภพที่ฝาง จึงได้เกิดขึ้นและสามารถผลิตไฟฟ้าปีละ 1.2 ล้านหน่วย ป้อนให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อจ่ายให้กับบ้านเรือนประชาชนในท้องถิ่น โดยรอบทุกวัน น้ำร้อนจากหลุมเจาะที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว

จะถูกนำไปใช้ในห้องอบแห้งและห้องเย็น เพื่อเก็บรักษาพืชผลทาง เกษตรของชาวสวนชาวไร่ น้ำบางส่วนที่เหลือใช้ จะถูกนำไปใช้ใน กิจกรรมกายภาพบำบัดรักษาสุขภาพ และสุดท้าย น้ำร้อนที่ถูกใช้ จนกลายเป็นน้ำอุ่น จะถูกปล่อยลงไปในลำน้ำธรรมชาติ เพิ่มปริมาณน้ำ ให้กับเกษตรกรในฤดูแล้ง ได้ถึงปีละ 5 แสนลูกบาศก์เมตร

วันนี้การไฟฟ้าฝ่ายการผลิตแห่งประเทศไทย ยังคงสำรวจแหล่ง พลังงานความร้อนได้พิภพต่อไป เพื่อค้นหาและพัฒนา เป็นพลังงาน ทดแทนในการผลิตไฟฟ้า เพื่อประหยัดการใช้ทรัพยากร น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านลิกไนต์อย่างไม่จำเป็น

ไฟฟ้า เพื่อทุกชีวิตไทย เราหา..คุณใช้ อย่างรู้คุณค่า

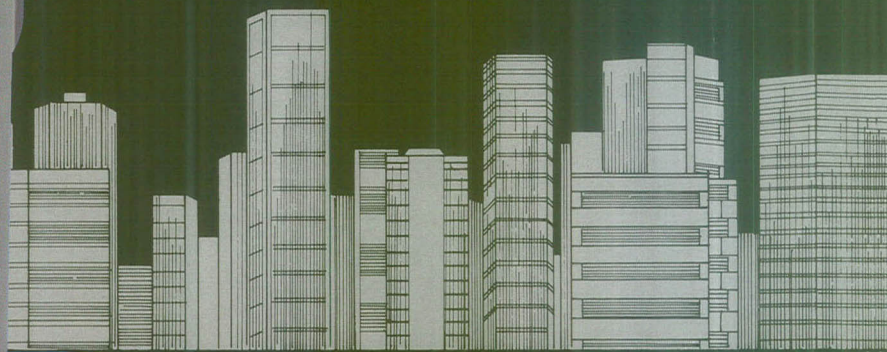




มอก. 327-2529
มอก. 272-2531

เจ.บี.พี. อุตสาหกรรมสีของคนไทย แห่งแรกที่สามารถแสดง เครื่องหมายมาตรฐานอุตสาหกรรม

ครบทุกเฉดสี



บริษัท เจ. บี. พี. อินเตอร์เนชั่นแนลเพินท์ จำกัด

34/3 หมู่ 11 ซอยพาทิชัยธนา ด.บางเวก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160 โทร : 410-4268-72, 865-7800-7 FAX : 865-7808-9

บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)



ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ปตท.สผ. ได้ดำเนินการสำรวจและพัฒนาปิโตรเลียม

ในภูมิภาคอย่างต่อเนื่อง

ทุกวันนี้

เรายังคงมุ่งมั่นต่อพันธกิจดังกล่าว

พร้อมไปกับการพัฒนาองค์กรและธุรกิจให้มีความเจริญรุดหน้า

เพื่อสร้างเสถียรภาพด้านพลังงาน

อันเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ

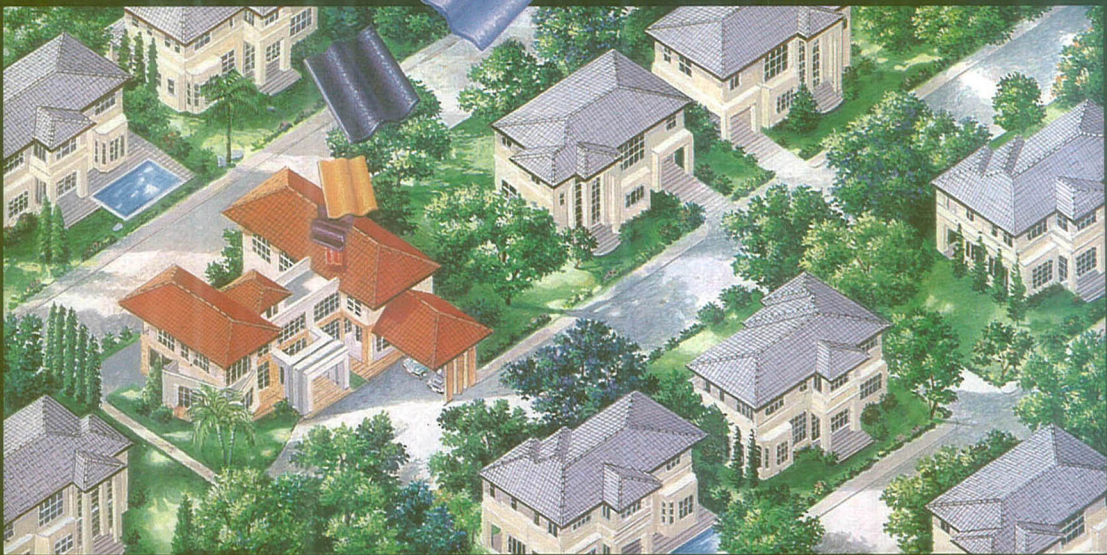
และสังคมของชาติ

สำหรับวันนี้และวันหน้า



เยอรมัน

นำเทคโนโลยีสู่หลังคาบ้านคุณ



กระเบื้องคอนกรีต Magma ผลิตขึ้นด้วยเทคโนโลยีจากประเทศเยอรมัน ตลอดจนการออกแบบรูปลอนมาเป็นพิเศษ "sea wave"

ด้วยเส้นที่สั่นได้ทั้งองศาที่มีให้เลือกมากกว่า 20 เจตสี พร้อมตอบสนองทุกจินตนาการสร้างสรรค์

สวยงามทนทานตลอดอายุการใช้งาน ครบครันทั้งระบบอุปกรณ์หลังคาที่สมบูรณ์แบบ



แม็กมา หลังคาสมบูรณ์แบบ จากเทคโนโลยีเยอรมัน

บริษัทกระเบื้องโอลิมปิกไทย จำกัด 2426/3 อาคารมหพันธ์ ถนนเจริญกรุง แขวงบางค้อแหลม เขตบางค้อแหลม กรุงเทพฯ 10120 โทร. 291-1895-9



บริษัท ปรนันท์ จำกัด

ผู้ออกแบบและผลิตถังพลาสติกแบบฝาล็อค 3 ชั้น (Triple Lock Pail)

ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมสี ~ น้ำมัน ~ จารบี ~ เคมีภัณฑ์

อาหาร ~ ผงซักฟอก ~ อาหารสัตว์ ฯลฯ



- ★ คุณสมบัติ ตกหล่นไม่บวมหรือแตก ซ้อนได้สูงสุดมือ รูปลักษณ์สวยงาม เบา-ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยใช้พลังงานในการแปลงสภาพน้อยกว่าวัสดุอื่น
- ★ ผ่านการทดสอบในเรื่องคุณภาพการใช้งานตามข้อกำหนดของสหประชาชาติ
“โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย”
- ★ ได้รับรางวัลชนะเลิศ ผลิตภัณฑ์ดีเด่น ประจำปี 2538 ประเภทผลิตภัณฑ์ถังพลาสติกบรรจุสี
- ★ ได้รับสิทธิบัตรเลขที่ 5648

บริษัท ปรนันท์ จำกัด

41/2 หมู่ 6 สุขุมวิท 77 ซอยอ่อนนุช แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร 10250

☎ 3220054-5, 3229244-5 Fax : 3213559



เพิ่มความอร่อยให้ขนมและเส้นหมี่ที่คุณทำด้วย...
แป้งตราช้างสามเศียร และเส้นหมี่ตราเอราวัณ



ผลิตและจำหน่ายโดย / PRODUCED AND DISTRIBUTED BY :

บริษัท โรงเส้นหมี่ขอเฮง จำกัด

19 หมู่ 1 ถ. เพชรเกษม ต. ยายชา อ. สามพราน นครปฐม 73110

Cho Heng Rice Vermicelli Factory Co.,Ltd.

19 Moo 1, PETKASEM ROAD, YAICHA, SAMPRAN, NAKHON PATHOM 73110

Tel : 224-0144, 222-2184-5

457-9460-69, 467-0165, 467-3608-9

Fax : (662) 224-0992, 224-5689

433-6309, 457-1915

Telex : 87234 CHOHEG TH

Cable : CHOHELO



มอก. 400-2524

มอก. 638-2529

มอก. 639-2529

THAILAND

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

บทบรรณาธิการ

ทุกวันนี้ ชยะเพิ่มปริมาณขึ้นมามากมาย เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชนเมืองและย่านอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดชยะแห่งใหญ่ของประเทศ เมื่อมีชยะเพิ่มปริมาณขึ้น โดยเฉพาะตามเขตชุมชนเมืองใหญ่ๆ ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สุขอนามัย และสาธารณูปโภคก็ติดตามมา จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนในสังคม ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชน หรือแม้แต่ประชาชนทั่วไป ต่างต้องให้ความสนใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม และร่วมมือกันหาทางแก้ไข

การแก้ไขวิธีหนึ่ง ที่เห็นกันทั่วไปได้แก่การแยกชยะ ซึ่งมีการรณรงค์กันอย่างกว้างขวาง เช่น กรุงเทพมหานคร จัดแยกถังชยะเปียก ถังชยะแห้ง ซึ่งดูเหมือนว่าประชากรในกรุงเทพมหานคร ก็ไม่ค่อยใส่ใจจะปฏิบัติตามนัก หรือบริษัทห้างร้านเอกชนบางแห่ง รณรงค์ให้มีการแยกถังชยะที่จะทิ้งเป็นสีต่างๆ แยกประเภทเป็นชยะจำพวกกระดาษ แก้ว พลาสติก และโลหะ ทั้งนี้ เพื่อนำชยะเหล่านั้นกลับมาใช้ใหม่ได้โดยตรง หรือการนำไปแปรใช้ใหม่

เทคโนโลยีที่ใช้เพื่อการกำจัดชยะ โดยเฉพาะปัจจุบันเริ่มมีการพูดถึงการคุกคามของชยะที่มีพิษ จึงเป็นเรื่องท้าทายสำหรับนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยทั้งหลาย เพราะยิ่งนับวันที่ชยะเพิ่มปริมาณมากขึ้น เราคงต้องแสวงหาวิธีการต่างๆ ในการกำจัดโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านสภาวะแวดล้อม ด้านต้นทุนในเชิงเศรษฐกิจ หรือด้านประสิทธิภาพของเทคโนโลยีนั้นๆ

ด้วยเหตุนี้ เราจึงเริ่มมีเทคโนโลยีเดาเผาะชยะ การแปรรูปชยะไปใช้เป็นปุ๋ย เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานความร้อน เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือแม้แต่การนำชยะไปเข้ากระบวนการผลิตเพื่อแปรใช้ใหม่ ซึ่งเชื่อว่า การคิดค้นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการกำจัดชยะ คงไม่เกินความสามารถของนักวิจัยไทยที่จะพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมขึ้นมาได้

ตราบดีที่ยังมีชยะ เราคงต้องพูดถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องนี้ไปอีกนาน แต่การกำจัดชยะอาจทำได้ง่าย ๆ นั่นคือ **ไม่จำเป็นไม่ควรรสร้างชยะ** เพราะเป็นการสร้างภาระให้กับส่วนรวม

นางพาง จิตรกร

ที่ปรึกษา	นายเฉลิมชัย	ท่อนาค
	นางสาวพูนศุข	อัคระสัมปณณะ
	นางลดาวัลย์	โชติมงคล
	นายประพันธ์	บุญกลิ่นขจร
ผู้จัดการ	นายดิเรก	รอดสวัสดิ์
ผู้ช่วยผู้จัดการ	นางสรวงสุดา	สิงหนะติ
บรรณาธิการ,ผู้พิมพ์,ผู้โฆษณา	นางนงพาง	จิตรกร
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	นางวัลย์ลดา	หงส์ทอง
กองบรรณาธิการ	นางเพียว	รอดโพธิ์ทอง
	นายจตุจินต์	เนติะกัญ
	นายทวีศักดิ์	สุนทรธนาศาสตร์
	นายธนากร	พละชัย
	นางสาวนฤมล	รื่นไย
	นางอาราธน์	มหาพันธ์
	นายทักษิณ	อาชวาคม
	นายสุรชิต	แวงโสธรณ์
	นางสาวณัฐพร	พันธุ์มนาวิน
ฝ่ายศิลป์	นางนุสรา	วุฒเพ็ชรภักษ์
	นายเรวัต	วิบูลย์ศิริชัย
	นายก่อโชค	บัณฑิตมงคล
	นายดุรงค์ฤทธิ์	สุดสงวน
	นายสมเกียรติ	ธรรมสุน
	นายจุลเดช	อร่ามศรี
ฝ่ายภาพ	นายสมศักดิ์	ศรีสุทธยากร
ฝ่ายการเงิน	นางสุวิมล	วีระนทร์
ฝ่ายประชาสัมพันธ์	นางนิรมล	เรียบร้อยเจริญ
	นายพิรภูมิ	เยาวสุด
ฝ่ายการตลาด	นายศักดิ์ดา	นำชัยสิ่วพัฒนา
	นางสามยุริ	ศรีประโชติ
	นางสาวดิศลิน	กอบวิทย์ภรณ์
ฝ่ายโฆษณาและจัดทำ	ม.ล.กรรณิการ์	ทวิวงศ์
	นายประพันธ์	รัตนพิมพ์ภรณ์
พิมพ์ที่	โทร.01-497-5060	
	โทร.412-3223,412-4699	
พิมพ์ที่	ทพ.พริเมียร์ เมย์ ออฟเซ็ท	
จัดจำหน่ายโดย	โทร.412-3223,412-4699	
	บริษัท สามัคคีสาร (ออกฤทธิ์) จำกัด	

ไม้ใหญ่



ครึ่งศตวรรษแล้วที่ไทยสงวนวานิช

ยืนหยัดสง่างามในธุรกิจเทคโนโลยี

ระบบควบคุมไฟฟ้าอุตสาหกรรมและคอมพิวเตอร์วงจร

ต่อคำถามว่า อะไรคือเบื้องหลังความสำเร็จนี้

ทีมเวิร์คใช่หรือไม่..เราตอบว่าใช่

เพราะเราทำงานประสานกันราวใยใบไม้

ทุกใบที่แข็งแรง

การขยายกิจการอย่างมีแผนใช้ใหม่

..เราก็ตอบเช่นเดิมว่าถูกต้อง

เพราะเราวางแผนแม่นยำให้บริษัท

เติบโตอย่างมีระบบ

เช่นวงปีของต้นไม้

ที่ค่อยเพิ่มขึ้นทีละวงและท้ายสุด

ถามว่าเพราะบริการหรือเปล่า..

เราก็ตอบว่าแน่นอน

เพราะเรายึดมั่น

การรับผิดชอบต่อลูกค้าของเรา

เป็นปรัชญาการทำงานดังรากแก้วที่

หยั่งลึกเกาะแน่น

เราว่าการปลูกฝังทัศนคติทั้งสามข้อตั้งแต่วันแรกที่ก่อตั้งบริษัท

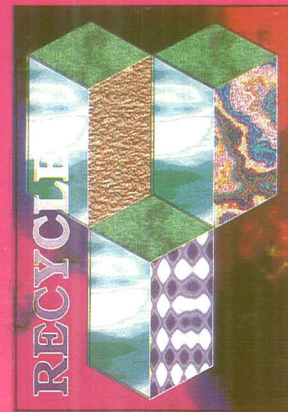
ได้ส่งผลให้วันนี้ ไทยสงวนวานิช ๒๔๘๙ และบริษัทในเครือ

กลายเป็นไม้ใหญ่ที่มั่นคง...ที่เราทุกคนภูมิใจ



50 ปี ของ ความวางใจ

สารบัญ



ปกโดย...
ก่อโชค บัณฑิตมงคล

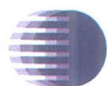
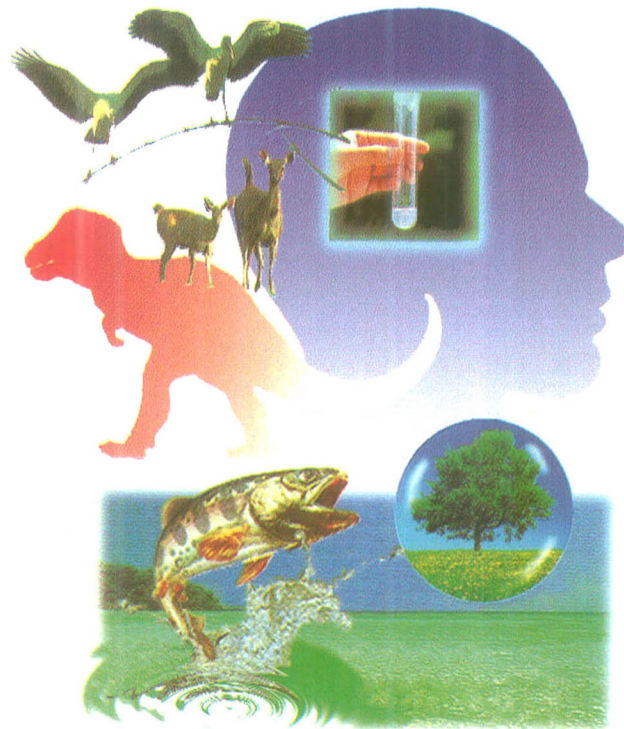
บทบรรณาธิการ	1
การนำบรรจุภัณฑ์ไปแปรใช้ใหม่	5
กฎหมายกับขยะในญี่ปุ่น	11
วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า	15
การวิจัยและพัฒนาแผ่นยางรองสระน้ำ	30
เทคโนโลยีการแยกโลหะหนักจากน้ำทิ้งโรงงานชุบด้วยไฟฟ้า	41
วท. บัณฑิต	47
มุมมองอินเตอร์เน็ต	49
การหาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์ของประเทศไทย	51
ย่ำเทคโนโลยี	63
การผสมผสานการวิจัยประยุกต์กับการพัฒนาชนบท	67
การทดสอบการเป็นพิษอย่างง่ายโดยใช้อาร์ทีเมีย	79
เทคนิคการจัดปริมาณรังสีด้วยเครื่องวัดรังสี	85
ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ	95
งานรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลเมืองร้อน	101
ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท	109



แสวงหาความรู้ เพื่อเชิดชูสติปัญญา
เป็นรากฐานการค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เพื่อความดีสืบทอดสืบทอดของเยาวชนไทยในวันนี้ และวันหน้า



วิทยาศาสตร์ สำหรับเยาวชน 9



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

"วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน" เล่ม 9

สนใจสั่งจองทางรณานิติ ปณ.จตุจักร

ในนามผู้อำนวยการกองคลัง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

เลขที่ 196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

การนำบรรจุภัณฑ์ ไปแปรรูปใหม่

ดร.อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



ทุกประเทศทั่วโลกกำลังประสบปัญหาในเรื่องปริมาณมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นทุกปีตามจำนวนประชากรและรูปแบบการดำรงชีวิต ประชากรโลกมีอยู่ถึง 63,000 ล้านคน ผลิตมูลฝอยประมาณ 720,000 ล้านตันต่อปี ส่วนประเทศไทยพลเมือง 58 ล้านคน ผลิตมูลฝอย 12 ล้านตันต่อปี เฉพาะในกรุงเทพมหานครมีมูลฝอย 2.55 ล้านตันต่อปี (7,000 ตันต่อวัน) ในจำนวนมูลฝอยทั้งหมดมีบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วอยู่ 30-40% ขึ้นอยู่กับภาวการณ์ของแต่ละประเทศ

สินค้าจำเป็นต้องมีสิ่งรองรับ หรือที่เราเรียกกันว่าบรรจุภัณฑ์ และเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่อง บรรจุ

ภัณฑ์ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของสินค้า ค้ำครองจากการปนเปื้อนเน่าเสีย หรือแตกหักเสียหายระหว่างการขนส่ง การกระจาย และการเก็บในคลัง อีกทั้งยังทำหน้าที่ด้านการตลาด และเป็นผู้ขายสินค้าด้วย เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อสินค้าดังกล่าวแล้ว ก็ต้องหาวิธีแก้ปัญหาปริมาณมูลฝอยบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วด้วย

ทั่วโลกอาจใช้วิธีกำจัดมูลฝอยที่คล้ายคลึงกัน โดยการนำไปฝังกลบ กองกลางแจ้ง การเผาเป็นพลังงาน การนำไปทำปุ๋ย และมาตรการ “3R” คือ ลดการใช้บรรจุภัณฑ์ (reduce) การนำไปใช้บรรจุสินค้าใหม่ หรือใช้ซ้ำ (reuse) และการแปรรูปใหม่

แปรรูปใหม่

คำว่า “recycle” นี้ ราชบัณฑิตยสถานได้บัญญัติศัพท์ไว้ว่า “แปรรูปใหม่” แต่ยังไม่คุ้นเคยและนิยมใช้ จึงมักได้ยินคำว่ารีไซเคิลอยู่เป็นประจำ

การนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วไปแปรรูปใหม่ นับว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าไปใช้เพื่อลดปริมาณมูลฝอย การแปรรูปใหม่นี้อาจจะนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วไปทำผลิตภัณฑ์เดิม เช่น นำขวดแก้ว ไปหลอมทำแก้วใหม่ นำกระป๋องอะลูมิเนียมไปหลอม แล้วทำกระป๋องอะลูมิเนียมใหม่ หรือนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วไปผลิตเป็นสินค้าอื่นก็ได้ เช่น นำพลาสติกพีอีที (PET) ไปทำพรม พลาสติกพีอี (PE) และพีพี (PP) ไปทำไม้เทียม เป็นต้น

การแปรรูปใหม่นี้จะต่างกับการใช้ซ้ำตรงที่ต้องไปผ่านกรรมวิธีจนได้ของใหม่



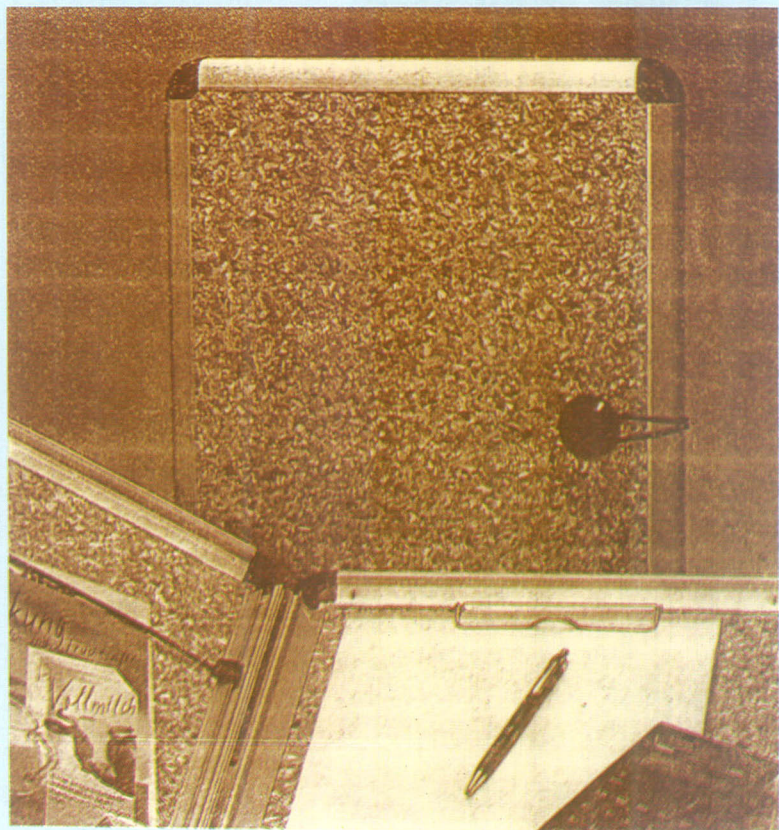
พลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้มาก แต่สลายตัวได้ยากมาก จึงมักก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัด พลาสติกประเภทนี้มักนำไปหลอมและนำมาทำบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก แต่ถ้านำไปทำบรรจุภัณฑ์ จะมีกฎหมายห้ามไม่ให้นำมาสัมผัสโดยตรงกับอาหาร เพราะอาจเกิดการปนเปื้อน พลาสติก PE และ PP มักนำไปทำของใช้ เช่น กระป๋องชามอ่าง ถึงใส่มูลฝอย หรือของใช้อื่น ๆ แต่ของใช้เหล่านี้ส่วนหนึ่งมักจะมีผู้ใช้นำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อบริโภค เช่น นำชามอ่าง หรือกระป๋องที่ทำจากพลาสติกใช้แล้ว มาแช่ผลไม้ดอง ใส่อาหารก่อนปรุง เป็นต้น อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก หรือสิ่งเจือปนอื่น ๆ จึงต้องระวังในการใช้สอยให้ได้ด้วย นอกจากนี้จะนำ PE และ PP ไปทำของใช้แล้ว ยังอาจนำไปทำไม้เทียม เมื่อหลอมแล้วก็อัดรีดออกมาเป็นแท่งเหลี่ยม กลมแบน หรือรูปร่างอื่น ๆ แล้วนำไปใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับไม้ เลื่อยได้ ยึดด้วยตะปู



หรือสกรู ทำเป็นของใช้ ม้านั่ง รั้วบ้าน แผ่นรองรับสินค้า ใช้ประโยชน์ได้ทั้งด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และงานก่อสร้าง ถาดโฟม (EPS) อาจนำไปหลอมทำดัลบ์เทปของใช้นำ PVC มาทำข้อต่อ ท่อน้ำกลอยจับปลา PET มาทำพรม เป็นต้น

คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์เพื่อนำไปแปรใช้ใหม่

เพื่อเป็นการแนะนำและกระตุ้นให้นำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงมักจะ



พิมพ์สัญลักษณ์ลูกศร 3 อัน ขึ้นตาม
กันเป็นรูปสามเหลี่ยมพร้อมชนิด
ของวัสดุ ซึ่งมีความหมายให้นำไป
แปรใช้ใหม่ได้ สำหรับพลาสติก ซึ่งมี
อยู่หลายชนิด และคุณสมบัติก็แตก
ต่างกันออกไป จึงได้กำหนดเครื่อง
หมาย ตัวเลข และตัวอักษรตาม
ชนิดของพลาสติกที่ใช้ดังแสดงใน
รูปที่ 1

เพื่อให้การนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว
ไปแปรใช้ใหม่ให้ได้ประโยชน์สูงสุด
องค์กรแห่งหนึ่งในประเทศเยอรมนี
จึงได้กำหนดความบริสุทธิ์ และ
คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์เพื่อการ
ขนส่งที่จะนำไปแปรใช้ใหม่ไว้ดังนี้

- กระดาษลูกฟูกและกระดาษ
แข็ง
 - สะอาด ไม่มีสิ่งตกค้างติดอยู่
 - ไม่เคลือบด้วยไข พาราฟิน
ปิตูเบน น้ำมัน หรือสารอื่น ๆ
 - กล่องกระดาษลูกฟูกต้อง
ไม่ปิดด้วยเทป PVC (อาจใช้เทป PP
หรือ เทปกระดาษ)

● फिल्मหัด PE

- फिल्मหัดใสต้องไม่พิมพ์ (หาก
พิมพ์ : พื้นที่พิมพ์ต้องไม่เกิน 3%
ของพื้นที่ทั้งหมด)
- ต้องแยกฟิล์มสีและฟิล์มที่
พิมพ์ออกจากกัน
- फिल्मทั้งหมดต้องสะอาด
แห้ง และไม่มีสิ่งปะปน เช่น ฉลาก
กระดาษ เทปกาว หรือวัสดุอื่น ๆ
เช่น พลาสติก โลหะ ไม้ กระดาษ
แก้ว เซรามิก และสิ่งทอ ถ้าจำเป็น
ต้องติดฉลากให้ใช้ PE หรือกาวย
ลอกออกง่าย

- फिल्मต้องไม่ปนเปื้อนด้วยสาร
เคมี น้ำมัน สี เศษอาหาร และมูล
ฝอยอื่น ๆ

● फिल्मอัดอากาศ PE และโพร พลาสติก PE

- โส ไม่มีสี ไม่พิมพ์
- สะอาด แห้ง และไม่มีสิ่ง
ปะปน และปนเปื้อน

● โพร PS

- ต้องแยกเก็บโพรหล่อและ
โพรชิ้นเล็ก ๆ (loose fill)
- หากเป็นโพรหล่อต้องมีสี
ขาว ไม่มีกาว ไม่ใช้ของมีคมตัด (ใช้
หักด้วยมือ) ไม่มีสิ่งปนเปื้อน และ
ไม่เก็บรวมกับพลาสติกชนิดอื่น
- โพรชิ้นเล็กต้องไม่เปื้อน แห้ง
ไม่มีสิ่งปะปน

● โพร PUR

- สะอาด แห้ง
- ถ้าคลุมด้วยฟิล์ม PE ไม่ต้อง
ดึงออก

- ไม่ปนเปื้อนด้วยวัสดุอื่น

● เทปรีดพลาสติก

เพื่อให้ แยกชนิดของ
พลาสติกได้อย่างรวดเร็ว จึงได้
กำหนดสีของเทปตามประเภทของ
วัสดุและใช้ตั้งแต่วันที่ 30 มิถุนายน
2536 ดังนี้

สีดำ - PP

สีเขียว - PET

สีน้ำเงิน - PA หรือ nylon

เทปรีดต้องไม่พิมพ์ สะอาด แห้ง
และไม่มีสิ่งปนเปื้อน



	PET	polyethylene terephthalate
	PE-HD	high-density polyethylene
	PVC	polyvinyl chloride
	PE-LD	low-density polyethylene
	PP	polypropylene
	PS	polystyrene
	O	other
EU		

รูปที่ 1 Numbering System for Plastics

การนำบรรจุภัณฑ์ไปแปรใช้ใหม่ จึงมีใช้มีคุณประโยชน์เพียงแค่ลดปริมาณมูลฝอยเท่านั้น แต่ยังช่วยประหยัดทรัพยากร ลดการใช้พลังงาน รักษาสภาพแวดล้อม และยังเพิ่มรายได้อีกด้วย บรรจุภัณฑ์มักจะแยกประเภทตามชนิดของวัสดุเป็นแก้ว โลหะ กระดาษ และพลาสติก ซึ่งสามารถนำไปแปรใช้ใหม่ได้ทั้งสิ้น

ขวดแก้วนั้นเมื่อเก็บรวบรวมได้แล้ว จะผ่านไปตามสายพานเพื่อแยกสี (หรืออาจแยกสีมาก่อนหน้านี้แล้วก็ได้) แม่เหล็กจะดูดส่วนที่เป็นโลหะเหล็กออกเช่น ฝาขวด รวมทั้งแยกสิ่งปะปนอย่างอื่นออก แล้วผ่านเข้าเครื่องเพื่อทำให้ขวดแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผ่านเข้าลมเป่าเพื่อแยกส่วนที่มีน้ำหนักเบาออก เช่น ฉลากกระดาษ พลาสติก จากนั้นนำเศษแก้วประมาณ 30-50% ผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ผลิตเป็นขวดแก้วใหม่ การใช้เศษแก้วผสมเป็นวัตถุดิบ จะใช้พลังงานในการหลอมน้อยลงถึงประมาณ 30%



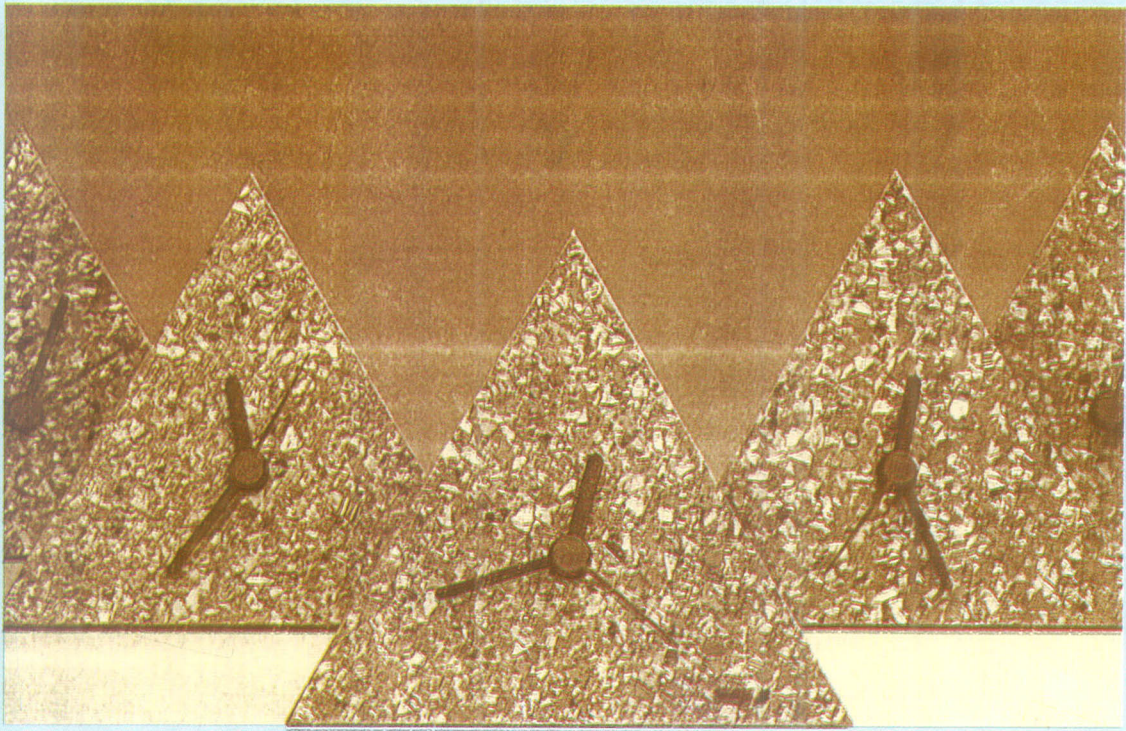
กระป๋องโลหะที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์มี 2 ประเภท คือ อะลูมิเนียม และแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ซึ่งมีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดติด การแยกกระป๋องโลหะออกเป็น 2 ชนิด จึงมีคุณสมบัติดังกล่าว กระป๋องอะลูมิเนียมมักนำไปหลอมใหม่ทันที เพื่อทำเป็นกระป๋องบรรจุสินค้าเช่นเดิม หรือนำไปทำผลิตภัณฑ์ใหม่ กระป๋องใหม่ที่ทำจากกระป๋องใช้แล้วจะประหยัดพลังงานได้ถึง 95% ส่วนกระป๋องแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกนั้น ก็สามารถผ่าน

กระบวนการที่แยกเอาส่วนที่เป็นเหล็กออกมาใช้งานได้เช่นเดียวกัน แต่ยังไม่เป็นที่นิยมนัก เพราะค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

บรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษส่วนมากนำไปทำกระดาษใหม่ได้อีกเช่น กระดาษแข็ง ลอน กระดาษลูกฟูก แกนกระดาษ กระดาษคราฟท์ เป็นต้น ผู้ผลิตในประเทศเยอรมนีนำกระดาษใช้แล้วเป็นส่วนผสมถึง 85% ไปทำโลงศพ ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 12 กก. มีราคาเพียงครึ่งหนึ่งของถังไม้



กล่องกระดาษหลายชั้นซึ่งเป็นวัสดุผสมของกระดาษอะลูมิเนียมและพลาสติก อาจนำไปฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอัดเป็นวัสดุคล้ายไม้ ทำให้เป็นแผ่นมีความหนาต่างๆ กัน โดยที่พลาสติกจะทำหน้าที่เป็นตัวประสานและอะลูมิเนียมให้ความแข็งแรง มีสีสวยงามจากหมึกพิมพ์หลากหลายสีบนกระดาษ นำไปทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แผ่นรองเขียน แฟ้มเอกสาร นาฬิกา อาจนำกล่องกระดาษหลายชั้นไปแยกเป็นกระดาษและอะลูมิเนียมได้ด้วย



เป้าหมายในการรวบรวม บรรจุกฎบัตรเพื่อนำไปแปรใช้ใหม่

การรวบรวมบรรจุกฎบัตรเพื่อนำไปแปรใช้ใหม่นั้น บางประเทศได้ดำเนินการแล้วโดยเฉพาะประเทศใหญ่ ๆ ในยุโรป ซึ่งมักจะเป็นถึงใหญ่เพื่อรวบรวมขวดแก้ว เรียกว่า GLASS BANK โดยแยกถึงตามสีของขวด และปัจจุบันก็แยกตามประเภทของวัสดุ

สหภาพยุโรป ซึ่งประกอบด้วยประเทศสมาชิกรวม 15 ประเทศ ได้กำหนดเป้าหมายไว้ในปี 2544 ต้องเก็บรวบรวมบรรจุกฎบัตรใช้แล้วเพื่อนำไปแปรใช้ใหม่ให้ได้ 24-45% และต้องประกอบด้วยวัสดุแต่ละประเภท (แก้ว พลาสติก กระดาษ ฯลฯ) ไม่น้อยกว่า 15% พร้อมทั้งกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้บนบรรจุกฎบัตรด้วย

สำหรับประเทศไทยนั้น หากย้อนเวลาไปหลาย 10 ปีมาแล้ว แม้ว่าจะยังไม่ได้นำคำว่า การแปรใช้ใหม่มาใช้ ก็ได้มีกิจกรรมในการรับซื้อของเก่าโดยเฉพาะ “มีขวดมาขาย” ซึ่งในอดีตนั้นก็รับซื้อขวดแก้วและกระดาดเพื่อนำไปบรรจุสินค้าใหม่ หรือนำไปห่อของ จนกระทั่งปัจจุบันเมื่อมีบรรจุกฎบัตรหลาย



หลายชิ้น ส่วนหนึ่งก็ได้นำไปแปรใช้ใหม่ นอกจากนั้นยังมีบุคคลอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งดำรงชีวิตด้วยการเก็บบรรจุกฎบัตรใช้แล้ว และของทิ้งแล้วที่มีประโยชน์ไปแปรใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ

ปัจจุบันหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่ในการจัดเก็บมูลฝอย ได้จัดตั้งรองรับมูลฝอยแยกเป็นขยะเปียกและขยะแห้ง และยังมีสถาบัน องค์การ ห้างสรรพสินค้าได้พยายามรณรงค์ในการจัดให้มีการแยกมูลฝอยเพื่อนำไปแปรใช้ใหม่ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ คงจะต้องคอยอีกหลายปีจนกว่าจะมีหน่วยงานของรัฐจัดทำกฎระเบียบเกี่ยวกับการจัดเก็บบรรจุกฎบัตรใช้แล้ว เพื่อใช้บังคับต่อไป



มัวเสียเวลา...รถติดบนถนนทำไมเล่า!

เลือกมหาวิทยาลัยคอนโดทาวน์

ใกล้กว่าที่นึก...ถูกกว่าที่คิด

อบอุ่น มั่นคง ปลอดภัย เชื่อใจ...

มหาวิทยาลัยคอนโดทาวน์

พบสูตรสำเร็จ...ของคอนโดสมบูรณ์แบบ

ได้ที่นี่...แห่งเดียว

สนับสนุนโครงการโดย

นายสุรกิจ โลหะจิตพิทักษ์



ด่วน!!

จองห้องละ **3,000.-**บาท

ที่อยู่ 101/11 สุขุมวิท 1 ซอยนวลจันทร์ หมู่ 8 เขตบึงกุ่ม กทม.

โทร. 510-3943, 5107417

อภินันทนาการ

จาก



บริษัท ไทยอาหาณีเคมีภัณฑ์ จำกัด
THASCO CHEMICAL CO., LTD.

ชั้น 2 อาคารพาณิชย์ทรีส์ 1016 ถนนพระราม 4 กรุงเทพฯ 10500
โทร. 633-8511-28 โทรสาร 633-8533

สารละลายโซดาไฟ	NaOH
คลอรีนเหลว	Cl ₂
กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ)	HCl
น้ำยาฟอกขาว (คลอรีน ไฮโปคลอไรต์)	Ca(OCl) ₂
ไฮคลอร์ (โซเดียมไฮโปคลอไรต์)	NaOCl
ผงปูนคลอรีน	CaOCl ₂ ·4H ₂ O
โซดา ไฟเกร็ด	NaOH
111-ไตรคลอโรอีเทน	CH ₃ CCl ₃
ไตรคลอโรอีไทริน (TCE)	CCl ₃ CH
อาหาณีคลีน 225	CCl ₂ CF ₅ CH
อาหาณีฟรอนท์ เอ เอฟ 11 (R-11)	CCl ₃ F
อาหาณีฟรอนท์ เอ เอฟ 12 (R-12)	CCl ₂ F ₂
อาหาณีฟรอนท์ เอ เอฟ 22 (R-22)	CHClF ₂
อาหาณีคลีน 134a	CF ₃ CH ₂ F
อาหาณีคลีน 141b	CCl ₂ FCH ₃
อาหาณีคลีน 123	CF ₃ CHCl ₂
เกลืออุตสาหกรรม	NaCl

ผู้ผลิตและจำหน่ายเคมีภัณฑ์มูลฐานที่มีคุณภาพยอดเยี่ยมตามมาตรฐานสากล

SIEMENS

Global expertise for local communication solutions

Operators of public communication networks share the common challenge to provide the most efficient and reliable switching, transmission and cable systems to handle the fast growing demand for voice and data traffic. They need internationally experienced partners like Siemens, firmly entrenched in the local markets, ready to provide advice and assistance, technical know-how and engineering expertise.

As one of the world's leaders in public communication networks, we have made wide-ranging contributions to the development



of an advanced telecommunication infrastructure in the Asia-Pacific Region. From the Philippines to Indonesia, and from Thailand to Vietnam, Siemens engineers work in close cooperation with local authorities to provide exacting solutions to specific national requirements by supplying highly advanced switching, transmission or cable networks. They are intimately involved in feasibility studies and project planning, software development and installation supervision, civil engineering tasks, after-sales-service and systems maintenance.

Siemens Ltd.

Thailand

Charn Issara Tower II, 25th floor

2922/283 New Petchburi Road

Bangkapi, Huay Kwang

Bangkok 10310

Tel. (66) 02-3082011

Fax. (66) 02-3082411

กฎหมายกับ *ขยะ* ในญี่ปุ่น

ณัฐพร พันธุ์นาวิน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

“ขยะ” คำนี้คำเดียวมีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติกในรูปต่างๆ และสิ่งอื่นๆ อีกมากที่ไม่เป็นที่ต้องการแล้ว ท่านผู้อ่านคงจะคุ้นเคยกับพ่อค้ารับซื้อของเก่าที่ขับรถมารับซื้อตามบ้าน วิธีนี้เป็นการนำทรัพยากรกลับมาแปรใช้ใหม่ (recycle) อีกวิธีหนึ่งที่ได้ปฏิบัติกันมานานแล้วในบ้านเรา

อย่างไรก็ตามปัญหาการกำจัดขยะนั้นเป็นปัญหาใหญ่อีกปัญหาหนึ่งที่ทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ โดยเฉพาะเมืองใหญ่ที่มีประชากรหลายล้านคน เช่น กรุงเทพมหานคร ที่ปัจจุบันมีปริมาณขยะเกิดขึ้นในแต่ละวันมากถึง 6,200 ตัน ซึ่งทาง กรุงเทพมหานคร สามารถจัดเก็บได้เพียงวันละ 4,120 ตัน เท่านั้น ทำให้มีขยะตกค้างถึงวันละ 2,080 ตัน (ข้อมูลจากสถิติขยะมูลฝอยของ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2537) นอกจากนี้ในจำนวนขยะที่ กรุงเทพมหานคร ได้เก็บไปนั้นก็มีเพียง 1,000 ตัน เท่านั้นที่สามารถจะนำไปทำปุ๋ยได้ จึงทำให้เกิดปริมาณขยะสะสมเป็นจำนวนมหาศาล จำเป็นต้องมีวิธีการจัดการกับขยะอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดมลภาวะรอบตัวเราลง

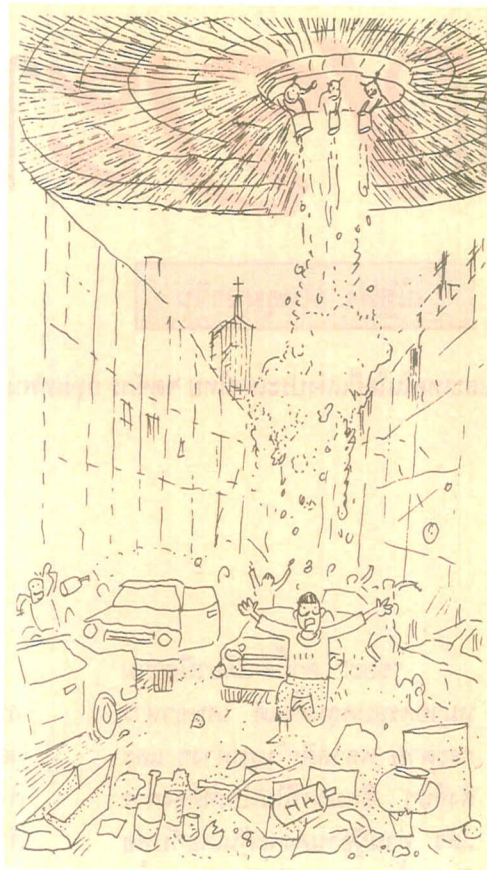
ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีทรัพยากรปิโตรเลียม และแร่ธาตุอย่างจำกัด ได้มีการปลูกฝังความคิดแก่เยาวชนในการที่จะใช้วัสดุต่างๆ อย่างประหยัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด มาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ทศวรรษแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 ที่ได้มีการประกาศใช้กฎหมายการแปรใช้ใหม่ (Law for Promotion of Use of Recycled Resources) ซึ่งระบุว่าอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ภาชนะที่เป็นแก้ว และอุตสาหกรรมการก่อสร้างจะต้องเพิ่มอัตราการนำวัสดุมาแปรใช้ใหม่ให้มากขึ้น และมีข้อบังคับอื่นๆ อีกมาก นอกจากนี้ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า และอุปกรณ์อื่นๆ อีก 16 ชนิดที่ใช้แบตเตอรี่นิกเกิล แคดเมียม จะต้องใช้วัตถุดิบที่สามารถนำมาแปรใช้ใหม่ได้ โดยที่ระบุไว้บนวัสดุชนิดนั้นๆ ด้วยเครื่องหมายพิเศษว่าสามารถนำไปแปรใช้ใหม่ได้ เพื่อความสะดวกในการคัดแยกขยะ ข้อนี้รวมถึงกระป๋องเหล็กกล้า กระป๋องอะลูมิเนียม ขวดPETด้วย ส่วนผลพลอยได้ (by product) จากอุตสาหกรรมเหล็กกล้า อุตสาหกรรม

กรรมผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมการก่อสร้าง เช่น ซีโลหะที่เหลือจากการถูกรั่ว ซีเถ้า จากถ่านหิน ผุ่น ทราย ก้อน คอนกรีต ก้อนยางมะตอย และซี เลี่ยนนั้น จะต้องได้รับการนำไปแปร ใช้ใหม่ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากความพยายามของทั้ง ภาครัฐ และเอกชนในการผลักดัน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกฎหมาย ฉบับนี้ ในปีถัดมา คือ พ.ศ.2535 อัตราการนำวัสดุพวกกระป๋องเหล็ก กัลลา กระป๋องอะลูมิเนียม และขวด แก้วมาแปรใช้ใหม่ จึงเพิ่มขึ้น ประมาณ 5-10% เมื่อเปรียบเทียบกับ ช่วงเวลาก่อนที่จะประกาศใช้ กฎหมายฉบับนี้

อย่างไรก็ดี ยังมีปัญหาเรื่อง ขยะมูลฝอยจากบ้านเรือนที่จะต้อง แก่ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจาก ปริมาณของขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การขาดแคลนพื้นที่ทิ้งขยะ และโรงงานกำจัดขยะที่อยู่ในสภาพ ทุรุดโทรม ทำให้เกิดการลักลอบร่ง ฎหมาย เรื่อง การนำบรรจุภัณฑ์ ไปแปรใช้ใหม่ (Law for Promotion of Collection of Sorted Containers and Packages, Their Re-commercialization and Associated Matters) ขึ้นในปี พ.ศ.2538 ซึ่งจะมี ผลบังคับใช้ในปี พ.ศ.2540 โดยให้ เทศบาลของแต่ละท้องถิ่นเป็นผู้จัด เก็บและนำขยะจากบ้านเรือนไป แปรใช้ใหม่ ทั้งนี้ขยะพลาสติกก็จัด เป็นวัสดุที่กฎหมายฉบับนี้ใช้บังคับ ด้วย แต่ในทางปฏิบัติแล้วยังไม่มี มาตรการใดที่จะนำขยะพลาสติก เหล่านี้กลับไปแปรใช้ใหม่ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ เนื่องจากยังไม่มี ตลาดรองรับวัสดุแปรรูปเหล่านี้เลย

ในระหว่างที่ยังติดขัดปัญหา ทางเทคนิค หรือผลตอบแทนทาง ด้านเศรษฐศาสตร์ยังไม่คุ้มค่าพอ วิธีที่ง่ายที่สุดในการจัดการกับ



ปัญหาขยะล้นเมืองก็คือ การลด ปริมาณขยะให้มากที่สุดเท่าที่จะทำ ได้ ซึ่งประเทศญี่ปุ่นมีกฎหมายควบคุมการทิ้งขยะ (Waste Disposal and Public Cleansing Law) ที่ได้บังคับใช้ มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2513 เป็นตัวรองรับ อยู่ กฎหมายฉบับนี้ได้ผ่านการ แก้ไขปรับปรุงมาหลายครั้ง โดยที่ ยังคงรักษาสาระสำคัญไว้เช่นเดิม และได้ให้คำจำกัดความของขยะ ชนิดต่างๆ อีกทั้งจัดประเภทของ ขยะไว้ด้วย ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1

จากแผนภูมิที่ 1 จะเห็นว่า ขยะถูกแยกออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ คือ ขยะจากอุตสาหกรรม และขยะจากบ้านเรือนซึ่งทางเทศบาลจะนำไปเผาทั้งเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่เจ้าของกิจการในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีหน้าที่ กำจัดขยะของตนเอง

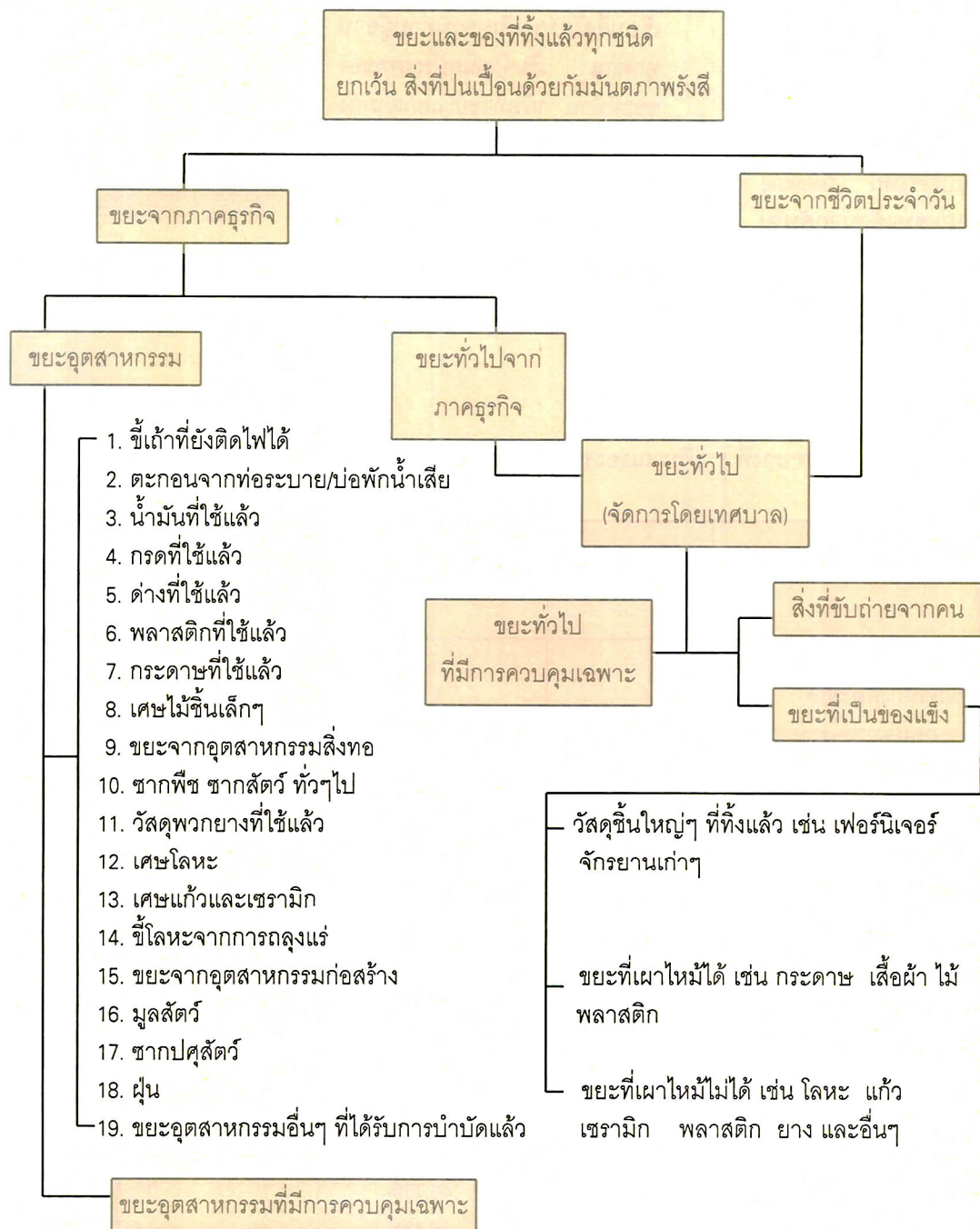
ในบรรดาโรงกำจัดขยะ 1,800 แห่ง ทั่วประเทศญี่ปุ่น มีโรง เผาขยะอยู่ 800 แห่ง ที่ทำงานเผา

ขยะทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งก็ ยังไม่สามารถกำจัดขยะประเภทที่ เผาไหม้ไม่ได้ จำพวกพลาสติก ยาง โลหะ แก้วและเซรามิก ได้ ใน บทความนี้จะขอยกตัวอย่างในรายละเอียดถึงการคัดแยกขยะของชาว เมืองชิคุบะ เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจน ขึ้นดังนี้

ในเมืองชิคุบะ (Tsukuba Science City) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 28,400 เฮกตาร์ และมีประชากร ประมาณ 180,000 คน ประกอบไป ด้วยส่วนที่เป็นเมืองวิทยาศาสตร์ที่มี สถาบันวิจัยและพัฒนาทั้งของรัฐ และเอกชนตั้งอยู่ กับส่วนที่เป็น เมืองโดยรอบสร้างขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 เพื่อให้เป็นเมืองที่รวบรวมเอา สถาบันวิจัยของชาติไว้ และสร้าง ศักยภาพในการเป็นผู้นำด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน อนาคต เทศบาลของเมือง จะ ประกาศวันที่จะจัดเก็บขยะประเภท ต่างๆ ของแต่ละเขตไว้อย่างชัดเจน โดยให้ประชาชนแยกขยะออกเป็น 4 พวก คือ ขยะที่นำไปแปรใช้ใหม่ ได้ ขยะที่เผาไหม้ได้ ขยะที่เผาไหม้ ไม่ได้และขยะชิ้นใหญ่ที่ทางเทศบาล แนะนำให้บริจาคไป ถ้ายังอยู่ใน สภาพที่ซ่อมแซมได้เช่น จักรยานเก่า ตู้ โต๊ะ เฟอร์นิเจอร์เก่า ที่นอน (ไม่มี สปริง) และเครื่องใช้ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังระบุชนิดของขยะที่ทางเทศบาลไม่ สามารถจัดเก็บให้ไ้ เช่นวัตถุไวไฟ ชนิดต่างๆ สี น้ำมัน ยา และขยะจาก อุตสาหกรรมไว้ด้วย

สำหรับขยะที่สามารถนำไป แปรใช้ใหม่ได้ ผู้ที่จะต้องจัดใส่ถุง เฉพาะชนิด เช่น ถุงสำหรับเศษแก้ว ถุงสำหรับกระป๋องน้ำอัดลม และ โลหะชนิดต่างๆ หรือ ถ้าเป็นพวก กระดาษหนังสือพิมพ์จะต้องมัดเป็น ตั้ง พวกกล่องกระดาษจะต้องยุบ เป็นแผ่นแล้วมัดรวมกันให้เป็น ระเบียบ ทั้งนี้ห้ามทิ้งกระดาษ

แผนภูมิที่ 1 การจัดประเภทของขยะตามกฎหมายควบคุมการทิ้งขยะ



ฟอยล์, กระดาษคาร์บอน และ
หลอดยาสีฟันปะปนไปเป็นอันตราย

ส่วนขยะที่ เผาไหม้ ได้
ตัวอย่างเช่น เศษอาหาร จะต้อง
แยกน้ำออกให้หมดแล้วห่อเศษ
อาหารนั้นในกระดาษหนังสือพิมพ์
ก่อนทิ้ง น้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารจะ
ต้องใช้กระดาษหรือผ้าซับไว้ก่อนทิ้ง

สิ่งสำคัญ คือ จะไม่มีการเผาไหม้
แห้งเองตามบ้านเด็ดขาด แต่ชาว
บ้านจะนำเศษไปไม่ไปกองไว้ตาม
โคนต้นไม้แทน ซึ่งสิ่งนี้ผู้เขียนเห็น
ด้วยเป็นอย่างดีกับการนำเศษ
ไปไม่ เศษหญ้าที่ตัดออกมาทำปุ๋ย
หมักมากกว่าที่จะจุดไฟเผาให้เกิด
ควัน ขี้เถ้า ซึ่งเป็นการเพิ่มมลพิษใน

อากาศขึ้นไปอีก

สำหรับขยะที่เผาไหม้ไม่ได้
เช่น พลาสติก (เพราะจะเกิดควัน
พิษ) กล่องโฟมใส่อาหาร ของเล่น
เก่าๆ กระเป๋ารองเท้าหนังเทียม
ผลิตภัณฑ์จากยาง กระดาษ
เครื่องเคลือบและเครื่องปั้นดินเผา
จะต้องไปทิ้งในที่ที่กำหนด รวมทั้ง

พวกถ่านไฟฉาย ซึ่งจะมีถังให้ทั้ง โดยเฉพาะตามโรงเรียนและสถานที่ราชการ

จากตัวอย่างที่ยกมานี้ จะเห็นได้ว่าการแยกประเภทของขยะจะทำให้มีการนำกลับไปเข้ากระบวนการแปรใช้ใหม่ (recycle) หรือมีการซ่อมแซมแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ (reuse) เช่น กรณีเสื้อผ้าที่เราใส่ไม่ได้แล้ว ยังสามารถนำไปบริจาคให้ผู้อื่นได้ เป็นการช่วยลด

ปริมาณขยะที่จะเดินทางไปสู่กองขยะของเทศบาลได้อีกมาก ดังนั้นผู้เขียนจึงใคร่ขอเชิญชวนท่านผู้อ่านทุกท่าน เริ่มจำแนกประเภทของขยะที่บ้าน หรือทิ้งขยะแยกตามถังขยะประเภทต่างๆ ที่ กรุงเทพมหานคร จัดไว้ เพื่อช่วยกันลดปัญหามลภาวะเสียตั้งแต่วันนี้ และสร้างจิตสำนึกที่ดีแก่ลูกหลานในวันหน้าด้วย

ข้อมูลจาก

1. Public Health and Sanitation Division of Tsukuba City, Japan

2. บทความเรื่อง Waste Recycling in Japan โดย Tatsuhito Hara ในวารสาร TECH MONITOR ฉบับ Jan-Feb 1996. หน้า 19-24

ตารางที่ 1 ปริมาณขยะอุตสาหกรรม 19 ประเภทที่ทิ้งในปี พ.ศ.2534

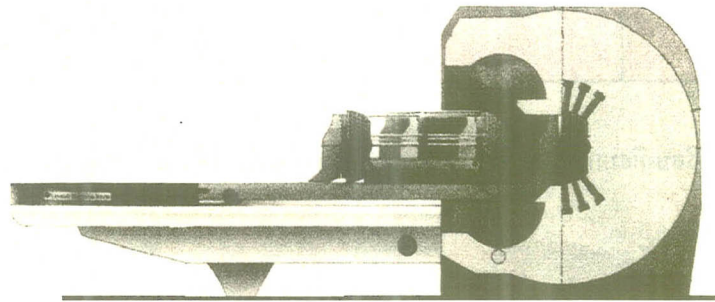
	x1000 ตัน/ปี	อัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์
1. ขี้เถ้าที่ยังติดไฟได้	1,969	0.5
2. ตะกอนจากท่อระบาย/บ่อพักน้ำเสีย	167,673	42.1
3. น้ำมันที่ใช้แล้ว	3,322	0.8
4. กรดที่ใช้แล้ว	3,628	0.9
5. ด่างที่ใช้แล้ว	1,827	0.5
6. พลาสติกที่ใช้แล้ว	4,570	1.2
7. กระดาษที่ใช้แล้ว	1,143	0.3
8. เศษไม้ชิ้นเล็กๆ	6,810	1.7
9. ขยะจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ	101	0.0
10. ซากพืช ซากสัตว์ ทั่วไป	2,994	0.8
11. วัสดุพวกยางที่ใช้แล้ว	92	0.0
12. เศษโลหะ	7,929	2.0
13. เศษแก้วและเซรามิก	5,601	1.4
14. ขี้เถ้าจากการถลุงแร่	46,739	11.7
15. ขยะจากอุตสาหกรรมก่อสร้าง	58,431	14.7
16. มูลสัตว์	77,315	19.4
17. ซากปศุสัตว์	29	0.0
18. ฟุ่น	6,926	1.8
19. ขยะอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ได้รับการบำบัดแล้ว	849	0.2
รวม	397,948	100.0



วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า

Leksell Gamma Knife ทางเลือกใหม่สำหรับการรักษาโรคสมองโดยไม่ต้องผ่าตัด

Leksell Gamma Knife คือ เครื่องมือรังสีศัลยกรรม (Radio-surgery) เทคโนโลยีระดับสูงที่ใช้รักษาโรคทางสมอง โดยไม่ต้องผ่าตัดเปิดกะโหลกศีรษะ หากเป็นการใช้รังสีขนาดต่ำ ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อข้างเคียง และไม่ไปทำลายเนื้อสมองที่ไม่ต้องการ เครื่องมือแกมมาไนฟ์ใช้สำหรับบำบัดรักษา ทำลายหรือหยุดยั้งโรคทางสมองได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มโรคเส้นเลือดในสมองผิดปกติ กลุ่มโรคเนื้องอกในสมองส่วนต่างๆ กลุ่มอาการจากก้อนมะเร็งที่แพร่กระจายมาที่สมองจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งกลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของสมองและกำลังพัฒนาไปใช้ในโรคพาร์กินสัน โรคลมชัก กลุ่มโรคปาราลิซิส หรือโรคพยาธิในสมองเป็นต้น โดยมีประสาทศัลยแพทย์ชาวสวีเดน เป็นผู้ค้นพบและประดิษฐ์มาใช้ตั้งแต่ ค.ศ. 1968 คือ ศาสตราจารย์ลาร์ส เลคเซลล์ แห่งสถาบันคารโรลินสกา ในกรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน จากสถิติรายงานผู้ป่วยทางสมองทั่วโลกประมาณ 34,000 คน ที่ได้รับการรักษาโดยวิธีนี้ และผลเป็นที่พอใจมาก และผู้ป่วย สามารถดำเนินชีวิตตามปกติทั่วไปได้ทันทีหลังการรักษา



หลักการทำงานของเครื่องแกมมาไนฟ์

เครื่องแกมมาไนฟ์ ประกอบด้วยรังสีจากต้นกำเนิดรังสีของ Cobalt-60 จำนวน 201 ลำแสง ซึ่งพุ่งผ่านช่องทาง (Collimator) ของหมวกเกราะ (Helmet) ยิงตรงไปที่เป้าหมายในสมอง หมวกเกราะนี้ช่วยทำให้การรักษาด้วยรังสีแม่นยำตรงเป้าหมายที่แท้จริง รังสีแกมมาที่มีขนาดความเข้มสูงก็จะสามารถทำลายสมองส่วนที่ต้องการรักษาได้ในขนาดต่างๆ ได้ และเนื้อเยื่อรอบๆ ของเนื้อสมอง ส่วนที่ต้องการรักษาจะได้รับปริมาณรังสีน้อย และไม่เป็นอันตราย และไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อสมองส่วน

อื่นๆ เครื่อง Gamma Knife มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่น้อยชิ้นมาก จึงทำให้มีความแม่นยำสูง ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการรักษาดีเยี่ยม ทั้งยังสามารถปิดกั้นลำแสงของรังสีส่วนที่จะไปทำให้เกิดอันตรายกับประสาทสมองที่สำคัญ ๆ ได้ เช่น ประสาทตา เป็นต้น

โดยสรุปการรักษาด้วยเครื่องแกมมาไนฟ์ เป็นวิธีการใหม่ที่คุ้มค่า ไม่น่ากลัว เมื่อเปรียบเทียบกับ การผ่าตัดรักษาด้วยการเปิดกะโหลกศีรษะ การรักษาด้วยเครื่องแกมมาไนฟ์ จะอันตรายน้อยกว่า หรือแทบจะไม่มีอันตรายเลย การพักฟื้นใช้เวลา 1-2 วัน ผลแทรกซ้อนและความเสี่ยงต่อการทุพพลภาพแทบ

ลำดับ	รายการ	แกมมาไนฟ์	ผ่าตัดเปิดกระดูกสันหลัง
1	ความเสี่ยง และการทรนจากอาการเจ็บปวด	-	สูง
2	เสี่ยงต่อการเสียเลือด	-	สูง
3	เสี่ยงต่อการติดเชื้อ	-	สูง
4	เสี่ยงต่อการวางยาสลบ	-	สูง
5	ระยะเวลาพักฟื้น (หลังผ่าตัด) ในโรงพยาบาล	1-2 วัน	1-2 เดือน
6	รอยบาดแผลจากการผ่าตัด	-	มี
7	ประสิทธิภาพการทำลายเนื้อเยื่อที่เป็นโรค	สูง	เนื้อร้ายอยู่ลึกผ่าตัดยาก
8	สภาพร่างกายผู้ป่วย/อายุมาก (ความเสี่ยง)	-	สูง
9	เวลาในการผ่าตัด/รังสีรักษา	5-20 นาที	3-18 ชม. หรือมากกว่า
10	การโกนศีรษะ	ไม่ต้องโกน	ต้องโกน
11	ค่าใช้จ่ายในการรักษากับการผ่าตัด และพักฟื้น	น้อยกว่า	สูงกว่า

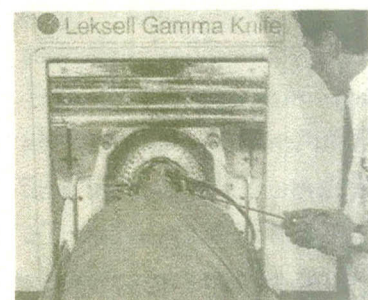
* เปรียบเทียบการรักษาโรคโดยใช้เครื่องมือแกมมาไนฟ์ กับ การผ่าตัดแบบเปิดกระดูกสันหลัง

จะไม่มี ทั้งนี้ผู้ป่วยยังสามารถ
ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการ
หยุดงานหรือพักฟื้นในโรงพยาบาล
ซึ่งสามารถเปรียบเทียบให้เห็นดังตา-
รางข้างบนนี้

เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเปิด
จากหมวกเกราะ จะมีขนาดต่าง ๆ
กันให้เลือกใช้ ขึ้นอยู่กับขนาดและ
รูปร่างของเนื้อเยื่อที่จะรักษา โดย
ปริมาณรังสีที่ยังออกมาทำลาย
เนื้อเยื่อรายนั้น จะมีปริมาณต่ำใน
ขณะที่ลำแสงที่ยังออกมาจำนวนทั้ง
201 ลำแสงซึ่งเป็นจำนวนสูงสุด จะ
ถูกยิงและพุ่งไปรวมกันที่จุด ๆ เดียว

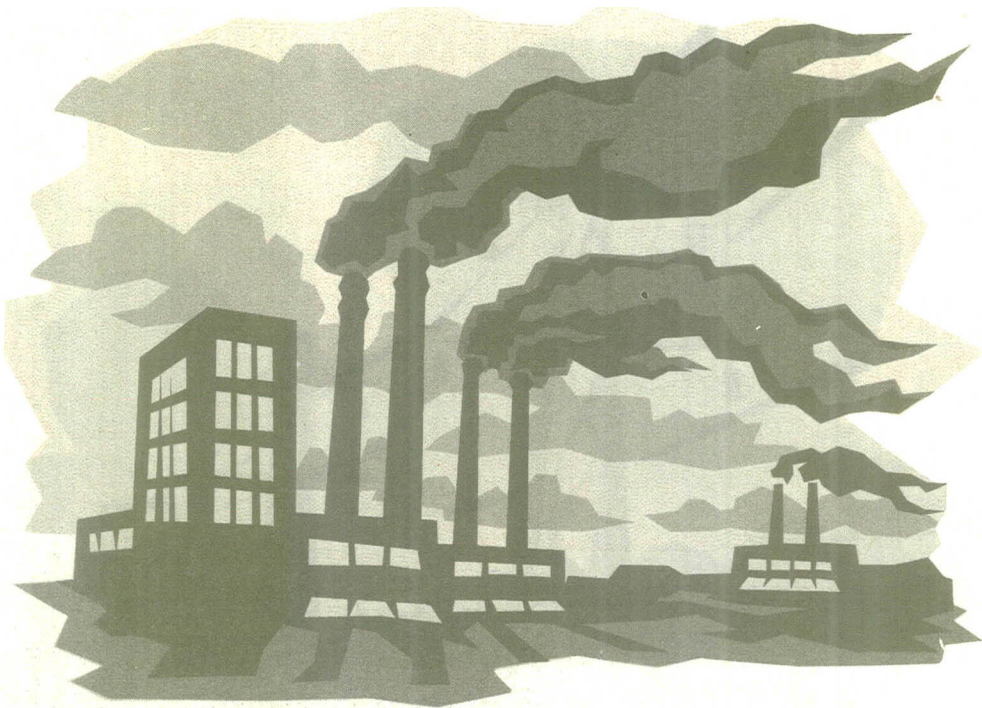
ตรงบริเวณเนื้อเยื่อที่ทำการรักษา
แล้วปริมาณรังสีที่ยังออกมานั้นจะ
ลดลงทันที ทำให้การรักษาเป็นไป
ด้วยดี ไม่ทำลายเนื้อเยื่อที่รอบข้าง
ก่อนดำเนินการฉายด้วย
เครื่องแกมมาไนฟ์ จะมีการคำนวณ
ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และกำหนด
การวางแผน พร้อมทั้งกำหนดความ
เข้มของรังสีที่จะยิงให้พอเหมาะกับ
ขนาดพยาธิสภาพ ณ จุดที่จะทำ
การรักษานั้น ๆ

เอกสารจากโรงพยาบาลกรุงเทพ



**Leksell
Gamma
Knife**

เครื่องทดสอบการระเบิดของฝุ่นผง



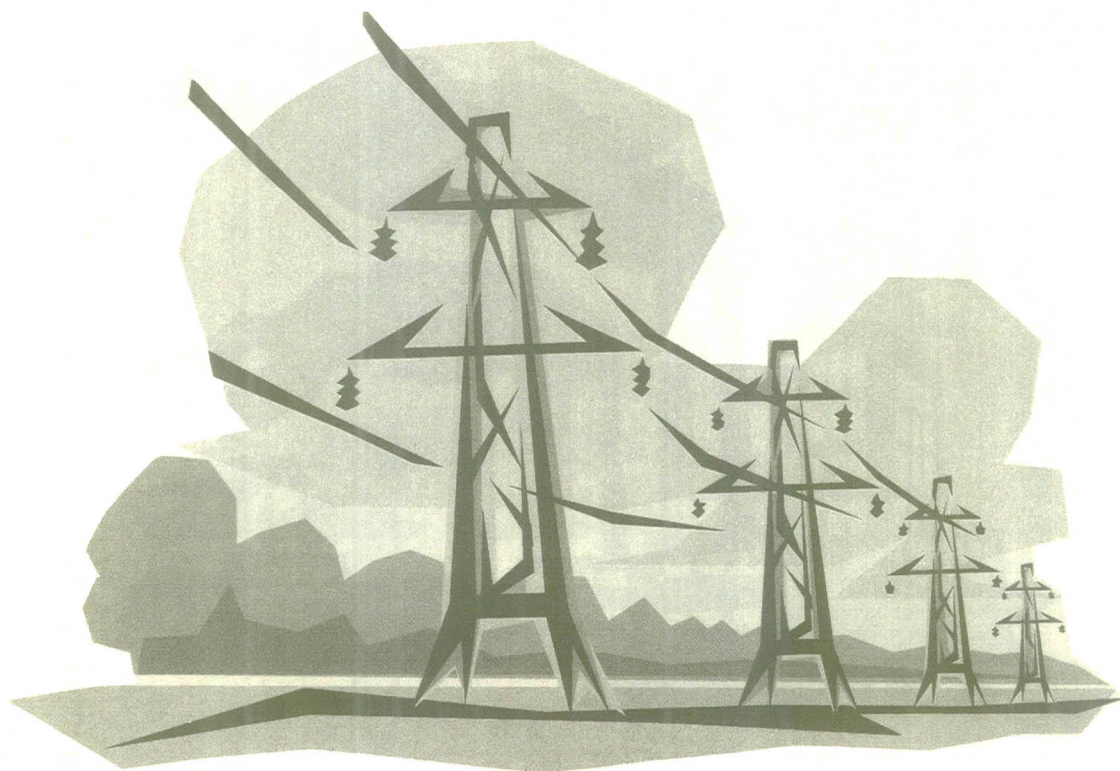
นักวิจัยจุฬาฯ เตือนให้ระวัง ฝุ่นผงในบรรยากาศ ไม่เว้นแม้แต่แป้ง มัน น้ำตาลทรายละเอียดในครัว อาจเกิดการฟุ้งกระจายในอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำปฏิกิริยากับเปลวไฟ เกิดการระเบิดได้

ศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ ตันทะพานิชกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะเจ้าของ “เครื่องทดสอบคุณสมบัติการระเบิดของฝุ่นผง” ได้กล่าวถึงแรงจูงใจในการประดิษฐ์เครื่องทดสอบดังกล่าวว่า เริ่มจาก 2 ปีที่ผ่านมา โรงงานของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด จังหวัดสระบุรี เกิดระเบิดของผงลิกไนต์ ซึ่งการระเบิดของฝุ่นผงจะเห็นได้มากในต่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็นญี่ปุ่น หรือในอเมริกา จึงเป็นจุดสำคัญที่จะศึกษา

จากการศึกษาที่ผ่านมา คนส่วนใหญ่หรือวิศวกรที่ทำงานในโรงงานไม่ทราบว่าฝุ่นผงทั่วไป ถ้าอยู่ในบรรยากาศหรือมีการฟุ้งกระจายที่ทำให้เกิดการผสมตัวอย่างดี ประกอบกับสารนั้นมีความละเอียดพอ เมื่อสัมผัสกับประกายไฟหรือเกิดไฟฟ้าสถิตย์จะทำให้เกิดระเบิดได้ สารที่สามารถทำให้เกิดระเบิด ได้แก่ พวกแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลละเอียด ผงกาแฟผงหมักจากเครื่องถ่ายเอกสาร ผงที่เกิดจากการขัดรองเท้า เป็นต้น ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นที่จะต้องมีการมีเครื่องวัดให้ทดสอบได้ในงานเรา

ศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ กล่าวในตอนท้ายว่า เครื่องทดสอบคุณสมบัติการระเบิดของฝุ่นผงที่ทำขึ้นนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับในต่างประเทศแล้ว ต้นทุนในการผลิตจะถูกกว่าถึง 7 เท่า วัสดุที่นำมาประกอบส่วนใหญ่ เป็นวัสดุที่หาซื้อได้ในประเทศ ระบบการใช้งานสะดวกกว่า แต่อาจมีข้อบกพร่องในเรื่องของรูปลักษณะที่ต้องปรับปรุงให้สวยงาม

ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ข่าววิจัยวิชาการ 22 พฤศจิกายน 2538



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ บุญวานิชกุล และคณะ จากสถาบันวิจัยพลังงานและภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาทดลองมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงด้วยระบบเผาไหม้สมบูรณ” เพื่อใช้มันสำปะหลัง (มันเส้น) เป็นเชื้อเพลิง โดยเน้นในด้านความเป็นไปได้ในการเผาไหม้ในเตาเผาที่มีใช้อยู่จริงในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการทดลองใช้เชื้อเพลิงผสมแกลบ มันสำปะหลัง และ bio-gas แล้วเปลี่ยนมาเป็นมันสำปะหลัง กับ bio-gas ในเตาเผาแบบตะกรับเตาเคลื่อนที่ซึ่งความร้อนที่ได้จะนำไปผลิตไอน้ำ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์และผลิตกระแสไฟฟ้า

จากการวิจัยพบว่า สามารถใช้มันสำปะหลัง (มันเส้น) เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาดังกล่าวได้โดยไม่มีปัญหาอุปสรรคใด ๆ โดยสามารถผลิตไอน้ำในอัตราปกติที่โรงงานต้องการใช้ คือได้ไอน้ำในอัตราเฉลี่ย 42 ตันต่อชั่วโมง ที่ระดับความดัน 17 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิ 340 องศาเซลเซียส ต้นทุนไฟฟ้าเมื่อใช้มันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 20.91 ถึง 22.20 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากราคามันเส้น ณ จุดจัดซื้อมีราคาค่อนข้างสูง และจากการไม่สามารถตรวจวัดปริมาณมันเส้นที่ใช้ได้อย่างถูกต้องแม่นยำในขณะทำการทดลอง

ผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะว่า ต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้

มันสำปะหลัง (มันเส้น) เป็นเชื้อเพลิง จะมีราคาต้นทุนต่อหน่วยสูงกว่าแกลบประมาณ 10.5 เท่า ฉะนั้นความเป็นไปได้ของการสร้างโรงไฟฟ้าที่ใช้มันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิง จึงควรจะเป็นโรงไฟฟ้าที่กระจายอยู่ในเขตพื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลัง และทำการรับซื้อมันสำปะหลังโดยตรงจากเกษตรกร ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและตัดพ่อค้าคนกลางออกไป ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลงได้มาก

ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ข่าววิจัยวิชาการ 12 กุมภาพันธ์ 2539

เครื่องมือลอกต้อกระจกไฮเทคแบบประหยัด



จากการไปดูงานต่างประเทศ ในภูมิภาคนี้ได้พบปัญหาใกล้เคียงกัน ในเรื่องการผ่าตัดต้อกระจก เนื่องจากประเทศต่าง ๆ แบ่งออกเป็นประเทศที่ร่ำรวยมีความสามารถในการซื้อเครื่องมือที่มีราคาแพงมาใช้ในการผ่าตัด ส่วนประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น ไทย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ บังกลาเทศ อินเดีย รวมถึง จีน ยังใช้วิธีผ่าตัดแบบเดิม และในที่สุดประเทศเหล่านี้ก็ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากชาติตะวันตกในราคาแพง ประมาณ 1 ล้าน ถึง 4 ล้านบาท ซึ่งคนไข้ได้รับประโยชน์ก็จริงแต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายถึงประมาณ 10,000 บาท ต่อการผ่าตัด 1 ครั้ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ ชัยเขนทร์ รัตนวิจารณ์ ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงได้ทำการวิจัยเรื่อง “เครื่องมือและวิธีผ่าตัดสมัยใหม่เพื่อประเทศกำลังพัฒนา” เพื่อประเทศของเราจะได้พึ่งพาตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่มีราคาแพงและยังสามารถพัฒนาเทคโนโลยีของเราให้เหมาะสมกับผู้ใช้ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและมีมือในการใช้งานบุคลากรของประเทศเรา ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้เครื่องมือในการผ่าตัดต้อกระจกนี้เป็นเวลา 5 ปี ศึกษาค้นคว้าโดยการศึกษาทั้งเครื่องมือจากต่างประเทศ และเครื่องมือที่ผลิตขึ้นเอง ผลสรุปของงานวิจัยนี้พบว่าในแง่ของคนไข้หลังการผ่าตัด จากเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผลดีเท่ากับเครื่องมือราคาแพงจากต่างประเทศ ในแง่ทางการแพทย์ถือว่าประสบความสำเร็จ

อย่างสูง และในอนาคตไทยอาจเป็นผู้นำทางการแพทย์ในภูมิภาคนี้

ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เครื่องมือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชน และต่อประเทศชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยควรให้การสนับสนุนให้อาจารย์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีผลงานวิจัยที่ดีได้ออกไปเผยแพร่ผลงานวิจัยในต่างประเทศให้เพิ่มขึ้น เพราะเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพ จำเป็นต้องมีการให้ความรู้ในการใช้เครื่องมือ นั้นด้วย

ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ข่าววิจัยวิชาการ 14 พฤศจิกายน 2538





มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

สร้างสรรค์บัณฑิต พัฒนาเศรษฐกิจสังคมไทย

**เปิดสอนระดับปริญญาตรี ภาคปกติ 8 คณะ 39 สาขาวิชา
ภาคค่ำ 6 คณะ 4 สาขาวิชา และปริญญาโท 9 สาขาวิชา**

**คณะบริหารธุรกิจ คณะบัญชี คณะเศรษฐศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะนิติศาสตร์**

กำหนดคุณสมบัติผู้สมัครเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ต้องสำเร็จการศึกษา
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ, สายอาชีพหรือเทียบเท่า ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โครงการพิเศษ

มีทุนการศึกษาให้ตามคุณสมบัติที่มหาวิทยาลัยกำหนด หลายโครงการ

รับสมัครและสอบคัดเลือก ประมาณเดือนมกราคม-มีนาคม ของทุกปี

โครงการนักศึกษาทั่วไป

มีทั้งการสอบคัดเลือกร่วมกับทบวงมหาวิทยาลัย (Entrance) และการสอบคัดเลือกที่มหาวิทยาลัยจัดเองด้วย

รับสมัครและสอบคัดเลือก ประมาณเดือนเมษายน-พฤษภาคม ของทุกปี

ผู้สนใจสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวง/เขต ดินแดง กรุงเทพฯ ๗ 10320

โทรศัพท์ 276-1040, 692-3050 ต่อ 1701-1704

แฟกซ์ : 275-2219, 276-2126

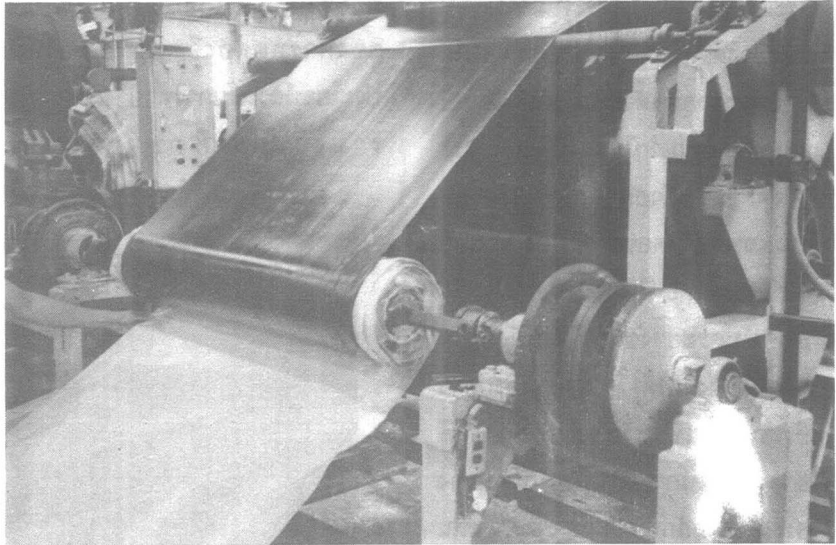
การวิจัยและพัฒนาแผ่นยางรองสระน้ำ โดยใช้ยางผสม NR/EPDM, M.A. เป็น Modifier

ประทุม วงษ์พานิช, กรรณิการ์ สถาปิตานนท์, เกศรา นุตาลัย, กิตติรัตน์ วงศ์กานต์สุข และ สุวิมล บัวมุด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) มีความทนทานต่อโอโซนมากขึ้นเมื่อผสมกับยางสังเคราะห์ EPDM แต่สมบัติบางประการของ NR ลดลงไปได้แก่ โมดูลัส ความต้านแรงดึง แรงยึดที่จุดขาด และอัตราการสุก. NR กับ EPDM ผสมเข้ากันไม่ได้เนื่องจากอัตราการสุกของยางทั้งสองแตกต่างกัน. การประยุกต์วิธีการของ Coran โดยแปรสภาพ EPDM ด้วย M.A. และ MBTS แล้วเติม ZnO เมื่อผสม NR กับ EPDM ที่แปรสภาพ จะเกิด dynamic vulcanization กับ EPDM และเกิด conventional vulcanization กับ NR ทำให้ได้ยางผสม NR/EPDM ที่ผสมเข้ากันได้เป็นอย่างดี การเตรียมแผ่นยางและทดสอบสมบัติต่างๆ ได้ใช้สูตรพื้นฐาน คือ phr: ZnO5, stearic acid 2, กำมะถัน 1.5, P.O. 2, เขม่าดำ 30 และ M.A./MBTS 0.6/0.06 โดยแปรเปลี่ยนสัดส่วนของ NR/EPDM ปริมาณ และชนิดของสารเร่งปฏิกิริยา (CBS, CBS+HMD, MBTS+TMTD และ TMTD 0.06-3.0 phr). ผลการทดสอบแผ่นยางที่มีความต้านแรงดึง 17.79 MPa



และไม่มีรอยแตก เมื่อทดสอบความทนทานต่อโอโซนที่ 100 pphm, 40°C., 20% การยืด เป็นเวลา 96 ชั่วโมง คือแผ่นยางที่เตรียมจากส่วนผสมของ NR/EPDM 70/30, CBS 1.5 และ HMD 0.26 phr นั้น ใช้ได้สำหรับปูรองสระน้ำ. การทดลองในภาคสนามสำหรับการปูรองสระได้ดำเนินการโดยทำการผลิตแผ่นยางที่โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งและนำไปทดลองปูรองสระซึ่งมีขนาดความจุ 5,000 ลบ.ม. ที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดมหาสารคาม เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2535.

คำนำ

แผ่นยางรองสระน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งซึ่งทำจาก

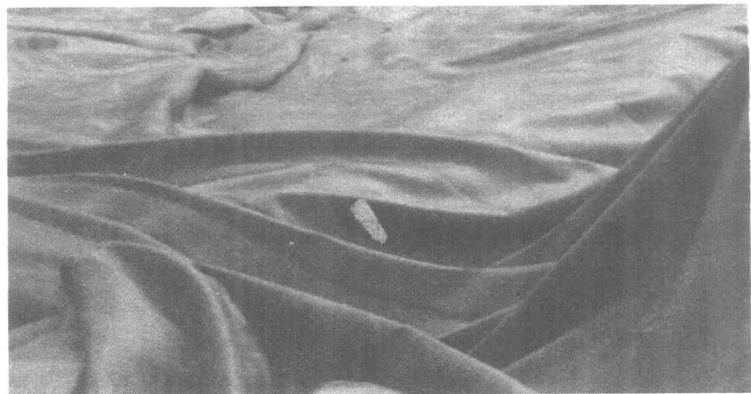
ยางพาราหรือยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) ใช้สำหรับปูรองสระเพื่อเก็บกักน้ำบนพื้นดินที่เก็บกักน้ำไม่ได้ เช่น ดินปนทราย. ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศไทย (วท.) ได้พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ยางพาราและก่อให้เกิดการใช้ยางพารามากขึ้น ดังที่ได้รายงานไว้ใน การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราของ วท.(สถาปิตานนท์ 2533). การพัฒนาแผ่นยาง สำหรับปูรองสระน้ำเริ่มดำเนินการ ตั้งแต่ปี 2529 ด้วยการสำรวจ (นุตาลัยและคณะ 2530) การทดลองผลิตโดยร่วมงานกับโรงงานอุตสาหกรรมยาง การปูรองพื้นสระ

โดยความร่วมมือของกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย และการติดตามตรวจสอบสภาพสระยางภายหลังการดำเนินงาน (นุतालย์และคณะ 2532,2533). ผลการทดลองปรากฏว่าสระที่ปูรองด้วยแผ่นยางสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้เป็นอย่างดี. ระยะเวลาการซ่อมบำรุงรักษาแตกต่างกันตามลักษณะที่สร้างขึ้นซึ่งมี 2 แบบได้แก่สระเปลือย คือ สระที่ไม่ได้ปิดทับแผ่นยางด้วยวัสดุอื่น ซ่อมแซมไม่มากหลังจากติดตั้งประมาณ 3 ปี และซ่อมแซมมากในช่วงปีที่ 5. สระยางที่ลาดทับด้วยคอนกรีต เริ่มซ่อมแซมเฉพาะผิวคอนกรีตเพียงเล็กน้อยเมื่อมีอายุได้ 5 ปี หลังจากการติดตั้ง. ปัจจุบันสระยางขนาดใหญ่ยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้. ผลงานดังกล่าวทำให้เห็นประโยชน์ของการใช้ยางพาราในการทำผลิตภัณฑ์ปูรองสระเพื่อเก็บกักน้ำ และพิจารณาเห็นว่าสระยางจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานอีกมาก หากมีการปรับปรุงคุณภาพของแผ่นยาง. วท.จึงดำเนินการปรับปรุงคุณภาพของแผ่นยางรองสระน้ำอย่างต่อเนื่อง.

การทดลองใช้แผ่นยางปูรองสระน้ำที่บ้านยางสะอาด ต. ดงบัง อ.นาตุ่น จ.มหาสารคาม เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2531 ปรากฏว่าสระน้ำแห่งนี้สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้เป็นอย่างดีและชาวบ้านอาศัยใช้น้ำในสระได้อย่างไม่ขาดแคลน. ทางจังหวัดมหาสารคามเล็งเห็นประโยชน์จึงให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายบางส่วนแก่ วท. เพื่อนำแผ่นยางไปปูรองสระน้ำในชนบทอีก 1 แห่ง. ดังนั้น จึงได้มีการทดลองผลิตแผ่นยางรองสระน้ำขึ้นโดยโรงงานอุตสาหกรรมยาง

แห่งหนึ่งที่ จ.สมุทรสาคร ในสูตรของวท. ซึ่งมีส่วนผสมของ NR กับ EPDM และนำไปปูรองสระ ที่บ้านดงน้อย ต. ดงบัง อ.นาตุ่น จ.มหาสารคาม เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2535.

รายงานนี้แสดงถึง สูตรที่มีส่วนผสมของ NR/EPDM วิธีการผสม การผลิตแผ่นยางรองสระน้ำและสมบัติของแผ่นยางที่ใช้ปูรองสระ. ข้อมูลในรายงานนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการทดลองอีกหลายเรื่องที่มีประโยชน์สำหรับการทำยางผสม ดังรายงานการศึกษายางผสม



NR/EPDM (วงษ์พานิชและคณะ 2535) และรายงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา (วงษ์พานิชและคณะ 2537) ซึ่งมีข้อมูลอื่นๆ ประกอบอีกมาก เช่น ราคาของวัตถุดิบ วิธีการคำนวณหาขนาดของแผ่นยางเพื่อใช้ปูรองสระและความจุของสระ ฯลฯ. อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้ ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการผสมยาง NR/EPDM ซึ่งจะรายงานต่อไป โดยเป็นการใช้ aliphatic/aromatic resin เป็น compatibilizer. ผลการทดลองทั้งหมดทำให้สามารถกำหนดสูตรสำหรับการผลิตแผ่นยางที่มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าเดิมและมีการดำเนินงานต่อไปจนถึงการผลิตแผ่น

ผายยางด้วย.

แนวความคิดในการใช้ยางผสม NR/EPDM

แผ่นยางรองสระน้ำสูตรแรกๆ ที่ทดลองใช้ปูรองสระในสภาพใช้งานจริงนั้น ประกอบด้วยยางแผ่นรมควันชั้น 3 / ยางรีเคิลเมเกรด 103 และ 105 ในปริมาณ phr 50:100 และผสมสาร antioxidant ด้วย (นุतालย์และคณะ 2532) ปรากฏว่าแผ่นยางเริ่มชำรุดและซ่อมแซมไม่มาก ในช่วงปีที่ 3 และซ่อมแซมมากในช่วงปีที่ 5

เมื่อซ่อมแซมแล้ว สระน้ำก็อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี. ลักษณะของการชำรุดเริ่มจากการแตกที่ผิวของแผ่นยางแล้วมีแรงมากระทำให้ฉีกขาดออกไป แรงดังกล่าวนี้ ได้แก่ แรงจากการเหยียบย่ำของคนและสัตว์แรงลม แรงฝน. ผลการทดลองในภาคสนาม แสดงว่าถ้ามีการปรับปรุงคุณภาพของแผ่นยางของสระน้ำโดยเฉพาะความทนทานต่อแสงแดด และโอโซนได้ จะทำให้สามารถใช้งานดังกล่าวได้นานมากขึ้น.

วท.ได้พิจารณาถึงการผสมยางธรรมชาติ กับ ยางสังเคราะห์ (Fisher 1957, Robert 1988) โดยเฉพาะยาง EPDM ซึ่งนอกจากจะทำ

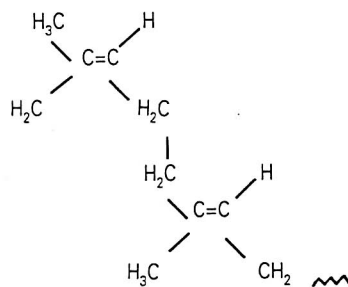
ให้ยางธรรมชาติมีความทนทานต่อลมฟ้าอากาศเพิ่มขึ้นแล้ว (Brydson 1978, Cesare 1989) การผสมยาง NR กับยาง EPDM ยังเป็นเทคนิคที่จะมีประโยชน์ต่อวงการยางต่อไปอีกด้วย. ทั้งนี้เนื่องจาก NR ผสมให้เข้ากับ EPDM ได้ยากจึงไม่มีผู้นิยมใช้ยางผสมดังกล่าวอย่างแพร่หลายแต่นิยมใช้ EPDM ล้วนๆ ซึ่งทำให้มีการใช้ NR น้อย. หาก วท. พัฒนาการผสม NR กับ EPDM ให้เข้ากันได้เป็นอย่างดีโดยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากแล้ว จะช่วยให้เกิดการนำ NR/EPDM ไปใช้ทำผลิตภัณฑ์มากขึ้น ซึ่งหมายถึงมีการใช้ NR เพิ่มขึ้นด้วย.

ยางพารา หรือยางธรรมชาติ

ได้ มาจากต้นยางพารา
(*Hevea brasiliensis*)
มีสูตรโมเลกุล $(C_5H_8)_n$,
 $n = 15-20,000$ เป็น high diene
rubber

สูตรโครงสร้างคือ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ -\text{CH}_2-\text{C} = \text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$

ส่วนใหญ่จัดเรียงตัว > 98%
เป็น cis 1,4 polyisoprene



คุณสมบัติเด่นคือ มีความยืดหยุ่นสูง สามารถยืดได้ 700-800% มีความแข็งแรงมาก ความต้านแรงดึงสูง 22-30 MPa. ส่วนสมบัติที่ดีคือ ไม่ทนทานต่อ O_2 และ O_3 รวมทั้งไม่ทนน้ำมันด้วย สำหรับความทนน้ำมันยางธรรมชาติมีความทนทานมาก

เนื่องจากเป็น non-polar แต่น้ำเป็นสาร polar. ยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก จึงแปรรูปได้ยาก ต้องมีการบด (mastication) ก่อนผสมกับสารอื่น. การบดเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญสำหรับยางแห้ง เป็นการทำให้ยางนิ่มด้วยกระบวนการทางกล ทำให้โมเลกุลของยางขาดออกจากกัน เมื่อโมเลกุลของยางเล็กลง การผสมสารเคมีให้เข้ากับยางจึงทำได้ง่ายขึ้น. แต่การบดยางก็ต้องมีเทคนิค อุณหภูมิในการบดมีความสำคัญมาก การบดยางธรรมชาติจะมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่ อุณหภูมิ ประมาณ 105°C . ในขณะที่บดยาง โมเลกุลของยางธรรมชาติจะลดลงไปเรื่อยๆ การผสมสารเคมีหรือผสมยางใหม่เข้าไปนั้น ถ้าบดผสมนาน ยางจะนิ่มมากเกินไป อาจก่อให้เกิดปัญหาตามมาเช่น เมื่อรีดให้เป็นแผ่นใน calender จะเกิดมีฟองอากาศ เล็กๆ ในเนื้อยางหรือเมื่อรีดด้วย extruder ยางที่ออกมาจะรักษารูปร่างไม่ได้ (นิริอุทัย 2530).

ยางสังเคราะห์ (synthetic rubber)

ได้มาจาก polymerization ของ monomer โดยการกระตุ้นด้วย catalyst. Monomer ประกอบด้วยสาร hydrocarbons หลายอย่าง ได้จากน้ำมันดิบและบางชนิดก็สังเคราะห์ขึ้นมาเป็นพิเศษ. ยางสังเคราะห์มีมากมายหลายชนิด แต่แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ตามการใช้งานได้ 3 ชนิด คือ ชนิดทั่วไป ชนิดทนน้ำมัน และชนิดพิเศษ. ยางสังเคราะห์ชนิดทั่วไปสามารถใช้แทนยางธรรมชาติได้เกือบทั้งหมด เช่น ยาง SBR. ส่วน



ตารางที่ 1. สมบัติเด่นและสมบัติด้อยของยางที่ใช้ทั่วไป

ยาง	สมบัติเด่น	สมบัติด้อย
NR : Natural rubber	1. ความแข็งแรง 2. ความยืดหยุ่น	1. ความทนต่อ O_2, O_3 และความร้อน 2. ความทนต่อการซึมผ่านของก๊าซ 3. ความทนน้ำมัน
SBR : Styrene butadiene rubber	1. ความทนทานต่อการสึกหรอ 2. เป็นฉนวนที่ดี	1. ความทนต่อ O_2, O_3 และความร้อน 2. ความต้านทานแรงดึง แรงฉีกขาด 3. ความทนต่อการซึมผ่านของก๊าซ 4. ความทนน้ำมัน
NBR : Acrylonitrile butadiene rubber	1. ความทนน้ำมัน 2. ความทนต่อความร้อน, O_3 และแสงแดด 3. ความทนต่อการกัด ด่าง เกลือเจือจาง 4. ความทนต่อการดูดซึมน้ำ	
EDPM : Ethylene propylene diene terpolymer	1. ความทนต่อความร้อน, O_2 และ O_3 ดีมาก 2. การคืนตัวและการยืดหยุ่นดี 3. ความทนทานต่อการฉีกขาด	1. ความทนต่อการซึมผ่านของก๊าซ และน้ำมัน
IIR : Isobutylene isoprene rubber	1. ความทนต่อการซึมผ่านของก๊าซ 2. ความทนต่อ O_2, O_3 และแดด 3. ความทนต่อสารเคมีหลายชนิด 4. คุณสมบัติทางไฟฟ้าดี	1. ความยืดหยุ่น 2. การกระเด็นตัวมีน้อย
BR : Butadiene rubber	1. การกระเด็นดี 2. ความทนต่อการสึกหรอ	1. ความแข็งแรงต่ำ
CR : Chloroprene rubber	1. ความทนน้ำมัน 2. ไม่ติดไฟ 3. ความทนต่อการซึมผ่านก๊าซ	1. ความทนต่อตัวทำละลาย

ยางสังเคราะห์ชนิดทนน้ำมันได้แก่ ยาง NBR และยาง CR. สำหรับยางชนิดพิเศษนั้น มีการผลิตเฉพาะงาน และปริมาณค่อนข้างจำกัดรวมทั้งมีราคาสูงแต่มีคุณสมบัติดีเลิศเฉพาะด้าน เช่น ยาง hypalon (chlorosulphonated polyethylene) ที่ทนต่อสารเคมี, ageing และโอโซน; ยาง urethane (solid polyurethane) ที่มีความต้านทานต่อการสึกหรอสูง, ageing ดี, ทนน้ำมันและตัวทำละลาย; ยาง silicone ที่ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ สูงและต่ำ ตั้งแต่ -65°C ถึง 200°C.

สมบัติเด่นและสมบัติด้อยของยางที่ใช้กันทั่วไป แสดงได้ดังตารางที่ 1. ซึ่งจะเห็นว่าถ้าเลือกผสมยางที่มีสมบัติแตกต่างกันจะสามารถปรับปรุงสมบัติของยางได้ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น ผสม NR กับ EPDM เพื่อปรับปรุงความทนทานต่อโอโซนของ NR, ผสม NR กับ SBR เพื่อปรับปรุงความต้านทานต่อการสึกหรอของ NR, ผสม NR กับ NBR เพื่อปรับปรุงความทนน้ำมันของ NR เป็นต้น.

ปัจจุบัน ยางสังเคราะห์ชนิดที่มีปริมาณการใช้งานมากในโลก คือ ยาง CR (chloroprene rubber หรือที่มีชื่อทางการค้าอย่างแพร่หลายว่า neoprene) ซึ่งมีสมบัติเด่นที่ทนทานต่อน้ำมัน ความร้อน และโอโซน แปรปรูปง่ายและผสมกับ NR ไม่ยาก จึงเป็นที่นิยมใช้กันมาก อันเป็นสาเหตุให้ยาง CR มีราคาแพง. ยางสังเคราะห์ที่มีปริมาณการใช้งานน้อยกว่ายาง CR มีความทนทานต่อความร้อนและโอโซนได้ดี มีราคาถูกกว่ายาง CR คือ ยาง EPDM แต่



ยางชนิดนี้ผสมให้เข้ากันกับ ยาง NR ยาก ถ้าหาวิธีการผสมให้เข้ากันได้ง่าย จะทำให้ยางผสม NR/EPDM ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อโอโซน ยืดหยุ่นดี และมีความต้านแรงดึงสูง เป็นที่นิยมใช้แพร่หลาย.

ยาง EPDM

ได้มาจากการเติม diene เข้าไปในยาง EPR ซึ่งเป็น copolymer ของ ethylene และ propylene ดังนั้น ยาง EPDM จึงเป็น terpolymer. ยาง EPR มีโครงสร้างคล้ายยางธรรมชาติ แต่ไม่มี double bond อยู่ในโมเลกุลจึงมีคุณสมบัติที่ทนทานต่อแสง ความร้อน สารเคมี O₂ และ O₃ แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถวัลคาไนซ์โดยใช้

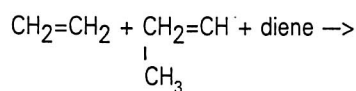
กำมะถันได้ ต้องปรับปรุงสมบัติด้วยการเติม diene เข้าไปในโมเลกุล ซึ่งได้เป็นยาง EPDM. Diene ที่เติมเข้าไปนี้ไม่ได้อยู่ใน chain ใหญ่ ของโมเลกุลแต่อยู่เป็น branch chain ดังนั้นถึงแม้ว่า double bond จะแตก แต่ก็ไม่มีผลกระทบต่อ chain ใหญ่ ยาง EPDM จะยังคงรักษาคุณสมบัติในด้าน ความทนทานต่อแสง ความร้อน O₂ และ O₃ ได้เป็นอย่างดีเช่นเดียวกับยาง EPR ทุกประการ. ชนิดของ diene ที่เติมเข้าไปมีผลต่ออัตราการวัลคาไนซ์ของยาง เช่น เมื่อใช้ ethylene norbornene (ENB) จะได้ยาง EPDM ที่มีอัตราการ cure เร็วที่สุด แต่เมื่อใช้ 1,4-hexadiene (1,4-HD) จะได้ยาง EPDM ที่มีอัตราการ cure



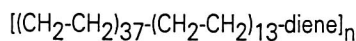
ปานกลาง ส่วนการใช้ dicyclopentadiene (DCPD) ยาง EPDM ที่ได้จะมีอัตราการ cure ช้าที่สุด (นิรอุทัย 2530). อย่างไรก็ตาม ยาง EPDM เป็นสาร non-polar จึงทนทานต่อของเหลวที่เป็น polar เช่น น้ำ ได้ดี. ปัจจุบัน มีการผลิตยาง EPDM มากกว่า ยาง EPR ซึ่งการค้ำของยาง EPDM แสดงไว้ในตารางที่ 2. ส่วนคุณสมบัติของยาง EPDM แสดงดังตารางที่ 3.

EPDM เป็น unsaturated form

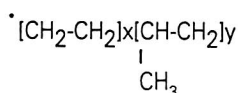
EPR เป็น saturated form



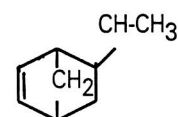
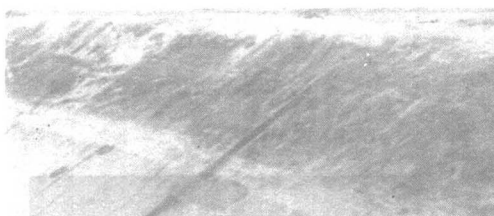
ethylene propylene



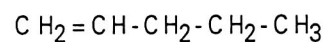
EPDM



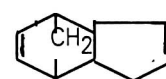
Ethylene-propylene rubber



5-Ethylidene-2-norbornene (ENB)



1,4-Hexadiene (1,4-HD)



Dicyclopentadiene (DCPD)

ตารางที่ 2. ชื่อการค้าของยาง EPDM

ชื่อการค้า	ชื่อบริษัทผู้ผลิต	ประเทศ
Epsyn	Copolymer Rubber & Chemical Corp.	U.S.A.
Keltan	N.I. Nederlandse Staatsmijnen Co., Ltd.	Netherlands
Nordel	E.I. du Pont de Nemours and Co.	U.S.A.
Vistalon	Enjay Chemical Co., Ltd.	U.S.A.
Intolan	The International Synthetic Rubber Co., Ltd.	England
Mitsui E.P.T	Mitsui Petrochemical Industries Co., Ltd.	Japan
Dutral	Montecatini Edison S.P.A.	Italy
Esprene	Sumitomo Chemical Co., Ltd.	Japan
Royalene	Uniroyal Chemical Co., Ltd.	U.S.A.
Epcar	B.F. Goodrich Chemical Co., Ltd.	U.S.A.
Polysar EPDM	Polysar Co., Ltd.	U.S.A.

ตารางที่ 3. คุณสมบัติของยาง EPDM

General properties of raw ESPRENE EPDM	
Ethylene propylene ratio (wt.)	10/60-70/30
Specific gravity	0.865-0.890
Mooney viscosity ML_{1+4} 100 °C	45-95
Intrinsic viscosity (tetralin 135 °C)	1.5-2.9
Crystallization value (X-ray)	nil
Ash content	0.10% max.
Volatile matter	1.0% max.
Refractive index	1.476-1.481
Color shade	transparent white-light amber
Glass transition point	-50 ° - 60 °C
Iodine number	10-20
Storage stability	excellent
Stabilizer content	1.0 %
Solubility	Soluble in benzene,tolulene, cyclohexane,tetralin, chlorobenzene,heptane, carbon tetrachloride and other hydrocarbon solvent



ยาง EPDM แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. น้ำหนักโมเลกุล โดยดูจากค่า Mooney viscosity ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

ก. ความหนืดต่ำ (low-medium viscosity) ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 25-60 (ML₁₊₄ 100 °C)

ข. ความหนืดปานกลาง (medium-high viscosity) ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 60-100 (ML₁₊₄ 100 °C)

ค. ความหนืดสูง (very high viscosity) ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 100-200 (ML₁₊₄ 100 °C)

ยาง EPDM ที่มีความหนืดต่ำ เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ชนิดคุณภาพดีโดยใส่สารตัวเติม (filler) ปริมาณปานกลาง. ส่วนชนิดความหนืดสูง ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่ราคาถูกลง หรือใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต.

2. ปริมาณของ propylene : ความแข็งแรง (green strength) ของยาง EPDM ขึ้นอยู่กับปริมาณของ propylene ที่อยู่ในโพลิเมอร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

ก. Propylene สูง (ประมาณ 50%) : มีความแข็งแรงต่ำ

ข. Propylene ปานกลาง (ประมาณ 40%) : มีความแข็งแรงปานกลาง

ค. Propylene ต่ำ (ประมาณ 30%) : มีความแข็งแรงสูง.

โพลิเมอร์ที่มีความแข็งแรงต่ำ จะให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีสมบัติด้านความยืดหยุ่นสูง. โพลิเมอร์ที่มี

ความแข็งแรงสูง จะใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง.

3. ปริมาณของพันธะที่ไม่อิ่มตัวคือ diene ที่ใส่เข้าไปซึ่งได้แก่ ENB, 1,4-HD และ DCPD ทำให้แบ่งโพลิเมอร์ได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ก. ปริมาณพันธะไม่อิ่มตัวปานกลาง : ประมาณ 3-5 % โดยน้ำหนัก

ข. ปริมาณพันธะไม่อิ่มตัวสูง : ประมาณ 5-7 % โดยน้ำหนัก

ค. ปริมาณพันธะไม่อิ่มตัวสูงมาก : ประมาณ 8-10 % โดยน้ำหนัก

ยาง EPDM ที่มีพันธะไม่อิ่มตัวปานกลางเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป. ในกรณีที่ใช้ผสมกับยางชนิดอื่นมักจะใช้ยาง EPDM ชนิดที่มีพันธะไม่อิ่มตัวสูงเพื่อให้เกิดการวัลคาไนซ์เร็วขึ้น หรือใช้ยาง EPDM ที่มี diene ซึ่งว่องไวในการทำปฏิกิริยาสูงทั้งนี้ ENB > 1,4-HD > DCPD.

ยาง EPDM โดยทั่วไป มักจะมี antioxidant ผสมอยู่แล้วเพื่อป้องกันการเสื่อมเนื่องจากการเก็บ. อย่างไรก็ตาม การเก็บยาง EPDM ไม่ควรให้สัมผัสกับแสงสว่างโดยเฉพาะ

ชนิด oil-extended ซึ่งสามารถเกิดการ X-link ขึ้นที่ผิวได้.

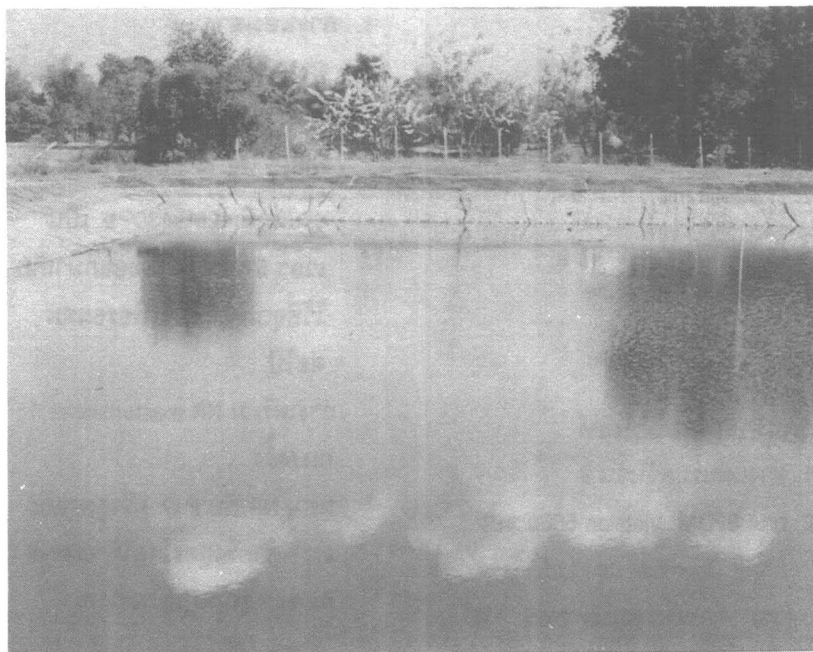
การทำยางผสม

ปัญหาพื้นฐานของการทำยางผสม (สูตร 2529) คือ ยางแต่ละชนิดมักจะผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันไม่ได้แต่จะแยกตัวเป็นส่วนเล็กๆอยู่ภายในเนื้อยางที่ผสม. การแยกตัวดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาในการควบคุมปริมาณสารที่ใช้สำหรับการวัลคาไนซ์และสารเสริมอื่นๆ เนื่องจากสารเหล่านี้ละลายได้ในยางไม่เท่ากัน ฉะนั้นในบางส่วนของยางผสม จึงอาจวัลคาไนซ์ไม่หมด ทำให้ได้ยางผสมที่มีคุณภาพไม่ดี. การที่ยางต่างชนิดผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันไม่ได้ (Coran 1988) มีสาเหตุใหญ่ 3 ประการ อันเนื่องมาจากสมบัติของยางแต่ละชนิด คือ 1. ความหนืด 2. การเคลื่อนที่ของความร้อนในเนื้อยาง 3. อัตราการสุก. สาเหตุดังกล่าวแก้ไขได้โดยมีความยากง่ายไม่เหมือนกัน เช่น การผสมให้เข้ากันไม่ได้ เพราะความหนืดแตกต่างกัน อาจปรับปรุงกระบวนการผสม แก้ไขคุณภาพของน้ำมันที่ช่วยในการผลิต หรือเปลี่ยนแปลงปริมาณ



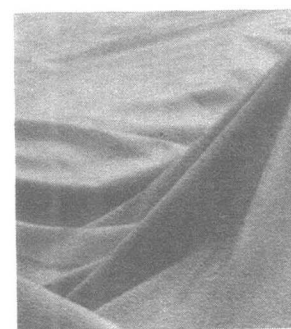
ของฟิลเลอร์ที่ใช้ และบางครั้งก็ต้องปรับปรุงคุณสมบัติของยางแต่ละชนิดก่อนเข้าสู่กระบวนการผสมด้วย. การเคลื่อนที่ของความร้อน จะเกิดขึ้นในขณะที่กำลังผสมโดยอยู่ในรูปของพลังงานบนผิวของอนุภาค ส่วนผสมที่ดี พลังงานดังกล่าวจะเกิดขึ้นน้อยจนกระทั่งอนุภาคของยางแต่ละชนิดเข้ามาชิดกันและเกิดการยึดเกาะกันได้ ตัวอย่างเช่น การเกิดการเชื่อมโยงโมเลกุลในระหว่างการวัลคาไนซ์ เป็นต้น. สำหรับสาเหตุของยางที่ผสมไม่เข้ากันเพราะอัตราการสุกแตกต่างกันนั้น เป็นปัญหาที่แก้ไขไม่ง่าย จำเป็นต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการวัลคาไนซ์ยางแต่ละชนิด. การผสม NR/EPDM ในงานวิจัยเรื่องนี้ เป็นการแก้ไขปัญหาการผสมที่ไม่เข้ากัน เพราะยาง EPDM เกิดการสุกช้าหรือแทบจะไม่สุกเมื่อมียาง NR ผสมอยู่ด้วย. ทั้งนี้ เนื่องจากภายในโครงสร้างโมเลกุลของยาง NR มี diene ที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยาอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเกิดปฏิกิริยาเสร็จสิ้นไปก่อนยาง EPDM (Coran 1990). การผสมยาง EPDM แต่เพียงเล็กน้อยเข้าไปในยาง NR ทำได้ไม่ยาก แต่ยางผสมที่ได้จะไม่ปรากฏคุณสมบัติที่ดี. การแก้ไขปัญหานี้ให้ NR/EPDM ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันในสัดส่วนที่จะแสดงคุณสมบัติของยางทั้งสองได้ จำเป็นต้องแก้ไขสาเหตุซึ่งสืบเนื่องมาจากยางทั้งสองมีอัตราการสุกแตกต่างกัน.

Coran (1987) ได้ค้นพบวิธีการผสมยางที่มี diene เป็นจำนวนมากอยู่ในโครงสร้างของโมเลกุล (เช่น NR, BR, SBR เป็นต้น) กับยาง EPDM โดยการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของ



EPDM ด้วย M.A. ซึ่งจะเป็น MEPDM ที่มี succinic anhydride groups ติดอยู่ในโมเลกุล. หลังจากนั้นจึงผสม MEPDM กับ NR แล้วเติม ZnO ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น เติมหกามะถันซึ่งเป็นตัวเร่งและสารอื่นๆ. วิธีการผสมแบบนี้ EPDM จะเกิด dynamic vulcanization เป็นอนุภาคเล็กๆ อยู่ในยางผสม (Coran 1990). อัตราการสุกของยาง EPDM กับ NR จะไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ EPDM จะเกิดการเชื่อมโยงโมเลกุลอย่างเป็นอิสระโดยอาศัย ZnO และไม่ต้องแข่งขันกับ NR ซึ่งจะเชื่อมโยงโมเลกุลด้วยกัมมะถัน. อาศัยวิธีการทดลองของ Coran ประกอบกับการพิจารณาหลักการเชื่อมโยงโมเลกุล และการใช้สารกระตุ้น (Shersshnev 1982) ทำให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้ยาง NR ผสมกับยาง EPDM.

ในการผสม NR/EPDM ได้พิจารณาถึงต้นทุนการผลิตความยากง่ายในการผสม การแปรรูปและจัดหาวัตถุดิบ รวมทั้งความเป็นไปได้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังได้พิจารณาถึงผลิตภัณฑ์ที่อาจผลิตได้จากยางผสม NR/EPDM อีกด้วย. การทดลองในรายงานนี้มี 3 ขั้นตอนคือ การทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ การทดลองในระดับอุตสาหกรรม และการทดลองในภาคสนาม.



การทดลอง

การผลิตแผ่นยางรองสระน้ำในระดับห้องปฏิบัติการ

เครื่องมือหลัก

1. Internal mixer, ชนิด banbury
2. Two-roll mill
3. Calender
4. Press-cure machine
5. Rheometer

วัตถุดิบและเคมีภัณฑ์

1. ยางแผ่นรมควันชั้น 3
2. ยาง EPDM, Vistalon 5600 ของ Enjay Chemical Co., Ltd.
3. เขม่าดำ หรือ carbon black, HAF
4. Petroleum oil (P.O.)
5. Zinc oxide (ZnO)
6. Stearic acid
7. MBTS
8. TMTD
9. CBS
10. HMD
11. กำมะถัน หรือ sulphur
12. Maleic anhydride (M.A.)

สูตรยางผสม NR/EPDM

แสดงไว้ในตารางที่ 4.

วิธีการทดลอง

1. การผสมยาง

- การเตรียม MEPDM : 1 กก./ครั้ง
ผสม EPDM กับ M.A. และ MBTS โดยใช้ internal mixer ที่อุณหภูมิ 120°-130°ซ. เป็นเวลา 5 นาที แล้วเทออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอผสมต่อไป
- การเตรียม NR masterbatch : 1 กก./ครั้ง
ผสม NR กับ P.O. ครึ่งสูตรและเขม่าดำครึ่งสูตรโดยใช้ internal mixer ที่อุณหภูมิประมาณ 100°ซ. เป็นเวลา 5 นาที แล้วเทออกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอผสมต่อไป
- การผสม NR/MEPDM : 1 กก./ครั้ง
โดยใช้ internal mixer และ two-roll mill ที่อุณหภูมิและเวลา ดังต่อไปนี้

การผสมใน internal mixer

เวลาผสม, นาที สารที่เติม

- | | |
|-----|--|
| 0 | NR กับ MEPDM ผสมจนอุณหภูมิขึ้นถึง 135°ซ. |
| 2.5 | เขม่าดำครึ่งหนึ่งของที่เหลือ, P.O. ครึ่งหนึ่งของที่เหลือ |
| 3.5 | ZnO, stearic acid |
| 4.5 | เขม่าดำที่เหลือ, P.O. ที่เหลือ |
| 5.5 | ปล่อยให้เครื่องมือกวาดยางผสมให้เข้ากัน |
| 6.5 | ปล่อยให้เครื่องมือกวาดยางผสมให้เข้ากัน |
| 7.8 | ปล่อยให้เครื่องมือกวาดยางผสมให้เข้ากันเป็นครั้งสุดท้าย |
| 8 | เทยางผสมออกไปบด ด้วย two-roll mill |

การผสมโดยใช้ two-roll mill

บดยางผสมเป็นเวลา 5 นาที เติมนสารเคมีที่เหลือโดยเติมกำมะถันเป็นสารสุดท้าย แล้วบดต่อไปอีก 4 นาที จึงนำยางผสมที่ได้ คือ ยางคอมปาวด์ออกไปรีดทำเป็นแผ่น ถ้ามีการเติม CBS, HMD ก็เติม CBS ก่อนแล้วบด 2.5 นาที จึงเติม HMD และบดต่อไปอีก 2.5 นาที จึงเติมกำมะถัน.

2. การทำแผ่นยาง

แบ่งยางคอมปาวด์ นำมาหาอุณหภูมิและระยะเวลาการสุก (cure time) โดยใช้ rheometer. ยางคอมปาวด์ที่เหลือ นำไปทำให้นิ่มโดยนวดด้วย two-roll mill เป็นเวลา 6 นาที ยางจะอุ่นขึ้น. นำไปรีดเป็นแผ่นหนา 2 มม. โดยใช้ calender อบแผ่นยาง



ให้สุกด้วย press-cure machine ตาม อุณหภูมิและระยะเวลาที่ทดสอบไว้.

3. การทดสอบแผ่นยาง

ปล่อยแผ่นยางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานต่อไปนี้

3.1 ความต้านแรงดึงและแรงยืดที่จุดขาด (tensile strength and elongation at break) ASTM D 412.

3.2 ความแข็ง (hardness) ASTM D 2240.

3.3 ความต้านแรงฉีกขาด (tear strength) ASTM D 624.

3.4 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity).

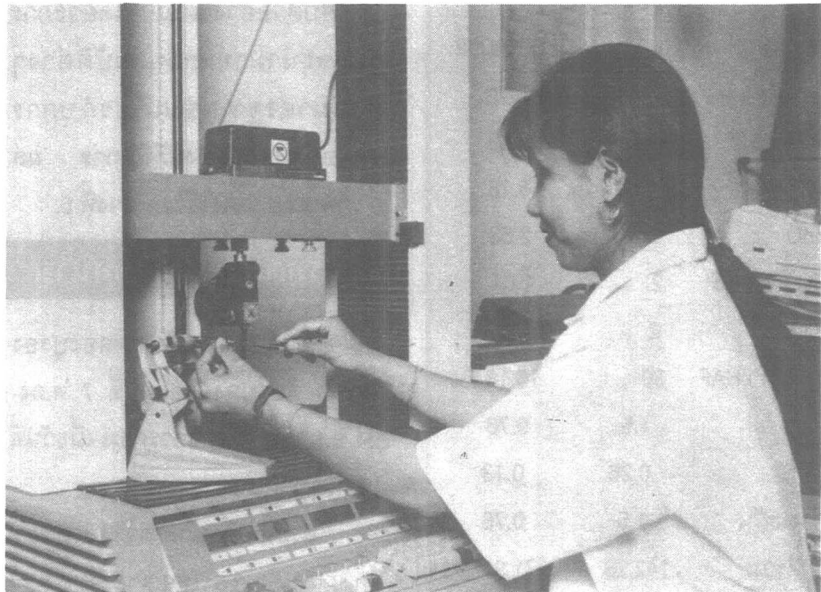
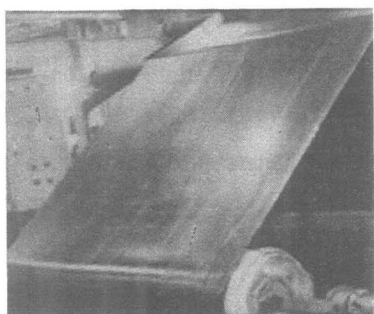
3.5 ความทนทานต่อโอโซน (ozone resistance).

ทดสอบที่สภาวะ : โอโซน 100 ppm, อุณหภูมิ 40°C., 20% การยืดเป็นเวลา 96 ชั่วโมง.

3.6 การเสื่อมสภาพของยางโดยวิธีเร่งสภาวะ (aging test)

3.6.1 การอบ อบแผ่นยางไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 168 ชั่วโมง.

3.6.2 การแช่น้ำ แช่แผ่นยางไว้ในน้ำที่อุณหภูมิ 70°C. เป็นเวลา 96 ชั่วโมง.



ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.

การผลิตแผ่นยางรองสระน้ำในระดับอุตสาหกรรม

เครื่องมือหลัก วัตถุดิบ และเคมีภัณฑ์ ใช้เหมือนกับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ แต่เครื่องมือที่ใช้ผลิตมีขนาดใหญ่กว่ามาก ได้แก่ internal mixer ซึ่งเป็น banbury ที่มีความจุประมาณ 100 ลิตร, two-roll mill, calender และ press-cure machine มีความกว้าง 1.10 ม. จึงได้คำนวณปริมาณในการผสมด้วย banbury แต่ละครั้ง (นิธิอุทัย 2530) ดังนี้

$$Q = V.S.F$$

เมื่อ Q = ปริมาณในการผสมแต่ละครั้ง, กก.

V = ความจุของ banbury ที่ใช้ คือ 100 ลิตร

S = ความถ่วงจำเพาะของยางคอมปาวด์ คือ 1.03

สำหรับ MEPDM คือ 0.91

$$F = \text{Fill factor} = 0.7$$

สำหรับโรงงาน

ดังนั้น ปริมาณในการผสมแต่ละครั้ง คือ

$$\text{ยางคอมปาวด์} = 100 \times 1.03 \times 0.7 = 72.1 \text{ กก.}$$

$$\text{ยาง MEPDM} = 100 \times 0.91 \times 0.7 = 63.7 \text{ กก.}$$

สูตรยางผสม NR/EPDM : สำหรับ การผสมในแต่ละครั้ง

MEPDM

สารผสม	phr	ปริมาณการผสม, กก.
ยาง EPDM	30	62.33
M.A.	0.6	1.25
MBTS	0.06	0.13
รวม	30.66	63.71

สารผสม	NR/MEPDM	
	phr	ปริมาณการผสม,กก.
RSS no.3	70	35.43
MEPDM	30	15.18
ZnO	5	2.53
Stearic acid	2	1.01
P.O.	2	1.01
เซม่าดำ,HAF	30	15.18
CBS	1.5	0.76
HMD	0.26	0.13
กำมะถัน	1.5	0.76
รวม	142.26	71.91

การผลิต

1. การผสมยาง

ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ได้ยางคอมปาวด์ครั้งละ 72 กก.

โดยใช้ ปริมาณสารผสมดังคำนวณไว้ในสูตร.

2. การทำแผ่นยาง

นำยางคอมปาวด์ มารีดเป็นแผ่นด้วย calender ให้มีความหนา 2 มม. และกว้าง 1.10 ม. ตามขนาดของ calender แล้วทำให้สุกด้วย press-cure machine ที่อุณหภูมิ 150°C. เป็นเวลา 6.30 นาที. การทำแผ่นยางให้ยาวต่อเนื่องกัน ทำได้โดยเลื่อนแผ่นยางเข้าไปใน press-cure machine เป็นระยะๆ. หลังจากนั้นจึงนำแผ่นยางมาเชื่อมต่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการโดยใช้กาว neoprene (นุตาฉลยและคณะ 2532).

ขั้นตอนการผลิตแผ่นยางแสดงไว้ในรูปที่ 1.

3. การทดสอบแผ่นยาง

เก็บตัวอย่างแผ่นยางโดยวิธีการสุ่มและนำมาทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานเช่นเดียวกับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 5.

การทดลองในภาคสนาม

ได้นำแผ่นยางไปทดลองปูรองสระน้ำ ที่บ้านดงน้อย หมู่ที่ 7 ต.ดงบัง อ.นาตุ้ม จ.มหาสารคาม เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2535.

สระน้ำ มีขนาด กว้าง x ยาว x ลึก,ม. 40x60x3.5 และลาดเอียง 1:3

ประมาณความจุได้ 5,24

ลบ.ม.

ปริมาณแผ่นยางที่ใช้ คือ

2,906 ตร.ม. โดยมี :

- ความหนา 1.8-2.0 มม.

- ความต้านแรงดึง >18 MPa

-ทนต่อไอโซนในสภาวะการทดสอบ 100 pphm, 40°C., 20% การยืดและระยะเวลา 96 ชั่วโมง

- สมบัติอื่นๆดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.

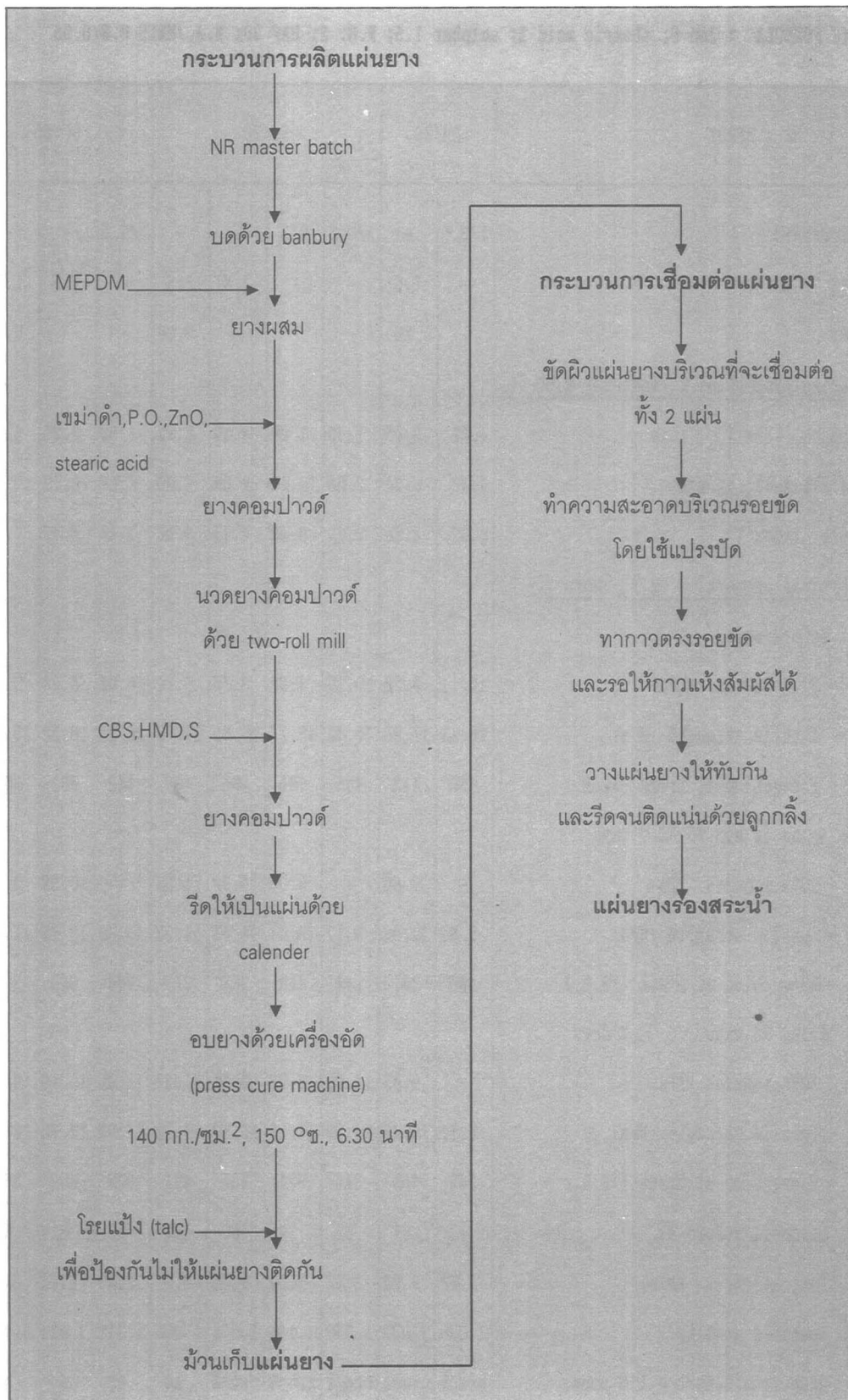
วิธีการปูสระได้รายงานไว้ในรายงานการทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ (นุตาฉลยและคณะ 2532,2533). นอกจากนั้น ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งยังได้จัดทำรายงานประกอบภาพถ่ายไว้ด้วย. การปฏิบัติงานครั้งนี้ รายงานไว้ใน ภ.30-04/รายงานฉบับที่ 3 ส่วนที่ 2 : การดำเนินงานติดตั้งแผ่นยางรองสระน้ำ ครั้งที่ 8-1/2535.



ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อนำราคาวัตถุดิบ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ คุณสมบัติของแผ่นยางรองสระน้ำสูตรต่างๆ ที่ได้ดำเนินการทดลองไว้หลายครั้ง ดังรายงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา (วงษ์พานิชและคณะ2537) จึงเลือกสูตรที่มี ส่วนผสมของ NR/EPDM 80:20, 70:30 และ 65:35 มาทดสอบหาสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการทำแผ่นยางรองสระน้ำ โดยให้มีความเป็นไปได้สำหรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมและต่อไปจนถึงการทำเป็นแผ่นฝ่ายยางด้วย. ทั้งนี้ ได้มีการแปรเปลี่ยนสารผสมเพียง 3-4 ชนิดเพื่อให้ทันกับระยะเวลาของโครงการที่กำหนดไว้ 1 ปี. ผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการแสดงไว้ในตารางที่ 4. ส่วนสมบัติที่สำคัญของแผ่นยางรองสระน้ำจากการผลิตในระดับอุตสาหกรรมแสดงไว้ในตารางที่ 5.

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาสมบัติความทนทานต่อไอโซนจะเห็นว่าส่วนผสมของ NR/MEPDM ในสัดส่วน 70:30 และเติม CBS กับ HMD ด้วยนั้น มีความทนทานต่อไอโซนเช่นเดียวกับสัดส่วน 65:35. สำหรับ NR/MEPDM ที่สัดส่วน 65:35 นอกจากจะใช้ EPDM มากกว่าสัดส่วน 70:30 แล้ว ระยะเวลาการสุกยังมากกว่าอีกด้วย ดังนั้น ต้นทุนการผลิตย่อมสูงกว่าสัดส่วน 70:30. ในการพิจารณาสมบัติทางด้านความต้านแรงดึง (tensile strength), แรงยืดที่จุดขาด(elongation . at break) เมื่อไม่มี

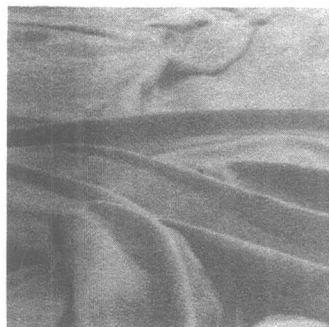


รูปที่ 1. แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตแผ่นยางรองสระน้ำ

ตารางที่ 4. สูตรยางผสม NR/EPDM และสมบัติของแผ่นยาง

BASIC FORMULA : ZnO 5; stearic acid 2; sulphur 1.5; P.O. 2; HAF 30; M.A./MBTS 0.6/0.06

NR : NEPDM	80:20		70:30				65:35		
MBTS/TMTD	1/0.5	-	1/0.5	0/3	-	-	1/0.5	-	-
CBS	-	1.5	-	-	1.5	1.5	-	1.5	1.5
HMD	-	0.26	-	-	-	0.26	-	-	0.26
<u>Curing properties : rheometer @150 °C</u>									
Scorch time(T_{10}):min	1.38	3.05	1.38	1.26	4.15	2.22	1.39	4.25	4.06
Cure time(T_{90}): min	4.40	6.34	3.58	10.15	9.04	6.30	6.27	10.10	10.18
Cure index($T_{90}-T_{10}$):min	3.02	3.29	2.20	8.49	4.49	4.08	4.48	5.45	6.12
<u>Physical properties on T_{90} cure :</u>									
1. Before aging									
- 300% modulus (MPa)	10.11	8.38	10.26	4.98	8.75	8.70	10.02	8.34	8.07
- Tensile strength (MPa)	18.11	17.86	15.42	15.74	16.90	17.79	15.28	16.53	15.24
- Elongation at break (%E.B.)	430	412	405	560	460	469	440	461	450
2. Aging in air 70 °C, 7 days									
- 300% modulus (MPa)	-	9.60	-	6.00	10.34	11.23	-	10.32	9.72
- Tensile strength (MPa)	9.57	10.06	9.17	10.67	14.87	16.02	10.00	13.62	11.36
- Elongation at break (%E.B.)	160	347	144	432	386	373	168	365	337
3. Aging in water 70 °C, 4 days									
- 300% modulus (MPa)	-	9.85	12.73	5.27	9.73	11.21	10.92	10.78	10.51
- Tensile strength (MPa)	15.11	16.49	14.50	14.19	16.54	17.72	11.09	14.32	12.56
- Elongation at break (%E.B.)	382	400	344	531	426	421	302	353	341
4. Hardness (shore A)									
	63	61	66	54	60	59	63	61	61
5. Tear strength (kN/m)									
	3.69	8.92	3.63	3.09	3.75	3.94	2.89	2.70	2.80
6. Specific gravity									
	1.030	1.032	1.050	1.146	1.028	1.036	1.012	1.021	1.023
7. Ozone resistance : 100 pphm, 40 °C, 20% ext., 96 hrs.									
	crack	crack	crack	crack	crack	no	no	no	no



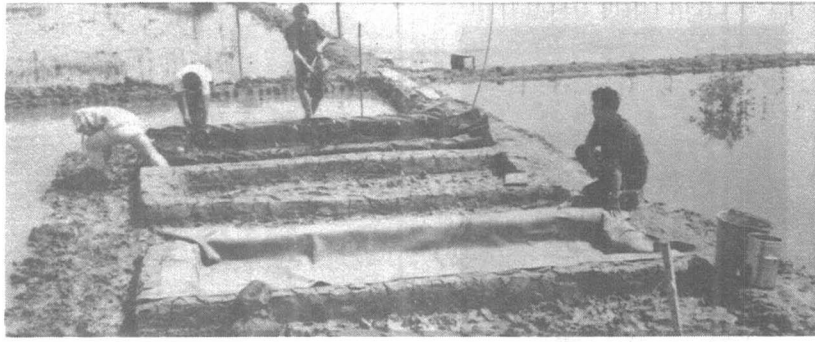
ตารางที่ 5. สมบัติของแผ่นยางรองสระน้ำจากการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

Sample No.	1		2		3		4		5		6		7	
Properties	wa	we	wa	we	wa	we	wa	we	wa	we	wa	we	wa	we
<u>Physical properties on T₉₀ cure :</u>														
1. Before aging														
- 300% modulus (MPa)	11.17	11.54	9.81	9.47	11.15	10.64	11.05	13.31	9.34	10.52	19.57	16.96	12.60	12.32
- Tensile strength (MPa)	21.57	23.28	21.72	23.52	21.58	24.04	22.79	20.74	19.76	18.48	19.93	20.37	21.49	21.63
- Elongation at break (%E.B.)	471.4	495.6	493.8	534.0	460.4	511.4	497.4	408.2	425.2	427.0	281.0	349.0	440.3	445.0
2. Ageing in air 70 °C, 7 days														
- 300% modulus (MPa)	9.15	10.82	12.64	10.76	12.06	10.93	10.97	11.55	9.57	8.73	11.09	12.22	10.79	10.14
- Tensile strength (MPa)	18.39	21.00	19.88	20.60	22.30	18.56	19.56	11.55	17.25	16.47	15.65	15.44	21.02	19.32
- Elongation at break (%E.B.)	491.0	482.0	436.8	480.8	477.0	432.8	450.0	441.0	454.0	456.0	390.0	394.6	494.0	470.0
3. Ageing in water 70 °C, 4 days														
- 300% modulus (MPa)	10.42	10.24	10.34	8.92	11.22	11.18	10.07	9.67	9.76	9.34	10.06	10.81	10.08	9.38
- Tensile strength (MPa)	20.76	22.24	20.87	21.44	23.31	20.27	21.31	19.33	19.54	17.74	15.55	17.58	22.08	20.63
- Elongation at break (%E.B.)	469.6	481.6	496.6	516.8	494.0	462.0	500.8	483.0	468.8	455.0	410.4	403.0	514.0	509.0
4. Hardness (shore A)								54						
5. Specific gravity								1.64						

หมายเหตุ : 1. ความหนาของแผ่นยาง = 1.8-2.0 มม.-

2. ความหมายของ wa = warf

we = weft



การเร่งสภาวะและมีการเร่งสภาวะ (aging test) รวมทั้งความต้านแรงฉีกขาด (tear strength) ด้วย เห็นว่าสัดส่วน 70:30 มีสมบัติดีกว่าสัดส่วน 65:35 จึงควรเลือกใช้สัดส่วน 70:30. สำหรับสารกระตุ้นซึ่งได้แก่ CBS และ HMD นั้น ช่วยให้ระยะเวลาการสุกเร็วขึ้น จึงควรเติมสารกระตุ้นทั้งสองเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการอบยางให้สุก ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงไปด้วย. ดังนั้น การทดลองผลิตในระดับอุตสาหกรรม จึงเลือกส่วนผสมของ NR/MEPDM 70:30 โดยผสม CBS และ HMD.

เมื่อเปรียบเทียบ สมบัติของแผ่นยางรองสื่อน้ำที่ได้จากการทดลองในระดับอุตสาหกรรมและในระดับห้องปฏิบัติการ ดังตารางที่ 5. และตารางที่ 4 ตามลำดับ จะเห็นว่าการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก ถึงแม้ว่าเครื่องมือสำหรับผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะมีขนาดใหญ่กว่ามากและผลิตยางผสมครั้งละ 72 กก. แทนที่จะเป็นครั้งละ 1 กก. ดังที่ได้ดำเนินการในระดับห้องปฏิบัติการ. ข้อมูลสำคัญที่สุดของการทดลองในขนาดใหญ่ครั้งนี้ คือ การใช้ M.A. เพื่อเตรียม MEPDM ซึ่งต้องเติมในปริมาณมาก ไอระเหยของ M.A. ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเคืองตาและแสบจมูก ถึงแม้ว่าจะเป็นการผลิตใน banbury.

วิธีการแก้ไข คือ การใส่หน้ากากป้องกันสารพิษ แต่ผู้ปฏิบัติงานทำงานไม่สะดวก.

สรุปผลการทดลอง

1. การผลิตแผ่นยาง

1.1 ใช้สูตร NR/MEPDM 70:30 โดยเตรียม MEPDM ก่อน ส่วนผสมของ MEPDM เป็น phr คือ EPDM 30, M.A. 0.6 และ MBTS 0.06. ควรเตรียม NR master batch ซึ่งผสม P.O. และเขม่าดำก่อนแล้วจึงผสม MEPDM ลงไป. ขั้นตอนสำคัญที่สุดของการผสม คือ การเติม ZnO ซึ่งต้องเติมหลังจากการผสม NR กับ MEPDM ด้วยเหตุผลดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทนำ. ส่วนผสมโดยสรุปเป็น phr คือ NR 70, MEPDM 30, ZnO 5, stearic acid 2, เขม่าดำ 30, P.O. 2, CBS1.5, HMD0.26 และกำมะถัน 0.5.

1.2 MEPDM ที่เตรียมแล้วนี้สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน ซึ่งสนับสนุนผลการทดลองของ Coran ที่เคยทดลองกับ MEPDM โดยใช้ MEPDM ตัวอย่างเดิมสำหรับการทดลองตลอด 1 ปี (Coran 1990).

1.3 กาว neoprene มีความเหมาะสมสำหรับการต่อแผ่นยาง.

2. การทดลองใช้งานในภาคสนาม

เมื่อเวลาผ่านไป 2 ปี ปรากฏว่าแผ่นยางยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และชาวบ้านได้ใช้น้ำสระอย่างพึงพอใจ. การซ่อมแซมเริ่มดำเนินการในปีที่ 3.

ข้อเสนอแนะ

1. การกำหนดสูตร

1.1 ไม่ควรใช้ M.A. เพราะมีกลิ่นเหม็น โดยเฉพาะการผลิตในระดับอุตสาหกรรมซึ่งต้องใช้ปริมาณมาก. ผู้ปฏิบัติงานระคายเคืองตาและแสบจมูก ถึงแม้ว่าจะสามารถแก้ไขได้โดยการใส่หน้ากากป้องกันสารพิษ แต่ผู้ปฏิบัติงานก็ทำงานไม่สะดวก ควรมีการกำหนดสูตรขึ้นมาใหม่.

1.2 การที่โครงการมีระยะเวลาดำเนินงานสั้นมากเพียง 1 ปี ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองเพื่อหาค่าข้อมูลที่มีประโยชน์มากไปกว่านี้ได้เช่น การลดปริมาณ EPDM ลงมาโดยให้สัดส่วนของ NR/EPDM เป็น 80:20 ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการผลิตลดลงในขณะที่แผ่นยางยังมีความทนต่อโอโซนด้วยนั้น สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสูตร แต่ยังไม่ได้ทำการทดลองเพราะต้องรีบนำผลการทดลองไปใช้งานให้ทันก่อนหมดอายุของโครงการ ดังนั้น ข้อมูลที่ได้ จึงอยู่ในระดับพอใช้ได้เท่านั้น สมควรลดปริมาณของ EPDM หรือเพิ่มปริมาณของ NR โดยการปรับปรุงสูตรต่อไปอีก.

1.3 แผ่นยางรองสื่อน้ำที่ทดลองมาแล้ว ผลิตแต่สีดำ สมควรทดลองกำหนดสูตรให้ได้แผ่นยางสีเขียวหรือสีฟ้า ซึ่งนอกจากจะช่วยให้น้ำดูสวยงามขึ้นแล้ว ยังอาจนำไปใช้กับงานตกแต่งสวนได้ด้วย.

2. การเชื่อมต่อแผ่นยางโดยใช้ กาว neoprene ให้ผลดีเมื่อใช้กับงาน ปูรองสระน้ำ. หากนำไปใช้ทำเป็น ฝายยาง ซึ่งต้องมีการยุบตัวและ พองตัว อาจเกิดปัญหารั่วซึมได้ที่รอย ต่อควรปรับปรุงวิธีการเชื่อมต่อแผ่น ยางโดยเปลี่ยนเป็นการเชื่อมต่อด้วย ความร้อน. การเชื่อมต่อแผ่นยางด้วย ความร้อนนั้น แผ่นยางจะยึดติดกัน แน่นมากกว่าการเชื่อมต่อด้วยกาว. แต่มี 2 เรื่องสำคัญที่จะต้องดำเนินการไปพร้อมกัน คือ การกำหนดสูตร ยางคอมปาวด์เพื่อเป็นกาวและการ สร้างเครื่องเชื่อมต่อแผ่นยางด้วย ความร้อน.

3. การอบยางให้สุกด้วย press-cure machine มีปัญหาเสมอเกี่ยวกับ over-cure เนื่องจากต้องเลื่อนแผ่น ยางเข้าไปในเครื่องมือเป็นระยะๆ

บางครั้งแผ่นยางส่วนที่สุกแล้วซึ่งอยู่ ช่วงปลาย ถูกอบซ้ำอีกครั้ง เป็นเหตุ ให้เกิด over-cure ทำให้แผ่นยางส่วน นี้ มีสมบัติด้อย โดยเฉพาะความต้าน แรงดึง. ควรแก้ไขโดยใช้เครื่อง rotor-cure ซึ่งจะบังคับให้แผ่นยางเคลื่อนที่ ออก ไปตลอดเวลาพร้อมกับทำให้สุก โดยความร้อนด้วย.

4. การนำยางธรรมชาติมาทำ เป็นแผ่นสำหรับปูรองสระน้ำนั้น เป็น การเพิ่มเติมการใช้ประโยชน์ ยาง แผ่นรมควันชั้น 3. สมควรพิจารณานำน้ำยางมาทดลองด้วยเพราะพบ ความเป็นไปได้จากผลงานวิจัยของ ประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะ การนำน้ำ ยางมาจาบบนผิวดินก่อนใช้ก่อนหิน เรียงทับเพื่อป้องกันดินพังทะลาย.

5. การผสมยางเป็นงานศาสตร์

และศิลป์ร่วมกัน ผู้ปฏิบัติงานต้องม ีความรอบคอบและไม่หลงลืม. นอก จากปริมาณและลำดับการเติมสารจะ มีความสำคัญแล้ว อุณหภูมิและ ระยะเวลาในการผสมก็สำคัญมาก. เพื่อมิให้ขั้นตอนอุณหภูมิและระยะ เวลาในการผสมคลาดเคลื่อนผู้ปฏิบัติ งาน ควรจดบันทึกการผสมยางให้ ละเอียดทุกครั้ง. ตัวอย่างการบันทึก ข้อมูลสำหรับกระบวนการผลิต แสดง ไว้ในรายงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากยางพารา (วงศ์พานิชและคณะ 2537).



อักษรย่อที่ใช้

EPDM	Ethylene-propylene-diene terpolymer หรือ ethylene-propylene-diene-monomer rubber
MEPDM	Modified EPDM
NR	Natural rubber
RSS no.3	Ribbed smoked sheet หรือ ยางแผ่นรมควันชั้น 3
M.A.	Maleic anhydride
S	Sulphur
HAF	เขม่าดำ หรือ carbon black ชนิด HAF
CBS	N-cyclohexylbenzothiazyl-2-sulfenamide
MBTS	Mercaptobenzothiazole disulphide
TMTD	Tetramethyl thiuram disulphide
HMD	Hexamethylenediamine
HMT	Hexamethylenetetramine
ZDEC	Zinc diethyl dithiocarbamate
IPPD	N-Isopropyl-n-phenyl-p-phenylene diamine
P.O.	Paraffinic oil
N.O.	Naphthenic oil

เอกสารอ้างอิง

นิธิอุทัย, บุญธรรม. 2530. ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ และคุณสมบัติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นุतालย์, เกศรา และคณะ. 2532. การทดลองผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ.
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
โครงการวิจัยที่ ภ.30-04/รายงานฉบับที่ 2.

นุतालย์, เกศรา และคณะ. 2533. การผลิตและติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติรองสระน้ำ.
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5(2):35-52.

วงศ์พานิช, ประทุม; วงศ์กานต์สุข, กิตติรัตน์; บัวผุด, สุวิมล; นุतालย์, เกศรา และ
สถาปัตตานนท์, กรรณิการ์. 2535. การศึกษาอย่างผสม NR/EPDM : ตอนที่ 1-
การเตรียม NR/EPDM โดยใช้ไดนามิกสวัลคาโนเซชัน.
การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18.
ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์. กรุงเทพฯ.

สถาปัตตานนท์, กรรณิการ์. 2533. การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราของ วท.
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
โครงการวิจัยที่ ภ.32-03/ย.1/รายงานฉบับที่ 1.

สุชีวะ, กฤษฎา. 2529. ยางผสม แนวทางและปัญหา.
สัมมนาทางวิชาการเรื่องพัฒนาการในเทคโนโลยียาง.
คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ

Brydson, J.A., 1978. Rubber Chemistry. Holloway, London.

Cesare, Frank C. 1989. Ozone-resistant natural rubber blends.
Rubber World. 61:14-17.

Coran, A.Y. 1987. Making rubber blends of diene rubber & EPR or EPDM.
U.S. Patent Number 4,687,810.

Coran, A.Y. 1988. Blends of dissimilar rubbers-cure-rate incompatibility.
Rubber Chemistry and Technology. 61:281-292.

Coran, A.Y. 1990. Anisotropy of ultimate properties in vulcanizates of
EPDM/High-diene-rubber blends.
Rubber Chemistry and Technology. 64:801-812.

Fisher, H.L. 1957. Chemistry of Natural and Synthetic Rubbers.
Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Robert, A.D. 1988. Natural Rubber Science and Technology. pp 327-357,
Oxford University Press London.

Shershnev, V.A. 1982. Vulcanization of polydiene and other hydrocarbon
elastomers.
Rubber Chemistry and Technology. 55:537-574.



ขอสนับสนุน วารสาร
“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”

เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ด้วยความปรารถนาดีจาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด อาร์ แอนด์ ดี อุดมศิลป์
R. AND D. UDOMSILP LTD., PART.

ดำเนินงานโดย
คุณสัมฤทธิ์ อุดมศิลป์

รับติดตั้ง กระจก อลูมิเนียม ฝ้าเพดานทีบาร์
ราคาย่อมเยา

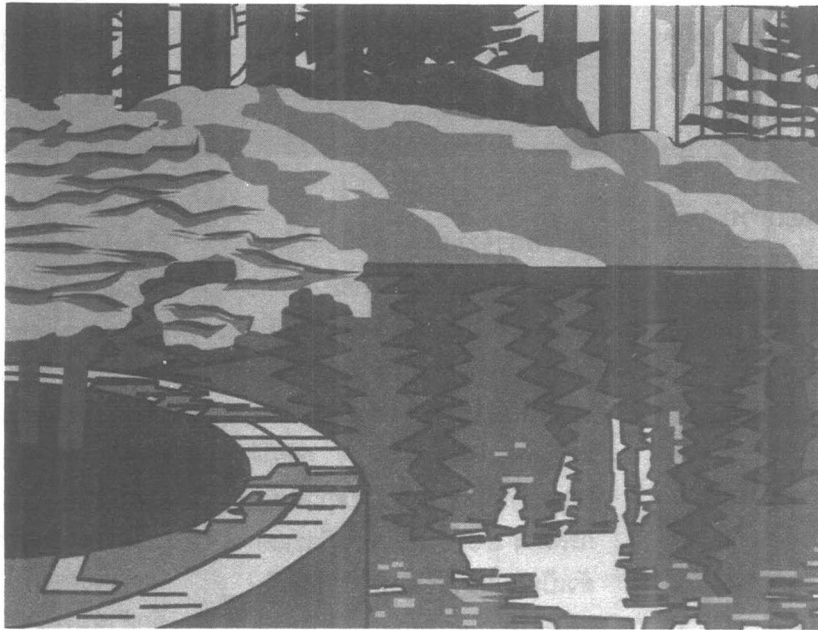
26/32 ถนนงามวงศ์วาน ซอยกิตติขจร ต.บางเขน อ.เมือง จ.นนทบุรี

☎ 01-9377687, 9208755, 01-6112139

เทคโนโลยีการแยกโลหะหนัก จากน้ำทิ้งโรงงานชุบด้วยไฟฟ้า

ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



1. คำนำ

ในอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า จะมีกระบวนการต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษ กล่าวคือ จากการทำความสะอาดชิ้นงาน จากการชุบต่างๆ และการชะล้างทำความสะอาดชิ้นงานหลังจากผ่านการชุบ และกระบวนการเกือบทั้งหมดจะทำให้มีสารเคมีไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ เช่น ไหลไปกับน้ำชะล้าง จากการหก ล้น หรือจากการทิ้งสารเคมีชุบที่หมดอายุการใช้งาน ซึ่งหากระบายออกสู่แหล่งน้ำ โดยไม่มีการบำบัดก่อน ก็จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ ทำลายระบบนิเวศวิทยา และอาจถึงขั้นไม่เหมาะกับการนำไปใช้ดื่มกิน แต่ในปัจจุบัน ก็ได้เริ่ม

ตระหนักกันแล้วว่าการบำบัดน้ำเสียจากโรงชุบด้วยไฟฟ้า นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้ว ยังมีปัญหาอันตรายจากตะกอนที่เกิดขึ้นตามมา ทั้งนี้ยังไม่นับรวมถึงปัญหาการขาดบุคลากรที่มีความรู้ในการเดินระบบ การดูแลรักษา และซ่อมบำรุงระบบบำบัด จึงเปลี่ยนแนวความคิด หันมาหามาตรการป้องกันต่างๆ มากกว่าการมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัด และแนวทางที่เหมาะสม ในการจัดการปัญหามลพิษจากโรงงานชุบด้วยไฟฟ้าในปัจจุบัน ก็คือหาทางหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดของเสียขึ้น หรือหาทางลดปริมาณของเสียก่อน หากกระทำไม่ได้แล้ว ก็ให้หาทางสกัดของมีค่ากลับคืน หรือนำ

กลับไปใช้หมุนเวียนจนหมดหนทางแล้ว จึงค่อยหันไปพิจารณา ระบบบำบัดที่เหมาะสม ซึ่งมาตรการต่างๆ จะทำให้ปริมาณของเสียลดลง นั่นคือ ใช้ระบบบำบัดที่มีขนาดเล็กลง เกิดกากตะกอนที่จะต้องจัดต่อน้อยลง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำลง และมาตรการลดของเสียต่างๆ ก็ทำได้ง่ายกว่าการพัฒนาเทคนิคการบำบัด ในที่นี้ จะได้พูดถึงเฉพาะการแยกโลหะหนัก หรือการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะเท่านั้น

2. การบำบัดน้ำทิ้ง

หลังจากที่ได้พยายามเลี้ยงและลดของเสียมาแล้ว ก็ยังคงต้องมีของเสียที่จะต้องทำการบำบัดต่อ

และเนื่องจากน้ำทิ้งจากกระบวนการชุบ ตกแต่ง โลหะจะมีทั้งปริมาณ และสมบัติที่แตกต่างกัน และควรแยกสายน้ำทิ้งแต่ละประเภทออกจากกัน เพื่อแยกกันบำบัด เพราะจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่า รวมทั้งจะไม่มีสารเคมีที่ซับซ้อนเกิดขึ้น เช่น นิกเกิลไฮยาไนด์ ซึ่งยากต่อการบำบัดและอาจเกิดก๊าซที่เป็นพิษขึ้นได้ ทั้งนี้ การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงชุบด้วยไฟฟ้า สามารถทำได้หลายวิธี ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งในทางปฏิบัติ ควรแยกการบำบัด แคลเมียมออกจากกระบวนการอื่น เพราะสารแคลเมียมนี้อันตรายมาก

2.1 การทำลายฤทธิ์โครเมียมวาเลนซีหก

โครเมียมวาเลนซีหกจะมีอันตรายมากกว่าโครเมียมวาเลนซีสามมาก จำเป็นต้องลดวาเลนซีลง ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้สารประกอบกำมะถัน ใช้เกลือเหล็กที่มีวาเลนซีสอง หรือแยกด้วยไฟฟ้า ซึ่งหากใช้เกลือเหล็ก จะเกิดตะกอนมากเป็นสีเทา ทำให้ยาก



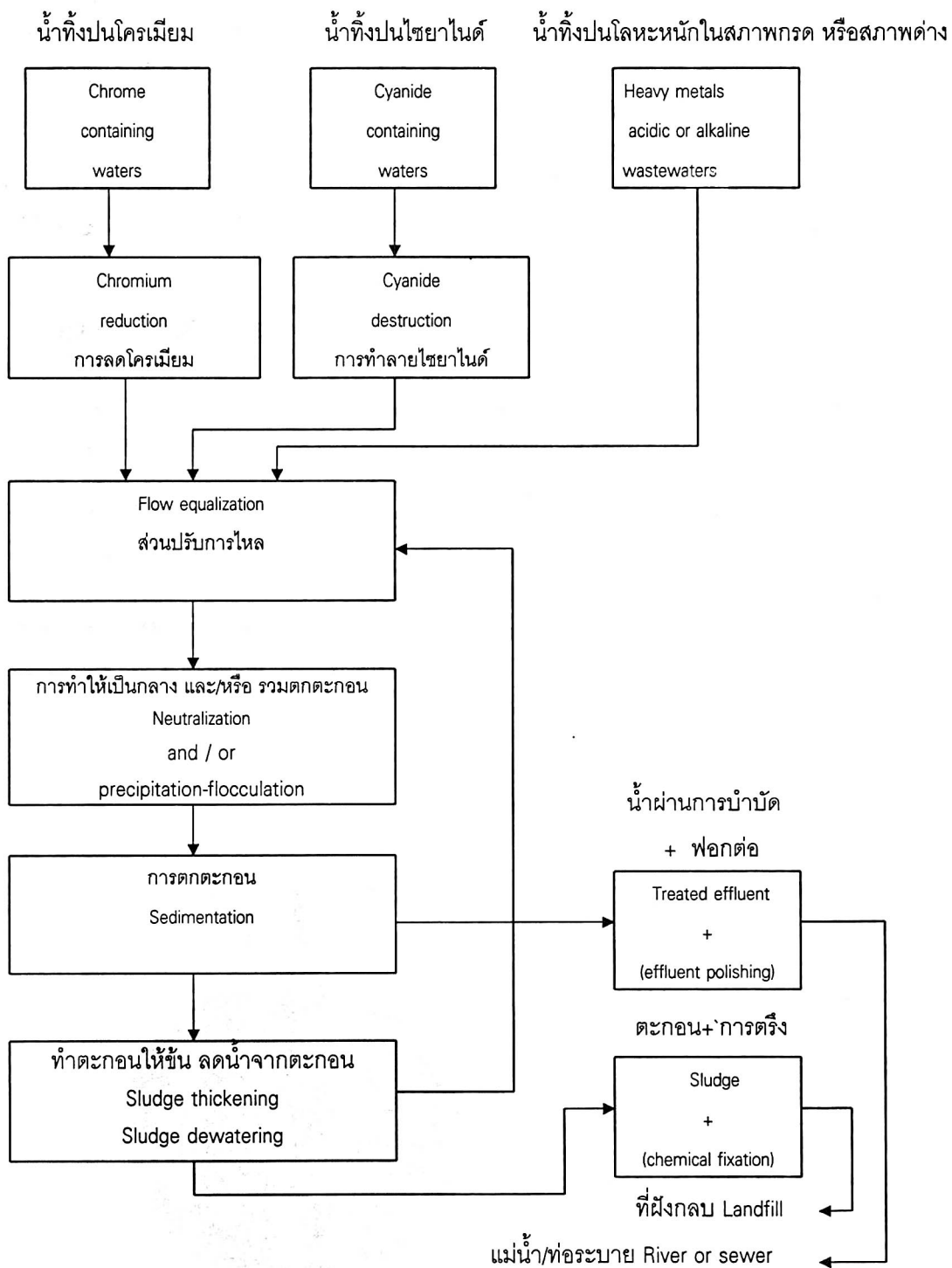
ต่อการกำจัดต่อ จึงนิยมใช้สารประกอบกำมะถัน เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำ ใช้เมตาไบซัลไฟต์ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ หรือใช้ซัลไฟต์ธรรมชาติ สารเหล่านี้ จะทำปฏิกิริยาคายกัน ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดที่ช่วงความเป็นกรดต่าง 2-3 ซึ่งสารเหล่านี้จะแตกตัวเป็นอนุมูลไบซัลไฟต์ ซึ่งจะปลดโครเมียมหกให้กลายเป็นวาเลนซีสาม ซึ่งการลดโครเมียมหก 1 กรัม จะใช้เนื้อกำมะถันประมาณ 0.92 กรัม หลังจากนั้นก็นำน้ำทิ้งที่มีโครเมียมวาเลนซีสาม ไปทำให้

เกิดตะกอนด้วยโซดาไฟ (NaOH) แล้วแยกน้ำใสระบายลงท่อระบายหรือแหล่งน้ำต่อไปได้ สำหรับตะกอนจะต้องนำไปฝังกลบอย่างเหมาะสม ตามมาตรการที่รัฐบาลกำหนดต่อไป

2.2 การทำลายฤทธิ์ไฮยาไนด์

เนื่องจาก ไฮยาไนด์เป็นสารอีกตัวหนึ่งที่อันตรายมาก จึงต้องทำลายฤทธิ์ก่อนระบายทิ้ง โดยอาจใช้ก๊าซคลอรีน หรือใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) 12-15% ภายใต้สภาวะค่าความเป็นกรดต่างที่ 11.0-11.5 เมื่อเติมคลอรีนหรือเติมสารละลายไฮโปคลอไรต์ จะเกิดคลอรีนไปเปลี่ยนไฮยาไนด์ให้กลายเป็นไฮโนเจนคลอไรด์ ซึ่งละลายน้ำได้กลายเป็นไฮยาเนตในเวลา 10-15 นาที หากเราต้องการกำจัดเพียงไฮยาไนด์อย่างเดียว ถึงขั้นนี้ก็สามารถระบายทิ้งได้แล้ว แต่บางประเทศจะกำหนดให้กำจัดไฮยาเนตต่อ ซึ่งสามารถทำได้ง่ายๆ โดยเพียงปรับค่าความเป็นกรดต่างคืนไปที่ค่า 7.5-8.0 ด้วยน้ำกรด ไฮยาเนตก็จะแตกตัว กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ผุดออกจากน้ำทิ้ง





รูปที่ 1 ระบบการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงชุบตกแต่งผิวด้วยไฟฟ้า

ในกระบวนการนี้ น้ำต่าง สารละลายสังกะสี หรือแคดเมียม-ไฮยาไนด์ ก็จะถูกทำลายฤทธิ์ด้วย รวมทั้ง ทองแดงไฮยาไนด์ และ นิกเกิลไฮยาไนด์ ที่ต้องใช้เวลาทำปฏิกิริยานานประมาณ 30 นาที หรือนานกว่า ดังนั้น เพื่อความปลอดภัย ปฏิบัติทั้งหมด ควรใช้เวลานานประมาณ 60 นาที

การทำลายฤทธิ์ไฮยาไนด์ (CN) 1 กก. ต้องใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.86 กก. หรือก๊าซคลอรีน 2.69 กก. นอกจากนี้ ยังสามารถทำลายฤทธิ์ไฮยาไนด์ ด้วยออกซิเจน จากสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) หรือใช้โอโซน รวมทั้งใช้การแยกด้วยไฟฟ้า หรือใช้เกลือเหล็ก แต่ตะกอนที่เกิดขึ้น อาจไม่คงรูป จะสามารถละลายออกมาใหม่ได้ หากไปฝังบริเวณที่มีสภาพเป็นกรด ส่วนการเผาทำลายไฮยาไนด์ จะได้ก๊าซไนโตรเจนหรือเกลือไนเตรด และสารประกอบคาร์บอน แต่หากเผาที่อุณหภูมิสูงถึง 1,200-1,400°C. จะทำลายไฮยาไนด์ได้ทั้งหมด และกลายเป็นก๊าซไนโตรเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์

2.3 การทำให้เป็นตะกอน

เราสามารถนำน้ำทิ้งที่มีโลหะหนักเจือปนมาทำให้ตกตะกอนเป็นโลหะไฮดรอกไซด์ได้ เพื่อแยกโลหะหนักออกจากน้ำทิ้ง โดยน้ำใสที่ไม่มีโลหะจะไหลล้นออกมา ส่วนตะกอนจะเกิดและไปตกรวมกันที่ก้นถัง ซึ่งตะกอนนี้จะต้องนำไปฝังกลบให้ถูกวิธีต่อไป และเนื่องจากที่ค่าความเป็นกรดต่าง ๆ กัน การเกิดตะกอนของโลหะชนิดต่าง ๆ จะไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ หากพิจารณาจากรูปที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ที่ค่า pH ต่าง ๆ โลหะจะเกิดตะกอนจนเหลือโลหะละลายในน้ำ

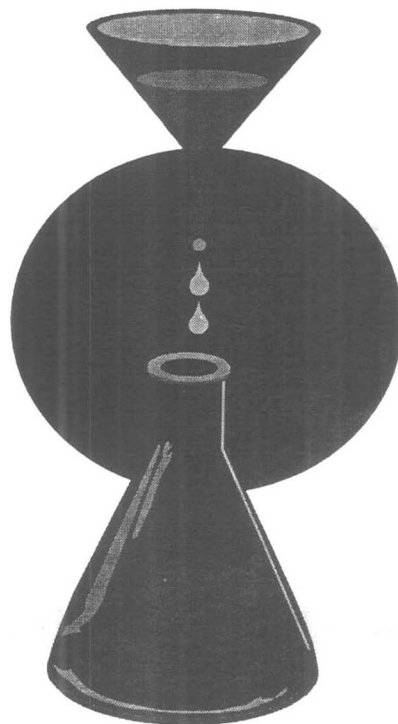
น้อยที่สุดต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น ที่ค่า $pH = 7.5$ โครเมียมจะเกิดตะกอนจนเหลือละลายในน้ำน้อยที่สุด ที่ค่า 0.15 มก./ล. และไม่ว่าจะเพิ่มหรือลดค่า pH อีก โครเมียมกลับจะละลายกลับคืนได้มากขึ้น ส่วนสังกะสีจะเกิดตะกอนสังกะสีไฮดรอกไซด์ จนเหลือละลายอยู่ที่ค่า 30 มก./ล. ทองแดงจะเหลือละลายอยู่ต่ำสุดที่ประมาณ 1.0 มก./ล. แต่หากปรับค่า $pH = 10$ โครเมียมจะละลายในน้ำทิ้งได้เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 4 มก./ล. ส่วนแคดเมียมจะละลายได้น้อยลง จนเหลือความเข้มข้นประมาณ 0.8 มก./ล. และนิกเกิลจะเหลือละลายอยู่เพียง 0.4 มก./ล. ในขณะที่จะเป็นจุดที่สังกะสีลดเหลือความเข้มข้นในน้ำทิ้งลงได้ต่ำสุด โดยลดลงไปที่ค่า 0.2 มก./ล.

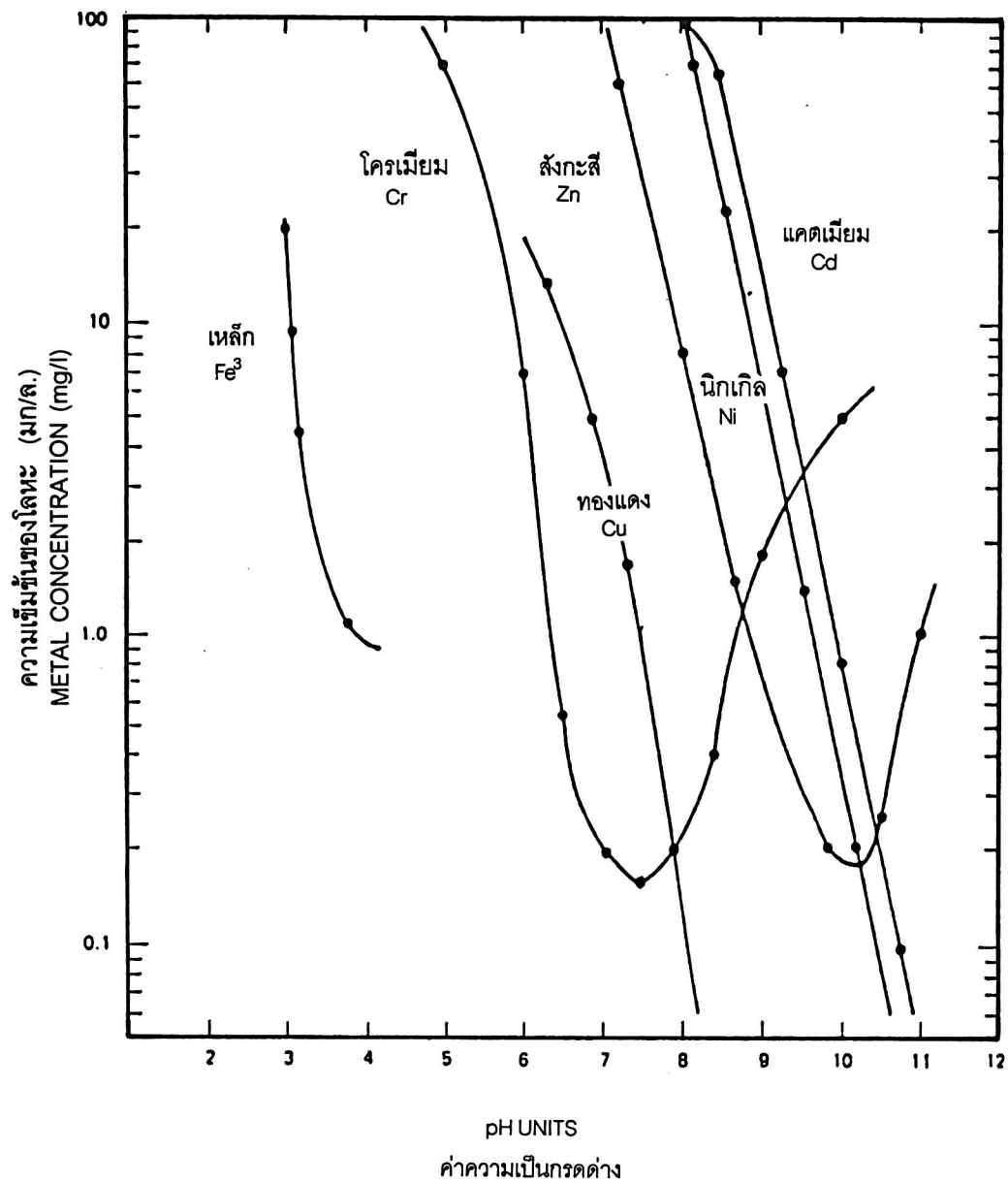
ดังนั้น ในกรณีที่มีโลหะต่าง ๆ ปนกันอยู่ในน้ำเสียที่ต้องการบำบัด

เราควรจะปรับค่า pH ไปที่ค่าใดนั้นก็แล้วแต่ค่า pH นั้นๆ จะต้องเป็นค่าที่ทำให้สารที่มีอันตรายมากที่สุด เหลือความเข้มข้นในน้ำทิ้งต่ำสุด หรือตามที่กฎหมายกำหนด ในบางครั้ง อาจจำเป็นต้องแยกน้ำใสออกไปปรับค่า pH ใหม่ เพื่อตกตะกอนโลหะตัวอื่น ให้เหลือความเข้มข้นไม่เกินค่าที่กฎหมายกำหนดไว้

3. การฝังกลบตะกอน

นอกจากตะกอนที่ตกได้ด้วยเรซิน ยังมีตะกอนที่เกิดจากโลหะออกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์ตามกระบวนการข้างต้น รวมทั้งโลหะคาร์บอนเนตที่จำเป็นจะต้องกำจัดให้ถูกวิธีต่อไป เพราะการทำให้ตกตะกอน จะเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งที่ลดอันตรายของสารพิษไปชั้นหนึ่งเท่านั้น





รูปที่ 2 การตกตะกอนเกลือโลหะต่างๆ ที่ค่าความเป็นกรดต่างๆ กัน

โดยปกติ ตะกอนเหล่านี้จะต้องแยกออกจากขยะชุมชน โดยนำไปฝังกลบในบริเวณที่เตรียมไว้ โดยเฉพาะ ซึ่งมีระบบปกคลุม เพื่อป้องกันน้ำฝนซึมผ่านลงไป หรือมีระบบป้องกันไม่ให้มีน้ำไหลซึมออกลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งโดยปกติ ตะกอนของโลหะไฮดรอกไซด์ รวมทั้ง ตะกอนไฮดรอกไซด์ ของโครเมียมวาเลนซ์สาม จะไม่ละลายน้ำออกมาได้อีก แต่หากน้ำนั้นมีสภาพที่เป็นกรดก็อาจไป

ละลายโลหะจากไฮดรอกไซด์นั้นๆ ออกมาได้อีก เช่นการนำตะกอนไปทิ้งร่วมกับขยะชุมชน

ส่วนการนำไปเผา จะไม่ช่วยแก้ปัญหาอะไร เพราะโลหะหนักอาจจะเหวี่ยงออกไปกับควัน ถึงแม้จะดักด้วยระบบดักฝุ่นด้วยไฟฟ้า (electrostatic precipitator) ก็ยังคงต้องนำฝุ่นที่ดักได้นั้นไปทำการฝังกลบอยู่ดี นอกจากนี้ การเผาตะกอนของโครเมียมวาเลนซ์สาม อาจมีโอกาสกลายเป็นโครเมียมวาเลนซ์หกปนอยู่ในขี้เถ้าด้วย

เอกสารอ้างอิง

“Environmental Aspects of the Metal Finishing Industry, a Technical Guide” of UNEP/IEO, Paris CEDEX 15-France, 1989

บุญยง ไฉ่ห้วงศ์วัฒน์, 2536, “หลักการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานชุบด้วยไฟฟ้า”, การสัมมนาเรื่อง การจัดการปัญหามลพิษจากอุตสาหกรรมชุบโลหะ, ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น กรุงเทพมหานคร จัดโดย โครงการประยุกต์การควบคุมมลพิษโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมและขนาดกลาง



อภินันทนาการ

จาก

บริษัท ณรงค์ อินเตอร์คาร์แคร์ จำกัด

54/1 หมู่ 3 ซ.สองพี่น้อง ถ.สุขาภิบาล 3 แขวงสะพานสูง เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10240

โทร. 917-1446-8 Fax. 917-1449

ศูนย์บริการ : เคาะพ่นสีรถยนต์ด้วยห้องอบสีได้มาตรฐาน พร้อมเครื่องดัดทันสมัยจากต่างประเทศ พร้อมเครื่องยนต์และช่วงล่างด้วยเครื่องมือทันสมัยสั่งตรงจากต่างประเทศ รับทำประกันภัยรถยนต์และซ่อมรถประกันฯ ทุกบริษัท

ทิปโก้สร้างสรรคิ ผลิตภัณฑคุณภาพ



บริษัท ทิปโก้แอสฟัลท์ จำกัด (มหาชน) ผู้ผลิตและจำหน่ายยางมะตอยน้ำทุกชนิด ภายใต้ระบบการบริหารงานคุณภาพ มอก. ISO 9002 ทำให้มั่นใจได้ว่าลูกค้าจะได้ยางมะตอยน้ำที่มีคุณภาพ และปริมาณอย่างถูกต้อง ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีคุณภาพสูง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งได้รับอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม นอกจากนี้บริษัทยังเป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์แอสฟัลท์อื่น ๆ อีก เช่น AC 60/70 ยาง CUT BACK ทุกชนิด ยางมะตอยผสมสำเร็จ (TIPCO PREMIX) น้ำยาหยอดร่องรอยต่อคอนกรีต (Tipco Joint Sealer, Tipco Joint Primer) ในด้านการบริการ บริษัทมีโรงงานพร้อมรถขนส่ง อยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ทันที ทันเวลา ทั่วถึง ทุกที่ ทั่วไทย



บริษัท ทิปโก้แอสฟัลท์ จำกัด (มหาชน)

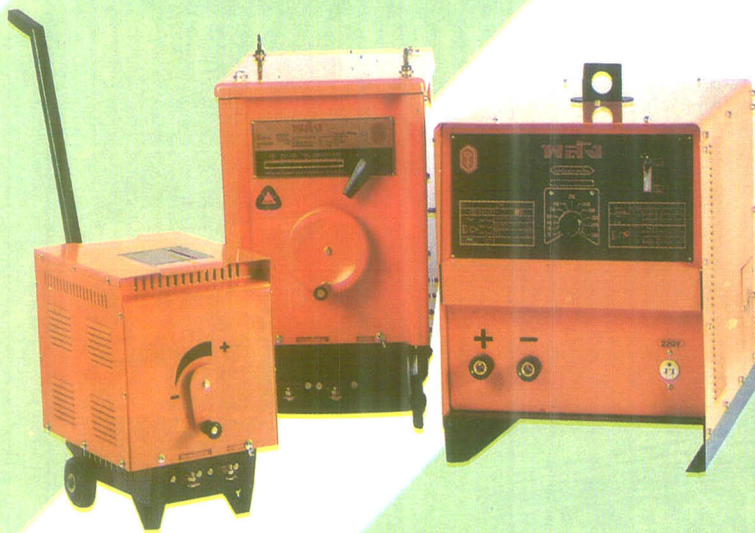


Cert. No. 942013/0014
Cert. No. 942026/0027
Cert. No. 952039/0040

สำนักงานใหญ่ : 118/1 ถนนพระราม 6 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร. 271-0205, 271-4639-45 โทรสาร 279-9559, 279-2541

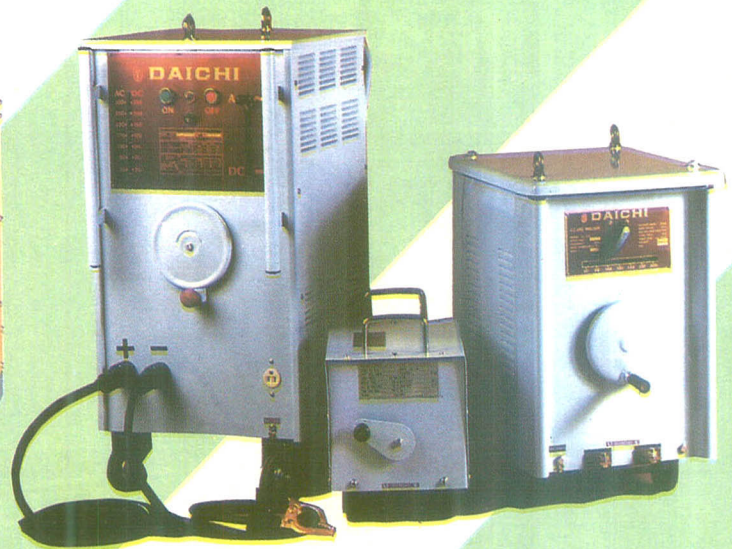
โรงงาน : โรงงานนครราชสีมา โทร. (044) 254-492 ระบบดาวเทียม โทร. 271-0205 ต่อ 930 โทรสาร 939
โรงงานลาดกระบัง โทร. 326-0304, 326-0447-9 โทรสาร 326-0823
โรงงานพิษณุโลก โทร. (055) 241-305 ระบบดาวเทียม โทร. 271-0205 ต่อ 930 โทรสาร 959
โรงงานพระประแดง โทร. 463-0172-3 โทรสาร 463-0176

ลาดยาง ผิวเรียบสองชั้น ประหยัด ปลอดภัย ไร้มลภาวะ



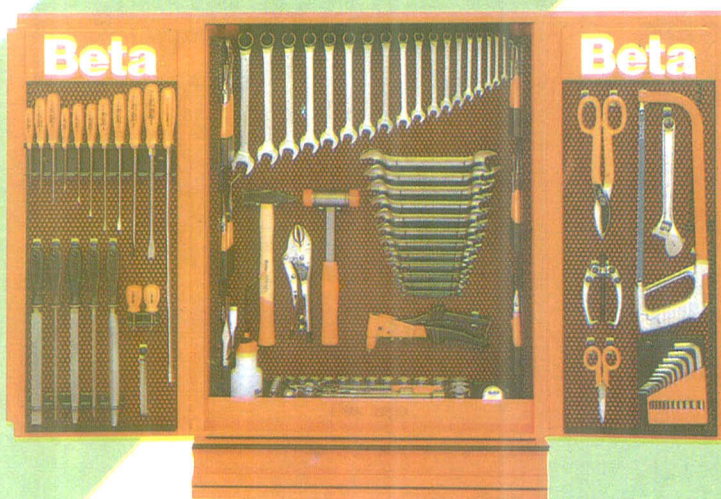
"PLANG" AC AND DC ARC WELDERS

"พลัง" เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC และ DC



"DAICHI" AC AND AC/DC ARC WELDERS

"ไดชิ" เครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC และ AC/DC



Beta

HAND TOOLS

อุปกรณ์เครื่องมือช่าง



Fini
COMPRESSORS

AIR COMPRESSORS PISTON TYPE, OIL LESS, SCREW TYPE, AIR FILTER, AIR DRYER, AIR COOLED

เครื่องอัดลม แบบลูกสูบ, แบบไม่ต้องใช้น้ำมัน, แบบสกรู, อุปกรณ์กรองลมหลัก, เครื่องทำลมเย็น, เครื่องทำลมแห้ง



บริษัท ดี. เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
D. ENTERPRISES CO., LTD.

121/1-5 หมู่ 12 ถนนเพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ตู้ปณ.ก. 2343 กรุงเทพฯ
121/1-5 MOO 12 Phetkasem Road, A.Kathumbaan, C.Samutsakhon Thailand P.O. Box 2343 Bangkok

TEL 420-0559, 420-0078, 420-9964, 420-2903, 812-8670-1

FAX: (662) 420-3387, 420-9965

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

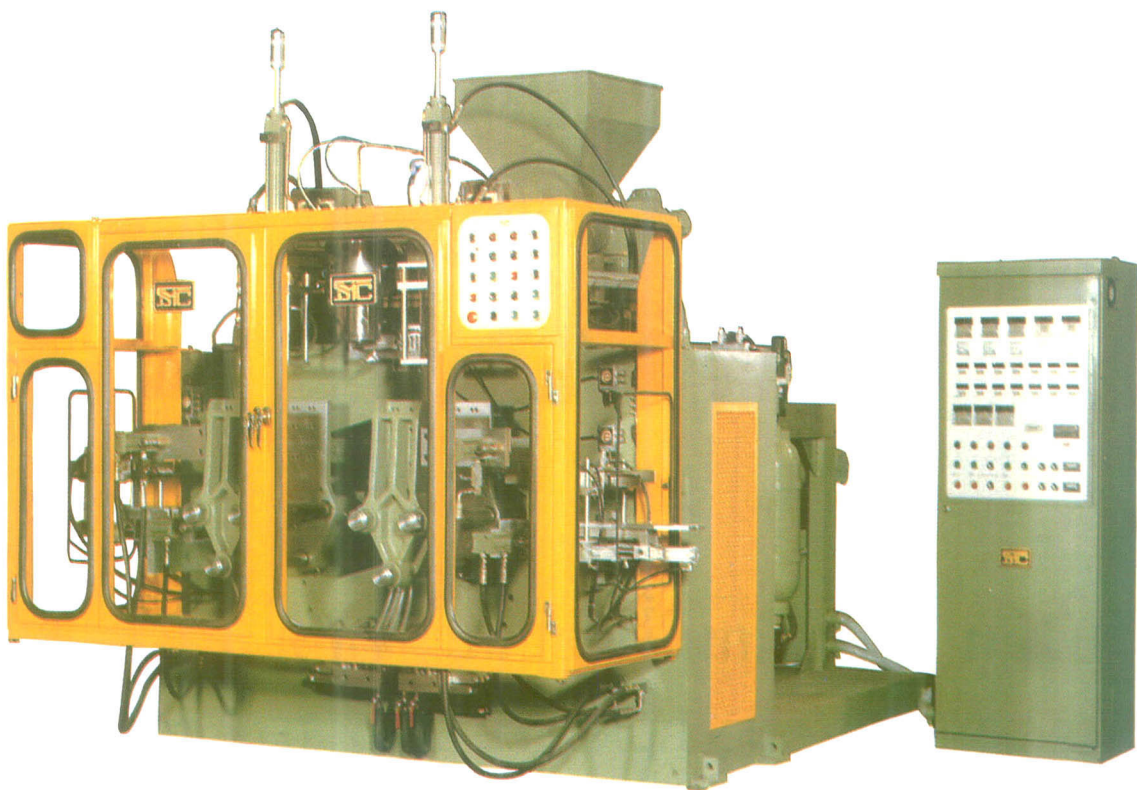
TEL: 367-5788

FAX: 367-5074-5



HIGH SPEED BLOW MOULDING MACHINE

เครื่องหมายแห่งคุณภาพในด้านเครื่องจักรพลาสติก
เพียบพร้อมด้วยประสิทธิภาพในการทำงาน



ผู้ผลิตเครื่องเป่าพลาสติกที่มีคุณภาพ ทนทาน และให้กำลังการผลิตสูง

บริษัท เอส เอ็ม ซี คอร์ปอเรชั่น จำกัด

250 ซ.นพเก้า 5 ต.ประชาชื่น บางซื่อ กทม. 10800

โทร. 585-7168, 585-5221, 587-5281-3

แฟกซ์. (662) 586-8390.

SMC CORPORATION LIMITED.

250 SOI NOPPAKAO 5

PRACHACHUEN ROAD,

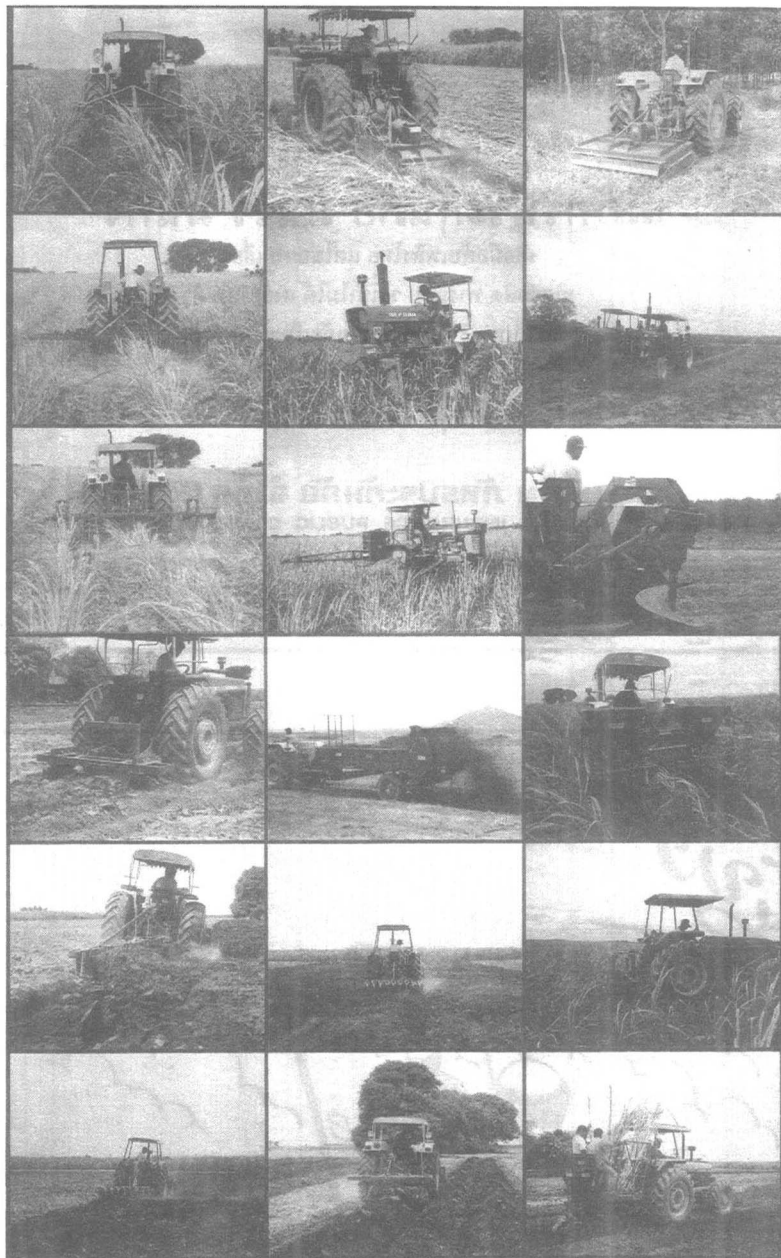
BANGSUE, BANGKOK 10800

THAILAND.

TEL. Ins. 585-7168, 585-5221, 587-5281-3

FAX. (662) 586-8390.





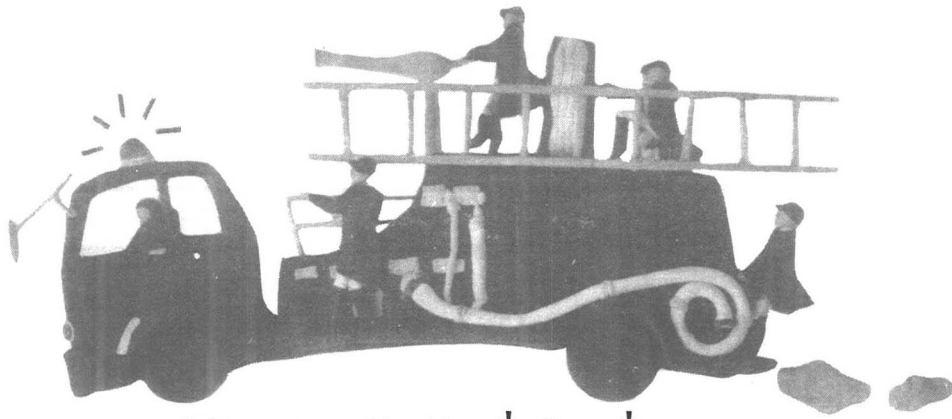
CHOLBURI MUANG THONG CO., LTD.

บริษัท ชลบุรีเมืองทอง จำกัด

202/4 SUKHUMVIT RD., CHOLBURI, THAILAND.
TEL: (038) 273250- 7 TELEX 75508 CMT TH.
FAX : (66) (38) 271672, 273258, 273259

202/4 ถนนสุขุมวิท อ.เมือง จ.ชลบุรี
โทร. (038) 273250-7 เทลิกซ์ : 75508 CMT TH
โทรสาร : (038) 271672, 273258, 273259

120 กม./ช.ม. ดับไฟทันแน่ แต่ถ้าไม่...หมดตัว



มีภัทรประกันภัย มั่นใจ มั่นคง

เชื่อมือดับเพลิงไทย แต่ไม่อยากเสี่ยง

เกิดรถติด ทางแคบ รถเข้าไม่ได้ สงสัยหมดตัว

แต่ที่ยังอุ่นใจก็เพราะ มีภัทรประกันภัยเป็นเพื่อน เพื่อนคู่คิด

เป็นหลักประกันแห่งชีวิต และทรัพย์สินของเรา

ซื้อสัตย์สุจริต เป็นมิตรสนิใจ



บริษัท ภัทรประกันภัย จำกัด (มหาชน)
PHATRA INSURANCE PUBLIC COMPANY LIMITED

252 ถนนรัชดาภิเษก ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร. 276-2030-2 โทรสาร 276-2064
252 Rachadaphisek Rd., Huaykwang Bangkok 10310 Tel. 276-2030-2 Fax: 276-2064

แนวโซ่



สุราไทย เพื่อคนไทย

ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

บริษัท อุดสาหกรรมหนองใหญ่ จำกัด

164 ถนนสุขุมวิท 23 เขตคลองเตย กทม. โทร. 260-4951-6

อภินันทนาการ

จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด อุดมภัณฑ์พล

110 ถนนเอกชัย เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ

โทร. 415-1713

รับจัดทำเพลท แยกสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์

รับจ้างทำปรีฟ และ ถ่ายฟิล์ม

"มือถึงซึ่งคุณภาพ เจียบขาดเรื่องเวลา"

ขอสนับสนุน
วารสาร "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ด้วยความปรารถนาดี
จาก



บริษัท ณรงค์ อินเตอร์ แคร่ จำกัด

ณรงค์สิทธิ์ พุ่มดอกไม้

กรรมการผู้จัดการ



VOLVO
TOYOTA

ศูนย์บริการ : เคาะฟันสีรถยนต์ ด้วยห้องอบสีให้มาตรฐาน

พร้อมเครื่องมือดึงทันสมัยจากต่างประเทศ

ซ่อมเครื่องยนต์และช่วงล่างด้วยเครื่องมือ

ทันสมัย สั่งตรงจากต่างประเทศ

รับทำประกันภัยรถยนต์และซ่อมรถประกัน ฯ ทุกบริษัท

54/1 หมู่ 8 ซ.สองพี่น้อง

ถ.สุขาภิบาล 3 แขวงสะพานสูง

เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10240

โทร. 517-6841 , 9171446 - 8

Fax: 917-1449

ขอสนับสนุน
วารสาร "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ด้วยความปรารถนาดี
จาก

จิระเดช พรหมมี

JIRADEJ PROMMEE

MANAGING DTRECTOR

HS1 KTZ

jiradej@mozart. inet. co. th

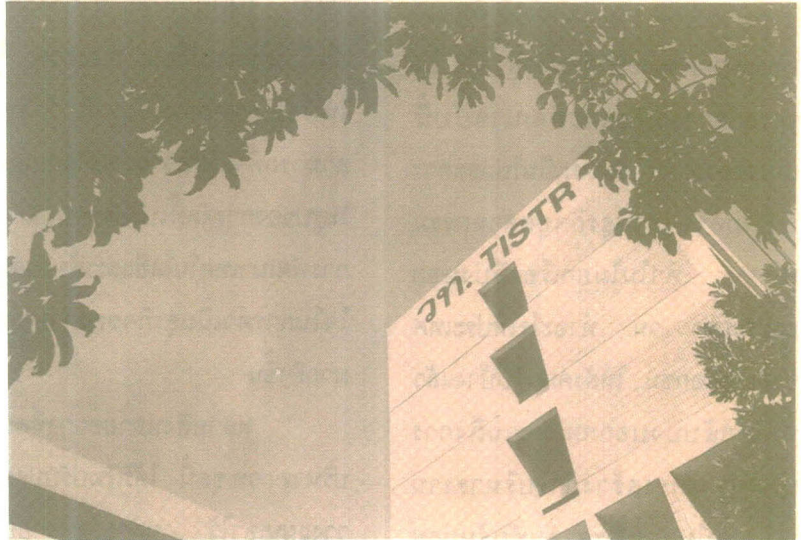


WANNA ADVERTISING COMPANY LIMITED

11/18 SOI PRADIPAT 20, PRADTPAT RD. BANGKOK 10400, THAILAND

TEL. 2791950, 2701618, 2701722 FAX : (662) 2701618

PHONELINK (151, 152) : 221938



วท. บ้านเกิด

วรัณย์ ทวีศรี

“ปรับปรุงโครงสร้างเปิดทางร่วมทุน”

“โครงสร้างใหม่จะกำหนดการแบ่งงานที่ชัดเจน มีการแบ่งสายงานประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน ซึ่งต่างจากโครงสร้างเดิมที่กระจายกันอยู่ ทำให้ยากต่อการบริหารและการดำเนินงาน ที่ผ่านมาวท. ประสบกับปัญหาหลายด้านเพราะถูกจำกัดในข้อกำหนดและกฎของราชการ เช่น เงินเดือนของนักวิจัย สถานที่ทำงาน ทัศนคติของนักวิจัยและภาคเอกชน”

นี่เป็นส่วนหนึ่งในบทสัมภาษณ์ของนายเฉลิมชัย ห่อนาค ผู้ว่าการ วท. ที่เปิดโอกาสให้ “หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ” สื่อสิ่งพิมพ์ทางด้านธุรกิจอุตสาหกรรมที่มียอดจำหน่ายในระดับแนวหน้าได้รับรู้รับทราบ เพื่อเผยแพร่ถึงแนวทางในการปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานของ วท. พร้อมกับวัตถุประสงค์ที่สำคัญที่วางไว้ เพื่อให้ วท. มีทิศทางการดำเนินงานที่ชัดเจน และร่วมมือดำเนินงานกับภาคเอกชนได้ด้วยความคล่องตัวเพิ่มขึ้น

ความสั้น ๆ ที่ระบุถึงแนวทางและวัตถุประสงค์นั้นเต็มเปี่ยมไปด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะก้าวไปสู่จุดหมายของงานวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีให้กับประเทศชาติและสังคม ที่สำคัญยังเป็นการย้ำเตือนให้ชาว วท. ทุกคนต้องช่วยกันทุ่มเทความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ความชำนาญออกมาอย่างเต็มพิกัด เพื่อให้การผ่าตัดโครงสร้างครั้งนี้มีผลในทางปฏิบัติ

ทำไม วท. บัณฑิตถึงต้องยกเรื่องแนวคิดของอนาคตมากล่าวถึง ในวารสารการวิจัยและพัฒนาฉบับนี้เกี่ยวข้องกับความเป็นไปและการก้าวไกลของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมเอกชน.....ทำไมไม่ยกเรื่องที่บ่งบอกและระบุว่า วท. ทำอะไรให้ประเทศชาติ...ให้เอกชน...ให้สังคม ไปบ้างแล้วทำไมกลับบ่งบอกกล่าวขานถึงการปรับปรุงโครงสร้างการบริหารงานเหมือนเป็นการประชาสัมพันธ์หน่วยงานทั่ว ๆ ไป

คำถาม “ทำไม” จากพรรคข้างต้นหากตรึงตรองด้วยเหตุและผลคงจะหนีไม่พ้นคำตอบที่เป็นวิทยาศาสตร์ที่ว่า “ธรรมชาติโครงสร้างขององค์การทางการวิจัยแห่งใดในโลกจะหยุดนิ่งไม่ได้” หยุดนิ่งเมื่อไรเป็นอันว่าขาดกลไกแห่งการพัฒนาเมื่อนั้น มาถึงตรงนี้ก็คงมีคำตอบชัดเจนว่า รัฐวิสาหกิจแห่งเดียวของประเทศที่รับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการบริหารงานทำไม

คำถามอาจมีต่อไปว่า การไม่หยุดนิ่งขององค์การทางการวิจัยมีภาพให้เห็นเป็นทฤษฎีที่กล่าวขึ้นมาเพื่อสนับสนุนให้ผู้อ่านคล้อยตามเท่านั้นหรือไม่ คำตอบคือ ไม่น่าจะใช่ เพราะวท. ได้เร่งจัดทำแผนหลักแผนปฏิบัติการเพื่อที่จะเชื่อมโยงการวิจัยและพัฒนา กับภาคอุตสาหกรรม เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการพัฒนาระบบการผลิตอย่างใกล้ชิด นอก

จากนี้ ยังมีความพยายามและความเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยน พ.ร.บ.วท. ใหม่ให้มีขอบเขตการทำงานที่กว้างขวางสามารถที่จะให้ความร่วมมือกับเอกชนในรูปของการจัดตั้งบริษัทร่วมทุน เพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีและเพื่อความมั่นใจในการดำเนินธุรกิจของภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น

หลายสิ่งหลายอย่างที่คณะผู้บริหาร วท.ชุดนี้ ได้ริเริ่มปรับปรุงและวางแผนเอาไว้ หลายสิ่งหลายอย่างเหล่านั้น กำลังเริ่มดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามแผน และเมื่อทุกสิ่งทุกอย่างได้ดำเนินการไปตามแผนงานที่วางไว้อย่างเป็นระบบ ประมาณปี 2543 สิ่งที่เราเห็นว่าหลักเป็นปัญหาสร้างความสับสน จะกลับกลายเป็นสิ่งที่ทุกคนรู้สึกภาคภูมิใจ.....วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคงต้องประหลาดใจอีกคำรบ ว่าห้องปฏิบัติการวิจัย แห่งเดียวที่ได้มาตรฐานสากลของประเทศไทย จะตั้งอยู่ที่

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย คลองห้ารังสิตและคาดว่าความประหลาดใจเหล่านั้นจะดำรงอยู่ต่อไปไม่น้อยกว่า 20 ปี

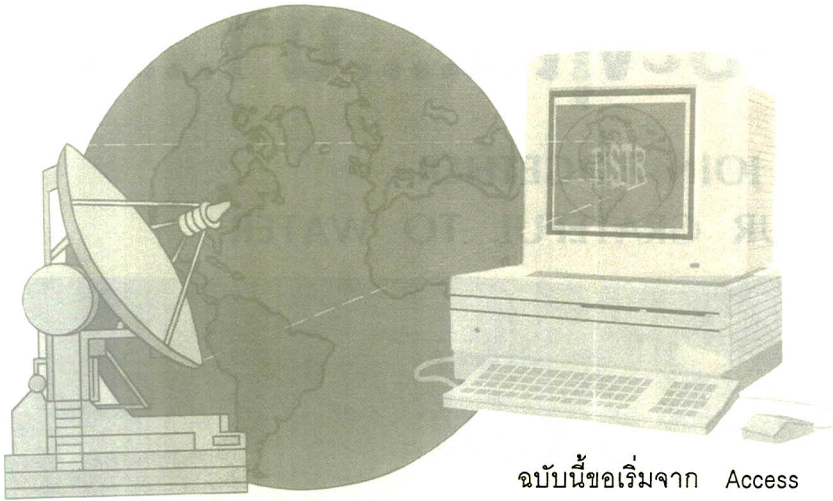
มาถึงบรรทัดนี้คงชัดได้แล้วว่า “การปรับปรุงโครงสร้างเปิดทางร่วมทุน” สามารถสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ การพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรได้อย่างมั่นคงและจริงจัง วิสัยทัศน์นักวิจัยไทยยังคงคิดไกลในทางบวก ไม่เคยคิดว่า...ทำไมได้ เลยไม่คิดทำ แต่กลับคิดว่า ต้องทำได้ จึงตัดสินใจทำวท. จะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปมากมายขนาดไหน สถานที่ทำงานแห่งใหม่จะก้าวล้ำนำสมัยเพียงใด สิ่งหนึ่งที่ไม่เคยปรับเปลี่ยนไปและยังสร้างความมั่นใจให้กับภาคธุรกิจอุตสาหกรรมก็คือ “ความรู้ความชำนาญทางวิชาการที่ยาวนานของบุคลากร วท. ซึ่งจะคงอยู่อย่างต่อเนื่องและตลอดไป”



มุมมองอินเทอร์เน็ต

ดร. วรพจน์ สุนทรสุข

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



มุมมองอินเทอร์เน็ต

ท่านผู้อ่านทุกท่านคงมีแนวความคิดเหมือนกันว่า โลกเราในปัจจุบันเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร เราไม่สามารถปฏิเสธข่าวสารที่มีมากมายรายรอบตัวเรา โดยเฉพาะข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ขณะนี้เราสามารถสืบค้นและเสาะหาข้อมูลจากต่างประเทศจากที่ใดๆ ในโลกได้อย่างง่ายดายและสะดวกโดยผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet) ดังนั้น บทความในคอลัมน์มุมมองอินเทอร์เน็ต จึงมีความประสงค์เพื่อนำแหล่งข้อมูลข่าวสาร ในรูปแบบของสายใยโลก (worldwide web) ของอินเทอร์เน็ตที่มีประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและผู้สนใจในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฉบับนี้ขอเริ่มจาก Access Excellence (<http://www.gene.com/ae/>) web site นี้เป็นเครือข่ายของแหล่งข้อมูลทางการศึกษา การเรียน การสอน และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นสำหรับครู หรือผู้สอนทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพ ในระดับมัธยมและอุดมศึกษา

ข้อมูลที่น่าสนใจ อาทิ

"Activities Exchange" เป็นแหล่งข้อมูลและรายละเอียดของกิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียนต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา

"Activities-To-Go" เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับครู หรือผู้สอนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนและหัวข้อการสอนใหม่ๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

"Teachers Lounge" เป็นแหล่งรับฟังข้อคิดเห็นจากผู้สอนทั่วโลก

"Teacher-Scientist Network" เป็นเครือข่ายสำหรับผู้สอนและนักวิทยาศาสตร์เข้าประชุม อบรม และสัมมนาแบบ on-line

"About Biotech" เป็นแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีชีวภาพ และการนำวิชาการ

สาขานี้ไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรกรรม การแพทย์ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังรวมถึงจริยธรรมของงานวิจัยทางเทคโนโลยีชีวภาพ และอนาคตของงานวิจัยสาขานี้

"Graphics Gallery" เป็นแหล่งรวบรวมภาพการ์ตูน ภาพวาด และแผนผัง รวมทั้ง ข้อมูลที่มีประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพต่อการเรียนการสอน เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

"Resource Center" เป็นแหล่งเชื่อมโยงเข้าสู่การประชุม การสัมมนา การสาธิต และการแข่งขัน เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั่วโลก

"Career Center" เป็นแหล่งข้อมูลและที่อยู่ของสถาบันทางเทคโนโลยีชีวภาพ และสถาบันการศึกษาต่างๆ ในภาครัฐ และเอกชน ในสหรัฐอเมริกา รวมทั้งสถานภาพการทำงานของสาขาอาชีพต่างๆ ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

"What's new" เป็นแหล่งข่าวทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่ทันสมัยและทันต่อเหตุการณ์ รวมทั้งบทสัมภาษณ์นักวิทยาศาสตร์และรายการด้านวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจทางโทรทัศน์ วิทยุ และ Internet

หวังว่า web site นี้คงเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและผู้สนใจในการเรียน การสอน ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพไม่มากนักน้อย

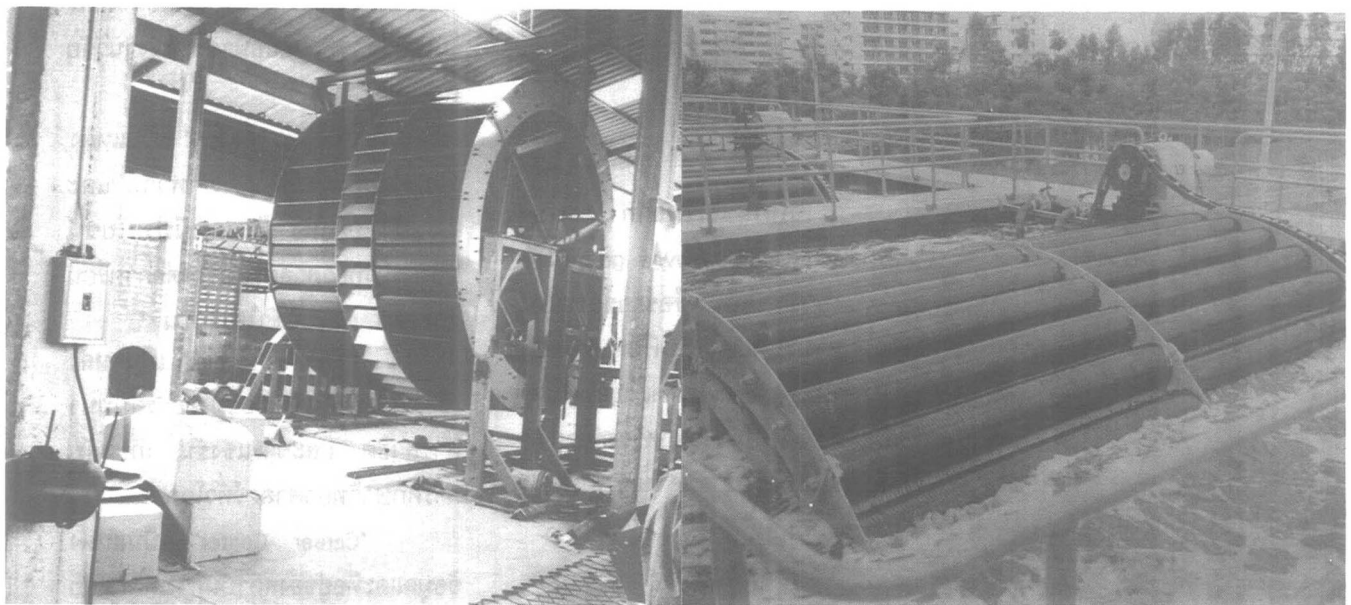


BI-ACT SCBA

ร่วมมือกัน.....

ตอบแทนพระคุณ....น้ำ.....

LET'S JOIN TOGETHER
TO SHOW OUR GRATEFUL TO WATER



PRODUCT FOR ENVIRONMENT

ร่วมกับเรา

ผู้เชี่ยวชาญการบำบัดน้ำเสีย

LET'S US JOIN OUR TEAM
WHO IS SPECIALIZE IN WATER TREATMENT

บริษัท ยูนิแซนโพล จำกัด
UNI SAN POL COMPANY LIMITED

49/108-110 ซอยนาคนิวาส ถนนลาดพร้าว 71 กรุงเทพฯ 10230
49/108-110 SOI NAKANIWARS, LADPRAO 71, BANGKOK 10230
☎ 530-2740-3 Fax : 530-4642, 530-4648

กล้องดิจิตอลแบบอัตโนมัติ

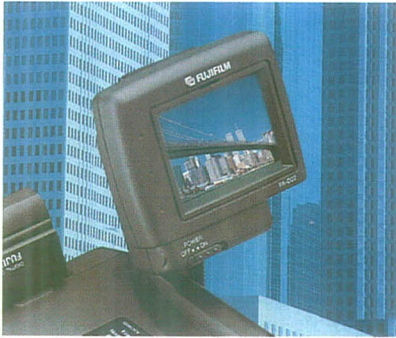
รุ่น DS-220

FUJIX
DIGITAL CARD CAMERA
DS-220

New

Announcing the New PC Card-based DS-220

In a class of its own for image quality and performance.



สามารถต่อกับจอสำหรับ
ดูภาพที่ถ่ายได้ในทันที



มีเลนส์สำหรับถ่ายระยะใกล้(macro)
และเลนส์ถ่ายภาพมุมกว้าง(wide angle)



ใหม่

- * ไม่ต้องใช้ฟิล์มอีกต่อไปแต่ใช้ PC CARD บันทึกภาพแทน
- * กระทัตรัดพกพาสะดวก ด้วยดีไซน์ทันสมัยและถ่ายภาพได้คมชัดด้วยระบบโฟกัส ความไวชัตเตอร์และแฟลชอัตโนมัติ
- * ด้วยคุณภาพที่หาซื้อได้ในราคาย่อมเยา

สนใจติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่ แผนกกราฟฟิคอาร์ต บริษัท ฟุจิ โฟโต้ ฟิล์ม(ประเทศไทย) จำกัด

โทร. 273-0029, 273-0240-53



PRECISE STEEL & CONSTRUCTION CO., LTD.

Field of Businesses :

Telecommunication, Broadcasting, Tower and Antenna supporting structures for all classes of communication service. These include AM, FM, TV, CATV, UHF, Microwave, Foundation and building's top supporting desing.



บริษัท พรีไซส์สตีล แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด

24/157 ซอยเทศบาล 3 หมู่ 5 ถนนพิบูลสงคราม
ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
โทร. (662) 967-3900-2, 526-4825 โทรสาร (662) 526-4907



PRECISE STEEL & CONSTRUCTION CO., LTD.

24/157 Soi Tatsaban 3, Mu 5, Phiboonsongkram Rd.
Suan-yai District, Muang, Nonthaburi 11000 THAILAND
Tel : (662) 967-3900-2, 526-4825 FAX.(662) 526-4907

บ ล ก ท.

บริษัท โรงงานเหล็กกรุงเทพ จำกัด

THE BANGKOK IRON AND STEEL WORKS CO., LTD.

สำนักงานและโรงงาน

เลขที่ 42 หมู่ 4 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลบางครุ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130

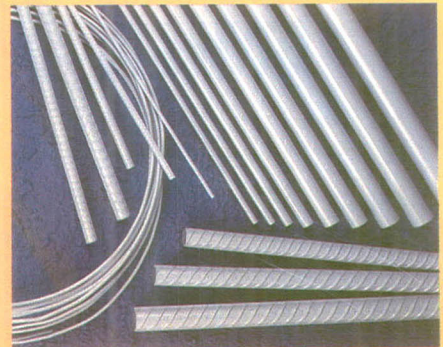
โทร. 462-5201-2, 462-7042-4, 463-6300-7, 462-6445 FAX: 463-4032



เตาหลอมด้วยไฟฟ้า
(ELECTRIC ARC FURNACE)



เหล็กกลวด ชนิดมีธาตุ คาร์บอนต่ำ
มอก. 348-2532



เหล็กเส้นเสริม คอนกรีต : SR 24
SD 30 SD 40 และ SD 50

ประเภทของอุตสาหกรรม

ผลิตเหล็กคุณภาพดี ทุกขนาดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย SD 30, SD 40, SD 50

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม SR 24

เหล็กกลวดชนิดมีคาร์บอนต่ำ SWRM 6, 8, 12, 15

ฝ่ายขาย

โทร. 463-7777, 463-4035-6, 462-7041, 463-7783 FAX: 463-4032

เราสร้างสระว่ายน้ำ ในคุณภาพที่ท่านเชื่อถือได้

อุปกรณ์สระว่ายน้ำและสระว่ายน้ำตัว
ที่ทรงประสิทธิภาพ ของลต์เรย์
จากอเมริกา ▽

STA-RITE®
Professional
POOL/SPA
PRODUCTS



◁ ฆ่าเชื้อภายในสระว่ายน้ำด้วยโอโซน
ของไทรโอเจน จากอเมริกา

Certikin
INTERNATIONAL

- ให้บริการออกแบบและก่อสร้างสระว่ายน้ำ สระว่ายน้ำตัว (SPA)
โดยใช้เทคโนโลยีการออกแบบก่อสร้างระดับสูงโดยสถาปนิก
และวิศวกรที่มีประสบการณ์ ด้านสระว่ายน้ำโดยเฉพาะ
- คัดตั้ง อุปกรณ์สระทุกชนิด อุปกรณ์รักษาความสะอาดสระอุปกรณ์สระน้ำ (SPA)
ที่ทรงประสิทธิภาพของ STA-RITE, SWIMQUIP, CERTIKIN และผลิตภัณฑ์
อื่นๆ จากอเมริกาและยุโรป

△ อุปกรณ์สระว่ายน้ำและสระว่ายน้ำตัว
ที่เชื่อถือได้ ของเซอติคิน จากอังกฤษ



บริษัท เอส. เอส. ซวน (แบงค็อก) จำกัด
S.S. Suan (Bangkok) Co., Ltd.



ขอสนับสนุน
การเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ด้วยความปรารถนาดี
จาก

บริษัท มิตรผล จำกัด ตั้งแต่ ต้น จนถึง เกล็ด



น้ำตาลทรายขาว



น้ำตาลทรายแดง



น้ำตาลทรายขาว 1 ก.ก.



น้ำตาลกรวด



คอฟฟี่ ซูการ์

น้ำตาล มิตรผล ทุก เกล็ด คือ คุณภาพ  MITR PHOL

WONGSAWAS
PLAZA



ไม่ต้องมีเงินทำสัญญา



เพื่อทุกธุรกิจที่มองไกล พร้อมทำเลที่เป็นต่อ

บนพื้นที่กว้างขวางพร้อมทั้งความสง่างาม วงศ์สวัสดิ์พลาซ่า
ใจกลางแหล่งธุรกิจแวดล้อมด้วยอาคารสำนักงานขนาดใหญ่
อาทิ อาคาร LPN , อาคารไทยมัย ฯลฯ ครบครัน
ด้วยรูปแบบ MINI OFFICE & SHOP HOUSE
ในทำเลที่สะดวกสบายใจกลางเมือง บนถนนพระราม 4

สนใจสอบถามรายละเอียดและเงื่อนไขได้ที่

สำนักงานขายโครงการ

0249-3171, 249-3812, 671-0219

สำนักงานใหญ่

โทร : 579-6339, 579-8465, 579-9471

เปี่ยมด้วยคุณภาพ...และความสง่างาม

ของอาคารพาณิชย์ที่พักอาศัยในรูปแบบ

MINI OFFICE บนพื้นที่ตั้งแต่ 19 ตารางวาขึ้นไป

ด้วยพื้นที่ใช้สอย 260-290 ตารางเมตร

พร้อมพื้นที่จอดรถภายในอาคาร 4-7 คัน/ยูนิต

ขนบข้างด้วยถนนรอบโครงการ

กว้าง 12 เมตร 2 เส้นขนาบขาดพร้อมกรรมสิทธิ์ในที่ดิน

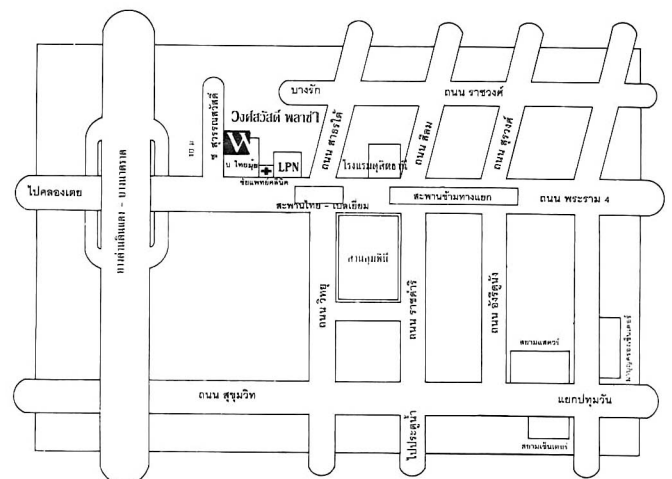
SHOP HOUSE บนพื้นที่ 16 ตารางวาพื้นที่ใช้สอย 200 ตร.ม

เหมาะสำหรับเป็นแหล่งรวม ธุรกิจทุกชนิด

อาทิ สำนักงาน, โชว์รูม, ร้านอาหาร ที่มีระดับ

ด้วยข้อเสนอในการทำสัญญาเช่า 30 ปี หรือ

ขายขาดพร้อมกรรมสิทธิ์ในที่ดิน



ผู้ดำเนินการ : บริษัท พันสมบัติ จำกัด : ศูนย์จดทะเบียน (10 ล้านบาท) (ชำระเต็ม) กรรมการผู้จัดการ : นายพันสมบัติ โทษะสมิต ที่ตั้งโครงการ : ซอยสุวรรณสวัสดิ์ ต. พระราม 4 แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร
กรุงเทพฯ โฉนดที่ดินเลขที่ : 616 และ 4933 จำนวนเนื้อที่ดินโดยรวม : 1 ไร่ 1 งาน 78 ๗/10 ตารางวา เริ่มก่อสร้าง : ต้นปี 2539 คาดว่าจะแล้วเสร็จ : ต้นปี 2540 ที่ดินไม่มีการผูกพันกับสถาบันการเงิน

ด้วยความปรารถนาดีและมุ่งมั่นที่จะช่วยเหลือสังคม ของสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล

ตลอดปี 2538 ที่ผ่านมา ได้ออกสลากการกุศลเพื่อสนับสนุนโครงการ
อันเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวมคือ

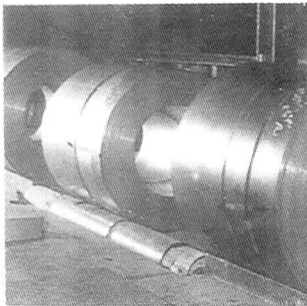


- สนับสนุนการแข่งขันกีฬาซีเกมส์
- สร้างอาคารเฉลิมพระเกียรติ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ
- สร้างอาคารศูนย์โรคหัวใจ สมเด็จพระบรมราชินีนาถ
- สมทบกองทุนค้นคว้าวิจัยโรคมะเร็งและรักษาผู้ป่วยอนาถา
- โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการศึกษาของเด็กไทยในชนบท
- จัดตั้งกองทุนสภาสังคมฯ ช่วยเหลือผู้ประสบปัญหาเดือดร้อน
- สร้างอาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ
สมเด็จพระพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนาฯ
- สมทบจัดตั้งพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์การบินและการอวกาศ
- โครงการรักษาสุขภาพผู้ป่วยช่องปากและฟันในถิ่นทุรกันดาร
- จัดซื้อเครื่องมือแพทย์ดีกมิตัลลาธิเบสร์ รพ.เด็ก
- สร้างอาคารเฉลิมพระบารมี 50 ปี

รวมเป็นเงินเพื่อสนับสนุนกิจการสาธารณประโยชน์ในปี 2538 ทั้งสิ้น
1,738,988,400.- บาท และเรายังมุ่งมั่นต่อไปด้วยปณิธานเพื่อความสุข
และ อยู่ที่ดีขึ้นของพี่น้องชาวไทยตลอดไปในปี 2539



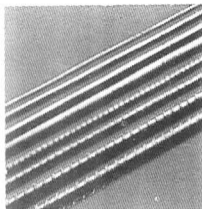
สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล
ช่วยรัฐพัฒนาชาติ ช่วยราษฎร์พัฒนาสังคม



QUALITY IS ON OUR LINE

Witcorp Ltd., a truly international firm which has been

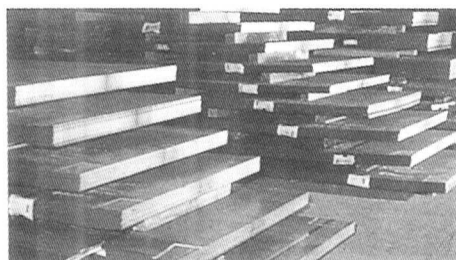
coordinating businessess throughout Thailand and Worldwide. With our global network, presently, our service include trading in full range of Ferrous materials, ranging from Steel Scrap up to Semi-finished and Finished materials. For instance Slabs, Blooms, Billets, Hot Rolled Coils and Plate, Cold Rolled Coils and Sheet, Structurals, Stainless Steel and Specialty Steel, etc.



Besides the above-mentioned, we also trade in Non-Ferrous like Zinc, Lead, Aluminium, and Copper. Apart from this regular trading such a commodity like Ferro Alloys, we also distribute products like FESI, FEMN, FECE, FEV and FEMO domestically including the foundry, related material Chromite Sand, Recarburiser, etc.,



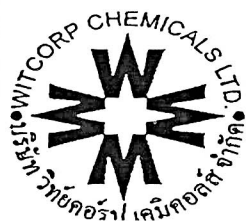
We commit to upgrade our efforts to provide quality products and excellent services, while at the same time, maintaining our reliability and responsibility to all our clients.



WITCORP LTD.



77/113 SIN SATHORN TOWER, FLOOR 27TH, KRUNGTHONBURI ROAD,
KLONGTONGSAI, KLONGSAN, BANGKOK 10600, THAILAND
TEL: (662) 440-0809 (AUTOMATIC) FAX: (662) 440-0828 TLX: 21941 WITCO TH



บริษัท วิทย์คอร์ป เคมีคอลส์ จำกัด

WITCORP CHEMICALS LTD.

77/112, 77/116 อาคารสินสารทาวเวอร์ ชั้น 27 ถนนกรุงธนบุรี เขตคลองสาน กรุงเทพฯ 10600
77/112, 77/116 SINSATHORN TOWER 27th FL., KRUNGTHONBURI RD., KLONGTONGSAI, KLONGSAN,
BANGKOK 10600 TEL(662)4400809(AUTOMATIC 23LINES) FAX(662)4400827-8

ผู้นำเข้าและจำหน่ายเคมีภัณฑ์ (CHEMICAL IMPORTER & DISTRIBUTOR)

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง น้ำตาล ยาง กระดาษ แก้ว พลาสติก กาว สีอุตสาหกรรม เซรามิก เหมืองแร่ เครื่องสำอาง ผงซักฟอก อาหารและยา อาทิ

BASIC CHEMICALS

- ◆ FORMIC ACID 90%
- ◆ ACETIC ACID 99%
- ◆ SULPHURIC ACID 98%
- ◆ PHOSPHORIC ACID 85%
- ◆ CITRIC ACID
- ◆ NITRIC ACID
- ◆ SULPHUR
- ◆ ALUMINA TRIHYDRATE
- ◆ SODA ASH DENSE
- ◆ SODA ASH LIGHT
- ◆ SODIUM SULPHATE
- ◆ AMMONIUM NITRATE
- ◆ SODIUM HYDROXIDE
- ◆ ALUMINIUM SULPHATE
- ◆ OTHER CHEMICALS

SOLVENT&PETRO CHEMICALS

- ◆ ACETONE
- ◆ N-BUTYL ACETATE
- ◆ BUTYL CELLOSOLVE(BGE)
- ◆ CELLOSOLVE ACETATE
- ◆ CELLOSOLVE SOLVENT(EGE)
- ◆ CYCLOHEXANONE
- ◆ ETHYL ACETATE
- ◆ ISO-BUTANOL (IBA)
- ◆ ISO-PROPANOL (IPA)
- ◆ METHYL ETHYL KETONE (MEK)
- ◆ METHYL ISOBUTHYL KETONE (MIBK)
- ◆ METHANOL
- ◆ METHYLENE CHLORIDE
- ◆ MONOETHYLENE GLYCOL (MEG)
- ◆ N-BUTANOL
- ◆ RUBBER SOLVENT
- ◆ WHITE SPIRIT
- ◆ TOLUENE
- ◆ VINYL ACETATE MONOMER (VAM)
- ◆ XYLENE



สุขภาพดี รอยยิ้มสดใส คือความภูมิใจของเรา

Uริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด ภูมิใจที่ได้เห็นทุกคนมีรอยยิ้มสดใส ซึ่งสะท้อนถึงสุขภาพที่สมบูรณ์ และความประทับใจในคุณภาพของทุกผลิตภัณฑ์ ที่เรามุ่งพัฒนาเพื่อจะได้เห็นทุกคนมีสุขภาพดี และรอยยิ้มสดใส...ตลอดไป



บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด

สำนักงานใหญ่: อาคารเคียนทงวน 2 (ชั้น 16, 20) 140/1 ถนนวิภาวดี กรุงเทพฯ 10330 โทร. 255-9040-51 แฟกซ์: 255-9053 ฝ่ายขาย: โทร. 255-9054-65 แฟกซ์: 255-9066
โรงงาน: 39 ถนนสุขุมวิท อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 โทร. 394-2061-65 แฟกซ์: 3845288

การหาปริมาณโครเมียม ในแร่โครไมต์ของประเทศไทย

ดร.สมบูรณ์ แก้วปันทอง

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียมที่มีอยู่ในแร่โครไมต์ของประเทศไทยสามารถทำได้โดยอาศัยการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และการแปลงคลื่นแสงของสารละลายของสารประกอบเชิงซ้อนของไดโครเมตไอออนกับ 2-แนพทิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนในตัวทำละลายคลอโรเบนซีน ที่ความยาวคลื่น 346.5 และ 404.6 นาโนเมตร ตามลำดับ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผันของผลการทดลองที่ได้มีค่าเท่ากับ ± 0.70 และ $\pm 1.10\%$ สำหรับการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และการวัดค่าการแปลงคลื่นแสงตามลำดับ นอกจากนี้ผลการทดลองที่ได้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่ได้ เมื่อใช้เทคนิคของเอ็กซ์เรย์ ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตรเมตรี

บทนำ

โครเมียมจัดเป็นธาตุที่สำคัญที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรม เช่น เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กกล้า (stainless steel) และโลหะผสม (alloy) เป็นองค์ประกอบในน้ำยาชุบโลหะและอุตสาหกรรมพลาสติกเพื่อให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อน เป็นสารสี (pigment) ในการทำวัตถุทึบไฟ งานสิ่งทอและอุตสาหกรรมพลาสติก เป็นตัวออกซิไดส์ในการเตรียมสารเคมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เป็นจำนวนมากมาใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยารักษาคุณภาพไม้สัก และใช้ในอุตสาหกรรมการย้อมหนังสัตว์ เป็นต้น (H.M. Factory Inspectorate 1967)

สำหรับโครเมียมที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมจะมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น ในรูปของแร่โครไมต์

(chromite) เฟอโรโครเมียม
(ferrochromium) โลหะโครเมียม
(chromium metal) กรดโครมิก
(chromic acid) และสารประกอบ
ของโครเมียม (chromium
compounds) ในรูปต่างๆกัน

โดยทั่วไปโครเมียมจัดอยู่ใน
กลุ่มธาตุทรานสิชันที่มีเลข
ออกซิเดชันได้มากกว่าหนึ่งค่า แต่
ที่นำมาใช้มากที่สุดจะมีอยู่เพียง
สองชนิดเท่านั้น คือสารประกอบ
ของโครเมียมที่มีเลขออกซิเดชัน
เท่ากับสามและหก โดยที่สมบัติ
ทางเคมีและสมบัติทางชีวภาพ
ตลอดจนความเป็นพิษของสาร
ประกอบของโครเมียมทั้งสองชนิด
นี้จะต่างกัน (Nriagu and Nieboer
1988) กล่าวคือ สารประกอบของ
โครเมียมที่มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ
หกเท่านั้นที่มีพิษต่อร่างกายโดยมี
ผลทำให้ผู้ที่คลุกคลีกับสาร
ประกอบประเภทนี้ เกิดอาการคัน
และระคายเคือง บางรายถึงกับมี
การอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณที่
สัมผัส ดังนั้นถ้าได้รับการสัมผัส
เป็นเวลานาน โดยเฉพาะเนื้อเยื่อ
บริเวณปอด ตับ ไต และผิวหนัง
เป็นต้น อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้
ส่วนสารประกอบโครเมียมที่มีเลข
ออกซิเดชันเท่ากับสามจะไม่ก่อให้เกิด
โรคมะเร็ง นอกจากจะทำให้
เกิดความผิดปกติของลำดับของ
DNA (deoxyribonucleic acid) ใน
ร่างกายได้ เมื่อโครเมียมที่มีเลข
ออกซิเดชันเท่ากับสามเกิดเป็นสาร
ประกอบกับ DNA ในลำดับที่ผิด
ปกติ จากการที่โครเมียมที่มีเลข
ออกซิเดชันเท่ากับสามเกิดเป็นสาร
ประกอบเชิงซ้อนกับเอนไซม์
โปรตีนและกรดอะมิโนบางตัว
ตลอดจนองค์ประกอบส่วนอื่นๆ
ของร่างกายได้นั่นเอง ทำให้มี
ประโยชน์ในการควบคุมระดับน้ำ-
ตาลในร่างกาย ตลอดจนปริมาณ

ของคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอ-
ไรด์ในซีรัม

ปัจจุบันทั่วโลกมีความตื่นตัว
เกี่ยวกับมลภาวะที่เกิดขึ้นทั้งทาง
น้ำและทางอากาศเป็นจำนวนมาก
เนื่องจากโครเมียมจัดเป็น
โลหะ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วการ
กำจัดโลหะทิ้งเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก
อยู่แล้ว ดังนั้น ถ้ามีการนำ
โครเมียมมาใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะ
อยู่ในรูปของโลหะบริสุทธิ์หรือในรูป
ของสารประกอบก็ตามจะทำให้
เกิดมลภาวะขึ้นได้

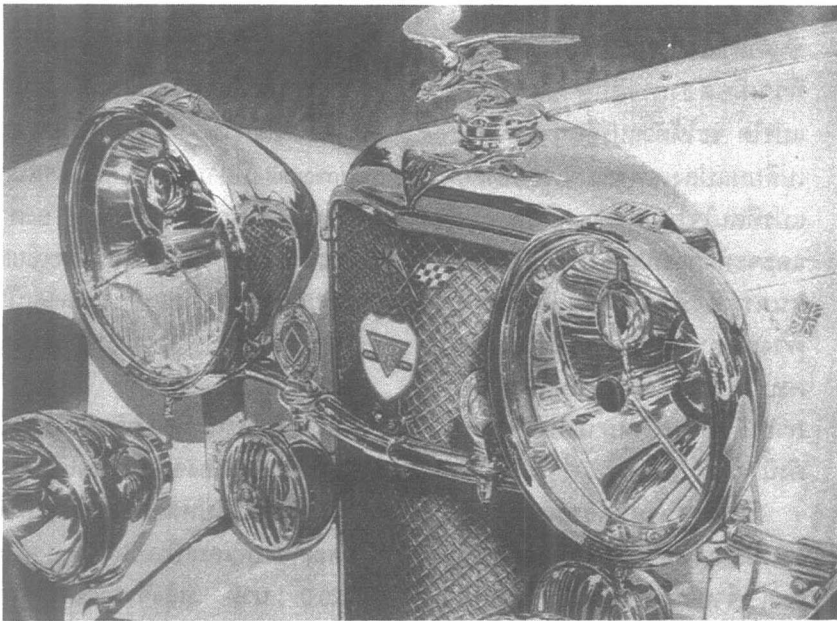
ถึงแม้ว่าโครเมียมจะมีโทษอยู่
บ้างก็ตาม แต่พบว่ายังมีการนำ
โครเมียมมาใช้อย่างแพร่หลายอยู่
ในขณะนี้ เนื่องจากไม่มีโลหะใดที่
มีสมบัติเทียบเท่ากับโครเมียมได้นั้น
เอง ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์หาวิธี
ที่เหมาะสมในการแยกและวิ-
เคราะห์หาปริมาณของโครเมียม
ทั้งในรูปที่มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ
สามและหกจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่าง
ยิ่ง

สำหรับการวิเคราะห์หา
ปริมาณโครเมียมที่มีเลข
ออกซิเดชันเท่ากับหกมีหลายวิธี
ด้วยกัน นับตั้งแต่การวิเคราะห์โดย
ใช้เทคนิคขั้นพื้นฐาน (classical
method) เช่น การตกตะกอน การ
ไทเทรต และการวิเคราะห์โดย
อุปกรณ์ (instrumental method)
เช่น วิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี
(spectrophotometric method) วิธี
โพเทนทิโอเมตรี (potentiometric
method) วิธีโพลารोगราฟี่
(polarographic method) และวิธี
โวลแทมเมตรี (voltammetric
method) เป็นต้น วิธีดังกล่าวข้าง
ต้นมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งเจือ
ปนโดยเฉพาะ เหล็ก (III) ทองแดง
(VI) วานาเดียม (III) และโครเมียม
(III) แต่วิธีที่ง่ายและสะดวกพร้อม
ทั้งสามารถกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ ที่

ปนอยู่ออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ได้แก่วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย
(solvent extraction) และหาปริมาณ
โครเมียม (VI) ที่สกัดได้ด้วยวิธีอื่นๆ
ที่เหมาะสม หรือใช้การวิเคราะห์
ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรส-
เซนส์ สเปกโทรเมตรี (X-ray
fluorescence spectrometry) แต่วิธี
หลังนี้เครื่องมือที่ใช้มีราคาแพงและ
สารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องมี
จำนวนมากพอควร ตลอดจนไม่
สามารถวิเคราะห์หาปริมาณ
โครเมียมที่มีเลขออกซิเดชันเฉพาะ
ได้ ดังนั้นจึงทำให้นิยมใช้น้อยกว่า

ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณ
โครเมียมในแร่โครไมต์ในประเทศ
ไทยที่นิยมทำกันอยู่ในปัจจุบันจะ
ใช้วิธีการไทเทรตสารละลายที่ได้
จากการย่อยสลายแร่โครไมต์แล้ว
กับสารละลายมาตรฐานของเหล็ก
(II) ซึ่งวิธีนี้จำเป็นต้องใช้สาร
ตัวอย่างจำนวนมาก และถ้ามีสิ่ง
เจือปนดังกล่าวข้างต้นจะกำจัดได้
ยาก แต่ถ้าใช้วิธีการสกัดด้วยตัว
ทำละลาย และวิเคราะห์หา
ปริมาณโครเมียม โดยเทคนิค
สเปกโทรฟลูออโรเมตรี (spectro-
fluorometry) และเทคนิคสเปกโทร-
โฟโตเมตรี (spectrophotometry)
คาดว่าจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์
หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์ที่
มีในประเทศไทยได้สะดวกและรวด
เร็วกว่าที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันนี้
และใช้ปริมาณสารตัวอย่างใน
จำนวนน้อยกว่าเดิม

การวิเคราะห์หาปริมาณ
โครเมียม (VI) โดยวิธีการสกัดด้วย
ตัวทำละลาย โดยเฉพาะตัวทำ
ละลายอินทรีย์นั้นอาจจะกระทำได้
หลายวิธี เช่น สกัดในรูปโครเมต-
ไอออนจากสารละลายชั้นน้ำที่มี
สภาวะเป็นเบส หรือในรูป
ไดโครเมตไอออนจากสารละลาย
ชั้นน้ำที่มีสภาวะเป็นกรด (Rao and



Sastri 1980) หรือในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ระหว่างไดโครเมตไอออน กับสารอินทรีย์ประเภทเกลือไอเนียม (onium salts) หรือสีย้อม (dyes) จากสารละลายชั้นน้ำที่มีสภาวะเป็นกรดหรือเป็นเบส วิธีหลังนี้นิยมใช้มากเนื่องจากสามารถเพิ่มความจำเพาะเจาะจง (selectivity) และความไว (sensitivity) ของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ให้ดีขึ้น (Bowd et al. 1969; Fogg et al. 1971) สารอินทรีย์ประเภทเกลือไอเนียมหรือสีย้อมที่เคยใช้วิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) มาแล้วได้แก่ ไตรฟีนิลซิลิโพลเนียมไอออน (Bock and Hummel 1963) เตตระฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออน (Bock and Jainz 1963) ไตรฟีนิลเซลเนียมไอออน (Ziegler and Pohl 1964) 2,3,5-โพรพิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออน (Hala et al. 1966) 1-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออน (Burns and Kheawpintong 1985) เมธิลไวโอเลต (Savichev et al. 1962) อนุพันธ์ของแอนติไพรีน (Khintibidze and Supatashvili 1982) ไตรออกทิลเมธิลแอมโมเนียไอออน (Adam and Pribil 1971) แอลิค

วอท-336 (Pyo and Sang 1986) และ โบรโมไฟโรแกลลอล เรด (Wang and Gong 1983) เป็นต้น

2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมคลอไรด์ จัดเป็นเกลือไอเนียมชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้นมาเป็นเวลานาน แต่ปรากฏว่าไม่มีผู้ใดนำมาใช้ทำปฏิกิริยากับโลหะใดๆ เพื่อเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน และนำสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ไปศึกษาต่อ นอกจากจะศึกษาสมบัติทางเคมีและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมีอินทรีย์เท่านั้น (Drafahl 1964)

ดังนั้นในงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นการศึกษาการนำสารตัวนี้มาใช้ในงานด้านเคมีวิเคราะห์ โดยนำมาใช้เป็นคีเลติงเอเจนต์ (chelating agent) เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ระหว่าง 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนและไดโครเมตไอออนในตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม

การทดลอง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. Shimadzu double-beam spectrophotometer UV-190
2. Shimadzu double-beam spectrophotometer UV-240
3. Shimadzu spectrofluorometer RF-190
4. pH-meter (Sargent-Welch) Model PBL พร้อมขั้ว
5. Energy Dispersive X-ray fluorescence spectrometer Model EDXRF XR-200
6. เซลลูลิกา ขนาด 1.0 เซนติเมตร หนึ่งคู่

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายของ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมคลอไรด์เข้มข้น 0.40% (w/v) เตรียมโดยชั่ง 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมคลอไรด์ (2-Naphthylmethyl triphenylphosphonium chloride) ของบริษัทแลนคาสเตอร์ (Lancaster) หนัก 0.40 กรัม และหยดอะซิโตนลงไป 5 หยด คนสารละลายจนกระทั่ง 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมคลอไรด์ละลายหมด หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100.0 มล. ในขวดวัดปริมาตร
2. สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 6.0 โมลาร์ (M) เตรียมได้โดยนำสารละลายของกรดซัลฟิวริกที่เข้มข้นมาจำนวน 33.0 มล. และเจือจางสารละลายนี้ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรขนาด 100.0 มล. ในขวดวัดปริมาตร สำหรับสารละลายของกรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นน้อยกว่านี้ ให้เจือจางสารละลายของกรดนี้ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นที่ต้องการ
3. สารละลายโครเมียม (VI) 1,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เตรียมได้

โดยละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ซึ่งผ่านการอบจนมีน้ำหนักคงที่ที่ 120 องศาเซลเซียส น้หนัก 2.830 กรัม ด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.10 M จนมีปริมาตรขนาด 1000.0 มล. ในขวดวัดปริมาตร และไทเทรตหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานของเหล็ก (II) โดยวิธีโพเทนทิโอเมตริก สำหรับสารละลายของโครเมียม (VI) ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่านี้ ให้เจือจางสารละลายของโครเมียม (VI) เข้มข้น 1,000 ppm ด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.10 M ให้มีความเข้มข้นที่ต้องการ

4. คลอโรเบนซีน เกรดอนาลาร์
5. สารเคมีอื่นๆนอกเหนือจากนี้จะเป็นเกรดอนาลาร์ และใช้น้ำกลั่นตลอดการทดลองนี้

วิธีการทดลองโดยทั่วไป

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ ระหว่าง 2-แอมพิลไมล-ไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนและไดโครเมตไอออนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

สำหรับสภาวะต่างๆที่ใช้ในการศึกษาการสกัดสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ ระหว่าง 2-แอมพิลไมล-ไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนและไดโครเมตไอออนจากชั้นน้ำ ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ อาทิเช่น ชนิดของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายในชั้นน้ำ ชนิดและปริมาณของกรด ปริมาณที่เหมาะสมของดีเลตเจนท์ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของชั้นน้ำต่อปริมาตรของตัวทำละลายอินทรีย์ ลำดับของการเติมสารต่างๆ เวลาที่ใช้ในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนในชั้นน้ำ ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการสกัดสาร

ประกอบเชิงซ้อนจากชั้นน้ำเข้าสู่ชั้นตัวทำละลายอินทรีย์จะยึดหลักที่ว่าเมื่อต้องการศึกษาผลของตัวแปรใด จะให้ตัวแปรอื่นๆ คงที่และเปลี่ยนแปลงเฉพาะสภาวะของตัวแปรที่สนใจให้มีค่าต่างกันเท่านั้น และจะทำการทดลองเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งศึกษาผลของตัวแปรต่างๆที่สนใจดังกล่าวข้างต้นจนครบ และได้ผลการทดลองทั่วไปภายใต้สภาวะที่เหมาะสมโดยสรุปดังนี้

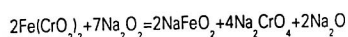
ปีเปตสารละลายมาตรฐานโครเมียม (VI) ไอออนเข้มข้น 50.0 ppm จำนวน 2.0 มล. ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 125 มล. เติมน้ำกลั่นของกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 6.0 M จำนวน 3.0 มล. ตามด้วย 0.40% (w/v) ของสารละลาย 2-แอมพิลไมล-ไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมคลอไรด์จำนวน 5.0 มล. และเจือจางสารละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 25.0 มล. แก้วกรวยแยกทุกครั้งที่มีการเติมน้ำกลั่นและกรองสารละลายชั้นล่างซึ่งเป็นส่วนชั้นของคลอโรเบนซีนผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ซึ่งผ่านการทำให้ชุ่มด้วยคลอโรเบนซีนจำนวนเล็กน้อยมาแล้วลงไป ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มล. นำสารละลายที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 346.5 นาโนเมตร (nm) และวัดค่าความเข้มข้นของการเปล่งคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 404.6 nm โดยใช้ ความยาวคลื่นของการกระตุ้นคลื่นแสงเท่ากับ 360.0 nm

2. การวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์ที่มีในประเทศไทย

ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์โดยวิธีที่ศึกษานั้นมีวิธีการดังนี้คือ ชั่งแร่โครไมต์ขนาด 177.0 ไมครอน (micron) ที่ผ่านการอบจนมีน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ 120.0 องศาเซลเซียส ให้มีน้ำหนักละเอียด 0.1000 กรัม ถ่ายแร่ที่ซึ่งได้ลงสู่เบ้านิกเกิลขนาด 30.0 มล. เติมน้ำโซเดียมเปอร์ออกไซด์ (Na_2O_2) น้หนักประมาณ 1.50 กรัมลงไป และผสมสารทั้งสองจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำสารที่ได้ไปหลอมละลายโดยใช้ตะเกียงเบนเสนเป็นเวลานาน 10.0-20.0 นาที หลังจากนั้นทิ้งสารที่หลอมได้ในเบ้านิกเกิลให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่นที่ต้มให้ร้อนลงไป ในเบ้านิกเกิลที่ละน้อยจนกระทั่งสารที่อยู่ในเบ้านิกเกิลละลายออกมาจนหมด (อาจใช้ความร้อนช่วยบ้างเล็กน้อย ถ้าสารที่หลอมได้ในเบ้านิกเกิลละลายได้ช้า) กรองสารละลายที่ได้ซึ่งจะมีตะกอนอยู่ด้วยลงไป ในเบ้ากรองแก้วเบอร์ 3 ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น จนกระทั่งสารละลายที่ผ่านออกมาจากเบ้ากรองแก้วใสไม่มีสี นำสารละลายที่กรองได้ทั้งหมด ซึ่งมีสีเหลืองของโครเมต-ไอออน (CrO_4^{2-}) ไปทำให้มี pH ประมาณ 1.0 ด้วยสารละลายของ 6.0 M ของกรดซัลฟิวริก และเจือจางสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายของ 0.10 M ของกรดซัลฟิวริกจนมีปริมาตรขนาด 250.0 มล. ในขวดปริมาตร นำสารละลายที่ได้ไปสกัดด้วยคลอโรเบนซีน และนำสารละลายที่สกัดได้ไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงและค่าความเข้มข้นของการเปล่งคลื่นแสงตามวิธีที่กล่าวแล้วข้างต้น ส่วนตะกอนที่กรองได้ในเบ้ากรองแก้วซึ่งควรจะเป็นตะกอนของเหล็กอย่างเดียวเท่านั้นให้นำไปทดสอบดูว่าการหลอมแร่โครไมต์สมบูรณ์หรือไม่ โดยหยด

กรดเกลือเข้มข้นลงไปในเบ้ากรอง แก้วที่มีตะกอนของเหล็กอยู่ด้วย ถ้าตะกอนที่มีอยู่ในเบ้ากรองแก้ว ละลายหมด แสดงว่าการหลอมละลายแร่โครไมต์สมบูรณ์ ถ้าหากยังมีตะกอนที่มีสีคล้ายคลึงกับแร่โครไมต์หลงเหลืออยู่ในเบ้ากรองแก้ว ต้องทำการหลอมละลายแร่โครไมต์ใหม่ และทำการทดลองซ้ำๆ ตั้งแต่ต้น

สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ในการย่อยสลายแร่โครไมต์ด้วย โซเดียมเปอร์ออกไซด์คือ:



ส่วนการเตรียมกราฟมาตรฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์นั้น ได้ใช้สารละลายมาตรฐานของไดโครเมตไอออนที่มีช่วงความเข้มข้นเท่ากับ 0-250 ไมโครกรัมของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำและใช้วิธีสกัดตามที่กล่าวแล้วข้างต้น

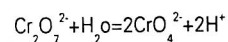
ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวสกัด ซึ่งมีสารประเภทแอลกอฮอล์ คีโตน เอสเทอร์ อีเทอร์ ตลอดจนตัวทำละลายจำพวกอะโรมาติกและคลอรีเนเตดไฮโดรคาร์บอน โดยใช้วิธีดังกล่าวข้างต้น พบว่าตัวทำละลายอินทรีย์ที่ให้ค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงสูงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น คลอโรเบนซีน ออโร-ไดคลอโรเบนซีน ไดคลอโรมีเทน 1,2-ไดคลอโรอีเทน และคลอโรฟอร์ม แต่เมื่อนำสารละลายที่สกัดได้ไปวัดค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงปรากฏว่าคลอโรเบนซีนจะให้ผลการทดลองดีกว่าตัวทำละลายชนิดอื่นๆ กล่าวคือสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นและสกัดได้ในตัวทำละลายนี้จะมีเสถียร และให้ค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงสูง นอกจากนี้คลอโรเบนซีนยัง

ระเหยได้ช้าและมีราคาไม่แพงนัก จึงได้เลือกคลอโรเบนซีนเป็นตัวสกัดสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน สเปกตรของการดูดกลืนคลิ่นแสงและการเปล่งคลิ่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในคลอโรเบนซีนแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบเชิงซ้อนชนิดการถ่ายเทประจุ (charge-transfer complex) เนื่องจากไดโครเมตไอออนไม่แสดงปรากฏการณ์ของการเปล่งคลิ่นแสง แต่ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนจะแสดงปรากฏการณ์ของการเปล่งคลิ่นแสงเท่านั้น เพราะ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนจะมีลักษณะโครงสร้างที่แบนราบ (planar) และยึดกันแน่น (rigid) มากกว่าไดโครเมตไอออน ดังนั้นเมื่อสารประกอบเชิงซ้อนนี้มีการดูดกลืนพลังงานและเคลื่อนที่ไม่อยู่ที่สภาวะเร็ว และในขณะที่เกิดการคายพลังงานเพื่อกลับสู่สภาวะพื้น ไดโครเมตไอออนจะเป็นตัวปลดปล่อยพลังงานของการเปล่งคลิ่นแสงของ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน จึงเป็นสาเหตุทำให้ค่าความเข้มของทั้งการกระตุ้นคลิ่นแสงและการเปล่งคลิ่นแสงของสารละลายแบบคลิ่นในคลอโรเบนซีนมีค่าสูงกว่าของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน (รูปที่ 2)

สำหรับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในชั้นน้ำต่อการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนก่อนนำไปสกัดด้วยคลอโรเบนซีนพบว่าทั้งค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงและค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนจะมีค่าคงที่ในช่วง

ความเข้มข้น 0.5 ถึง 2.5 M ของกรดซัลฟิวริก แต่ถ้าสารละลายในชั้นน้ำก่อนการสกัดมีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น ค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงและค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้จะมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากบางส่วนของไดโครเมตไอออนถูกเปลี่ยนไปเป็นโครเมตไอออนดังสมการข้างล่างนี้ และยัง



พบว่าสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในคลอโรเบนซีนจะสลายตัวเร็ว ถ้ากรดซัลฟิวริกที่ใช้มีความเข้มข้นมากเกินไป นอกจากนี้ยังได้ลองเปลี่ยนชนิดของกรดที่ใช้ไม่ว่าจะเป็น กรดเกลือ กรดไนตริก กรดเปอร์คลอริก กรดฟอสฟอริก หรือกรดอินทรีย์บางชนิด เช่น กรดแอสติก กรดบิวทิลริก หรือกรดทาร์ทาริก พบว่ากรดดังกล่าวข้างต้นให้ผลการทดลองได้ไม่ดีเท่ากับเมื่อใช้กรดซัลฟิวริก ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเท่ากับ 1.0 M จำนวน 3.0 มล. ต่อปริมาตรของสารละลายในชั้นน้ำเท่ากับ 25.0 มล.

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาปริมาณของสารละลายของ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนที่เหมาะสม พบว่าควรใช้ 0.40% (w/v) ของสารละลาย 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์ จำนวน 5.0 มล. ต่อปริมาตรของสารละลายในชั้นน้ำทั้งหมดเท่ากับ 25.0 มล. และยังพบว่าลำดับของการผสมสารละลายแต่ละชนิดที่เข้าเกี่ยวข้องในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนนี้เข้าด้วยกัน จะไม่มีผลต่อทั้งค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงและค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ ซึ่งต่างจากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI)

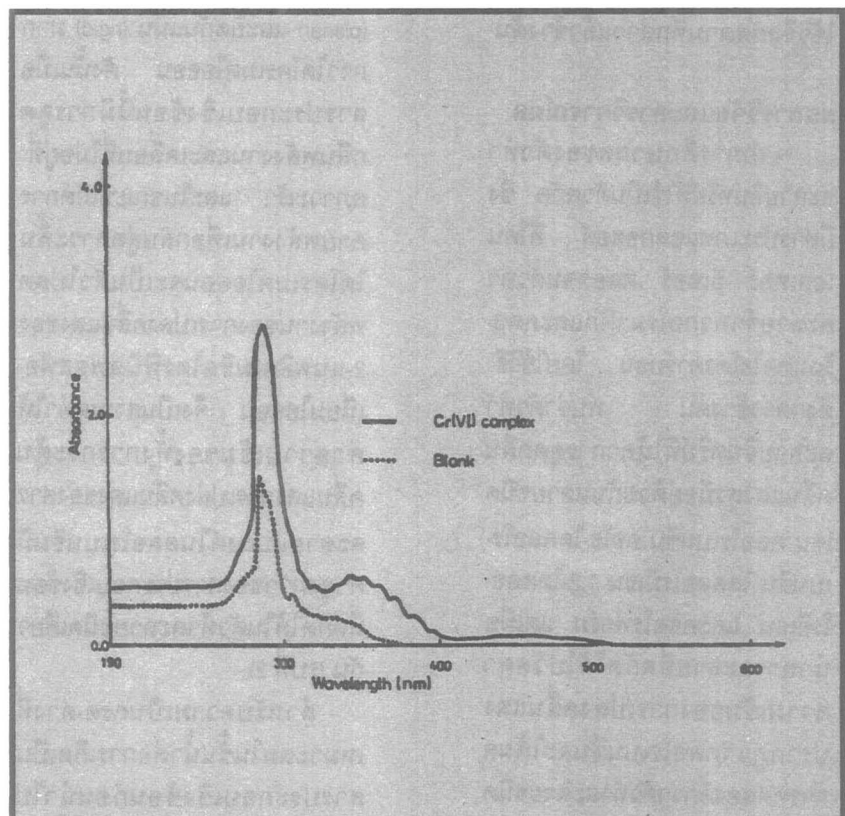
โดยใช้ฟีนอลคาร์บาไฮด์ (Marchart 1964) และสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนจะเกิดขึ้นทันทีในชั้นน้ำหลังจากผสมสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนนี้เข้าด้วยกัน และสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำจะเข้ามาอยู่ในชั้นคลอโรเบนซีนทันทีเมื่อเริ่มทำการสกัดด้วยคลอโรเบนซีน ดังนั้นจึงใช้เวลาในการสกัดเพียง 1.0 นาทีเท่านั้นและใช้ปริมาตรของคลอโรเบนซีนเพียง 10.0 มล. และทำการสกัดเพียงครั้งเดียวก็เป็นการเพียงพอที่จะสกัดเอาสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำเข้ามาอยู่ในชั้นคลอโรเบนซีน

ในการทดสอบดูว่าสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ จะมีความเสถียรได้นานพอที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในสารตัวอย่างที่สนใจได้หรือไม่ จึงได้ทำการวัดทั้งค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และค่าความเข้มข้นของการเปล่งคลื่นแสงของสารละลายที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีน ทั้งในสภาวะที่มีแสงสว่างมาก และในสภาวะที่มีแสงสว่างน้อยพบว่าถ้าในสภาวะที่มีแสงสว่างมาก ทั้งค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และค่าความเข้มข้นของการเปล่งคลื่นแสงของสารสกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนจะไม่เปลี่ยนแปลง ภายในเวลา 3.0 ชั่วโมง แต่ถ้าเป็นในสภาวะที่มีแสงสว่างน้อยๆ แล้ว จะพบว่าทั้งค่าการดูดกลืนคลื่นแสงและค่าของการเปล่งคลื่นแสงของสารที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนจะมีค่าเกือบคงที่ได้นานถึง 24.0 ชั่วโมง แสดงว่าสามารถใช้วิธีนี้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในสารตัวอย่างที่สนใจได้โดยทั่วไป

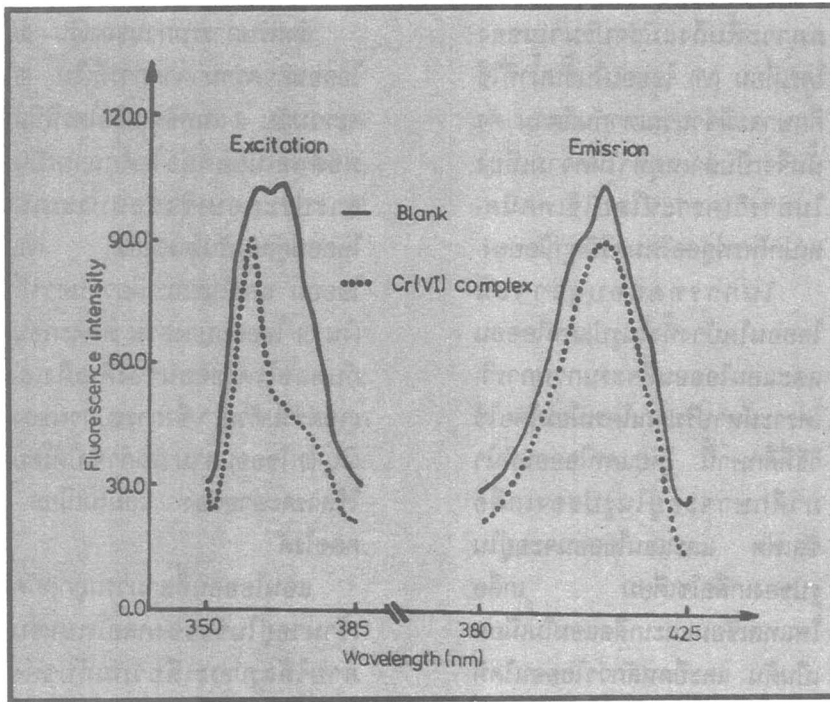
ในการวิเคราะห์หาอัตราส่วนโมลของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไดโครเมตไอออน และ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนนั้น ใช้ทั้งวิธี Job's method (Job 1928) และวิธี mole ratio method (Yoe and Jones 1944) พบว่าทั้งสองวิธีให้ผลการทดลองสอดคล้องกัน กล่าวคือสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ควรมีสสูตรเป็น $[(C_{29}H_{24}P_2^+ Cr_2O_7^{2-})]$ เมื่อ $C_{29}H_{24}P^+$ หมายถึง 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนและ $Cr_2O_7^{2-}$ หมายถึง ไดโครเมตไอออน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้

ในชั้นคลอโรเบนซีนกับค่าความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ความยาวคลื่น 346.5 นาโนเมตร พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเชื่อตามกฎของเบียร์ (Beer's law) ในช่วงของความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำเท่ากับ 0-550 ไมโครกรัมต่อปริมาตรของสารละลายในชั้นน้ำเท่ากับ 25.0 มล. โดยมีค่าโมลาร์ แอปซอร์บติวิตี (molar absorptivity) เท่ากับ 7.05×10^3 ลิตรต่อโมลต่อเซนติเมตร ซึ่งจะพบว่าค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าโมลาร์ แอปซอร์บติวิตีของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโครเมียม (VI) ไอออน กับ 1-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออน (Burns



รูปที่ 1 สเปกตราของการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายของสารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียม (VI) และของสารละลายแบลนด์ที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีน



รูปที่ 2 สเปกตรัมของการเปลี่ยนแปลงและการกระตุ้นคลิ่นแสงของสารละลายของสารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียม (VI) และของสารละลายแบบลงค์ที่สกัดในชั้นคลอโรเบนซีน

and Kheawpintong 1985) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่าสารทั้งสองซึ่งเป็นไอโซเมอร์กัน (ต่างกันเฉพาะตำแหน่งของกลุ่มเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน ที่เกาะอยู่กับกลุ่มของแอนพริลเท่านั้น) สามารถรวมกับไดโครเมตไอออนกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ และมีค่าความไวใกล้เคียงกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อย่างเป็นอิสระของกลุ่มแอนพริลไม่มีผลต่อการจัดตัวของอิเล็กตรอนของกลุ่มไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนได้ เพราะมีกลุ่มของเมธิลกันอยู่ตรงกลาง ระหว่างกลุ่มของแอนพริลและกลุ่มของไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนั้น พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สารประกอบเชิงซ้อน ระหว่างไดโครเมตไอออน กับ 2-แอนพริล-เมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน และสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 1-แอนพริล-เมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน

ที่ดูดกลืนเข้าไปจึงมีค่าเกือบเท่ากัน นอกจากนี้ ยังพบว่าค่าคงที่ของการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แอนพริล-เมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนมีค่าเท่ากับ 3.01×10^3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แอนพริล-เมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนมีค่าไม่สูงนัก ดังที่ทราบมาแล้วว่าแรงที่ยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนทั้งสองนี้เข้าไว้ด้วยกันจะมีค่าไม่สูงมากนัก เนื่องจากไอออนทั้งสองที่มารวมตัวกันด้วยพันธะประเภทนี้จะยึดกันอยู่ด้วยแรงคูลอมบิก (coulombic force) โดยที่ไอออนบวกจะจับกับไอออนลบและมีการสะท้อนของประจุเกิดขึ้น ดังนั้นถ้ามีไอออนอื่นๆ อาจเป็นไอออนบวกหรือไอออนลบก็ได้ที่สามารถเกิดพันธะกับไอออนใดไอออนหนึ่งในไอออนของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แอนพริล-เมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออน

ได้ และถ้าพันธะของสารประกอบหรือสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นใหม่นี้มีความเสถียรมากกว่าพันธะของสารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียม (VI) ที่เกิดขึ้นเดิมได้ จะทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียม (VI) ที่ถูกสกัดเข้าไปอยู่ในชั้นคลอโรเบนซีนละลายตัวได้

ในทำนองเดียวกันพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสง กับค่าความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆกันของสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนจะเชื่อตามกฎของเบียร์ในช่วงของความเข้มข้นของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำเท่ากับ 0-250 ไมโครกรัม

สำหรับ ค่าดีเทคชันลิมิต (detection limit) หรือค่าความเข้มข้นต่ำสุดของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีที่ศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 1.20 และ 2.00 ไมโครกรัม สำหรับการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรีและเทคนิคสเปกโทรฟลูออโรเมตรีตามลำดับ

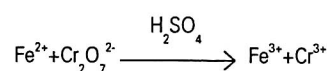
ในการหาความแม่นยำ (precision) ของผลการทดลองโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (coefficient of variation) จากผลการทดลองที่ได้ทั้งค่าการดูดกลืนคลิ่นแสง และค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงของสารที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนที่มีปริมาณของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำเท่ากับ 400.0 ไมโครกรัม จำนวนทั้งหมด 5 ครั้ง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน ของการวัดค่าการดูดกลืนคลิ่นแสงจะมีค่าเท่ากับ $+ 0.07\%$ และค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผันของการวัดค่าความเข้มของการเปล่งคลิ่นแสงจะมีค่าเท่ากับ $\pm 1.10\%$ จากผลการคำนวณจะเห็นว่า ใน

การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคของสเปกโทรโฟโตเมตรีจะให้ค่าของความเที่ยงในการวิเคราะห์สูงกว่าเมื่อวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคของสเปกโทรฟลูออโรเมตรี ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเทคนิคของสเปกโทรโฟโตเมตรี จะเป็นการวัดค่าความแตกต่างของความเข้มของคลื่นแสงก่อนผ่านและหลังจากผ่านสารละลายที่ศึกษา ซึ่งความแตกต่างที่ได้จะมีค่าน้อยมาก ดังนั้นถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการวัดเพียงเล็กน้อยจะไม่สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้เลย ซึ่งจะต่างจากเทคนิคของสเปกโทรฟลูออโรเมตรีที่เป็นการวัดค่าความเข้มของคลื่นแสงที่สารละลายนั้นมีการเปล่งออกมาหลังจากที่สารละลายนั้นมีการดูดกลืนแสงเข้าไป ดังนั้นถ้าหากในการวัดค่าความเข้มของคลื่นแสงที่สารละลายนั้นเปล่งออกมา และในขณะเดียวกันถ้าสารละลายที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนแต่ละครั้ง มีการใช้พลังงานของคลื่นแสงที่สารละลายดูดกลืนเข้าไปในการเกิดกระบวนการดังกล่าวต่อไปนี้ เช่น กระบวนการก่อนการแตกตัว (pro-dissociation) กระบวนการแตกตัว (dissociation) กระบวนการรีแลกเซชัน (relaxation) กระบวนการถ่ายเทพลังงานภายในระบบ (internal conversion) กระบวนการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบ (external conversion) กระบวนการถ่ายเทพลังงานข้ามระบบ (intersystem crossing) และกระบวนการอื่นๆ อีก ในขณะที่สารนี้อยู่ที่สภาวะเร้า นอกจากนี้นี้ยังอาจเกิดขึ้นมาจากสิ่งเจือปนที่ปนอยู่ในคลอโรเบนซีนในแต่ละครั้งของการสกัดไม่เท่ากัน ทำให้ความเข้มของคลื่นแสงที่สารนั้นเปล่งออกมาไม่เท่ากัน เมื่อสารคายพลังงานเพื่อกลับมาอยู่ที่

สภาวะพื้นถึงแม้ว่าปริมาณของโครเมียม (VI) ไอออนในชั้นน้ำที่ใช้ศึกษาจะมีจำนวนเท่ากันก็ตาม ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ความเที่ยงในการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคสเปกโทรฟลูออโรเมตรีมีค่าน้อยลง

ในการทดสอบดูว่าจะมีไอออนใดบ้างทั้งในรูปแคทไอออนและแอนไอออนที่จะรบกวนการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมโดยใช้วิธีที่ศึกษานี้ โดยแคทไอออนที่นำมาศึกษาจะอยู่ในรูปของเกลือซัลเฟต และแอนไอออนจะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียม เกลือโพแทสเซียมและเกลือแอมโมเนียม เป็นต้น และยึดหลักว่าไอออนใดที่รบกวนการวิเคราะห์โดยใช้วิธีที่ได้ี้ นี้ ซึ่งให้ค่าความผิดพลาดของค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และค่าความเข้มของการเปล่งคลื่นแสงต่างไปจากค่าการดูดกลืนคลื่นแสง และค่าความเข้มของการเปล่งคลื่นแสงของสารละลายที่สกัดได้ที่มีแต่โครเมียม (VI) ไอออนอย่างเดียวมากกว่า $\pm 5.0\%$ แล้วให้ถือว่าไอออนนั้นๆจะรบกวนการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมโดยใช้วิธีที่ได้ี้ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1

จากตารางจะเห็นได้ว่าแคทไอออนที่รบกวนการวิเคราะห์ได้แก่ เหล็ก (II) และเงิน (II) การที่เหล็ก (II) รบกวนการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) เพราะเหล็ก (II) สามารถรีดิวซ์ไดโครเมตไอออนได้ดังสมการ

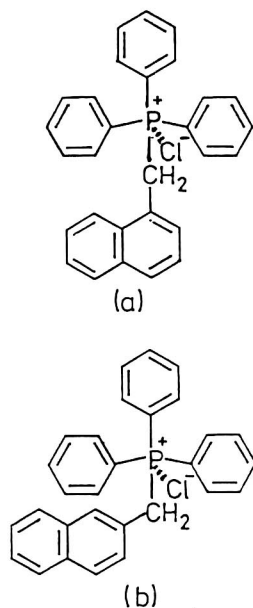


ทำให้มีปริมาณของไดโครเมตไอออนในสารละลายน้อยลงไป แต่จะมีปริมาณของโครเมียม (III) เกิดขึ้นและโครเมียม (III) จะไม่เกิดปฏิกิริยากับซีเลตติ้งเอเจนต์ตัวนี้

สำหรับการรบกวนของเงิน (II) ไอออนคาดว่ามาจากกรณีที่เงิน (II) จะรวมกับ 2-แนพธิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่แข่งกับโครเมียม (VI) ไอออน และในขณะเดียวกันอาจมีเงิน (II) ไอออนบางส่วน ตกตะกอนกับคลอไรด์ไอออนของซีเลตติ้งเอเจนต์ร่วมด้วย ซึ่งการรบกวนของเงิน (II) ไอออนสามารถกำจัดได้โดยใช้สารละลายของ แอมโมเนียม - คลอไรด์

แอนไอออนที่สามารถถูกสกัดเข้ามาอยู่ในชั้นของคลอโรเบนซีนภายใต้สภาวะเดียวกันกับของโครเมียม (VI) ไอออนและจะรบกวนการวิเคราะห์ได้ถ้ามีไอออนนั้นๆ ปนอยู่เป็นจำนวนมาก แอนไอออนเหล่านั้นได้แก่ โมลิบเดต โครเมต ไธโอซัลเฟต เปอร์มังกานेट และไฮโอเดต นอกจากนี้ยังมีแอนไอออนอีกประเภทหนึ่งที่จะรบกวนการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม (VI) ไอออนได้เช่นกัน โดยจะรบกวนเฉพาะค่าความเข้มของการเปล่งคลื่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียม (VI) ที่สกัดได้เท่านั้น ไอออนประเภทนี้คือ โบรไมด์ ซีเตรต แอซีเตต และเปอร์ซัลเฟต เป็นต้น

สำหรับสารตัวอย่างที่เลือกใช้ในการทดสอบวิธีที่ศึกษานี้ได้แก่แร่โครไมต์ที่มีในประเทศไทย แร่โครไมต์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากเหมืองแร่ทางภาคใต้ของประเทศไทย (จังหวัดนราธิวาส) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และจากกรมทรัพยากรธรณี โดยแร่ที่ได้จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมทรัพยากรธรณีเป็นแร่ที่อยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย (จังหวัดอุดรดิตถ์) แร่ทั้งหมดนี้ได้ผ่านการ



รูปที่ 3 โครงสร้างของ 2-ฟีนิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์ (a) และ 2-ฟีนิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์ (b)

บดจากกรรมทรัพยากรธรณีและผ่านการแยกขนาดจากเครื่องแยกขนาดสารของการท่าเรือแห่งประเทศไทย สำหรับตัวอย่างแร่ที่ได้นั้นได้ผ่านการทำความสะอาดโดยการล้างแร่ (leaching) มาขั้นตอนหนึ่งแล้ว เนื่องจากแร่โครไมต์ชนิดนี้มีจำนวนน้อยมากจึงได้ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเท่านั้น ซึ่งในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในแร่โครไมต์ที่มีอยู่ในประเทศไทยตามวิธีที่ได้ศึกษา ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 2 จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าปริมาณโครเมียมที่วิเคราะห์โดยวิธีที่ศึกษา จะมีค่าสอดคล้องกับผลที่ได้เมื่อวิเคราะห์โดยวิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโทรเมตรี (ตารางที่ 3) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ผลการทดลองจากศูนย์เครื่องมือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า เป็นไปตามที่คาดไว้ กล่าวคือ

สามารถใช้ 2-ฟีนิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์เป็นคัลเลคเตอร์ในการรวมกับไดโครเมตไอออน กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ และใช้คลอโรเบนซีนซึ่งเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่รวมเป็นชั้นเดียวกับน้ำเป็นตัวสกัดนอกเหนือจากการใช้สารตัวนี้ในการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีทางเคมีอินทรีย์เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า

สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นเมื่อนำไปละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ที่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ เช่น ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (dimethylformamide) ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethylsulphoxide) เป็นต้นจะเกิดการสลายตัวได้เร็วมาก ดังนั้นการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำสำหรับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-ฟีนิลเมธิลไดร-

ตารางที่ 1 ผลของไอออนต่างๆ ที่รบกวนการวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียม(VI) ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนของ 2-ฟีนิลเมธิลไดรฟีนิลฟอสฟอเนียม-ไดโครเมตในชั้นคลอโรเบนซีน

ไอออน*	อัตราส่วน (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)	การเปลี่ยนแปลงค่า การดูดกลืนคลื่นแสง (%)	การเปลี่ยนแปลง ค่าความเข้มข้นของ การเปล่งคลื่นแสง (%)
Ag ⁺	200:1	- 33.0	- 16.0
	200:1**	-	-
Fe ²⁺	200:1	- 93.0	+100.0
	200:1***	-	-
acetate	200:1	-	- 20.0
Br ⁻	200:1	-	- 39.0
Citrate	200:1	-	+ 51.0
CrO ₄ ²⁻	200:1	+ 273.0	- 100.0
IO ₃ ⁻	200:1	+ 66.0	- 92.0
MnO ₄ ⁻	200:1	+ 86.0	- 90.0
	200:1****	-	-
MoO ₄ ²⁻	200:1	- 40.0	- 32.0
SCN ⁻	200:1	+ 95.0	- 54.0
	200:1*****	-	-
S ₂ O ₃ ²⁻	200:1	+ 207.0	- 86.0
S ₂ O ₈ ²⁻	200:1	-	- 48.0

หมายเหตุ

- 1.* หมายถึงไอออนใดที่รบกวนทั้งค่าการดูดกลืนคลื่นแสงและค่าความเข้มข้นของการเปล่งคลื่นแสงของสารละลายที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีนที่มีเฉพาะโครเมียม (VI) ไอออนอย่างเดียวไม่เกิน $\pm 5\%$ จะไม่แสดงไว้ในที่นี้
- 2.** หมายถึงกำจัดได้โดยใช้สารละลายของแอมโมเนียมคลอไรด์
- 3.*** หมายถึงกำจัดได้โดยใช้สารละลายของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- 4.**** หมายถึงกำจัดได้โดยใช้สารละลายของโซเดียมอะไซด์
- 5.***** หมายถึงกำจัดได้โดยใช้สารละลายของเงินซัลเฟต

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียมในแร่โครไมต์ที่มีในประเทศไทยโดยการสกัดในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ ระหว่างไดโครเมตไอออนกับ 2-แนพทิลเมธิลไดรฟีนิล-ฟอสโฟเนียมไอออนด้วยคลอโรเบนซีน

ตัวอย่างที่	ปริมาณที่พบ (%)		
	วิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ สเปกโทรเมตรี *	วิธีที่ศึกษา **	
		เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรี	เทคนิคสเปกโทรฟลูออโรเมตรี
1	42.65	41.56 ± 0.10	40.63 ± 0.18
2	42.84	41.55 ± 0.10	42.15 ± 0.19
3	24.13	22.78 ± 0.21	24.08 ± 0.26

หมายเหตุ * หมายถึงทำการทดลองเพียงครั้งเดียว

** หมายถึงทำการทดลอง 4 ครั้ง โดยมีระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล (Confidential limit) เท่ากับ 90%

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุต่างๆ ในแร่โครไมต์ที่มีในประเทศไทยโดยวิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ สเปกโทรเมตรี

ตัวอย่างที่*	ปริมาณของธาตุที่พบ** (%)									
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	NiO	ZnO
1	7.70	3.69	8.93	0.35	0.10	0.03	62.33	16.39	0.20	0.24
2	7.32	2.00	9.46	0.03	0.09	0.02	62.62	18.24	0.17	0.06
3	12.62	9.09	24.95	0.01	0.04	0.05	35.27	17.76	0.29	0.02

หมายเหตุ * ตัวอย่างที่ 4 มีธาตุทุกตัวเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1-3 แต่ไม่ได้วิเคราะห์เชิงปริมาณ เนื่องจากตัวอย่างแร่ชนิดนี้มีน้อย

** หมายถึงวิเคราะห์ในรูปของออกไซด์

ฟีนิลฟอสโฟเนียมไอออนที่เกิดขึ้นในชั้นน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในชั้นน้ำ ก่อนการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ชนิดของกรดและปริมาณของกรดที่เหมาะสม ความเข้มข้นของคีเลติงเอเจนต์ อัตราส่วนของปริมาตรของ

ชั้นน้ำต่อปริมาตรของชั้นตัวทำละลายอินทรีย์ เวลาที่ใช้ในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนในชั้นน้ำ และเวลาที่ใช้ในการสกัดสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ในชั้นน้ำ ให้เข้ามาอยู่ในชั้นของคลอโรเบนซีน ตลอดจนลำดับของการผสมสารแต่ละชนิดเข้าด้วยกัน สำหรับสารประกอบเชิงซ้อนที่สกัดได้ในชั้นคลอโรเบนซีน สามารถนำมาใช้ในการวิ-

เคราะห์หาปริมาณของโครเมียมในแร่โครไมต์ ที่มีในประเทศไทยได้อีกวิธีหนึ่งซึ่งสามารถกระทำได้ในเวลาไม่นานมากนักนับตั้งแต่เริ่มหลอมละลายแร่โครไมต์ จนกระทั่งทำการสกัดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียม ตลอดจนราคาที่ใช้ในการวิเคราะห์ก็ไม่แพงมากนัก และใช้ปริมาณของแร่โครไมต์น้อยมาก

นอกจากจะใช้วิธีที่วิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่จะวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียมในแร่โครไมต์ แล้วประโยชน์ทางอ้อมที่จะได้ก็คือทำให้ทราบชนิดของแร่โครไมต์ที่มีอยู่ในประเทศไทยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ให้ตรงกับชนิดของแร่โครไมต์นั้นๆ และยังใช้วิธีในการทดสอบขั้นพื้นฐานว่าบริเวณแหล่งแร่ที่สงสัยนั้นมีแร่โครไมต์หรือไม่ เพราะสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างไดโครเมตไอออน กับ สาร 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมไอออนในชั้นน้ำที่มีสถานะเป็นกรดจะมีลักษณะเป็นตะกอนสีส้มที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน และสามารถใช่วิธีนี้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียมที่ปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือในสาร

ตัวอย่างอื่นๆ ได้ทั้งคุณภาพวิเคราะห์และปริมาณวิเคราะห์ ภายหลังจากการเตรียมสารตัวอย่างที่สนใจเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถใช้ 2-แนพทิลเมธิลไตรฟีนิลฟอสฟอเนียมคลอไรด์ในการวิเคราะห์หาไอออนอื่นๆ ได้ เช่น เงิน (I) เปอร์คลอเรต คลอไรด์ และเปอร์มังกาเนต เป็นต้น เนื่องจากไอออนเหล่านี้สามารถรวมตัวกับสารตัวนี้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทไอออนคู่ได้ นอกเหนือจากการใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียม

ปัจจุบันจะพบว่าประเทศไทยยังไม่ได้ทำการสำรวจแหล่งแร่โครไมต์ตลอดจนการนำแร่ที่มีอยู่

มาใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมเท่าใดนัก ดังนั้นถ้ามีการสำรวจหาแหล่งแร่โครไมต์ตลอดจนวิเคราะห์หาปริมาณของโครเมียมออกไซด์ที่มีอยู่ในแร่โครไมต์นั้นๆ จะทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการที่จะนำแร่โครไมต์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมาใช้ประโยชน์ต่อไป เพื่อลดการนำเข้าซึ่งจะยังประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจในอนาคต

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเภทการวิจัยคณะซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

บรรณานุกรม

- Adam, J. and Pribil, R. 1971. *Talanta*. 18: 91.
- Bock, R. and Hummel, C. 1963. *Z. Anal. Chem.* 198: 176.
- Bock, R. and Jainz, J. 1963. *Z. Anal. Chem.* 198: 315.
- Bowd, A.J., Burns, D.T. and Fogg, A.G. 1969. *Talanta*. 16: 719
- Burns, D.T. and Kheawpintong, S. 1985. *Anal. Chim. Acta*. 177: 253
- Drafahl, G., Lorenz, D. and Schnitt, G. 1964. *J. Prakt. Chem.* 23: 143
- Fogg, A.G., Burgens, C. and Burns, D.T. 1971. *Talanta*. 18: 1175.
- Hala, J., Navratil, O. and Nechuta, V. 1966. *J. Inorg, Nucl. Chem.* 28: 553.
- H.M. Factory Inspectorate. 1967. Methods for the determination of toxic substances in air. *Chromic Acid Mist*. HMSO.
- Job, P. 1928. *Ann. Chim. (Paris)*. 9: 113.
- Khintibidze, L.S. and Supatashvili, G.D. 1982. *Izv. Akad. Nauk.Gruz. SSR. Ser. Khim.* 8: 96
- Marchart, H. 1964. *Anal. Chim. Acta*. 30: 11.
- Nriagu, J.O. and Nieboer, E. 1988. *Chromium in the Natural and Human Environments*. John Wiley and Sons, New York.
- Pyo, K.E. and Sang, K.Y. 1986. *Taehan Hwahakhoe Chi*. 30(5): 423.
- Rao, V.M. and Sastri, M.N. 1980. *Talanta*. 27:771
- Savichev, E.I., Iskhakova, E.I. and Flyazhnikova, L.F. 1962. *Zavod. Lab.* 28: 412.
- Wang, H. and Gong, G. 1983. *Fenxi Huaxue*. 11: 291.
- Yoe, J.H. and Jones, A.L. 1944. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 16: 111.
- Ziegler, M. and Pohl, K.D. 1964. *Z. Anal. Chem.* 204: 413.

ขอแสดงความยินดี
การจัดทำวารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ด้วยความปรารถนาดี

จาก



บริษัท เหมืองแร่ดินขาวเมืองงาว จำกัด
松 茂 有 限 公 司
MUANG NGAO KAOLIN MINING CO.,LTD.

3675 ถนนพระราม 4 เขตคลองเตย กทม. 10110 โทร. (02) 2593783-5 แฟกซ์: (02) 2593785
3675 RAMA 4 RD., KLONGTOEY, BANGKOK 10110 THAILAND. TEL: (02) 2593783-5 FAX: (02) 2593785

ไม้ใหญ่



ครั้งศตวรรษแล้วที่ไทยสงวนวานิช

ยืนหยัดสง่างามในธุรกิจเทคโนโลยี

ระบบควบคุมไฟฟ้าอุตสาหกรรมและคอมพิวเตอร์ครบวงจร

ต่อคำถามว่า อะไรคือเบื้องหลังความสำเร็จนี้

ทีมเวิร์คใช่หรือไม่..เราตอบว่าใช่

เพราะเราทำงานประสานกันราวใยใบไม้

ทุกใบที่แข็งแกร่ง

การขยายกิจการอย่างมีแผนใช้ไหม

..เราก็ตอบเช่นเดิมว่าถูกต้อง

เพราะเราวางแผนแม่นยำให้บริษัท

เติบโตอย่างมีระบบ

เช่นวงปีของต้นไม้

ที่ค่อยเพิ่มขึ้นทีละวงและท้ายสุด

ถามว่าเพราะบริการหรือเปล่า..

เราก็ตอบว่าแน่นอน

เพราะเรายึดมั่น

การรับผิดชอบต่อลูกค้าของเรา

เป็นปรัชญาการทำงานตั้งรากแก้วที่

หยั่งลึกเกาะแน่น

เราว่าการปลูกฝังทัศนคติทั้งสามข้อตั้งแต่วันแรกที่ก่อตั้งบริษัท

ได้ส่งผลให้วันนี้ ไทยสงวนวานิช ๒๕๔๙ และบริษัทในเครือ

กลายเป็นไม้ใหญ่ที่มั่นคง...ที่เราทุกคนภูมิใจ



๕๐ ปี ของ ความวางใจ

ความแกร่งทนคู่ความสง่างาม

DUFLO

สีนิปปอนเพนต์ ดูฟล่อง

อีกระดับความก้าวหน้าด้วยเทคโนโลยีแห่งสีจาก
นิปปอนเพนต์ แกร่ง ทนสมัย ใช้งานได้กับพื้นผิว
ทุกประเภท ทนทานทุกสภาวะการณ์ ให้สิ่งงดงาม
แวววาว ดูจุลโลหะ และไม่เป็นอันตรายต่อ
สภาพแวดล้อม สีนิปปอนเพนต์ ดูฟล่องจึงได้รับ
การยอมรับในวงการก่อสร้างและสถาปัตยกรรม
ชั้นนำระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ

สีนิปปอนเพนต์ ดูฟล่อง
สุดยอดเทคโนโลยีสี
เพื่ออาคารแห่งอนาคต

โครงการ : ธนาคารกรุงศรีอยุธยา สำนักงานใหญ่ ถนนพระราม 3



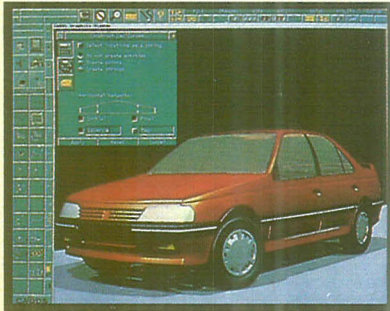
นิปปอนเพนต์ สร้างโลกสวยด้วยคุณภาพสี



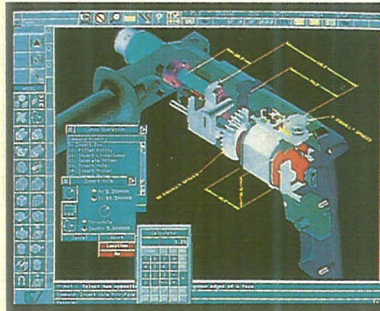
101 หมู่ 3 ซอยสุขสวัสดิ์ 76 ถนนสุขสวัสดิ์ บางจาก พระประแดง สมุทรปราการ 10130 โทร. 463-0032, 463-0116 แฟกซ์ : 4632214

ความสดชื่นมีจริง สิงห์เฟรช

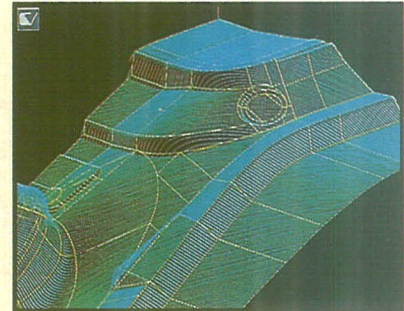




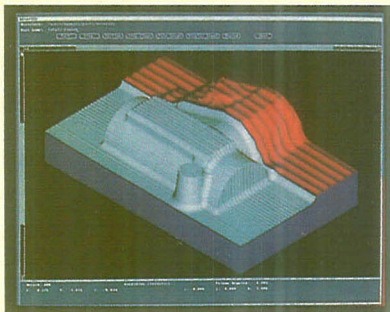
การสร้างภาพประกอบ ASSEMBLY DESIGN และการสร้างภาพ SHADE สี



PARAMETRIC DESIGN ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างได้อย่างง่ายดาย

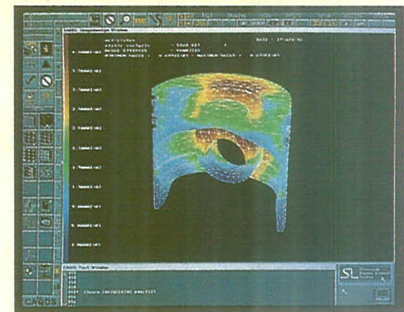


CVNC MODULE สร้าง TOOLPATH จาก HYBRID MODEL



CVNC VERIFIER จำลองการกัดชิ้นงานแบบ DYNAMIC แสดงเป็นภาพ SHADE

CA5DS



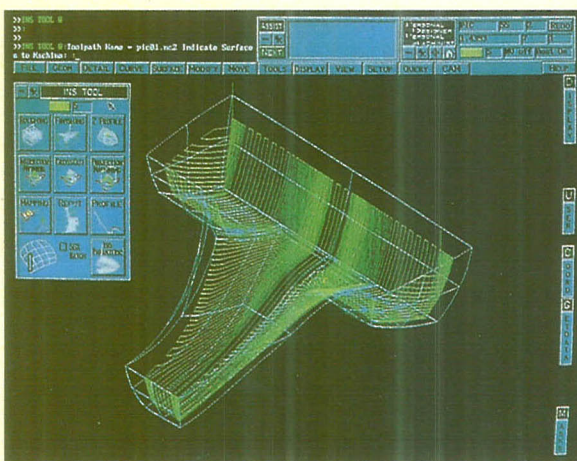
FINITE ELEMENT ANALYSIS

TOTAL SOLUTION FOR YOUR BUSINESS

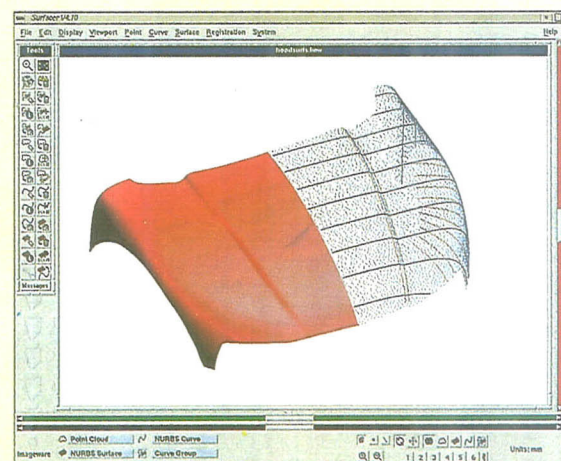


PERSONAL DESIGNER
PERSONAL MACHINIST

RE/RE PRO
SURFACER



PERSONAL DESIGNER & PERSONAL MACHINIST
CAD/CAM SOFTWARE บนระบบ PERSONAL COMPUTER



RE/RE PRO และ SURFACER สำหรับงานวิศวกรรมย้อนรอย
(REVERSE ENGINEERING) บนระบบ PC, WORKSTATION



CAD/CAM DEPARTMENT TEL: 678-0978 EXT.1370 FAX:678-0321
SOFTWARE CITY CO.,LTD 202 NANGLINCHEE RD. CHONGNONSEE,YANAWA BKK. 10120

บริษัท ไทยนครเพนท์ แอนด์ เคมี คอล จำกัด
22/6 หมู่ 11 ถนนสุขาภิบาล 3 แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กทม.
โทร. 5177862-3, 5180872, 9167714-19, 9167074-77

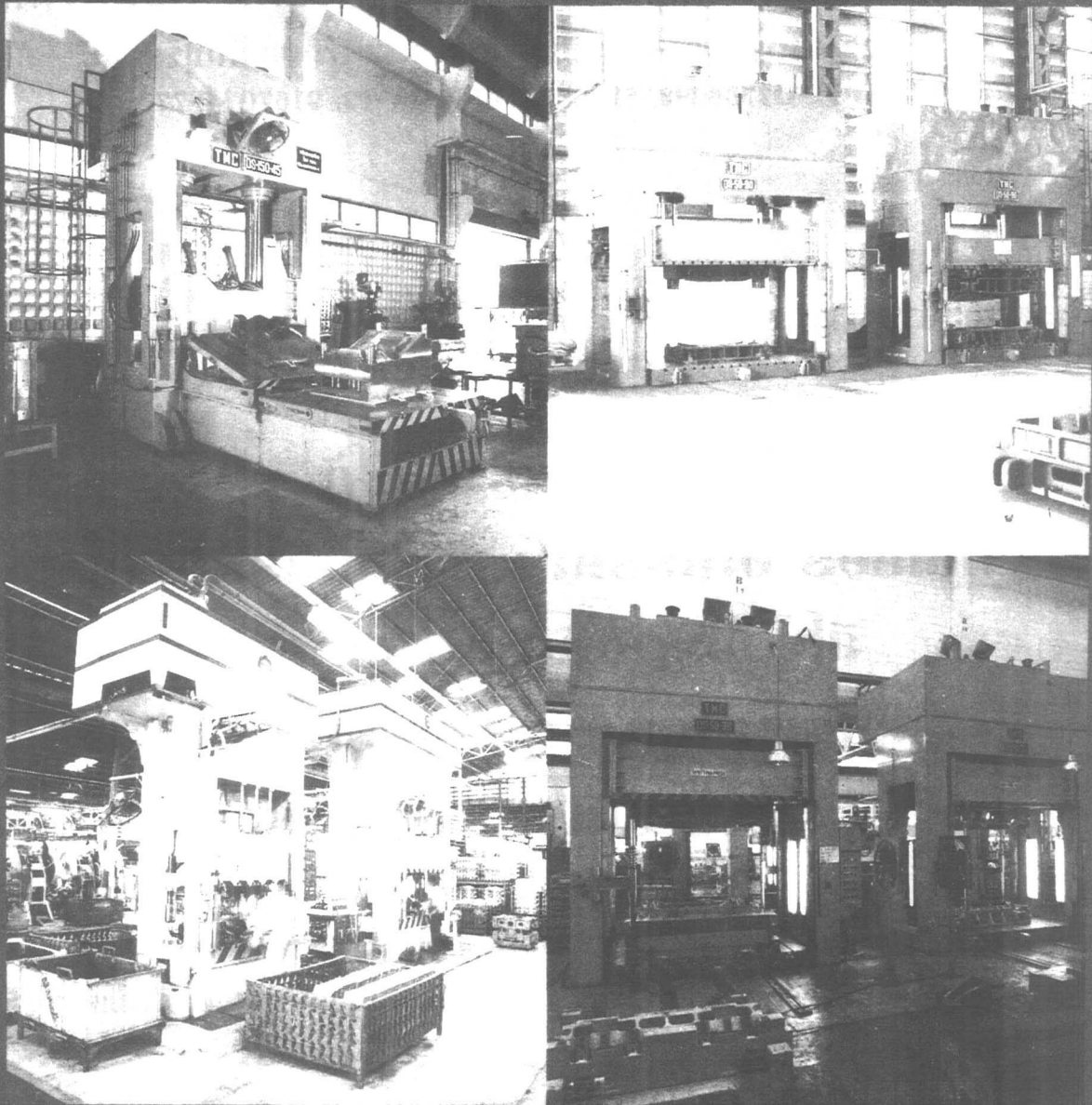
ผู้ผลิตและจำหน่าย :-

ทินเนอร์ ทรายเวลโก้
ทินเนอร์ อะครีติกสำหรับพ่นสีรถยนต์
สีโป้วพลาสติก ทรายปีเตอร์
สีโป้วพลาสติก ทรายฟอร์มูล่าวัน
สีโป้วพลาสติก ทรายไดนามิก

สีพ่นอุตสาหกรรมทุกชนิด สีพ่นรองพื้นแดงกันสนิม สีพ่นพื้นเทา
แล็กเกอร์เงาสำหรับงานไม้ แล็กเกอร์อะครีติก สำหรับเคลือบพื้นรถยนต์ ทรายปีเตอร์

น้ำยาลอกสี , ยาขัดหายาบ , ขาว , แดง
น้ำมันสน , น้ำมันชักแห้ง , แอลกอฮอล์
สีพ่นพื้น , อะครีติกเกาะเหล็ก , เขียว , เทา , ดำ

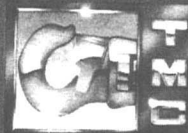
THE BEST HYDRAULIC PRESS



- HYDRAULIC DEEP DRAWN PRESS
- HYDRAULIC HOT PRESS
- DIE SPOTTING PRESS
- CLAPPER DIE SPOTTING PRESS
- HEMMING PRESS
- HORIZONTAL PRESS
- AND MANY OTHERS HYDRAULIC PRESSING TOOLS.



สินค้าคุณภาพไทยแท้
THAI MADE QUALITY PRODUCT



Office & Manufacturer
TMC INDUSTRIAL CO., LTD.
125/10 Moo 5, Bansuan
Cholburi 20000, Thailand
Tel: (038) 271933-4 Fax: (038) 271931

ลิ้มรส

อร่อยลิ้น



ราชาชูรส
ผงชูรสแท้



บริษัท ราชูรส จำกัด

อาคาร เค.เอส.แอล. ทาวเวอร์ ชั้น 20 เลขที่ 503 ถนนศรีอยุธยา แขวงพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400 โทร. 642-6210-19 โทรสาร 642-6220

ด้วยอภินันทนาการ

จาก

บริษัท ไอ พี เอ็ม ประเทศไทย จำกัด

388 ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท กทม. โทร. 273-4237

ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

อวดผิวสวย

ผิวสวยด้วยแป้งสมุนไพรจีนเกียนจิน ธนิตกล่องไต้บู้

ก็ผิวสวยอย่างนี้เป็นใครก็อยากอวด เกียนจิน แป้งสมุนไพรจีนชนิดกล่องไต้บู้ ช่วยดูแลความสะอาดให้ผิว สร้างความชุ่มชื้นให้ผิว พร้อมขัดผิวกายเพื่อขจัดเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพ ให้ผิวคุณสะอาด สวยเนียนน่าสัมผัส จนอยากรจะอวดสายตาใครต่อใคร

เกียนจินเพื่อผิวสวยเนียนด้วยคุณค่าสมุนไพรธรรมชาติปลอดภัยสำหรับผิวบอบบางของคุณ

เหมาะสำหรับทั้งหญิงและชายที่ต้องการผิวพรรณสะอาดเนียนนุ่มอย่างแท้จริง

เกียนจิน ผิวสวยสะอาดด้วยคุณค่าสมุนไพรธรรมชาติ

มีจำหน่ายตามห้างสรรพสินค้า ร้านค้าสหกรณ์ ร้านขายยา และร้านค้าทั่วไป
สนใจสั่งซื้อทางพัสดุเรียกเก็บเงินปลายทาง สั่งจ่ายในนาม หจก. พลายบุญลย์ 608/18-19 ซอยโรงเรียนกิ่งเพชร
ถนนบรรทัดทอง กรุงเทพฯ 10400 ขนาด 150 กรัม ราคา 120 บาท, ขนาด 30 กรัม ราคา 30 บาท



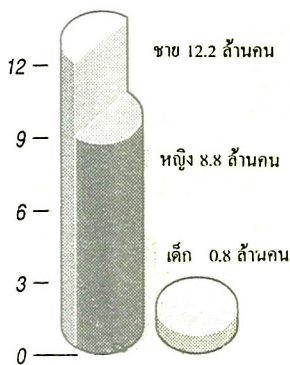
ยาเทคโน

ล่าสุดกับโรคเอดส์



หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับเชื้อ HIV และโรคเอดส์ (AIDS) ได้รายงานข้อมูลล่าสุด (กรกฎาคม 2539) พบว่า

จำนวนประชากรที่ติดเชื้อ HIV และโรคเอดส์

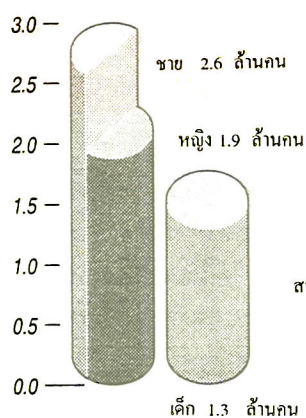


จำนวนผู้ติดเชื้อ HIV หรือเป็นโรคเอดส์ทั่วโลก มีประมาณ 21.8 ล้านคน แบ่งเป็นชายประมาณ 12.2 ล้านคน หญิงประมาณ 8.8 ล้านคน และเด็กประมาณ 0.8 ล้านคน

สำหรับผู้ที่เป็นโรคเอดส์มีประมาณ 1.4 ล้านคน ในทวีปต่างๆ ทั่วโลก แบ่งเป็น ในทวีปเอเชีย 2% ในทวีปอเมริกาเหนือ 49% (ประเทศสหรัฐอเมริกา 36% ในทวีปยุโรป 12% ในทวีปแอฟริกา 36% และพื้นที่อื่นๆ ประมาณ 1%

สำหรับผู้เสียชีวิตเนื่องจากการติดเชื้อ HIV และโรคเอดส์จนถึงปัจจุบัน มีประมาณ 5.8 ล้านคน

จำนวนประชากรที่เสียชีวิตเนื่องจากติดเชื้อ HIV และโรคเอดส์



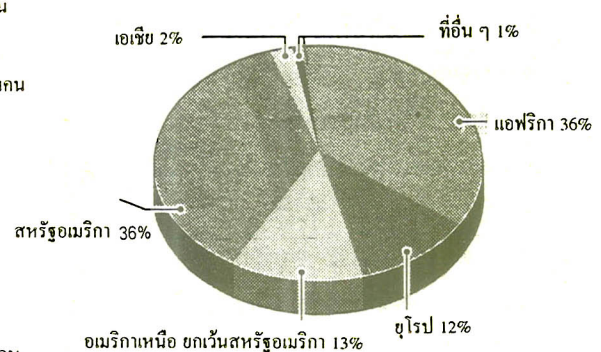
แบ่งเป็นชายประมาณ 2.6 ล้านคน หญิง ประมาณ 1.9 ล้านคนและเด็กประมาณ 1.3 ล้านคน

ข้อมูลดังกล่าวได้สรุปว่า คนส่วนใหญ่ติดเชื้อ HIV ในช่วงระหว่างอายุ 15-24 ปี และอาการของโรคเอดส์จะเริ่มแสดงออกในเวลาอีกประมาณ 12-13 ปีต่อมา

ดร. วรพจน์ สุนทรสุข

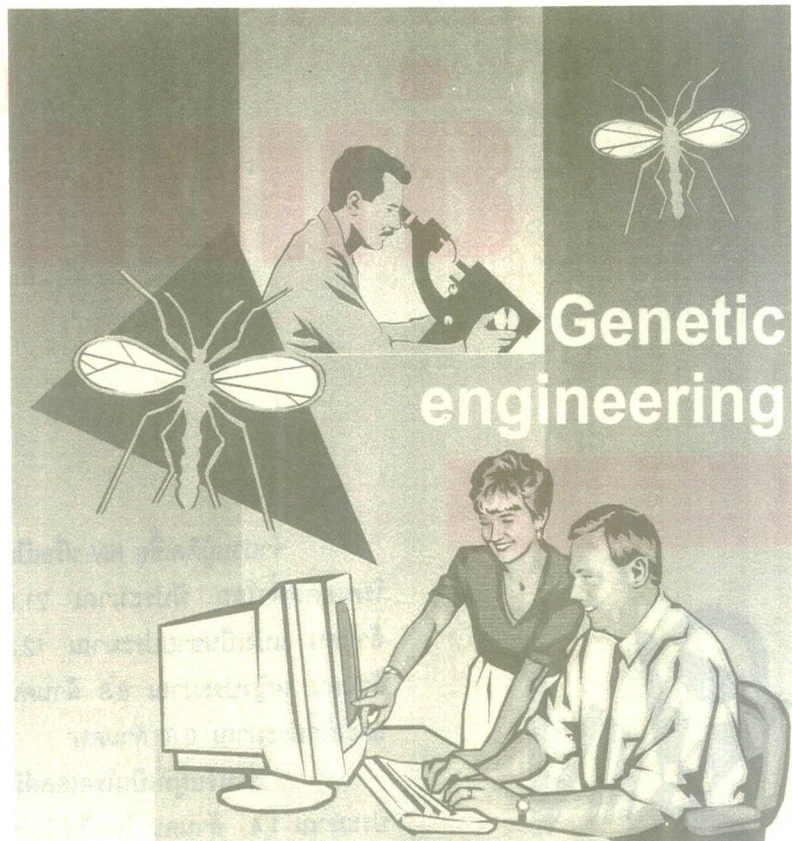


รายงานจำนวนผู้เป็นโรคเอดส์ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) จนถึงปัจจุบัน 1,393,649 คน



ยุงปราบมาลาเรีย

Bod Sinden และ Julian Crampton 2 ศาสตราจารย์ชาวอังกฤษ กำลังพยายามใช้วิธีการทางพันธุ - วิศวกรรม (genetic engineering) ในการ ปรับปรุงพันธุ์ยุง เพื่อป้องกันโรคมาลา - เรียซึ่งคร่าประชากรโลกประมาณ 2 ล้านชีวิตต่อปี วิธีการดังกล่าวทำโดย สอดใส่ยีนที่ผลิตโปรตีนชนิดหนึ่งในต่อม น้ำลายของยุง ทันทีที่ยุงกัดมนุษย์ ยุงสามารถปล่อยโปรตีนดังกล่าวที่อยู่ใน น้ำลายเพื่อทำหน้าที่เป็นวัคซีนป้องกัน โรคมาลาเรีย วิธีการนี้เปรียบเสมือน การใช้ยุงเป็นเครื่องมือฉีดวัคซีน และใน อนาคต ยุงชนิดใหม่จะเป็นพาหะ ป้องกันโรค แทนที่จะเป็นพาหะนำโรค



ดร. วรพจน์ สุนทรสุข

วิธีการใหม่ ในการกำจัดนิเกิล

โดยทั่วไปแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ชื่อ Citrobacter สามารถกำจัดธาตุ โลหะหนัก อาทิ แมงกานีส (manganese) ทองแดง (copper) และแคดเมียม (cadmium) ที่ปะปนในน้ำเสียได้ ไม่นานมานี้กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่ มหาวิทยาลัยเบอร์มิงแฮม (Birmingham) ในสหราชอาณาจักร (United Kingdom) ทำการศึกษาการใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ ดังกล่าวกำจัดโลหะหนักอีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ นิเกิล (nickel) ที่ปะปนในสารละลายโดยใช้สารประกอบประเภทยูเรเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (uranium hydrogen phosphate) ตรึงบนผนัง เซลล์ของแบคทีเรีย เมื่อเลี้ยงแบคทีเรีย

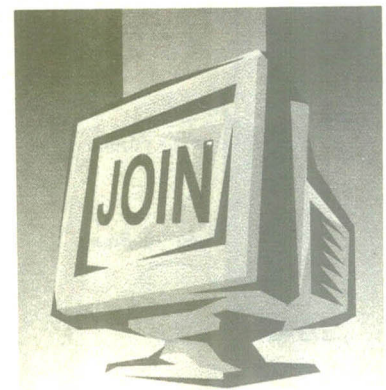
ชนิดนี้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีนิเกิลปนเปื้อน สารประกอบบนผนังเซลล์ดังกล่าวจะช่วยดูดซับนิเกิล มีผลให้ปริมาณของธาตุนั้นในอาหารเลี้ยง เชื้อลดลง

ดร. วรพจน์ สุนทรสุข

อินเทอร์เน็ต ช่วยตามหาญาติ

Jeraldine Jones สตรีเชื้อสายยิวซึ่งอาศัยอยู่ในเมืองซินีเยออสเตรเลีย ได้มีโอกาสติดตามหาญาติร่วมตระกูลที่สูญหายพลัดพรากกันไปนับแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต จนได้ข่าวคราวและพบปะกันในที่

สุด Jones ได้เข้าสู่ระบบ 500-strong bulletin board and association ที่เรียกว่า Jewish Ozzies' International Network (JOIN) เพื่อติดตามหาญาติของเธอ โดยที่ สมาชิกในกลุ่มนี้จะใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ในการติดต่อกันระหว่างหมู่ชาวยิวทั่วโลก



จากการที่ Jones ได้เข้าสู่เครือข่าย JOIN เธอจึงพบชื่อ "Gershenson" บนจอคอมพิวเตอร์ ทำให้เธอรู้สึกตื่นเต้น เพราะนั่นคือนามสกุลเดิมของคุณยายของเธอ ก่อนแต่งงาน Jones จึงติดต่อกับ Howard Gershen นักสืบค้นลำดับวงศ์ตระกูล ผู้มีเชื้อสายอเมริกัน-ยิว โดยผ่านทางเครือข่าย JOIN นี้ Jones แจ้งว่า เธอสนใจที่จะรู้เรื่องราวเกี่ยวกับนามสกุลดังกล่าว Gershen จึงได้ส่งข้อมูลรายละเอียดให้เธอทราบผ่านทาง E-mail พร้อมทั้งระบุรายชื่อบุคคลในตระกูล Gershen และตระกูล Gershenson ที่อพยพไปอยู่ ณ ส่วนต่างๆ ของโลก ภายใน 24 ชั่วโมง Jones ก็ได้รับ E-mail ตอบกลับมาจากญาติคนหนึ่งในกรุงเทลอาวีฟ ซึ่งติดตามหาเธอมาเป็นเวลา 40 ปี พวกเขาพลัดพรากกันนับแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 และต่างหากันไม่พบ เพราะญาติพี่น้องที่เป็นสตรี จะเปลี่ยนนามสกุลเมื่อแต่งงาน ทำให้ไม่ทราบเชื้อสายดั้งเดิม

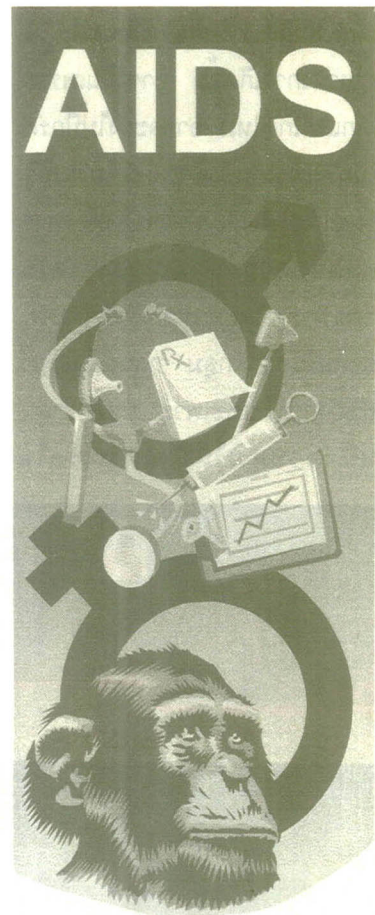
Jones ขึ้นชมระบบอินเทอร์เน็ต เป็นอย่างมาก ที่ทำให้เธอได้พบหรือได้ข่าวคราวจากญาติที่ยังมีชีวิตอยู่ นับเป็นร้อยละ 10 ของคน โดยไม่ต้องลงทุนอะไรมากมายเลย น้อยกว่าการส่งจดหมาย โทรศัพท์ หรือโทรสารเสียด้วยซ้ำ และยังได้รับข้อมูลข่าวสารและภาพที่ปรากฏในหน้าจออย่างรวดเร็วอีกด้วย

นี่เป็นตัวอย่างหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ต แม้จะมีบางคนมองว่าอินเทอร์เน็ตในอีกด้าน เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ใช้ในการโฆษณาชวนเชื่อ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่โลกได้ แต่อย่างน้อย กรณีนี้ก็พิสูจน์ให้เห็นถึงประโยชน์ของการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตที่กว้างไกลไร้พรมแดน ทำให้ญาติพี่น้องที่พลัดพรากจากกันเป็นเวลานานนับ 40 ปี ได้รับรู้ข่าวสารและพบปะกันโดยมิได้คาดหมายมาก่อน

นฤมล รื่นไวย



ไม่อยากเป็นเอดส์
ควรระวัง



คณะนักวิจัยทดลองเกี่ยวกับการกำเนิดโรคอื่นเนื่องมาจากรหัสพันธุกรรมแห่งสถาบัน Dana Faber Cancer Institute ในบอสตัน ได้ทำการทดลองกับลิงชิมแปนซี (chimpanzee) โดยการใส่เชื้อไวรัสเอดส์เข้าไปในปากลิง ซึ่งไม่มีผลภายในปาก พบว่าลิงเหล่านั้นติดเชื้อไวรัสเอดส์ได้ แม้ในปริมาณเล็กน้อย

การทดลองดังกล่าวนี้ ในเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพียงต้องการจะทราบถึงขั้นตอนในการที่เด็กทารกได้รับเชื้อเอดส์ว่าเป็นไปได้หรือไม่ ที่เด็กทารกจะกลืนเลือดที่ติดเชื้อเอดส์จากมารดาในระหว่าง

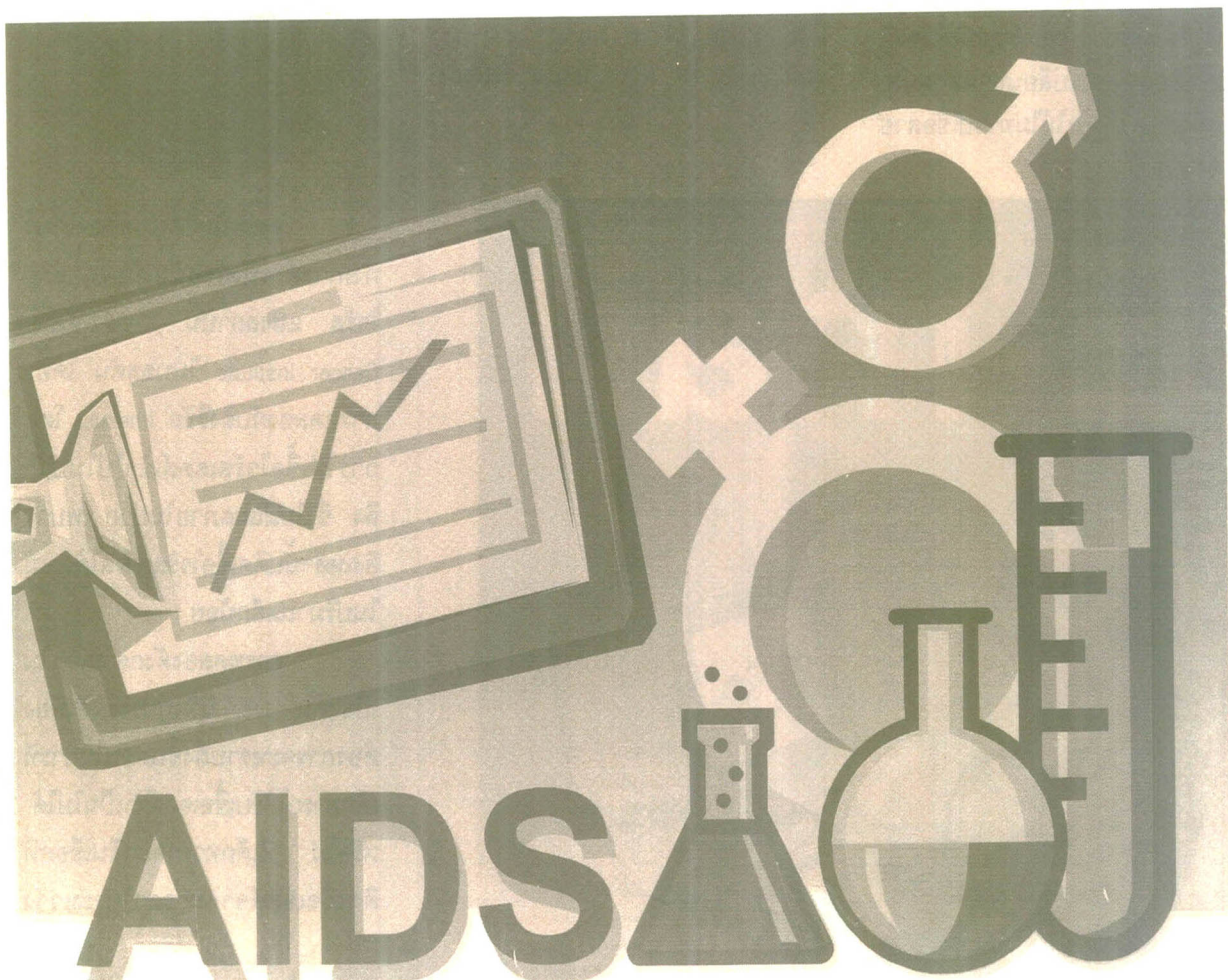
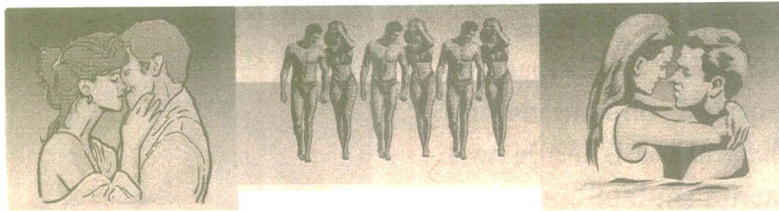
การคลอดออกมาจากครรภ์ เนื่อง
จากนักวิจัยสงสัยว่ากรดใน
กระเพาะ (stomach acids) อาจจะมี
ผลต่อการติดเชื้อไวรัสเอดส์ การที่
เด็กแรกเกิดได้รับเชื้อไวรัสเอดส์ ใน
ระหว่างการเกิดนั้น อาจเป็นเพราะ
เด็กแรกเกิดใหม่ อาจะยังไม่มีกรด
ในกระเพาะในช่วง 2-3 ชั่วโมงแรกๆ
ขณะเกิด ดังนั้น นักวิจัยจึงต้องการ
ทดสอบความสำคัญของกรดใน
กระเพาะ โดยการแบ่งลิงโตเต็มวัย
ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้ยา
ยับยั้งกรดในกระเพาะ ส่วนอีกกลุ่ม
หนึ่งควบคุมให้มีสภาพกรดใน

กระเพาะเป็นปกติ จากนั้นจึงใส่เชื้อ
ไวรัสเอดส์เข้าไปในลิงทั้ง 2 กลุ่ม
โดยทางปาก ผลปรากฏว่า ลิงใน
กลุ่มควบคุมที่มีกรดในกระเพาะเป็น
ปกติก็ติดเชื้อไวรัสเอดส์ด้วย ที่น่า
ตื่นเต้น คือ จากการทดลองกับลิง 7
ตัวนั้น ผลที่ออกมา มี ลิงถึง 6 ตัว ที่
ติดเชื้อไวรัสเอดส์ผ่านทางปาก

อย่างไรก็ตาม นักวิจัยมี
ความเห็นว่าการได้รับเชื้อไวรัส
เอดส์ โดยผ่านทางน้ำลาย ซึ่งเป็น
ปกติในชีวิตประจำวัน ไม่น่าจะทำ
ให้เกิดการติดเชื้อได้ เนื่องจากมี

ปริมาณเชื้อน้อยเกินไป รวมทั้งการ
ใช้ช้อนหรือแก้วน้ำร่วมกัน ก็ยังจัด
ว่าปลอดภัยอยู่ และนักวิจัยบางคน
ก็ให้ความเห็นว่า การทดลองนี้ยังไม่
สามารถสรุปผลแน่นอนออกมาได้
เพราะเป็นการศึกษาจากสัตว์เท่า
นั้น แต่บุคคลที่พึงระวังเป็นอันหนัก
ก็คือ กลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยง
สูง ได้แก่ กลุ่มที่นิยมเพศเดียวกัน
จะต้องตระหนักถึงอันตรายจากวิธี
การร่วมเพศทางปาก (oral sex)
เพราะผลการวิจัยหลาย ๆ รายได้
ระบุออกมาแล้วว่า สามารถติดเชื้อ
ไวรัสเอดส์ได้แน่นอน ไม่ใช่วิธีที่
ปลอดภัย 100% เหมือนที่เข้าใจกัน
เพียงแต่เป็นวิธีที่ปลอดภัยและเสี่ยง
น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ เท่านั้น

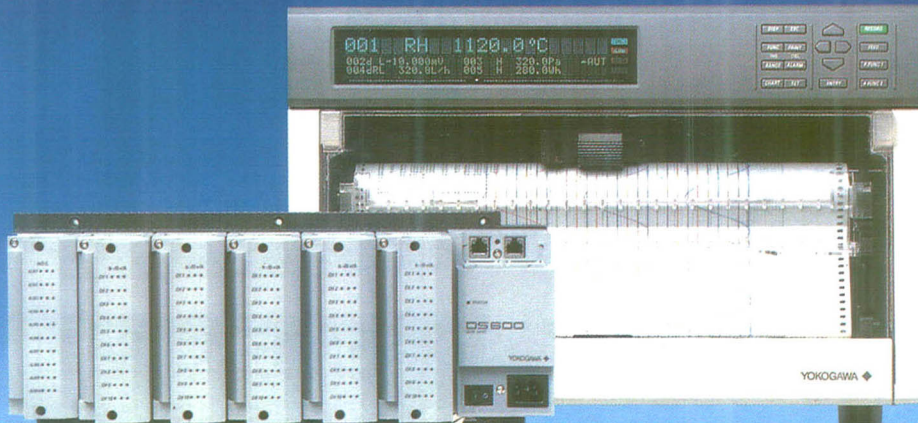
นฤมล รื่นไวย



Hybrid Recorder

DR230

DARWIN

A highly reliable, functional expert tool-ideal
for data acquisition and recording

สามารถวัดสัญญาณได้ตั้งแต่ 10 แชนแนล ถึง 300 แชนแนล และยังสามารถ
ติดตั้งเพิ่มได้ในภายหลัง

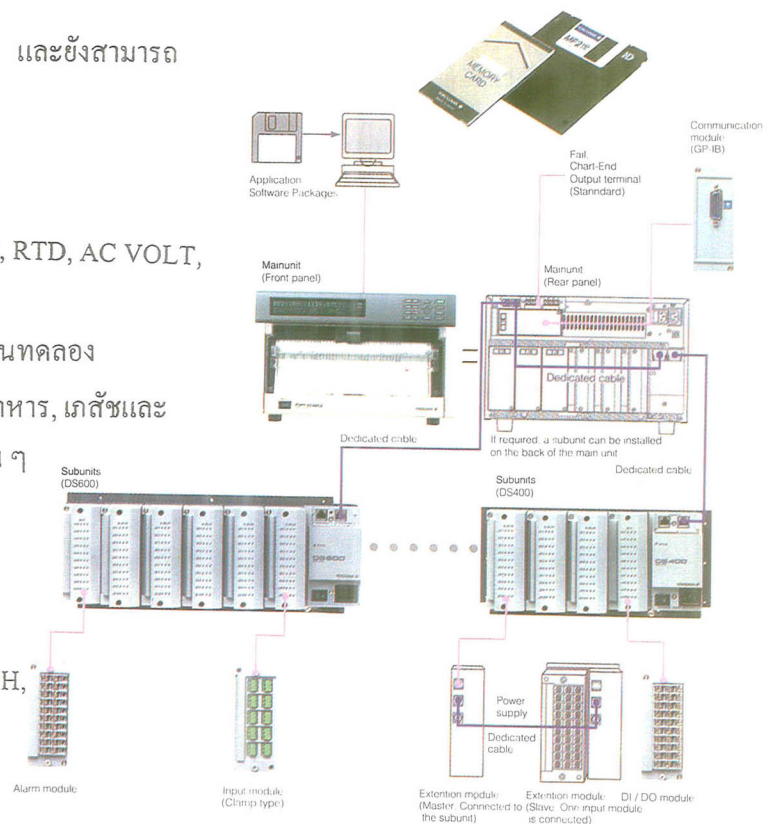
ความเร็วในการวัดสูงสุดถึง 300 แชนแนล / 0.5 วินาที

รับอินพุตได้หลายรูปแบบ (DC VOLT, THERMOCOUPLE, RTD, AC VOLT,
LOAD CELL และ PULSE)

มีฟังก์ชันการคำนวณทางคณิตศาสตร์เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับงานทดลอง
STERILIZATION PROCESS เช่น การวิจัยและพัฒนาด้านอาหาร, เภสัชและ
ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ, เทคโนโลยีชีวภาพ และอุตสาหกรรมอื่นๆ
อีกมาก

มี COMMUNICATION INTERFACE เพื่อเชื่อมต่อกับ
COMPUTER แบบ GP-IB, RS-232-C และ RS-422A/485

มี SOFTWARE ใช้สำหรับแสดงผล ได้ทั้งแบบ BAR GRAPH,
TREND และ DIGITAL และเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ใน
FORMAT ของ EXCELL, LOTUS และ ASCII



ยินดีให้คำปรึกษาโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ พร้อมติดต่อขอชมเครื่องจริงได้ที่

YOKOGAWA (THAILAND) LTD.

HEAD OFFICE : 12/1 Soi Ekamai 2 (Pasana 1) Ekamai Rd., Bangkok 10110 Tel: 3810071, 3911144, 7141320 Fax: 3813262-4

RAYONG OFFICE : 131/54-55 Moo 8 Sukhumvit Rd., Mab Ta Phut Rayong 21150 Tel: (038) 607161-3 Fax: (038) 607164

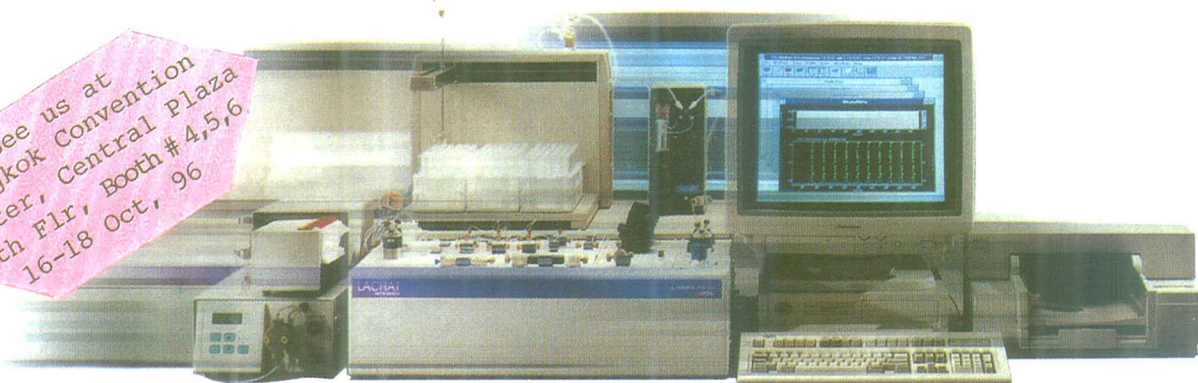


Internet
Yokogawa Electric WWW server:
<http://www.yokogawa.co.jp/>

Fast & Flexible

ENVIRONMENTAL ION CHROMATOGRAPHY

See us at
Bangkok Convention
Center, Central Plaza
4th Flr, Booth # 4,5,6
16-18 Oct, 96



Now chemically-suppressed ion chromatography is available on the QuikChem® 8000 Automated Ion Analyzer. You may choose IC alone or combine it with multi-channel FIA for maximum flexibility and productivity. ■ The complementary analytical techniques of IC and FIA run simultaneously and independently on the QuikChem 8000 sharing the use of several peripherals including the dilutor, sampler, sampling pump, electronics unit and data station. ■ The addition of FIA automates non-IC methods such as total Kjeldahl nitrogen, total phosphorus, cyanide, phenolics, alkalinity, hardness and many more.

For complete information on the QuikChem 8000 Automated Ion Analyzer for IC and FIA, call today.

The QuikChem IC allows you to run these popular methods:

- **USEPA Method 300A** to determine bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate in discharge and drinking waters
- **USEPA Method 300B** to determine bromate, chlorate and chlorite in drinking water
- **USEPA Method 218.6** to determine hexavalent chromium

LACHAT
INSTRUMENTS
division of Zellweger Analytics



THAI UNIQUE CO., LTD.

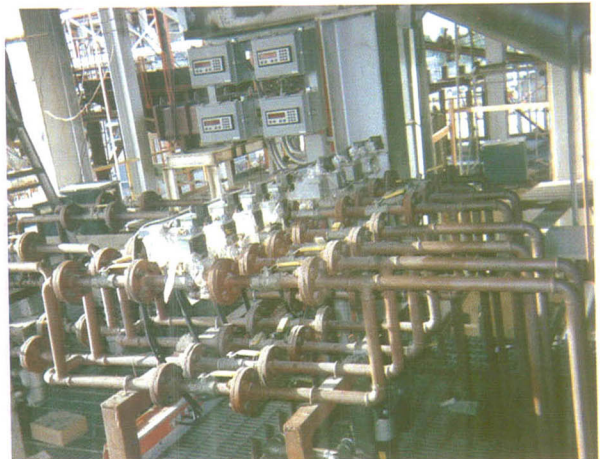
80-82 Pracharathipatai Rd., Bangkok 10200 Thailand.
Tel. 2801787, 2829749, 2821321, 2821327, 6290191-6
Fax : (662) 2801788



FACTORY, INDUSTRIES
INSTRUMENT CALIBRATOR



INSTALL ELECTRICAL EQUIPMENT 22 KV SUBSTATION



FURNACE FIRING OIL RIG SYSTEM



INSTALLATION OF INSTRUMENTATION

งานไฟฟ้า

= ระบบไฟฟ้ากำลังแรงสูง, แรงต่ำ อุตสาหกรรมอื่นๆ, อาคารสำนักงาน, เครื่องจักรกลทุกชนิด

งานท่อ

= งานติดตั้งเครื่องมือวัด และระบบไฟฟ้าควบคุมทั้งอิเล็กทรอนิกส์ และนิวแมติก (PLC)

งานเครื่องจักรกล

= ระบบท่อน้ำเย็น, ท่อดับเพลิง, ระบบน้ำทิ้ง, งานหุ้มฉนวน, งานวางท่อและเดินท่อต่างๆ

งานก่อสร้าง

= โรงงาน, คลังสินค้า, อาคารต่างๆ, สร้างถนน, ระบบระบายน้ำ, ระบบสุขาภิบาล, ประปา, การบำบัดน้ำเสีย

ดำเนินการ และควบคุมงาน **บริษัท เคนเทคโนโลยี แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด** โดยวิศวกร ผู้ชำนาญงานเฉพาะด้าน
KEN TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION CO., LTD.

กลิ่นคุณภาพ —> มาตรฐานโลก

ISO 9002 และ ISO/IEC GUIDE 25



นับเป็นความสำเร็จอีกก้าวหนึ่งของไทยออยล์กับการทุ่มเทเวลากว่า 30 ปีที่ผ่านมาในฐานะผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมรายใหญ่ของประเทศวันนี้... เราได้พัฒนาและยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ให้ทัดเทียมมาตรฐานโลก จนได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้เป็นโรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมแห่งแรกของประเทศ

ที่ได้ใบรับรอง มอก. ISO 9002 นอกจากนี้ยังเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบของเอกชนรายแรกในประเทศไทยที่ได้ใบรับรอง ISO/IEC GUIDE 25 อีกด้วย

ไทยออยล์ยังคงตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบอันสำคัญยิ่งในการรักษาและพัฒนามาตรฐานของเราให้ดียิ่งขึ้นเพื่อความมั่นคงของพลังงานไทย





FUNNY

• **พิมพ์ด้วย**

“พื้นที่” ๓๓๓ •

โทร. 5793352, 5791933

แฟกซ์ 5611933

ห้างหุ้นส่วนจำกัด พื้นที่ พับบลิชซิ่ง

FUNNY PUBLISHING LIMITED PARTNERSHIP

549/1 ซอยเสนานิคม 1 ถนนพหลโยธิน 32 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900



อภินันทนาการ

จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด สุขสวัสดิ์กิจการ

ผู้ผลิต

ชิ้นส่วนจักรยานยนต์ รถยนต์ HONDA

ด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัย

291 หมู่ 19 ซอยสุขสวัสดิ์ 39 ต.บางพึ่ง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130

☎ 4631700-1, 8170124-5 Fax : 4633541

ขอสนับสนุน วารสาร

“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”

เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

_____□_____

นายมหินทร ศาสตร์

ขอสนับสนุน วารสาร
“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”
เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์
ด้วยความปรารถนาดี
จาก

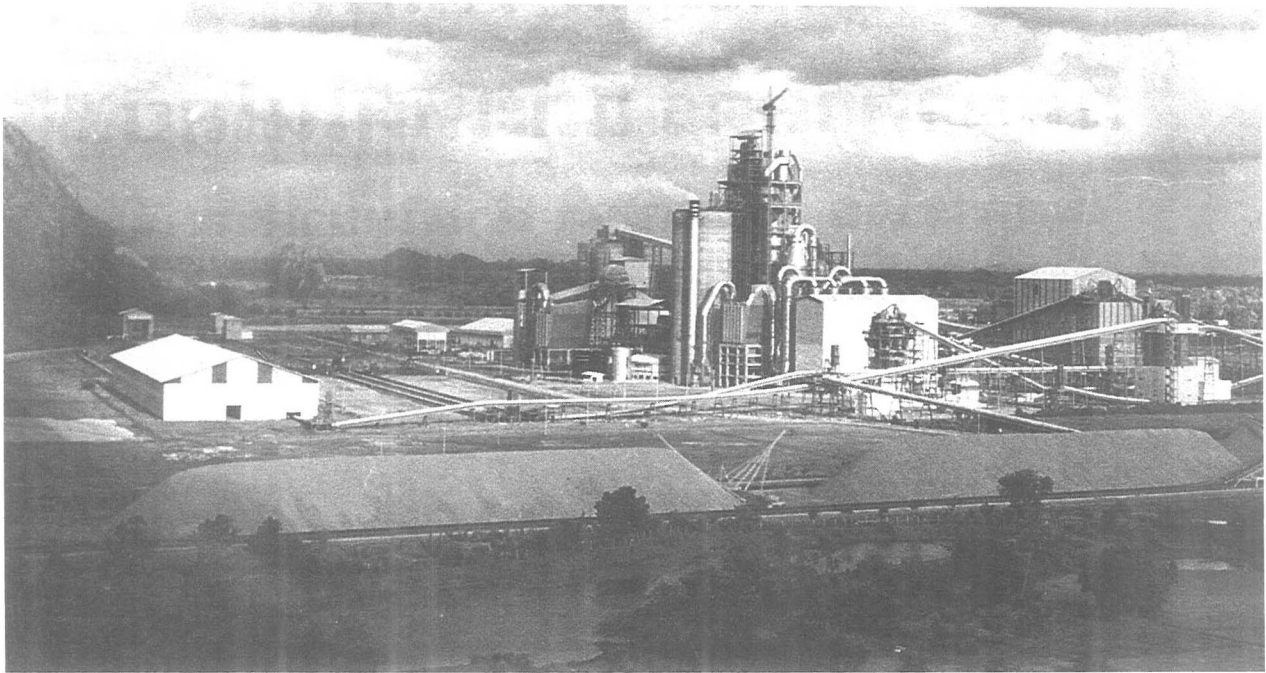
บริษัท สระหลวงก่อสร้าง จำกัด
180 ถนนเทศบาลรังรักษ์ใต้ ซอย 8 เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
☎ 589-5771

ขอแสดงความยินดี
การจัดทำวารสาร “ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ”
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี
จาก

บริษัท สยามสตีลซินดิเกต จำกัด
211 ถนนท้ายบ้าน อำเภอเมือง สมุทรปราการ

อู่ ก ห นั ง พ ลั ง ส ร้ า ง ไ ท ย



บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน)

23/115 ซอยศูนย์วิจัย (รอยัลซิดี อเวนิว) ถนนพระราม 9 เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320

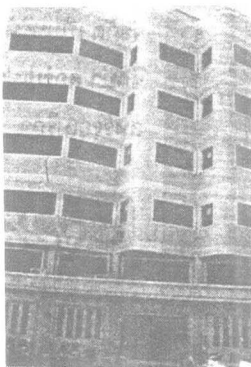
Ins : 641-5600, 641-5620 แฟกซ์ : 641-5680

ฝ่ายการตลาด Ins : 641-5640, 641-5660 แฟกซ์ : 641-5682-4



บริษัท ลิเบอร์ตี้ประกันภัย จำกัด LIBERTY INSURANCE CO., LTD.

บริการฉับไว สร้างความมั่นใจในครอบครัว



เราบริการรับประกัน

- ประกันอัคคีภัย
- ประกันภัยรถยนต์
- ประกันภัยทางทะเลและการขนส่ง
- ประกันภัยเบ็ดเตล็ด

1. อุบัติเหตุส่วนบุคคล
2. อุบัติเหตุการเดินทาง
3. การโจรกรรม
4. และอื่น ๆ

90/57-60 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

90/57-60 Patanakarn Road, Suanlaung, Prawet, Bangkok 10250

Tel. 322-3000-49 Fax: 321-7332

อธินันทนากการ

จาก

บริษัท วิ แอด จำกัด
VAD CO., LTD.

ดำเนินงานโดย :

ชัยฤทธิ์ ลิมปกาพันธุ์

รับทำป้ายโฆษณา....ทุกชนิด....

5/1947 ถนนสามัคคี ต.บางตลาด ปากเกร็ด นนทบุรี

☎ 503-6912, 980-0633 📞 01-924-7042

อธินันทนากการ

จาก

ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานยางชัยสุริยะ
CHAISURIYA RUBBER FACTORY LTD., PART.

ผลิตพื้นยางรองเท้า
SHOE SOLE & HEEL, RUBBER SHEET,
CUTTING BOARD

189 ถนนเทพารักษ์ กม. 21 ต.บางเสาธง

อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

189 TEPHARAK RD., BANGSAOTONG, BANGPHLEE

SAMUTPRAKARN, THAILAND 10540

☎ 3154155-8 FAX 3154159

อภินันทนาการ

จาก

สวัสดิ์ สุวรรณนที

ประธานสภาวัฒนธรรมจังหวัดนครปฐม
ประธานที่ปรึกษาหอการค้าจังหวัดนครปฐม
นายกสมาคมชาวนครปฐม

ประธานกรรมการ

- ☐ บริษัท สุวรรณนทีขนส่ง จำกัด
- ☐ บริษัท นทีบริการ
- ☐ บริษัท โรงแรมริเวอร์

225 หมู่ 1 ตำบลสนามจันทร์ อำเภอเมือง นครปฐม
☎ 034-242087, 255535

อภินันทนาการ

จาก

ประภาวรรณด้าไม้ PRAPAWAN GROUP

72 หมู่ 4 ถนนศรีนครินทร์ แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
72 Moo 4, Srinakarin Rd., Huamark, Bangkapi, Bangkok 10240

จำหน่ายอุปกรณ์ก่อสร้างทุกชนิด

91-93 ถนนศรีนครินทร์ แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
91-93 Srinakarin Rd., Huamark, Bangkapi, Bangkok 10240

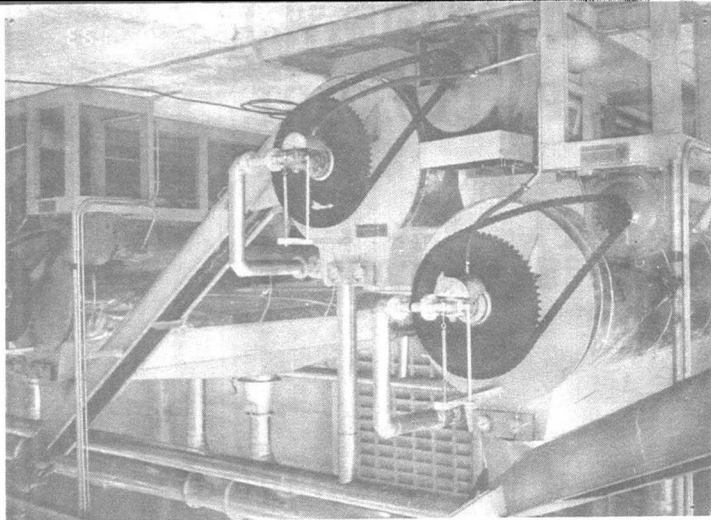
☎ 3794596, 3794562, 3794601, 7316694-5



หจก. ศิริพร การช่าง SIRIPORN MECHANICS LTD., PART.

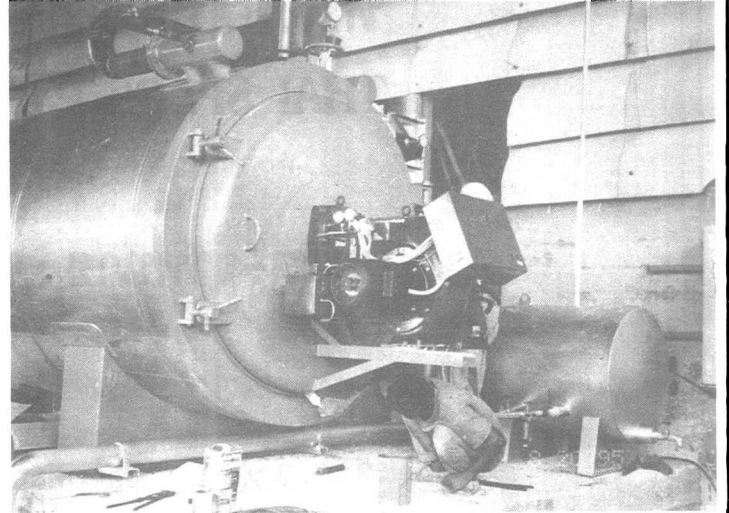
เลขที่ 253 ถนนพุทธรักษา ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280

☎ (02) 395-0722, 395-4684, 01-484-3115, 01-484-2668 FAX: 395-0722



เครื่องจักรผลิตปลาแป้น

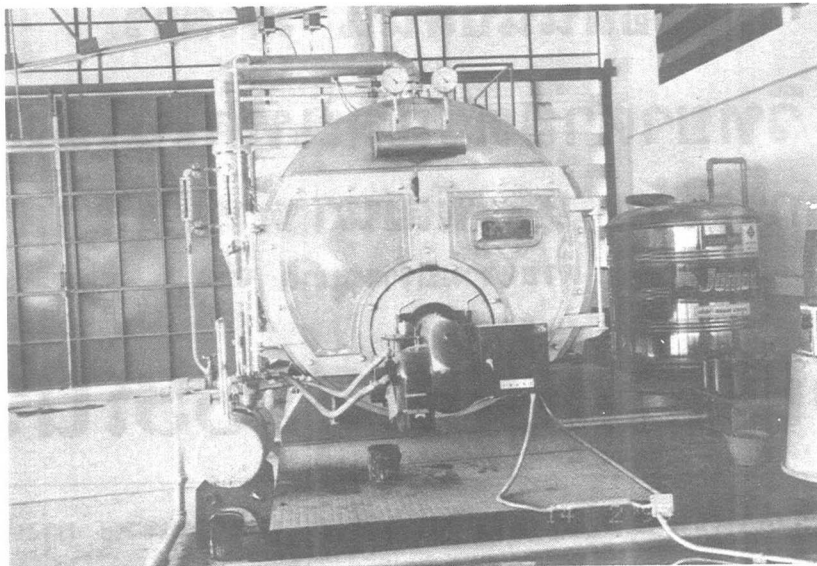
ระบบน้ำมันหมุนเวียน (Hot Oil)



เตาผลิตพลังงานความร้อน

ระบบน้ำมันหมุนเวียน (Hot Oil)

เครื่องจักร



ผลิตไอน้ำ

(BOILER)

- ★ รับประกอบติดตั้ง ซ่อมสร้างเครื่องกำเนิดไอน้ำ เตาต้ม (Boiler)
- ★ เครื่องจักร อุตสาหกรรมผลิตปลาแป้น ระบบไอน้ำ (Stream dry)
- ★ เครื่องจักร อุตสาหกรรมผลิตปลาแป้น ระบบน้ำมันหมุนเวียน (Hot Oil)
- ★ เครื่องจักรกลโรงงานอุตสาหกรรม และงานเหล็กทุกชนิด โดยช่างผู้ชำนาญงาน

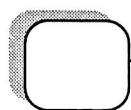
โปรดสอบถามรายละเอียดได้

อภินันทนาการ

จาก

ท.จ.ก. ไทยสเปร์พาร์ท (ที.เอส.พี.)
THAI SPARE PARTS (T.S.P.) LTD.,PART.

ผู้ผลิต-จำหน่าย : ปะเก็นเครื่องยนต์ทุกชนิด



210/3 หมู่ 10 ซอยกุศลสง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130

☎ (02) 393-8320, 748-4345, 748-4347 โทรสาร : 398-2550

ขอสนับสนุน วารสาร

“ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ”
เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์
ด้วยความปรารถนาดี จาก

โรงเรียนเปี่ยมสุวรรณวิทยา

609/1 ซอยเพชรเกษม 28 แขวงคูหาสวรรค์ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160

☎ 467-0521 แฟกซ์ 868-6403

เปิดสอบระดับ อนุบาล ~ ป.6

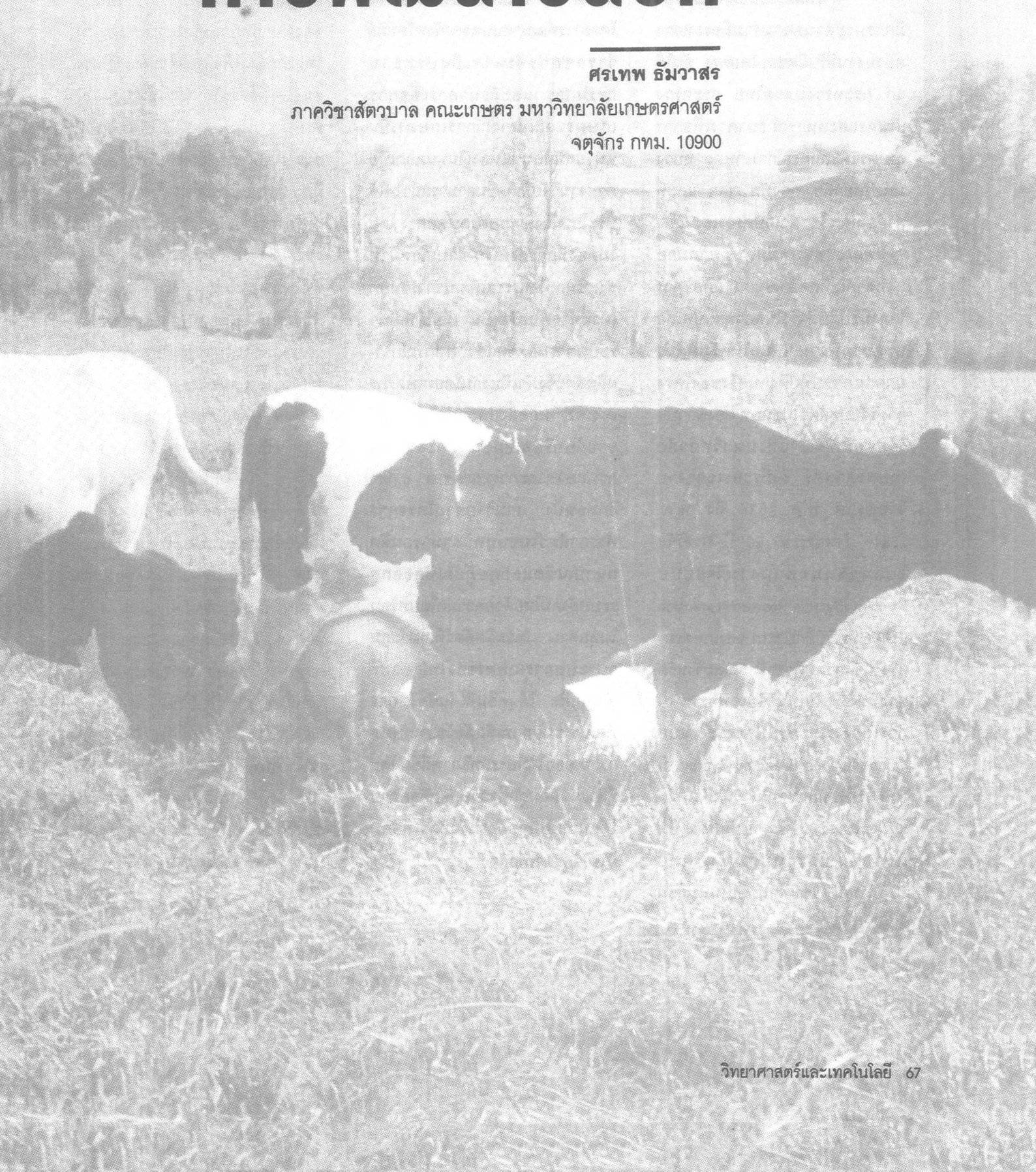
การผสมผสานการวิจัยปศุสัตว์

กับการพัฒนาชนบท

ศรเทพ ธัมวาส

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จตุจักร กทม. 10900



บทคัดย่อ

การพัฒนาชนบทจำเป็นต้องมีการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง อันได้แก่ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ทบวงมหาวิทยาลัย กองทัพ ฯลฯ และที่สำคัญที่สุดคือ ตัวเกษตรกรเอง แนวทางพัฒนาชนบทมีทฤษฎีมากมาย แต่ที่สำคัญที่สุดอีกเช่นกัน ก็คือ การได้ลงมือปฏิบัติจริงในสภาพชนบทไทย บทความที่นำมาเสนอในครั้งนี้ได้นำมาจากการปฏิบัติงานจริงของโครงการวิจัยปศุสัตว์ในชนบท ของสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีระยะเวลางานวิจัยตั้งแต่ พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2554 กำหนดนาน 20 ปี การวิจัยในแนวผสมผสานงานวิจัยแบบ Farming System Research/Extension (FSR/E) ที่ปฏิบัติกับระบบของเกษตรกรจริงในจังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดอ่างทอง โดยเน้นวิจัยเฉพาะระบบการเลี้ยง และปรับปรุงพันธุ์โคแบบ Open Nucleus Breeding System มีเกษตรกร นักวิชาการ นักส่งเสริม และนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาเป็นหน่วยพัฒนาระบบร่วมกัน โดยปฏิบัติงาน และพำนักอยู่ในหมู่บ้าน

ตลอด 24 ชั่วโมง ภายใต้กรอบของโครงการพัฒนาชนบทของจังหวัดที่มีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นประธานกรรมการ และมีธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรเป็นหน่วยสนับสนุนแหล่งเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ งานวิจัยที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ถึงตัวเกษตรกรโดยตรง โดยไม่ต้องมีการส่งเสริม ผ่านเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเหมือนระบบพัฒนาการชนบทเท่าที่ทำอยู่ในปัจจุบัน เมื่อได้พัฒนาระบบการผลิตขึ้นแล้ว สหกรณ์การผลิตรายย่อยซึ่งดำเนินงานโดยเกษตรกรเอง จะเริ่มก่อตั้งและดำเนินการค้าขายกับบริษัทเอกชน และสหกรณ์การเกษตรและการตลาดของ อ.ก.ส. อีกต่อหนึ่ง งานวิจัยจากโครงการพัฒนาสัตว์ในชนบทนี้สามารถผลิตหม่าพันธุ์ดีและดูสุขภาพดีออกสู่ระบบสังคมไทยด้วยความเพียบพร้อมในทุกด้าน โดยผลิตสัตว์ที่เหมาะสมกับระบบการเกษตรของไทย และที่สำคัญคือ ได้จุดยืนที่เด่นชัดในการพัฒนาระบบการผลิตสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยที่สิ่งแวดล้อมถูกทำลายน้อยที่สุดภายใต้แนวนโยบายการวิจัยสัตว์เพื่อคนมีชีวิตสัตว์เพื่อสัตว์

คำนำ

โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อ และโคนมในเขตร้อนชื้นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อและโคนมให้เหมาะสมกับระบบการเกษตรของไทย (2) สนับสนุนนโยบายของชาติในการผลิตโคที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรรายย่อย (3) เป็นแหล่งวิจัยและศึกษาระบบการผลิตโคเนื้อและโคนมของไทยของนักวิชาการภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรเพื่อนำมาซึ่งวิทยาการที่เหมาะสมกับการพัฒนาระบบการผลิตของเกษตรกรไทย และ (4) สนับสนุนระบบการสหกรณ์ผู้ผลิตโคเนื้อและโคนมทางด้านวิชาการ

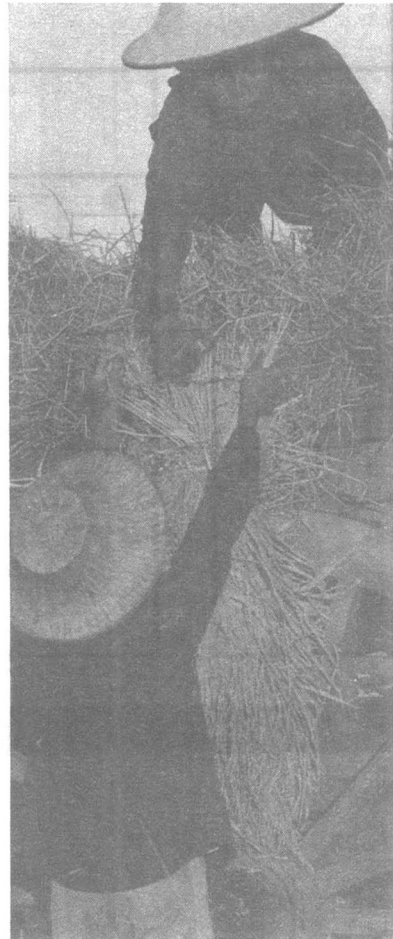
เนื่องจากโครงการวิจัยฯ

ได้ดำเนินงานต่อเนื่องจากโครงการเดิมที่ทำการปรับปรุงพันธุ์โคมานานกว่า 15 ปี ในความรับผิดชอบของสถานีวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โครงการฯ จึงได้เลือกจังหวัดอ่างทองและจังหวัดอุทัยธานีให้เป็นตัวแทนของสภาพพื้นที่ในการศึกษาวิจัยแทนสภาพพื้นที่ราบลุ่มมีแหล่งน้ำสมบูรณ์เปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่แห้งแล้งเป็นที่ดอนเพื่อจะได้นำผลการวิจัยมาประกอบในการวางแผนพัฒนาประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วิธีการวิจัย ใช้ระบบ

การวิจัยและพัฒนากาการผลิตโคเนื้อ และโคนมแบบมองการพัฒนางานวิจัยโดยดูการวิจัยจากระบบทั้งระบบ (hollistic approach) โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ตัวเกษตรกรผู้เลี้ยงโค มีกลุ่มผู้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาอำเภอละ 1 กลุ่ม ประกอบไปด้วย นักวิชาการ นักส่งเสริม และเกษตรกร ร่วมมือกันวิจัย และพัฒนาอยู่ในหมู่บ้านตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อรวบรวมข้อมูลปัญหาการผลิตของเกษตรกรได้แล้วจึงรายงานมายังหน่วยวิจัยกลางเพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดอันดับความสำคัญก่อนหลัง เพื่อนำเข้าเสนอเป็นโจทย์ในการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับปริญญาโทและปริญญาเอกต่อไป รูปที่ 1 แสดงระบบการวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสถาบันศึกษาระดับสูงกับหมู่บ้านโดยที่โครงการฯ ใช้เป็นรูปแบบหลักในการดำเนินงานวิจัย จากรูปจะพบว่า (1) เมื่อปัญหาได้เกิดขึ้นจากการผลิตโดยเกษตรกรและหากได้มีการจัดบันทึกและรวบรวมส่งเข้ามาเพื่อการวิเคราะห์แล้ว (2) รูปแบบการวิจัยและแนวทางแก้ปัญหาจึงได้ถูกนำมาดำเนินการวิจัยทั้งในสถานีวิจัยและในหมู่บ้าน จากนั้นจึงดำเนินการเพื่อ (3) วิจัยตามแผนการทดลองที่ถูกต้องเพื่อมิให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยใน (4) และเมื่อได้ผลสรุปดีแล้วจึงเกิดขึ้นตอนที่ (5) และ (6) เพื่อนำไปใช้ปฏิบัติในสภาพท้องที่เดิมโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายเทคโนโลยีไปทั่วประเทศ ส่วนระบบการวิจัยดังกล่าว



นี้จะมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรได้มีการพัฒนาขึ้นเป็นสหกรณ์ในอนาคต โดยมีการผลิตและการตลาดแบบครบวงจรแบบค่อยเป็นค่อยไปดังปรากฏในรูปที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระบบการผลิตและระบบการตลาดโดยเกษตรกรจัดการระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ มีโคเนื้อและโคนมที่มีคุณภาพดีกว่าเดิมแม้ว่าจะเลี้ยงในสภาพของเกษตรกรแบบเดิม ทั้งนี้จะต้องได้รับการสนับสนุนทางด้านวิชาการจากโครงการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแนวทางวิจัยที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพโคเนื้อและโคนมคือการ fit genotype ให้แก่ environment ไม่ใช่การ fit environment ให้แก่ genotype และเมื่อเกิดลูกโคที่มีคุณภาพแล้วกลุ่มเกษตรกร

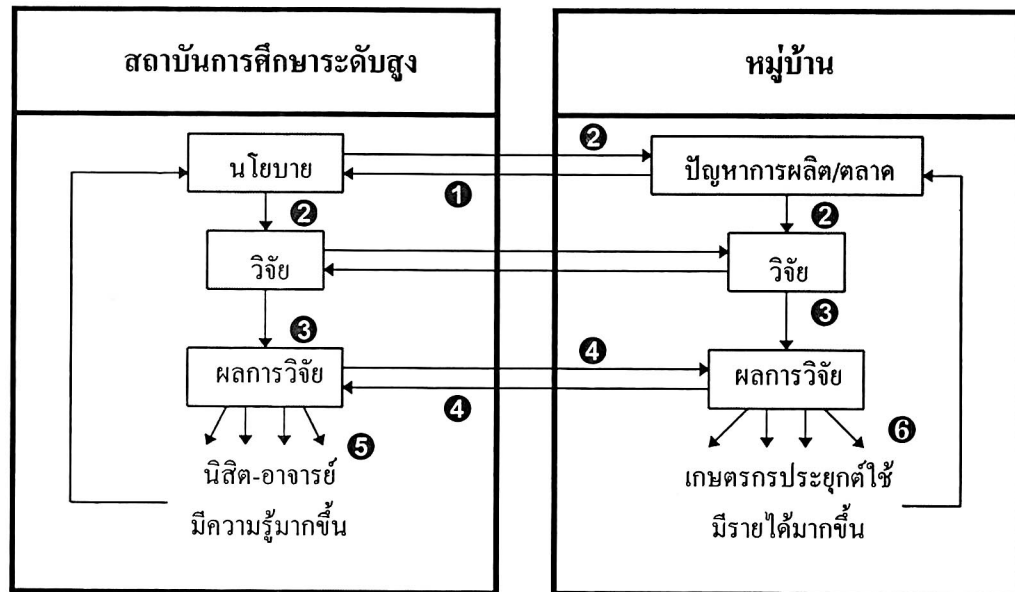
ที่ได้มีการรวมตัวกันแบบไม่เป็นทางการก็จะได้ดำเนินการค้าร่วมกับสหกรณ์การเกษตร และการตลาด ซึ่งจะได้ดำเนินการช่วยเหลือการดำเนินงานของเกษตรกรต่อไป ส่วนด้านการตลาดนั้นบริษัทเอกชนจะได้เข้ามารับโคเนื้อและโคนมที่มีคุณภาพเพื่อดำเนินการแปรรูปผ่านโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์และน้ำมันดิบเพื่อการจำหน่ายต่อไป เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จะทำให้การพัฒนาอาชีพของเกษตรกรก้าวหน้าขึ้นเรื่อยๆ และในที่สุดก็สามารถทำให้อาชีพการเลี้ยงโคของเกษตรกรเป็นอาชีพที่สามารถยึดเป็นอาชีพหลักทดแทนการทำนาทำไร่ทำสวนที่ไม่ได้ประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ก็สามารถผลิตนักวิชาการที่ไม่อิงทฤษฎีอย่างเดียว แต่สามารถเข้าใจความทุกข์ยากของเกษตรกรและระบบการผลิตของเกษตรกรไทยได้ลึกซึ้งถึงแก่นแท้ ย่อมทำให้การพัฒนาการเกษตรของชาติบรรลุผลได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิม

2. อุปกรณ์ในการวิจัย

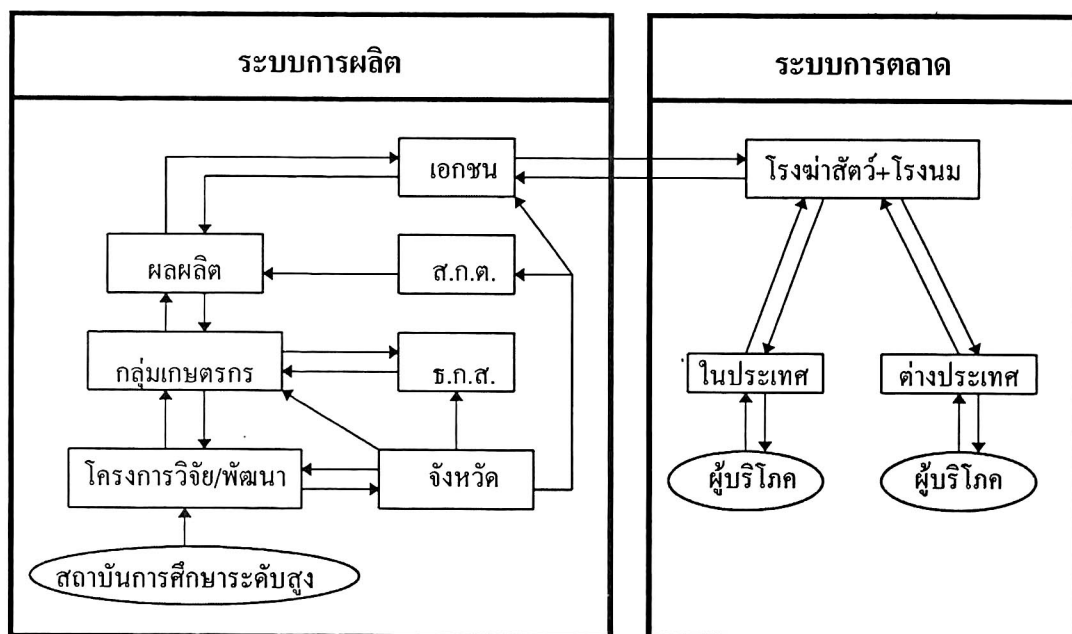
โครงการวิจัยฯ ใช้อุปกรณ์และครุภัณฑ์ที่จำเป็นได้แก่ จักรยานยนต์ เครื่องมือผสมเทียม น้ำเชื้อแช่แข็ง จากโคอเมริกันบราห์มัน ชิมเมนทอล และซาโรเลส คอมพิวเตอร์ขนาด 486 DX2/66 ที่มีความจำขนาดปานกลาง คอกโคเคลื่อนที่ เครื่องชั่งน้ำหนักโคแบบเคลื่อนที่ เครื่องตรวจท้องโค ฮอร์โมน เวชภัณฑ์ และวัสดุการเกษตรต่างๆ

3. นักวิจัยและนักวิชาการ

แต่ละจังหวัดจะมีนักวิชาการสัตวบาลจำนวน 4-5 คนประจำในแต่ละอำเภอโดยแยกเป็นอำเภอละ 1



รูปที่ 1. ระบบการวิจัยและพัฒนาแบบ holistic approach ในแนว FSR/E



รูปที่ 2. ระบบการผลิตและการตลาดและบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คน นอกจากนี้โครงการฯ ได้จัดให้มีนักวิจัย 2 คน นักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกทั้งสิ้นจำนวน 10 คน ทำการวิจัยหลายด้านอันประกอบไปด้วย ระบบฐานข้อมูลทางการเกษตรและการสร้างโปรแกรม สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของโค การปรับปรุงพันธุ์และพันธุกรรม การจัดการฟาร์ม การรักษาและสุขภาพโค อาหารสัตว์และการให้อาหาร เป็นต้น

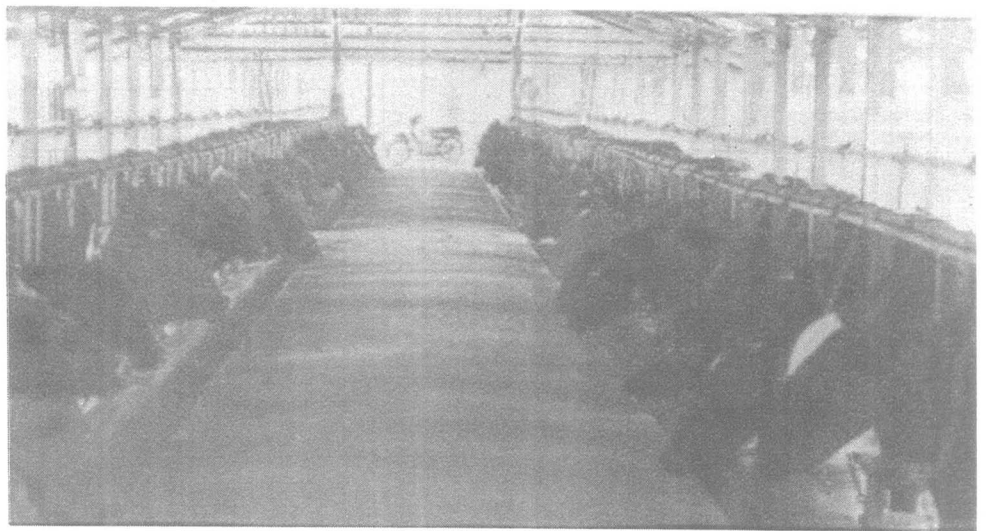
4. ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อและโคนมในเขตร้อนชื้นมีแผนการวิจัยเพื่อพัฒนาพันธุ์โคที่เหมาะสมกับระบบการเกษตรของไทย และช่วยพัฒนาอาชีพของเกษตรกรและพัฒนาเทคโนโลยีควบคู่กันไป โดยจะวิจัยนาน 20 ปี(พ.ศ.2534-2554)

ผลการทดลอง

ระหว่างการดำเนินการวิจัย ซึ่งครบ 5 ปี ในปี พ.ศ. 2538 ได้มีเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการพัฒนาอาชีพของเกษตรกร มากมาย ทั้งที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและไม่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังจะได้จำแนกผลการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) เกี่ยวกับผลงานวิจัย และ (2) ไม่เกี่ยวข้องกับผลงานวิจัย

ผลงานวิจัย เนื่องจากโครงการได้เน้นวิจัยเฉพาะกับโคเนื้อและโคนม จึงจะได้สรุปผลการวิจัยตามชนิดของสัตว์ดังนี้

1. โคเนื้อ โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อและโคนมในเขตร้อนชื้น เริ่มโครงการวิจัยด้วยโคในโครงการมากกว่า 2,000 ตัวในปี



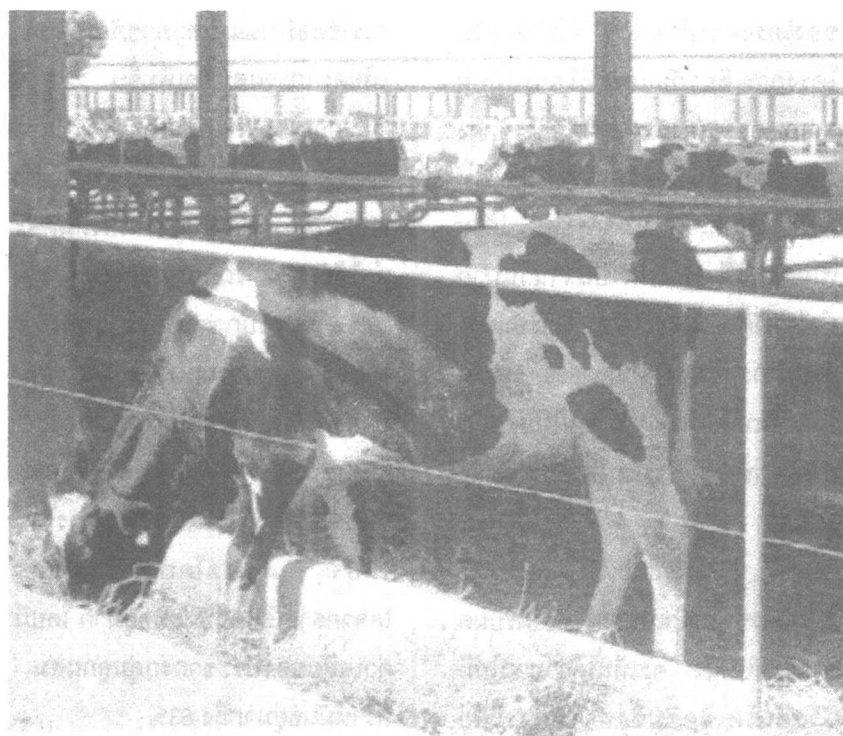
พ.ศ. 2535 และลดลงเรื่อยเป็นลำดับจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2538 จำนวนแม่โคพันธุ์ที่สามารถเก็บข้อมูลได้มีจำนวน 900 ตัวและลูกโคที่เกิดขึ้นจากโครงการฯ อีกจำนวน 630 ตัว ในจังหวัดอ่างทองและจังหวัดอุทัยธานี ดังแสดงใน ตารางที่ 1 สาเหตุที่จำนวนโคลดลงเป็นจำนวนมากอย่างกะทันหันมีผลเนื่องมาจากการคืบคองของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำให้เกิดการคืบคองในพื้นที่ของโครงการด้วยทั้งๆ ที่ไม่ได้อยู่ในโครงการเดียวกันและมีวิธีการปฏิบัติต่อเกษตรกรต่างกัน แต่ได้มีการชักจูงให้เกิดการคืบคองทั่วประเทศ ทำให้โครงการฯ ได้รับผลกระทบไปด้วยเป็นผลให้มีเกษตรกรเป็นจำนวนมากนำโคมาคืน และจำนวนครัวเรือนของเกษตรกรได้ลดลงจาก 260 รายในปีที่หนึ่งเหลือเพียง 170 รายในปัจจุบัน หรือมีเกษตรกรรวมในโครงการลดลง 34.6 %

ในช่วงระยะเวลาตลอด 5 ปีโครงการฯ ได้ดำเนินการวิจัยได้รับผลดีในระดับหนึ่ง จะเห็นได้ว่าหากไม่มีการคืบคองโคเกิดขึ้นซึ่งทำให้การวิจัยสะดุดเป็นเวลานานกว่า 8 เดือน จะ

ทำให้การวิจัยรุดหน้าไปอย่างดียิ่งโครงการได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาการผลิตของโคภายใต้การดำเนินงานของรัฐบาลโดยได้เสนอผลการปฏิบัติงานการส่งเสริมการผลิตโคเนื้อของรัฐบาลในโมเดลต่างๆ 3 โมเดล (ธัมวาสร 2537 ก) สรุปใจความได้ว่า (1) การจัดการทุ่งหญ้าให้เกษตรกรจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 3.5% (2) การอบรมเกษตรกรเพื่อการตรวจการเป็นสัตว์อยู่เสมอจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 2% (3) การใช้ฮอร์โมนและสารเวชภัณฑ์จะทำให้อัตราการผสมติดเพิ่มขึ้น 2.5 % (4) การใช้เครื่องมือสื่อสารจะทำให้อัตราการผสมติดเพิ่มขึ้น 2 % ซึ่งหากสามารถดำเนินการได้ทั้งหมดจะทำให้อัตราการผสมติดของโคเพิ่มขึ้น 10% ในระบบการเลี้ยงของเกษตรกรไทย โดยสามารถเพิ่มอัตราการผสมติดจากเดิมเฉลี่ย 60% ขึ้นเป็น 70% การทดลองของ Pattanapong (1992) พบว่าโคเนื้อที่เลี้ยงโดยเกษตรกรไทยในปัจจุบัน มีเพศโคบราห์มัน และโคจากสายเลือดซิมูผสมอยู่มาก โดยมีค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มลูกผสมบราห์มันอยู่มากถึง 63%

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนแม่โคและลูกโคพร้อมทั้งจำนวนเกษตรกรที่ร่วมในโครงการในปี พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2538

รายการ	พ.ศ.				
	2534	2535	2536	2537	2,538
จังหวัดอ่างทอง :					
จำนวนแม่โค (ตัว)	1,300	1,150	850	250	300
จำนวนลูกโค (ตัว)	910	805	595	175	210
รวมจำนวนโคทั้งสิ้น (ตัว)	2,210	1,955	1,445	425	510
จำนวนเกษตรกร (ครัวเรือน)	260	230	170	50	50
จังหวัดอุทัยธานี :					
จำนวนแม่โค (ตัว)	-	980	1,190	335	420
จำนวนลูกโค (ตัว)	-	1,400	1,700	478	600
รวมจำนวนโคทั้งสิ้น (ตัว)	-	2,380	2,890	813	1,020
จำนวนเกษตรกร (ครัวเรือน)	-	280	340	111	120
รวมทั้งหมดในโครงการ :					
จำนวนแม่โค (ตัว)	1,300	2,550	2,550	728	900
จำนวนลูกโค (ตัว)	910	1,785	1,785	510	630
รวมจำนวนโคทั้งสิ้น (ตัว)	2,210	4,335	4,335	1,238	1,530
จำนวนเกษตรกร (ครัวเรือน)	260	510	510	161	170



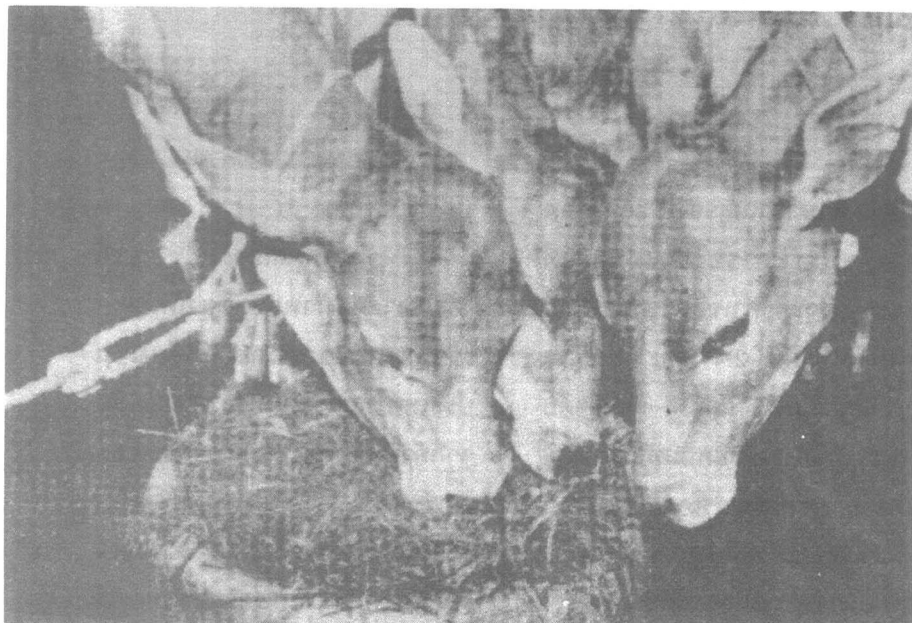
จากการศึกษาของ Young-Duk (1994) พบว่าผลจากการพัฒนาโครงการวิจัยโคเนื้อในจังหวัดอ่างทอง ทำให้มีประชากรของโคเลือดยุโรปอัน ได้แก่ Brahman และ Simmental เพิ่มขึ้นเป็น 70% โดยมีโคพื้นเมืองในพื้นที่โครงการ 23%ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าโครงการฯ ได้เพิ่มคุณภาพทางพันธุกรรมให้แก่ประชากรของโคของเกษตรกรขึ้นประมาณ 70% โดยที่ยังไม่มีการคัดเลือกโคตามน้ำหนักและความสมบูรณ์พันธุ์แต่อย่างใด จากการศึกษาของ จันทรทิพย์ (2537) ในจังหวัดอ่างทอง พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสมบูรณ์พันธุ์ได้แก่สภาวะการขาดอาหาร (80%) การจัดการดูแลสุขภาพและการให้อาหารไม่

เหมาะสม (15%) เกษตรกรขาดประสบการณ์พื้นฐานการศึกษาในการเลี้ยงโคแม่พันธุ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ (5%) นอกจากนี้ยังพบว่าโคมีการผสมไม่ติดและไม่เป็นสัดในสัดส่วน 6.3% และ 5.8% ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่าอยู่ในระดับปกติ โคที่ผสมไม่ติดส่วนใหญ่มีปัญหาอันเนื่องมาจากรังไข่ข้างซ้ายเล็กกว่าข้างขวา (34.3%) คอร์ปัส ลูเทียม ค้าง (20 %) และผนังช่องคลอดอักเสบ (22.3%) การแก้ไข

ศึกษาระบบการผลิตโคเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดอ่างทอง พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงพอใจโคออสเตอร์เลียนบราห์มันมากกว่าโคพื้นเมืองไทย (61% vs 31%) เกษตรกรส่วนใหญ่จะสร้างคอกโคแยกออกจากบ้าน (73%) มีการระบายอากาศในคอกดี (86%) การกำจัดมูลภาวะในคอกมีน้อย (25%) และพื้นคอกส่วนใหญ่เป็นดินอัดแน่น (87%) เกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่องที่เลี้ยงโคคือมีพื้นที่เลี้ยงโค

หลังจากใช้เวลาในการช่วยเหลือเกษตรกรเรื่องการเลี้ยงโคขุนนาน 3 ปี ธัมวาสร (2534) ได้พัฒนาเอกสารประกอบการขุนโคที่เหมาะสมเพื่อเกษตรกรสามารถนำไปใช้ปฏิบัติจนเกิดรายได้เพิ่มมากขึ้นโดยไม่มีปัญหาใดๆ และต่อมา Tumwasorn et al. (1994) ได้รายงานการวิจัยจากการปรับปรุงและกลยุทธ์ในการพัฒนาการเลี้ยงโคขุนในระดับเกษตรกรรายย่อย ซึ่งพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากขึ้นกว่าการเลี้ยงวิธีเดิม กล่าวคือสามารถลดระยะเวลาในการขุนโคได้ 12.5% โดยมีความแปรปรวนของผลลัพธ์ลดลง 60% โคที่เข้าขุนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 20% และเปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น 4%

ในปี พ.ศ. 2538 โครงการได้ดำเนินการขังโค และวัดขนาดส่วนต่างๆ ของร่างกายโคในโครงการทั้งหมดกว่า 1,000 ตัว โดยความร่วมมือของเกษตรกรเป็นอย่างดีเพื่อใช้ในการประเมินเพื่อจัดเกรดโคตามมาตรฐานสากล โดยโคเกรดที่หนึ่ง โครงการฯ จะได้ซื้อกลับจากเกษตรกรและนำมาทดสอบความสามารถในการใช้เป็นพ่อพันธุ์เพื่อรีดน้ำเชื้อ ส่วนโคเกรดที่สองจะรับรองให้เป็นพ่อพันธุ์คุมฝูงต่อไป และในที่สุดโคเกรดที่สามเกษตรกรสามารถนำไปเลี้ยงเป็นโคขุนโดยอาศัยเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมา และใช้ได้ผลดีมาโดยตลอดแล้ว โครงการฯ ได้ประสานงานกับสหกรณ์การเกษตรและการตลาดและบริษัทเอกชนเพื่อประเมินราคาโคอย่างมีความยุติธรรมในทุกฝ่ายเพื่อให้การดำเนินการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพของการเลี้ยงการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อดำเนินกิจ-



ได้ใช้พรอสตาแกลนดิน โปรเจสทิน และพีเอ็มเอสจีรักษาให้มี อัตราการผสมติดเพิ่มขึ้นประมาณ 35% Young - Duk (1994) พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคภายใต้โครงการฯ จะไม่สามารถทำกำไรได้เลยเมื่อพิจารณาถึงค่า NPV (- 6,143 ถึง 4,781 บาท) B/C ratio (0.924 ถึง 1.055), และ IRR (1.41 ถึง 7.36%) ที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำและ จุดประสงค์ของการเลี้ยงโคส่วนใหญ่เพื่อเป็นอาหารในครัวเรือนและทำฟาร์มให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (80%) Tumwasorn et al. (1995)

ตัวละน้อยกว่า 2 ไร่ โคแม่พันธุ์กว่า 65% ของฝูงมีน้ำหนักตัวน้อยกว่า 350 กิโลกรัม ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ควรจะเป็นคือ 400 กิโลกรัม



การการตลาดและการแปรรูปเนื้อโค เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพด้วยกันทุกฝ่าย ขณะนี้โครงการฯ กำลังประเมินคุณภาพโคเพื่อจัดเกรด ในขณะที่โรงงานฆ่าสัตว์ที่ดำเนินงาน โดยเอกชนจะแล้วเสร็จในเดือน กรกฎาคม 2538

2. โคนม โครงการฯ ได้ ดำเนินการวิจัยโดยเริ่มศึกษาปัญหา และรูปแบบการเลี้ยงโคนมพันธุ์แท้ (ธัมวาสรและคณะ 2535) พบว่าโคนม พันธุ์แท้ที่เลี้ยงโดยเกษตรกรไทยมี ปัญหาหลักอันเนื่องมาจากการผสม เทียมและการดูแลด้านสุขภาพสัตว์ซึ่ง มีความสำเร็จในการจัดการเรื่องนี้ เพียง 38% ขณะที่การจัดการเรื่อง การเลี้ยงลูกโคและการให้อาหารสัตว์ มีความสำเร็จเท่ากับ 57% และค้นพบ ว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมพันธุ์แท้มี คุณสมบัติสูงโดยเฉพาะระดับการ ศึกษาจะสูงกว่าผู้เลี้ยงโคนมพันธุ์ผสม ทั่วไป ทั้งนี้เพราะต้องการทดลอง ศึกษาเลี้ยงดูเองเปรียบเทียบกับโคลูก ผสมพันธุ์อื่นๆ Markvichitr et al.



(1995) ศึกษาสาเหตุของประสิทธิภาพ การสืบพันธุ์ที่ต่ำของโคนมพันธุ์แท้ และรายงานว่าค่าเฉลี่ยของการผสม ติดมีค่าเท่ากับ 2.4 และ 3.6 ใน การให้ลูกตัวที่ 3 และ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าโคนมพันธุ์แท้จะมี อัตราการตายสูงกว่าโคลูกผสมทั่วไป และ 43% ของโคมีสุขภาพไม่ดีในช่วง 3 ปี แรกของการศึกษาวิจัยที่โคนำเข้า

ในประเทศไทย

ธัมวาสรและคณะ (2536) ได้ศึกษาศักยภาพการเลี้ยงโคนมนำ เข้าลูกผสมซาฮิวาลฟรีเซียนใน ประเทศไทยจำนวนกว่า 5,500 ตัว จากทั่วประเทศดังปรากฏรายละเอียด ในตารางที่ 2 โดยการสนับสนุนให้ ความร่วมมือเป็นอย่างดีจากสาขาของ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์

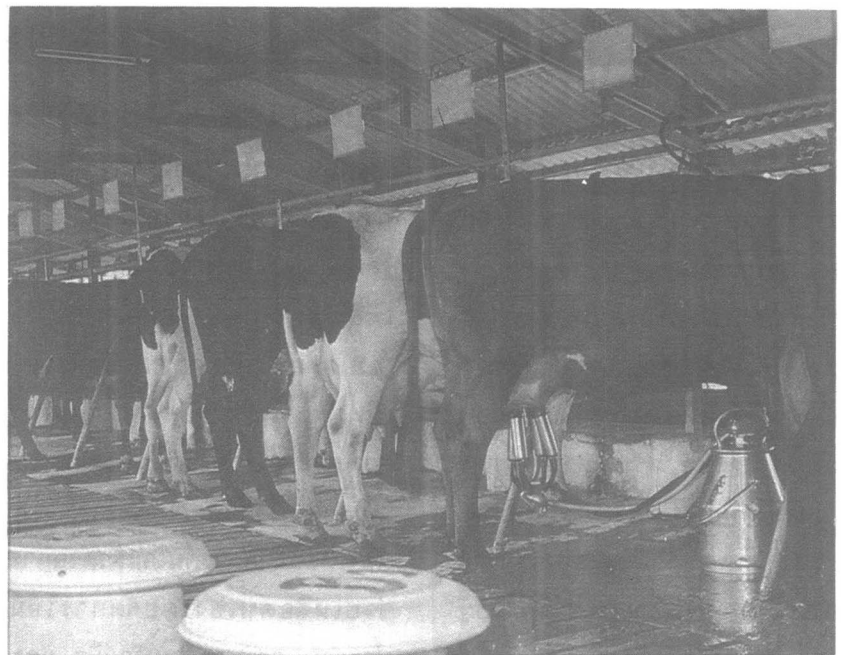
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนโคนมซาฮิวาลฟรีเซียน โคนมพันธุ์แท้ และโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ที่ทำการศึกษายภายใต้ การวิจัยของโครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อและโคนมในเขตร้อนชื้น

ชนิดกลุ่มพันธุ์ โคนม	จำนวน ข้อมูล (record)	จำนวนจังหวัด (จังหวัด)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก		เอกสารอ้างอิง
			Least Squares	SE	
Holstein Crossbreds	919	1	2,886.50	91.38	จิตประสาน (2535)
Sahiwal Friesian	5,572	15	1,233.05	807.45	Tumwasorn et al. (1995)
Holstein Friesian	557	6	3,965.91	978.42	Tumwasorn et al. (1993)
Mixed Blood	976	1	2,971.01	220.01	ภาคเกษมและคณะ(2538)
Sahiwal Friesian	105	1	2,524.67	212.11	กาญจน์เสริม (2538)

การเกษตรทั่วประเทศ ในการเก็บข้อมูลจากสาขาต่างๆ จำนวน 15 สาขาพบว่าโคพันธุ์นี้มีระยะเวลาการให้นมสั้นมากในช่วงการให้นมครั้งที่หนึ่งคือให้นมได้นานเพียง 193 วัน ให้นมในระยะเวลาการให้นมที่หนึ่งและสองเฉลี่ยเท่ากับ 1,233 กิโลกรัมและ 1,421 กิโลกรัม ตามลำดับ โคเหล่านี้สามารถให้ลูกได้เพราะมีระยะเวลาการให้นมสั้นมาก การให้ลูกโคหนึ่งตัวต้องใช้การผสมเทียมจำนวนเฉลี่ยเท่ากับ 2.8 ครั้ง ในส่วนของการพัฒนาอาชีพและการทำกำไรให้แก่ตนเอง พบว่าเกษตรกรได้รับการอบรมน้อยครั้งเกินไปทำให้เกษตรกรล้มในการปฏิบัติและข้อควรระวังมีดระวังหลายประการ การอบรมเกษตรกรบ่อยครั้งระหว่างการเลี้ยงโคนจะช่วยให้เกษตรกรปรับปรุงการเลี้ยงโคนมของตนเองให้ดีขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ธัมวาสร (2537 ข) ได้รายงานการวิจัยและนำเสนอผลงานเพื่อแนะแนวทางการปรับปรุงพันธุ์โคนมของ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย พบว่าจากจำนวนกลุ่มพันธุ์โคนมพันธุ์ที่เลี้ยงโดย อ.ส.ค. นำที่จะได้มีการพัฒนาพันธุ์โคนมในกลุ่มต่างๆ เพียง 4 กลุ่มได้แก่ (1) Friesian-Sahiwal (2) Red Dane-Sahiwal (3) Red Dane-Red Sindhi และ (4) Sahiwal-Red Sindhi โดยพิจารณาผลมาจากอิทธิพลทางพันธุกรรมสองชนิดคือ direct และ maternal effects ซึ่งศึกษารายละเอียดไว้ในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทของจิตประสาน (2535)

ต่อมาภาคเกษมและคณะ (2538) ได้รายงานความก้าวหน้าจากการปรับปรุงพันธุ์โคนมของ อ.ส.ค. พบว่าปริมาณน้ำนมปรับมาตรฐาน

เป็น 305 วัน ในช่วง พ.ศ. 2513 ถึง พ.ศ. 2521 มีแนวโน้มทางพันธุกรรมลดลงปีละ 4.75 กิโลกรัม และระหว่างปี พ.ศ. 2522 ถึง พ.ศ.2531 มีแนวโน้มทางพันธุกรรมเพิ่มขึ้นปีละ 90 กิโลกรัม เพื่อแก้ไขปัญหาการผสมติดต่ำในโคนมของ อ.ส.ค. ชนาเทพาพร (2538) ได้ทำวิทยานิพนธ์ที่มีคุณค่ายิ่งในการจัดระบบการสืบพันธุ์ในโคนมฝูงใหญ่ พบว่าอัตราการผสมติดด้วยการใช้สารฟีซีเฟฟทูอัลฟา และสาร

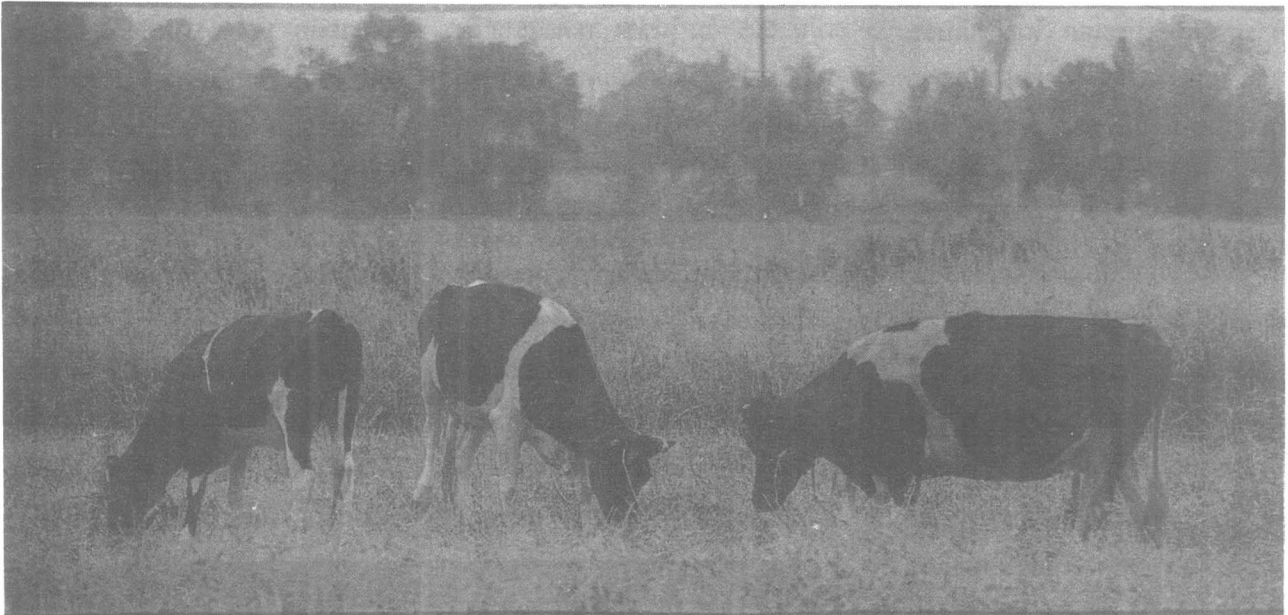


โปรเจสตาเจนในฤดูร้อนแห้งมีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูร้อนชื้น และต้นทุนในการผลิตลูกโคหนึ่งตัวรวมกับการใช้ฮอร์โมนเสริมดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24,000 บาท

ในส่วนของต้นทุนการผลิตน้ำมนั้นได้มีการศึกษากันหลายครั้ง ธัมวาสรและเมณฑา (2535) พบว่าโคนมที่เลี้ยงโดยเกษตรกรในจังหวัดพัทลุงให้น้ำนมเฉลี่ยวันละ 5.33 กิโลกรัม ในช่วงการให้นมที่หนึ่งและ 7.28 กิโลกรัมในช่วงการให้นมที่สอง ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตหน้าฟาร์มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.45 บาทต่อกิโลกรัม

และเฉลี่ย 11.10 บาทต่อกิโลกรัม ณ ศูนย์รวมน้ำนมดิบ เพื่อเปรียบเทียบและประเมินผลโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม กาญจนเสริม (2538) ได้ศึกษาการเลี้ยงโคนมของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐมซึ่งโคนมให้น้ำนมเฉลี่ยวันละ 7.67, 9.84 และ 9.63 กิโลกรัม ในช่วงการให้นมที่หนึ่ง สอง และสามตามลำดับ คิดต้นทุนต่อน้ำนมหนึ่งกิโลกรัม เฉลี่ยเท่ากับ 8.09 บาท

มีค่า NPV ค่า IRR และ B/C เท่ากับ 79,003 บาท 18.18% และ 1.45 ตามลำดับในอัตราดอกเบี้ย 11.5 % นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรที่อยู่นอกพื้นที่โครงการมีเปอร์เซ็นต์ที่จจะเลิกเลี้ยงโคนมมากกว่าเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่โครงการ ประเด็นสำคัญของโครงการเลี้ยงโคนมของ อ.ก.ส. ก็คือมีการจัดทำโครงการที่ใช้ต้นทุนต่ำกว่าความเป็นจริง 50.92 % และได้กำหนดผลตอบแทนสูงกว่าความเป็นจริง 24.25



**ความก้าวหน้าด้าน
การพัฒนาชนบท** การดำเนินงานของโครงการฯ สามารถแบ่งแยก
รายงานได้เป็นสองส่วน ได้แก่ (1)
ระยะก่อนเกษตรกรคืนโค และ (2)
ระยะหลังเกษตรกรคืนโค จากการดำ-
เนินการวิจัยในโครงการฯ ในช่วงก่อน
เกษตรกรคืนโค การบริหารโครงการ
เป็นไปเหมือนที่ได้ดำเนินการมาแต่
อดีต กล่าวคือมีคณะกรรมการ
บริหารโครงการอันประกอบไปด้วยผู้
ว่าราชการจังหวัดเป็นประธาน
กรรมการ ปลัดจังหวัดเป็นรอง-
ประธาน กรรมการประกอบไปด้วยผู้
จัดการ ธ.ก.ส. สาขาศุขยธานี หรือ
สาขาอ่างทองแล้วแต่จังหวัดที่ดำเนิน
การ ผู้แทนเกษตรกรอำเภอละหนึ่ง
คน และมีส่วพิเศษเพิ่มเติมเข้ามา
คือนักวิชาการอันเป็นผู้แทนจาก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์คือหัวหน้า
โครงการฯ เข้าร่วมในโครงการพัฒนา
ชนบทซึ่งเปรียบเสมือนสภาการเกษตร
ขนาดย่อมๆ นั่นเอง โดยคณะ
กรรมการบริหารโครงการมีหน้าที่ใน
การดำเนินการประชุมติดตามแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นทุกๆ เดือน และหลัง
จากเกิดการประท้วงโครงการโคเนื้อ
ทั่วประเทศและได้มีการคืนโคกันเรียบ-
ร้อยแล้วโครงการฯ ได้ชะลอการวิจัย
เพื่อให้มีการคัดเลือกเกษตรกรผู้เข้า
ร่วมโครงการด้วยความสมัครใจหรือ
เป็นกระบวนการคัดเลือกเกษตรกร
ตามธรรมชาติ ซึ่งต่อมาได้มีการรวม
กลุ่มผู้เลี้ยงโคเนื้อโดยเกษตรกรที่ยังคง
หลงเหลือจากการคืนโคแล้วด้วยการ
ช่วยเหลือตนเองโดยจัดการให้มี
ประธาน กรรมการ เหนรัญญิก และ
เลขานุการ โดยมีเจ้าหน้าที่ของโครง
การฯ เป็นกรรมการ กลุ่มผู้เลี้ยงโค
เนื้อเหล่านี้ในเวลาต่อมาได้ดำเนินการ
พัฒนาการเลี้ยงโคตามคำแนะนำของ

โครงการฯ มาโดยตลอด จนปัจจุบัน
ได้มีเกษตรกรที่เข้าร่วมและมีส่วน
เกี่ยวข้องกับโครงการได้รับรางวัล
เกษตรกรดีเด่นแห่งชาติไปแล้ว 2 ราย
เกษตรกรสามารถใช้เทคโนโลยีที่
พัฒนาขึ้นด้านการขุนโคแนวใหม่ใช้
เป็นอาชีพหลักแล้วกว่า 2,500 ราย
และในปัจจุบันเกษตรกรกำลังจะได้รับ
ใบรับรองมาตรฐานพันธุ์โคตาม
คุณภาพของโค เพื่อใช้ประกอบใน
การกำหนดราคาขายที่มีกำไรมากกว่า
การเลี้ยงโคพื้นเมืองไทย เพราะได้มี
การประเมินและพิสูจน์พันธุ์อย่างถูก
ต้องตามหลักวิชาการจากคณะ
กรรมการวิจัยของโครงการฯ เป็นที่
แน่นอนแล้ว



ในส่วนของการพัฒนาอาชีพ
เรื่องโคนมนั้น โครงการฯ ได้ร่วมมือ
กับองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่ง
ประเทศไทยศึกษาการจัดระบบฐาน
ข้อมูลโคนมและการประเมินพ่อพันธุ์
โคนมตามมาตรฐานสากล เพื่อให้
การพัฒนาการให้น้ำนมของโคก้าว-
หน้ารวดเร็วขึ้นซึ่งคาดว่าจะสามารถ
รายงานผลความสำเร็จด้านการ

ประเมินพหุคุณได้เป็นครั้งแรก
ในปลายปี พ.ศ. 2538 นอกจากนี้
โครงการฯ ได้เสนอข้อมูลและผลการ
ศึกษาการประเมินโครงการของ
รัฐบาลที่เกี่ยวกับการพัฒนาอาชีพของ
เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อและโคนมแก่ผู้
ที่เกี่ยวข้องมาโดยตลอด และได้ผลิต
เอกสารทาง ด้านการวิจัยและพัฒนา
ชนบทขึ้น มีชื่อว่า จุลสารวัวเนื้อวัวนม
เพื่อเผยแพร่ผลงานที่สามารถนำไป
ปฏิบัติได้จริงและรายงานความก้าว-

หน้าของโครงการโดยกำหนดออกปีละ
4 เล่ม นอกจากนี้มหาวิทยาลัยเกษตร-
ศาสตร์โดยภาควิชาสัตวบาล คณะ
เกษตร ได้ผลิตมหัศจรรย์ที่ได้ทำการ
วิจัยในท้องที่ร่วมกับเกษตรกรไปแล้ว
3 คน และ จะมีมหัศจรรย์และดุชฎี
บัณฑิตสำเร็จการศึกษาและสามารถ
นำผลการศึกษาไปใช้ในหมู่บ้านได้ทัน
ที่ เฉลี่ยปีละ 2 คนทุกๆ ปี จนกว่า
โครงการจะบรรลุวัตถุประสงค์เต็มร้อย
เปอร์เซ็นต์ในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งถือว่า

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้สนอง
นโยบายของรัฐบาลอย่างครบครันใน
การสอน วิจัยและการพัฒนาอาชีพ
ของเกษตรกร ตลอดจนการรักษาไว้
ซึ่งขนบธรรมเนียมและประเพณีไทย

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนเสริม, คงปฐม. 2538. การประเมินผลโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมจังหวัดนครปฐม วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ภาคเกษม, เสนาะ; ธัมวาสร, ศรีเทพ; ธาณินทร์ธรราร, บัณฑิต, และ ประสานพานิช, สมเกียรติ, 2538. การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปริมาณน้ำนมในฟาร์มโคนมของ อ.ส.ค. เสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 วันที่ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2538 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- จันทร์ทิพย์, ปฏิวัติ 2537.สมรรถภาพการสืบพันธุ์และปัญหาความไม่สมบูรณ์พันธุ์ของโคแม่พันธุ์ออสเตรเลียบนบราห์มันในสภาพการเลี้ยงระดับหมู่บ้านของเกษตรกรในจังหวัดอ่างทอง วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- จิตประสาน, พรรณวดี. 2535. การประมาณค่าอิทธิพลทางพันธุกรรมโดยตรงและเนื่องจากแม่ของบางลักษณะในโคนม วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ชนาเทพพร, พิพัฒน์. 2538. การปรับปรุงการผสมติดโคนมโดยการวางแผนการผสมพันธุ์แบบฤดูกาลในประเทศไทย วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร, ศรีเทพ. 2533.รายงานผลการประเมินผลการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรภายใต้โครงการโคเนื้ออีสานเขียว กองโครงการ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร, ศรีเทพ. 2534. คู่มือการเลี้ยงโคขุน เอกสารเผยแพร่ กองส่งเสริมธุรกิจเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร, ศรีเทพ และ เหลืองวัฒนวิไล, มณฑา, 2535. ผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคนมชาฮิวาลฟรีเซียน โดยเกษตรกรในจังหวัดพัทลุง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร; ศรีเทพ; มากวิจิตร, กัญจนะ; ธาณินทร์ธรราร, บัณฑิต; ชัยรัตนยุทธ์, พรศรี, และ วิษณุดา, ประวีร์. 2535. การเลี้ยงโคนมพันธุ์แท้ของเกษตรกรไทย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- ธัมวาสร, ศรเทพ; เหลืองวัฒนาวิไล, มณฑา; มากวิจิตร, กัญจนะ, และ ธานินทร์ธราธาร, บัณฑิต, 2536. ศักยภาพการเลี้ยงโคนมนำเข้าลูกผสมชาวีสวาลพีเรียในประเทศไทย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร, ศรเทพ. 2537. ก. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคเนื้อของเกษตรกรรายย่อยและการกระจายรายได้ เสนอในการประชุมสัมมนา เรื่อง บทสรุปโคพลาสติก วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 ณ ห้องประชุมสารนิเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.
- ธัมวาสร, ศรเทพ. 2537. ข. แนวนโยบายการปรับปรุงพันธุ์โคนมของ อ.ส.ค. การประชุมสัมมนาเรื่องปัญหาอุปสรรคการจัดซื้อ การขนส่งและการบริการหลังขายโคนมของ อ.ส.ค. ณ ห้องประชุมแผนกฝึกอบรมและเผยแพร่ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย วันที่ 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2537.
- Markvichitr, Kanchana; Tumwasorn, Sornthep, and Thanindratam, Bandhit. 1995. Losses due to health and fertility problems in purebred Holstein Friesian cows under Thai farm conditions. *Thai J. Agric. Sci.* 28:201-207
- Tumwasorn, Sornthep; Markvichitr, Kanchana; Innuraksa, Preecha, Prucsasri, Pattanai, Chantalakhana, Charan, Yimmongkok, Smith; and Chitprasan, Panwadee. 1993. Predicted growth performance from crossing among Thai local native, American Brahman, and Charolais under Thai conditions. *Thai J. Agric. Sci.* 26:157-169.
- Tumwasorn, Sornthep; Chaiprakan, Saengarun; Sinhanat, Sakul; and Kanjanasingha, Pradit. 1994. Imposing new feeding and management techniques on beef fattening project under Thai farm conditions. Paper Presented at the Conference on Science, Technology and Environment for Rural Development. Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkok 10900. 21-23 December 1994.
- Tumwasorn, Sornthep; Markvichitr, Kanchana; and Thanindratam, Bandhit. 1995. Characteristics of production system of Australian Brahman facing low fertility under Ang Thong small farm conditions. *Thai J. Agric. Sci.* (In Press).
- Young-Duk, Song. 1994. An Australian Brahman Development Project in Ang Thong Province, Thailand. M.S. Thesis. Asian Institute of Technology, Bangkok Thailand.



การทดสอบความเป็นพิษอย่างง่าย โดยใช้อาร์ทีเมีย

อภารัตน์ มหาจันทร์ และจิราภรณ์ วัฒนะกุล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

บทนำ

จากความเลื่อมใสของสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ได้ก่อให้เกิดความพยายามที่จะวิเคราะห์หาความเป็นพิษของแหล่งน้ำ โดยใช้การตรวจวิเคราะห์ทางชีววิธี (bioassay) อย่างง่าย ๆ ที่สะดวก ประหยัด มีความแม่นยำ และใช้เวลาสั้นแทนวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งมักใช้เวลานานในการเตรียมตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ ต้องใช้บุคลากรผู้มีความชำนาญสูงและใช้เครื่องมือวิเคราะห์ที่มีราคาแพง การทดสอบความเป็นพิษอย่างง่าย ๆ โดยการใช้อาร์ทีเมีย (*artemia*, *brine shrimp*) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดสอบความเป็นพิษในลักษณะต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

อาร์ทีเมีย คืออะไร

อาร์ทีเมีย (*Artemia salina*) คือไรสีน้ำตาล หรือไรน้ำเค็ม เป็นสัตว์น้ำเค็มซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่มครัสเตเชีย (Crustacea) เช่นเดียวกับสัตว์น้ำจืดพวกกุ้ง กั้งและปู แต่อาร์ทีเมียจะต่างจากสัตว์น้ำเหล่านั้นตรงที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มลำตัว ทำให้มีการตอบสนองไวต่อสารพิษ โดยทั่วไปแล้วอาร์ทีเมียเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในวงการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลก เพราะนิยมนำไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนพวกกุ้ง ปู และปลาชนิดต่าง ๆ

ข้อดีของการใช้อาร์ทีเมียในการตรวจวิเคราะห์ทางชีววิธี

อาร์ทีเมียเป็นสัตว์ที่นิยมใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางชีววิธีที่ดีด้วยข้อดีต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การใช้อาร์ทีเมียเป็นไปโดยง่าย เนื่องจากอาร์ทีเมียจะถูกเก็บรักษาในสภาพของไข่ (*artemia cyst*) ซึ่งสามารถคงความมีชีวิตได้เป็นเวลานานหลายปีเมื่อเก็บในสภาพที่เหมาะสม คือแห้งและเย็น เมื่อต้องการจะใช้ก็สามารถนำมาเพาะฟัก (*hatching*) ได้โดยง่ายซึ่งต่างกับสิ่งมีชีวิตอื่นที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ เช่น หนอนพยาธิ หรือเซลล์มาตรฐานต่าง ๆ (*standard cell line*) ที่ต้องมีการเพาะเลี้ยงตลอดเวลา แม้ยังไม่ถึงเวลาที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นงานที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

2. การวิเคราะห์โดยใช้อาร์ทีเมียให้ผลรวดเร็ว โดยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก็ไม่ยุ่งยาก สามารถหาได้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป บุคลากรที่ทำการวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้มีความชำนาญเฉพาะทาง

ตารางที่ 1 การตรวจวิเคราะห์ความเป็นพิษโดยใช้อาร์ทีเมีย

การตรวจวิเคราะห์	แหล่งอ้างอิง
มลพิษในแหล่งน้ำ	Hood, D.W. <i>et al.</i> , 1960
สารพิษตกค้างในสภาพแวดล้อมทางทะเล	Vanhaecke, P. <i>et al.</i> , 1981
ความเป็นพิษของสารขจัดคราบน้ำมัน	Zilliouse, E.J. <i>et al.</i> , 1973
พิษตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช (pesticide)	Michael, A.S., <i>et al.</i> , 1956
	Tarpley, W.A., 1958
	Areekul, S. and Harwod, R.F., 1960
ความเป็นพิษของสารประกอบอินทรีย์	Prior, M.G., 1979
พิษจากสารประกอบจำพวกมอร์ฟีน	Richter, J.A. and Goldstein A., 1970
สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin)	Brown, R.F. <i>et al.</i> , 1968
	Brown, R.F., 1968
	Harwig, J. and Scott, D.M., 1971
	Eppley, R.M., 1974
	Korpinen, E.L., 1974
	Eng-Wilmont, D. and Martin, D.F., 1979
สารพิษจากไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate)	Granade, H.R. <i>et al.</i> , 1976
สารก่อมะเร็งในกลุ่ม phorbol ester	Kinghorn, A.D. <i>et al.</i> , 1967
สารก่อพิษต่อเซลล์ (cytotoxin)	Konig, G.M. <i>et al.</i> , 1990
สารกำจัดพยาธิ	Blizzard, T.A., <i>et al.</i> , 1989
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชหรือจุลินทรีย์	Meyer, B.N. <i>et al.</i> , 1982
อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง,	
สารกำจัดแมลง เป็นต้น	

อาร์ทีเมียสามารถใช้ตรวจวิเคราะห์อะไรได้บ้าง

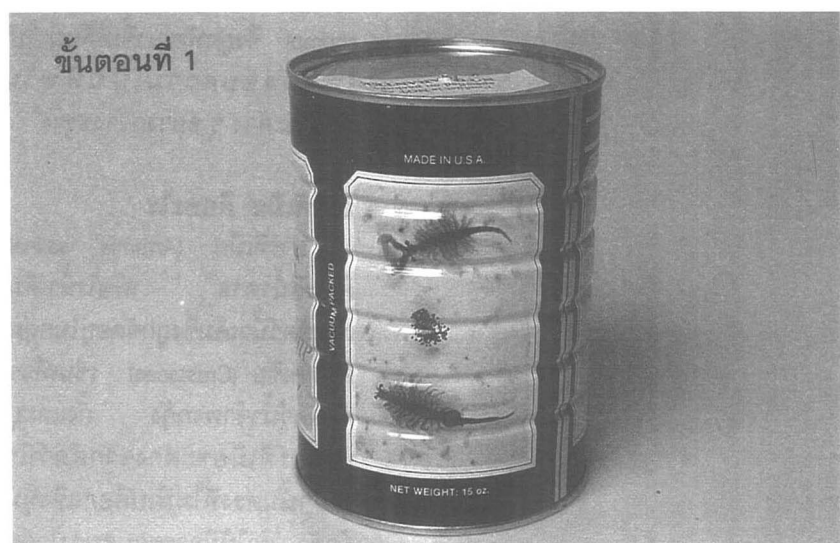
ตัวอย่างของการนำอาร์ทีเมียมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โดยใช้อาร์ทีเมีย

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์โดยใช้อาร์ทีเมียสามารถกระทำได้ตามลำดับต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกซื้ออาร์ทีเมียคุณภาพดี

ไข่ของอาร์ทีเมียหาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์อาร์ที-

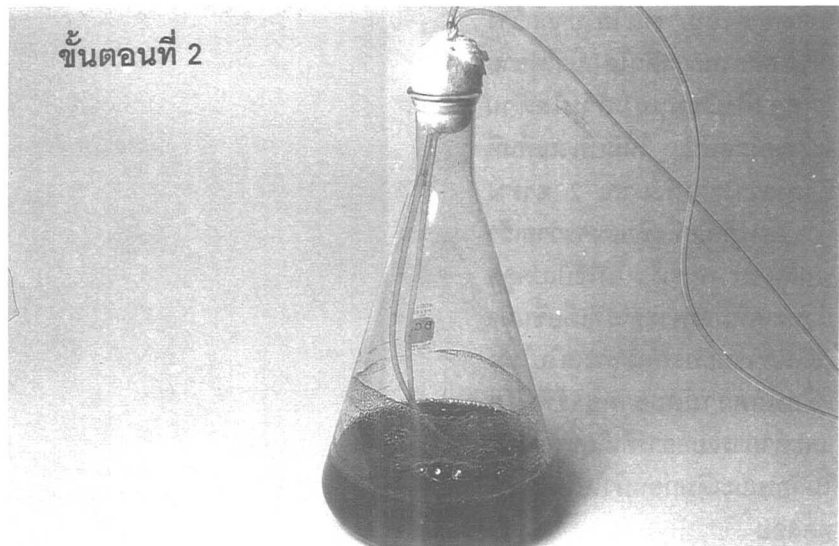


เมื่อยจะถูกบรรจุในกระป๋องหรือในซองอะลูมิเนียมในระบบสุญญากาศ เพื่อรักษาไซอาร์ทีเมียให้คงสภาพความมีชีวิต ควรเลือกซื้อโดยดูสภาพภาชนะบรรจุว่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพราะหากมีรอยรั่วรอยบุบหรือสนิม ความชื้นและอากาศจากภายนอกจะมีผลต่อความมีชีวิตของอาร์ทีเมียได้ หลังจากการเปิดภาชนะแล้ว หากมี เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ ให้แบ่งไซอาร์ทีเมียในปริมาณที่เหมาะสมต่อการใส่แต่ละครั้งบรรจุลงในซองอะลูมิเนียมปิดผนึกแล้วเก็บไว้ในที่เย็น หากไม่มี เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ ให้เก็บรักษาไซอาร์ทีเมียไว้ในที่แห้งและเย็น เช่น ภาชนะบรรจุไซอาร์ทีเมียใส่ไว้ในโถดูดความชื้น (desiccator) แล้วนำไปไว้ในตู้เย็น

ขั้นตอนที่ 2 เพาะฟักไซอาร์ทีเมีย

นำไซอาร์ทีเมียมาเพาะฟักในภาชนะบรรจุน้ำทะเล ให้อากาศโดยการพ่นด้วยหัวทราย ซึ่งใช้ในการพ่นอากาศสำหรับการเลี้ยงปลาตู้ทั่วไป ตั้งไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิประมาณ 28-30°C. และให้แสงสว่างตลอดเวลา โดยอาจเป็นแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

ในกรณีที่ไม่สามารถหาน้ำทะเลได้ อาจใช้สารละลายเกลือแกงความเข้มข้น 3% (น้ำหนัก/ปริมาตร) (3% w/v aqueous solution) หรือสารละลายเกลือ (salt solution) ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ : sodium chloride 30 กรัม, calcium sulfate 2 กรัม, magnesium sulfate 3 กรัม, magnesium chloride 8.5 กรัม, potassium chloride 0.8 กรัม และ magnesium bromide 0.1 กรัม ละลายสารประกอบทั้งหมด



ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 10 ด้วย sodium hydroxide ก่อนนำไปใช้ โดยทั่วไปหากไซอาร์ทีเมียอยู่ในสภาพสมบูรณ์จะทำการเพาะฟักโดยใช้ไซอาร์ทีเมีย 250 มิลลิ-

กรัมต่อน้ำทะเล หรือสารละลายเกลือ 250 มิลลิลิตร

ภายใต้สภาพการเพาะฟักดังกล่าวไซอาร์ทีเมียจะถูกฟักเป็นตัวอ่อนภายใน 24-48 ชั่วโมง



ขั้นตอนที่ 3 แยกอาร์ทีเมียออกจากไข่

ขั้นตอนนี้จะต้องทำในห้องมืด เนื่องจากอาร์ทีเมียที่แข็งแรงจะเคลื่อนที่เข้าหาแสง

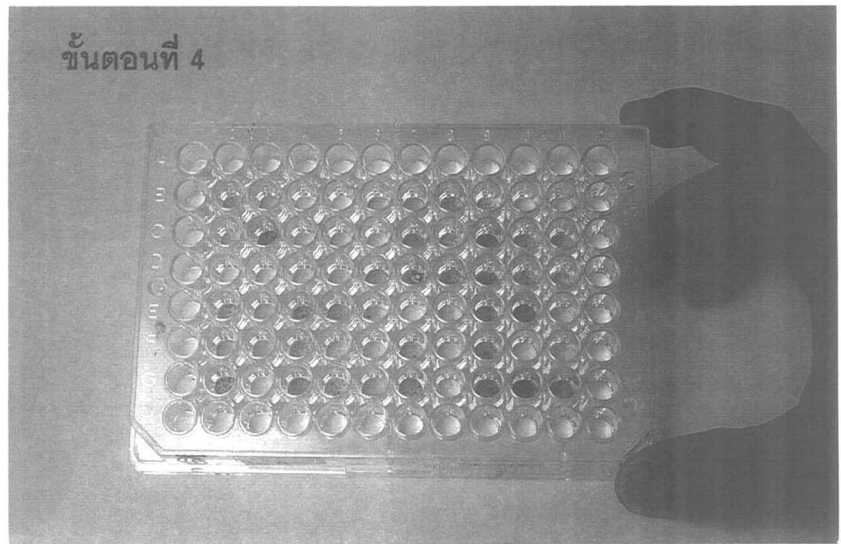
การแยกอาร์ทีเมียที่แข็งแรงออกจากไข่ที่ฝ่อหรือเปลือกไข่สามารถทำได้โดยเทอาร์ทีเมียที่

เพาะฟักลงในภาชนะใส ปากกว้าง เช่น กล่องพลาสติกใส นำไฟฉายมาส่องที่บริเวณมุมด้านใดด้านหนึ่งของกล่อง ให้มีบริเวณพื้นที่ที่แสงสว่างตกประมาณ 2 ตารางนิ้ว อารทิเมียที่แข็งแรงจะว่ายเข้าหาแสงอย่างรวดเร็ว ให้ใช้ปิเปตดูดน้ำทะเลที่มีเฉพาะอารทิเมียขึ้นมาใส่ในภาชนะบรรจุน้ำทะเลใบใหม่ เพื่อทำความสะอาดอารทิเมีย และทำการแยกอารทิเมียซ้ำอีกครั้ง ในลักษณะเดิมก่อนนำไปใช้ในการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 4 เตรียมสารทดสอบ

การเตรียมสารสำหรับทดสอบความเป็นพิษสามารถทำได้หลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสาร โดยหากเป็นของเหลวหรือของแข็งที่ละลายน้ำได้จะสามารถนำมาใช้ได้โดยตรง หากเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) ก็สามารถเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบได้ โดยนำตัวอย่างที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ไปหยดลงบนแผ่นทดสอบ (paper disc) นำไปตั้งทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายระเหยหมด แล้วจึงนำมาใช้ทดสอบ สำหรับภาชนะที่ใช้ในการทดสอบ อาจเป็นหลอดทดลองหรือ micro-well plate ตัวคุม (control) ที่ใช้ จะขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างสารที่ต้องการทดสอบ เช่น อาจเป็นน้ำกระสายยา (drug vehicle) หรือแผ่นทดสอบที่หยดเฉพาะตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นต้น

ในภาพเป็นการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดจากสาหร่ายต่ออารทิเมีย โดยใช้แผ่นทดสอบบรรจุใน micro-well plate ขนาด 96 หลุม ปริมาตรหลุมละ 350 ไมโครลิตร ซึ่งหลุมที่อยู่แถวนอกสุดทั้ง 4 ด้านจะเป็นตัวคุม คือ



แผ่นทดสอบที่หยดด้วยตัวทำละลายและระเหยแห้งแล้ว

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบโดยใช้อารทิเมีย

ดูอารทิเมียในจำนวนตัวที่พอเหมาะกับปริมาณการทดสอบหยดลงในภาชนะทดสอบ ซึ่งบรรจุสารที่ต้องการทดสอบความเป็นพิษ ให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการติดตามผลโดยดูจากลักษณะการเคลื่อนไหว การเป็นอัมพาตหรือการตายของอารทิเมียโดยใช้กล้อง stereomicroscope ภายหลังจากทดลองในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งอัตราการตายสามารถคำนวณได้จากการนับโดยตรง

จะเห็นว่าขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถปฏิบัติได้โดยง่าย รวมทั้งประเมินผลการทดสอบได้ในระยะเวลาสั้น ซึ่งเป็นผลดีในแง่ที่ไม่เปลืองค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลา ในปัจจุบันอารทิเมียจึงถูกนำมาใช้เป็นตัวทดสอบขั้นต้นในการคัดเลือกสารออกฤทธิ์ต่างๆ จากตัวอย่างที่ต้องการทดสอบจำนวนมาก เช่น การทดสอบหาสารต้านมะเร็งโดยใช้อารทิเมียเป็นตัวทดสอบ เพื่อคัดเลือกว่าในขั้นต้นก่อนจะนำสารที่ออกฤทธิ์ต่ออารทิเมียไปทดสอบกับเซลล์มะเร็งในขั้นต่อไป ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

เอกสารอ้างอิง

- Areekul, A. and R.F. Harwood : J. Agric. Food Chem. 8: 32 (1960).
- Blizzard, T.A., C.L. Ruby, H. Mrozik and F.A. Preiser : J. of Antibiotics.12: 1304 (1989).
- Brown, R.F., J.D. Wildmann and R.M. Eppley : J. Assoc. Off. Anal. Chem. 51: 905 (1968).
- Brown, R.F. : J. Am. Oil Chem. Soc. 46: 199 (1969).
- Eng-Wilmont, A. and D.F. Martin : J. Pharm. Sci. 68: 963 (1979).
- Eppley, R.M. and W.J. Bailey : Science. 181, 758 (1973).
- Granade, H.R., P.C. Cheng and N.J. Doorenbos : J. Pharm. Sci. 65: 1414 (1976).
- Harwig, J. and P.M. Scott : Applied Microbiology 21, 1011 (1971).
- Hood, D.W., T.W. Duke and B. Stevenson : J. Water Pollut. Control Fed. 32: 984 (1960).
- Kinghorn, A.D., K.K. Harjes and N.J. Doorenbos : J. Pharm. Sci. 66: 1363 (1967).
- Konig, G.M., A.D. Wright and O. Sticher : J. of Nat. Prod. 53: 1615 (1990).
- Korpinen, E.L. : Acta Path. Microbiol. Scand., Sect. B. 82, 465 (1974).
- Meyer, B.N., N.R. Ferrigni, J.E. Putnan, L.B. Jacobsen, D.E. Nichols and J.L. McLaughlin : Planta Medica 45: 31 (1982).
- Michael, A.S., C.G. Thompson and M. Abramovitz : Science. 123, 464 (1956).
- Prior, M.G. : Can. J. Comp. Med. 43: 352 (1979).
- Richter, J.A. and A. Golestein : Psychopharmacologia. 17: 327 (1970).
- Tarpley, W.A. : J. Econ. Entomol. 51: 781 (1958).
- Vanhaecke, P., G. Persoone, C. Claus and P. Sorgeloos : Ecotoxicol. Environ. Safety. 5: 382 (1981).
- Zillioux, E.J., H.R. Foulk, J.C. Prager and J.A. Cardin : J. Water Pollut. Control Fed. 45: 2389 (1973).



อภินันทนาการ

จาก

โรงพยาบาลปิยะมินทร์

ถนนบางนา - ตราด - อำเภอบางพลี - จังหวัดสมุทรปราการ



บริษัท ไฮวาอินเตอร์แพค จำกัด
HIWA INTERPACK CO., LTD.

ผู้นำด้านการผลิต และจำหน่าย มีกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น ลอน E และลอน B
ที่ครบวงจรที่สุดของวงการ **กล่องกระดาษลูกฟูก**
3 ชั้น ลอน B และลอน C 5 ชั้น ลอน BC
กระดาษลูกฟูกแผ่น

คุณภาพมาตรฐาน บริการรวดเร็ว ราคายุติธรรม

- * กล่องกระดาษลูกฟูก และกล่องกระดาษทุกชนิด
- * กล่องกระดาษลูกฟูกกอลฟ์เช็ก ลอน E ลอน B
- * พิมพ์สีด้วย ระบบ FLEXO และ OFF-SET
- * ออกแบบกล่อง DIE-CUT และงานพิมพ์

*** ท่านมีปัญหาปรึกษาเรา**

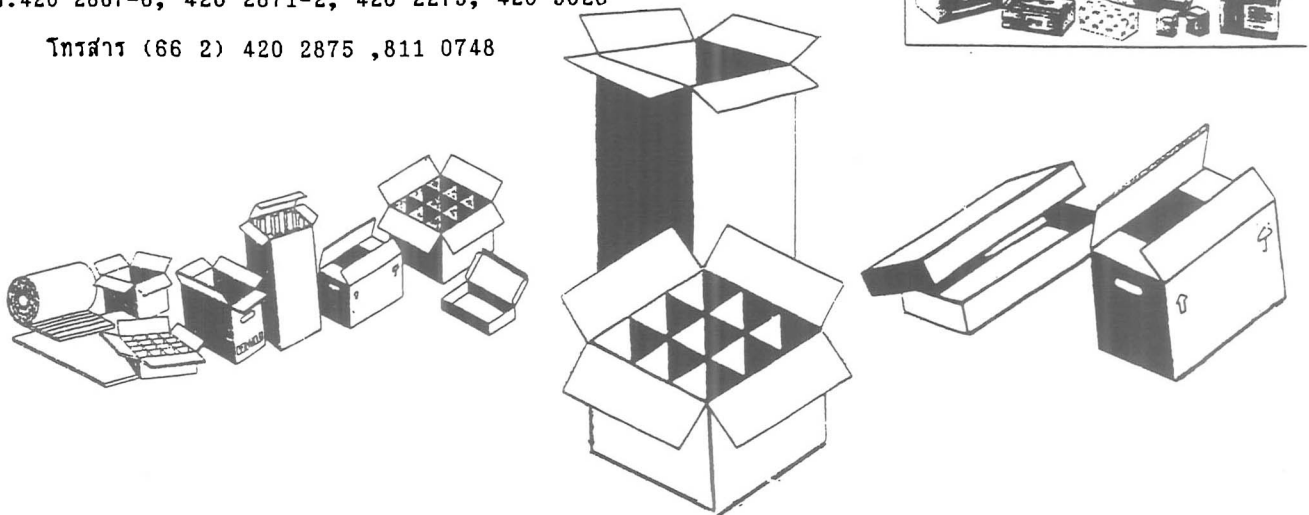
บริการรวดเร็ว • ตรงต่อเวลา • ราคาเป็นกันเอง

บริษัท ไฮวาอินเตอร์แพค จำกัด

127 หมู่ 7 ถนนเลียบคลองภาษีเจริญฝั่งเหนือ ตำบลสวนหลวง
อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร 74110

โทร. 420 2867-8, 420 2871-2, 420 2273, 420 3028

โทรสาร (66 2) 420 2875 , 811 0748



ขอสนับสนุน

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ด้วยความปรารถนาดี จาก

บริษัท นครกรุงเทพสหการขนส่ง จำกัด

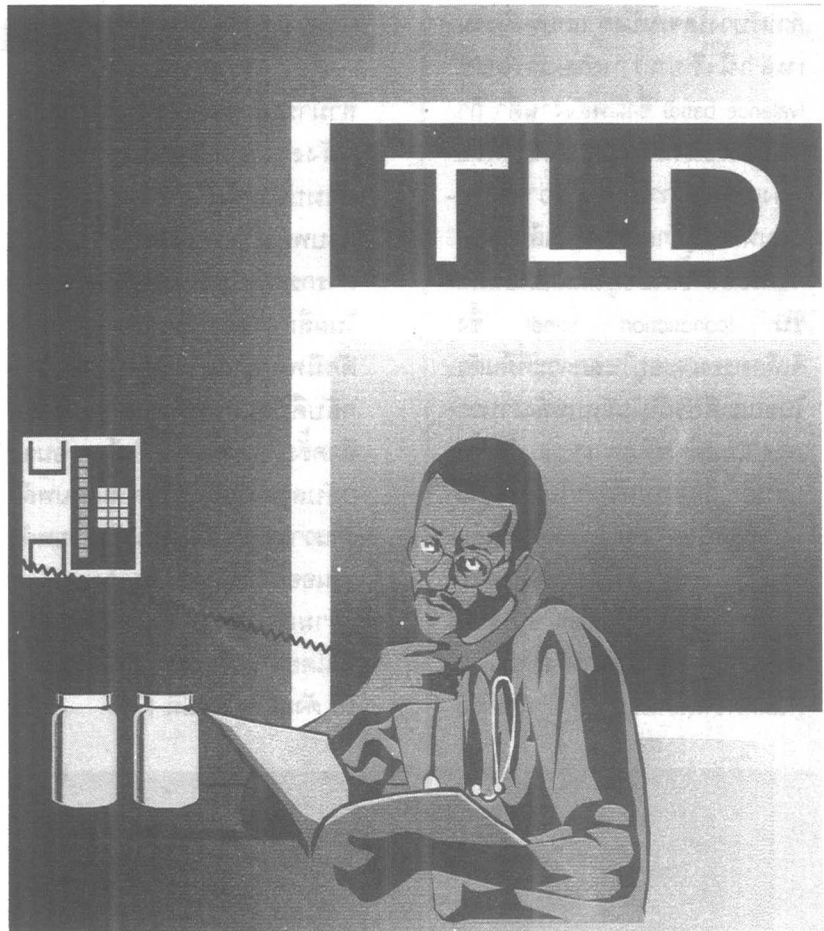
163/101-103 ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า เขตบางพลัด กทม.

เทคนิคการวัดปริมาณรังสี ด้วยเครื่องวัดรังสีเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

โดย จินตนา เหล่าไพบูลย์ และ เรวัตน์ เหล่าไพบูลย์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

Thermoluminescence dosimeter (TLD) เป็นเครื่องมือวัดรังสีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากวัดได้ทั้งรังสีปฐมภูมิ และรังสีทุติยภูมิ (รังสีกระเจิง) มีขนาดเล็ก สะดวกในการพกพา มีความไวในการตอบสนองต่อรังสีสูง สามารถวัดรังสีปริมาณต่ำๆ ได้ ทั้งยังมีความแม่นยำสูง เมื่อใช้แล้วยังสามารถนำกลับมาใช้งานซ้ำได้ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องวัดรังสีในงานต่างๆ เช่น ใช้วัดรังสีในสิ่งแวดล้อม เพื่อเฝ้าระวังอันตรายจากอุบัติเหตุจากรังสีอันอาจจะเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัว ใช้ในการแพทย์ และยังเหมาะที่จะใช้เป็นเครื่องวัดรังสีประจำบุคคลได้เป็นอย่างดีอีกด้วย กล่าวคืออาจบรรจุในหัวแหวน ที่เสียบเนคไท กำไล เข็มกลัด ฯลฯ โดยทำให้มีลักษณะสวยงามน่าใช้ อีกทั้งมีขนาดเล็กสามารถนำติดตัวไปตามสถานที่ต่างๆ ได้ง่าย เมื่อใช้แล้วสามารถเก็บไว้ได้นานก่อนนำมาประเมินผล อีกทั้งวิธีการประเมินผลไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีข้อจำกัดอยู่บ้างตรงที่ไม่สามารถแยกประเภทของรังสีได้ การประเมินผลจึงเป็นปริมาณรังสีรวม TLD มีหลายชนิด เช่น lithium fluoride (LiF), lithium borate ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$), calcium fluoride (CaF_2) และ calcium sulphate (CaSO_4) เป็นต้น TLD มีหลายรูปแบบ เช่น ผงผลึก ชัดแข็ง (ผสม Teflon) อัดเป็น chip และ rod



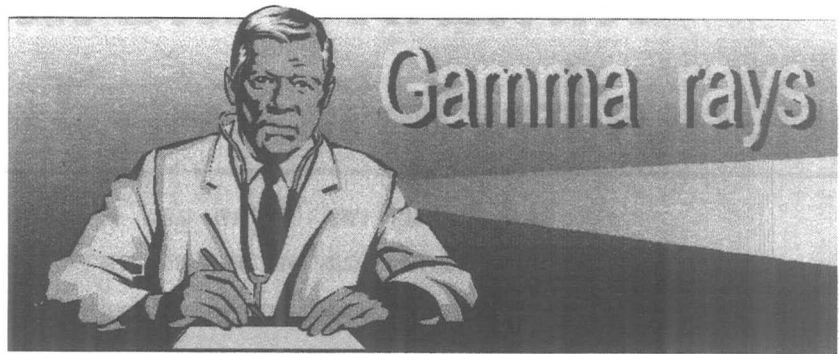
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Thermoluminescence dosimeter (TLD) เป็นเครื่องวัดรังสีที่ใช้ผลึกสารบางอย่างเป็นหัววัดผลึกที่ใช้มีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งเมื่อได้รับพลังงานจากรังสีแล้วจะทำให้เกิดสถานะกึ่งเสถียรขึ้นในอะตอม โดยที่พลังงานจำนวนหนึ่งจะถูกเก็บไว้ในผลึกและเป็นการเก็บอย่างถาวร ผลึกพวกนี้จะรักษาพลังงานนั้นไว้จนกระทั่งเมื่อได้รับความร้อนที่เหมาะสมปริมาณหนึ่ง จึงจะคายพลังงานออกมาในรูป

แสงสว่าง และอะตอมกลับสู่สถานะพื้นฐานดั้งเดิม จึงเรียกผลึกพวกนี้ว่า thermoluminescent crystal พลังงานในรูปแสงสว่างนี้สามารถวัดได้โดยการเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ด้วยหลอด photomultiplier จากนั้นจะเทียบกลับเป็นปริมาณรังสีอีกที TLD สามารถใช้วัดรังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีเบต้า และโปรตอนได้ในช่วง 10 มิลลิเรด ถึงประมาณ 10^5 เรด

-ทฤษฎีการรับพลังงานของอะตอม

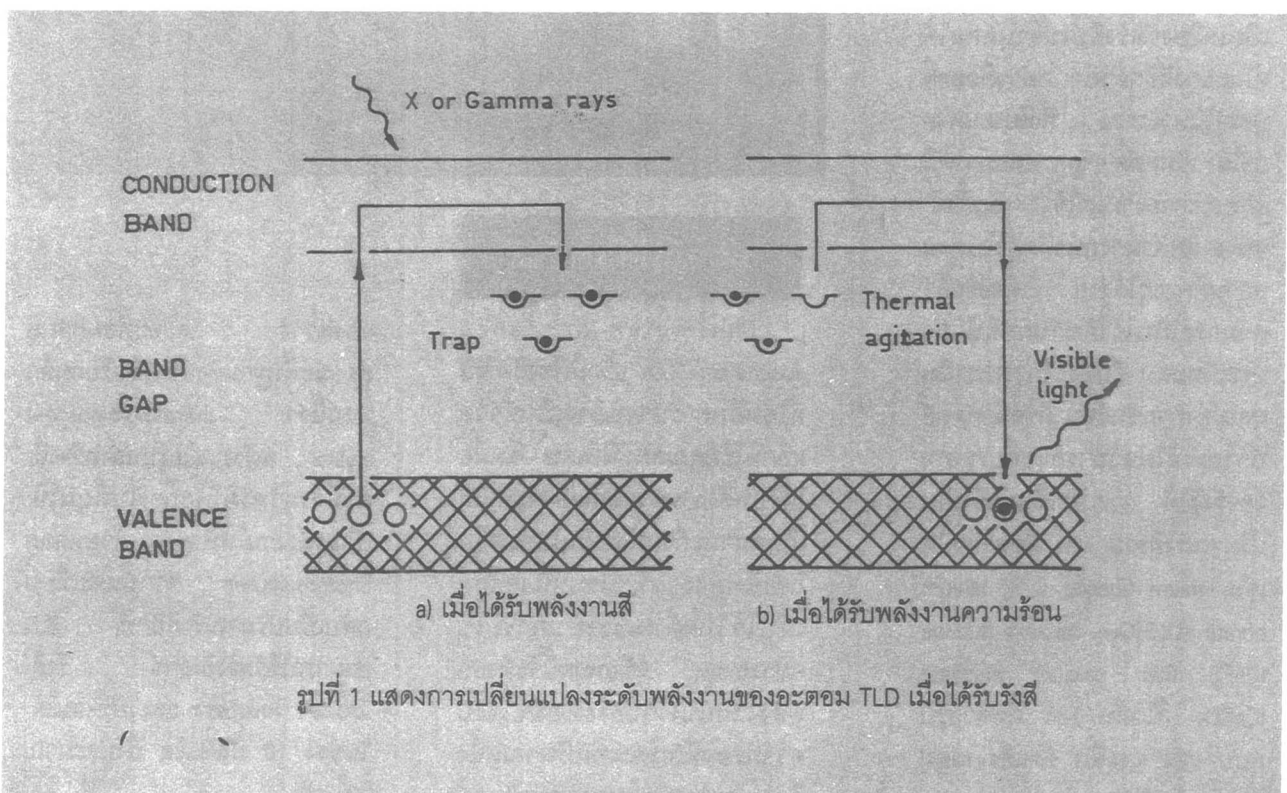
อิเล็กตรอนในอะตอมของผลึกสารซึ่งเป็นอนุทางไฟฟ้าที่ยังไม่ถูกรบกวนด้วยรังสีจะถูกยึดอยู่ในอะตอมโดยหมุนรอบนิวเคลียสด้วยพลังงานยึดเหนี่ยวที่แน่นอนสำหรับวงโคจรหนึ่งๆ แถบพลังงานเหล่านี้เรียกว่าแถบวาเลนซ์ (valence band) ซึ่งมีพลังงานต่ำ ถ้าอิเล็กตรอนในชั้นใดชั้นหนึ่งได้รับพลังงานจากภายนอก ไม่ว่าจะจากโฟตอนหรืออนุภาคก็ตาม อิเล็กตรอนจะกระโดดขึ้นไปอยู่ในแถบคอนดักชัน (conduction band) ซึ่งอิเล็กตรอนจะอยู่ในสภาวะที่ตื่นตัวในขณะเดียวกันในแถบพลังงานวาเลนซ์แบนด์จะมีโฮล (hole) เกิดขึ้นแทนที่อิเล็กตรอนที่หายไป ส่วนในแถบช่องว่าง (band gap) ซึ่งอยู่ระหว่างแถบวาเลนซ์และแถบคอนดักชัน จะมีกับดัก (trap) อยู่ ซึ่งมีพลังงานต่ำกว่าแถบพลังงานแถบคอนดักชันเล็กน้อย กับดักนี้



สามารถดักจับอิเล็กตรอนจากแถบพลังงานคอนดักชันได้แต่จะไม่ยอมปล่อยให้อิเล็กตรอนกลับสู่แถบพลังงานคอนดักชัน แต่ถ้ามีการกระตุ้นโดยให้ความร้อนเข้าไปในผลึกสารทำให้อิเล็กตรอนในกับดักมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดกลับคืนสู่แถบพลังงานคอนดักชันอีกครั้ง ต่อจากนั้นอิเล็กตรอนจะกลับลงมารวมกับโฮลในแถบพลังงานวาเลนซ์ พร้อมกับคายพลังงานออกมาในรูปแสงสว่าง โดยความเข้มของแสงที่เกิดขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณรังสีที่ผลึกได้รับ ดังแสดงในรูปที่ 1

-คุณสมบัติของ TLD (characteristic of TLD phosphor)

คุณสมบัติต่างๆ ที่สำคัญของ TLD ที่เราจะนำมาใช้ในการวัดรังสีนั้นสามารถดูได้จากรูปร่างลักษณะ และคุณสมบัติเฉพาะของ glow curve ที่ได้จาก TLD แต่ละชนิด ในการศึกษาเกี่ยวกับ TLD จึงควรเริ่มจากการศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของ glow curve ที่ได้จาก TLD ที่เราจะใช้ให้เข้าใจเสียก่อน ดังมีรายละเอียดเฉพาะจุดสำคัญดังนี้

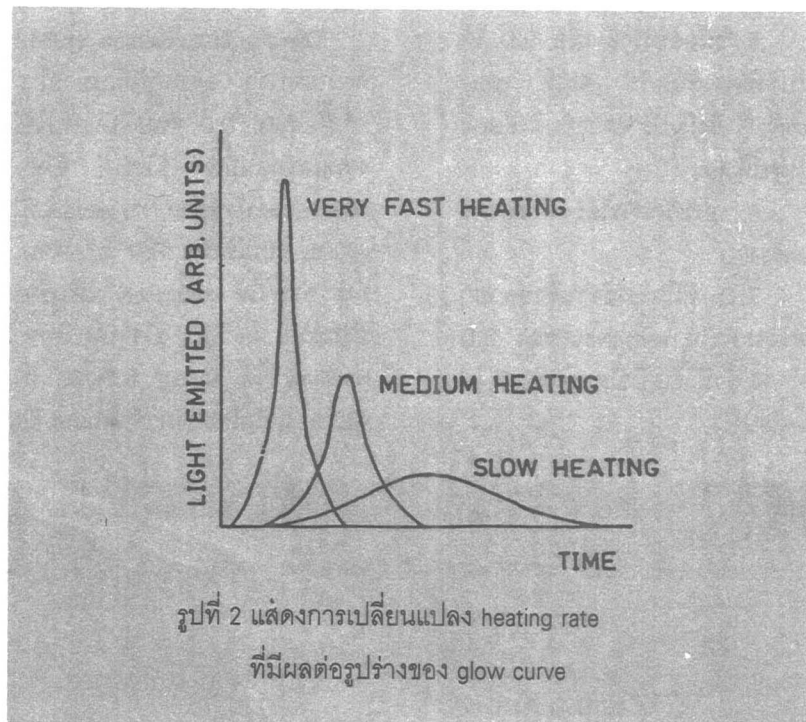


คำว่า glow curve ในที่นี้ หมายถึงกราฟที่พลอต ระหว่าง TL ซึ่งเป็น function ของอุณหภูมิ หรือ เวลา ถ้า heating rate มีค่าคงที่ สม่าเสมอ กราฟทั้งสองนี้จะคล้าย กันมาก อย่างไรก็ตามพื้นที่ใต้ curve ที่พลอตระหว่าง TL และ เวลาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ total TL ในขณะที่พื้นที่ใต้ curve ที่พลอต ระหว่าง TL และอุณหภูมิ นั้นอธิบายได้ยากกว่า ดังนั้นถ้า กล่าวถึง glow curve ปกติเราจะ หมายถึงกราฟที่พลอต ระหว่าง TL กับเวลา

ตัวแปรต่างๆ ที่จะมีผลทำให้ glow curve เปลี่ยนแปลงไป ได้แก่:

1. อัตราการให้ความร้อน (heating rate) การเปลี่ยนแปลงของ heating rate จะมีผลต่อ glow curve อย่างมาก กล่าวคือ ถ้าเพิ่ม heating rate ขึ้นเป็น 2 เท่า จะทำให้ความสูงของ peak เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าด้วย แต่ความกว้างของ peak จะแคบลง ดังแสดงในรูปที่ 2

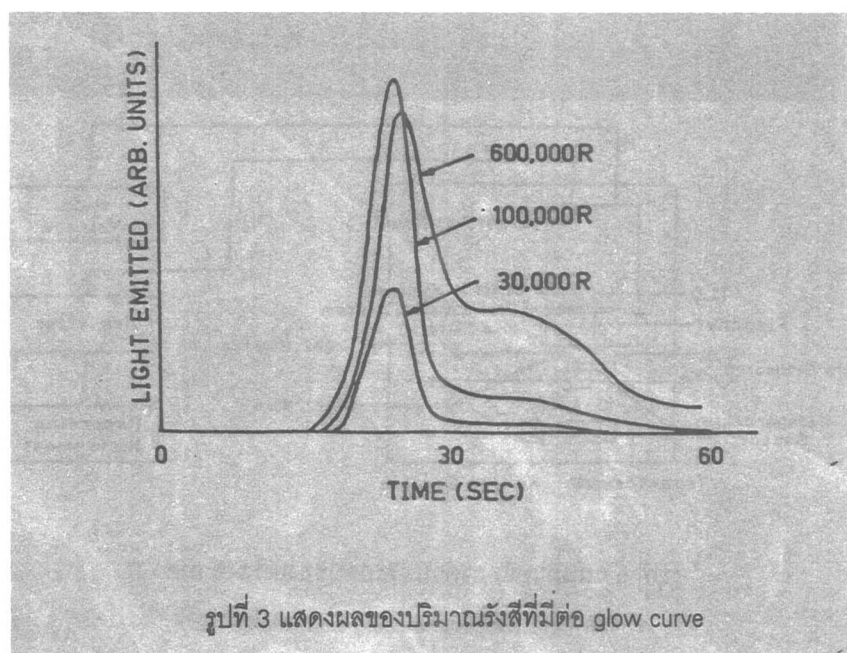
2. ขนาด รูปร่างลักษณะของ TLD เนื่องจากส่วนของ TLD ที่สัมผัส heating element จะถูก heat ก่อน และส่วนที่อยู่ห่างออกไปจะได้รับความร้อนจากการนำความร้อน ดังนั้นจะเห็นว่า ขนาดรูปร่าง และสภาพการนำความร้อนของ TLD มีผลต่อ glow curve มาก ถ้า TLD มีความหนามากเกินไป ส่วนที่อยู่ห่างจาก heating element จะยังมีอุณหภูมิต่ำอยู่ จึงให้ glow peak ที่อุณหภูมิต่ำ ในขณะที่ส่วนที่อยู่ใกล้ heating element จะให้ glow peak ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งผลรวมก็คือ glow curve ค่อนข้างจะ blurred คือ ความกว้างของ curve จะกว้างมากขึ้น และมีรูปร่างที่ผิดไปจากเดิมเพราะ peak จะมาซ้อนกัน ซึ่งผลนี้จะเกิดขึ้นเมื่อใช้อัตราการให้ความร้อนสูง (high heating rate)



3. Recording instrument มีผลต่อ glow curve ด้วย เครื่องอ่าน TLD รุ่นเก่าจะต่อสัญญาณเข้ากับเครื่อง X-Y Recorder จะเห็นขนาดความสูงของ main glow peak สูงต่ำตามขนาดของปริมาณรังสีที่ TLD ได้รับ แต่เครื่องอ่าน TLD รุ่นใหม่จะมี software เฉพาะ ที่ได้เปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของ main glow peak ให้มีขนาดความสูงเท่ากัน เพื่อความสะดวก

4. ปริมาณรังสีที่ TLD ได้รับจะมีผลต่อ glow curve ด้วย เพราะ trap ต่างๆ จะไม่อิ่มตัวที่ปริมาณรังสีเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3 (เป็น glow curve ที่ได้จากเครื่องอ่าน TLD รุ่นเก่า)

TLD



5. ชนิดของรังสี เมื่อ TLD ได้ รับรังสีต่างชนิดกัน จะได้ glow curve ซึ่งมีรูปร่างต่างกั้แสดง ในรูปที่ 4

6. ประวัติการได้รังสีและการ anneal

TLD ที่มีการใช้งานซ้ำหลายๆ ครั้งจะทำให้ sensitivity ของ TLD ต่ำลง ซึ่งมีวิธีแก้ไขโดยนำ TLD ไป anneal

Daniels และ Rieman (1954) สังเกตพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการ anneal TLD ก่อนเริ่มนำไปใช้งานและก่อนนำมาใช้ใหม่ ก็คือ 400°C. และยังพบว่า การ anneal ที่ 400°C. ก่อนเริ่มนำ TLD ไปใช้งาน นั้น จะทำให้ sensitivity เพิ่มขึ้น ประมาณ 4-5 เท่า (ปัจจุบันบริษัท Harshaw ได้ anneal TLD-100 ที่ 400°C. ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย) ปี

1960-1964 ได้มีการศึกษาผลดังกล่าวว่าเป็นความจริงแต่ยังอธิบายไม่ได้ว่าเพราะเหตุใดการ anneal ก่อนนำมาใช้งานจึงสามารถเพิ่ม sensitivity ได้

เครื่องอ่านค่า TL โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญแยกออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้ (Oberhofer and Scharmann 1980)

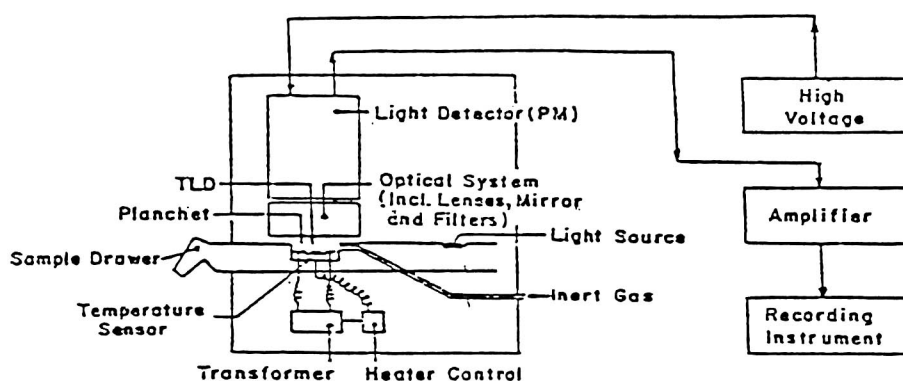
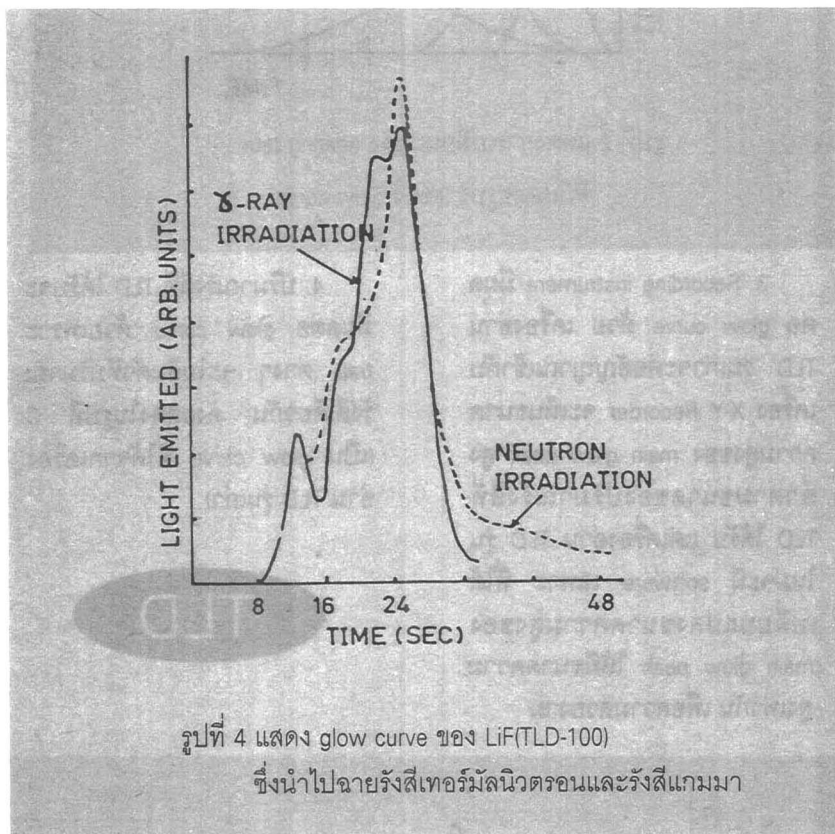
ก. ระบบให้ความร้อน(heating device) เป็นระบบควบคุมการให้ความร้อนแก่ TLD จากอุณหภูมิปกติให้มีความร้อนเพิ่มถึง 200-300 องศาเซลเซียส ภายในช่วงเวลาสั้นๆ (2-3 นาที) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในระบบนี้ คือ การสัมผัสกันอย่างสนิท ระหว่าง TLD และแผ่นตัวกลางความร้อน (planchet) เพื่อให้การนำความร้อนของ TLD เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และนำความร้อนได้ดีที่สุด จึงได้มีการออกแบบ planchet ซึ่งเป็นแผ่นตัวนำความร้อนเป็นหลายลักษณะเพื่อให้มีความเหมาะสมกับ ลักษณะรูปร่างของ TLD

ระบบให้ความร้อนประกอบ ด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- Heater control เป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิให้กับ planchet เพื่อให้มีอุณหภูมิตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 5

จากรูป อุณหภูมิของ planchet ช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึง preheat temperature (T_{pre}) ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำๆ ยังไม่สามารถกระตุ้นให้อิเล็กตรอนที่ค้างอยู่ในกับดักได้ จึงไม่จำเป็นต้องใช้เวลานาน เพื่อประหยัดเวลาในการอ่านด้วย ช่วง T_{pre} ถึง T_{max} เป็นช่วงที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างคงที่

สำหรับการอ่าน $CaSO_4 (Dy)$ ชนิดผงผลึกที่เตรียมได้นี้ ได้ตั้ง temperature rate ในช่วง T_{pre} ถึง



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่องอ่านค่า TL (Wang Changai and Liang Chunzhang 1989)

T_{max} มีค่า 10 องศาเซลเซียส ต่อวินาที integration period 30 วินาที $T_{pre} = 100$ องศาเซลเซียส $T_{max} = 240$ องศาเซลเซียส เพื่อให้ครอบคลุม glow curve ที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

-Transformer เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แปลงศักดาไฟฟ้าให้พอเหมาะกับความร้อน ที่ให้กับ planchet

- Temperature sensor ประกอบ ด้วย thermocouple ทำงานร่วมกับ heater control

ข. ระบบวัดแสง (light detection system)

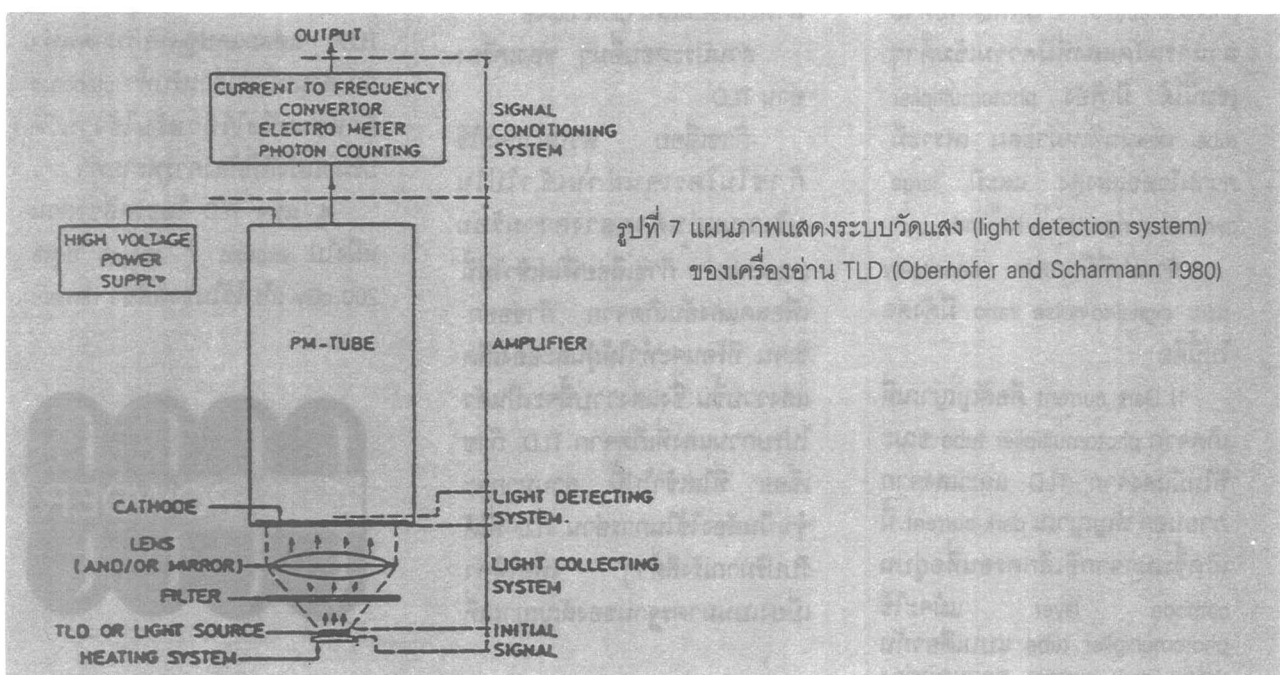
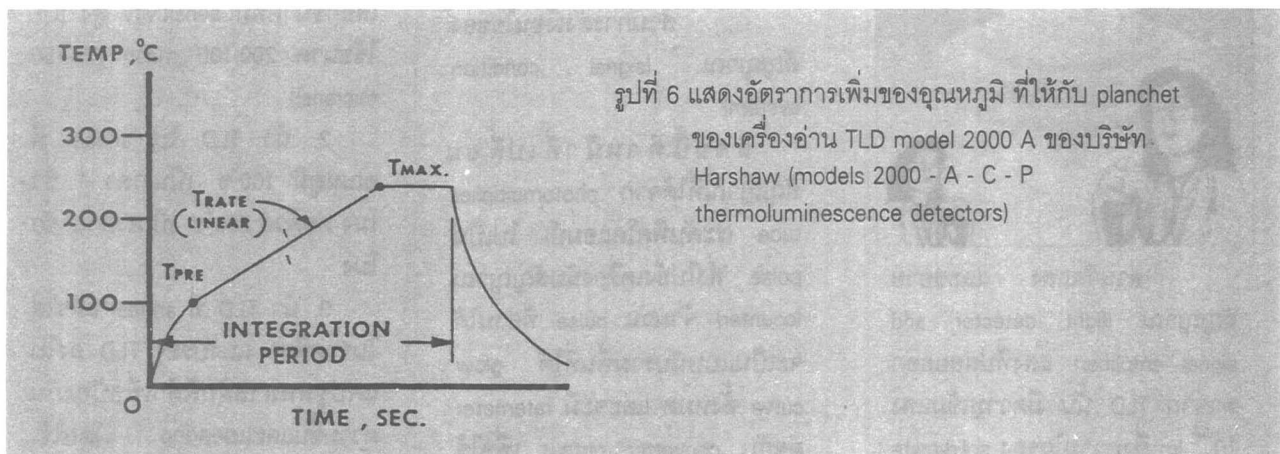
หลักการทั่วไปของระบบนี้คือ ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (ประจุ, กระแส, ความต่างศักดา)

ระบบวัดแสงประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

- ส่วนรวบรวมแสง (light collecting system)

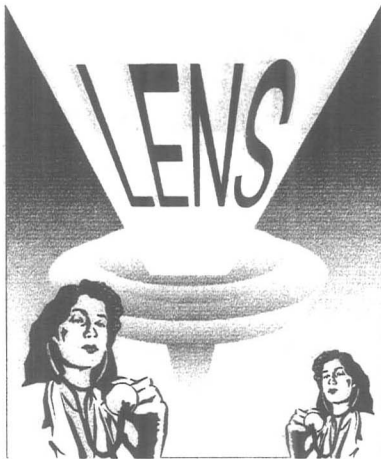
เพื่อให้การวัดมีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องทำให้แสงที่ตกไปบน sensitive layer ของ light detector มีความเข้มมากที่สุด ซึ่งทำได้โดยการนำ TLD ไปสัมผัสโดยตรงกับ photocathode แต่เนื่องจาก

photocathode มีความไวต่ออุณหภูมิ จึงทำไม่ได้เพราะ TLD มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูง ได้มีการนำอุปกรณ์ต่างๆ เข้ามาช่วยให้มีประสิทธิภาพในการวัดสูงขึ้น โดยใช้ lens system, heat filter, water layers, vacuum layers, light pipes และอื่นๆ



Filter ที่ใส่เข้าไป เพื่อป้องกันรังสีอินฟราเรด ที่ปล่อยออกมาจาก heater element หรือจาก TLD เอง มิให้มาถึง light detector ได้

Lens มีหน้าที่ขยายแสง (TL) ที่เกิดจาก TLD เพื่อให้มีความเข้มแสงมากขึ้น ความผิดพลาดในระบบรวบรวมแสงนี้ อาจเกิดขึ้นจากฝุ่นละอองที่อยู่ตามทางเดินของแสง หรือการเปลี่ยนแปลงการสะท้อนของ heater planchet



- ส่วนวัดแสง และขยายสัญญาณ (light detector and signal amplifier) แสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD นั้น มีความเข้มแสง 10^{-13} lm ซึ่งความไวของ solid-state photodetectors ไม่เพียงพอที่จะสามารถวัดแสงที่มีความเข้มต่ำๆ เช่นนี้ได้ มีเพียง photomultiplier tube เท่านั้นที่เหมาะสม เพราะมีความไวต่อแสงสูง และมี large dynamic range (10^{-13} - 10^{-6} lm)

ตัวแปรที่มีผลต่อ sensitivity และ signal-to-noise ratio มีดังต่อไปนี้คือ

1) Dark current คือสัญญาณที่เกิดจาก photomultiplier tube ขณะที่ไม่ได้มีแสงจาก TLD และแสงจากภายนอก สัญญาณ dark current นี้ เกิดขึ้นมาจากอิเล็กตรอนที่อยู่บน cathode layer แม้จะใช้ photomultiplier tube แบบเดียวกัน แต่ค่า dark current อาจแตกต่างกัน

กันได้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของอุณหภูมิกายในห้วงสภาพที่ดีที่สุด คือต้องมี low noise คือ dark current ต่ำๆ นั่นเอง

2) Temperature effect อุณหภูมิที่ไม่คงที่ จะมีผลทำให้ sensitivity ของ photomultiplier tube ไม่คงที่ด้วย ดังนั้นขณะอ่าน TLD อุณหภูมิภายในห้องควรคงที่

3) Fatigue effect ถ้า photomultiplier tube ถูก expose ด้วยแสงที่มีความเข้มสูง จะมีผลทำให้ sensitivity ของ photomultiplier tube ลดลงขณะเดียวกัน dark current จะเพิ่มขึ้นด้วย

- ส่วนการตั้งเงื่อนไขของสัญญาณ (signal condition system)

ส่วนนี้ ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณที่ได้จาก photomultiplier tube (ระดับพิคโคแอมป์) ไปเป็น pulse ส่งไปยังเครื่องนับสัญญาณ (counter) จำนวน pulse ที่อ่านได้ จะเป็นแบบนับรวมพื้นที่ใต้ glow curve ทั้งหมด และจะมี ratemeter ต่อกับ converter output เพื่อใช้สำหรับเขียนเส้น glow curve

ส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องอ่าน TLD

- ก๊าซเฉื่อย ส่วนมากจะใช้ ก๊าซไนโตรเจนผ่านเข้าไปในบริเวณแผ่นตัวกลางความร้อน (planchet) ก๊าซเฉื่อยที่ใส่เข้าไปนี้ เพื่อลดแสงอันเกิดจาก ก๊าซออกซิเจน ที่ร้อนจะทำให้ฝุ่นละอองเกิดแสงวาบขึ้น ซึ่งแสงวาบนี้เป็นตัวไปรบกวนแสงที่เกิดจาก TLD, ก๊าซเฉื่อย ที่ใส่เข้าไปนี้ ส่วนมากจะจำเป็นต้องใช้ในการอ่าน TLD ที่ได้รับปริมาณรังสีต่ำๆ เพื่อให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญญาณที่

ได้จากการอ่านน้อยลง

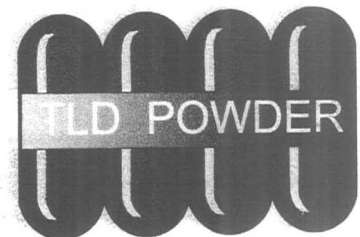
- แหล่งกำเนิดแสงอ้างอิง (light source) ประกอบด้วยคาร์บอน-14 เป็นตัวกระตุ้น (activator) NaI (TI) ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงจะวางอยู่ใต้ drawer เมื่อดึง drawer ออก จะทำให้ตำแหน่งแหล่งกำเนิดแสงอ้างอิงตรงกับหลอดทวีคูณแสงพอดี

การนำ TLD ไปใช้งานทางด้านการแพทย์

TLD ชนิด powder

ขั้นตอนการเตรียม TLD ไปใช้งาน

1. ใช้ sieves ร่อนสารร่อนเลือกขนาดที่มี sensitivity สูง (LiF ใช้ขนาด 200-100 mesh (75-150 microns))
2. นำ TLD ไป anneal ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อด้วย 200°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. นำ TLD ที่ anneal แล้วใส่ในขวดสีชา แบ่งบรรจุ TLD ลงในแคปซูลพลาสติกสีดำเพื่อป้องกันความชื้นและแสงสว่าง โดยใช้ dispenser เป็นตัวบรรจุ เพื่อให้ TLD แต่ละแคปซูลมีปริมาตรเท่ากัน ส่วนหนึ่งไว้สำหรับทำ standard อีกส่วนหนึ่งไว้สำหรับใช้งานวัดปริมาณรังสีที่ต้องการทราบค่า
4. แบ่ง TLD ในขวดสีชาส่วนหนึ่งไป expose ที่ absorb dose 200 cGy เก็บไว้ในขวดสีชา remark



ที่ขจัดว่าเป็น LRP (lab reference powder) เพื่อใช้เป็นตัวแก้ค่าเนื่องจาก stability ของเครื่องอ่าน TLD ไม่คงที่

5. นำ LRP มาบรรจุแคปซูลพลาสติกสีดำคาดแถบสีขาวเพื่อใช้เป็น IRP (institute reference powder)

- นำแคปซูลที่คาดแถบสีขาว (IRP) นี้เก็บไว้ในที่เดียวกับ TLD capsule ที่จะนำไปใช้งาน

- ประโยชน์ของ IRP คือใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับ LRP เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างการนำ TLD ไปใช้งานตามสถานที่ต่างๆ เช่น TLD ที่นำไปใช้งานอาจถูกรังสี scatter หรืออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงก็จะทำให้ปริมาณแสงที่คายออกมาจาก TLD สูงกว่าความเป็นจริง

6. ทำ standard TLD โดยใช้ ionization chamber เป็นตัวกำหนด dose ที่ให้กับ TLD อาจทำในน้ำหรือในอากาศขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ในการทำ standard TLD สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมีดังต่อไปนี้

- การทำ standard ควรทำในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการนำ TLD ไปใช้งาน ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาการมี fading ของ TLD

- ควรทำให้ cover dose ที่ใช้งาน

- ควรเก็บให้ไกลจากแหล่งกำเนิดรังสี

ขั้นตอนการประเมินค่าปริมาณรังสีโดยสังเขป

TLD ที่นำไปติดตัวคนไข้หรือนำไปใช้งานใดๆ ก็ตาม ต้องทิ้งไว้ประมาณอย่างน้อย 2 สัปดาห์จึงนำมาอ่านค่าได้ ทั้งนี้เพื่อให้ฟีดแบ็กที่มี half life สั้น decay หมดเสียก่อน ถ้าเป็นงานเร่งด่วนอาจใช้

วิธี นำ TLD ไป anneal ที่ 100°C เป็นเวลา 10 นาที เพื่อไล่ฟีดแบ็กออกก็ได้ สำหรับ TLD ที่บรรจุพลาสติกจะไม่ใช้วิธี anneal เพราะแคปซูลจะไหม้

ในการอ่าน TLD จะต้องมีการอ่าน light source ที่ติดมากับเครื่องอ่าน, อ่านค่า dark current, อ่านค่า LRP และ IRP ด้วยตามลำดับโดยอ่านสลับกันกับการอ่าน TLD เป็นระยะๆ

ให้ reading คือค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ photomultiplier tube แปลงมาจากปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ค่า reading ที่ได้จากเครื่องอ่านยังมีไม่ใช่เป็นค่าที่ถูกต้องจะต้องมีการแก้ค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ โดยการนำค่าเหล่านี้ไปคูณจึงจะเป็นค่าที่ถูกต้อง

1. ค่าแก้เนื่องจาก stability ของเครื่องอ่าน TLD

สามารถคำนวณได้จาก

$$\frac{\text{LRP เฉลี่ยของ standard TLD}}{\text{LRP เฉลี่ยของ TLD ที่ต้องการประเมินค่า}}$$

2. ค่าแก้เนื่องจาก TLD ที่นำไปใช้งานนั้นถูกรังสี scatter หรือถูกแสงแดด

สามารถคำนวณได้จาก

$$\frac{\text{LRP เฉลี่ยของ TLD ที่ต้องการประเมินค่า}}{\text{IRP เฉลี่ยของ TLD ที่ต้องการประเมินค่า}}$$

3. ค่าแก้เนื่องจากพลังงาน

เนื่องจาก TLD มีคุณสมบัติเป็น energy dependent ถ้านำ TLD ไปฉายรังสีที่ปริมาณรังสีเท่ากัน แต่พลังงานต่างกัน ค่าปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากตัว TLD จะไม่เท่ากัน ดังนั้นหากมีการนำ TLD ไปใช้งานในงานเดียวกันแต่พลัง



งานแตกต่างกันจึงต้องมีการหาค่าอัตราส่วนปริมาณแสงขึ้นก่อนโดยนำ TLD ไปฉายรังสีที่พลังงานต่างๆ ด้วยปริมาณรังสีที่เท่ากันแล้วนำมาอ่านค่า ค่าแก้เนื่องจากพลังงานสามารถคำนวณได้จาก

Reading TLD ที่พลังงาน standard
Reading TLD ที่พลังงานที่ใช้วัด

4. ค่าแก้เนื่องจาก fading

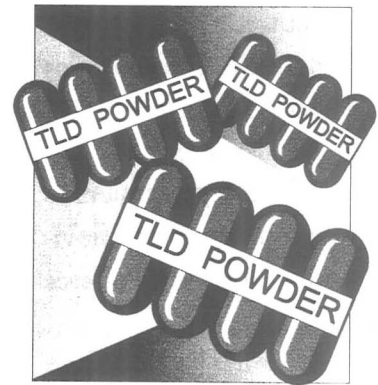
การใช้งานปกติจะเลือกใช้ค่าแก้เนื่องจากการทำ standard ในเวลาใกล้เคียงกับ TLD ที่นำไปใช้งาน แต่ในกรณีที่เลี่ยงไม่ได้ เช่น การเก็บข้อมูลจากบางโรคที่ไม่ค่อยมีคนไข้ต้องใช้เวลานานหลายเดือนถ้าจะเก็บ TLD ไว้อ่านพร้อมๆ กันจะต้องมีการแก้ค่าเนื่องจากการจางหายไปของปริมาณแสงหลังฉายรังสีด้วย โดยตามคุณสมบัติการ fading นี้จะคิด %/week, %/month หรือ %/year จะ fade มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของ TLD

TLD ที่มีการขึ้นรูปเป็น chip และ rod

การประเมินค่าจะเหมือนกับ TLD powder แต่ต้องแก้ค่าเพิ่มขึ้นอีกค่าหนึ่งคือค่า elementary correction factor เนื่องจากการขึ้นรูปจาก TLD powder ให้เป็น chip และ rod นั้น ทำโดยใช้ตัวประสาน เช่น เทฟลอนที่ทนความร้อนสูงผสมกันที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม รีดหรืออัดให้แบนก่อนจะตัดออกมาเป็นเม็ด ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะผลิตให้ทุกเม็ดมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการดังจะเห็นได้จากนำ TLD แต่ละเม็ดไปฉายรังสีพร้อมกัน ปริมาณแสงที่

ออกมาจะไม่เท่ากัน ในทางการค้าบริษัทผู้ผลิตจะเลือก TLD ที่มี sensitivity ใกล้เคียงกันไว้ใน lot เดียวกัน

วิธีการหาค่า elementary correction factor ทำได้โดยการนำ TLD ที่จะใช้งานทั้งหมด (อาจประมาณ 100 ตัว) ไปฉายรังสีพร้อมกันที่ปริมาณรังสีเท่ากัน แล้วนำมาอ่านค่า หาค่า reading เฉลี่ยของ TLD ทั้ง 100 ตัว จะได้ค่าแก้ของ TLD แต่ละตัวดังต่อไปนี้



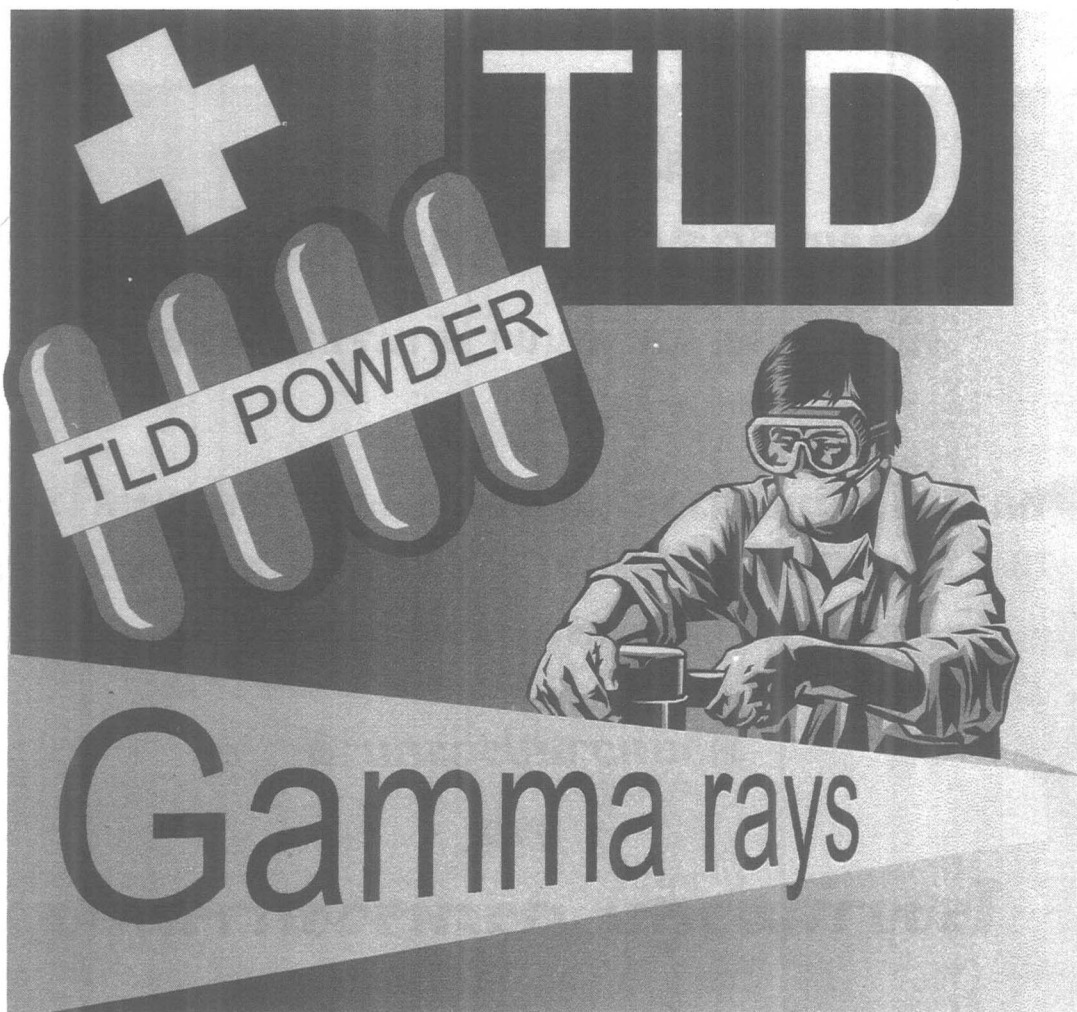
ค่าแก้ TLD ตัวที่ 1 มีค่าเท่ากับ	CF_1	=	$\frac{\bar{X}}{X_1}$
ค่าแก้ TLD ตัวที่ 2 มีค่าเท่ากับ	CF_2	=	$\frac{\bar{X}}{X_2}$
			$\vdots$
ค่าแก้ TLD ตัวที่ 100 มีค่าเท่ากับ	CF_{100}	=	$\frac{\bar{X}}{X_{100}}$

CF_1 = elementary correction factor ของ TLD ตัวที่ 1
 $\bar{X}$ = ค่า reading เฉลี่ยของ TLD 100 ตัว
 X_1 = ค่า reading เฉลี่ยของ TLD ตัวที่ 1



บรรณานุกรม

- Anon. Undated. Instruction Manual. Thermoluminescence Detectors, Model 2000-A-C-P, Ohio 44139.
- Cameron, J.R., Suntharalingam, N., and Kenney, G.N. 1968. Thermoluminescent Dosimeter. The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee, and London.
- Cameron, J.R., Zimmerman, D., Kenney, G., Buch, R., Bland, R., and Grant, R. 1964. Thermoluminescent Radiation Dosimetry Utilizing LiF. Health Physics. Vol. 10, pp. 25-29, Pergamon Press.
- Daniels, F., and Rieman, W.P. 1954. Thermoluminescent dosimeter. Final Reptot, Project 4-12-80-001, Chemical Procurement Agency, 1954.
- The Harshaw Chemical Company. 1977. Performance Specification. TLD Material and System.
- Oberhofer, M., and Scharmann, A. 1980. Applied Thermoluminescence Dosimetry. Adam Hilger, Bristol, May.
- Pradhan, A.S. 1981. Thermoluminescence Dosimetry and its Application. Radiation Protection Dosimetry, Vol.1, No.3, pp 153-167 Nuclear Technology Publishing.
- Wang Changai and Lian Chunzhang 1989. Thermoluminescent Dosimetry. Regional Training Course on Radiation Dosimetry, Shanghai, China, 9 October - 4 November. 





หลังเก็บผล ตัดแต่งกิ่ง จัดล้างลำต้น ด้วย...

คูลัส[®] ดีเอฟ

ซูเปอร์

กำหนดันเกร็ดเกษตร
คุณภาพหนึ่งในโลก

BASF

คุณภาพ บี เอ เอส เอฟ เยอรมันนี

บริษัท สหાયเกษตรเคมีภัณฑ์ จำกัด จัดจำหน่าย โทร. 4342386-95

ขอสนับสนุน วารสาร
“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”
เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี

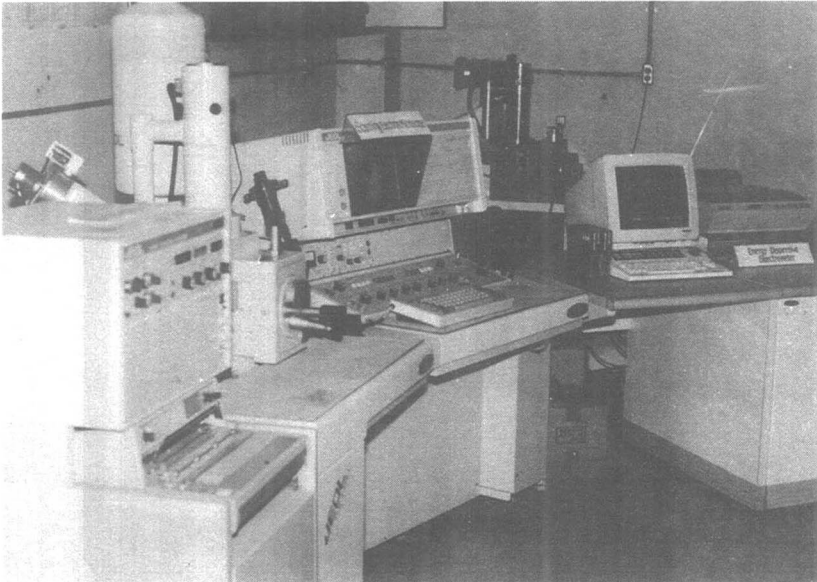
จาก

โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

Material Properties Analysis and Development Center (MPAD)

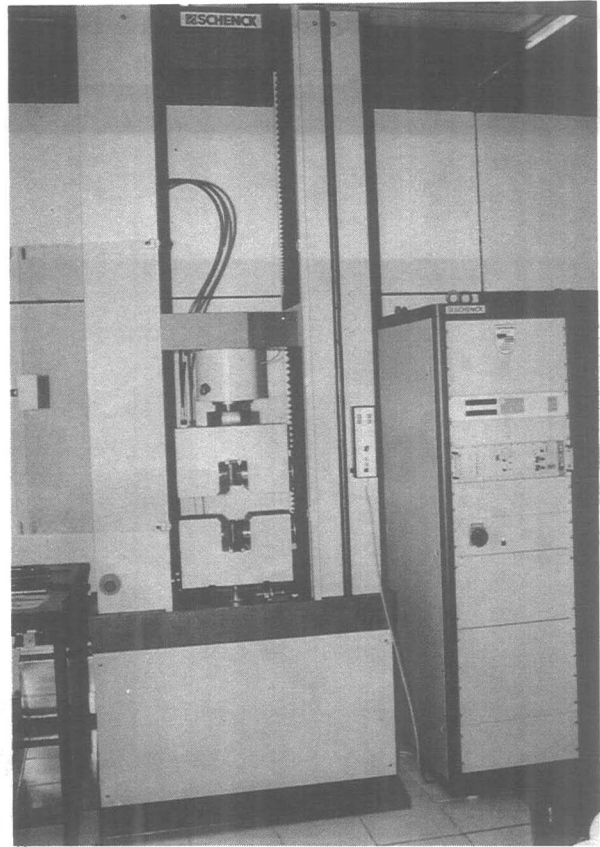
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900



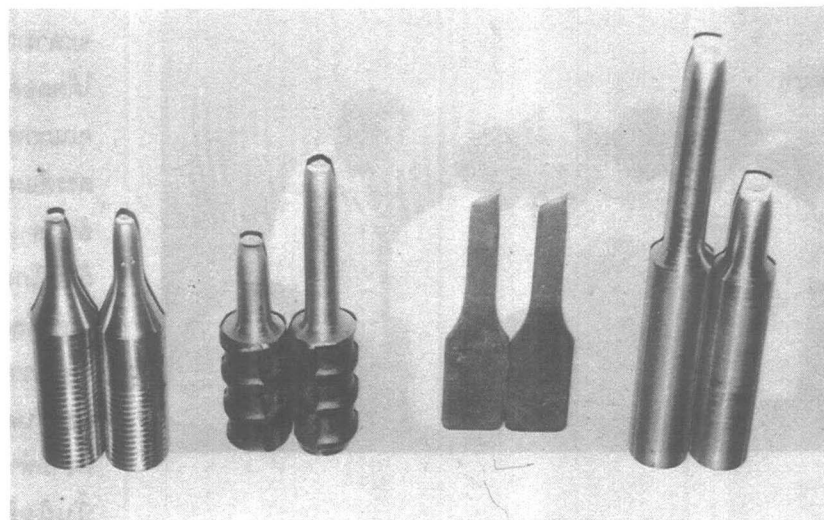
ผลิตภัณฑ์ของท่านมีคุณภาพได้มาตรฐานหรือยัง

ในสภาวะที่การผลิตสินค้าเพื่อการจำหน่ายมีการแข่งขันสูง ไม่ใช่แต่เพียงแข่งขันภายในประเทศเท่านั้น ปัจจุบันการแข่งขันได้ขยายวงกว้างไปสู่การแข่งขันในระดับโลกมากขึ้น ถึงแม้ในโลกธุรกิจปัจจุบันจะใช้การตลาดเป็นแกนนำในการดำเนินธุรกิจ นอกจากจะมีการจัดส่งที่ตรงเวลา มีตัวแทนจำหน่ายที่กว้างขวาง มีการโฆษณาและส่งเสริมการขายอย่างต่อเนื่อง และการตั้งราคาเพื่อดึงดูดผู้ซื้อแล้วก็ตาม แต่สิ่งเหล่านี้ไม่ใช่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะสามารถดึงดูดลูกค้าให้ใช้สินค้าได้ตลอดไป สินค้าที่ดีมีมาตรฐาน มีคุณภาพ คือหัวใจสำคัญที่จะสร้างสรรค์แผนการตลาดให้ประสบความสำเร็จ เพราะในยุคที่จะต้องแย่งชิงผู้บริโภคทั้งในระดับประเทศและระดับโลก ใครสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ปลอดภัยต่อผู้ใช้และตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ความสำเร็จก็จะเป็นของคนนั้น ดังนั้นผู้ผลิตหลายรายได้พยายามศึกษาและค้นคว้าเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อนำมาผลิตสินค้าให้มีคุณภาพสูงเหนือคู่แข่ง

ในประเทศไทย สถาบัน
วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งประเทศไทย โดยศูนย์พัฒนา
และวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ ได้เล็ง
เห็นความสำคัญของการพัฒนาและ
ยกระดับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์
สินค้าให้มีคุณภาพ เพื่อให้สินค้าที่
ผลิตในประเทศไทยมีคุณภาพได้มาตรฐาน
เป็นที่ต้องการของต่างประเทศ
โดยที่ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์
สมบัติของวัสดุนี้ให้บริการในด้าน
การทดสอบวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์
วัสดุดิบ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ และให้คำ
แนะนำ บริการ เพื่อพัฒนาผลิต
ภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน
โลก



เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง แรงกด



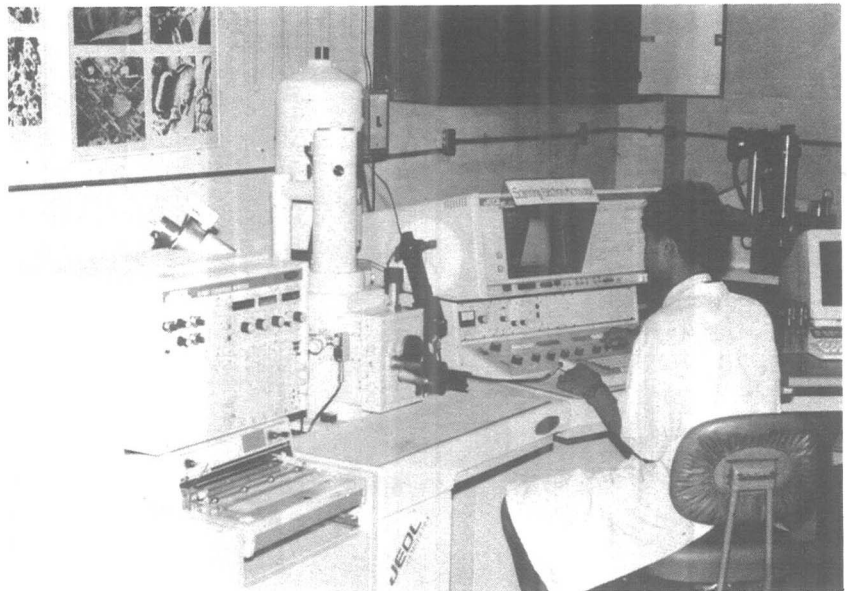
ชิ้นงานหลังทดสอบแรงดึง

วัตถุประสงค์

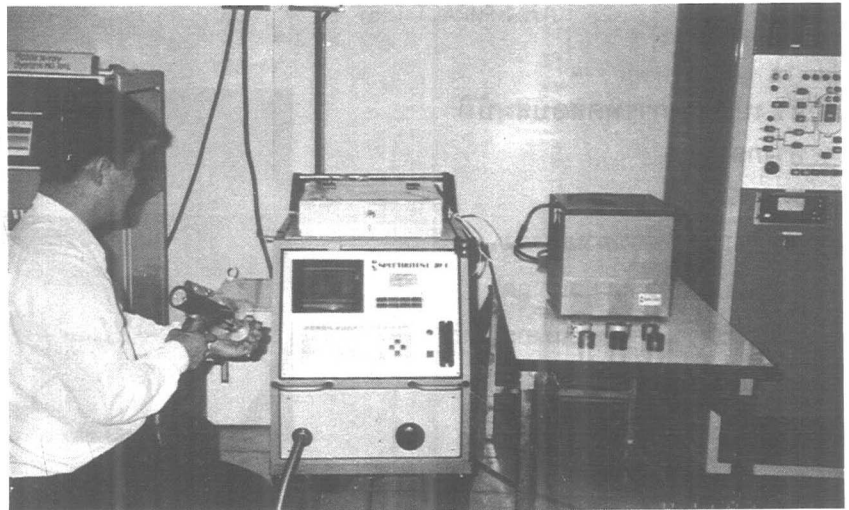
ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (MPAD) เป็นหน่วยงานในสังกัดของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) จัดตั้งขึ้นเพื่อสนับสนุนมาตรการส่งเสริมสินค้าออกของประเทศให้ได้คุณภาพมาตรฐานที่ต่างประเทศยอมรับ เพื่อแก้ปัญหาทางด้านการเลือกใช้วัสดุให้แก่ภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ และเป็นการยกระดับอุตสาหกรรมในประเทศไทยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานสากล

วัตถุประสงค์เพื่อเป็นองค์กรกลางในการพัฒนา ปรับปรุง วิเคราะห์ และทดสอบสมบัติของวัสดุ และขึ้นส่วนวิศวกรรมเพื่อให้มีมาตรฐานทัดเทียมต่างประเทศ กิจกรรมของศูนย์จำแนกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

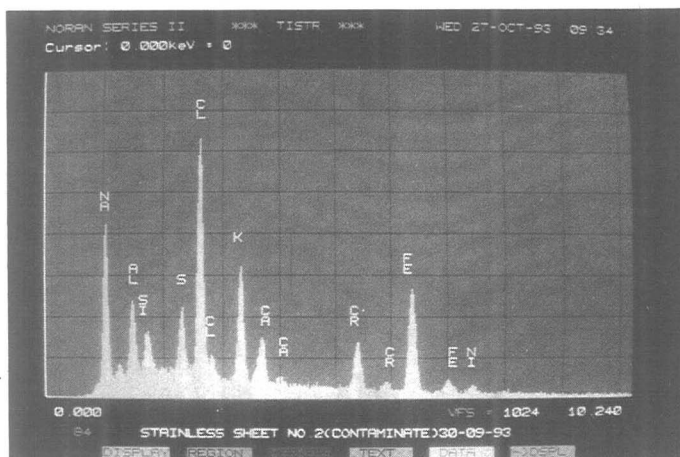
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพวัสดุ
- กลุ่มทดสอบและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ
- กลุ่มบริการกลาง



เครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM)



เครื่อง SPECTROPHOTOMETER



แสดงผลวิเคราะห์ธาตุโดย EDX

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุ

- วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี
- วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ
- วัดความหนาของผิวเคลือบ
- วิเคราะห์ปริมาณเฟอร์ไรต์ในวัสดุ
- วิเคราะห์โครงสร้างของวัสดุ
- วิเคราะห์จุลโครงสร้าง
- ตรวจสอบสมบัติทางแม่เหล็ก



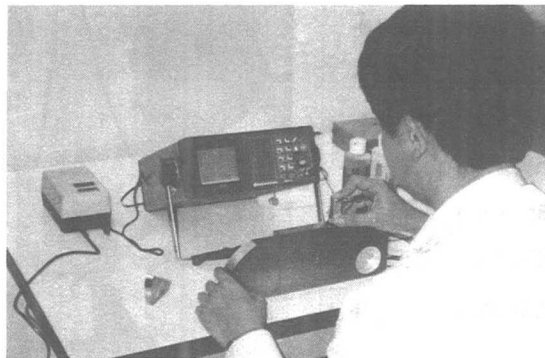
เครื่อง IMPACT TEST

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และ ตรวจสอบลักษณะโครงสร้างและ ส่วนผสมของวัสดุ

- ตรวจสอบลักษณะโครงสร้าง
ขนาดและการเรียงตัวของอนุภาค
- ตรวจสอบการกระจายตัวของสิ่ง
เจือปนและสารฝังใน
- ตรวจสอบการเปลี่ยนเฟส (phase)
- วิเคราะห์จุลโครงสร้างเพื่อตรวจสอบ
รอยบกพร่อง

ห้องปฏิบัติการทดสอบสมบัติ ทางกล

- ทดสอบความต้านทานแรงดึง
- ทดสอบความต้านทานแรงกด
- ทดสอบความต้านทานแรงกระแทก
- ทดสอบความแข็ง (micro & macro)

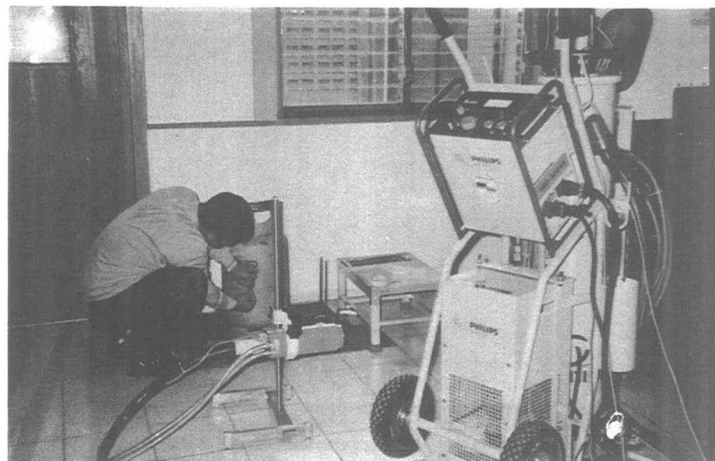


เครื่องตรวจรอยร้าว ความบกพร่องด้วยคลื่นเสียง

กลุ่มทดสอบและวิเคราะห์ สมบัติของวัสดุ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และ ตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

- ตรวจรอยร้าวด้วยคลื่นเสียง
- ตรวจรอยร้าว โดยการถ่ายภาพ
ด้วยรังสีเอ็กซ์
- ตรวจรอยเชื่อม
- ตรวจสอบบกพร่องของวัสดุและ
ผลิตภัณฑ์
- ตรวจความบกพร่องขณะใช้งาน
- วัดความหนา



เครื่องถ่ายภาพรอยร้าวด้วยรังสีเอ็กซ์

ห้องปฏิบัติการตรวจสอบความเสียหายหรือสภาพการใช้งานของวัสดุ

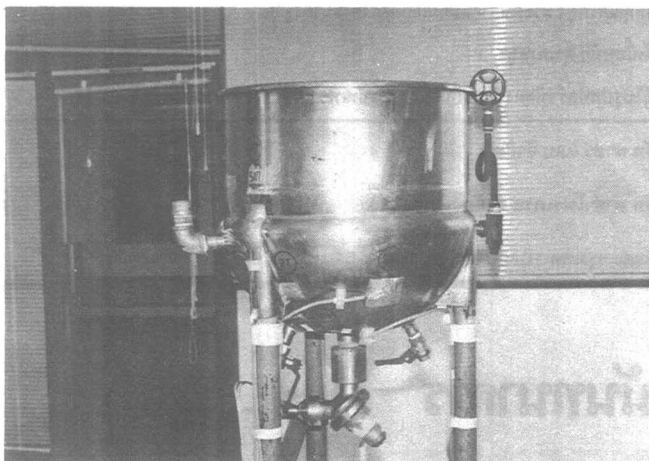
- ตรวจสอบและวิเคราะห์ภาระกรรมทางกล
- วิจัยสาเหตุของความเสียหาย
- ศึกษาความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์
- ให้คำแนะนำ ปรีกษา วิธีแก้ปัญหา และการเลือกใช้วัสดุ
- วัดการสั่นสะเทือนในส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง
- ประเมินอายุการใช้งานของเครื่องมือ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์
- Shock test



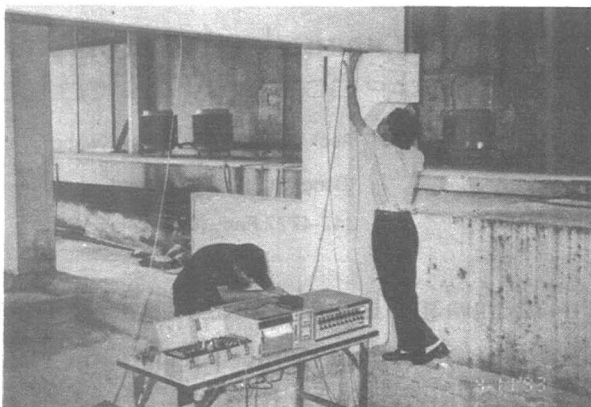
กล้องจุลทรรศน์

ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่

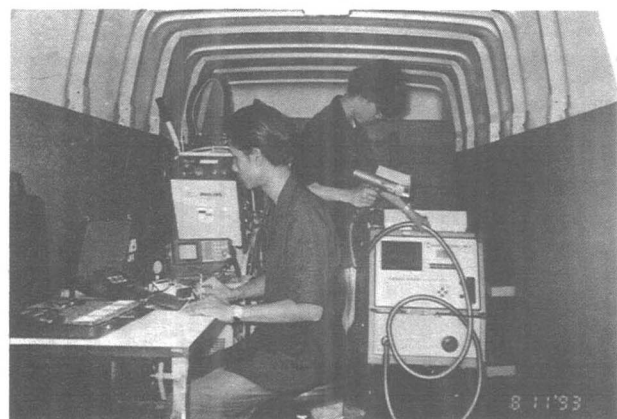
- ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ในระหว่างการดำเนินงาน
- ตรวจสอบ วิเคราะห์ ชิ้นงานขนาดใหญ่และโครงสร้าง
- ตรวจสอบและวิเคราะห์นอกสถานที่



การวิเคราะห์ภาระกลด้วย STRAIN GAGE.



การวิเคราะห์ภาระกลด้วย STRAIN GAGE

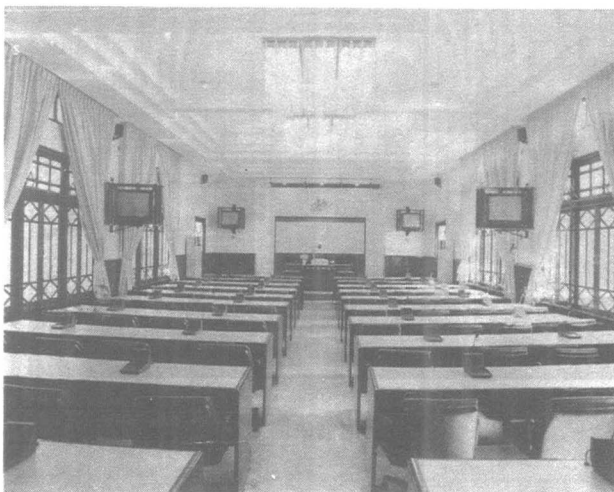


ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่

เวชภัณฑ์คุณภาพสำหรับสัตว์น้ำ		
กลุ่มสินค้า	ชื่อสินค้า	คุณสมบัติเฉพาะ
● ยาฆ่าเชื้อ	- เซฟเตอร์ 50, 80 - เซฟเตอร์ จี (Septer - G) - โพลีคีน - ซินเทอเร็กซ์	- เบนซาโคเนียมคลอไรด์ (บี.เค.ซี) 50% , 80% - กลูตาราลดีไฮด์+บี.เค.ซี ในอัตราส่วนที่เสริมฤทธิ์กันอย่างดี - โพลีไวนิล ไพโรลิโดน 10% - ไตรโคลฟอน 95% (สารกำจัดพาหะนำโรคตัวแดงดวงขาว)
● ยาต้านจุลชีพ	- เทอรามิซิน - อะควาลีนิก - เอ็นฟลูอิก-100 แอล - อะควานอร์ - ซัลแบค	- อ็อกซีเตตราไซคลิกลิน - ยาอ็อกไซลินิก แอซิก ฟรีมิกซ์ 25% - ยาเอ็นโรฟล็อกซาซิน 10% ในรูปน้ำ - ยานอร์ฟล็อกซาซิน ฟรีมิกซ์ 30% - ยาซัลฟาโคอะซิน+ไครเมทโรพริม ฟรีมิกซ์ 30%
● สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน	- เพนสติม - อิมมูโนพลัส - เวททริการ์ด	- สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันชนิดแอลพีเอส (LPS) สกัดจากผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบ - สารกระตุ้นเสริมภูมิคุ้มกันโรคและสารให้ภูมิคุ้มกันโรค อยู่ในรูปเคลือบแล้ว (encapsulated form) - สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ชนิด เบต้ากลูแคน และสารแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ (MOS)
● อาหารเสริมและวิตามิน	- โปรตามีนแอล - ซี-450, ซีแทค - อิง-ออยล์ - ภูเก็ต-ออยล์	- สารเสริมสุขภาพ ประกอบด้วยวิตามินรวมและกรดอะมิโน - วิตามินซี 30% เคลือบด้วยเอทิลเซลลูโลส (ethylcellulose coated), วิตามินซี 30% เคลือบด้วยออยล์ (oil coated) - น้ำมันปลาหมึกคุณภาพสูง ประกอบด้วยกรดไขมันจำเป็นปริมาณสูง และสารแอนติออกซิแดนท์ช่วยกันหืน - น้ำมันปลาคุณภาพสูง จาก บริษัทเนเธอร์แลนด์
● วัสดุรักษาคุณภาพน้ำ และพื้นบ่อ	- ทริโคไมท์ - คอปิโด โดโลไมท์ - นิวเคลีย ซีโอ โลท์ - เจท	- สีนแร่ธรรมชาติ ซึ่งมีส่วนประกอบของ SiO ₂ ในระดับสูง อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ - โดโลไมท์คุณภาพสูง มีระดับธาตุแมกนีเซียมตรงตามมาตรฐาน - ซีโอโลท์เนื้อหนัก คุณภาพสูง - จุลินทรีย์ในรูปสปอร์ชนิดผง ผสมเอ็นไซม์, สารบีฟเฟอร์ และสารอาหารเริ่มต้นของแบคทีเรีย
 บริษัท นาสา แล็บ จำกัด สนใจติดต่อ บริษัท นาสาโพรเกรส จำกัด เวชภัณฑ์คุณภาพอื่น ๆ อีกมาก  55 อาคารสินเคทหาร ถนนรัชดาภิเษก ดินแดง กรุงเทพฯ 10320 โทร.2462549-51 โทรสาร 2462552		

อภินันทนาการ

จาก



บริษัท แอสแคป คอร์ปอเรชั่น จำกัด
ASCAP CORPORATION CO., LTD

278/7 Asoke-Dindang Rd., Huay Kwang,

Bangkok 10310, Thailand

Tel : 247-4777 Fax : (662) 246-8131

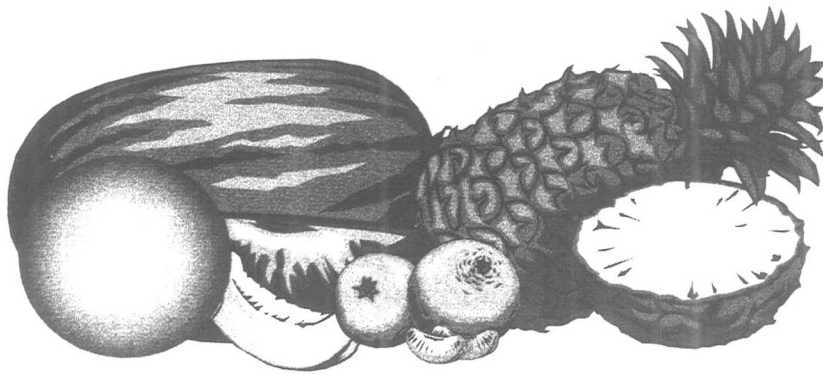
รับงานตกแต่งภายใน และออกแบบห้างสรรพสินค้า
คอนโดฯ, สำนักงาน, บ้าน, มหาวิทยาลัย ฯลฯ
พร้อมเฟอร์นิเจอร์ ติดตั้งอลูมิเนียม-กระจกอาคาร
ทุกประเภท

งานรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลเมืองร้อน ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์*

อดีตผู้เชี่ยวชาญไม้ผล กรมวิชาการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



1. ความร่ำรวยพันธุ์กรรมพืชในโลกเขตร้อน

ตั้งแต่เกิดโลกขึ้นมาเมื่อ 4,500 ล้านปี ไม่ว่าพระเจ้าสร้างหรือจากความบังเอิญก็ตาม นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตอยู่บนโลกใบน้อยๆ นี้ นับล้านชนิด (species) แต่ส่วนมากจะสูญพันธุ์ไปหมดด้วยเหตุการณ์หลายประการ จนถึง ณ วันนี้พืชที่เรา (นักวิทยาศาสตร์) รู้จักเหลืออยู่เพียงประมาณ 350,000 ชนิดเท่านั้น (รวมแบคทีเรีย สาหร่าย เชื้อราชนิดต่างๆ) ในจำนวนนี้เป็นพืชชั้นสูง (seed-producing plants) ประมาณ 250,000 ชนิด จากจำนวน 250,000 ชนิดนี้มีอยู่ในป่าเขตร้อนเสียมากกว่าครึ่ง ป่าเมืองร้อนที่อุดมด้วยชีวิตนานาชนิดทั้งพืชและสัตว์ที่นับว่าสำคัญได้แก่บริเวณลุ่มน้ำอะเมซอน, คองโก และจากคาบสมุทรมาลายูลงไปถึงนิวกินี ทั้งนี้รวมประเทศไทยเข้าไปด้วย

2. ทำไมต้องอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืช

นอกเหนือจากปัจจัย 4 คือใช้เป็นอาหาร ให้เส้นใยทำเครื่องนุ่งห่ม ให้ไม้ทำที่อยู่อาศัย ให้สารทำยารักษาโรคแล้ว พืชยังให้อากาศที่ดี(ออกซิเจน) ชั้บอากาศเสีย(คาร์บอนไดออกไซด์) และความงามของป่าไม้และไม้ป่ายังเป็นบ่อเกิดของกวีและศิลปินสาขาต่างๆ ที่ผลงานของเขาช่วยให้ชีวิตมนุษย์ที่น่าเบื่อกลับสดใสมีชีวิตชีวาขึ้น

เมื่อกลับมาพิจารณาประโยชน์ของพืชที่ให้อปัจจัย 4 เพียงด้านเดียว จะพบความจริงหลายประการดังนี้

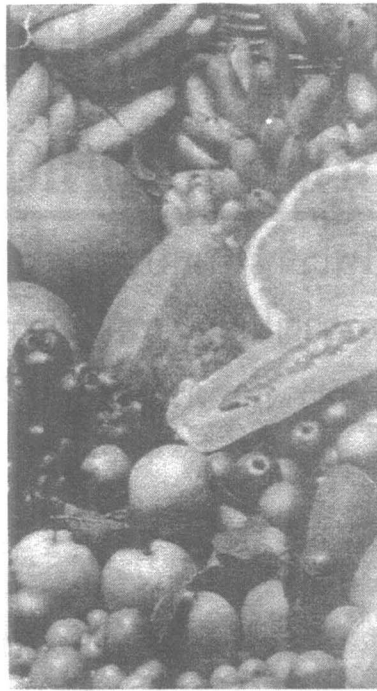
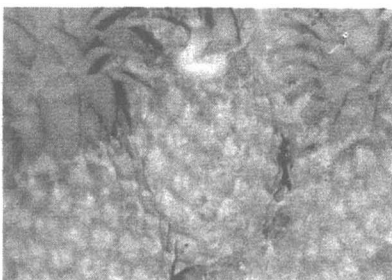
2.1 กล่าวอย่างกว้างๆ ปัจจุบันทั่วทั้งโลก มีพืชที่ใช้เป็นอาหารได้ 1,500-2,000 ชนิด (species) เฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีอยู่ประมาณ 1,000 ชนิด และในจำนวน 1,000 ชนิดนี้มีเพียง 50-70 ชนิด ที่ปลูกในเชิงการค้า ที่นี้ลองหันมาดูบ้านเรา ซึ่งเป็น

ส่วนหนึ่งของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ดูบ้างว่าเป็นอย่างไร จากรายงาน “งานรวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อน” ปี พ.ศ. 2520 ของสาขาไม้ผล กรมวิชาการเกษตร โดย นายไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ และคณะ (ไม่มีการจัดพิมพ์เป็นทางราชการ) ได้กล่าวไว้ว่า จนถึงปัจจุบันมีชนิด (species) ไม้ผลและเผ่าพันธุ์ที่พบและมีบันทึกไว้แล้วเพียง 32 วงศ์ 64 สกุล 334 ชนิด จากจำนวน 334 ชนิดนี้ที่กินเป็นผลไม้ (ที่ปลูกและขึ้นเองรอบบ้าน) และที่กินแก้งี๋ยามเข้าป่ามีอยู่ประมาณ 70-80 ชนิด (species) และจาก 70-80 ชนิดนี้ที่ปลูกเป็นการค้ามีเพียง 25-30 ชนิดเท่านั้น ส่วนอีกเกือบ 300 ชนิดที่กินไม่ได้นั้น ใ้ว่าอะไรเสียซึ่งประโยชน์ก็หาไม่ เพราะหากมีการศึกษาโดยละเอียดประกอบกับการนำความรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพสมัยใหม่มาปรับใช้ เราอาจจะพบประโยชน์ ในแง่การ

ใช้เป็นต้นตอ เป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ เป็นคลังพันธุกรรม เป็นสารให้ตัวยา ป้องกัน รักษาโรคคน โรคต้นไม้ เป็นต้น ฯลฯ

2.2 มนุษย์ชอบเป็นทาสของความหลากหลาย ทุกวันนี้การค้าเจริญอยู่ได้เพราะผู้ผลิตยึดการผลิตความหลากหลายออกสู่ตลาดเป็นหลัก ตั้งแต่ไม้จิมฟันยันรถยนต์ คุณนายมาคอสมีรองเท้า 3,000 คู่ เพราะมี 3,000 รูปแบบมิใช่หรือ! ในจำนวนสินค้าที่วางขายในปัจจุบัน ผู้เขียนคงไม่ผิดหากจะกล่าวว่าผลไม้สดมีความหลากหลายของรูปแบบน้อยที่สุด เราจึงควรหาทางเพิ่มรูปแบบของผลไม้สด เพื่อรับอนาคตของคนรุ่นใหม่ รูปแบบผลไม้สดเพิ่มได้ 2 ทางใหญ่ๆ คือ

2.2.1 การเพิ่มชนิดพืชที่มีอยู่แล้วแต่ขาดการพัฒนาเข้าสู่ตลาด เรื่องนี้จะเป็นไปได้สูง เพราะเท่าที่ทราบในปัจจุบันผลไม้ที่กินเนื้อ และที่กินเมล็ด (ขบมัน) ของโลกเขตร้อน (ส่วนมากอยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) มีประมาณ 395 หรือ 400 ชนิด (species) เป็นไม้ผลที่จัดอยู่ในประเภท “ไม้ปลูก” (เป็นส่วนหรือขึ้นเองบริเวณบ้าน) ประมาณ 120 ชนิดเป็น “ไม้ป่า” อีกราว 275 ชนิด ไม้ปลูกทั้งไม้ป่ามีหลายชนิด เช่น ระกำ (*Salacca* sp.) ระเฒ่า (*B. motleyana*) ทุเรียนข้าวตอก (*Durio graveolens*) ทุเรียนไล (*D. kutejensis*) มะม่วงปาแจง (*Mangifera pajang*) ฯลฯ หากนำมาปลูกโดยใช้การจัดการแผนใหม่และการตลาดที่แยบยลจริงจังแล้วจะกลายเป็นสินค้าตัวใหม่รูปแบบใหม่ให้ลูกค้าที่กระหายความแปลกใหม่ได้เลือกซื้อหา



2.2.2 การเพิ่มรูปแบบใหม่ของผลไม้ข้อนี้หมายถึงการผลิตลูกผสมที่มีรูปร่างสีกลิ่นและรสชาติแปลกไปจากที่มีอยู่เดิม เช่น การผสมพันธุ์สละ ผสมพันธุ์ทุเรียน (เพื่อให้เกิดพันธุ์ใหม่) ซึ่งทราบว่าทางศูนย์วิจัยพืชสวน จันทบุรีกำลังทำอยู่ และทางอินโดนีเซียก็พยายามผลิตทุเรียนลูกผสมระหว่างชนิด (interspecific hybridization) โดยมีทุเรียนคู่ผสม ทุเรียนปลูก x ทุเรียนข้าวตอก ทุเรียนปลูก x ทุเรียนขนยาว (*D. oxleyannus*), ทุเรียนขนยาว x ทุเรียนข้าวตอก การผสมไม้ผลระหว่างชนิด และแม้แต่ระหว่างสกุล (intergeneric) แม้ปัจจุบันยากเย็นแต่ในอนาคตคงง่ายขึ้น การแข่งขันผลิตลูกผสมในไม้ผลจะต้องเข้มข้นขึ้นอย่างแน่นอนในทุกระดับ

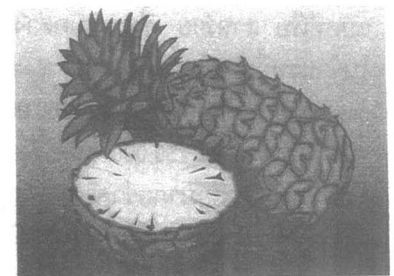
2.3 เราจำเป็นต้องเตรียมตัวต่อสู้กับสภาพโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปในทางเลวร้าย เช่น น้ำทะเลสูงขึ้น ที่ต่ำหลายแห่งจะจมอยู่ในน้ำ โลกจะร้อนขึ้น น้ำจะท่วมบ่อย อากาศจะแล้งนาน เป็นต้น จึงควรต้องหาพันธุ์ใหม่ที่ทนชื้น ทนแฉะ ทนร้อน ทนแล้ง ทนร่ม ฯลฯ เชื้อพันธุ์ไม้ที่มีลักษณะดังกล่าวนี้

เชื่อว่ายังพอหาได้ เช่น ไม้สกุลมะม่วงชนิดต่างๆ *M. parvifolia*, *M. paludosa*, และ *M. griffithii* ปลูกได้ในที่ชื้นแฉะ เพราะทนน้ำท่วมได้นาน หรือลำไยอินโด (leng keng) หรือแม้แต่ลำไยชาราวัด ที่มีอยู่ถึง 30-40 ชนิด เป็นประเภททนลม เหล่านี้ถือเป็นเชื้อพันธุ์ที่มีประโยชน์ทั้งสิ้น

ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะสัมฤทธิ์ผลได้ต้องมีพันธุกรรมพืช เสมือนช่างก่อสร้างต้องมีวัสดุพวกดิน หิน อิฐ ทราย ฯลฯ จึงจะสร้างเป็นบ้านได้ การสร้างพันธุ์ไม้ก็เช่นกัน วัสดุจำเป็นที่ต้องใช้ก็คือ ความหลากหลายของชนิดพืชหรือพันธุกรรมของพืชนั่นเอง ผู้ที่ชนะก็คือผู้ที่มีเทคโนโลยีและมีคลังพันธุกรรม นี่คือการตอบของคำถาม “ทำไมต้องอนุรักษ์พันธุกรรมพืช?”

3. ที่มาของความคิดเรื่องการรวบรวมพันธุกรรมไม้ผลเมืองร้อน

เมื่อ พ.ศ. 2499 ปีที่ผู้เขียนทำงานที่สถานีกลีกรมบางกอกน้อยก็ได้เห็นแปลงรวบรวมพันธุ์ไม้ผลตามสถานีกลีกรมของกรมกลีกรมสมัยนั้นหลายแห่ง ชนิดพันธุ์ไม้ที่รวบรวมได้แก่ พอกทุเรียน เงาะ มังคุด ละมุด ลำไย ลิ้นจี่ ส้ม ฯลฯ แสดงให้เห็นว่าผู้ใหญ่สมัยก่อนท่านก็คิดเรื่องการรวบรวมและอนุรักษ์พันธุ์เหมือนกันแต่จำกัดเฉพาะพันธุ์ไม้ปลูกและวัตถุประสงค์หลักเพื่อทดสอบพันธุ์กับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น เพราะปัญหาสมัยท่านต่างจากปัญหาสมัยนี้





ผู้เขียนอยากจะกล่าวว่าปี พ.ศ. 2499 หรือก่อนหน้านี้นี้เล็กน้อย เป็นจุดเปลี่ยนแปลงอย่างกว้างขวางของการทำสวนจากสมัยเก่าสู่สมัยใหม่ การทำสวนสมัยใหม่เริ่มขยายกว้าง ชาวสวนเริ่มรู้ และรับเทคโนโลยีการขยายพันธุ์แบบใหม่มากขึ้น ความรู้เรื่องอิทธิพลของดินต่อที่มีต่อดันแม่เริ่มเข้ามาพร้อมกับความช่วยเหลือของฝรั่ง ผู้ซ่อมและพร้อมกับการเกิดปัญหาโรครากเน่า โคนเน่า ดันเน่าของส้มและทุเรียน การฉะตายเพราะน้ำท่วม การฉะตายเพราะน้ำเค็มของสวนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ปัญหาเหล่านี้นำไปสู่ความคิดเรื่องการหาต้นตอที่ทนทานโรคและภัยพิบัติเหล่านี้มาใช้

4. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลภายในประเทศและอุปสรรค

ความรู้จากฝรั่งบอกเราว่าพวกส้มติดเปลือก (ส้มตรา ส้มเซ็ง ส้มจุก) ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มักเป็นโรครากเน่าโคนเน่า ดันเน่า และโรคตรัสเตซ่า (Tristeza เป็นกันมากในเกาะชวา) หากใช้ต้นตอที่เหมาะสมจะบรรเทาความรุนแรงของโรคเหล่านี้ได้ ชนิดส้มที่สามารถใช้เป็นต้นตอได้ก็มีหลาย

ชนิด ส่วนมากไม่เคยมีในเมืองไทย เช่น ลิฟเลมอน ชาวโอเรนจ์ คลีโอพัตรา ไทรโฟริเอท สวีทโอเรนจ์ แรเงเปอร์โลม และอีกมากมาย แม้เราไม่รู้จักแต่ก็ไม่มีปัญหาเพราะผู้เชี่ยวชาญผู้ซ่อมเป็นคนจัดมาให้ พอมาถึงโรครากเน่า โคนเน่าของทุเรียนเราก็มีความคิดอยากใช้ต้นตอที่ต้านทานบ้าง แต่ก็มีความมากมายตั้งแต่ทุเรียนมีกี่ชนิด? ชนิดไหนต้านทานโรคและเข้าได้ดีกับทุเรียนปลูก? จะไปหาที่ไหน? เหล่านี้เป็นความไม่รู้ทั้งสิ้น ในที่สุดต้องพาคณะลงป่าภาคใต้หลายแห่ง การลงป่าโดยมีชาวบ้านเป็นผู้นำทางในครั้งนั้นทำให้คณะได้รู้จักเห็นด้วยตา และสัมผัสสำนึกของชาวบ้าน ในเรื่องการบริโภคทรัพยากรพืชเรารู้จักจำใจได้ เรารู้จักเงาะขนสั้นและอื่นๆ เราเห็นลังแช่ดินใหญ่ถูกหักโค่นลงโดยชาวบ้านเพื่อเก็บลูกใส่ห่อผ้า สะพายไหล่ไปขาย ที่เหลืออีก 90 เปอร์เซ็นต์ทิ้งให้เป็นอาหารของฝูงนก ฝูงสัตว์!

ที่ลำพญา ชาวบ้านพาเข้าป่าลึกเพื่อไปถึงทุเรียนลากขา ทุเรียนขั้วติด ความหวังก่อนเข้าป่าคือคงจะได้กล้าทุเรียนเล็กๆ ที่ออกจากเมล็ดโคน

ตันหรือเห็นดอกเห็นลูกบ้าง ครั้นไปถึงปรากฏผิดหวังอย่างแรงไม่ได้ทั้งกล้าทุเรียนเพราะสัตว์ป่ากินเมล็ดหมด ไม่เห็นทั้งดอกเพราะเร็วไป ชาวบ้านนัดมาอีกครั้งตอนทุเรียนสุก พอเข้าไปจริงๆ ปรากฏว่าคว้าน้ำเหลวเพราะเข้าไปไม่ทันสัตว์ป่า เหตุการณ์เช่นนี้ทำให้คิดว่า การเข้าป่าหาเมล็ดพันธุ์ผลไม้เป็นเรื่องเสี่ยงต่อความล้มเหลวเสียทั้งเงิน ทั้งเวลาควรที่จะหาทางรวบรวมทั้งหมดมาปลูกไว้ในที่ๆ เหมาะสม เข้าถึงง่าย ควบคุมง่าย ศึกษาง่าย แต่ยังไม่มีโอกาสทำจนกระทั่งเมื่อปี พ.ศ. 2518 ได้เขียนโครงการ “ศูนย์รวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อน” (Tropical Fruit Germplasm Resources Center) เสนอต่อคณะกรรมการไบโอทรอป (BIOTROP) ที่อินโดนีเซียเพื่อขอเงินสนับสนุนโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- รวบรวมสกุล ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อนที่มีอยู่ในประเทศในภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (5 ประเทศในขณะนั้น) ไว้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ก่อนที่พันธุ์ไม้เหล่านี้จะสูญหายไปจากสภาพธรรมชาติ เพราะถูกคุกคาม

-ศึกษาหาคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจของพรรณไม้เหล่านี้แล้วนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพัฒนาอุตสาหกรรม ทางด้านไม้ผลในอนาคต หากพิสูจน์ว่าเป็นไปได้

-เป็นแหล่งรวบรวมและแลกเปลี่ยนพันธุ์กรรมของไม้ผลเมืองร้อนทั้งในและระหว่างประเทศ

และด้วยการมีเหตุผลที่ดีชัดเจนและเหมาะสมกับกาลเวลาของโครงการ BIOTROP จึงอนุมัติทันทีโดยไม่มีการติดต่อหรือเพิ่มเติม

5.ปฏิบัติการรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และศรีลังกา

ก่อนออกสำรวจได้มีการเตรียมการหลายอย่าง เช่น ศึกษาธรรมชาติพืชและแหล่งเชื้อพันธุ์กรรม เตรียมคนเตรียมเครื่องมือ เตรียมหาพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นแหล่งปลูกรวบรวมพันธุ์กรรม ข้อนี้ได้เลือกที่ 58 ไร่ของสถานีทดลองยางเขาช่อง จังหวัดตรัง เป็นศูนย์รวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อนและด้วยความที่เกรงว่าในอนาคตหากเกิดเหตุการณ์ชาติหรือด้วยมือมนุษย์เป็นภัยคุกคามศูนย์แห่งนี้พันธุ์กรรมที่รวบรวมไว้จะสูญไปสิ้นจึงได้ใช้พื้นที่ของสถานีกลีกรมพลั่ว (ปัจจุบันเป็นศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี) ทำเป็นศูนย์รวมพันธุ์ขึ้นอีกแห่งหนึ่ง

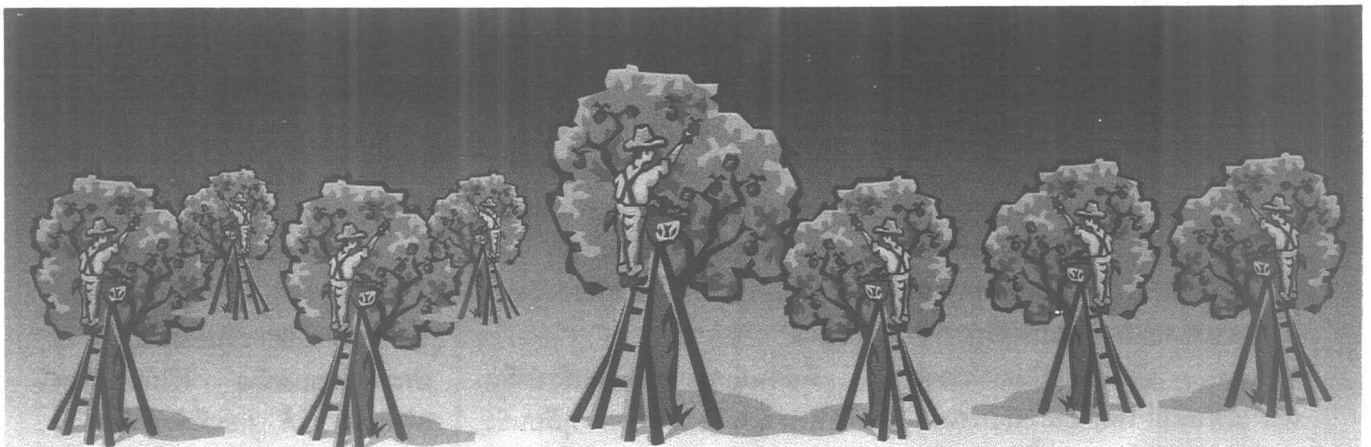
6. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลในอินโดนีเซีย

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า อินโดนีเซียเป็นศูนย์กลางความหลากหลายของเชื้อพันธุ์กรรมพืช ประมาณกันว่าที่นี่มีพืชอยู่ถึง 30,000 ชนิด เป็นพืชที่มีศักยภาพใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้ถึง 3,000-3,500 ชนิดและจากจำนวนนี้เป็นผลไม้ที่กินผลและที่ใช้ขบมันอยู่ถึง 305 ชนิด นี่ประการที่ 1 ประการที่ 2 ที่นี้มีสวนพฤกษศาสตร์ชั้นดี ที่นักพฤกษศาสตร์ชั้นหวักะทิได้รวบรวมพันธุ์กรรมไม้แปลกๆ ไว้แล้วมากมายเมื่อเกือบ 200 ปีที่แล้ว จึงถือเสมือนเป็นคลังพันธุ์กรรมพืชชั้นดีนั่นเอง ประการที่ 3 การทำการกลีกรมแบบหาเข้ากินค่าหรือที่ปัจจุบันเรียกกลีกรมแบบยั้งยั้งแบบธรรมชาติบ้าง ยังมีอยู่มากมายในประเทศนี้ กลีกรมแบบนี้ชาวบ้านจะรักษาพันธุ์ (varieties) ทั้งชนิดและทั้งสกุลที่เป็นการค้าและไม่เป็นการค้า (แต่กินได้) ไว้ในสวน ประการสุดท้ายคือตลาดสดยามเช้าในชนบทที่ห่างไกลความเจริญ ตลาดประเภทนี้จะมีชีวิตทุกชนิดที่กินได้มาวางขาย จากเหตุผลทั้ง 4 ประการที่กล่าวนี้ ทำให้ผู้เขียนสามารถรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลเมืองร้อนจากประเทศนี้ได้ถึง 60 ชนิดในเวลาเพียง 10 วัน (15-24 พฤศจิกายน 2519) พันธุ์กรรมไม้ผลที่นำกล่าวถึง

(เพราะหายากในเมืองไทย) บางชนิดเช่นมะม่วงชนิด (species) *M. gedebe*, *M. odorata*, *M. similis* ทุเรียน *D. kutejensis*, *Oxleyanus* ผลไม้ให้แป้ง *Gnetum gnemon* L. var. *gneton* ลำไยอินโด หรือ *leng keng* ขนุนชนิดต่างๆ และไม้สกุลระกำ (*S. zalacca*)

7. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลในมาเลเซีย

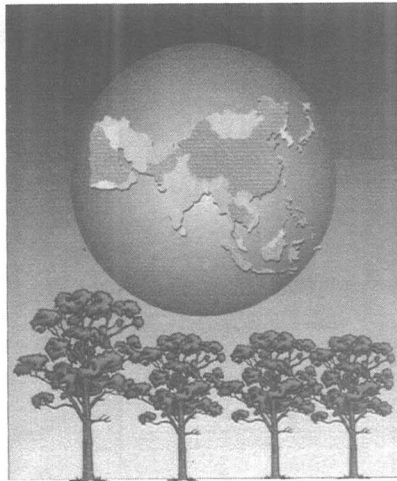
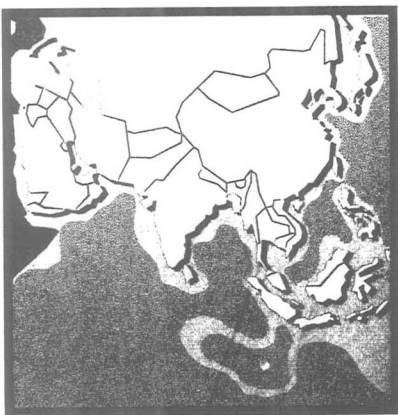
เมื่อกล่าวถึงมาเลเซียโดยมีความหมายรวมซาบาห์และซาราวักเข้าไปด้วยแล้ว ประเทศนี้จะมีพันธุ์กรรมไม้ผลเมืองร้อนไม่เป็นรองใครยกเว้นอินโดนีเซีย ในภาคพื้นนี้เท่าที่มีการบันทึกไว้จนถึงขณะนี้ในรัฐซาบาห์แห่งเดียวมีไม้ที่ออกผลและมนุษย์ใช้กินได้ อยู่ถึง 240 ชนิด จาก 153 สกุล ที่น่าสนใจมากที่สุดคือรายงานของ K.C. Wong และ I. Yusof ที่อ้างรายงานของ Leenhouts ว่าในซาราวักมีเชื้อพันธุ์ของลำไยลูกตาแมวที่ทางพื้นเมืองเรียกว่า *mata kucing* (*Dimocarpus longan* spp. *malesianus* var. *malesianus*) อยู่ถึง 30-40 เชื้อพันธุ์ทุเรียนป่าทั้งกินได้และกินไม่ได้ที่มีทั้งหมด 27-28 ชนิดนั้น ส่วนมากจะมีอยู่ในมาเลเซีย โดยเฉพาะทุเรียนที่กินได้ทั้ง 6 ชนิดนั้น มีอยู่ในมาเลเซียแล้วทั้งสิ้น ด้วยเหตุที่มาเลเซียส่วนที่เป็นคาบสมุทรมอยู่ทางใต้ของไทย ผู้เขียน



จึงให้ความสนใจน้อย เพราะคิดว่าจะไปเมื่อไหร่ก็ได้ นักวิชาการหรือชาวสวนจะไปเองก็สะดวก ความสนใจของผู้เขียนมุ่งไปที่รัฐชามบาบนเกาะบอร์เนียว ให้ความสนใจพิเศษกับทุเรียนที่กินได้ ในที่สุดได้พันธุ์กรรมของทุเรียนมา 2 ชนิด *D. graveolens* Becc. และ *D. oxleyanus* Griffith กับลำไยลูกตาแมว ส่วนบนคาบสมุทรมันพันธุ์กรรมไม้ผลที่น่าสนใจ นอกจากทุเรียนแล้วมีพันธุ์กรรมของไม้สกุลกลางสาด ซึ่งที่นี่มีอยู่ 3 ชนิด คือกลางสาดที่มีมากทางฝั่งตะวันตกแต่ค่อนข้างมาทางเหนือ ทุกมีมากทางริมฝั่งตะวันตกค่อนข้างไปทางใต้ ส่วนทุกกลางสาดจะมีมากทางริมฝั่งด้านตะวันออกตอนบนของคาบสมุทร ผู้เขียนเองรู้จักทุกแต่ไม่รู้จักทุกกลางสาด อย่างไรก็ตามด้วยเวลาจำกัดทำให้ไม่สามารถรวบรวมพันธุ์กรรมของพันธุ์ไม้ชนิดนี้ได้เลย คงได้แต่เชื่อพันธุ์เงาะลูกผสมเบอร์ต่างๆ ที่ทางมาตี (MARDI) มอบให้

8. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลที่ฟิลิปปินส์

พันธุ์กรรมไม้ผลที่ฟิลิปปินส์มีไม่มากเท่า 2 ประเทศที่กล่าวมา แหล่งที่มีพันธุ์กรรมมากและเข้าถึงง่ายที่ผู้เขียนใช้เป็นคลังพืชเพื่อรวบรวมพันธุ์กรรมมาได้แก่แปลงรวมไม้ผล



ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์นโยบายและที่ป่าไม้ของคณะป่าไม้บนเกาะลูซอน อีกแห่งหนึ่งคือที่ดาเวา (Davao) บนเกาะมินดาเนา จากฟิลิปปินส์นี้รวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลได้ 32 ชนิดได้ไม้ประดับยืนต้น 2 ชนิด ที่น่ากล่าวถึงก็มีมะม่วงพันธุ์คาราบาว ทุเรียนไร้หนาม น้อยหน่าชนิดต่างๆ กาน้ำ (*Canarium ovatum* Engl) มังคุดกันแหลม มารัง (*Artocarpus odoratissimus*) ส่วนไม้ดอกยืนต้น 2 ชนิดได้แก่ไม้สกุลเข็ม (*Rubia*) ที่ผู้เขียนเรียกเข็มดาเวา และเทียนต้น (*Parmentiera cereitera*)

การรวบรวมพันธุ์ไม้ที่สิงคโปร์ไม่ใช่แหล่งพันธุ์กรรมไม้ผล จึงไม่ได้อะไรติดไม้ติดมือมา

9. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลที่ศรีลังกา

แม้ประเทศนี้จะอยู่นอกกลุ่มภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่ก็ได้เดินทางไปรวบรวมพันธุ์ไม้และต้องขอรายงานให้ทราบ ณ ที่นี้ เพื่อให้พวกเรามีความเข้าใจที่ถูกต้อง (หลังจากเข้าใจผิดกันมานาน) ผู้เขียนเดินทางไปศรีลังกาอย่างน้อย 3 ครั้ง นับเวลาที่ท่องเที่ยวอยู่ในเมือง ในชนบท ทั้งบนที่ราบชายฝั่งทะเลไปจนถึงยอดเขาสูงที่สุดของประเทศนี้ รวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 2 เดือน ผู้เขียนแปลกใจเป็นอย่างยิ่งที่ไม่เคยเห็น ชะมวง มะหาด

ระกำ และอื่นๆ ที่เป็นเผ่าพันธุ์ของผลไม้ที่ใช้ปลูกเป็นการค้าเลย จนกระทั่งเมื่อได้มาอ่านรายงานเรื่อง "A History of Fruit Cultivation in Sri Lanka" โดย Dr. J.W.L. Peiris ในห้องสมุดของคณะสิกรรม Peradeniya ศรีลังกา จึงถึงบางอ้อในรายงานได้อ้างถึงบทความของ H.F. Macmillan ซึ่งตอนนั้นเป็นผู้อำนวยความสะดวกสวนพฤกษศาสตร์ของเมืองนี้อยู่ในปี 2448 ที่เขียนไว้ว่า "แท้จริงแล้วไม้ผลพื้นเมืองของศรีลังกานั้นมีเพียง 1-2 ชนิดเท่านั้นเอง ที่เห็นอยู่ดาษดื่นจนคิดว่าเป็นผลไม้พื้นเมืองนั้น นำเข้าจากต่างประเทศสมัยโปรตุเกสครอบครองทั้งสิ้นแม้แต่มะม่วง ขนุน ก็นำเข้าจากอินเดีย" คนไทยที่คิดไปหาพันธุ์ไม้ในศรีลังกาจึงคิดให้หนัก หันมาชุดพลอยจะดีกว่า

อย่างไรก็ตามผู้เขียนเกิดไปหลงใหลไม้ดอกป่าที่ทางนี้เรียก "โบวิตยา" บ้านเราเรียกโคลงเคลงเหม มังเคร์ เอนอ้า พันธุ์กรรมของโคลงเคลงของที่นี่มีหลากหลาย ดอกมีทั้งเล็ก กลาง ใหญ่ กลีบดอกมีหลากสี ชมพู คราม ม่วง บางชนิดบนกลีบดอกมีลวดลายสวยงาม จึงรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ดอกแทนไม้ผล

10. การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลในประเทศไทย

นี่เองด้วยพันธุ์ไม้ ผลปลูก (cultivated species) ได้มีมาแล้วสมัยก่อนผู้เขียนเข้าทำงาน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของโครงการนี้จึงมุ่งไปที่การรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ ผลป่า (uncultivated species) เป็นหลัก แหล่งที่คณะไปสำรวจได้แก่ สถานีวนกรรมเขาช่อง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดจังหวัดตรัง ป่ารอบบริเวณสถานีทดลองยางธารโต และป่าในเขตตำบลลาพญา อ.เมือง จ.ยะลา ป่าบริเวณสถานีทดลองพืชสวนฝาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และป่าไม้ จ.จันทบุรี



การตระเวนป่าภายในประเทศนี้ ทำให้เกิดความมั่นใจว่าประเทศไทย โดยเฉพาะใน 4 จังหวัดล่างสุดของประเทศเป็นแหล่งพันธุ์กรรมไม้ผลที่สำคัญมากไม่เป็นรองมาเลเซีย บนคาบสมุทรมลายู อีกทั้งการทำสวนแบบ “ยังชีพ” ก็มีอยู่มากคล้ายทางมาเลเซียและอินโดนีเซีย ทางคณะรวบรวมพันธุ์กรรมไม้ผลไว้ได้ 40 ชนิด นับว่าน้อยมากๆ เสมือนจำนวนดอกไม้ป่าที่นำมาปักแจกันเท่านั้นเอง ยังมีอยู่อีกมากชนิดที่คณะเข้าไม่ถึง ชนิดที่น่ากล่าวถึงได้แก่ มะม่วงลำยา, ทุเรียนป่า (*Durio* spp.) มะไฟ (6 ชนิด) เงาะขนสั้นลูกใหญ่ เงาะขนสั้นลูกเล็ก ต้นลูกคุด ต้นลูกค้างคาว ฯลฯ

11. งานหลังการรวบรวมพันธุ์กรรม

ที่รวบรวมมาในลักษณะเมล็ดก็นำมาเพาะในโรงเรือนเพาะชำครวที่เตรียมไว้แล้ว 2 แห่งคือ สถานีกลสิกรรมบางกอกน้อย และที่สถานียางเขาช่อง ส่วนที่เป็นกิ่งตาก็นำมาติดตาเสียบยอดบนต้นตอที่คิดว่าเข้ากันได้ หลังจากย้ายกล้าไม้ลงกระถางได้ปีเศษก็ย้ายลงปลูกในแปลงศูนย์รวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อนที่เขาช่อง จ.ตรัง และที่สถานีทดลองพืชสวนพริ้ว จ.จันทบุรี โดยปลูกลงในระหว่างไม้ป่าที่มีอยู่เดิมในลักษณะที่เรียกว่ากึ่ง in situ จำนวนตายต่ำแต่การเจริญเติบโตช้า

12. เรื่องของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยคลังพันธุ์กรรมพืช (IBPGR)

หลังดำเนินการโครงการนี้มาได้เกือบปี คณะกรรมการดังกล่าวข้างต้นก็ได้้นำเรื่องคลังพันธุ์กรรมพืชเข้ามาดำเนินการในภาคพื้นนี้เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2519 เป็นผลให้ทุกประเทศสมาชิกเกิดความสนใจปรัชญาของงานเริ่มเป็นที่เข้าใจอย่างแพร่หลาย วิสัยทัศน์ของผู้ที่เกี่ยวข้องขยายขึ้น ความหมายของคำต่างๆที่ใช้อยู่กระจ่างขึ้น นับว่า IBPGR ได้ให้ประโยชน์อย่างใหญ่หลวงแก่ประเทศในภาคพื้นนี้มาก

13. จุดอ่อนของการรวบรวม
พันธกรรมพืชและแนวทางแก้ไข

-เป็นงานเตรียมการเพื่ออนาคต
(อันไกล) จึงยากที่นักวิชาการยุค
ฟาสต์ฟูดจะสนใจจริงจัง

-การนำมาใช้ประโยชน์ขั้นสุดท้าย
เป็นวิทยาศาสตร์ลึกลับเกินไปยากที่จะ
เข้าถึง

-เป็นงานที่ต้องใช้ความรู้หลาย
สาขามาร่วมผสมผสานกันและต้องม
ีการรับช่วงงานกันเป็นทอดๆ จากนัก
พืช (สวน ไร่) นักพฤกษศาสตร์ นัก
โรคแมลง ไปจนถึงนักวิทยาศาสตร์
ชีวภาพ (biotech) แต่ระบบงานและ
นิสัยคนไทยไม่เอื้อให้เกิดการประสาน
สาขางานอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นได้
งานที่ทำมาแล้ว 20 ปีจึงดูย่ำอยู่กับที่

-เพราะเป็นเรื่องอนาคตเห็นผล
งานช้า แต่มีความสำคัญมากต่อ
ประเทศชาติ จึงต้องการนักบริหาร
ระดับสูงและหรือนักการเมืองที่มีวิสัย
ทัศน์กว้างไกล ซึ่งหาได้ยากในยุคที่
ผ่านมา

-ระดับชาวบ้าน ชาวสวน ชาด
ความเข้าใจจึงให้ความร่วมมือน้อย

จุดอ่อนนี้จะแก้ไขได้ด้วยการมีนัก
บริหารระดับสูงที่มีความรอบรู้และมี
วิสัยทัศน์ไกล มีนักวิชาการอาชีพที่
มองคุณค่าของงานเป็นหลักไม่ติดรูป
แบบ รักเสรีภาพทางวิชาการ ประการ
สุดท้ายต้องทำงานเป็นทีมที่มีลักษณะ
ครบวงจร นักวิชาการทุกคนในทีมคว
รมีความรู้ ความเข้าใจงานติดเทียมกัน
เพื่องานจะได้ดำเนินไปในมาตรฐาน
เดียวกันอย่างต่อเนื่อง

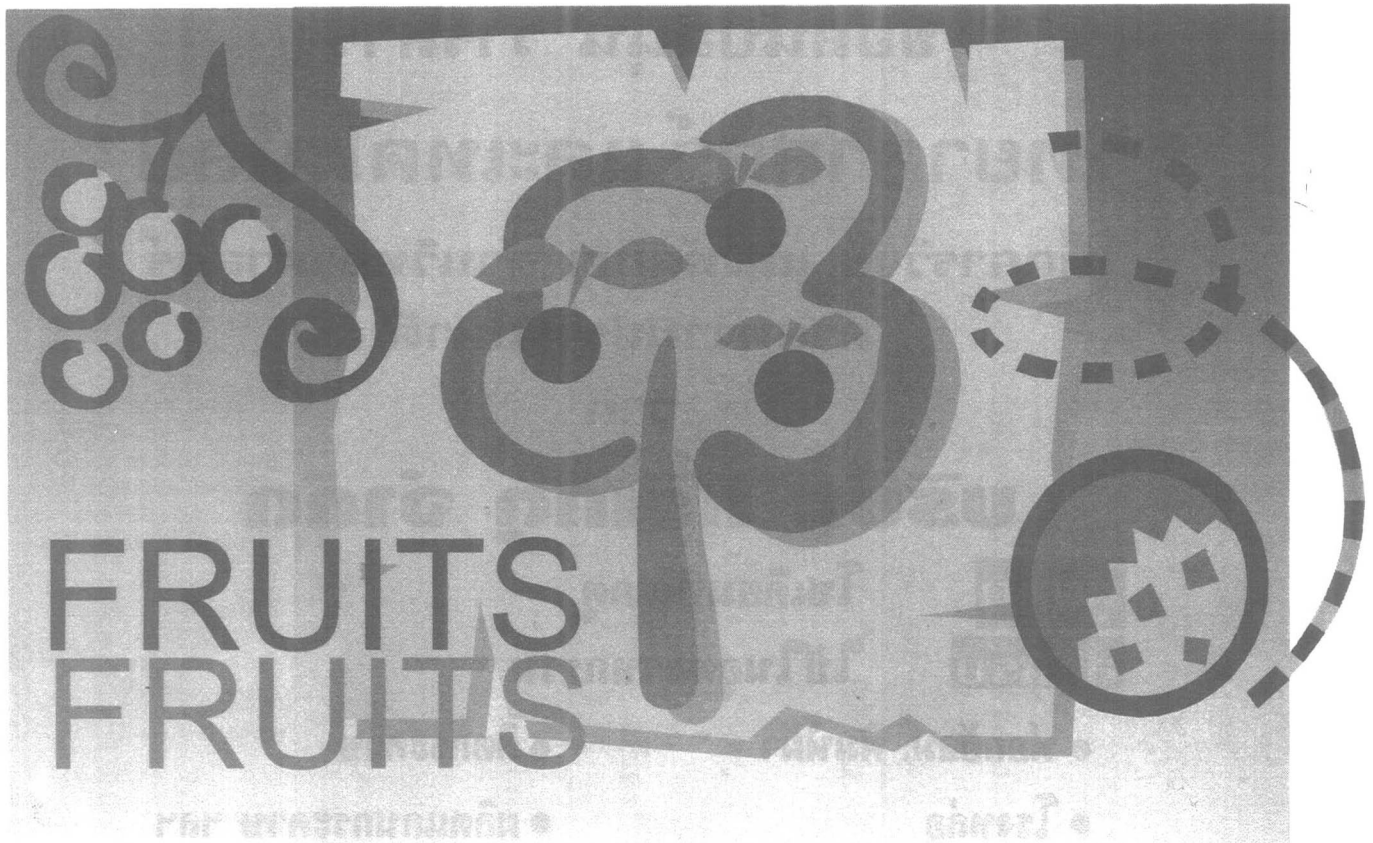
14. อุปสรรคของงาน

ความหวาดกลัวที่กล่าวไว้ข้างต้น
ที่ว่าจำเป็นต้องสร้างสวนรวมพันธ
กรรมไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทร์อีก
1 แห่ง เพราะเกรงว่าหากเกิดภัย
คุกคามศูนย์รวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผล
เมืองร้อนที่เขาช่องนั้น พันธุกรรมที่
อุตสาหกรรมมากก็จะเสียหาย หรือสูญไป
นั้น ภัยที่ว่าได้เกิดขึ้นจริงๆ คือหลัง

จากสร้างสวนรวมพันธกรรมไปได้ 6 ปี
กรมทางหลวงขอตัดถนนหลวงผ่า
กลางสวนพอดี ทำให้ต้องย้ายไม้เหล
าที่อายุ 5-6 ปี แล้วอย่างทุกทุกเลยไปไว้
ที่สถานีทดลองพืชสวนที่อำเภอเสเกา
ทำให้พันธกรรมสูญหายไปมาก

สถานภาพปัจจุบัน

ทราบว่าสมเด็จพระเทพรัตนราช
สุดาฯ สยามบรมราชกุมารีได้เสด็จไป
ศึกษาพันธกรรมไม้ผลที่ย้ายจาก
เขาช่องมาไว้ที่เสเกา ทรงพอพระทัยจึง
ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ นำเข้าไป
ในโครงการสวนพระองค์ฯ โดยมี
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ วรอุไร เป็นผู้
อำนวยการโครงการ จึงหวังว่างาน
รวบรวมพันธกรรมพืชของประเทศจะ
เจริญก้าวหน้าในเวลาอันรวดเร็ว

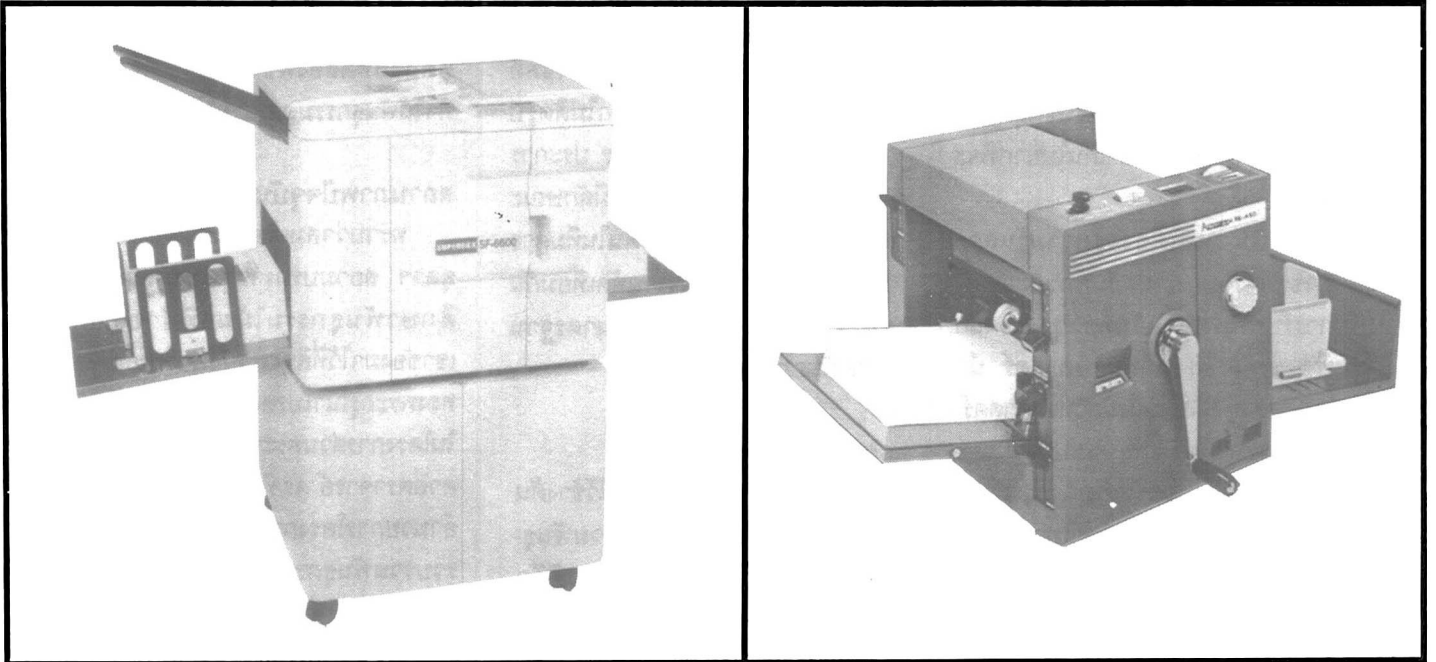




บริษัท แอ็กโก แอนด์โก (ไทยแลนด์) จำกัด
ACTCO & CO., (THAILAND) LTD.

249 / 26 ถนนพหลโยธิน แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220

☎ 5523796, 5212355



ผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย

เครื่องพิมพ์สำเนา ระบบดิจิทัล ห่อหุ้มเปอร์แฟค ผลิตภัณฑ์ของประเทศไทย

ขอสนับสนุน วารสาร

“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”

เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

บริษัท ซีริกันดู จำกัด

ผู้ผลิต

โซเดียมซิลิเกต

สำหรับ

ใช้ในอุตสาหกรรม

● ฟอกย้อม, พิมพ์ผ้า

● ตีกระดาษ

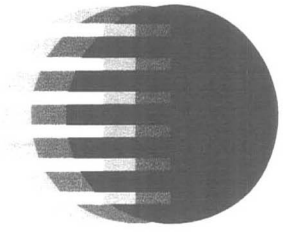
● โรงหล่อ

● ผลิตภัณฑ์กระดาษ ฯลฯ

1114 ซอยสวนพญู ถนนสารใต้ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทร. 286-0865, 286-8093 แฟกซ์ : 286-1565

ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท



ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย

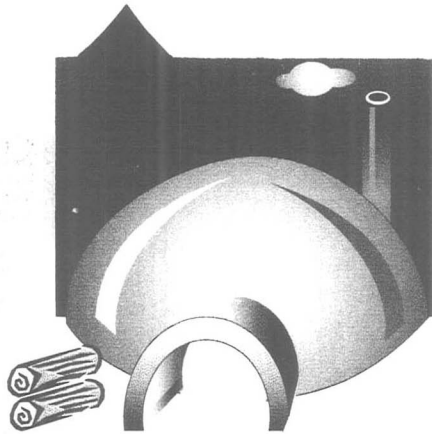
ฉบับที่ 63 กันยายน 2539

รวบรวมโดย สายสวาท พระคำยาน

เตาเผาถ่านกรมป่าไม้

ถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่มนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวันตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น ใช้ก่อไฟเพื่อให้ความร้อนในการประกอบอาหาร ให้ความอบอุ่นเพื่อขับไล่ความหนาวเหน็บ เป็นต้น ในปัจจุบันผู้คนนิยมใช้เตาแก๊สและเตาอบไมโครเวฟในการประกอบอาหารมากขึ้น แต่ชาวชนบทยังใช้เตาถ่านอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นถ่านจึงยังเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญอยู่มาก

วิธีการเผาถ่านชาวบ้านจะได้รับการถ่ายทอดสืบต่อมาจากบรรพบุรุษ ซึ่งในบางครั้งวิธีการเผาถ่านที่ชาวบ้านปฏิบัติอยู่นั้น อาจจะไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้อง ทำให้เกิดการสูญเสียไม้ในการใช้ทำถ่านเป็นจำนวนมาก และได้ถ่านที่ไม่ได้มาตรฐาน ด้วยเหตุนี้ กรมป่าไม้จึงได้มีการศึกษากรรมวิธีการผลิตถ่านที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำวิธีการ



ทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการผลิตถ่านไม้โดยผู้เรียนรู้ไม่ต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนานหรือรอการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษต่อไป และสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงในการเผาถ่านคือ คุณสมบัติของถ่านที่ได้จะต้องเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ จากนั้นให้พิจารณาถึงกรรมวิธีการเผาเพื่อให้ได้ผลผลิตถ่านสูงสุด

คุณสมบัติที่สำคัญของถ่านที่ใช้ในการหุงต้ม ได้แก่ การแตกกระเปาะเมื่อติดไฟ น้ำหนักของถ่าน คว้น ความแข็งแรง แกร่ง และการป่น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ชนิดของเตา และวัตถุดิบที่จะนำถ่านไปใช้งาน



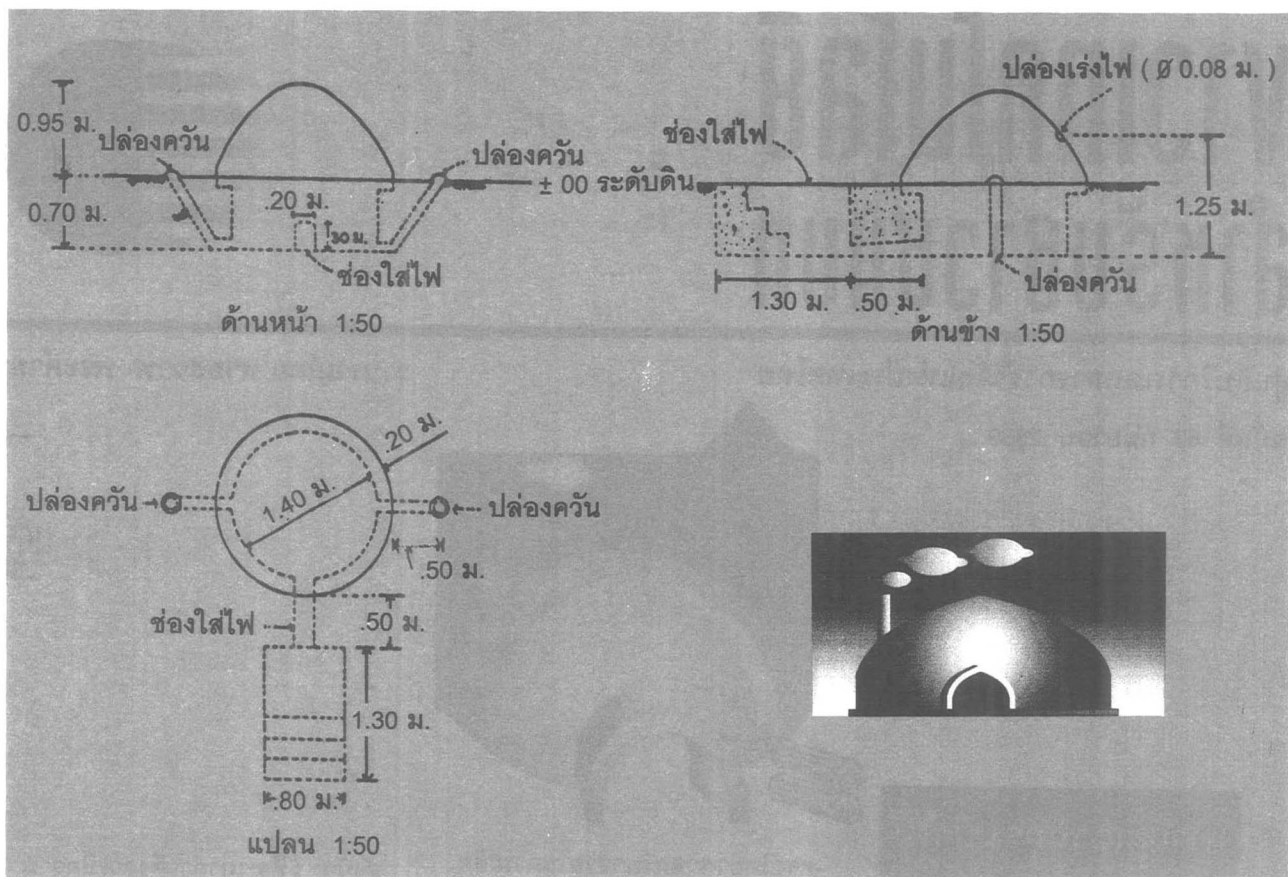
ดังนั้น ผู้ที่จะเผาถ่านจึงควรมีความเข้าใจกับสิ่งเหล่านี้อย่างถูกต้องเสียก่อน

เตาเผาถ่านขนาดเล็ก

เตาเผาถ่านขนาดเล็กที่ใช้ในชนบทและในอุตสาหกรรมขนาดย่อมอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภทคือ

1. เตาถาวร เช่น เตาดินเหนียวและเตาอิฐ
2. เตาไม่ถาวร เช่น เตาเคลือบกลบ เตาดินกลบ และเตาซีเมนต์
3. เตาเคลื่อนที่ เช่น เตาเหล็กชนิดต่าง ๆ เตาถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นต้น

เตาถาวรและไม่ถาวรนิยมกันมากในชนบทของไทย เตาทั้งสองประเภทนี้ใช้ต้นทุนในการก่อสร้างค่อนข้างต่ำ แต่ให้ผลผลิตถ่านสูง ส่วนเตาเคลื่อนที่ที่เป็นเตาที่นำ



รูปที่ 1 แบบแปลนการก่อสร้างเตาดินเหนียว

แบบมาจากต่างประเทศ ผนังของเตาทำด้วยเหล็ก ต้นทุนในการก่อสร้างเตาประเภทนี้ค่อนข้างสูงแต่ผลผลิตถ่านที่ได้ค่อนข้างต่ำ กรมป่าไม้จึงได้แนะนำเตาถ่านประสิทธิภาพสูงของกรมป่าไม้ ได้แก่ เตาดินเหนียว และเตาอิฐ

เตาดินเหนียว

เตาดินเหนียวมีรูปร่างลักษณะทั่วไปคล้ายเตาอิฐหรือจอมปลวก จะมีความแตกต่างกันที่เตาดินเหนียวมักนิยมขุดฐานเตาให้ต่ำกว่าระดับพื้นดิน ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณดินเหนียวที่ต้องใช้ทำผนังเตาและเพิ่มความแข็งแรงของฐานเตา ผนังเตาส่วนที่พ้นจากพื้นที่ก่อด้วยดินเหนียว ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้

ดินละเอียดมากนัก แม้จะมีลูกกรงหรือทรายเม็ดหยาบ ๆ ปนมากก็ใช้ได้ ช่องใส่ไฟของเตาจะอยู่ระดับเดียวกับพื้นเตา ปล่องควันอาจมีตั้งแต่ 2 ปล่องถึง 3 ปล่อง ขึ้นอยู่กับขนาดของเตา (ซึ่งกำหนดโดยความต้องการของผู้ใช้และปริมาณพื้นที่จะเผา) ปากปล่องควันของเตาดินเหนียวจะอยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน ปล่องแรงไฟจะอยู่ตรงข้ามกับช่องใส่ไฟรูปร่างลักษณะของเตาดินเหนียวได้แสดงดังรูปที่ 1

เตาดินเหนียวนี้ควรสร้างไว้ในที่สูง น้ำท่วมไม่ถึง เพื่อให้อายุการใช้งานยืดออกไป และฐานเตาจะไม่พังอีกด้วย ไม่ควรสร้างใกล้

อาคารบ้านเรือน ควรอยู่ได้ลมและควรทำเพิงกันฝนให้เตาชนิดนี้ เพื่อที่จะสามารถผลิตถ่านได้ในฤดูฝน ซึ่งถ่านจะหายากและมีราคาแพง

วัสดุอุปกรณ์

- มีด, ขวาน, จอบ, เสียม
- ดินเหนียว, ทรายละเอียด
- ไม้วัดระยะ
- บั้งก็
- ไม้แบบทำปล่อง
- หญา, ฟาง
- กระบองนม
- เชือก
- ตลับเมตร

วิธีการสร้าง

1. การวัดระยะ ใช้ไม้วัดระยะรัศมี 70 เซนติเมตร โดยทำหลักจุดศูนย์กลางไว้และขีดเส้นโดยรอบให้เป็นวงกลม

2. การขุดหลุมเตา ใช้จอบขุดดินลงไปตามรอยขีดไว้ ลึกประมาณ 65 เซนติเมตร แต่งผนังหลุมภายในให้เรียบร้อย เสาะขอบร่อง (คิ้ว) โดยรอบประมาณ 10-15 เซนติเมตร ลึกประมาณ 7-10 เซนติเมตร

3. การขุดหลุมช่องใส่ไฟ อีกด้านหนึ่งจากตัวเตาประมาณ 60-70 เซนติเมตร ขุดเป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร ลึกประมาณ 65 เซนติเมตร ภายในหลุมควรเป็นชั้นบันได เพื่อขึ้นลงได้สะดวก

4. การขุดช่องใส่ไฟ โดยการขุดเจาะจากหลุมที่ขุดลงไปนี้เข้าไปหาตัวเตาขนาดช่องด้านหน้ากว้าง 25 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร

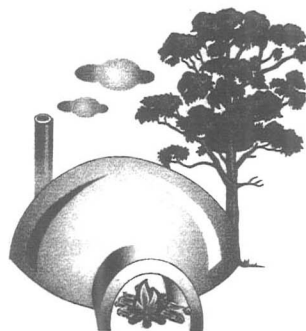
5. ขอบร่องใส่รังผึ้ง โดยวัดขนาดจากความกว้างของรังผึ้งที่ทำไว้

6. การเจาะปล่องควันทางด้านข้างของตัวเตาจะมีปล่องควันด้านละปล่องโดยวัดห่างตัวเตาข้างละ 60 เซนติเมตร ใช้เลียมขุดรูให้เอียงเข้าหาตัวเตาเผาเส้นผ่าศูนย์กลาง 8-10 เซนติเมตร ส่วนด้านล่างมีขอบตัวเตาเจาะรูเข้าไปชนกัน ลักษณะช่องคล้ายข้อศอกแต่ให้เรียบร้อย

7. การเรียงฟันด้วยการทำเสาหลัก เตาใหม่ทุกเตาต้องใช้ไม้ที่เตรียมไว้ขนาดยาว 1.90 เซนติเมตร วัดระยะให้ได้ 1.50 เมตร (วัดจากโคนไม้ไปหาปลายไม้) ทำเครื่องหมายไว้ให้เหลือประมาณ 50 เซนติเมตร บักปลายไม้ลงในดินให้จมลงไป 40 เซนติเมตร จากนั้นนำพื้นที่มีขนาดใกล้เคียงกันประมาณ 5-6 ท่อน วัดระยะให้สั้นกว่าไม้เสาหลักประมาณ 10 เซนติเมตร ตั้งเอาทางปลายไม้ลงดินให้รอบเสาหลัก ใช้เชือกกล้วยหรือเชือกพลาสติกมัดรวบไว้ให้ติดกันแน่น ๆ ขั้นตอนไปนำไม้ขนาดความยาวลดลงไปอีก 10 เซนติเมตร เรียงให้รอบเป็นวงแล้วรัดด้วยเชือกเช่นรอบแรก โดยทำให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

8. การเรียงไม้ในเตา ควรนำไม้ที่มีขนาดใหญ่วางเรียงไว้ด้านหน้าเตา เพราะไม้ใหญ่จะไหม้ไฟช้า ทำให้สุกช้ากว่าไม้ที่มีขนาดเล็ก

9. ใช้ ฟาง หญ้า หรือ กระดาษมาหุ้มให้รอบกองไม้ที่เรียงไว้ ใช้เชือกมัดให้แน่นเพื่อกันดินผนังเตาหล่นลงไปกองไม้



10. การย่ำดินที่เตรียมไว้ โดยใช้จอบพื้นดินพอให้เป็นหลุม รดน้ำลงไปให้ชุ่มชื้นนอง แล้วย่ำดินผสมกับน้ำจนกระทั่งดินเหนียวดี จากนั้นนำมาปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเท่าลูกมะพร้าว

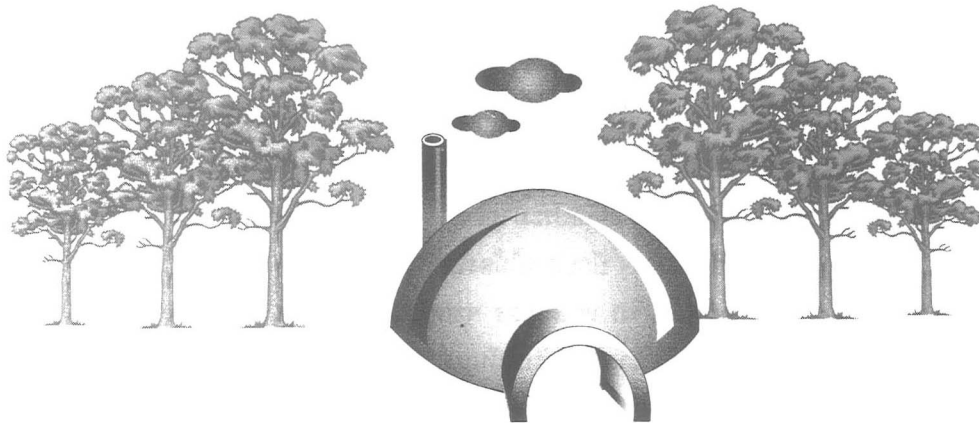
11. การขึ้นรูปเตา ก่อนอื่นต้องราดน้ำรอบ ๆ ฐานเตาเพื่อให้ดินจับกันแน่น นำก้อนดินที่เตรียมไว้วางเรียงกันโดยรอบกองไม้ที่เรียงกันเป็นรูปทรง ใช้ไม้ตีให้เรียบเป็นรูปวงเป็นชั้น ๆ โดยรอบ

12. หลังจากปั้นเป็นผนังเตาเรียบร้อยแล้วจึงทำการเจาะปล่องแรง ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับหน้าเตา ให้รูของปล่องแรงอยู่สูงจากปล่องแรงประมาณ 1 ใน 3 ของความสูงของผนังเตา จากนั้นฝังผนังเตาให้แห้งอย่างช้า ๆ เพื่อกันไม่ให้ผนังเตาแตกเร็วเกินไป ปล่องไว้ประมาณ 1-2 วัน จึงทำการรื้อเตาประมาณ 2-3 ชั่วโมง

วิธีการเผา

1. จุดไฟหน้าเตาโดยใช้เศษไม้พินแห้งขนาดเล็ก วางบนรังผึ้งหน้าเตา ใส่พินที่เตรียมไว้ 1-2 ดุ้น เมื่อไฟติดดีแล้วค่อย ๆ ดันไม้พินเข้าไป ทั้งนี้มิใช่เอาเปลวไฟเข้าไปแต่ต้องการเอาไอร้อนเข้าไปในเตา

2. พยายามอย่าใส่พินมากเกินไป เพราะจะสูญเสียโดยใช่เหตุ ถ้าเห็นไฟดีย้อนกลับออกมาทางหน้าเตาก็ควรหยุดใส่พิน



3. ในช่วงแรกของการใส่ไฟ ทางด้านตรงข้ามกับช่องไฟมีรูที่เจาะไว้ 1 รู เรียกว่าปล่องแรงไฟเมื่อติดควันจะออกมาทางปล่องแรง และจะออกมาขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำการทดลองปิดปล่องแรง โดยใช้อิฐมอญหรือดินอุด ถ้ามีควันออกมาอย่างสม่ำเสมอทั้ง 2 ปล่องก็ให้ปิดปล่องแรงอย่างถาวร ถ้าควันออกไม่ครบทุกปล่องก็ต้องเปิดปล่องแรงไปต่อจนกว่าควันจะออกครบทุกปล่อง การใส่ฟืนหน้าเตาในช่วงแรก ๆ จะต้องใส่ประมาณ 2-3 ดุ้นต่อชั่วโมง และคอยสังเกตควันที่ออกมาจากปล่องจะมีสีขาว และหนาที่บวมกลืนจนแทบจมูก เรียกว่า ควันบวม ซึ่งแสดงว่าน้ำในไม้ระบายออกหมดแล้ว

4. หลังจากควันหนาที่บวมออกมาแล้ว ควันจะเริ่มบางลงและเปลี่ยนเป็นสีเทาที่ผิวด้านในของปล่องควันในระยะที่มีควันสีเทาออกมานี้จะมียางไม้สีดำเกาะอยู่ ถ้าใช้นิ้วมือแตะจะเห็นว่าสีดำติดออกมาจากนั้นควันสีขาวจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นควันสีฟ้าหรือสีน้ำเงินอ่อน ซึ่งแสดงว่าการกลายเป็นถ่าน

ของไม้จะเสร็จสมบูรณ์ ระยะนี้ควันจะแห้งและยางไม้สีดำที่เกาะด้านในปล่องควันก็จะเริ่มแห้งขึ้น อุณหภูมิกลางเตาช่วงนี้จะสูงมาก

5. ควันสีฟ้าจะหมดไปในที่สุด และเปลี่ยนเป็นควันสีขาว ซึ่งแสดงว่าไม้ในเตาได้เปลี่ยนสภาพเป็นถ่านหมดแล้ว ลองใช้นิ้วแตะด้านในของปล่อง ถ้าไม่มียางไม้สีดำออกมาแสดงว่าปล่องแห้ง ก็ให้ทำการปิดปล่องนั้น ก่อนที่จะทำการปิดปล่องสุดท้ายให้ปิดหน้าเตาก่อน แล้วทิ้งไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง จึงปิดปล่องสุดท้าย ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเผา

6. หลังจากปิดปล่องควันเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 2-3 ชั่วโมง ใช้ดินผสมน้ำให้เป็นโคลนอุดรอยรั่วบริเวณต่าง ๆ ของเตาเพื่อกันรอยรั่ว

7. เมื่อทำการอุดรอยรั่วต่าง ๆ ดีแล้ว ให้ใช้ผ้าชุบน้ำโคลนลูบไล้ให้ทั่วเตา ทั้งนี้เพื่อที่จะช่วยลดความร้อนภายในเตา และผนังเตาให้เย็นเร็วขึ้น ทั้งยังเป็นการช่วยอุดรอยแตกร้าวของเตาได้ด้วย เรียกว่า การอาบน้ำเตา

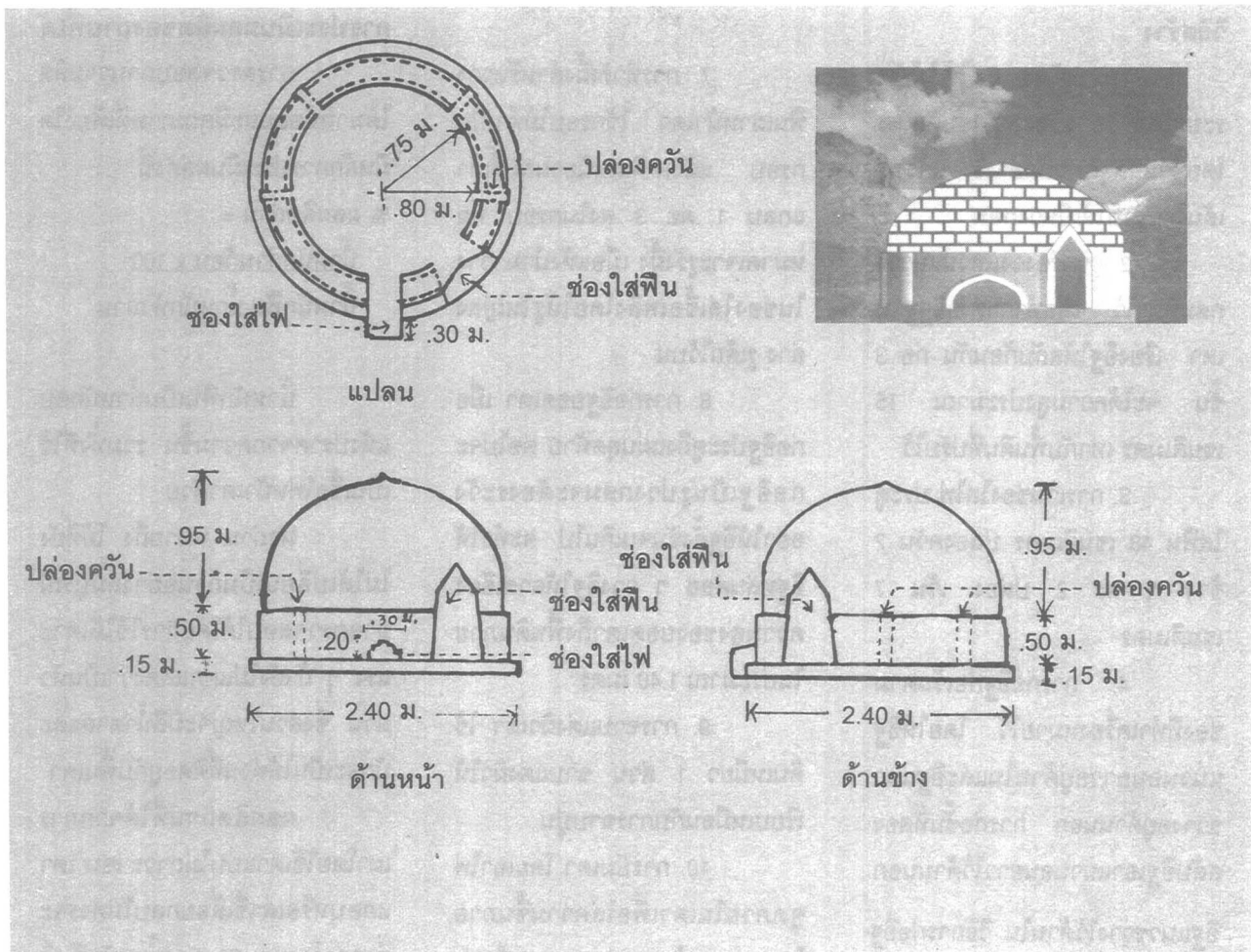
การเปิดเตาเอาถ่านออก

1. หลังจากอาบน้ำเตาแล้วประมาณ 2 วัน อุณหภูมิภายในเตาจะลดลง ทดลองโดยเอามือสัมผัสดูจะรู้สึกอุ่น ๆ ก็สามารถเปิดเตาเอาถ่านออกได้

2. การเปิดเตา ใช้ไม้หรือก้อนถ่านขีดแนวร่องประตูที่จะเปิดเพื่อเอาถ่านออกมาได้สะดวก จากนั้นใช้เสียมเขี่ยตามแนวข้างล่างขึ้นข้างบน ปกติพื้นผิวเตาจะแข็งต้องค่อย ๆ เขี่ย พยายามอย่าให้แผ่นแตก เมื่อเอาออกแล้วเก็บให้ดีเพื่อจะได้เอาไว้ใช้ปิดเตาในตอนที่จะทำการผลิตถ่านในครั้งต่อไป

3. การเก็บถ่านควรใช้เข่งหรือกระสอบใส่ให้เรียบร้อย การผลิตถ่านแบบนี้ผลผลิตถ่านที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นแท่ง หรือเป็นก้อน และมีชิ้นเล็กน้อย เหมาะแก่การนำไปใช้งานต่อไป





รูปที่ 2 แบบแปลนการก่อสร้างเตาอิฐ

เตาอิฐ

เตาอิฐมีรูปร่างคล้ายโคม ก่อด้วยอิฐมอญ ซึ่งเชื่อมต่อกันได้ด้วยดินเหนียวผสมทราย ไม่มีการใช้ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสมในการเชื่อมโดยเด็ดขาด เพราะการหดตัวและขยายตัวของอิฐกับปูนซีเมนต์ไม่เท่ากัน ทำให้เตาแตกร้าว นิยมใช้ดินเหนียวผสมทรายเป็นตัวเชื่อมอิฐ และใช้ฉาบรอบเตาเมื่อก่อเตาอิฐเสร็จ ส่วนผสมของทรายกับดินเหนียวขึ้นอยู่กับความเหนียวของดิน ถ้าเหนียวมากก็ผสมทรายมาก โดยทั่วไปจะผสมดินเหนียว 1 ส่วน ต่อทรายละเอียด 2 ส่วน ลักษณะของเตาจะมีปล่องเร่ง 1 ปล่อง อยู่ตรงข้ามกับหน้าเตา ความสูงของปล่องเตาเป็น $1/2$ ของตัวเตา นอกจากนี้

ยังมีปล่องควันอีก 4 ปล่อง สำหรับใช้ระบายควันระหว่างการเผา จำนวน 4 ปล่อง ความสูงของแต่ละปล่องประมาณ $1/3$ ของความสูงของตัวเตา บริเวณหน้าเตาที่ใช้สำหรับใส่ฟืนจะมีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร และสูง 20 เซนติเมตร โดยมีขุมยื่นออกมาประมาณ 30 เซนติเมตร จากตัวเตา (สำหรับนำไม้เข้าและเอาถ่านออก) มีความกว้างประมาณ 80 เซนติเมตร สูง 90 เซนติเมตร ซึ่งสะดวกพอที่คนเผาถ่านจะเข้าออกได้ระหว่างการเรียงไม้หรือเอาถ่านออก การสร้างเตาอิฐควรเลือกสถานที่สร้างเช่นเดียวกับเตาดินเหนียวรูป

ร่างลักษณะของเตาอิฐได้แสดงดังรูปที่ 2

วัสดุอุปกรณ์

- ไม้, ขวาน, จอบ, เสียม
- เกรียงก่อ
- ดินเหนียว, ทรายละเอียด
- ไม้วัดระยะ
- บั้งก็
- ไม้แบบทำปล่อง
- ซีเมนต์
- กรอบไม้
- อิฐมอญ
- เชือก, ตลับเมตร

วิธีสร้าง

1. การวัดระยะใช้ไม้วัดระยะรัศมี 75 หรือ 80 เซนติเมตร โดยทำหลักจุดศูนย์กลางไว้ แล้วขีดเส้นโดยรอบให้เป็นวงกลม

2. ขุดร่องวงแหวนแนววงกลมที่ทำไว้ เพื่อทำการก่ออิฐฐานเตา เรียงอิฐให้สลับกันก่อน ก่อ 3 ชั้น จะได้ความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เท่ากับพื้นดินที่ปรับไว้

3. การเว้นช่องใส่ไฟ ประตูใส่พื้น 48 เซนติเมตร ปล่องควัน 2 ข้าง ๆ ละ 2 ปล่อง เว้น 7 เซนติเมตร

4. การก่ออิฐก่อเว้นตามช่องที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยให้อิฐแนวขนยาวอยู่ด้านในและอิฐแนวขวางอยู่ด้านนอก การก่อชั้นที่สองสลับอิฐเอาแนวขนยาวไว้ด้านนอก อิฐแนวขวางไว้ด้านใน วิธีการก่ออิฐที่ดีให้ตักดินก่อแต่พอควร จับอิฐกลางแผ่น กดลงและดันไปข้างหน้าให้แน่น ดินที่ถูกกดให้ปลิ้นขึ้น ตักดินที่เหลือออก

5. การทำคานช่องใส่ไฟ เมื่อก่ออิฐสูงถึง 25 เซนติเมตร ก็ก่ออิฐเหลื่อมยื่นออกทั้งสองข้าง ๆ ละเท่า ๆ กัน

6. การก่อปล่องควัน เตรียมไม้แบบตั้งบนฐานเตา ให้ด้านที่มีขนาด 7 เซนติเมตร ไว้ด้านล่าง ด้านเล็กขนาด 5 เซนติเมตร ไว้ด้านบน เอาอิฐทับด้านบนก่อขนานกับแบบขึ้นไปทั้งสองข้างสูงประมาณ 45 เซนติเมตร ถอดไม้แบบออก

7. การทำรังผึ้งสำหรับวางพื้นเผาหน้าเตา ใช้กรอบไม้ทำเป็นกรอบ แล้วเทดินเหนียวผสมซีเมนต์ 1 ต่อ 3 ลงในกรอบ พอหมาดเจาะรูรังผึ้ง เมื่อแห้งนำมาวางในช่องใส่เชื้อเพลิงโดยให้รูใหญ่ลงล่าง รูเล็กไว้บน

8. การก่ออิฐยอดเตา เมื่อก่ออิฐประตูถึงแผ่นสุดท้าย ต่อไปจะก่ออิฐเป็นรูปร่างกลมจะต้องระวังอย่าให้อิฐตั้งชันจนเกินไป จะทำให้อิฐหล่นค่อย ๆ วางอิฐให้ลาดเอียง ความสูงของยอดเตาถึงพื้นดินภายในประมาณ 1.40 เมตร

9. การฉาบแต่งผิวเตา ใช้ดินเหนียว 1 ส่วน ฉาบแต่งผิวให้เรียบเหมือนกับการฉาบปูน

10. การบ่มเตา โดยเอาไฟจุดภายในเตาเพื่อไล่ความชื้นภายในเตาออก ทำการบ่มเพาะเตาใหม่

11. การเรียงพื้นเข้าเตา ให้เรียงพื้นขนาดใหญ่ไว้หน้าเตาเพื่อป้องกันถ่านหักทับถมหน้าเตา พื้นที่มีขนาดเล็กไว้ด้านในสุด และวางเรียงในแนวตั้งให้เอนเข้าหาผนังเตา โดยให้พื้นด้านบนเตาใหญ่กว่าด้านล่างเตา เนื่องจากถ่านจะสุกจากบนลงล่างและจากหน้าเตาไปหลังเตา

วิธีการเผาและการเปิดเตา

วิธีการเผาและการเปิดเตา เอาถ่านออก มีวิธีการเช่นเดียวกับเตาดินเหนียว



การประเมินผลผลิตของถ่านที่ได้

การตรวจสอบถ่านว่าผลิตได้มากน้อยและมีคุณภาพดีเพียงใด มีหลักการประเมินผลดังนี้

% ผลผลิตถ่าน =

$$\frac{\text{น้ำหนักถ่านก้อน} \times 100}{\text{น้ำหนักพื้น-น้ำหนักหัวถ่าน}}$$

น้ำหนักพื้นเป็นน้ำหนักอบแห้งปราศจากความชื้น รวมทั้งที่ใช้เป็นเชื้อไฟหน้าเตาด้วย

หัวถ่าน หมายถึง ไม้ที่ยังไม่ได้เปลี่ยนเป็นถ่านอย่างสมบูรณ์ อาจตรวจสอบได้โดยการใช้ไม้เคาะแรง ๆ ถ้ายังไม่แตกแสดงว่าเป็นหัวถ่าน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาลและมักจะเป็นไม้ส่วนที่ติดอยู่กับพื้นเตา

ผลผลิตถ่านที่ได้จากการเผาโดยใช้เตาแบบไม่ถาวร เช่น เตากลอบหรือเตาซีลเยือกกลบไม่ควรจะต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนักพื้นที่ปราศจากความชื้น ส่วนเตาแบบถาวรเช่น เตาดินเหนียว และเตาอิฐ ควรจะให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 35

การเลือกเตาเผาถ่านขนาดเล็กชนิดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความต้องการของแต่ละท้องถิ่น ตลอดจนวัสดุท้องถิ่นที่อาจหาได้ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะช่วยในการเลือกชนิดและขนาดของเตา

กสิกร มีนาคม - เมษายน 2539

กาเหี่ยวผักแมลง

ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคได้ตื่นตัวกันมากขึ้นในการเลือกซื้อพืชผักผลไม้ ที่ไร้สารพิษ เนื่องจากเริ่มตระหนักถึงอันตรายจากพิษร้ายของยาฆ่าแมลงที่เกษตรกรใช้ฉีดพ่นพืชผลเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืช ซึ่งอันตรายของสารเคมีเหล่านี้มีผลร้ายทั้งแก่ตัวเกษตรกร ผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศวิทยา ดังนั้น จึงถึงเวลาแล้วที่เกษตรกรจะต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีเพื่อเป็นการลดอันตรายดังกล่าว

วิธีการกำจัดแมลงโดยไม่ใช้สารเคมีอีกวิธีหนึ่งคือ การทำกาเหี่ยวสำหรับใช้เป็นกับดักแมลงศัตรูพืชที่เข้ามาหาทำความสะอาดต่อพืชผลเกษตร ซึ่งวิธีนี้นอกจากจะช่วยให้เกษตรกรปลอดภัยจากสารพิษแล้ว ยังช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

การทำกาเหี่ยวผักแมลงเป็นผลงานของนักกีฏวิทยา กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การใช้กาเหี่ยวนี้จะให้ตัวเต็มวัยของแมลงศัตรูพืชบางชนิดบินมาติดกับดัก เช่น แมลงวันหนอนชอนใบ ผีเสื้อกลางคืนของหนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนคืบกระหล่ำ แมลงวันผลไม้ แมลงวันทอง แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ เพลี้ยไก่แจ้ทุเรียน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อน ซึ่งกาเหี่ยวนี้มีวิธีการทำง่าย ๆ ไม่ยุ่งยาก อีกทั้งยังเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของบ้านเราอีกด้วย

วัสดุอุปกรณ์

1. น้ำมันละหุ่ง 150 ซีซี
2. ผงยางสน 100 กรัม
3. ไชคาร์บอนบา 10-20 กรัม
4. ถุงพลาสติกชนิดใส
5. ถังพลาสติกหรือกระป๋องน้ำมันเครื่องสีเหลืองที่ใช้แล้ว
6. ภาชนะสำหรับบรรจุกาเหี่ยวที่มีฝาปิดสนิท
7. กะละมังหรือถัง
8. กะทะสำหรับเคี่ยวกาเหี่ยว
9. แปรงทาสี
10. แผ่นเหล็กหนา 1/2 นิ้ว ขนาด 1" x 3" 1 แผ่น
11. น้ำแข็ง
12. ไม้พาย

น้ำมันละหุ่งและผงยางสน นั้น มีจำหน่ายตามร้านขายยาทั่วไป ส่วนไชคาร์บอนบานี้ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศและมีจำหน่ายตามบริษัทเคมีภัณฑ์ในกรุงเทพฯ หรือที่บริษัทศรีจันทร์โอสด จำกัด เลขที่ 855 ถนนมหาไชย ใกล้สี่แยกสามยอด แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200



วิธีทำ

1. นำน้ำมันละหุ่ง 150 ซีซี ที่เตรียมไว้ใส่ภาชนะตั้งไฟเคี่ยวให้ร้อนจนมีไอขึ้นที่ผิวหน้า
2. ทอยใส่ผงยางสน และไชคาร์บอนบา โดยใช้ไม้พายคนให้เข้ากันจนละลายหมด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที
3. ยกภาชนะวางลงในถังหรือกะละมังที่เตรียมไว้ทันที ซึ่งในถังหรือกะละมังต้องบรรจุน้ำและน้ำแข็งที่ทุบเป็นก้อนเล็ก ๆ เพื่อให้ภาชนะที่เคี่ยวกาเหี่ยวได้รับความเย็นอย่างรวดเร็ว
4. เมื่อเย็นแล้วนำกาเหี่ยวมาบรรจุลงในภาชนะที่เตรียมไว้ โดยปิดฝาให้แน่นสนิท เพื่อเก็บไว้ใช้เป็นกับดักแมลงต่อไป

วิธีใช้

1. สวมถุงพลาสติกชนิดใสลงบนถังพลาสติกหรือกระป๋องน้ำมันเครื่องสีเหลือง (การใช้กระป๋องหรือถังพลาสติกที่มีสีเหลือง เนื่องจากแมลงชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นชอบบินเข้ามาหาวัตถุที่มีสีเหลือง ซึ่งจะเป็นตัวล่อแมลงให้บินมาติดกับได้มากยิ่งขึ้น)
2. ใช้แปรงทาสีป้ายกาเหี่ยวลงบนถุงพลาสติก
3. ใช้แผ่นเหล็กปิดให้ทั่วเพื่อให้กาเหี่ยวติดบางที่สุด และไม่ให้น้ำไหลเยิ้มลงไป ซึ่งจะช่วยให้ประหยักราก
4. นำกับดักกาเหี่ยววางในสวนพืชผลโดยสวนผักนั้นควรวางให้สูงประมาณ 1 เมตร ห่างกันเป็นระยะ ๆ ไม่เกิน 8 เมตร ส่วนผลไม้ที่วางให้สูงประมาณ 2 เมตร

ระยะห่างประมาณ 10-12 เมตร
ถ้าหากมีแมลงบินมาติดกับดักนี้
มากก็สามารถเลื่อนระยะให้ใกล้-
เข้ามาได้ กาวเหนียวนี้สามารถทน
แดด หรือถ้ามีแมลงบินมาติดกับ
ดักมากก็ต้องเปลี่ยนถุงกาวเหนียว
ใหม่อีกครั้ง

การทำกาวเหนียวดัก
แมลงศัตรูพืชเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง
นอกเหนือไปจากทางเลือกอีก
หลายๆ ทางสำหรับเกษตรกรที่จะ
เลือกปฏิบัติได้ ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะ



ช่วยให้การใช้สารพิษลดปริมาณลง
ได้บ้าง การที่จะหลีกเลี่ยงการใช้สาร
เคมีนั้นต้องอาศัยจิตสำนึกและ
ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและ
เพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร
และผู้บริโภคเป็นสำคัญ

หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ 21 ก.พ.39



กาวดักแมลง

WITH THE COMPLIMENT OF

Architectural
Real estate
Engineering
& Appraisal



AREA CONSULTANT CO., LTD.

111/1-2 Ratchada Pavilion
Soi Ladprao 23 , Lad Yao
Chatuchak , Bangkok 10900
Tel.5139533-5 Fax.5139536

ขอสนับสนุน วารสาร
“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”
เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์
ด้วยความปรารถนาดี
จาก



โรงเรียน เซนต์ดอมินิก

1526 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ 10310 โทร. 2525426, 6527477-80 แฟกซ์ 6527470, 6527476

ST. DOMINIC SCHOOL

1526 PETCHBURI ROAD, BANGKOK 10310 TEL. 2525426, 6527477-80 FAX 6527470, 6527476

อภิธานนาการจาก มูลนิธิเพื่อโรงพยาบาลราชานุกูล

ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา
กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์

“...เราภูมิใจที่ได้มีส่วนร่วม
และเป็นส่วนหนึ่งของสังคมไทย...”

“...เชื่อว่าทรัพยากรบุคคลปัญญาอ่อนได้กุศลแน่นอน...”

ขอต้อนรับท่านผู้มีกุศลจิตที่โรงพยาบาลราชานุกูล กทม.



ด้วยอภินันทนาการ

จาก

คณะพยาบาลศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีชีวภาพ

มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ (ABAC)

ห้วยหมาก บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

☎ 300-4543, 300-4553

ขอสนับสนุน วารสาร

“ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ”

เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

นายแพทย์นพรัตน์ บุลยเลิศ

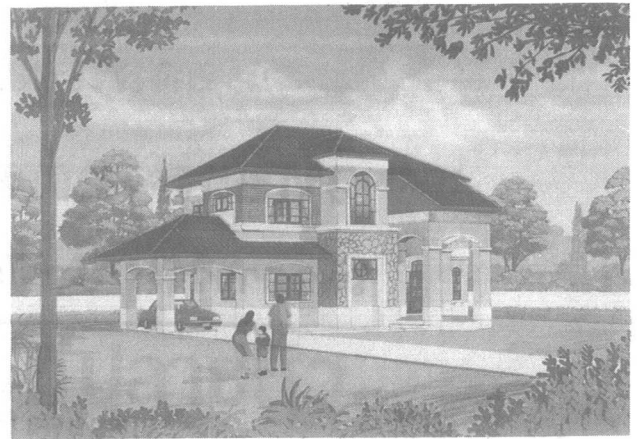
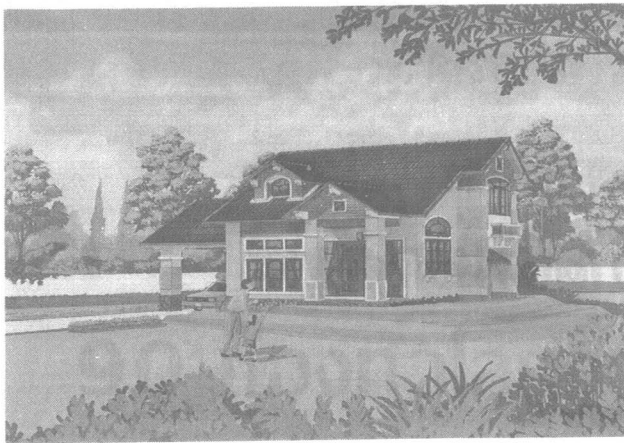
81/115 ถนนลาดพร้าว 94 เขตบางกะปิ กทม.

WISAN
บีดี

ที่นี่....บ้านคือสวรรค์



บ้านใหม่ ความภาคภูมิใจในชีวิต



สนใจสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

สำนักงานขายโครงการ โทร. **01-9368225-6, 01-2136806**

สำนักงานขาย ถนนติวานนท์ โทร. **960-8851, 960-8852**

583-1023, 583-1027, 583-1032

ผู้มีกรรมสิทธิ์ที่ดิน บริษัท ออริยาเคหะการ จำกัด ดำเนินงานโดย บริษัท พาราไดซ์ ซิตี้ จำกัด นายแพทย์บุญชัย อิศราพิสิษฐ์ กรรมการผู้จัดการ ทุนจดทะเบียน 30 ล้านบาท (ชำระเต็ม) โฉนดที่ดินเลขที่ 4489, 4524, 4529, 4533, 4536 ฯลฯ ใบอนุญาตจัดสรรกำลังอยู่ในระหว่างการขออนุญาตจัดสรร ที่ดินมีภาระผูกพันกับ ธนาคาร กรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) สนับสนุนโครงการโดย ธนาคาร กรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)

บริษัท สยามเคมี จำกัด (มหาชน)



ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.)

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ผู้ผลิตและจำหน่าย



ปุ๋ยเคมี: ปุ๋ยพืชไร่ พืชสวน ปุ๋ยนาข้าว ปุ๋ยสูตรทุกชนิด

เคมีภัณฑ์: กำมะถันแท่ง ผง กรดกำมะถัน
สารส้ม (อลูมิเนียมซัลเฟต) ไนโตรัสออกไซด์
ถังพลาสติก และเคมีภัณฑ์อุตสาหกรรม



ท่าเทียบเรือ: บริการท่าเทียบเรือและโกดังเก็บสินค้า บริการ
ให้เช่าถังใส่ผลิตภัณฑ์เคมี และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทุกชนิด
บริการเอกสารศุลกากร พิธีการนำเข้าและส่งออก บริการขนส่ง
สินค้าทางทะเล

น้ำมัน จำหน่ายน้ำมันปิโตรเลียมทุกชนิด

สำนักงานใหญ่เลขที่ 26/36-37 อาคารอรกานต์ชั้น 11 ถนนชิดลม แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร.2543890-8
โรงงาน : 196 ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลปากคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290 โทร.4633040



ถ้าการทำงาน

แค่ 2 ปี

ทำให้รู้สึก

ขนาดนี้

อยากให้คุณใช้เวลา 1 นาที

กับข้อความของเรา

ความเครียดจากการทำงานทำให้สมอง สายตา กล้ามเนื้อหลายส่วนของร่างกายต้องอ่อนล้า ทั้งหมดคงไม่เป็นปัญหา ถ้าร่างกายของคุณได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ แต่ความจริงอาหารแต่ละชนิดยอมให้โปรตีนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้โปรตีนครบถ้วนจึงควรรับประทานอาหารโปรตีนให้ครบทุกประเภท ทั้งไข่, นม, ถั่วทุกชนิด, เห็ด, ปลา, เนื้อสัตว์ต่างๆ ฯลฯ ทุกวัน

แบนเนอร์โปรตีน อาหารเสริมที่รวมกรดอะมิโนแอซิดชนิดจำเป็นสำหรับซ่อมแซมความสึกหรอที่เกิดขึ้น เพื่อสุขภาพที่ดีในการทำงานทุกวัน



MADE IN U.S.A.

แบนเนอร์โปรตีน โปรตีนเสริมสุขภาพจากสหรัฐอเมริกา

มีจำหน่ายที่ร้านขายยา และซูเปอร์มาร์เก็ต



แบนเนอร์โปรตีน
ผลิตในสหรัฐอเมริกา
จากแบนเนอร์