

ISSN 0857-2380 ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2538

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

- . ความเสื่อมในความอลังการ
- . อิฐและหินบนโบราณวัตถุผุเปื่อย
- . วิทยาศาสตร์กับการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม
- . ปัญหาการอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรม
- . ฯลฯ

ครบรอบสถาปนา วท. 32 ปี



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

นั่นอาจจะเป็นเรื่องแปลกสำหรับคนอื่น แต่ถ้าเป็นอัฒจันทร์ Hussey ประติษฐานอันล้ำหน้าจากอเมริกาแล้วละก็ คุณจะได้รับการเก็บอัฒจันทร์ ขนาด 10,000 ที่นั่งให้เสร็จภายในเวลาไม่ถึง 30 นาที เป็นเรื่องธรรมดา เพราะ Hussey มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถพับเก็บและเปิดออกใช้งานด้วยระบบ รีโมทคอนโทรล เพียงแค่คุณใช้ปลายนิ้วสัมผัสเบา ๆ Hussey ก็ทำงานได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังติดตั้งได้ง่าย หรือเคลื่อนย้ายให้เข้ากับสถานที่ ได้ทุกรูปแบบจนคุณพอใจ เหมาะสำหรับสถาปนิก และเจ้าของโครงการ ซึ่งต้องการออกแบบพื้นที่ให้เป็นสถานที่อเนกประสงค์ เช่น สนามกีฬา ศูนย์แสดงสินค้า คอนเสิร์ตฮอลล์ หอประชุม ฯลฯ ในสถานที่เดียวกัน ด้วยเหตุผลเหล่านี้ จึงทำให้ Hussey เป็นที่นิยมไปทั่วโลก และติดตั้งตามสถานที่-

สำคัญ ๆ หลายแห่ง เช่น พิธีสถาปนาประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกา สนามกีฬาโอลิมปิกของอเมริกา ญี่ปุ่น และอีกหลายประเทศทั่วโลก

นอกจากนี้ Hussey ยังดีไซน์เก้าอี้ไว้หลายแบบ หลากรุ่น ให้คุณได้เลือกสรรให้เข้ากับทุก ๆ สถานที่ และเก้าอี้ทุกตัวได้ผ่านการออกแบบเป็นพิเศษให้นั่งสบาย ทนทานใช้งานได้ยาวนาน และดูแลรักษาง่าย

ตั้งแต่นั้น Hussey ได้เปิดบริการออกแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คำปรึกษาสำหรับผู้ที่ต้องการออกแบบพื้นที่ใช้งาน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่สกุลไทย



เลือก Hussey สำหรับงานต่อไป เพื่อให้คุณใช้สถานที่ได้อย่างคุ้มค่า

หลักการดี เพียง 1...รบ 10 ครั้ง ชนะ 100 ครั้ง

ศูนย์บริการเอกสาร
ห้องสมุด
วว.



ครอบครัว วรณะสิน



“หลักการของผม ทำอะไรลดหัวใจให้สิ่งนั้น
แล้วก่อนจะทำเช่นนั้น ต้องมั่นใจว่าสุขภาพดีพอ
ผมดื่มแบรนด์ เพื่อเสริมสร้างสุขภาพ”

ศ. เจริญ วรณะสิน กรรมการผู้จัดการ บริษัท อินเทอร์เน็ตชั่นแนลเฟลเวอร์ส์ แอนด์ เฟรแกรนส์ (ประเทศไทย) จำกัด



0524.0

แบรนด์ คงคุณค่า เพื่อสุขภาพคุณ

คุณค่าที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว จากคิงส์ คอลเลจ มหาวิทยาลัยลอนดอน



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



นิสสันรุ่นนี้ใหม่ ปรากฏการณ์ยิ่งใหญ่ ความเข้าใจ ที่คุณสัมผัสได้



สู่โลกแห่งการขับขี่ยันเราใจ ด้วยพลังขับเคลื่อนใหม่

จากตำนานการขับเคลื่อนยาวนาน สู่ปรากฏการณ์ยิ่งใหญ่ที่โลกต้องจับตา นิสสัน รุ่นนี้ ใหม่ พลิกโฉมเทคโนโลยี เพื่อเปิดใหม่ของการขับขี่ยันเราใจ สดใส เบี่ยมพลัง



รูปลักษณ์หัวท้ายสายตา

ดีไซน์โดดเด่นล้ำสมัย ด้วยรูปทรงโฉบเฉี่ยว สร้างความโดดเด่นทางด้านทัศนศาสตร์ ผสมผสานเป็นหนึ่งเดียว กับเส้นสาย ที่โค้งมนกลมกลืนจากหน้าจรดท้าย ภายนอกกระจกลายใน ทุกมุมมองสะท้อนเอกลักษณ์เฉพาะตัวแห่งนครกรรมยุคใหม่



เครื่องยนต์ GA 160E 1600 CC



เครื่องยนต์ GA 150E (NEW EGI) 1500 CC

ระบบกันสะเทือนหลังแบบ
MULTI-LINK BEAM สุดยอดเยี่ยมเทคโนโลยี
เพื่อรองรับเคลื่อนที่อย่างนุ่มนวลโดยเฉพาะ

● ทรงตัวและเกาะถนนมั่นคง ด้วยกรอบแบบที่ช่วย
ให้ล้อติดกับพื้นถนนอย่างมั่นคงที่ตลอดเวลา
ส่งผลให้รถเกาะถนนและทรงตัวได้ดี ทั้งในปิกนัม
เข้าโค้งด้วยความเร็วสูง

● นุ่มนวล เงียบสนิท ด้วยช่วงล่างที่รองรับแรง
กระแทกได้อย่างนุ่มนวล

ห้องโดยสารได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ

● ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย
ด้วยการออกแบบที่นั่งภายใน
รถที่กว้างขวาง

หน้า-หลังมากขึ้น จึงสามารถขยายห้องโดยสารให้
กว้างขวางโดยเพิ่มความยาวของตัวรถ

ผลิตโดย นิสสัน

พัฒนาการล่าสุดของโลกที่มีเฉพาะนิสสันเท่านั้น



EX SALOON

SUPER SALOON

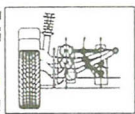
สะดวกสบายไร้ขีดจำกัด

ภายในห้องโดยสารออกแบบให้กว้างขวางเป็นพิเศษ ให้อิสระในการ
เคลื่อนไหวได้เต็มที่ สะดวกสบายกว่าด้วยเบาะนั่งใหม่ หรุ ทนสมัย
โอบกอดกับสรีระ คอรับกับพนักพิงแบบใหม่ เห็นมาครวัด
เงิน และมากด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าอำนวยความสะดวกสบาย เช่น
พวงมาลัยเพาเวอร์และกระจกไฟฟ้า หรือความเย็นสบายจากเครื่อง
ปรับอากาศที่ใช้ระบบแอร์แบบใหม่ R134a ช่วยปกป้องสภาพแวดล้อม
ของโลก



สมรรถนะแรงกล้า

โดดเด่นอย่างเราใจด้วยเครื่องยนต์
ทวีแคม 16วาล์ว 1600CC 120 แรงม้า
และ 1500 CC (NEW EGI) 105
แรงม้า หัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ ECCS
ให้พลังแรงจิก ประหยัดน้ำมัน
ตอบสนองทั้งใจ เครื่องเดินเรียบ ชิค
เกาะและทรงตัวดีเยี่ยมในทุกสภาพ
ถนนด้วยระบบกันสะเทือนหลัง
ล่าสุดแบบมัลติลิงค์ นิสสัน
(MULTI-LINK BEAM)



THINK EARTH



บริษัท สยามกลการ และ สยามนิสสัน... โกลิบันท่าน



NISSAN



ชื่อหลักทรัพย์มาตรฐานต้องเหล็ก "NTS"
เหล็กคุณภาพสูง จาก บริษัท เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป จำกัด (มหาชน)



บริษัท เอ็น. ที. เอส. สตีลกรุ๊ป จำกัด (มหาชน)
N. T. S. STEEL GROUP PUBLIC COMPANY LIMITED

สำนักงานกรุงเทพฯ : ชั้น 19 อาคารยูเอ็มทาวเวอร์
เลขที่ 9 ถนนรามคำแหง แขวงคลองตัน เขตคลองตัน กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ (662) 719-9800 โทรสาร (662) 719-9820, 719-9821



บริษัท ทางด่วนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
BANGKOK EXPRESSWAY PUBLIC COMPANY LIMITED

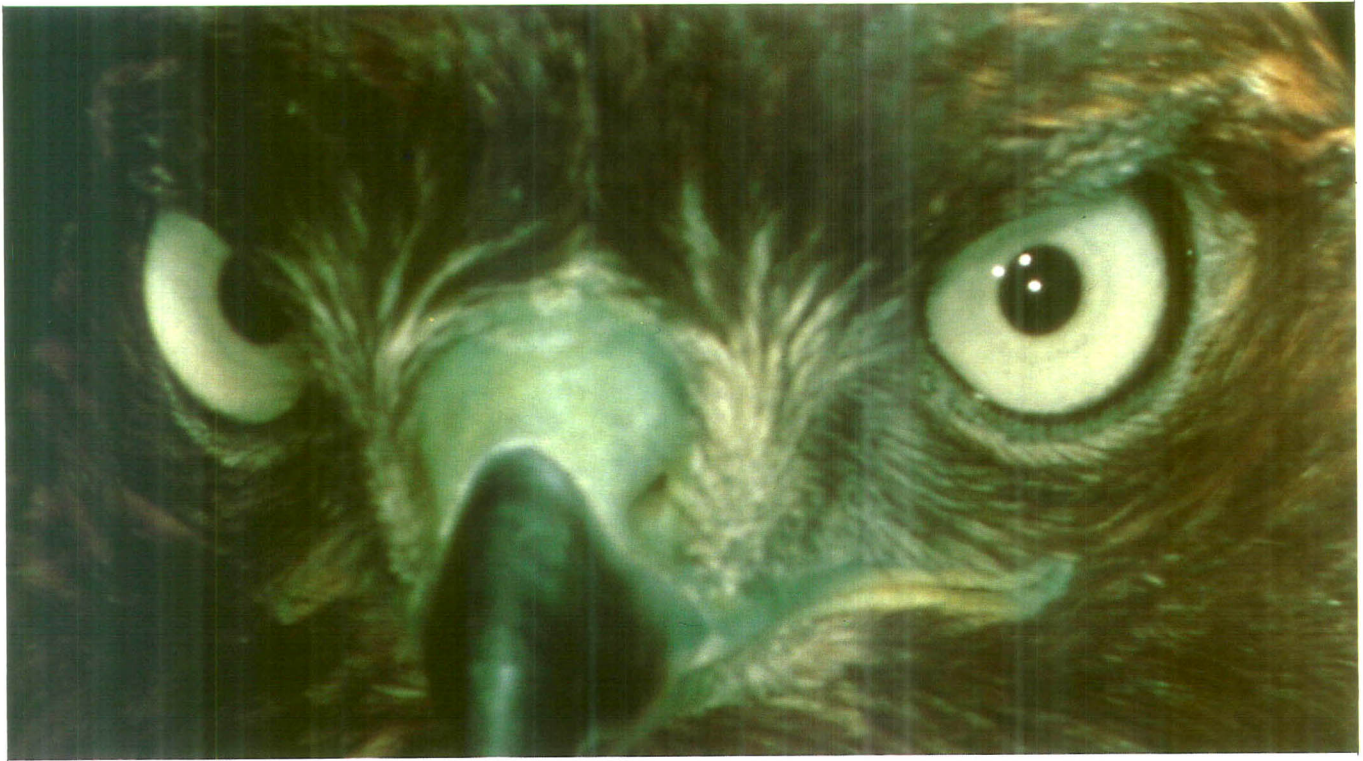
13th Floor, Thai Life Insurance Building, 123 Rachadapisek Road, Din-Daeng, Din-Daeng, Bangkok 10400, Thailand
Tel: 246-9727-30 Fax: (662) 246-9726

ผู้บริหารโครงการระบบทางด่วนขั้นที่ 2

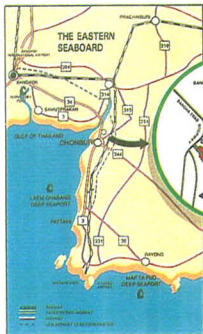


ยื่นหยัดแบ่งเบาปัญหาการจราจร

A far-sighted investor has an insight for the right location.



Choose Bangpakong Industrial Estate the Strategic Location for Investment.



Excellent Location

BIP is ideal for all kinds of industry because of its great location – kilometre 57th. on the Bangna-Trad Highway.

It has smooth, easy access via the Bangna-Trad Highway and the new Bangkok - Chonburi Freeway; 5 kms. from Chonburi (huge labour supply source) 43 kms. from Laem Chabang Deep Seaport, 50 kms. from new International Airport. It has

strong foundation with maximum 14 metres piling, and flood protection by land filling of 1.8 MSL.

Excellent Support Facilities

Everything you need is available at Bangpakong Industrial Estate in term of full logistic facilities, especially all roads are concrete pavement.

A large reservoir of 5 million cubic metres capacity ensures ample water

supply by pumping the Bangpakong river water through 9 kms. pipeline to the site during the rainy season. The reservoir has PVC lining to prevent the raw water becoming brackish.

There are bank, gas station, hospital, YWCA, technical institute supported by Government, condominium, recreation center, power plant with stable power supply, gas pipeline for particular factories, etc.

Bangpakong Industrial Estate Phase III is available now and managed by the experts of the Thai Farmers Bank, The Mall Group, Itochu Corporation and other prominent individuals - the same team that successfully managed the first two phases.

There's no doubt - BIP is the best strategic location for a far-sighted investor like you.



In-site reservoir under expansion to 5 million cu metre storage capacity with PVC lining.



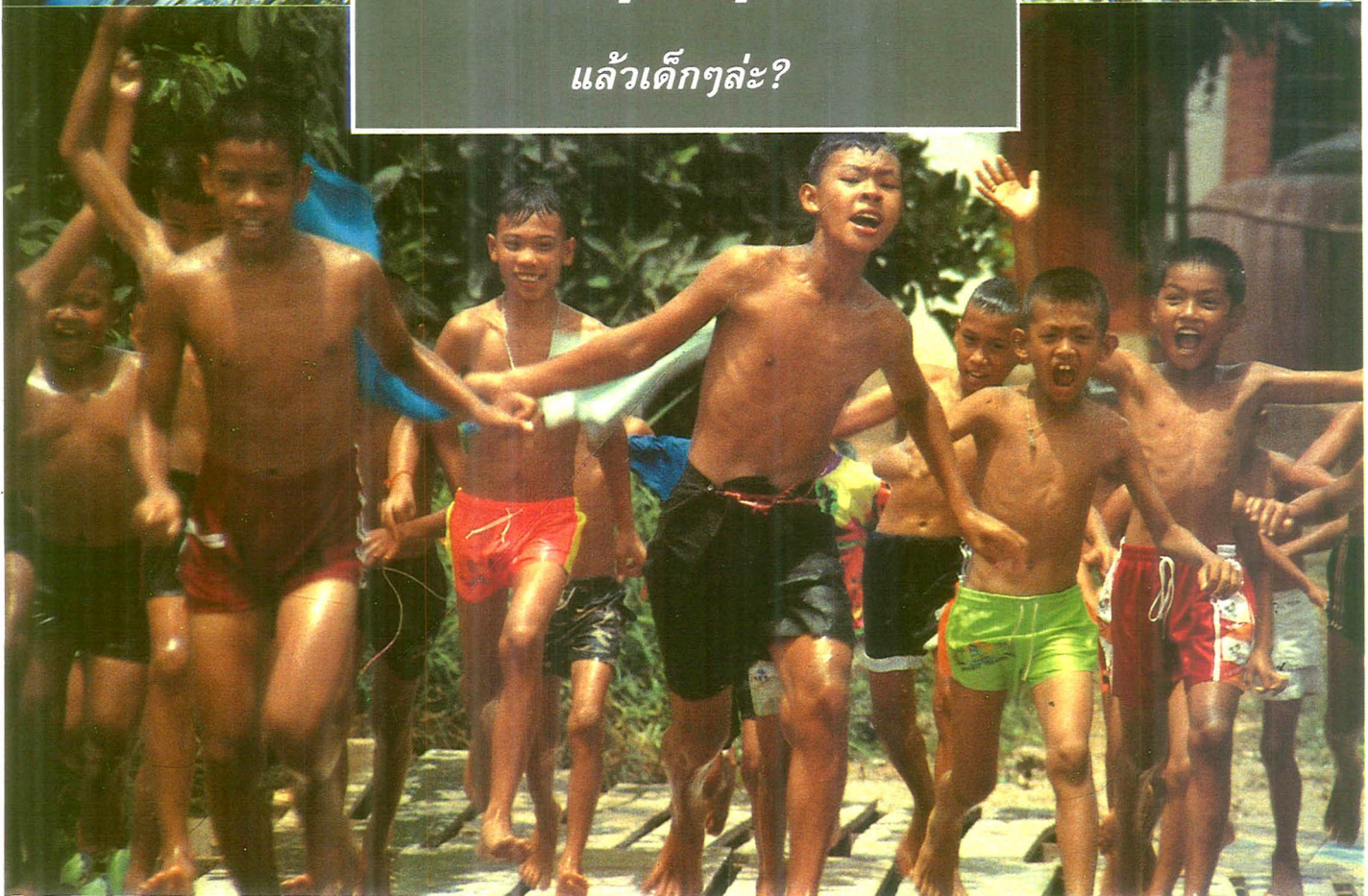
**MANAGED BY PROFESSIONALS
FOR PROFESSIONALS**

**BANGPAKONG
INDUSTRIAL ESTATE**
Tel: 3192555-64



ต้นไม้...จะเติบโตขึ้นอย่างมีระเบียบ
ยังต้องมีคนปลูกฝัง...ดูแล ตั้งแต่เล็ก

แล้วเด็กๆล่ะ?



เครือซีเมนต์ไทยเชื่อมั่นว่า ผู้ใหญ่ทุกคนมีส่วนร่วมกันปลูกฝังวินัยที่ดีให้กับเด็กๆตั้งแต่ยังเยาว์วัยด้วยเช่นเดียวกัน

วินัยสร้างประสิทธิภาพ



เครือซีเมนต์ไทย
บริษัทมหาชนของไทย

ป้อมปราการที่แข็งแกร่งคือ

กำแพง

กันไม่ให้เศรษฐกิจไทยเสียดุล

ขณะที่ประเทศชาติก้าวรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วพลังงานเป็นแรงสำคัญที่ผลักดันให้การพัฒนาเศรษฐกิจเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งตลอด 30 ปีที่ผ่านมาไทยออยล์ ถือเป็นหน้าที่รับผิดชอบการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิงทุกรูปแบบ ตอบสนองความเจริญของเศรษฐกิจอย่างเต็มที่และด้วยความตั้งใจจริงของบุคลากร ผสานความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี ไทยออยล์จึงเติบโตอย่างรวดเร็ว

จนถึงวันนี้ ความทุ่มเทของเราได้กลายเป็นพลังงานน้ำมันส่วนใหญ่ที่ใช้ทั้งประเทศ เรายังมั่นใจว่าตราบแท่งที่อนาคตของชาติยังต้องเดินอยู่บนเส้นทางที่มีพลังงานรองรับ ไทยออยล์จะยืนหยัดเป็นกำลังให้เศรษฐกิจไทย ก้าวไกลไม่หยุดยั้ง

ไทยออยล์

ความมั่นคงของพลังงานไทย

ตู้เย็น

ที่ประหยัดพลังงานที่สุดในประเทศไทย

เป็นตู้เย็นที่เก็บความเย็นได้มากขึ้น และนานที่สุด
ให้ความเย็นจัดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลง
ประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งาน
ขั้นต่อไป...
พัฒนาคอมเพรสเซอร์... เป้าหมายเพื่อให้ประหยัดมากขึ้น
โดยพัฒนาประสิทธิภาพการทำความเย็น
ให้สูงกว่ารุ่นปกติ 8-10%



25%



ตู้เย็นรุ่นประหยัดพลังงาน	ประหยัดไฟฟ้า	ให้ความเย็นเพิ่มขึ้น	ลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์
R/F : Energy Saver Model	Energy Saving	Enhance the Coolness	Decrease Compressor's Working time
SR-EC550	25%	-2°C	59%

ทดสอบจากการตั้งตัวควบคุมความเย็น (เทอร์โมสตัท) ในตำแหน่ง Middle
Thermo at Mid. Position is set in trial process

ข้อมูลเปรียบเทียบกับตู้เย็นขนาดเดียวกัน ขนาด 161 ลิตร ในรุ่นธรรมดา ใช้คอมเพรสเซอร์ C-B 90 Watt เหมือนกัน
Conditions : Same model of Compressor (C-B 90 watt)
: Capacity 161 litres



บริษัท ชันโย ยูนิเวอร์แซล อิเล็กทริก จำกัด (มหาชน)

19 ซอยอุดมสุข (103) ประเวศ กทม. 10260

โทรศัพท์ 398-0120, 399-1452-3, 399-0174-7, 398-0460-9 โทรสาร 398-4708, 398-4700

เจ้าของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 พหลโยธิน จตุจักร กทม.10900
โทร.579-1121-30,579-5515,579-0160

ที่ปรึกษา

นายเฉลิมชัย ห่อนาค
นางสาวพูนสุข อุดมสมบูรณ์
นางนิพนธ์ รัตนวรพันธุ์
นางนารา พิทักษ์วรรณพ

ผู้จัดการ

นายดิเรก รอดสวาสดี

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางวัลย์ลดา หงส์ทอง
นายสมศักดิ์ ศุภรัตน์
บรรณาธิการ,ผู้พิมพ์,ผู้โฆษณา
นายประพันธ์ บุญกลิ่นขจร

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางนงพงา จิตรกร

กองบรรณาธิการ

นางเพียว รอดโพธิ์ทอง
นายจารุจินต์ นกิตะภัก
นายทวีศักดิ์ สุนทรอนศาตร์
นายมานพ อัสสระชัย
นายสุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์
นายธนากร พลชัย
นางสาวนฤมล รื่นไวย

ฝ่ายศิลป์

นางนุสรา วุฒิภักขรรค์รักษา
นายจิรศักดิ์ เพ็ชรวิภา
นายเรวัต วิบูลย์ศิริชัย
นายดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน
นายสมเกียรติ ธรรมสุน
นายก่อโชค บัณฑิตมงคล

ฝ่ายภาพ

นายสมศักดิ์ ศรีสุทธิยากร

ฝ่ายการเงิน

นางสุวิมล วีระนนท์

ฝ่ายประชาสัมพันธ์

นางนิรมล เรียบร้อยเจริญ
นายพีรภักดิ์ เยาวสุต

ฝ่ายการตลาด

นายศักดิ์ดา นำชัยสัวัฒนา

ฝ่ายโฆษณาและจัดทำ

นายประพันธ์ รัตนพิมพ์ภากรณ์

01-497-5060

พิมพ์ที่ หจก.พรีเมีย เมย์ ออฟเซ็ท

โทร. 412-3223, 412-4699



จัดทำโดย
บริษัท สามัคคีสาร (ดอกหญ้า) จำกัด

อภินันทนาการ

บทบรรณาธิการ

สามทศวรรษแห่งการพัฒนาของประเทศไทยได้ผ่าน
ไปแล้ว นับโดยประมาณจากการจัดตั้งกระทรวงพัฒนา
การแห่งชาติขึ้นในสมัย ฯพณฯ จอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์
เป็นนายกรัฐมนตรี

เป็นสามทศวรรษแห่งความกระตือรือร้นในการ
พัฒนาประเทศในทุกๆ เรื่อง และทุกๆสาขาอาชีพ คำว่า
"พัฒนา" สอดแทรกอยู่กับทุกวงการและทุกกิจกรรม ซึ่งจะ
ยังคงอยู่ต่อไปอีกนานอย่างมีอาจจะคาดเดาได้ว่าเสร็จ
สิ้นการพัฒนาเมื่อใด

หากจะขยายความกันให้ลึกลงไปอีกคงจะต้องแยก
แยะให้ออกว่าเรากำลังอยู่สภาวะ "กำลังพัฒนา" หรือ
"พัฒนาแล้ว" ใครจะบอกได้หรือไม่ว่าขณะนี้ประเทศไทย
อยู่ในภาวะใด

แล้วจู่ๆ ก็มีคำว่า "การรื้อปรับระบบ" (re-engineering)
มาใช้กันหนาหูขึ้น ทำให้สงสัยว่า การพัฒนา กับ การ
รื้อปรับระบบ มีส่วนสัมพันธ์กันอย่างไรหรือไม่

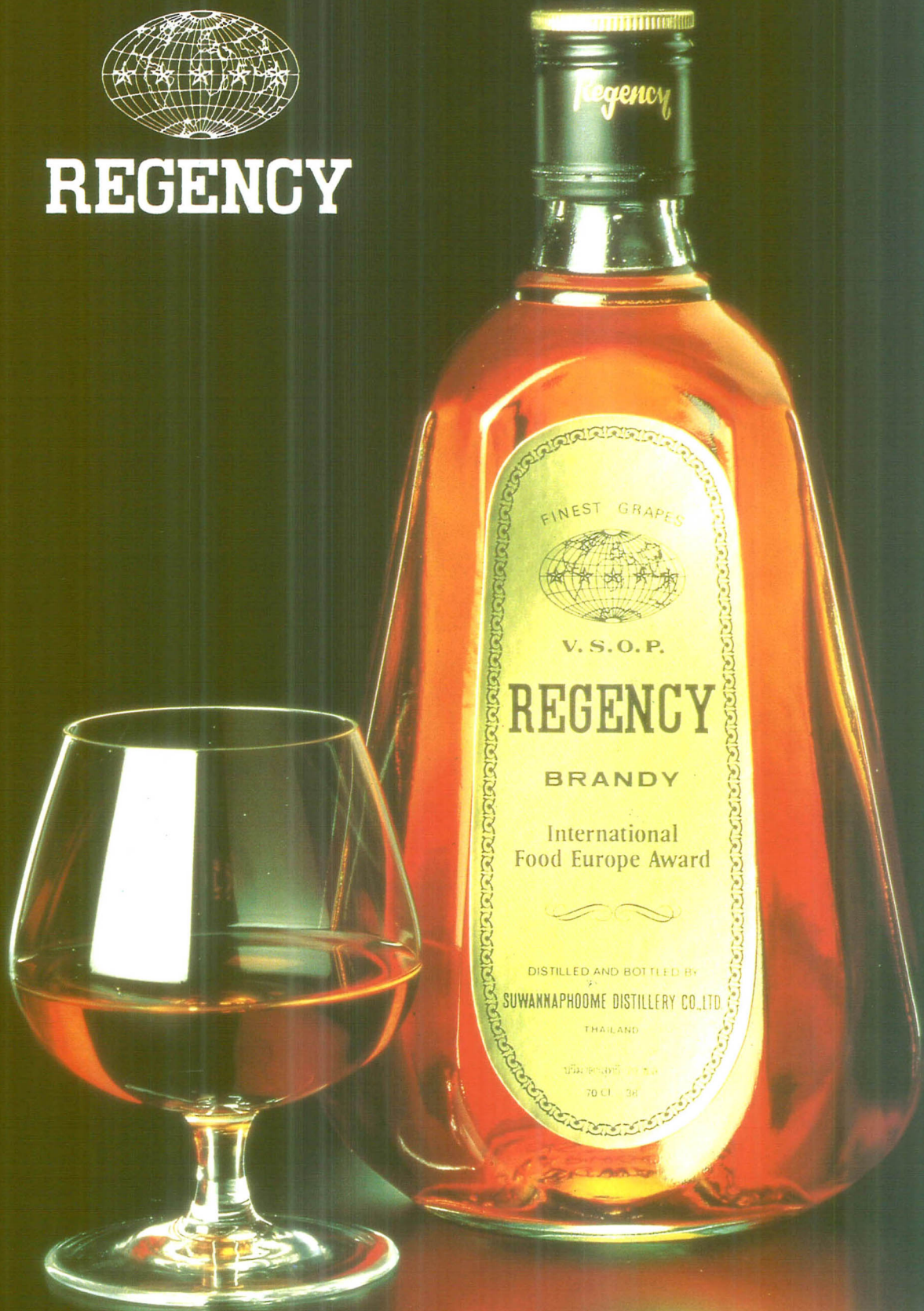
ผิดหรือไม่ที่จะพูดว่าอันที่จริงแล้วเราไม่ได้พัฒนา
อะไรกันเลย ทุกอย่างที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปเป็นอุปสรรคที่
เกิดขึ้นตามกระแสโลก (โลกาภิวัตน์) เท่านั้นเอง

ผิดหรือไม่ที่จะพูดว่า เราเพิ่งจะเริ่มพัฒนาประเทศ
ด้วยการรื้อปรับระบบ กันเดี๋ยวนี้นั่นเอง.

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร

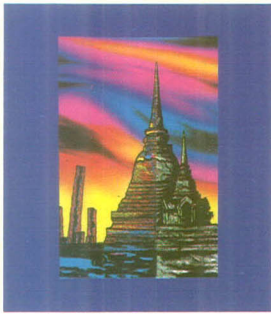


REGENCY



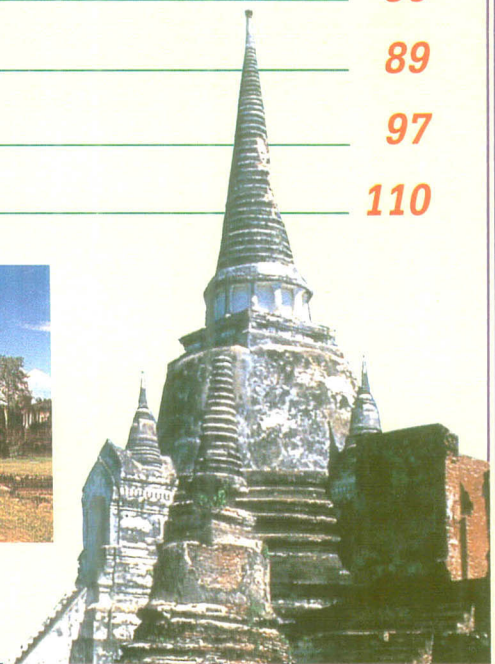
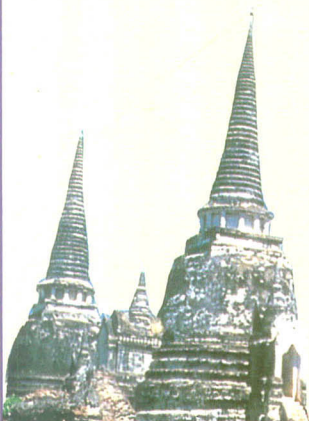
รสนิยมนิกระดับ รีเจนซี บรันดีไทย

สารบัญ



หน้าปกโดย เรวัต วิบูลย์ศิริชัย

บทบรรณาธิการ	1
การใช้ชั้นสนในการอนุรักษ์โบราณวัตถุ	5
การอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรมที่ล่องรัก	12
สาเหตุที่ทำให้औฐและหินผุเปื่อย	18
วิทยาศาสตร์กับการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม	29
ความเสื่อมในความอลังการ	35
ยำเทคโนโลยี	41
การสกัดเพกตินในผลไม้	43
เพิ่มผลผลิตในถั่วเหลือง	49
รอยบกพร่องในแนวเชื่อม	52
วท. บันทึก	56
ภาคเอกชนกับการสร้างคนและเทคโนโลยี	58
การทดสอบคุณสมบัติของ TLD	64
เครื่องบดขี้เถ้าเกลบ	71
ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	86
รวมข่าวการวิจัย	89
ฝ่ายยาง วท.	97
ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท	110



วิธีแก้ปัญหาดວมร้อนที่ถูกต้อง

บ้านโบราณทรงไทย
-ใต้ถุนสูง-ใกล้ชายน้ำ
สภาพแวดล้อมดี
ไม่ร้อนอบอ้าว...อยู่สบาย
...ทุกคนต้องการ



รับรองคุณภาพ



มอก. 487-2526

บ้านปัจจุบันสวย
ควรเพิ่มประสิทธิภาพ
และความน่าอยู่ด้วยไมโครไฟเบอร์
รุ่น R-7 หรือ R-10

ฉนวนกันความร้อน กันเสียง และประหยัดค่าไฟฟ้า



บริษัท ไมโครไฟเบอร์อุตสาหกรรม จำกัด
MICROFIBER INDUSTRIES LIMITED

ชั้น 3 อาคารไทยสมุทร 175 ซอยอโศก ถนนสุขุมวิท 21 แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

โทรเลข: "ไมโครไฟเบอร์"

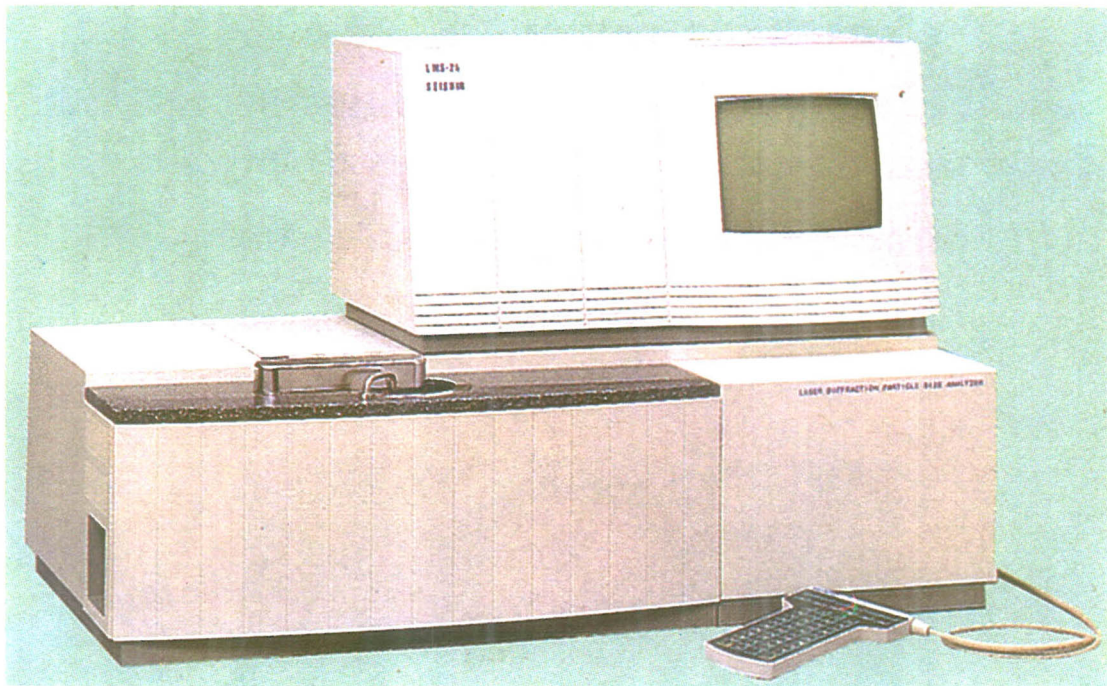
โทรสาร: (02) 258-3767 โทร: 258-3774-6, 258-3781-2, 259-7671-7

3rd Fl. OCEAN INSURANCE BLDG., NO. 175 Soi Asoke, Sukhumvit 21, Klongtoey Bangkok 10110

Cable: "MICROFIBER"

Fax: (02) 258-3767 Tel: 258-3774-6, 258-3781-2, 259-7671-7

Laser Diffraction Particle Size Analyzer LMS-24



And Various Branches of POWDER TECHNOLOGY from
Seisuin Enterprise Co.,Ltd.-Japan



Analysis to Parts Per Billion

Gow-Mac Instrument Co.-U.S.A.



SIE SUPPLY AND SERVICE CO.,LTD.

6 ND FL.PHANSACK BLDG.138/1 PETCHBURI ROAD.
BANGKOK 10400 THAILAND

TEL. 2159674-5 FAX: (66 2) 2159675 ATTN SIE

แหลมจัน อัสวีวัฒน์ กรรมการผู้จัดการ

ขอแสดงความยินดี
เนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปี สถาปนา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ด้วยความปรารถนาดี
จาก



พลเอก สนั่น เตวตเตรนีย์



® SOLAR LIFE (THAILAND) CO., LTD.

๑๘๔๕/๑๗๙ จรัญสนิทวงศ์ ๖๙ บางพลัด กรุงเทพฯ ๑๐๗๐๐ โทร. ๔๓๓-๑๑๙๔ โทรสาร. ๔๓๔-๙๙๘๘
1845/179 CHARAN SANIT WONG 69 BANG PHAT BANGKOK 10700 THAILAND. TEL. 433-1194 FAX: 434-9988

การประยุกต์ใช้ชิ้นส่วน ในการอนุรักษ์โบราณวัตถุ

ศิริชัย หวังเจริญตระกูล

ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ กองพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ
กรมศิลปากร พระนคร กทม. 10200

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีศิลปโบราณวัตถุและโบราณสถานที่ทำด้วยไม้เป็นจำนวนมากแต่เนื่องจากไม้เป็นอินทรีย์วัตถุที่ประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถถูกทำลายด้วยแมลง และเสื่อมสภาพได้ง่ายในภูมิอากาศร้อนชื้นดังเช่นประเทศไทย บ่อยครั้งที่พบศิลปโบราณวัตถุที่ทำด้วยไม้มีสภาพเป็นโพรงและมีรูพรุนข้างใน การสงวนรักษาและอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุเหล่านี้จำเป็นต้องเสริมความแข็งแรงของส่วนที่เป็นโพรงและรูพรุน ได้มีการนำพอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซต ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับไม้มาใช้ในงานอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุประเภทไม้ แต่ข้อเสียของพอลิเมอร์สังเคราะห์นี้คือ เมื่อผสมให้เข้ากันจะเกิดการพอลิเมอร์ไรเซชัน พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเชื่อมโยงพอลิเมอร์ที่ได้นี้จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือกำจัดออกได้ด้วยวิธีการละลายออกด้วยตัวทำละลาย ดังนั้นในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการอนุรักษ์ หรือหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ในอนาคตที่มีคุณสมบัติดีกว่าสารพอลิ-

เมอร์ตัวเดิม จะไม่สามารถแยกสารพอลิเมอร์ตัวเดิมนี้ออกจากศิลปโบราณวัตถุ นอกจากนี้พอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดนี้ราคาสูงเพราะต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศ โครงการศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุธรรมชาติที่ราคาถูกหาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ชันสนมาผสมกับสารตัวเดิมเช่นซีลี้อยในอัตราส่วนที่พอเหมาะแล้วเพิ่มความแข็งแรง โดยผสมสารพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของชันสนให้ดียิ่งขึ้นเพื่อที่จะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาใช้แทนพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์จากชันสนมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับพอลิเมอร์สังเคราะห์ และยังสามารถกำจัดออกได้โดยการใช้ตัวทำลาย เช่น อะซีโตน หรือ คลอโรฟอร์ม นอกจากนี้ชันสนซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก จึงเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ชันสนมาใช้แทนพอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซตในการอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุที่ทำด้วยไม้

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประวัติศาสตร์มายาวนาน ซึ่งสามารถยืนยันได้จากหลักฐานการขุดค้นทางโบราณคดี ศิลปโบราณสถาน ที่สร้างขึ้นในสมัยต่าง ๆ อยู่ทั่วประเทศ แต่เนื่องจากโบราณวัตถุที่ค้นพบรวมทั้งโบราณสถานต่าง ๆ มักจะอยู่ในสภาพชำรุดไม่สมบูรณ์ อันเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพด้วยสาเหตุต่าง ๆ ตามธรรมชาติ เช่น แสงแดด ลม ฝน ความชื้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจากสภาพภูมิอากาศ รวมถึงมลภาวะและจากการทำลายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งมนุษย์ ฉะนั้นก่อนที่จะเก็บรักษาศิลปโบราณวัตถุและโบราณสถานเหล่านี้ไว้เพื่อการศึกษาต่อไป จำเป็นต้องทำการสงวนรักษาและอนุรักษ์ให้คงสภาพดีและมีความแข็งแรง



ไม้ นับเป็นวัตถุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการทำศิลปโบราณวัตถุและโบราณสถานดังแสดงในรูป 1-2 แต่เนื่องจากไม้เป็นอินทรีย์วัตถุที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ร้อยละ 40-50 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 15-25 ลิกนิน ร้อยละ 30 และสารประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำตาล โปรตีน และเกลือแร่ ร้อยละ 5 (Noller 1966) ไม้เกิดการเสื่อมสภาพ



ได้ง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นโดยเฉพาะประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ปลูกเป็นศัตรูที่สำคัญของไม้ บ่อยครั้งที่ศิลปโบราณวัตถุที่ทำด้วยไม้มีสภาพเป็นโพรงเพราะถูกปลวกทำลาย ดังแสดงในรูปที่ 3 การสงวนรักษาและอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุประเภทไม้บางครั้งจำเป็นต้องเสริมความแข็งแรงของส่วนที่เป็นโพรงอันเนื่องมาจากการทำลายของแมลง มีการนำเอาสารพอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซตประกอบด้วย aradite และ hardener บริษัทผู้ผลิตได้ศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์สังเคราะห์นี้แล้วว่ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสมบัติของเนื้อไม้จากธรรมชาติ แต่ข้อเสียของพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดนี้คือ เมื่อผสมให้เข้ากันแล้วจะเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันให้สารประกอบพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบเชื่อมโยง พอลิเมอร์ที่ได้จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือกำจัด

ออกด้วยตัวทำละลายสามัญ ดังนั้นในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการอนุรักษ์ หรือหากพอลิเมอร์นี้เกิดการเสื่อมสภาพเมื่อเวลาผ่านไป หรือหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในอนาคตที่มีคุณสมบัติดีกว่า พอลิเมอร์ตัวเดิม จะไม่สามารถแยกสารพอลิเมอร์ตัวเดิมนี้ออกจากศิลปโบราณวัตถุนั้นได้



ช่างไม้ในสมัยโบราณเมื่อต้องการ ยาร่องไม้จะนำชันไม้ผสมขี้ผึ้งน้อย อดร่องไม้ รวมถึงนำชันไม้มาใช้ยาเรือ เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึม แต่ไม่ปรากฏว่า มีรายงานการวิจัยในเรื่องนี้ โครงการ วิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษา ความเป็นไปได้ในการนำเทคนิคของ ช่างสมัยโบราณที่ใช้วัสดุธรรมชาติที่ หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้แทนพอลิ- เมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซตใน การอนุรักษ์และสงวนรักษาศิลป โบราณวัตถุประเภทไม้ เนื่องจากชัน ไม้จัดเป็นสารประเภทเทอร์โม พลาสติคน้ำหนักโมเลกุลไม่สูงนัก สามารถละลายได้ในตัวทำละลาย อินทรีย์ จึงสามารถกำจัดออกได้ง่าย หากทำการอนุรักษ์ผิดพลาดหรือหาก ไม่ต้องการ นอกจากนี้ชันไม้ยังหาได้ ง่ายและมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับ พอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โม- เซตที่ต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ

ในงานวิจัยนี้ชันไม้ที่ใช้ในการ ศึกษาเลือกใช้ชันสน (rosin) เนื่องจาก ชันสนหาได้ง่าย และยังมีเอกสารราย งานเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของชันสนว่าเป็นของ แข็งอึดพื้นฐาน เพราะ ประกอบด้วย resin acids ร้อยละ 90 และ neutral materials ร้อยละ 10 (McGraw-Hill 1971) resin acids จะประกอบด้วย สารประกอบประเภท diterpenoids ที่มี โครงสร้าง abietane และ pimarane (Kirk and Othmer 1953, Mills and White 1987) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4



รูปที่ 1 บัลลังก์ ทำด้วยไม้ลงรักปิดทอง ประดับกระจก จัดแสดงภายในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ เชียงใหม่



รูปที่ 2 พระที่นั่งพุทไธสวรรย์ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ สถาปัตยกรรมต้นรัตนโกสินทร์ หน้าบัน ชุ่มประตู่ ซ่อฟ้า ใบระกา และคันทวย ทำด้วยไม้ ลงรักปิดทอง ประดับกระจก

การทดลองและผลของการทดลอง

ชันสนที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นชันสนเกรดการค้าที่หาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาด จึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชันสนว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ จากการหาปริมาณสิ่งเจือปนในชันสนที่ไม่ละลายในโทลูอีน ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 269

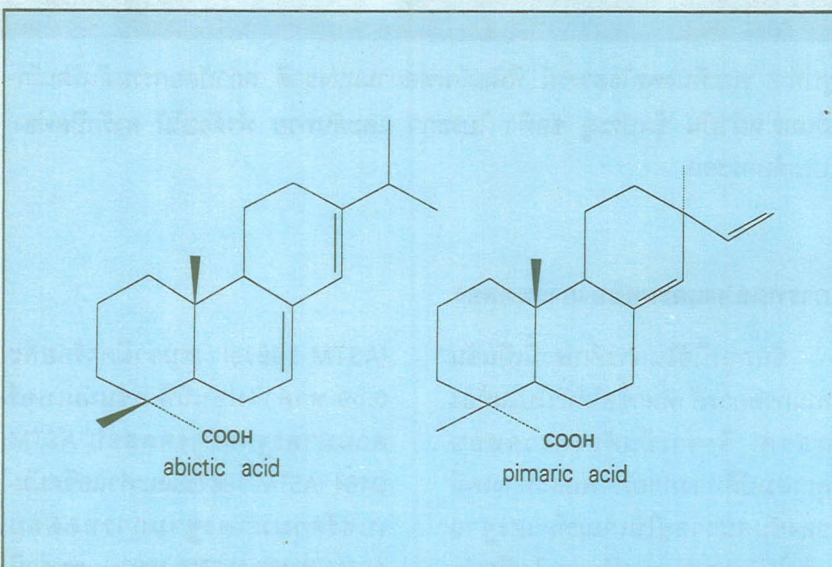
(ASTM 1987a) พบว่ามีค่าร้อยละ 0.09 หากค่าสปอนนิฟิเคชันนัมเบอร์ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D464 (ASTM 1987b) และค่าแอซิดนัมเบอร์ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D 465 (ASTM 1987c) พบว่ามีค่าเท่ากับ 132.2 และ 179.5 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับค่าที่

กำหนดไว้สำหรับชั้นสนว่าจะต้องมีปริมาณสิ่งเจือปนในชั้นสนที่ไม่ละลายในโทลูอีนไม่มากกว่าร้อยละ 0.05 ค่าสปอนนิฟิเคชันนัมเบอร์ไม่น้อยกว่า 162 และค่าแอซิดนัมเบอร์ไม่น้อยกว่า 150

อินฟราเรดสเปกตรัมของชั้นสน แสดงการดูดกลืนรังสีที่ 3700-3200, 3000-2850, 1710, 1470, 1370 และ 1300-1100 ซม.⁻¹ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสารประกอบประเภท abietane และ pimarane



รูปที่ 3 ชิ้นส่วนหน้าบันไม้ ที่แสดงสภาพการชำรุดเพราะปลวก



รูปที่ 4 ตัวอย่างโครงสร้างของสารประกอบที่พบในชั้นสน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการ ศึกษาออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งได้ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสูตรผสมระหว่างชั้นสนกับซีลี้อยในอัตรา ส่วนต่าง ๆ โดยใช้วิธีการผสม 2 แบบ คือการผสมสูตรชั้นสนกับซีลี้อยด้วยการ ใช้ความร้อนเพื่อละลายชั้นสน และการผสมสูตรชั้นสนกับซีลี้อยด้วยการ ใช้ตัวทำละลายเพื่อละลายชั้นสน สำหรับส่วนที่สองได้ศึกษาคุณสมบัติ ทางกายภาพของส่วนผสมระหว่างชั้น สน สารเสริมแรง และซีลี้อยโดยใช้ ความร้อนเพื่อละลายชั้นสน

การผสมสูตรชั้นสนกับซีลี้อยด้วยการใช้ความร้อน

จากการตรวจสอบคุณสมบัติทาง ความร้อนของชั้นสน ด้วยวิธี เทอร์โมกราวิเมตริกอะนาลิซิส (thermogravimetric analysis) ได้ thermogravimetric curve ดังแสดงใน รูปที่ 5 ซึ่งพบว่า น้ำหนักของชั้นสน หายไปร้อยละ 82 ในช่วงอุณหภูมิ 200-320°ซ. และน้ำหนักหายไปในช่วง ที่ 2 อีกร้อยละ 17 ในช่วงอุณหภูมิ 320-524°ซ. และมีเถ้าเหลืออีกร้อยละ 1 ภายหลังจากที่ให้ความร้อนสูงถึง 900 °ซ. ซึ่งแสดงว่าชั้นสนจะเริ่ม สลายตัวเมื่อได้รับความร้อนมากกว่า 200°ซ. ด้วยเหตุนี้ในการผสมชั้นสนกับ ซีลี้อยด้วยการใช้ความร้อนเพื่อหลอม ชั้นสนจึงเลือกใช้ที่อุณหภูมิระหว่าง 120- 140°ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำกว่า จุดที่ชั้นสนเริ่มสลายตัว

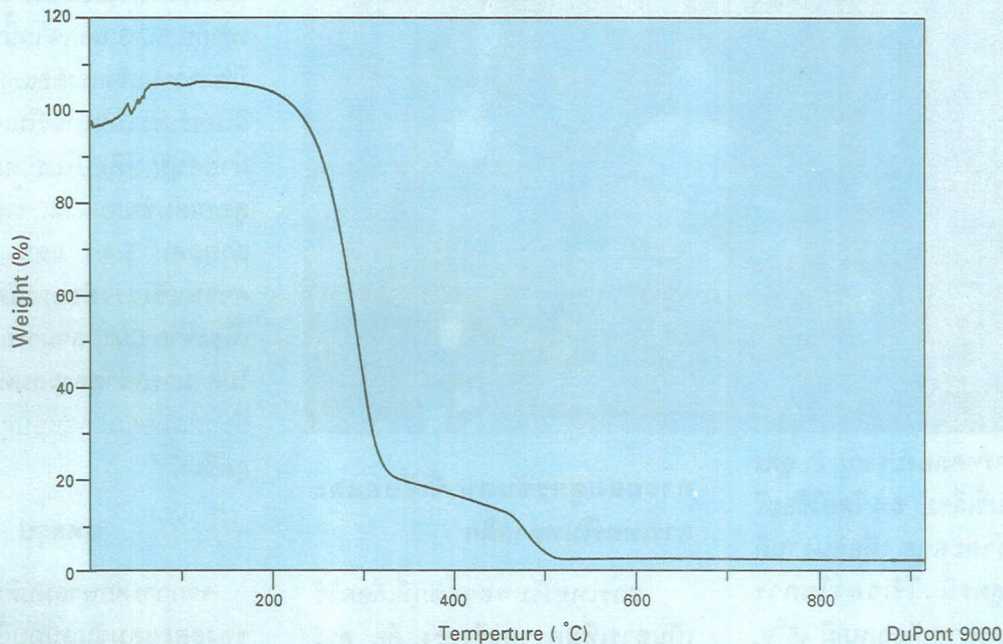
ซีลี้อยที่ใช้เป็นซีลี้อยที่ผ่าน ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh โดยใช้ อัตราส่วนชั้นสนต่อซีลี้อย 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5 และ 4:6 (อัตราส่วน โดยน้ำหนัก) แล้วนำสูตรแต่ละสูตรมา เตรียมชิ้นงาน เพื่อนำไปทดสอบความ แข็งแรงต่อแรงอัด ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ISO-604 (ISO 1980) รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่า ความแข็งแรงต่อแรงอัดของสูตรผสม ชั้นสนต่อซีลี้อยโดยใช้ความร้อนใน การหลอมชั้นสน จะเห็นว่าสูตรผสม ชั้นสนต่อซีลี้อย 6:4 ให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดสูงสุดคือ 175.0 กก./ตร. ซม. รองลงมาคือสูตรผสมชั้นสนต่อซีลี้อย 7:3 ให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด 128.1 กก./ตร.ซม. จากการ ทดสอบความแข็งแรงต่อแรงอัดของพอลิ เมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซต ที่ใช้อยู่ด้วยวิธีการทดสอบเดียวกัน พบว่าให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด 125.4 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีค่าต่ำกว่าสูตร ผสมชั้นสนต่อซีลี้อย 6:4 และ 7:3

Sample : ROSIN
Size : 13.0740 mg Kcell :1.000
Method : ROSIN
Comment : PROJECT

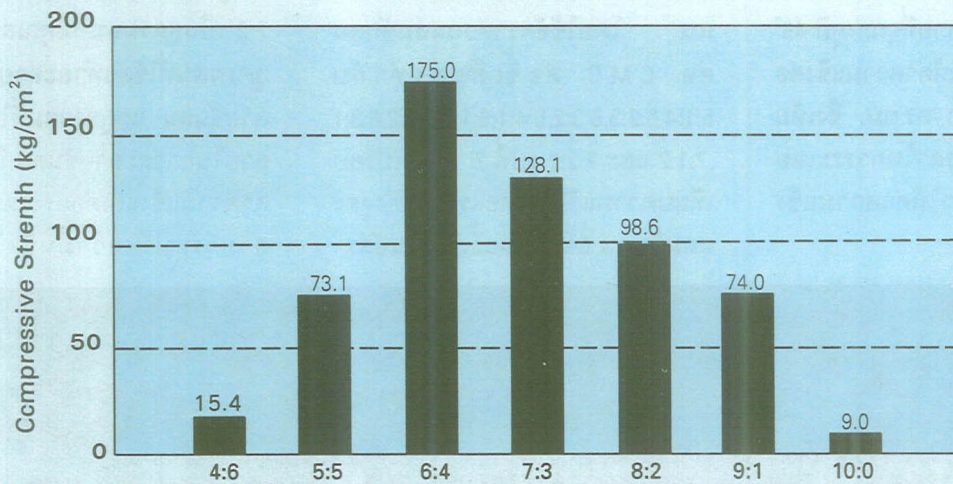
TGA

Run : 22

Operator : DOL
KMITL



รูปที่ 5 Thermogravimetric curve ของชันสน



อัตราส่วนผสม ชันสน : ชีลเลียม

รูปที่ 6 เปรียบเทียบความแข็งแรงต่อแรงอัดของสูตรผสมชันสนกับชีลเลียมในอัตราส่วนต่างๆ

เมื่อนำสูตรผสมชันสนต่อชีลเลียม 6:4 และ 7:3 โดยใช้ความร้อนในการละลายชันสน มาเตรียมชิ้นงานเพื่อทำการดูดซึมน้ำตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ISO-62 (ISO-1980) พบว่าสูตรผสมชันสนต่อชีลเลียม 6:4 ให้ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 20.38 โดยน้ำหนัก และร้อยละ 16.81 โดยปริมาตร และสูตรชันสนต่อชีลเลียม 7:3 ให้การ

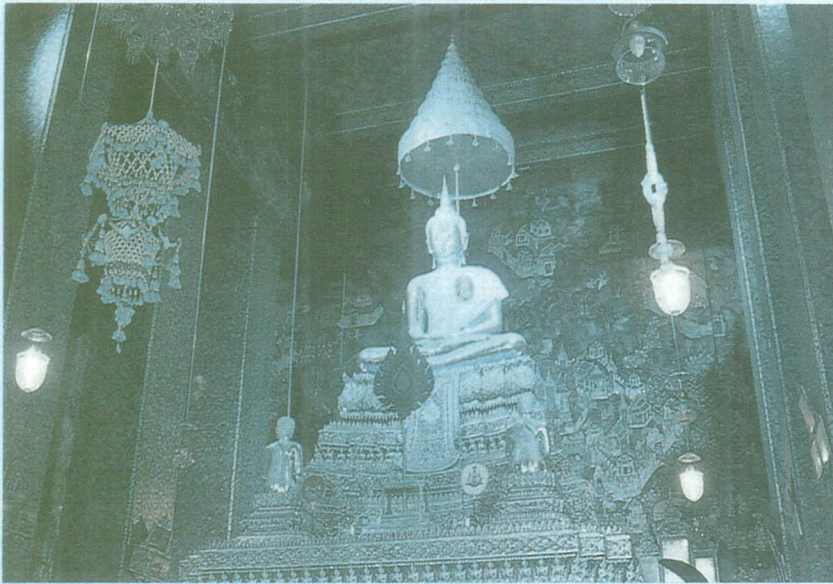
ดูดซึมน้ำร้อยละ 24.14 โดยน้ำหนัก และร้อยละ 17.80 โดยปริมาตรซึ่งค่าดูดซึมน้ำสูงกว่าค่าดูดซึมน้ำของพอลิเมอร์สังเคราะห์ประเภทเทอร์โมเซตที่ให้ค่าการดูดซึมน้ำเพียงร้อยละ 5.8

การผสมสูตรชันสนกับชีลเลียมด้วยการใช้ตัวทำละลาย

จากการศึกษาคุณสมบัติการละ-

ลายของชันสน พบว่า ชันสนสามารถละลายได้ดีในโทลูอีน และอะซิโตน การศึกษานี้จึงเลือกใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายเพราะระเหยได้เร็วกว่าเนื่องจากมีจุดเดือดต่ำกว่าโทลูอีน

ในการทดลองเลือกใช้สูตรผสมชันสนกับชีลเลียมในอัตราส่วน 6:4 ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ค่าความแข็งแรงต่อแรงอัด



สูงสุด ผลการทดลองปรากฏว่า สูตรผสมชั้นสนกับซีลี้อย 6:4 โดยใช้อะซีโตนเป็นตัวทำละลาย เมื่อขึ้นงานที่เตรียมจากสูตรนี้ ใช้เวลาในการระเหยตัวทำละลาย ที่อุณหภูมิ 45°C. 5 วัน ให้ค่าความแข็งแรงอัด 44.9 กก./ตร.ซม. แต่ถ้าเพิ่มระยะเวลาในการระเหยตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 45°C. เป็นเวลา 9 วัน ให้ค่าความแข็งแรงอัดเป็น 79.6 กก./ตร.ซม. ซึ่งเห็นได้ว่าถ้าเพิ่มระยะเวลาในการระเหยตัวทำละลาย จะทำให้ค่าความแข็งแรงอัดสูงขึ้น

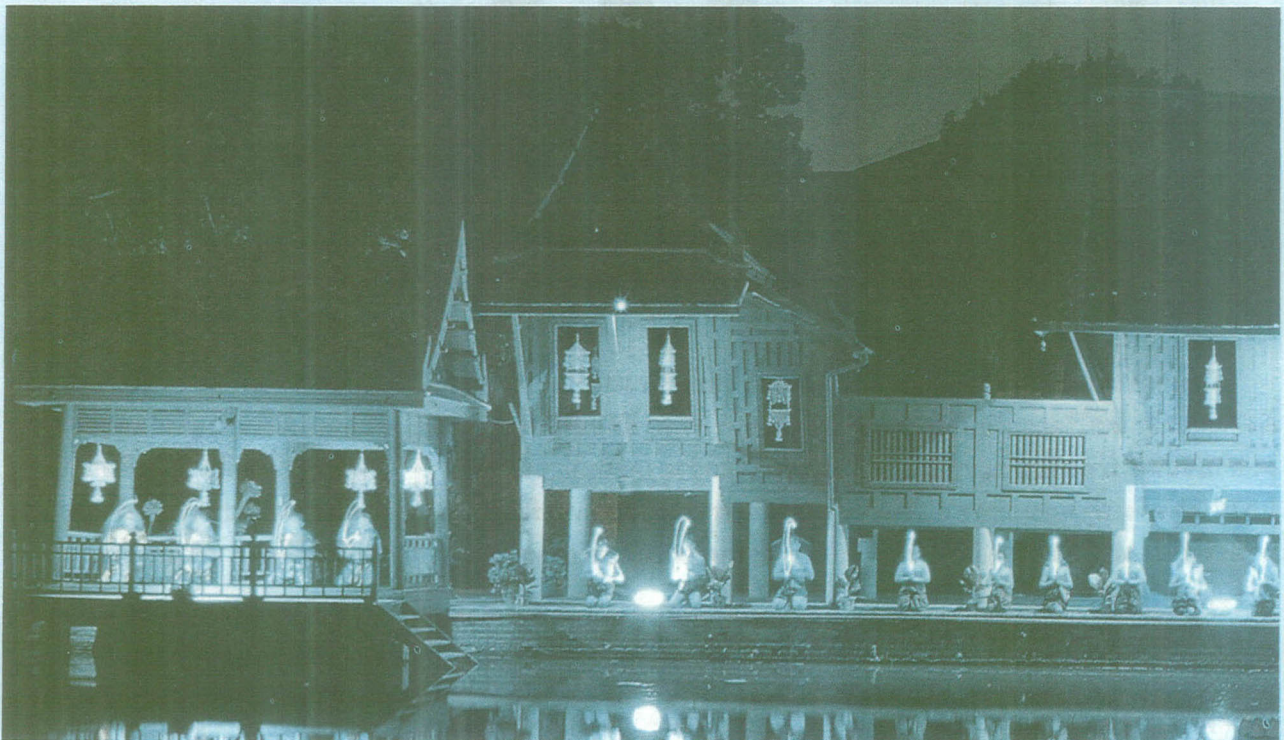
การผสมสูตรชั้นสน ซีลี้อยและสารเทอร์โมพลาสติก

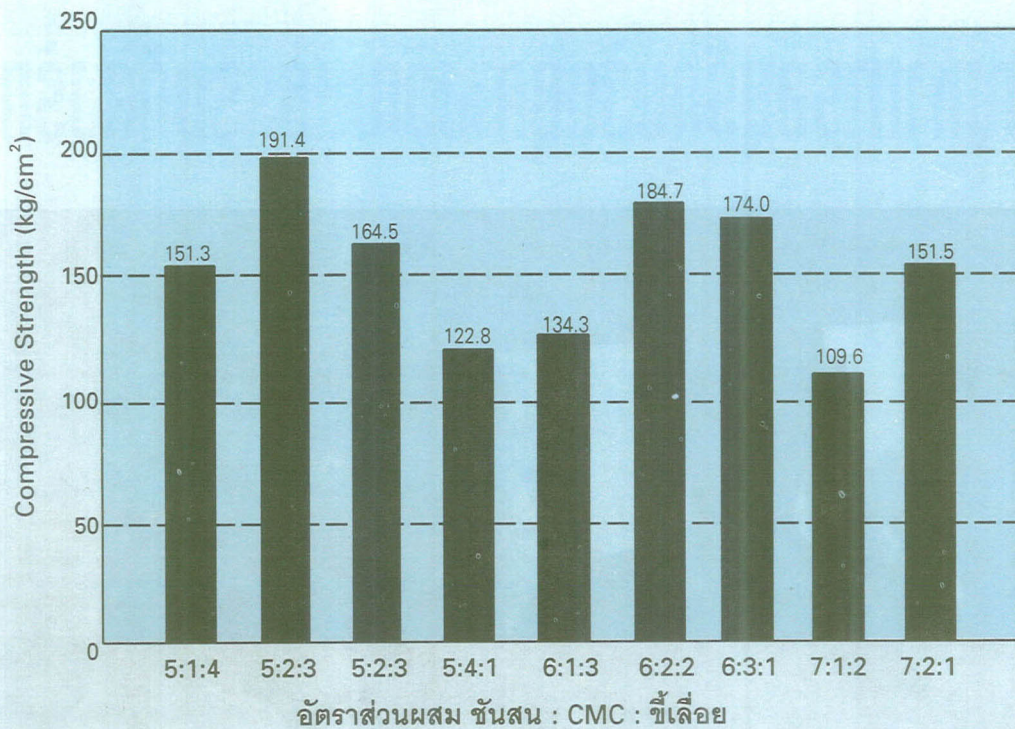
สารเทอร์โมพลาสติกที่เลือกใช้ เป็นสารเพิ่มความแข็งแรง คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) และใช้ความร้อนในการหลอมละลายชั้นสน โดยใช้อัตราส่วนผสมชั้นสนต่อ CMC ต่อ ซีลี้อย เท่ากับ 5:1:4, 5:2:3, 5:3:2, 5:4:1, 6:1:3, 6:2:2, 6:3:1, 7:1:2 และ 7:2:1 รูปที่ 7 แสดงเปรียบเทียบความแข็งแรงอัดของสูตรผสมชั้นสน CMC และซีลี้อยในอัตรา

ส่วนต่าง ๆ จะเห็นว่า สูตรที่มีค่าความแข็งแรงอัดสูงสุด คือ สูตรที่มีอัตราส่วนชั้นสน:CMC:ซีลี้อยเท่ากับ 5:2:3 นอกจากนี้พบว่าทุกสูตรมีค่าความแข็งแรงอัดสูงกว่าพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมเซตที่ใช้อยู่ในฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ ยกเว้นสูตรผสมชั้นสน:CMC:ซีลี้อยที่มีอัตราส่วนผสม 5:4:1 และ 7:1:2 ที่มีค่าความแข็งแรงอัดต่ำกว่าและเนื่องจาก CMC สามารถละลายน้ำจึงไม่สามารถนำสูตรผสมที่มี CMC เป็นส่วนผสมอยู่มาทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ

บทสรุป

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสูตรผสมชั้นสนกับซีลี้อยโดยใช้ความร้อนเป็นตัวทำละลายชั้นสน พบว่า สูตรผสมชั้นสนกับซีลี้อย 6:4 และ 7:3 เป็นสูตรผสมที่มีคุณสมบัติดีกว่าสูตรผสมที่ใช้ตัวทำละลายในการละลายชั้นสน แต่สูตรผสมที่ใช้ตัวทำละลายในการละลายชั้นสน ถึงแม้จะให้ค่าความแข็งแรงอัดต่ำกว่า แต่สามารถปรับความหนืดได้ ทำให้





รูปที่ 7 เปรียบเทียบความแข็งแรงอัดของสูตรผสมชั้นสน CMC และขี้เลื่อยในอัตราส่วนต่างๆ

สามารถไหลเข้าไปสู่รูพรุนและโพรงไม้ได้ดีกว่าสูตรผสมที่ใช้ความร้อน

เมื่อใช้ CMC เป็นสารเสริมแรงในสูตรผสมชั้นสนกับขี้เลื่อย ปรากฏว่ามีความแข็งแรงมากกว่าสูตรผสมที่มีแต่ชั้นสนกับขี้เลื่อย แต่มีข้อเสียคือ CMC สามารถละลายน้ำ ดังนั้นจะไม่สามารถใช้สูตรผสมที่มี CMC อยู่กับวัตถุที่อยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือ

ในที่ ๆ สามารถถูกน้ำ จึงจำเป็นจะต้องทำการวิจัยต่อไป เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของสูตรผสมชั้นสนให้ดีขึ้น โดยจะทดลองนำสารเทอร์โมพลาสติกชนิดอื่นมาใช้เป็นสารเสริมแรงในสูตรผสม โครงการวิจัยนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถพัฒนาสูตรผสมชั้นสนกับขี้เลื่อย เพื่อนำมาใช้ในการอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุประเภทไม้

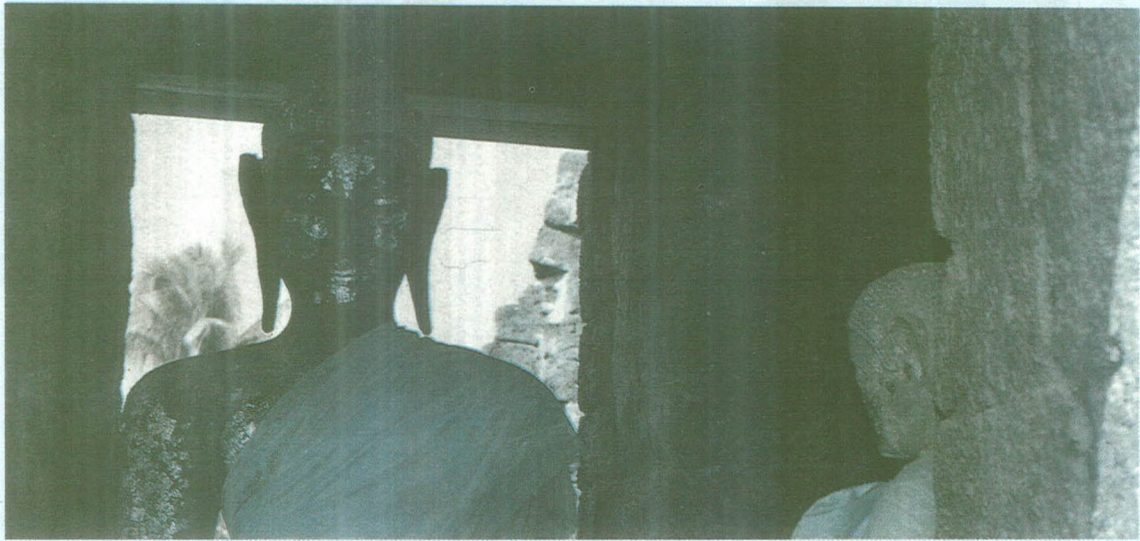
กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเพื่อให้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ และขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือทดสอบแรงอัด

เอกสารอ้างอิง

- ASTM (American Society of Testing Materials). 1987 a. Standard Test Methods for Toluene - Insoluble Solid Matter in Rosin Astm D 269 -52.
- ASTM. 1987 b. Standard Test Methods for Saponification Number of Naval Store Products Including Tall Oil and Other Related Product. ASTM D 464 - 91.
- ASTM. 1987 c. Standard Test Methods for Acid Number of Rosin. ASTM D 465 - 82.
- ISO (International Standard Organization). 1973. Plastics - Determination of Compressive Properties. ISO - 604.
- ISO. 1980. Plastics - Determination of Water Absorption. ISO - 62
- Kirk , R.E. and Othmer , D.F. 1953 . Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. II. Interscience Encyclopedia, New York. p. 786 - 788.
- McGraw-Hill. 1971 Encyclopedia of Science and Technology. Yol. II. New York. p. 679
- Mills, J.S. and White, R. 1987. The Organic Chemistry of Museum Objects. Butterworths, London. p. 85 -88.
- Noller, C. R. 1966. Textbook of Organic Chemistry. 3rd ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia. p. 324.

ปัญหาการอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรมที่ลงรัก



ชลิต สิงห์ศิริ

ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ

กองพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมศิลปากร

พระนคร กทม. 10200

บทนำ

วัตถุทางวัฒนธรรมที่มีการใช้ยางรักซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติในการเคลือบผิววัตถุนั้น ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้วัสดุประเภทอื่น เช่น ทองคำ สีฝุ่น เปลือกหอยมุก มาประดับตกแต่งเพื่อเพิ่มคุณค่าในตัววัตถุอีกต่อหนึ่ง วัสดุหลักที่นำมาใช้เคลือบ มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทเช่น โลหะ ไม้ เครื่องจักสาน หิน งาช้าง ถ้าวัสดุหลักที่นำมาใช้เหล่านี้ได้รับการเก็บรักษาดูแลอย่างดี โดยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ปัญหาในการชำรุดของศิลปวัตถุที่มีการลงรักก็จะน้อยลง แต่ศิลปวัตถุที่ลงรักเหล่านี้มีตั้งแต่ขนาดเล็กเช่น ภาชนะเครื่องเซิน กล้องประดับมุก ไปจนถึงพระพุทธรูป หินที่เคยใช้ประดิษฐานในมณฑปสมัยที่อาณาจักรขอมรุ่งเรืองในอดีต และ

แม้กระทั่งในปัจจุบัน เช่น พระพุทธรูปขนาดใหญ่ในพระอุโบสถบางแห่ง ก็มีการสร้างในลักษณะก่ออิฐถือปูนแล้วลงรักปิดทอง ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับศิลปวัตถุเหล่านี้มักมีสาเหตุมาจากปัจจัยภายนอก นั้นหมายถึงว่า การชำรุดของวัสดุหลักที่เกิดกับยางรักที่นำมาเคลือบนั้นมีน้อยกว่าการชำรุดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ วัตถุ



ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชำรุด

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น โดยที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 70% สภาพอากาศเช่นนี้เป็นตัวเร่งให้วัสดุชนิดต่างๆ ที่เกิดจากธรรมชาติเกิดการชำรุดได้รวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นไม้ โลหะ หรือหิน การชำรุดของวัสดุหลักจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุนั้นๆ แต่ทั้งนี้ต้องไม่มีปัจจัยภายนอกมาช่วยเร่งให้วัสดุเกิดการชำรุดในเวลาที่เราคิดว่าควรจะเหมาะสม สภาพอากาศที่ร้อนและชื้น มีผลทำให้วัสดุเกิดการขยายตัวและหดตัว การขยายตัวและหดตัวที่ไม่เท่ากันของวัสดุต่างชนิดกันย่อมทำให้เกิดแรงเค้น วัสดุที่มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นน้อยกว่าย่อมเกิดการฉีกขาดหรือหลุดล่อน

ไปก่อน อย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะระหว่างตัววัสดุหลักและยางรักที่เคลือบนั้นมักเกิดขึ้นซ้ำ ๆ และมีสาเหตุมาจากการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้อง จึงทำให้ยางรักเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากแรงเค้นที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายสิบปี

ศิลปวัตถุประเภทโลหะที่ลงรักปิดทอง อาจมีปัญหาในเรื่องการขยายตัวและหดตัวของโลหะ หากเก็บไว้ในที่ซึ่งอากาศถ่ายเทไม่สะดวก ความร้อนย่อมเกิดการสะสมโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน แต่ผลที่เกิดขึ้นกับโลหะและยางรักจะค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้นการชำรุดจึงเกิดขึ้นช้า แต่เมื่อมีการอัปเดตขึ้นในห้องที่เก็บรักษาศิลปวัตถุอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน เนื้อโลหะย่อมมีโอกาสที่จะสัมผัสกับความชื้นได้นาน ทำให้มีปัญหาที่เกิดขึ้นจากสนิมของโลหะ ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อความชื้นในอากาศทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเนื้อโลหะ สนิมเกิดขึ้นระหว่างเนื้อโลหะและยางรัก ทำให้เนื้อรักเกิดการโป่งพอง ซึ่งเมื่อมีสนิมเกิดขึ้นมากเป็นลำดับ เนื้อทองก็เริ่มปริและฉีกขาดออก ในขณะที่เดียวกันยางรักก็เริ่มแยกออกจากตัวเนื้อโลหะ พร้อมทั้งจะล่อนออกในที่สุด

ศิลปวัตถุประเภทไม้ที่ลงรักปิดทองก็เช่นกัน จะได้รับผลกระทบจากการที่อุณหภูมิและความชื้นแปรเปลี่ยนตลอดหากเก็บอยู่ในที่ที่ไม่เหมาะสม ไม้เป็นอินทรีย์วัตถุที่สามารถดูดและคายความชื้นได้ดีซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายตัวและหดตัวอย่างต่อเนื่อง เป็นผลทำให้วัสดุหลักเกิดการแตกร้าว แรงดึงที่เกิดขึ้นกับไม้เมื่อมีการขยายตัวและหดตัว ย่อมส่งผลให้ยางรักที่เคลือบติดแน่นเกิดการปริและฉีกขาดตามมา

ศิลปวัตถุประเภทหินก็มีการเคลือบยางรักและปิดทอง แต่เท่าที่พบในปัจจุบันเนื้อรักได้หลุดออกจากเนื้อหินไปเกือบหมด ศิลปวัตถุประเภทหินที่ลงรัก มักได้แก่ เทวรูปหรือพระพุทธรูปที่เคยประดิษฐานอยู่ในโบราณสถานให้เห็นอยู่ในปัจจุบัน การที่เนื้อรักหลุดออกจากเนื้อหินอาจมีสาเหตุหลายประการ เช่น การพังทลายของหลังคาทำให้ศิลปวัตถุได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงทำให้เนื้อวัตถุเกิดการขยายตัวและหดตัว นอกจากนี้ยังได้รับความชื้นที่มาจากฝนอีกทางหนึ่ง สารประกอบประเภทเกลือที่ละลายน้ำได้ซึ่งเกิดจากแร่ในหินที่ทำปฏิกิริยากับความชื้นย่อมมีผลทำให้เนื้อรักหลุดได้เช่นกัน เพราะผลจากการเกิดการละลายและตกผลึกของสารประกอบเกลือสลับกันครั้งแล้วครั้งเล่า

กรณีศึกษา

ศิลปวัตถุประเภทที่มีลักษณะเป็นแบบก่ออิฐแล้วฉาบด้วยปูนขาวแล้วจึงลงรักปิดทองซึ่งมีอยู่ตามวัดต่างๆ ในสมัยรัตนโกสินทร์ ที่เป็นการนี้ศึกษา ซึ่งทางกรมศิลปากรได้เคยดำเนินการศึกษาหาสาเหตุของการชำรุดไปแล้ว ได้แก่ พระพุทธไสยาสน์ที่ประดิษฐาน ณ วัดพระเชตุพนวิมลมัง



พระพุทธรูปหินลงรักปิดทอง สภาพของทองคำที่ปิดส่วนใหญ่มายังคงอยู่

คลาราม ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ทองที่ปิดอยู่บนรักบางแห่งโป่งพอง และบางแห่งก็กำลังจะหลุดออก ทั้งนี้เมื่อได้พิจารณาในขั้นต้นได้ให้ข้อสังเกตว่าน่าจะเป็นเพราะความชื้นที่อยู่ภายในองค์พระ จึงได้ทำการตรวจสอบเก็บตัวอย่างเนื้ออิฐในระดับความลึกและระดับความสูงต่าง ๆ บนองค์พระพุทธรูปบริเวณที่ยารักมีการโป่งพองและหลุดล่อน ตัวอย่างผงวัสดุที่เก็บมา ได้นำมาวิเคราะห์หาความสามารถในการดูดความชื้น หาปริมาณความชื้นในเนื้อวัสดุ และวิเคราะห์หาอนุมลประเภทเกลือที่ละลายน้ำ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า มีความชื้นค่อนข้างมากบริเวณที่มีทองปิด และยิ่งลึกเข้าไปความชื้นจะเพิ่มขึ้น ความชื้นที่บริเวณที่ไม่มีทองมีไม่สูงนัก เพราะฉะนั้นจึงคาดว่าความชื้นน่าจะมาจากใต้ดินและสะสมอยู่ในเนื้อวัสดุ บริเวณที่มียางรักและปิดทอง ความชื้นไม่สามารถระเหยออกไปได้ จึงเกิดการสะสมและเพิ่มแรงดันที่ละน้อยๆ ทำให้ผิวทองเกิดการพองตัวและล่อนออกในที่สุด ดังนั้น

จะเห็นได้จากกรณีศึกษาข้างต้นว่า ความชื้นในวัสดุที่มีการทาสีรักมีส่วนทำให้การชำรุดเกิดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามการชำรุดเสียหายของศิลปวัตถุที่มีการลงรักนั้นจะเกิดขึ้นให้เห็นต้องอาศัยเวลานาน ซึ่งในบางกรณีอาจจะสังเกตเห็นได้ชัด การเปลี่ยนแปลงก็เกิดไปไกลมากจนไม่สามารถอนุรักษ์ศิลปวัตถุชิ้นนั้นๆ ให้กลับคืนดั้งเดิมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นและความร้อนที่แปรเปลี่ยนไป ซึ่งหากไม่มีเครื่องมือที่จะวัดตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว ก็จะไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ว่าจะทำการป้องกันการชำรุดได้อย่างไร



พระพุทธรูปสำริดลงรักปิดทอง แต่ทองหลุดเกือบหมด เนื่องจากเกิดสนิมเขียวของสำริด

การศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้เห็นว่าวัสดุส่วนใหญ่ อันได้แก่ โลหะ ไม้ และหิน เมื่อนำมาลงรักเพื่อทำเป็นศิลปวัตถุ แต่หากได้รับการเก็บไว้ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและความร้อนอย่างต่อเนื่องแล้ว จะเกิดผลเช่นใด ดังนั้นเพื่อให้เห็นผลในระยะเวลานาน จึงได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อรักบนวัสดุประเภทโลหะ (สังกะสี) ไม้และหินทราย ที่มีต่อความร้อน ความชื้นและแสงสว่าง ว่าจะมีผลต่อการชำรุดมากน้อยเพียงใด ผลการทดลองพบว่า หากชิ้นงานประเภทโลหะ ไม้และหินทรายได้รับความร้อนเพียงอย่างเดียว การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นน้อยมาก ความมั่นคงก็ยังมีอยู่ แต่เมื่อได้รับความร้อนและความชื้นสลับกัน ชิ้นงานที่เป็นโลหะและไม้เกิดการชำรุดมากกว่าชิ้นงานประเภทหินซึ่งมีการชำรุดของยางรักน้อยมาก เว้นแต่เมื่อ

มีเกลือที่ละลายน้ำเข้าไปชิ้นงาน
ประเภทหินทราย จึงเกิดการซึ่ซึม
ของยางรัก ทำให้เนื้อรักล่อนออกมา

แสงสว่างมีผลต่อความมันวาวของเนื้อ
รักในทุกประเภทวัสดุ ซูดชิ้นงานที่นำ
ไปวางไว้ในอาคาร ความวาวของ

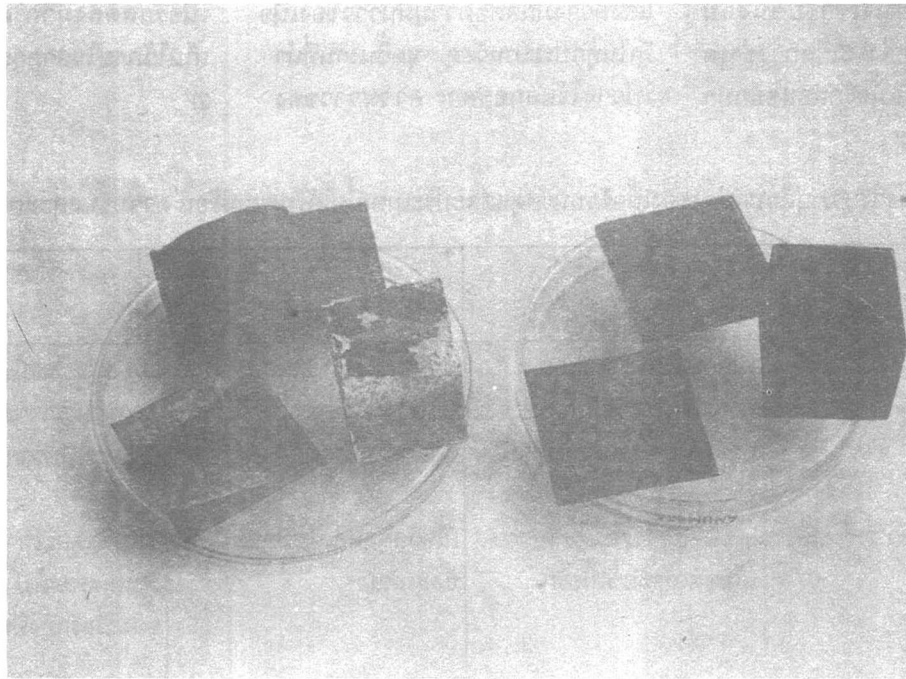
เนื้อรักลดลงมาก เมื่อเทียบกับชุดที่
เก็บไว้ในอาคาร (ตารางที่ 1 และ
2)

ตารางที่ 1 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเนื้อรักบนวัสดุแต่ละประเภทเมื่อได้รับความร้อน ความชื้นและแสงสว่าง

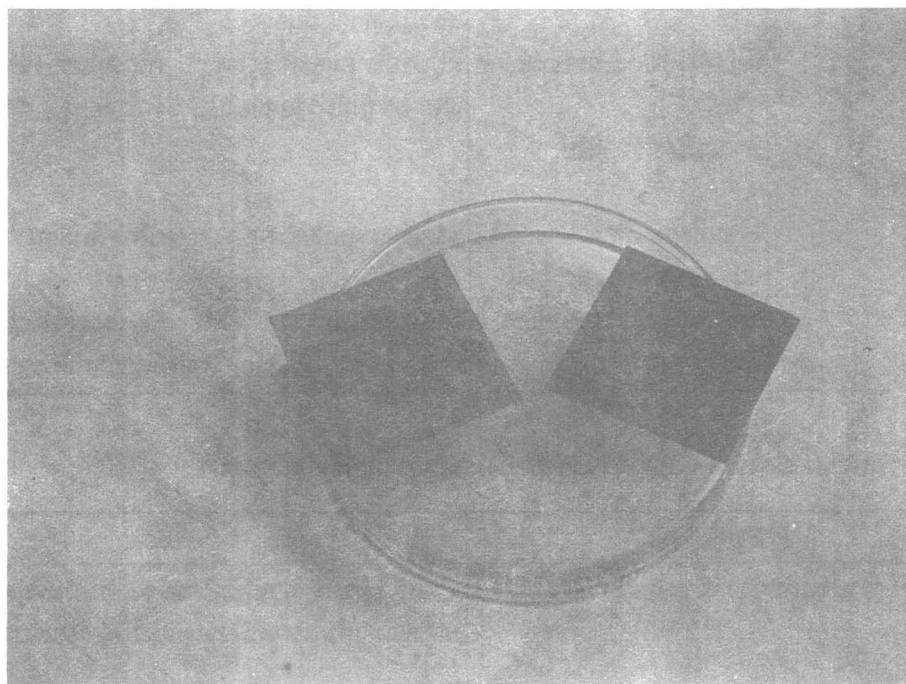
เงื่อนไข	ประเภทวัสดุ	สังกะสี	ไม้	หินทราย
ความร้อน		เปลี่ยนแปลงน้อยมาก ความมันวาวของเนื้อรัก ยังมี อยู่และไม่ปรากฏการล่อน	เปลี่ยนแปลงน้อยมาก ความมันวาวของเนื้อรักยังมี อยู่และไม่ปรากฏการล่อน	เปลี่ยนแปลงน้อยมาก ความมันวาวของเนื้อรักยังมี อยู่และไม่ปรากฏการล่อน
ความร้อนและความชื้นสลับ กัน		เดือนที่สอง-เริ่มมีคราบขาว เป็นจุดเกาะบนเนื้อรัก	เนื้อวัสดุแตกเป็นริ้วแต่เนื้อรัก ยังไม่ล่อน	ขอบวัสดุกะเทาะ ทำให้เนื้อ รักหลุดตามไป ความมันวาว ของเนื้อรักยังมีอยู่
		เดือนที่สาม-เนื้อรักแยกตัว ออกจากวัสดุ เดือนที่หก-เนื้อรักบดงอมาก และแยกออกจากวัสดุ	เนื้อวัสดุบดงอและแยกตัว จากกัน วัสดุแยกตัวออกและหลุด เป็นแผ่น เนื้อรักเหลือน้อย และไม่มี ความมันวาว	เนื้อรักคงสภาพเดิม เนื้อรักคงสภาพเดิม
แสงสว่าง		เดือนที่สอง-เนื้อรักล่อนออก จากวัสดุ ความมันวาวหายไป	มีฝุ่นจับมากและเนื้อวัสดุ แตก ความมันวาวหายไป	ความมันวาวหายไปแต่เนื้อ รักไม่ล่อน
		เดือนที่สาม-เนื้อรักบางส่วน หลุดออกจากวัสดุบางส่วน เดือนที่หก-เนื้อรักล่อนออก ไปประมาณ 30%	วัสดุเริ่มแตกเป็นชั้น วัสดุแตกเป็นริ้ว	เนื้อรักไม่ล่อน วัสดุไม่แตกร้า เนื้อรักติดอยู่ แต่ความมันวาวหายไป

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของหินที่ทำด้วยยางรัก ซึ่งมีผลมาจากเกลือที่ละลายน้ำ

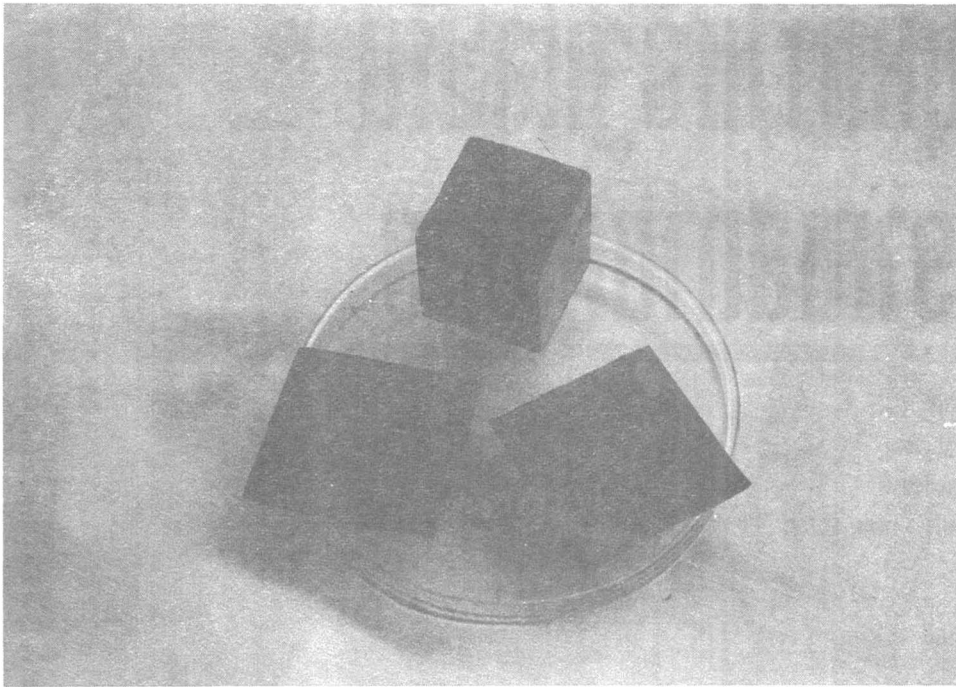
เงื่อนไข	สภาพ
ความร้อนกับความชื้นสลับกัน	เดือนที่สี่-ผิวหน้าส่วนที่ไม่ได้ทายางรัก เริ่มหลุดล่อน บางส่วน แต่บริเวณที่มียางรักยังไม่เปลี่ยนแปลง เดือนที่ห้า-ขอบวัสดุที่มียางรักเริ่มหลุด จึงทำให้เนื้อรัก หลุดตาม แต่ไม่มีการล่อนเหมือนในโลหะ เดือนที่หก-บางบริเวณที่มีเนื้อรัก เกิดการปูด ส่วนผิวที่ ไม่มีเนื้อรักขรุขระเพิ่มขึ้น



ด้านซ้ายเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทายางรักแล้วผ่านการทดลองภายใต้ความร้อนและความชื้นสลับกัน ด้านขวาเป็นตัวอย่างที่เป็นหินมีเกลือปะปนอยู่



ด้านซ้ายเป็นตัวอย่างโลหะที่ทายางรัก แล้วผ่านการทดลองภายใต้ความร้อนและความชื้นสลับกันในห้องปฏิบัติการ ด้านขวาเป็นตัวอย่างโลหะที่ทายางรัก แล้วผ่านการทดลองภายใต้ความร้อนอย่างเดียว



กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการทดลองภายนอกอาคารโดยได้รับความร้อน ความชื้นและแสงสว่างตามธรรมชาติ

แนวทางในการอนุรักษ์

เมื่อทราบถึงสาเหตุที่ทำให้ศิลปวัตถุที่ลึงรักเกิดการชำรุด เราสามารถที่จะหาวิธีการแก้ไขซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง เพียงแต่มีความเอาใจใส่และดูแลอย่างทั่วถึง รวมทั้งมีจิตสำนึกและรักในคุณค่าของศิลปวัตถุ การแก้ไขอันดับแรกควรคำนึงถึงสถานที่ในการจัดเก็บหรือ

จัดแสดง ซึ่งไม่ควรที่จะอยู่ในที่ที่อับชื้น ควรมีการระบายอากาศได้อย่างดี การที่ติดเครื่องปรับอากาศ พร้อมระบบควบคุมความชื้นย่อมสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ในระดับที่ปลอดภัย กล่าวคือ อุณหภูมิไม่ควรเกิน 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ในช่วง 55-60% แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะไม่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เราสามารถที่จะทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่มาก โดยติดตั้งพัดลมช่วยให้อากาศได้ระบายและผ่านเข้าออกได้ดี

ทำให้ความร้อนไม่สะสม เช่นเดียวกันในฤดูฝน ถ้าเป็นไปได้ควรหาทางระบายความชื้นในห้องที่เก็บรักษาหรือจัดแสดงให้ออกไปให้เร็วที่สุด หากใช้พัดลมก็เป็นการช่วยระบายได้อีกวิธีหนึ่ง ศิลปวัตถุควรเก็บอยู่ในตู้หรือชั้นที่สามารถป้องกันมิให้ฝุ่นลงมาจับศิลปวัตถุได้

หากห้องจัดแสดงหรือสถานที่จัดเก็บมีหน้าต่างมากซึ่งทำให้แสงสว่างส่องเข้ามาถึงตัวศิลปวัตถุ ควรติดตั้งม่านเพื่อป้องกันแสง และไม่ควรให้แสงจากโคมไฟส่องตรงมาเพราะทำให้เกิดความร้อนต่อวัตถุ



บรรณานุกรม

จันทร์โพธิ์ศรี, กุลพันธุ์ธาดา; สิงหศิริ, ชลิตและหวังธีระประเสริฐ, ธิติมา 2529. ข้อสังเกตผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของพระพุทธรูปโลหะ วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม. กรุงเทพฯ.

สิงหศิริ, ชลิต. 2537. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อรักกับวัสดุประเภทโลหะ ไม้ และหินทรายเมื่อได้รับความร้อน ความชื้นและแสงสว่าง.การประชุมทางวิชาการเรื่องวิทยาศาสตร์กับศิลปวัฒนธรรม



สาเหตุที่ทำให้อิฐและหิน บนโบราณสถานผุเปื่อย

จิราภรณ์ อรรถะนาค

ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ

กองพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

กรมศิลปากร พระนคร กทม. 10200



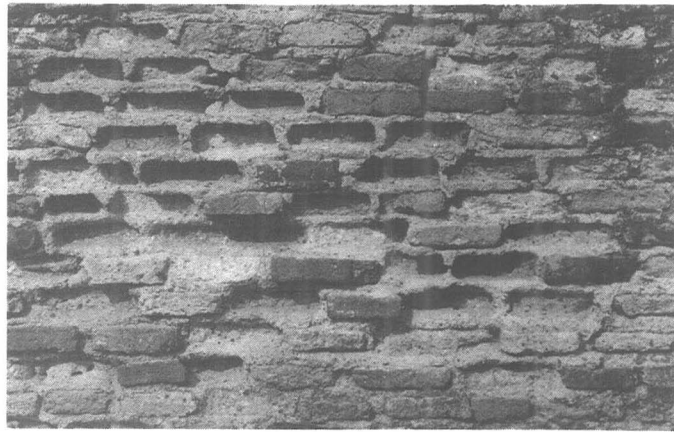
โบราณสถานส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุดทรุดโทรม เนื่องจากผ่านกาลเวลามาเนิ่นนานหลายร้อยปี โบราณสถานบางแห่งมีอายุนับพันปี โบราณสถานเหล่านี้ล้วนตั้งอยู่กลางแจ้ง จึงเสี่ยงต่อการชำรุดทรุดโทรมอย่างรวดเร็วจากการกระทำของสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติและการกระทำของคน วิธีการอนุรักษ์โบราณสถานเหล่านี้เป็นปัญหาใหญ่ที่ก่อให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์และถกเถียงกันอย่างกว้างขวางระหว่างนักวิชาการ และผู้ปฏิบัติอยู่เสมอ

เพื่อเป็นการสนับสนุนการพิจารณาเลือกสรรวิธีการที่เหมาะสมในการอนุรักษ์โบราณสถาน จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัยหาสาเหตุและกระบวนการที่แท้จริงที่ทำให้โบราณสถานชำรุดทรุดโทรม เพื่อจะได้สามารถพิจารณาวิธีการแก้ไขและวิธีป้องกันที่เหมาะสม วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับสาเหตุและกระบวนการชำรุดทรุดโทรมได้เป็นอย่างดี โดยใช้ความรู้ทางเคมี ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา และวัสดุศาสตร์ มาผสมผสานกัน

เมื่อสำรวจซากโบราณสถานที่ยังเหลืออยู่อย่างใกล้ชิด พบว่านอกจากจะมีปัญหาเกี่ยวกับเสถียรภาพของโครงสร้างแล้ว วัสดุก่อสร้างทั้งหลายต่างก็กำลังเสื่อมสภาพชำรุดผุพังด้วยกระบวนการต่าง ๆ ทั้งจากสาเหตุภายในตัววัสดุก่อสร้างเองและจากสาเหตุภายนอก สาเหตุภายในมักเกิดจากชนิดและคุณภาพของดินที่ฐานราก ชนิดและคุณภาพของวัสดุก่อสร้าง วิธีการก่อสร้าง ฯลฯ ส่วนสาเหตุภายนอกเกิดจากสภาวะแวดล้อม เช่น ความร้อน ความชื้น ลม ก๊าซ และมลพิษในบรรยากาศ เกลือ สัตว์ แมลง พืช จุลินทรีย์ และคน

ปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งในการอนุรักษ์โบราณสถานซึ่งมักถูกมองข้ามอยู่เสมอ ๆ คือ การผุเปื่อยของวัสดุก่อสร้างบางส่วนบนโบราณสถาน เช่น การผุเปื่อยของอิฐและปูนฉาบบนผนังบางด้าน ซึ่งมักเกิดบนผนังด้านที่หันหน้าไปทางด้านทิศตะวันตกและตะวันออก ตั้งแต่ความสูงระดับพื้นดิน ถึงสองเมตร หรือมากกว่า ปรากฏการณ์เช่นนี้เห็นได้ทั่วไป ทั้งบนซากโบราณสถาน อาคารประวัติศาสตร์ที่ยังใช้ประโยชน์และบ้านเรือนทั่วไป ผู้ที่รับผิดชอบในการอนุรักษ์ต่างก็มักจะสรุปว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากอิฐและปูนหมดสภาพ จึงจัดการทุบออกแล้วซ่อมแซมด้วยอิฐและปูนใหม่ โดยไม่สนใจค้นคว้าหาสาเหตุที่แท้จริง ผลปรากฏว่าหลังจากอนุรักษ์เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้วปัญหานี้ยังไม่หมดไป ทั้งอิฐเก่าและอิฐใหม่เริ่มผุเปื่อยอีกต่อไป เพิ่มภาระในการบำรุงรักษาไม่รู้จบจวบจน

ปรากฏการณ์ดังกล่าว หากเกิดบนผนังที่ว่างเปล่า มีเพียงอิฐและปูน จะไม่มีบทบาทสำคัญมากนัก แต่ถ้าเกิดบนผนังที่มีจิตรกรรมฝาผนัง หรือมีลวดลายปูนปั้นประดับ หรือเป็นผนังที่ฉาบปูนทาสีในอาคารประวัติศาสตร์



(บน) สภาพการผุเปื่อยของอิฐบนโบราณสถาน
(ล่าง) จะพบผลึกเกลือบนผิวของอิฐมากในฤดูร้อน

จะมีบทบาทสำคัญ เพราะจะทำให้ชั้นสีหรือปูนปั้นผุเปื่อยหลุดร่วงออกมาอยู่เรื่อย ๆ สร้างปัญหาในการอนุรักษ์เป็นอย่างมาก

จากการตรวจสอบด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ข้างต้นนั้น เกิดจากเกลือและความชื้น เกลือที่สร้างปัญหามากคือเกลือที่ละลายน้ำได้ (soluble salts) เกลือเหล่านี้ไวต่อปฏิกิริยาหรือพร้อมที่จะทำปฏิกิริยาอยู่ตลอดเวลา หากมีน้ำหรือความชื้นร่วมอยู่ด้วยปฏิกิริยาจะเกิดได้เร็วยิ่งขึ้น

โดยสาเหตุที่เกลือเป็นสารเคมีที่พบมากทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งในดิน ในน้ำ ในอากาศ ในวัสดุต่าง ๆ และในร่างกายของสิ่งมีชีวิต เกลือจึงมาปรากฏอยู่บนโบราณสถานได้หลายทาง ดังนี้

1. เกลือที่เป็นองค์ประกอบของดิน

ในดินมีเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ มากมาย เพราะดินเกิดจากการผุพังของหินชนิดต่าง ๆ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินเป็นทราย ดินเหนียว สารอินทรีย์ที่เกิดจากการเน่าเปื่อย ผุพังของสิ่งที่มีชีวิตซึ่งเรียกว่า ฮิวมัส (humus) น้ำ จุลินทรีย์ ฯลฯ ดินที่มีสารอินทรีย์อยู่มากมีความโน้มเอียงที่จะเป็นกรดได้ง่ายกรดที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยาต่อไปกับแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของดิน และที่มีอยู่ในดิน เกิดเป็นเกลือชนิดต่าง ๆ อีกมากมาย เมื่อเกลือทำปฏิกิริยากับน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน (ion) และทำให้สารละลายของเกลือ มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเป็นด่าง หรือเป็นกลางซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ต่อไปอีกเรื่อย ๆ เพราะฉะนั้นในดิน จึงมีเกลือชนิดต่าง ๆ อยู่มากมายทั้งเกลืออินทรีย์และเกลืออนินทรีย์



อิฐและปูนฝูเปียตามแนว
ที่น้ำใต้ดินแทรกซึมขึ้นมา

2. เกลือจากน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดินมักมีเกลือชนิดที่ละลายน้ำได้ปะปนอยู่ด้วยหลายชนิด เพราะน้ำมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี น้ำฝนและน้ำบาดาลจะไหลและ ซึมลงไปในดิน ผ่านชั้นดินและกรวดทรายที่มีรูพรุน ทำให้ได้น้ำที่ใสสะอาดซึ่งอยู่ใต้ดิน ในขณะเดียวกัน น้ำที่ไหลซึมลงไปในดินนั้น ก็จะละลายเกลือต่าง ๆ ออกมาด้วย น้ำใต้ดินจึงมีเกลือต่าง ๆ ปะปนอยู่เสมอ เกลือที่มักพบในน้ำใต้ดินได้แก่ แคลเซียมไบคาร์บอเนต ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) แมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) แคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl_2) เป็นต้น พื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเลหรือแหล่งเกลือสินเธาว์มักมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แมกนีเซียมคลอไรด์ (MgCl_2) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) ปะปนอยู่มากกว่าพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลทะเล

3. เกลือที่มีอยู่ในเนื้อวัสดุก่อสร้าง

วัสดุก่อสร้างแทบทุกชนิดที่ใช้ในการสร้างและบูรณะโบราณสถาน เช่น หิน อิฐ ศิลาแลง ดินเหนียว ทราย ปูนขาว ปูนซีเมนต์ ฯลฯ ล้วนแล้วแต่มีเกลือปะปนอยู่ด้วยมากมาย ทั้งที่ปะปนมาแต่เดิมจากแหล่งวัตถุดิบและที่เกิดจากการผุพังสลายตัวตามธรรมชาติของวัสดุก่อสร้าง อิฐซึ่งทำจากดินเหนียว และปูนก่อก่อทำจากปูนขาว มักมีเกลือแคลเซียมซัลเฟตในรูปของยิบซัม (gypsum) ปะปนอยู่ด้วยเสมอ โบราณสถานบางแห่งสร้างด้วยอิฐและสอดด้วยดินเหนียว โดยมีแกนในของโบราณสถานทำด้วยดินเหนียว เช่น เจดีย์อิฐสมัยสุโขทัย อโยธยา ฯลฯ ในดินเหนียวมีเกลือหลายชนิด

ทรายและกรวดที่นำมาผสมปูนมีเกลือปะปนอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับที่มาของกรวดและทรายนั้นๆ เช่น ทรายและกรวดที่ได้จากแม่น้ำที่ใสสะอาดจะมีปริมาณและชนิดของเกลือแตกต่างจากกรวดและทรายที่ได้จากแม่น้ำที่มีปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะ กรวดและ

ทรายที่ได้จากทะเลมักมีเกลือที่เป็นองค์ประกอบของน้ำทะเลติดมาด้วยเป็นปริมาณสูง

ปูนซีเมนต์มีเกลือที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างหลายชนิด เช่น แคลเซียมซัลเฟต โซเดียมซัลเฟต โซเดียมคาร์บอเนต เป็นต้น เกลือบางชนิดมีอยู่ในเนื้อปูนซีเมนต์ตั้งแต่เริ่มแรก เช่น แคลเซียมซัลเฟตซึ่งใช้เป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาในการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ และเกลือบางชนิดเกิดขึ้นขณะที่ผสมปูนซีเมนต์กับน้ำ

เกลือที่มีอยู่ในเนื้อวัสดุก่อสร้างเหล่านี้แม้จะมีปะปนอยู่เพียงเล็กน้อย แต่ก็สามารถเคลื่อนตัวมาที่ผิวหน้าของวัสดุก่อสร้างได้โดยมีน้ำเป็นตัวนำพา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อน ซึ่งน้ำระเหยออกจากผิวหน้าของวัสดุก่อสร้างได้รวดเร็ว เพราะมีความร้อนสูงและอากาศแห้ง เกลือจะถูกพามาสะสมที่ผิวหน้าของวัสดุก่อสร้างได้มากขึ้น

4. เกลือที่มาจากสิ่งแวดล้อม

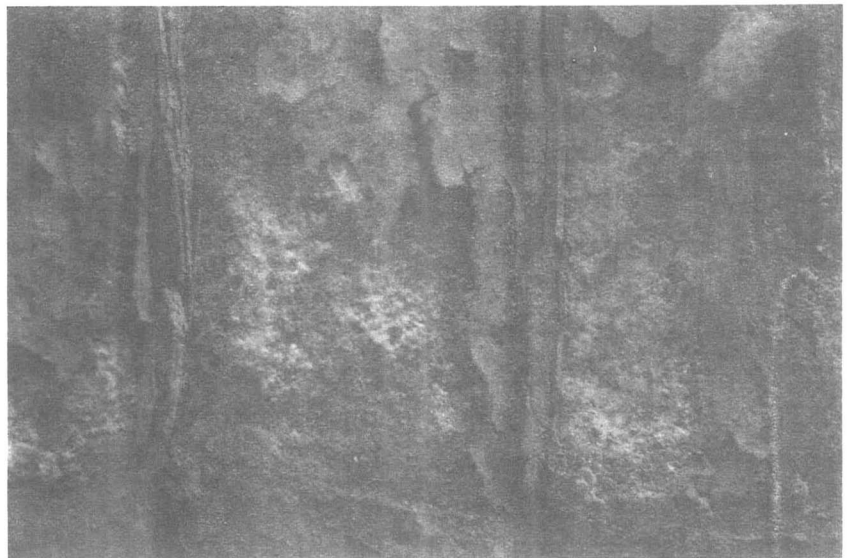
ในสิ่งแวดล้อมรอบๆ โบราณสถาน มีเกลือปะปนอยู่หลายชนิด เช่น ในดิน นอกจากจะมีเกลือที่เป็นองค์ประกอบของดินเองแล้วยังมีเกลืออื่นๆ จากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต ของเสียที่สิ่งมีชีวิตขับถ่ายออกมา การเนาเปื้อนผุพังของสิ่งที่มีชีวิต เกลือที่เกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อรา ยาฆ่าวัชพืช ปุ๋ยวิทยาศาสตร์และปุ๋ยอินทรีย์ สารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงสภาพของดิน เช่น

การใช้เกลือจืด (ยิบซัม) แก่ดินเปรี้ยว เป็นต้น แม้แต่ในเขม่า และควันก็มีเกลือหลายชนิดปะปนอยู่ เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ แอมโมเนียมคลอไรด์ แอมโมเนียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมคาร์บอเนต ฯลฯ เขม่าที่เกิด

จากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท นอกจากมีเกลือแล้ว อาจมี กรดปนอยู่ด้วย

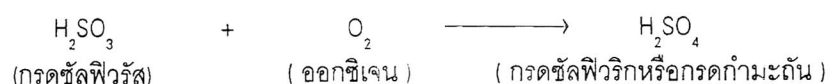
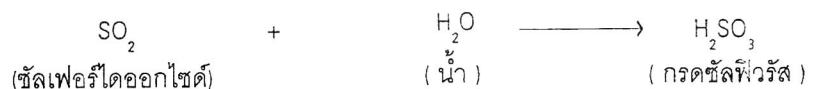
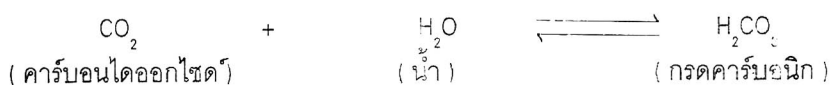
อินทรีย์วัตถุทั่วๆ ไปมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งเมื่อตายลงไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นเกลือไนเตรต แบคทีเรียบางชนิดสามารถรีดิวซ์ (reduce) เกลือไนเตรตไปเป็นกรดอะมิโน (amino acid) เกลือไนเตรตและแอมโมเนีย หลังจากนั้นแอมโมเนียจะถูกแบคทีเรียบางชนิดออกซิไดส์ต่อไปเป็นกรดไนตริกหรือเกลือไนโตรนอาจถูกออกซิไดส์ไปเป็นเกลือไนเตรต แบคทีเรียในกลุ่ม sulphur cycle สามารถย่อยสลายอาหารที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ โดยกำมะถันจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซัลไฟด์และกำมะถันยังอาจถูกแบคทีเรียบางชนิดออกซิไดส์ไปเป็นซัลเฟตและกรดกำมะถันได้ กรดกำมะถันมีอันตรายอย่างยิ่งต่อวัสดุก่อสร้างทุกประเภทที่พบบ่อยคือกรดกำมะถันจะเปลี่ยนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหิน ปูนปั้น ปูนฉาบ ไปเป็นแคลเซียมซัลเฟตทำให้วัสดุก่อสร้างขาดความแข็งแรง นอกจากนี้แบคทีเรียกลุ่มนี้ยังสามารถทำให้เกิดเหล็กซัลไฟด์ซึ่งทำให้เกิดคราบสีดำบนวัสดุก่อสร้าง

ฟอสฟอรัส (P) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของอินทรีย์วัตถุ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมฟอสเฟต โพแทสเซียมฟอสเฟต ฯลฯ นอกจากนี้เกลือฟอสเฟตยังอาจมาจากปุ๋ย ผงซักฟอก และโรงงานอุตสาหกรรม ในปัสสาวะของคนและสัตว์มีองค์ประกอบที่สำคัญเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ มีชื่อเฉพาะว่า carbamide เมื่อสลายตัวจะให้แอมโมเนียและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสารเคมีอื่นๆ ในสิ่งแวดล้อมแล้วได้เกลือหลายชนิด เช่นเกลือไนเตรต ไนไตรต์ คาร์บอเนต เป็นต้น

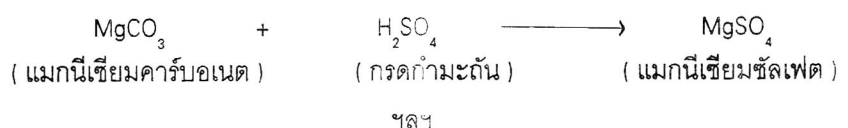
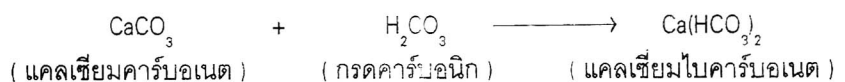


ผลึกเกลือบนปูนซีเมนต์

ก๊าซหลายชนิด เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำหรือไอน้ำในอากาศจะกลายเป็นกรด ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับวัสดุก่อสร้างกลายเป็นเกลือก๊าซที่สำคัญได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำหรือไอน้ำเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) และกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ตามลำดับดังสมการ



เมื่อกกรดเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับวัสดุก่อสร้างที่มีสารประกอบคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างเช่น



การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างบนมีบทบาทสำคัญมากในการเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่มีความเจริญทางอุตสาหกรรมฝนกรดทำให้วัสดุก่อสร้างสึกกร่อนผุพังและมีคราบสกปรก

นำเกล็ด สร้างปัญหาให้แก่เกษตรกรอย่างหนัก สำหรับในประเทศไทย ปริมาณ "ฝนกรด" ยังไม่สูงมากนัก จึงยังไม่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาเหล่านี้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาที่ราบบนใบที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปะปนอยู่ในอากาศ แม้ในบรรยากาศที่บริสุทธิ์ก็มีก๊าซเหล่านี้อยู่แต่มีเพียงเล็กน้อย ปฏิกิริยาจึงเกิดอย่างช้าๆ ที่ละน้อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปนานเข้าวัสดุก่อสร้างจะสึกกร่อนและปริมาณเกล็ดจะสูงขึ้นเรื่อยๆ

กระบวนการเสื่อมสภาพที่มีเกล็ดเป็นต้นเหตุ อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือทางเคมี หรือทั้งสองอย่างผสมกัน ผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทำให้วัสดุก่อสร้างสึกกร่อน ขาดความแข็งแรง แตกหักหรือหลุดร่อนออกเป็นผอง เพราะขาดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ วัสดุประสานอาจทำปฏิกิริยาเคมีกับเกล็ดแล้วละลายหายไป ทำให้วัสดุก่อสร้างไปงพูนและอ่อนนุ่ม เกล็ดบางชนิดทำให้เกิดคราบเปื้อนสีต่าง ๆ แต่การเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการผุเปื่อยของวัสดุก่อสร้างมากอย่างเห็นได้ชัดคือ การที่เกล็ดแทรกซึมเข้าไปสะสมอยู่ในช่องว่างเล็ก ๆ หรือรูพรุนของเนื้อวัสดุ โดยมีน้ำเป็นตัวนำพา น้ำที่มีอยู่ในวัสดุก่อสร้างจะระเหยตรงผิวนอกสุดของวัสดุ เพราะเป็นส่วนที่ร้อนที่สุดและได้รับอิทธิพลจากลมช่วยทำให้น้ำระเหยออกไป เมื่อน้ำที่ผิวนอกสุดระเหยออกไป น้ำจากส่วนที่อยู่ถัดเข้าไปข้างในก็จะเคลื่อนตัวมาแทนที่ น้ำดังกล่าวจะพาเกล็ดที่ละลายน้ำได้มาด้วย เมื่อน้ำระเหยไป เกล็ดระเหยไม่ได้จึงมีความเข้มข้นสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับหนึ่งซึ่งเป็นจุดอิ่มตัวของสารละลายของเกล็ดนั้น เกล็ดจะตกผลึกออกมาภายใน ช่องว่างเล็ก ๆ หรือ

รูพรุนของเนื้อวัสดุ แต่เนื่องจากความชื้นในเนื้อวัสดุไม่คงที่ และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศก็ไม่คงที่ เพราะฉะนั้นในบางขณะความชื้นระเหยออกไปได้มาก จนวัสดุแห้งเกล็ดจะตกผลึก และบางขณะความชื้นระเหยออกไปได้น้อย เนื้อวัสดุเปียกเกล็ดจะละลายน้ำกลายเป็นสารละลาย ในวันหนึ่งๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวกลับไปกลับมาหลายสิบครั้ง การที่เกล็ดตกผลึกซ้ำแล้วซ้ำเล่าอยู่ภายในเนื้อที่จำกัด ผลึกของเกล็ดที่มีปริมาตรโตขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงมุมจะขยายขนาดขึ้น จนในที่สุดผลึกที่โตขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้เกิดแรงดันตรงมุมของช่องว่างเล็กๆ ภายในเนื้อวัสดุ และจะ "ระเบิด" ให้มุมของช่องว่างภายในเนื้อวัสดุแตกออก วัสดุก่อสร้างนั้นๆ จะมีสภาพเปื่อยยุ่ยหลุดร่อนออกมาเป็นผุยผง ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นมากตรงบริเวณที่น้ำระเหยออกจากวัสดุก่อสร้างได้มากที่สุด เมื่อนำผองวัสดุที่หลุดร่อนไปวิเคราะห์จะพบเกล็ดที่ละลายน้ำได้อยู่ด้วยเสมอ

เกล็ดที่เกิดขึ้นนี้เป็นเกล็ดที่ละลายน้ำ จึงถูกฝนชะล้างออกไปเรื่อยๆ คงเหลือแต่วัสดุก่อสร้างที่สึกกร่อนผุพังลงไปทุกที เพราะเมื่อผิวเดิมผุเปื่อยและถูกฝนชะออกไป ส่วนที่อยู่ลึกถัดเข้าไปก็จะกลายเป็นที่ที่มีเกล็ดมาสะสมอยู่ และจะผุเปื่อยหลุดร่อนหายไปทีละชั้น เป็นเช่นนี้เรื่อยไป

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้วัสดุก่อสร้างเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ได้ก็คือ การที่วัสดุก่อสร้างแทบทุกชนิดมีเนื้อพูนยอมให้อากาศและน้ำผ่านเข้าออกได้ รูพรุนในเนื้อวัสดุก่อสร้างเรียกว่า capillary tube มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1-10 ไมโครเมตร วัสดุก่อสร้างทั่วไปมีรูพรุนขนาดต่างๆ กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อวัสดุก่อสร้าง

ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดปรากฏการณ์นี้ได้ก็คือ องค์ประกอบส่วนใหญ่ของวัสดุก่อสร้างเป็นคาร์บอนेट ซิลิเกต อะลูมิเนต ออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีออกซิเจน หรือไฮดรอกซิล (hydroxyl) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ออกซิเจนมีขั้วไฟฟ้าลบ และไฮดรอกซิลมีทั้งขั้วไฟฟ้าบวกและลบ ขั้วไฟฟ้าบวกและลบเหล่านี้สามารถดึงดูดสารเคมีอื่นๆ ที่มีขั้วบวกและขั้วลบอยู่ด้วย เช่น น้ำ เพราะฉะนั้นผิวน้ำของรูพรุนในวัสดุก่อสร้างซึ่งมีขั้วไฟฟ้าบวกและลบอยู่มากมายจึงสามารถดึงดูดโมเลกุลของน้ำได้ วัสดุพวกนี้จึงมีชื่อเรียกว่า water-loving material หรือ hydrophilic หลังจากนั้นโมเลกุลของน้ำก็จะดึงดูดน้ำอีกหลาย ๆ โมเลกุลเข้ามาเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำสามารถแทรกซึมอยู่เต็มภายในรูเล็ก ๆ ภายในเนื้อวัสดุได้ นี่คือการอธิบายว่าเหตุใดวัสดุก่อสร้างจึงเปียกน้ำหรือขึ้นได้

น้ำหรือความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการเสื่อมสภาพของโบราณสถาน น้ำหรือความชื้นช่วยให้ปฏิกิริยาต่างๆ เกิดได้เร็วขึ้น โดยน้ำหรือความชื้นอาจทำปฏิกิริยากับวัสดุก่อสร้างโดยตรงหรือทำหน้าที่เป็นตัวกลางในปฏิกิริยาระหว่างวัสดุก่อสร้างกับสิ่งแวดล้อม ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้ อาจเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและคุณสมบัติของดินที่เป็นฐานรากของโบราณสถานและของวัสดุก่อสร้างเอง เช่น ทำให้วัสดุก่อสร้างมีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมต่ำลง มีรูพรุนมากขึ้น และที่สำคัญคือ ทำให้มีผลึกเกล็ดอยู่ภายในเนื้อวัสดุก่อสร้าง

แรงดึงดูดภายในรูพรุนของวัสดุก่อสร้างมีค่าต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนนั้นๆ รูพรุนที่มีขนาดเล็กจะมีแรงดึงดูดสูง โดยทั่วไปรูพรุนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำ

กว่า 1 ไมโครเมตร แรงดึงดูดจะสูงมาก แรงดึงดูดนี้มีผลอย่างย้งต่อการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อวัสดุก่อสร้าง

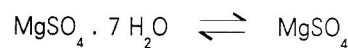
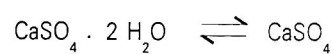
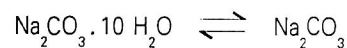
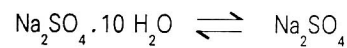
การตกผลึกของเกลือในรูปพรุนของวัสดุเกิดขึ้นเมื่อมีสารละลายของเกลือสะสมอยู่ในเนื้อวัสดุและมีน้ำระเหยออกไป เกลือจะตกผลึกอยู่ภายในช่องว่างนั้น ถ้ารูปพรุนของวัสดุมีขนาดใหญ่และเล็กปนกัน สารละลายของเกลือจะอยู่ในรูปพรุนขนาดเล็กๆ มากกว่ารูปพรุนขนาดใหญ่ๆ และผลึกเกลือที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กๆ ในกรณีนี้จะไม่มีความดันให้เนื้อวัสดุแตกหักมากนัก แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีรูปพรุนที่มีขนาดเล็กอยู่น้อยและมีรูปพรุนขนาดใหญ่อยู่มาก ขนาดของผลึกจะโตมากขึ้น ทำให้เกิดแรงดันในช่องว่างภายในเนื้อวัสดุซึ่งทำให้วัสดุก่อสร้างแตกหักผุเปื่อยเป็นผงได้

นอกจากนี้เกลือหลายชนิดมีคุณสมบัติดูดและคายความชื้นได้ เมื่อสิ่งแวดล้อมมีความชื้นสูง เกลือเหล่านี้จะดูดความชื้นเข้ามาแล้วกลายเป็นสารละลาย เมื่อความชื้นในสิ่งแวดล้อมลดต่ำลง เกลือจะคายความชื้นออกไป และตกผลึกคุณสมบัติข้อนี้ช่วยให้วัสดุก่อสร้างดูดและคายความชื้นได้ดีขึ้นยังผลให้เกิดการตกผลึกซ้ำแล้วซ้ำเล่าอยู่ภายในเนื้อวัสดุมากขึ้น มากกว่าเกลือที่ไม่ดูดและคายความชื้น ตัวอย่างเช่น โซเดียมคลอไรด์ จะดูดน้ำเข้ามาในโมเลกุลได้เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 75%

แรงดันภายในรูปพรุนของเนื้อวัสดุเกิดจากกลไก 2 อย่าง ดังนี้

1. เกลือที่เกิดจากอุณหภูมิสูง เมื่อสูญเสียน้ำไป จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น
2. เกลือที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำ จะดูดน้ำเข้าไปในผลึกเกลือและทำให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น ผลึกเกลือเหล่านี้เรียกว่า

ว่า เกลือที่มีน้ำผลึก (hydrated crystal) น้ำที่ผลึกดูดเข้ามาในโมเลกุล เรียกว่า น้ำผลึก (water of crystallization) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือความชื้นสัมพัทธ์ลดลง ผลึกเหล่านี้จะคายน้ำออกมาเป็นเกลือที่ปราศจากน้ำผลึก (anhydrous crystal) ซึ่งมีขนาดเล็กลง ตัวอย่างของเกลือที่มีน้ำผลึกและเกลือที่ปราศจากน้ำผลึกที่พบบ่อยบนโบราณสถานได้แก่



โบราณสถานที่ตั้งอยู่ริมน้ำระดับน้ำใต้ดินจะสูงมาก

การดูดน้ำและคายน้ำของผลึกเกลือเหล่านี้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณเช่นเกลือโซเดียมซัลเฟต ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 32.4° ซ. จะอยู่ในรูปของ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32.4° ซ. จะอยู่ในรูปของ Na_2SO_4 การเปลี่ยนแปลงจาก Na_2SO_4 ไปเป็น $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ทำให้ผลึกมีปริมาณเพิ่มขึ้น 308% ในทำนองเดียวกันเกลือแมกนีเซียม-

ซัลเฟต จะอยู่ในรูปของ $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อุณหภูมิระหว่าง -3.9 ถึง 1.8° ซ. แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คืออยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 48.3° ซ. จะอยู่ในรูปของ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ การเปลี่ยนแปลงจาก $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ไปเป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ทำให้ผลึกมีปริมาณเพิ่มขึ้น 170%

การเกิดเกลือมีได้หลายแบบ เช่น

1. เกิดที่ผิวของวัสดุก่อสร้างปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดเมื่ออัตราการระเหยไม่สูงมากนัก และที่ผิวของวัสดุยังเปียกชื้นอยู่บ้าง ทำให้เกิดการตกผลึกที่ผิว นอกจากนั้นรูปพรุนของเนื้อวัสดุยังมีส่วนสำคัญ วัสดุก่อสร้างที่มีเนื้อแน่นหรือมีรูปพรุนขนาดเล็ก ๆ เช่น

อิฐที่มีเนื้อแน่น หินเนื้อละเอียด ฯลฯ จะมีแรงดึงดูดในรูปพรุนสูง ทำให้น้ำหรือสารละลายของเกลือมาออกกันอยู่ที่ผิวของวัสดุมาก เมื่อน้ำระเหยไปเกลือจึงตกผลึกอยู่ที่ผิว

2. เกิดในเนื้อของวัสดุก่อสร้าง ถ้ามีลมพัดแรงหรือแสงแดดร้อนจะทำให้อัตราการระเหยเร็วขึ้น ที่ผิววัสดุจึงแห้ง ปราศจากความชื้น เกลือจึงตกผลึกอยู่ภายในเนื้อวัสดุก่อสร้าง หรือ

อาจเกิดจากการที่วัสดุก่อสร้างมีเนื้อหยาบ มีรูพรุนขนาดใหญ่ ซึ่งมีแรงดึงดูดน้ำหรือสารละลายของเกลือไม่มากนัก น้ำหรือสารละลายของเกลือจึงสะสมอยู่ภายในมากกว่าที่ผิว เมื่อน้ำระเหยออกไปผ่านรูพรุนที่ผิว เกลือจะตกผลึกอยู่ใต้ผิวหน้าของวัสดุก่อสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะมองไม่ค่อยเห็นผลึกเกลือ แต่วัสดุก่อสร้างมีอาการผุเปื่อย

บางครั้งพบว่า มีเกลือเกิดขึ้นกระจุกกระจายเป็นแห่งๆ ไม่สม่ำเสมอ เช่นอิฐบางส่วนมีผลึกเกลือ บางส่วนไม่พบผลึกเกลือ ทั้งนี้เพราะขนาดของรูพรุนด้วยเช่นกัน อิฐส่วนที่มีเนื้อแน่นเกลือจะตกผลึกที่ผิว ส่วนที่มีเนื้อหยาบ มีรูพรุนขนาดใหญ่ เกลือจะตกผลึกอยู่ข้างใน ในกรณีที่มีปูนก่อ ถ้าปูนก่อเนื้อแน่นกว่าอิฐหรือหิน น้ำจะระเหยออกที่ผิวของอิฐหรือหินมากกว่าที่ปูนก่อ ทำให้อิฐหรือหินผุเปื่อย ส่วนปูนก่อจะยังคงสภาพดีอยู่ ในทางตรงกันข้าม ถ้าอิฐหรือหินเนื้อแน่นกว่าปูนก่อ จะไม่ยอมให้น้ำระเหยผ่าน น้ำจึงต้องระเหยที่ปูนก่อ ทำให้เกิดผลึกเกลือบนปูนก่อ ในกรณีนี้ปูนก่อจะผุเปื่อยในขณะที่อิฐหรือหินยังคงแข็งแรงดีอยู่

บางครั้งจะพบว่าหินทรายบางชนิด ผุเปื่อยหลุดร่วงออกเป็นชั้นๆ คล้ายเวลาลอกกาบกะหล่ำปลี สาเหตุเกิดจากการเปียกและแห้งสลับกัน เมื่อเปียก น้ำจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อหินจนถึงความลึกระดับหนึ่ง น้ำที่ซึมเข้ามาจะละลายสารที่สามารถละลายน้ำได้และยังอยู่ภายใน เมื่อน้ำระเหยออกที่ผิว สารละลายนี้จะเคลื่อนที่มาอยู่ใกล้ๆผิวหน้า เกลือจะตกผลึกอยู่ข้างใน การเปียกและแห้งสลับกันนานๆ ทำให้เปลือกชั้นนอกแข็งแรงกว่าส่วนที่อยู่ชั้นใน เพราะที่ชั้นในวัสดุประสาน (cementing material) ละลายออกไปเรื่อยๆ แม้แต่ซิลิกาก็ถูกละลายได้ในกระบวนการดังกล่าว เมื่อ

เวลาผ่านไปนานๆเข้า บริเวณที่มีการตกผลึกซ้ำแล้วซ้ำเล่าจะอ่อนนุ่มผุเปื่อย ในขณะที่เปลือกชั้นนอกยังแข็งแรง ทำให้หินหลุดร่อนออกเป็นชั้นๆ พบว่าเกลือแคลเซียมซัลเฟตมีบทบาทสำคัญในปรากฏการณ์เช่นนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหินที่มีแคลเซียม-คาร์บอเนตอยู่ด้วย แคลเซียม-คาร์บอเนต จะทำปฏิกิริยากับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ เกิดเป็นเกลือแคลเซียมซัลเฟต ปฏิกิริยานี้จะทวีความรุนแรงในที่มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปะปนอยู่มาก เช่นในพื้นที่อุตสาหกรรม หรือในเมืองที่มีการจราจรคับคั่ง

การที่ไม่พบผลึกเกลือบนผิววัสดุก่อสร้าง ไม่ได้หมายความว่าในวัสดุก่อสร้างนั้นๆไม่มีเกลือ แต่เกลือที่ตกผลึกแล้วอาจถูกฝนชะออกไป หรือเกลืออาจดูดความชื้นกลายเป็นสารละลายแล้วแทรกซึมกลับเข้าไปในวัสดุก่อสร้างใหม่ ถ้าฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานาน เกลือจะแทรกซึมเข้าไปได้ลึกมาก เมื่อฝนหยุด น้ำจะเริ่มระเหยออกที่ผิว เกลือจะเคลื่อนที่มาใกล้ๆผิวในฤดูแล้ง จึงพบผลึกเกลืออยู่บนผิววัสดุก่อสร้างมากกว่าในฤดูฝน ยกเว้นในส่วนที่ไม่โดนฝนสาด จะพบเกลือได้ในทุกฤดูกาล

ความยากง่ายในการตกผลึก ขึ้นอยู่กับรูปร่างของผลึก และส่วนผสมของสารละลายของเกลือ เกลือบางชนิดจะไม่ค่อยตกผลึกให้เห็น เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เพราะดูดความชื้นได้ดีมาก มักอยู่ในรูปของสารละลาย เกลือโซเดียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟต ตกผลึกได้ง่าย แม้มีปริมาณน้อยนิดเดียวก็ตกผลึกได้ เกลือโพแทสเซียมซัลเฟตตกผลึกยาก จะตกผลึกก็ต่อเมื่อมีเกลืออื่นๆร่วมอยู่ด้วย

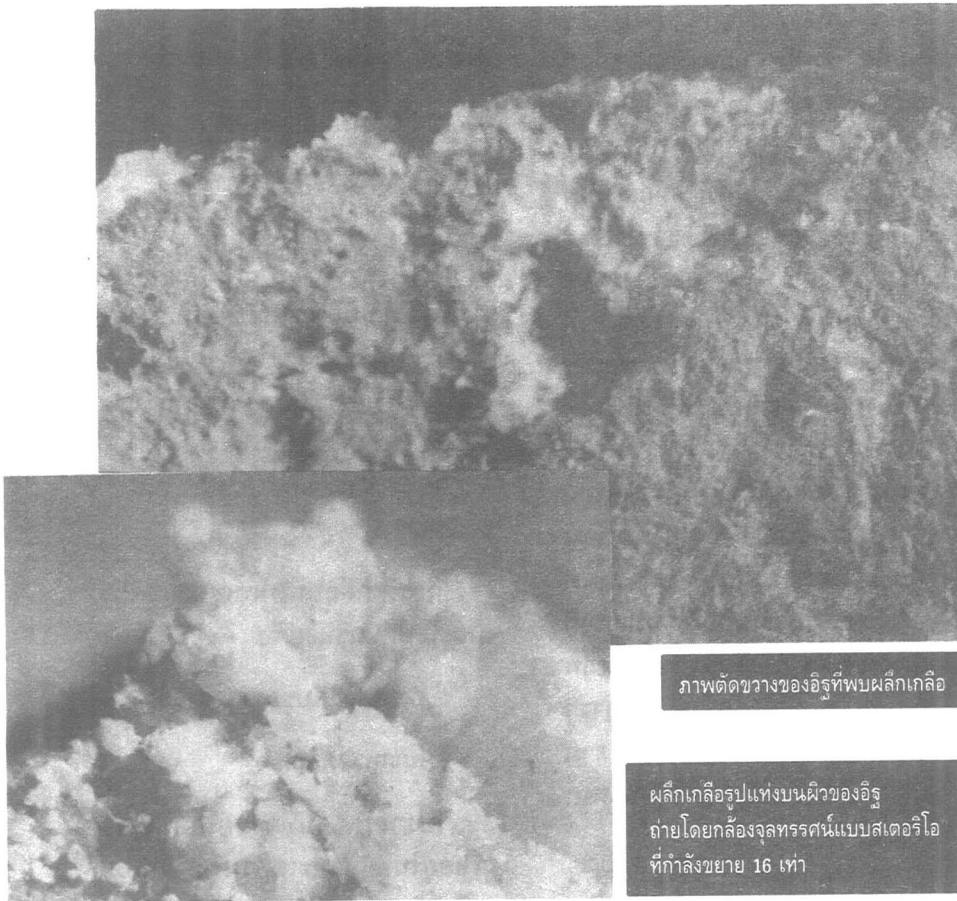
ผลึกเกลือเกิดได้หลายรูปแบบ

ลักษณะผลึกอาจเป็นรูปเข็ม รูปแท่ง รูปเหลี่ยม ฯลฯ ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือนั้นๆ และปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ องค์ประกอบ และสิ่งแปลกปลอมในสารละลาย สภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด ความชื้น ความพรุนของวัสดุก่อสร้าง อัตราเร็วในการระเหย ฯลฯ

เกลือชนิดเดียวกัน ภายใต้สภาวะแวดล้อมต่างกัน อาจตกผลึกรูปร่างต่างกัน บางครั้งพบว่าแม้ในจุดเดียวกัน ผลึกที่เกิดขึ้นในตอนแรกๆ มีรูปร่างต่างจากผลึกที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่อมา หรือเกลือที่ตกผลึกโดยมีรูปร่างแบบหนึ่งแล้ว เมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เกลือนั้นๆ จะตกผลึกใหม่ และมีรูปลักษณ์แตกต่างไปจากเดิม เพราะฉะนั้นการดูรูปร่างของผลึกที่ปรากฏบนวัสดุก่อสร้าง ไม่อาจบอกได้ว่าเป็นเกลือชนิดใด

จากการสังเกตการโตของผลึกเกลือ พบว่า ผลึกที่เกิดขึ้นที่วัสดุก่อสร้างซึ่งอิ่มตัวด้วยสารละลายอิ่มตัวของเกลือนั้นๆ เกลือที่เกิดขึ้นมีลักษณะ isometric

ผลึกเกลือที่เกิดขึ้นมักอยู่รวมกันเป็นกระจุกหรือเป็นคราบหนาๆ บนผิววัสดุก่อสร้าง หรือภายในรูพรุนของวัสดุก่อสร้าง มักพบบ่อบนวัสดุก่อสร้างที่ขึ้นแฉะ เช่น ผนังที่ขึ้นจากความชื้นจากใต้ดิน (rising damp) ส่วนที่มีอัตราการระเหยต่ำ เช่นส่วนที่อยู่ในที่ร่ม หรือผนังภายในอาคาร และมักพบบนส่วนล่างของผนังมากกว่าส่วนบนที่อยู่สูงขึ้นไป ทั้งนี้เพราะผนังด้านล่างมักชื้นกว่าด้านบน แต่ถ้าความชื้นมากเกินไปก็จะไม่พบผลึกเกลือ เพราะความชื้นสูงทำให้ไม่เกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (supersaturated) เกลือไม่สามารถตกผลึกลงมาได้ การตกผลึกจะเริ่มขึ้นต่อเมื่อ วัสดุเริ่มแห้ง น้ำจะระเหยออกไป ทำให้สารละลายของเกลือมีความเข้มข้นสูงขึ้นทีละ



ภาพตัดขวางของอิฐที่พบผลึกเกลือ

ผลึกเกลือรูปแท่งบนผิวของอิฐ
ถ่ายโดยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
ที่กำลังขยาย 16 เท่า

น้อยๆ จนถึงจุดอิ่มตัวยิ่งยวด เกลือจึงเริ่มตกผลึกลงมา ถ้าอัตราการระเหยไม่สูงมากเกินไป เกลือจะตกผลึกได้ผลึกที่มีรูปร่างแบบ isometric

เมื่อวัสดุก่อสร้างเริ่มแห้งขึ้น (แต่ยังชื้นอยู่) จะพบผลึกเกลือลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ หรือคล้ายขุยนหรือเส้นบนผิวนอกสุดของวัสดุ อาจอยู่บนกระจุกเกลือที่เกิดขึ้นตอนแรกๆ บนผิวที่เกือบแห้งจะพบผลึกแบบนี้มากขึ้น ขนาดของผลึกจะเล็กและบางกว่าผลึกที่พบบนผิวที่ยังไม่แห้ง ลักษณะของผลึกจะเป็นเส้นเล็ก ๆ ยาวๆ คล้ายเส้นผม เป็นเส้นตรงหรือโค้งงอเล็กน้อย ผลึกแต่ละเส้นมีลักษณะเป็นผลึกเดี่ยว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ไมโครเมตร ถึง 10 ไมโครเมตร ความยาวประมาณ 1 ซม. หรือมากกว่า ผลึกจะยังเล็กและบางมากเมื่ออัตราการระเหยไม่สูงมาก วัสดุก่อสร้างขึ้นเพียงเล็กน้อย และผิวของวัสดุก่อสร้างมีความหนาแน่นสูง

เช่นผนังที่ทาสี หรือฉาบปูนซีเมนต์ ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการระเหยที่ผิวสูง วัสดุก่อสร้างค่อนข้างชื้น และผิวของวัสดุก่อสร้างพรุน ผลึกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดใหญ่ และหนากว่า

จากการสังเกตการโตของผลึกเกลือบนวัสดุก่อสร้างที่มีเนื้อพรุน เช่น อิฐ กระเบื้องดินเผา พบว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 32% สารละลายของเกลือส่วนใหญ่ตกผลึกเป็นผลึกเล็กๆ อยู่รวมกันเป็นกระจุกหรือเกาะติดกันเป็นแผง และต่อมาเมื่อวัสดุแห้งลงเรื่อยๆ จะมีการตกผลึกเป็นผลึกเล็กๆ รูปร่างเป็นแท่งๆ หรือคล้ายเส้นผม ดังจากกับผิวของวัสดุและมักมีผลึกเล็กๆ รูปเข็มแทรกปนอยู่ด้วย การตกผลึกจะใช้เวลาน้อยมาก และจะพบเกลือมาก สภาวะเช่นนี้เกิดขึ้นมากในฤดูร้อน ซึ่งอากาศร้อนและแห้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนวัสดุก่อสร้างหรือโบราณสถานส่วนที่รับแดดและลมมากกว่าส่วนอื่นๆ

แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 69% จะไม่ค่อยพบผลึกแบบ isometric และผลึกแบบแท่งอยู่บนผิว เพราะในสภาวะเช่นนั้นจะไม่เกิดการอิ่มตัวยิ่งยวด

จากผลการสำรวจพบว่า ผลึกเกลือที่มักพบบนโบราณสถานมีได้ทุกแบบที่กล่าวมาข้างต้น ผลึกแบบ isometric มักพบภายในช่องว่างหรือรูพรุนภายในเนื้อวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอิฐ จะเห็นได้ชัดที่สุด ส่วนผลึกรูปเข็มหรือรูปแท่งมักพบบนผิวนอกสุดของวัสดุก่อสร้าง ส่วนที่หันรับแดดและลม

จะเห็นได้ว่าเกลือและความชื้นต่างก็มีบทบาทต่อการเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างเท่าเทียมกันอย่างไม่สามารถแยกจากกันได้เด็ดขาด และมักพบปรากฏการณ์ดังกล่าวควบคู่กันเสมอ ถ้ามีเกลืออยู่โดยปราศจากความชื้น เกลือก็จะเคลื่อนที่ไม่ได้ ไม่สามารถก่อให้เกิดปัญหา ถ้ามีเพียงความชื้นแต่ปราศจากเกลือ วัสดุก่อสร้างคงไม่ผุพังอ่อนยุ่ยถึงระดับนี้

ความชื้นที่เคลื่อนที่อยู่ในวัสดุก่อสร้าง ส่วนหนึ่งมาจากน้ำฝน ซึ่งจะแทรกซึมเข้าไปในวัสดุก่อสร้างและในดินรอบๆ โบราณสถาน น้ำฝนที่แทรกซึมเข้าไปสะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้างมีบทบาทน้อยกว่าน้ำฝนที่แทรกซึมลงไปสะสมอยู่ในดิน กลายเป็นน้ำใต้ผิวดิน เพราะน้ำฝนที่แทรกซึมอยู่ในเนื้อวัสดุก่อสร้างจะระเหยไปหลังจากฝนหยุดตก แต่น้ำใต้ผิวดินระเหยได้ช้ามาก จึงแทรกซึมขึ้นไปในวัสดุก่อสร้างโดยผ่านทางรูพรุนเล็กๆ ในเนื้อวัสดุก่อสร้าง ในขณะที่เดียวกันก็ละลายเอาเกลือที่มีอยู่ในดินขึ้นไปสะสมอยู่ในเนื้อวัสดุอีกด้วย การที่น้ำใต้ดินจะสามารถแทรกซึมขึ้นไปในผนังโบราณสถานได้สูงเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

1. ระดับน้ำใต้ผิวดิน
2. ความพรุนของวัสดุก่อสร้าง
3. พื้นที่ที่มีการระเหย
4. อัตราเร็วในการระเหย

ในที่ราบลุ่ม หรือในที่ใกล้แม่น้ำ ลำคลอง ระดับความสูงที่น้ำใต้ดินจะแทรกซึมขึ้นไปในผนังโบราณสถานอยู่ระหว่าง 2-3 เมตร น้ำจากใต้ผิวดินจะแทรกซึมขึ้นมาในผนังจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถซึมขึ้นไปสูง กว่านี้ อัตราการระเหยของน้ำที่จุดนี้จะสูงกว่าจุดอื่นๆ แต่ถ้าบนผนังของโบราณสถานมีเครื่องกีดขวางการระเหย เช่น มีการฉาบปูนซีเมนต์ หรือประดับกระเบื้องเคลือบ หรือหินอ่อน ความชื้นไม่สามารถระเหยออกจากผนังเหล่านี้ได้ จึงซึมขึ้นไปเรื่อยๆ และจะไประเหยตรงจุดที่ผนังมีความโปร่งพรุนพอที่จะยอมให้น้ำระเหยผ่านออกไปได้ เพราะฉะนั้นบางครั้งพบว่าในบางอาคาร ความชื้นจากใต้ดินสามารถซึมขึ้นไปถึงชั้นสองของอาคารก็มี

โบราณสถานในกรุงเทพมหานครธนบุรี และโบราณสถานอื่นๆ ที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ จะประสบปัญหาดังกล่าวมากที่สุด เพราะในพื้นที่ดังกล่าวระดับน้ำใต้ผิวดินมีค่าต่ำมาก ในฤดูแล้ง ระดับน้ำใต้ผิวดินอยู่ระหว่าง 1-1.5 เมตร ส่วนในฤดูฝน ช่วงที่มีฝนตกชุกหรือช่วงที่มีน้ำหลากหรือน้ำทะเลหนุน ระดับน้ำใต้ผิวดินจะอยู่ที่เดียวกับผิวดิน หรือในกรณีที่เกิดน้ำท่วมขัง ระดับน้ำใต้ผิวดินจะสูงกว่าผิวดิน ทำให้น้ำใต้ดินสามารถแทรกซึมขึ้นไปในผนังอาคารสูงมาก แม้แต่อาคารสมัยใหม่ก็พบปรากฏการณ์เช่นนี้ด้วย การอนุรักษ์โบราณสถานจะไม่ประสบความสำเร็จ ถ้าไม่มีการแก้ปัญหาที่เกิดจากเกลือและความชื้นไปพร้อมๆ กัน

ความพรุนของวัสดุก่อสร้างเป็น

ปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผุเปื่อยดังกล่าว หากโบราณสถานประกอบด้วยวัสดุก่อสร้างหลายชนิดผสมกัน เช่น อิฐที่สอและฉาบด้วยปูนซีเมนต์ ผนังที่ประดับปูนปั้น กระเบื้องเคลือบ หินอ่อน หินขัด ฯลฯ น้ำจะแทรกซึมเข้ามากระหน่ำผิวของวัสดุก่อสร้างที่พูนได้มากกว่าวัสดุก่อสร้างที่มีความหนาแน่นสูงมาก เพราะฉะนั้นเกลือจึงมาสะสมในเนื้อวัสดุก่อสร้างที่พรุนกว่าได้มากกว่า และทำให้วัสดุส่วนนั้นผุเปื่อยไปในที่สุด ส่วนวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น หินอ่อน กระเบื้องเคลือบ หินขัด ปูนซีเมนต์ ฯลฯ จะยังคงสภาพแข็งแรง ตัวอย่างที่พบเสมอๆ คือ การที่ปูนฉาบและภาพจิตรกรรมฝาผนังในวัดวาอารามต่างๆ ผุเปื่อยหลุดร่วงออกไปเป็นแถบๆ ตามแนวระดับที่ความชื้นจากใต้ดินแทรกซึมขึ้นมา

ปรากฏการณ์เช่นนี้ พบมากบนโบราณสถาน ที่ผ่านการบูรณะซ่อมแซมในอดีต โดยการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นปูนก่อแทนปูนขาวซึ่งเคยใช้กันมาแต่โบราณ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นและแข็งกว่าอิฐ ปูนขาว ปูนปั้น และหินทรายมาก ความชื้นจึงมักจะระเหยที่ผิวของวัสดุเหล่านี้ที่พรุนกว่า ทำให้มีเกลือมาสะสมมาก ทั้งที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุดิบที่ใช้ในการผลิต และเกลือที่เติมลงไปในช่วงกระบวนการผลิต เช่น เกลือยิบซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ใช้ผสมในปูนซีเมนต์เพื่อหน่วงเหนี่ยวให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวช้าลง จะได้มีเวลาในการปฏิบัติงานมากขึ้น

เกลือที่ละลายน้ำได้เหล่านี้ จึงละลายอยู่ในปูนซีเมนต์ขณะผสมปูนกับน้ำ สารละลายของเกลือเหล่านี้จึงแทรกซึมเข้าไปในเนื้ออิฐ หิน ปูน ฯลฯ ได้อย่างรวดเร็วในระหว่างการก่อหรือฉาบ ทำให้อิฐหรือหิน ส่วนที่อยู่ใกล้กับปูนซีเมนต์มี เกลือที่ละลายน้ำได้สะสมอยู่มากกว่า ส่วนอื่นๆ จึงผุเปื่อย

อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ปูนซีเมนต์ยังคงสภาพแข็งแรงดี

เกลือที่พบมากบนโบราณสถาน ได้แก่ gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) halite (NaCl) thenardite (Na_2SO_4) calcite (CaCO_3) mirabilite ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

เกลือที่พบบ้างเล็กน้อยบนโบราณสถาน ได้แก่ hexahydrate ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) epsomite ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) darapskite ($\text{Na}_3(\text{NO}_3)\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) sodanitrite (NaNO_3) และ bloedite ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$)

การที่เกลือบนโบราณสถานจะเป็นชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับ

1. องค์ประกอบของวัสดุก่อสร้าง
2. สภาพแวดล้อม

โบราณสถานที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเลหรืออยู่ในที่ที่น้ำทะเลท่วมถึง มักพบเกลือแกงหรือ NaCl อยู่ด้วยเสมอเกลือ NaCl จะปะปนอยู่ในดินทำให้เกิดปัญหาดินเค็ม และปะปนอยู่ในบรรยากาศในรูปของละอองไอน้ำที่มีเกลือละลายอยู่ เกลือ NaCl จึงมาสะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้าง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ วัดชลธาราสีงเห ซึ่งตั้งอยู่ริมแม่น้ำ อำเภอดงไกรทิพย์ จังหวัดนราธิวาส แม่น้ำดังกล่าวเป็นปากแม่น้ำที่อยู่ใกล้ทะเล น้ำในแม่น้ำเป็นน้ำเค็ม ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์พบว่า มีคลอไรด์สูงถึง 15,000 มก./ลิตร ในขณะที่น้ำทะเลมีปริมาณคลอไรด์ 16,250 มก./ลิตร เมื่อวัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำในแม่น้ำนั้น พบว่ามีค่า 8,500 mhos/cm ในขณะที่น้ำกลั่นมีค่าความนำไฟฟ้า 50 น้ำประปา 270 น้ำทะเล 8,600

โบราณสถานหลายแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีเกลือ NaCl สะสมอยู่มากเช่นกัน เพราะบริเวณที่ราบสูงโคราชตั้งอยู่บนแหล่งเกลือสินเธาว์ มีโรงงานผลิตเกลือ



ปราสาทหินพิมายตั้งอยู่บนแหล่งเกลือสินเธาว์

สินเธาว์อยู่บริเวณใกล้เคียงโบราณสถานหลายโรงงาน เกลือสินเธาว์ประกอบด้วยเกลือ NaCl มากกว่า 90% เพราะฉะนั้น ปราสาทหินพิมาย และปราสาทหินพนมวัน กำลังประสบปัญหาที่เกิดจากการผุเปื่อยของหินทราย ผลการวัดค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายของดินใกล้ปราสาทหินพนมวัน พบว่ามีค่าสูง ระหว่าง 5,000-5,700 mhos/cm ส่วนที่ปราสาทหินพิมาย ไม่ได้ทำการวัด แต่สามารถรู้สึกได้ง่าย เนื่องจากน้ำประปาและน้ำในแหล่งน้ำทุกแห่งในอำเภอพิมายมีรสเค็ม

โบราณสถานที่ตั้งอยู่ใกล้ชุมชน มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้สูงและประกอบด้วยเกลือหลายชนิด เพราะนอกจากจะมีเกลือที่เป็นองค์ประกอบของดินแล้ว ยังมีเกลืออื่นๆที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งที่มีชีวิตอีกมากมาย จึงมีโอกาสพบเกลือชนิดแปลกๆหลายชนิด

ปรากฏการณ์นี้จะรุนแรงยิ่งขึ้น ถ้าโบราณสถานดังกล่าวตั้งอยู่ริมแม่น้ำ ลำคลอง หรือแหล่งน้ำอื่นๆ ระดับน้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวจะสูงมาก และมักแปรเปลี่ยนขึ้นๆลงๆ ตลอดเวลาตามอิทธิพลของกระแสน้ำ และระดับน้ำทะเล ทำให้เกิดการชำรุดผุเปื่อยเป็นบริเวณกว้างกว่าโบราณสถานที่อยู่ห่างไกลแม่น้ำ ลำคลอง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ วัดวาอารามเก่าๆ บริเวณริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และลำคลองต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร ธนบุรี นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ฯลฯ จะปรากฏอาการดังกล่าวทุกแห่ง เกลือที่มักพบบนโบราณสถานเหล่านี้ มักเป็น ยิบซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) แคลไซต์ (CaCO_3) thenardite (Na_2SO_4) และ hexahydrate ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

ส่วนเกลือโซเดียมไนเตรต (NaNO_3) พบบ้างในวัดสุโขทัยสร้างบนโบราณสถานบางแห่งโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

โบราณสถานที่อยู่ใกล้ชุมชน หรือโบราณสถานที่มีคน และค่างควาอาศัยอยู่มาก สิ่งปฏิญจากแหล่งชุมชนและจากมูลนกและค่างควา มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกลือไนเตรต แบคทีเรียหลายชนิดสามารถเปลี่ยนไนโตรเจนไปเป็นเกลือไนเตรตได้ โบราณสถานที่พบเกลือโซเดียมไนเตรตมากเป็นพิเศษ คือ วัดศรีชุม ต.เมืองเก่า อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย พบว่า อิฐและปูนก่อสร้างมณฑปวัดศรีชุมชำรุดผุเปื่อยเป็นจำนวนมาก แม้จะทำการบูรณะซ่อมแซมเรียบร้อยแล้ว แต่อิฐและปูนก่อส่วนนั้นก็ยังคงชำรุดผุเปื่อยตามแนวเดิม จากการสำรวจโดยละเอียดพบว่าอิฐบนผนังมณฑปด้านขวามือขององค์พระอจนะชำรุดผุเปื่อยมากกว่าอิฐบนผนังด้านซ้ายมือ เหตุที่เป็นเช่นนี้ เป็นเพราะในผนังด้านขวามือ เป็นอุโมงค์เล็กๆ มีบันไดทอดขึ้นไปถึง

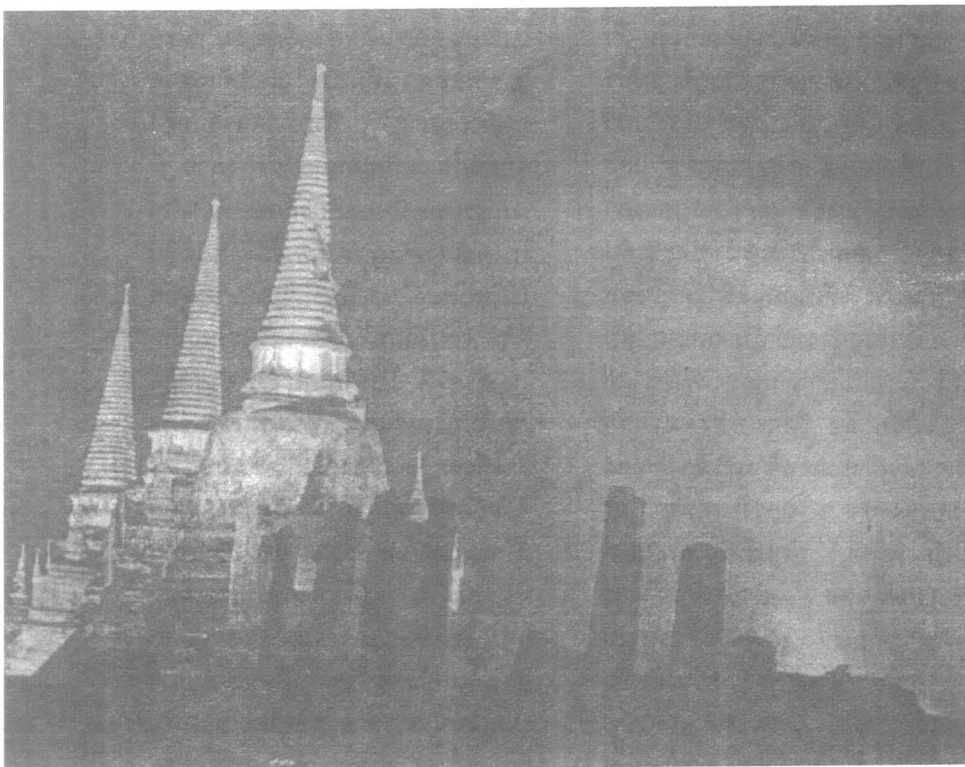
ความสูงระดับเคียวขององค์พระอจนะ
อุโมงค์ดังกล่าวเป็นที่อยู่อาศัยของนก
และค้างคาวจำนวนมาก จนสามารถ
ได้กลิ่นปัสสาวะและมูลค้างคาวอย่าง
ชัดเจน มูลค้างคาวเป็นปุ๋ยที่ดีของพืช
ทั้งหลาย จนกลายเป็นสินค้าทำเงิน
ได้ดี ในมูลของค้างคาวที่กินพืชเป็น
อาหาร มีไนโตรเจน 1.9-2% ส่วนมูล
ของค้างคาวชนิดที่กินสัตว์เป็นอาหาร
ประกอบด้วยไนโตรเจน 3-10% นี่คื
สาเหตุที่ทำให้พบเกลือในเตรตบนผนัง
มณฑปวัดศรีชุมมากเป็นพิเศษ

นอกจากนี้ยังพบเกลือชนิด
อื่นๆ บนผนังวัดศรีชุมอีกด้วย ได้แก่
แคลไซต์ (CaCO_3) และ NaCl และ
ในปัจจุบันได้พบเกลือมากขึ้นกว่า
เดิม กล่าวคือ พบเกลือยิบซัม
($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) และ thenardite
(Na_2SO_4) ด้วยเนื่องจากในการบูรณะ
วัดศรีชุมเมื่อประมาณ 8-9 ปีที่แล้ว

ได้มีการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
จำนวนมากในการก่ออิฐและเสริม
สร้างความมั่นคงแข็งแรงของผนัง
มณฑปด้วยการอัดฉีดน้ำปูนเข้าไป
ตามช่องว่างและรูโพรงของผนัง ทำ
ให้เกิดเกลือยิบซัมและ thenardite
เพิ่มขึ้น

เกลือ hexahydrate และ
epsomite อาจเกิดจากการที่ใช้น้ำ
ขาวที่มีแมกนีเซียมปะปนอยู่ เช่น
อาจใช้น้ำขาวที่ได้มาจากการเผาหิน
ปูนโดโลไมต์ ซึ่งเป็นหินปูนที่มี
แมกนีเซียมคาร์บอเนตกับแคลเซียม
คาร์บอเนตอยู่ร่วมกัน เมื่อแมกนีเซียม
คาร์บอเนตทำปฏิกิริยากับสารละลาย
ที่มีซัลเฟตจะได้แมกนีเซียมซัลเฟต ที่
มีน้ำผลึกต่าง ๆ กัน ที่พบบ่อยเป็น
hexahydrate ซึ่งมีน้ำผลึก 6 โมเลกุล
และ epsomite ซึ่งมีน้ำผลึก 7 โมเลกุล

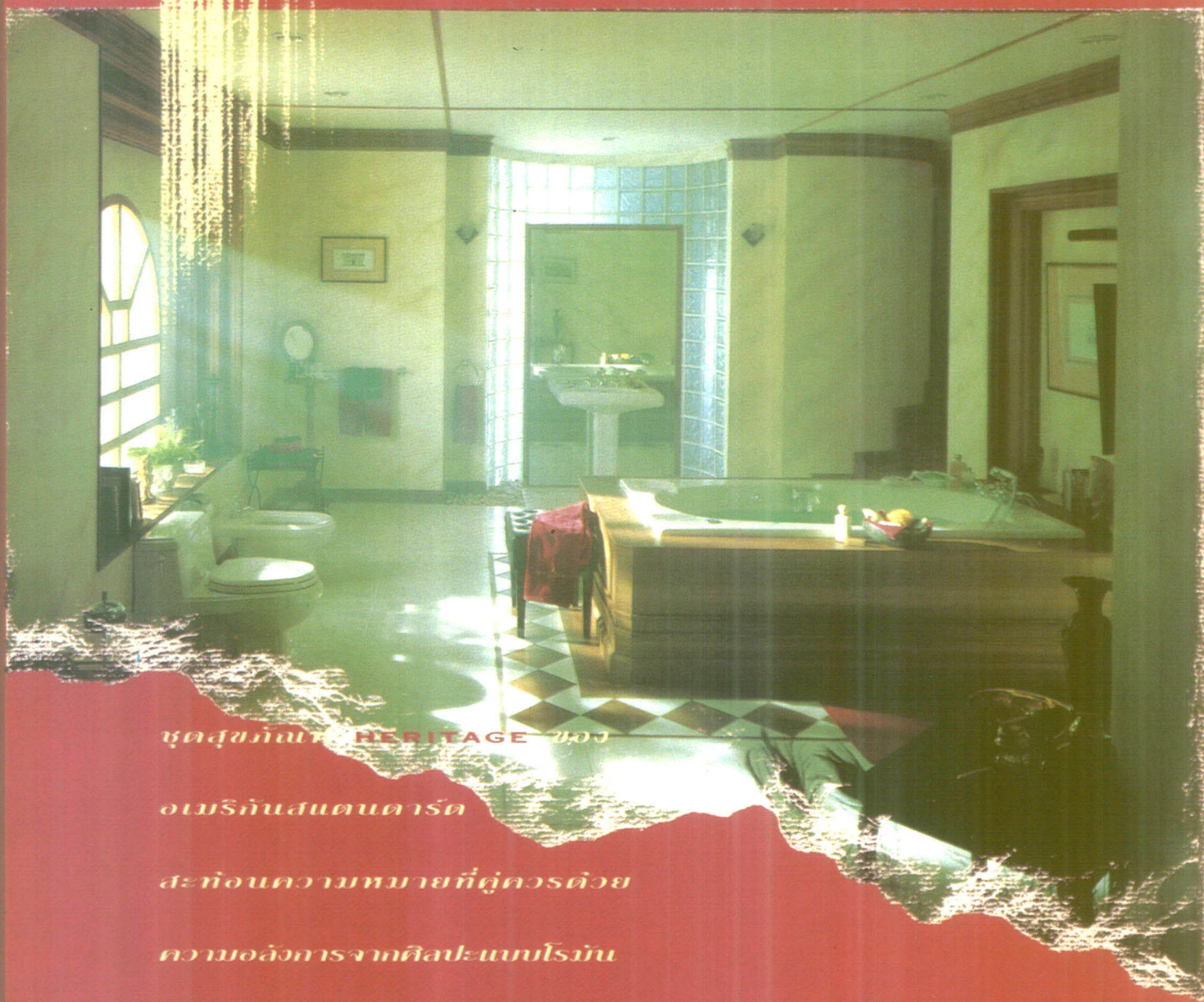
ข้อมูลเหล่านี้ ช่วยให้ความ
กระจ่างเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้วัสดุ
ก่อสร้างชำรุดผุเปื่อย ว่าเกิดจากการ
กระทำของเกลือและความชื้น มิใช่
เกิดจากการที่วัสดุก่อสร้างนั้นๆ หมด
สภาพหรือหมดอายุไปโดยตัวของมัน
เองตามความเชื่อของช่างในอดีต.





ทรู

ทุกชิ้นชุด วาววับ สะท้อนความเป็นคุณ



ชุดสุขภัณฑ์ **HERITAGE** ของ

อเมริกันเซนตเนดาร์ต

สะท้อนความหมายที่คู่ควรด้วย

ความอลังการจากศิลปะแบบโรมัน

และชมชุดสุขภัณฑ์ที่แบบต่างๆ

ได้ที่โชว์รูม อเมริกันเซนตเนดาร์ต

อาคารปิยะธานี สุขุมวิท 18

และชั้น 5 เวิลด์เทรดเซ็นเตอร์

*American
Standard*

NO. 1 OF SANITARYWARE



วีริยะประกัน บริสุทธิ์ และ สิ่งแวดล้อมที่ดี
ย่อมเป็นหลักประกันแห่งคุณภาพชีวิตของคนในสังคม



ป่าดงดิบเขา

ป่าดงดิบเขาเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ระดับสูงเกินกว่า ๑,๒๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเล ซึ่งเป็นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นและความชื้นสูงตลอดทั้งปี ทำให้ป่าชนิดนี้มีมอสส์ และเฟินขึ้นปกคลุมพื้นดินและไม้ใหญ่อย่างหนาแน่น

ป่าดงดิบเขาเป็นป่าที่มีความงาม เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ป่าหลากหลายชนิด และเป็นป่าต้นน้ำลำธารที่สำคัญยิ่ง เช่น ป่าบริเวณยอดดอยอินทนนท์ ดอยม่อนจอง และดอยภูหลวง เป็นต้น



วีริยะประกันฯ สนับสนุนการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี
เพื่อครอบครัวและลูกหลานของคุณในอนาคต

วีริยะประกันฯ
สร้างความมั่นคงมานานกว่า 40 ปี



สำนักงาน บริษัทวีริยะประกันฯ จำกัด ๑๒๔๒ อาคารวีริยะพานิช ถนนกรุงเกษม เขตป้อมปราบฯ กรุงเทพฯ ๑๐๑๐๐ โทรศัพท์ ๒๒๓-๐๘๕๑, ๒๒๓-๐๙๙๖, ๒๒๔-๐๐๕๙ โทรสาร ๒๒๔-๙๘๙๖

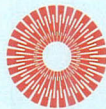
ขอแสดงความยินดี
เนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปี สถาปนา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี
จาก



บริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด (มหาชน)

ELECTRICITY GENERATING PUBLIC COMPANY LIMITED



บริษัท ผลิตไฟฟ้าระยอง จำกัด

RAYONG ELECTRICITY GENERATING COMPANY LIMITED

“ผลิตพลังงานไฟฟ้า พัฒนาเศรษฐกิจไทย”

444 อาคารโอลิมเปียทาวเวอร์ ถนนรัชดาภิเษก สามเสนนอก ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร. 513-2330 โทรสาร : 513-7335-6
444 Olympia-Thai Tower, Ratchadapisek Road, Samsennok, Huaykwang, Bangkok 10310 Tel. 513-2330 Fax : 513-7335-6



NIPSON MAGNETOGRAPHY SECURITY PRINTER

- เครื่องพิมพ์ชนิดผงหมึกแบบ Magnetic toner
- ความเร็ว 110,450 และ 700 หน้าต่อนาที (PPM)
- ความละเอียดในการพิมพ์ 240 X 240 จุดต่อตารางนิ้ว (DPI)
- ใช้กับกระดาษชนิดต่อเนื่อง หรือม้วนกลม
- ใช้กระดาษขนาด 6.5 นิ้ว - 20.5 นิ้ว
- สามารถใช้พิมพ์งานแบบ Security Printing ได้เพราะชุดลบหรือแก้ไขได้ยาก
- INTERFACE มีทั้งแบบ DATAPRODUCTS, CENTRONIC และ ETHERNET
- สามารถเชื่อมต่อได้กับ DEC, IBM, NCR, UNISYS, TANDEM, PC-LAN และ UNIX
- ใช้วิธีการพิมพ์แบบ Magnetography

บริษัท กนกสิน เอ็กซ์พอร์ต อิมพอร์ต จำกัด

522 สี่แยกสะพานควาย ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
KANOKSIN EXPORT IMPORT CO., LTD.

522 Sapankwai Square, Phaholyothin Rd. Phayathai Bkk. 10400 Thailand.
Tel. 2710598, 2710639, 2795647-8 Fax: (662) 2714993, 2784553

NIPSON
Printing Systems



บริษัท เอเชียอูมินัม แอนด์กลาส จำกัด
บริษัท เอเชียอูมินัม (1988) จำกัด
บริษัท เอเชียโรลลิง จำกัด

รับออกแบบพร้อมติดตั้ง

งานอูมินัมเนียมและกระจก

CURTAIN WALL, SKY LIGHT, FOUR SIDE AND TWO-SIDE UNITIZE SYSTEM

31/8 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 591-3577 (อัตโนมัติ 9 สาย) โทรสาร 580-4570

ผลิตอาหารทะเลส่งออก ผลิตอาหารทะเล จำหน่ายในประเทศ

บริษัท
ได้รับการส่งเสริมการลงทุน



จากคณะกรรมการ
ส่งเสริมการลงทุน (BOD)

ดำเนินการผลิตสินค้าขึ้นมา 3 ชนิด ได้แก่ ปลาทูน่า ต้มสุก แช่แข็ง ปลาแล่เนื้อ แช่แข็ง
และอาหารแมวกระป๋อง ผลิตภัณฑ์ใหม่ กุ้งแช่แข็ง



THAI UNION FROZEN PRODUCTS PUBLIC COMPANY LIMITED

Head office : 72/1 Moo 7 Sethakit 1 Road, Tambon Tarsai, Amphuer Muang, Samutsakon, Thailand
Tel : (034) 425868, 425882, 425877, 421944, 421870 Fax : (034) 422066

BRANCH : 26 Yukol 1 Road Suan Mali Bangkok 10100, Thailand Tel : 2230111-3, 2249850-9
Fax : (662) 2265902, 2243846, 2240874 Telex : 20882, 82005 TUCO TH

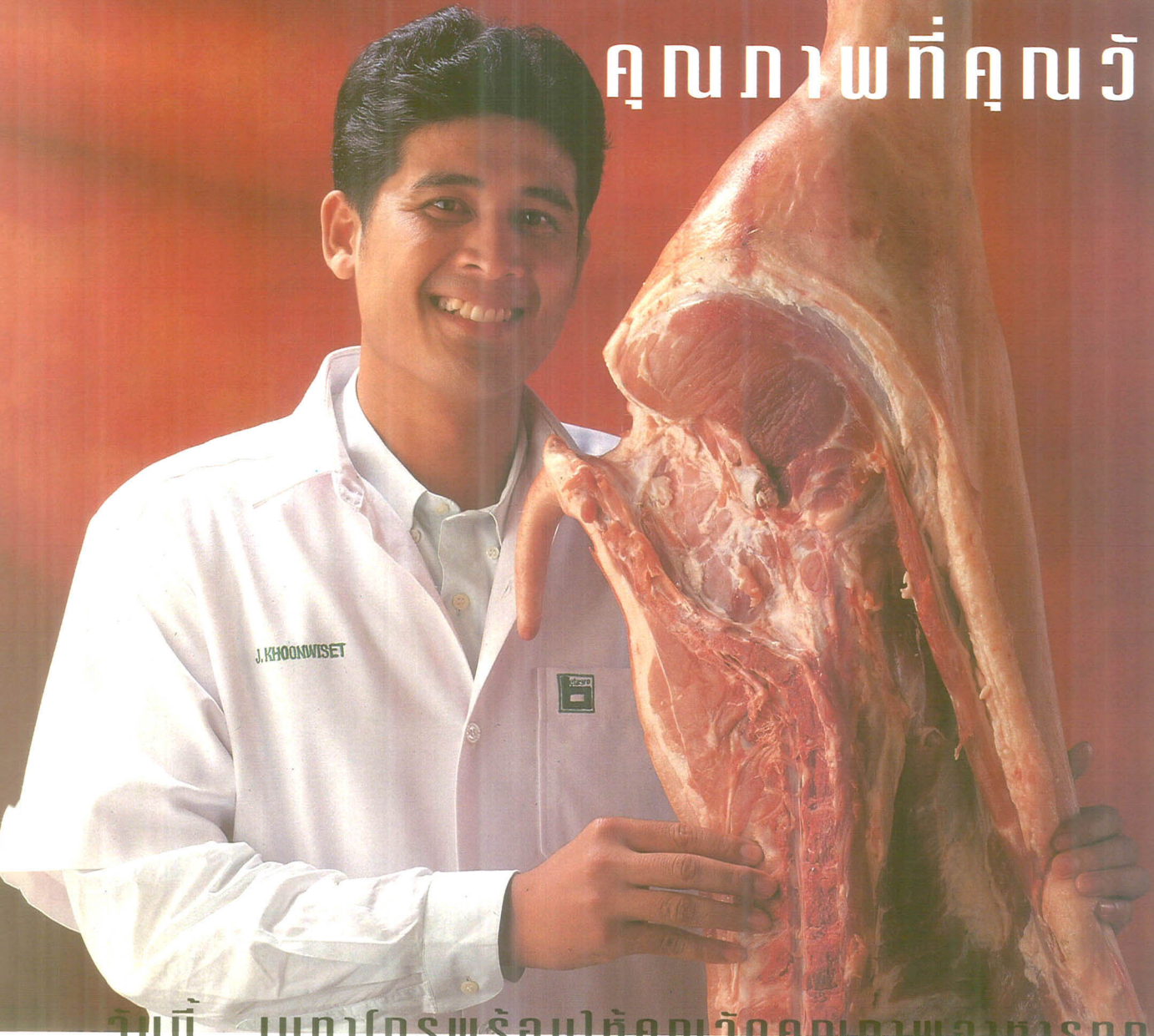
กว้างไกลในบริการ

ด้วยความจริงใจ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา
ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)
มุ่งมั่นพัฒนาบริการและบุคลากร
เพื่ออำนวยความสะดวก รวดเร็ว ทันสมัย
ในบริการที่กว้างไกล เชื่อมโยงสาขาทุกจุดทั่วประเทศ
โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ลูกค้าจะได้รับ
ด้วยบริการที่อบอุ่นและเป็นกันเอง
บนรากฐานที่เป็นปึกแผ่นอันมั่นคง



ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)
ปักแผ่นเป็นกันสาร บริการเป็นกันเอง

อาหารเบทาโกร คุณภาพที่คุณวัดได้



วันนี้...เบทาโกรพร้อมให้คุณวัดคุณภาพอาหารทุกถุง



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



บริษัท เบทาโกร จำกัด
บริษัท เบทาโกรอาหารสัตว์ จำกัด

1-7 ถนนยุค 2 สวนมะลิ ป้อมปราบฯ กรุงเทพฯ 10100
โทร. 223-1371-9, 226-0045
แฟกซ์. 225-7971, 224-7049, 224-3859



ช่วยกันส่งต่อความใสสะอาด

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

จากวันนี้... สะอาดจากคุณถึงคนรุ่นต่อไป เพียงเริ่มต้นจากการบำบัดน้ำที่ใช้แล้วให้สะอาดก่อนระบาย ลงสู่แหล่งน้ำ ถึงบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป AQUA SYSTEMS ให้คุณควบคุมคุณภาพ น้ำทุกหยดด้วยเทคโนโลยีที่เปี่ยมความรับผิดชอบต่อ ~ AQUA SEPT เป็นถังกรองสำหรับบำบัดน้ำเสียจากส้วม ในที่พักอาศัยทั่วไป โดยใช้ร่วมกับ AQUA FILTER หรือถังกรองไร้อากาศ เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่สะอาดตาม มาตรฐานชุมชนก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำได้โดยปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม AQUA PAC ถึงบำบัดน้ำเสีย ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งถังกรองและถังกรองไร้อากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียจากทุกส่วนของ อาคารภายในถังใบเดียว และอีกหลากหลายผลิตภัณฑ์สำหรับคุณผู้ใส่ใจในคุณภาพน้ำ

สู่ วัน ห นั น



ระบบบำบัดน้ำเสีย **AQUA SYSTEMS** เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพน้ำ

บริษัท อควาซิสเต็มส์ จำกัด 99/169 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ (02) 589-9717 (5 สายอัตโนมัติ) แฟกซ์ (662) 580-2357

ตัวแทนต่างจังหวัด บริษัท เชียงใหม่อควาซิสเต็มส์ จำกัด โทรศัพท์ (053) 212-137, 212-237 แฟกซ์ (053) 217-319 บริษัท ยู.ที. อควาซิสเต็มส์ จำกัด (อุดรดิตถ์) โทรศัพท์ (055) 412-412

บริษัท นครอควาซิสเต็มส์ จำกัด (นครศรีธรรมราช) โทรศัพท์ (075) 342-232, 01-956-2090 บริษัท เซาท์เทอร์นอควาซิสเต็มส์ จำกัด (สงขลา) โทรศัพท์ (074) 246-904 ต่อ 18 แฟกซ์ (074) 239-230

หจก. กูเก็ควอเตอร์ฟพลาย โทรศัพท์ (076) 215-681, 225-164-5 แฟกซ์ (076) 223-388

เคียงคู่กับสังคมไทย ก้าวไปกับการพัฒนาประเทศ



ค วามยิ่งใหญ่ของงานก่อสร้าง
ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดเล็กหรือ
ใหญ่ หากแต่ประโยชน์อัน
พึงมีต่อผู้รับต่างหากที่จะ
เป็นตัวกำหนดถึงคุณค่านั้นๆ

ชลประทานซีเมนต์มีความภาค
ภูมิใจที่มีส่วนในการสร้างงานที่มีคุณค่า
ต่อชุมชน ร่วมสานต่อรอยยิ้มหนึ่งไป
สู่อีกรอยยิ้มหนึ่ง ร่วมพัฒนาชาติ ...
พัฒนาสังคมของเรา



บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)

2974 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทร. 318-7111 แฟกซ์ 318-3469

วิทยาศาสตร์กับการอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมของชาติ



สุภาพ อัจฉริยศรีพงษ์ และ นฤมล รื่นไวย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จดุจกร กทม. 10900

บทสัมภาษณ์

นางจิราภรณ์ อรัญยะนาค
ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปปะโบราณวัตถุ
กองพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ
กรมศิลปากร

การอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมไทยไม่ว่าจะเป็นงานศิลปปะโบราณวัตถุ หรือโบราณสถานต่าง ๆ ที่ผ่านมามีการรณรงค์เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเข้ามามีส่วนในการอนุรักษ์กันอย่างแพร่หลาย โดยการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ขึ้นมา แต่จะมีสักกี่คนที่จะได้ทราบว่าสาเหตุของการเสื่อมโทรมของมรดกทางวัฒนธรรมดังกล่าวสืบเนื่องมาจากอะไร และในการทำงานอนุรักษ์มีอุปสรรค ความยากลำบากเพียงไหน และนักวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับศิลปปะและวัฒนธรรมไทยได้อย่างไร ซึ่งนับเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก และจาก

ข้อคิดเห็นของผู้ที่ทำงานด้านนี้โดยตรงอาจจะเป็นประโยชน์ในทางความคิดและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่บังเกิดผลอย่างจริงจังในอนาคตต่อไป



นางจิราภรณ์ อรัญยะนาค นำเสนอผลงานทางวิชาการในการเข้าร่วมประชุม เรื่อง Traditional Material and Techniques in Conservation ณ ประเทศญี่ปุ่น

ขอทราบถึงประวัติการก่อตั้งฝ่ายอนุรักษ์ศิลปปะโบราณวัตถุ

ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปปะโบราณวัตถุ กองพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ ได้เริ่มมีการก่อตั้งขึ้นเป็นครั้งแรกในปีพ.ศ. 2509 โดยได้รับความสนับสนุนจาก UNESCO (สำนักเลขาธิการคณะกรรมการแห่งชาติ ว่าด้วยการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ) ตอนแรก ๆ ก็เป็นเพียงห้องเล็ก ๆ ต่อมาก็ได้เงินทุนจาก UNESCO มาสร้างเป็นอาคาร 2 ชั้น หลังนี้ มีห้องปฏิบัติการ แล้วก็เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ

วัตถุประสงค์ในการก่อตั้งคืออะไร

งานหลักของฝ่ายนี้คือ การอนุรักษ์ศิลปปะโบราณวัตถุที่ชำรุดเสื่อมโทรม งานประเภทที่สองคือ ต้องทำการวิเคราะห์วิจัยหาองค์ประกอบโครงสร้าง ชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต หาสาเหตุของการเสื่อมสภาพ วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เหมือน

กับโรงพยาบาลที่มีห้องทดลองปฏิบัติการ มีอุปกรณ์พวกเอกซเรย์ กล้องจุลทรรศน์ไว้สำหรับตรวจ นอกจากนี้ จะทำงานให้แก่พิพิธภัณฑ์แล้ว ไม่เพียงแต่เฉพาะโบราณวัตถุเท่านั้น เรายังทำหน้าที่วิเคราะห์ วิจัยให้แก่ผู้ที่ทำงานอนุรักษ์โบราณสถานอื่น ๆ ด้วย และยังให้ความร่วมมือแก่หอสมุดแห่งชาติ เนื่องจากเราเป็นห้องทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ แห่งเดียวของกรมศิลปากร ซึ่งกรณีนี้ เราไม่ต้องทำการอนุรักษ์เอง แต่เราจะทำด้านวิจัยและทดสอบให้

มีการติดต่อร่วมมือกับพิพิธภัณฑ์ต่างประเทศบ้างหรือไม่

การติดต่อกับต่างประเทศ เรามีมากนะค่ะ เพราะว่างานด้านนี้เป็นสาขาใหม่ ซึ่งในประเทศไทยไม่มีที่ไหน เราต้องติดตามให้ทันความก้าวหน้าของโลก เพราะฉะนั้นจะต้องไปรับการฝึกอบรมจากต่างประเทศ ไปประชุม เสนอรายงานหรือสัมมนา เพื่อให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพราะฉะนั้นหน่วยงานของเราจริง ๆ แล้วก็ทำงานร่วมกับนานาชาติประเทศอยู่หลายอย่าง เช่น ที่ผ่านมาก็ได้จัดอบรมด้านการอนุรักษ์ศิลปะโบราณวัตถุให้แก่ประเทศในกลุ่มอาเซียน จัดมาแล้ว 10 ครั้ง สำหรับนักวิทยาศาสตร์ และภัณฑารักษ์ แบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ เช่น โลหะ วัตถุที่ได้จากใต้ทะเล อินทรีวัตถุ ผ้า

วิธีการที่ใช้ในการอนุรักษ์ปกติใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่หรือสมัยโบราณ

เราก็จะใช้ปนกันไป บางกรณีก็ใช้วิธีการแบบโบราณ แต่ก็ต้องใช้วิทยาศาสตร์เข้าไปตรวจว่าวิธีการนั้น ๆ ใช้ได้ไหม มีผลดี-ผลเสียอย่างไร หรือนำมาเปรียบเทียบ เช่น ถ้าเราจะใช้กาบโบราณกับกาบสังเคราะห์สมัย

ใหม่ ถ้าผลการวิจัยออกมาว่า กาบสังเคราะห์สมัยใหม่มีผลเสียมากกว่า เราก็จะใช้กาบโบราณ อย่างในการอนุรักษ์โดยทั่วไป เราจะใช้สารเคมีเป็นส่วนใหญ่ เช่น ตัวทำความสะอาด แม้บางครั้งเราจะบิดฝุ่นดูดฝุ่นผงออก แต่ก็ต้องใช้วิธีการทางเคมีด้วย เช่น ใช้แอลกอฮอล์ ตัวทำละลาย อินทรีวัตถุ หรือพวกสารซักฟอกบางชนิด เช่น ผ้าโบราณอยู่มาเป็น 100 ปี เราก็ต้องซัก และต้องหาสารซักฟอกที่เหมาะสมไม่ทำให้สีตก หรือเส้นใยโป่งพอง

เทคนิคต่าง ๆ นี้มีการค้นคว้าเองหรือถ่ายทอดจากต่างประเทศ

ใช้ทั้ง 2 อย่างประกอบกัน คือ วิชาความรู้ด้านนี้เราต้องได้จากต่างประเทศ ส่วนหนึ่งเป็นพื้นฐานแล้วเราก็มาพัฒนาของเราเองด้วย เพราะปัญหาของเราอาจแตกต่างไปจากต่างประเทศ วัสดุของเราอาจไม่เหมือนของเรา เราก็ต้องพัฒนาของเราเอง มีวิธีการแตกต่างกันไป เช่น



จิตรกรรมของต่างประเทศจะมีแต่สีน้ำมันหรือ fresco แต่ของบ้านเราจะเป็นสีฝุ่น ซึ่งเราจะนำความรู้จากต่างประเทศมาใช้แทนที่ไม่ได้ ต้องทำวิจัยก่อน

การซ่อมแซมอนุรักษ์ต้องศึกษาถึงต้นกำเนิดหรือไม่

ก็ต้องศึกษาบ้าง แต่ไม่ถึงกับทุกชิ้น เพราะถ้ามาครั้งหนึ่ง 100 ชิ้น เป็นของประเภทเดียวกัน เราก็พอสันนิษฐานได้ว่ามาจากสมัยเดียวกัน

วัตถุที่มีมาให้อนุรักษ์ส่วนมากมาจากไหน

หนึ่งก็เป็นของที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์ สองได้จากการขุดค้นแล้วนำเข้ามา พิพิธภัณฑ์ สามมีคนบริจาคเข้ามา และสี่เราทำการอนุรักษ์ให้แก่หน่วยงานอื่นที่มีโบราณวัตถุอยู่ เช่น สำนักพระราชวัง พิพิธภัณฑ์ของหน่วยงานเอกชนต่าง ๆ เช่น ธนาคาร

ใช้วิธีโบราณมีปัญหาเรื่องบุคลากรที่จะมาถ่ายทอดหรือไม่

ฝ่ายของเราไม่มีช่างเลยนะค่ะ เพราะแนวคิดในการอนุรักษ์ของเราจะถือว่า เราไม่ได้ทำใหม่ สมมุติเรามีวัตถุโบราณอยู่ชิ้นหนึ่ง แล้วมีส่วนหนึ่งแห้วหายไป เราก็ไม่ได้อนุรักษ์โดยการเติมส่วนที่แห้วหายไป แต่จะหยุดมันให้อยู่ในสภาพที่มันคงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนที่หายไปเราอาจจะเติมให้เห็นในลักษณะที่รู้ว่าเติม นักอนุรักษ์จะไม่หลงกลลงด้วยการทำขึ้นใหม่ นี่เป็นแนวคิดของนักอนุรักษ์ทั่วโลก

อุทยานประวัติศาสตร์ทั่วประเทศไทยใช้หลักการอนุรักษ์เช่นนี้ด้วยหรือไม่

ก็ยังพูดไม่ได้เต็มที่นะค่ะว่าทุกคนที่ทำงานตรงจุดนี้แล้ว จะต้องทำตามแนวความคิดอันนี้ ก็แล้วแต่คน

บังคับกันไม่ได้ คนที่เขาปฏิบัติงาน
อนุรักษ์โบราณสถานตามที่ต่าง ๆ เขา
อาจจะไม่ได้เรียนด้านการอนุรักษ์มา
โดยตรง ฉะนั้น เขาก็ทำไปตามสิ่งที่
เขาคิด แต่ถ้าพูดกันตามทฤษฎีแล้ว
หลักการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมเขา
จะสอนเลยว่า จะต้องไม่มีการต่อเติม
ถ้าต่อเติมก็ต้องให้มองออกว่าส่วนนี้
เป็นของใหม่ เพื่อไม่เป็นการ
หลอกลวงคนรุ่นหลัง และเป็นการ
รักษาเทคโนโลยีดั้งเดิมเอาไว้ให้เห็น
ด้วย

การเสื่อมของโบราณสถานและ โบราณวัตถุมีอะไรเป็นสาเหตุ

ด้านโบราณสถานนั้นจะ สาเหตุ
สำคัญอันดับแรกก็คือ คน ที่ชอบขุด
ชอบทำลาย ใช้แทรกเตอร์ไถเพื่อหา
ของมีค่า อันดับสองก็คือ ธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแบ่งเป็น 2
ประเภท ประเภทที่ 1 คือ อุบัติภัย
ที่เกิดขึ้นแล้วมีผลรุนแรง เช่น น้ำ
ท่วม วาตภัย ประเภทที่ 2 คือ สิ่ง
แวดล้อมที่อยู่รอบตัวเราและเกิดขึ้น
ทุกวัน เช่น ความร้อน ความชื้น
แสงแดด ก๊าซ ฝุ่นละอองใน
บรรยากาศ แมลง จุลินทรีย์ พืช
และสัตว์ต่าง ๆ นอกจากนั้น คนก็
เป็นตัวการที่ทำให้เกิดมลภาวะ ซึ่งมี
ผลต่อโบราณสถานและโบราณวัตถุ
สำหรับโบราณสถานนั้นอยู่กลางแจ้ง
สัมผัสกับสภาพต่าง ๆ มากกว่า ก็
เลยเสื่อมสภาพมากกว่าพวกโบราณ
วัตถุซึ่งอยู่ในที่ร่ม จึงควบคุมอัตรา
การเสื่อมสภาพได้ง่ายกว่า

สำหรับความเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้น
ถ้าเป็นโบราณวัตถุในพิพิธภัณฑ์ จะมี
ปัญหาเรื่องความชื้น ซึ่งควบคุม
ลำบาก ทำให้เกิดสนิมแก่โลหะหลาย
ชนิด ทั้งสำริด เหล็ก และทำให้เกิด
เชื้อรา ถ้าเป็นอินทรีวัตถุ ก็มีปัญห
เรื่องเชื้อราทุกปี โดยเฉพาะในฤดูฝน
ความร้อนและความชื้นในบ้านเรา ก็



ทำให้มีแมลงมากและมีตลอดปี แมลง
ก็ทำลายโบราณวัตถุได้ตลอดปีเช่นกัน
แสงสว่างก็มีปัญหากับพวกอินทรี
วัตถุ เพราะในการจัดแสดงและเก็บ
รักษาพวกโบราณวัตถุนี้ เรายังไม่มีงบประมาณ
มากพอในการป้องกันแสง
สว่างได้อย่างเต็มที่ และยังขาด
บุคลากรที่มีความรู้พอที่จะป้องกัน
เช่น ผ้าจะขีดและเปื้อยลงทุกปี ส่วน
เรื่องมลภาวะก็มีบ้างเล็กน้อย บ้าน
เรายังไม่ถึงขั้นรุนแรงนัก

การเสื่อมภายในตัวโบราณสถาน และโบราณวัตถุเองก็เป็นสาเหตุ ด้วยใช่หรือไม่

สาเหตุของการเสื่อมภายในตัว
โบราณสถานหรือวัตถุเอง ที่เรียกว่า
intrinsic factor นี้หมายถึง โบราณ
สถานหรือวัตถุนั้น ๆ มีจุดอ่อนภายใน
ตัวของมันเอง เป็นต้นว่า กระดาษ
ซึ่งสมัยก่อนจะใช้ชั้นสน หรือสารส้ม
ในกระบวนการผลิต แต่จะเป็นสาเหตุ
ทำให้กระดาษกรอบหรือเปราะ หรือ
ผ้าไหม ในสมัยคริสต์ศตวรรษที่
18-19 จะมีผ้าไหมเพิ่มน้ำหนักที่เรียก
ว่า weighted silk โดยเอาไหมเดิมที่
มีน้ำหนักเบาไปชุบเกลือของดีบุก หรือ
เกลือของโครเมียม ทำให้ไหมมีน้ำ
หนักขึ้น ขายได้ราคาแพงขึ้น แต่ผล
ของการทำวิจัยก็ทำให้ทราบว่า ไหม
พวกนี้มันจะหักกรอบเปราะได้ นี่เป็น
จุดอ่อนในตัวเอง หรืออย่างปราสาท
หิน เราจะสังเกตเห็นว่ามีน้ำพุ ๆ นั้น
เพราะเราใช้หินทรายที่มีคุณภาพต่ำ
เพราะเป็นวัสดุที่เราไม่มีอยู่ และอีก
ประการหนึ่งมันอ่อน ทำให้แกะสลัก
ง่าย

กรณีภาพซึ่งเดิมเป็นสีขาวแล้ว เปลี่ยนเป็นสีดำ มีสาเหตุจากอะไร

อันนี้เป็นกรณีของคุณจักรพันธ์
โพษะยกุด ก็มีจิตรกรหลายท่าน
นะคะ ที่ใช้สีขาวมาเพนต์รูป แล้ว
ภายหลังกลายเป็นสีดำ นี่มีสาเหตุ

จากมลภาวะ เกิดจากสีที่ใช้ หรือแม้แต่ในสีทาบ้านที่เคยเห็นมาที่พิพิธภัณฑ์สร้างใหม่ ที่ จ.สงขลา ซึ่งติดกับท่าเรือประมงซึ่งมีปลาเน่า ปลาเค็ม ปลาหมึก เพราะฉะนั้นในอากาศจะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์มาก และสีที่ใช้ทา เขาก็ใช้ lead white เป็นสารสี (pigment) ในการผสมสี พอเราไปตรวจดู ปรากฏว่าหลังจากทาสีได้เพียงเดือนเดียว สีขาว ปรากฏเป็นจุดดำ เต็มไปหมด ก็เกิดจากปลาเน่าพวกนั้น จะแก้ไขทันทีไม่ได้ เพราะเพิ่งทาไปได้เดือนเดียวจึงยังของบใหม่ไม่ได้ ต้องปล่อยไปอย่างนั้นก่อน และตัวสภาพแวดล้อมเอง เราก็ไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้

อย่างกรณีกระดาษที่เหลืองกรอบนี้สามารถทำให้ขาวเหมือนเดิมได้หรือไม่

บางกรณีก็ทำได้ บางกรณีก็ทำไม่ได้ อย่างกระดาษถ้าเราไม่อยากจะเหลือง เราก็ใช้สารพวก bleaching agent หรือสารฟอกสี แต่เราต้องเลือกตัวที่มีปฏิกิริยาอ่อนที่สุด เพราะถ้าฟอกไปแล้ว มันตกค้างอยู่บนกระดาษ ก็จะทำให้เสื่อมสภาพมากขึ้น เราจึงไม่ใช่ถ้าไม่จำเป็น ในกรณีที่กระดาษเป็นสีเหลืองกรอบหรือเปลี่ยนเป็นสีดำ เรายังทำไม่ได้ แต่ต่างประเทศทำได้โดยใช้วิธีการ pareylene method เป็นเครื่องมือขนาดใหญ่ ใช้โดยเอาวัสดุที่กรอบ ๆ ใส่เข้าไปและทำการเคลือบด้วยพลาสติกชนิดหนึ่ง โดยทำให้พลาสติกอยู่ในรูปไอ (vapour) และไอนี้จะซึมแทรกเข้าไปในเนื้อกรอบ ๆ เปื่อย ๆทั้งหลาย ทำให้คงรูปอยู่ได้ เคยเห็นเครื่องนี้ที่แคนาดา ทำได้ถึงขนาดเอาเจ้าของกระดาษที่ถูกไฟไหม้มาเคลือบออกมาให้สามารถหยิบจับได้ นอกจากนั้น ยังใช้เคลือบพวกแมลง ผีเสื้อ จมูกมอมแทบไม่รู้เลยว่าผ่านกระบวนการ

เคลือบมา พิพิธภัณฑ์สถานทางธรรมชาติวิทยาเขาจะใช้กัน

มีการส่งวัตถุโบราณให้ต่างประเทศซ่อมแซมหรือไม่

ไม่มีค่ะ เพราะเขาอยากอยากจะทำเองจากพิพิธภัณฑ์ก็ต้องขออนุมัติ ถ้าออกนอกประเทศยังเป็นเรื่องใหญ่มาก แต่เราก็เคยนำบางอย่างออกไปวิเคราะห์ เช่น กรณีที่เจ้าหน้าที่ของเราไปทำวิทยานิพนธ์ปริญญาเอกที่ต่างประเทศ ก็มาขออนุมัติเป็นทางการนำตัวอย่างออกไปแต่เป็นเพียงชิ้นเล็ก ๆ



มีเจ้าหน้าที่ต่างประเทศมาช่วยงานอนุรักษ์บ้างไหม

มีค่ะ ในตอนแรก ๆ มีผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาจัดการฝึกอบรมสั้น ๆ เช่น ปี พ.ศ.2518 มีโครงการที่เรียกว่า Bronze Diseases Project เป็นการรณรงค์รักษาโรคของสำริด ซึ่งมีสนิมมาก เพราะขุดขึ้นมาจากกรุแล้วดินจะเขอะไปหมด ของประเภทนี้จะมีมากเป็นแสน ๆ ชิ้น โครงการนี้จะทำการเปิดอบรมระยะสั้นและสำรวจว่าแหล่งไหน พิพิธภัณฑ์ไหนจะมีโรคของสำริดมากน้อยแค่ไหน ปัจจุบันโรคของสำริดบรรเทาเบาบางไปมากแล้ว

ในอดีตกับปัจจุบัน ความเสื่อมโทรมของโบราณสถานและวัตถุมีมากน้อยอย่างไร

ปัจจุบันนี้ดีขึ้น เนื่องจากได้มีการรณรงค์ให้คนมีความรู้มากขึ้น ได้มีการจัดอบรมทั้งระดับประเทศและนานาชาติขึ้นมาก ทำให้เขารู้ว่า เขาจะต้องป้องกันอย่างไร ถ้าเกิดปัญหานี้จะแก้ไขได้อย่างไร ระยะหลัง ๆ มานี้ อัตราการเสื่อมสภาพก็น้อยลง เพราะเขารู้ว่า เขาควรจะเก็บรักษาอย่างไร จึงจะไม่เสื่อมสภาพ หรือเมื่อเกิดปัญหาขึ้น เขาก็รีบบอกเรา ทำให้แก้ปัญหาได้ทันที

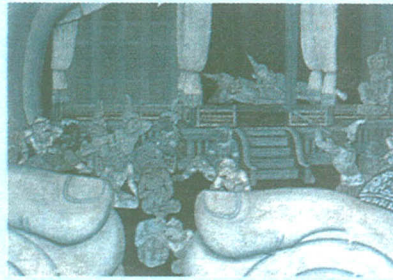
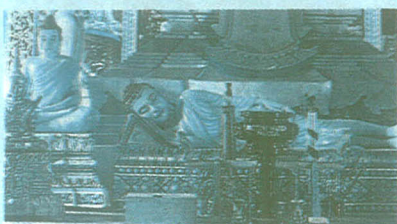
โบราณวัตถุโบราณสถานประเภทไหนที่สูญเสียไปมากที่สุด

ถ้าเสื่อมในทางปริมาณก็คงเป็นกระดาษ หนังสือโบราณ เนื่องมาจากวิธีการเก็บรักษาไม่ค่อยถูกต้อง รองลงมาก็คงเป็นพวกไม้ เช่น อาคาร ไม้ ชิ้นส่วนที่ทำด้วยไม้ พวกหน้าบรรณ หน้าจั่ว

เจ้าหน้าที่ที่ทำงานด้านการอนุรักษ์ ต้องมีความรู้ทางศิลปะหรือไม่

ก็ควรจะมีความรู้ อย่างดิฉันเองตอนแรกก็ไม่มี เพราะเรียนจบวิทยาศาสตร์ เอกเคมี แต่พอทำงานไปนาน ๆ ความรู้ด้านศิลปะก็เป็นสิ่งจำเป็น เพราะเราจะไปเรียนรู้เทคโนโลยีในการผลิตไม่ได้ ถ้าเราไม่รู้ประวัติสรุปแล้วพวกเราพอทำงานนี้ไปนาน ๆ ก็จะกลายเป็มนักจับจ่าย ครึ่งวิทยาศาสตร์ ครึ่งศิลปะวัฒนธรรม เพราะฉะนั้น UNESCO จะเป็นหน่วยงานที่ตรงกับเราที่สุด คือ การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม

จริง ๆ แล้ว เราไม่เหมือนกับต่างประเทศที่ว่า บุคลากรที่ทำงานแบบเราไม่จำเป็นต้องเป็นนักวิทยาศาสตร์ ในต่างประเทศเขาจะมีที่เรียกว่า conservator หรือนักอนุรักษ์ ซึ่งอาจไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์ก็ได้ อาจจบการศึกษาด้านมนุษยวิทยา หรือประวัติศาสตร์ แล้วมาเรียนปริญญาด้านการอนุรักษ์ต่อ ก็สามารถเป็นนักอนุรักษ์ได้ บุคลากรพวกนี้จะทำหน้าที่รักษาโบราณสถานทั่ว ๆ ไป เหมือนหมอรักษาคนไข้ ขณะเดียวกันจะมีบุคคลอีกกลุ่มหนึ่ง เรียกว่า conservation scientist จะทำหน้าที่วิเคราะห์ วิจัย และอาจช่วยอนุรักษ์ ในกรณีที่ conservator ทำไม่ได้ ซึ่งงานที่เราทำอยู่ปัจจุบันควรอยู่ตรงนี้ แต่ในเมืองไทยติดอยู่ตรงที่ว่าในการระบุตำแหน่งทางราชการ ไม่มีตำแหน่งนักอนุรักษ์ เพราะฉะนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงต้องเป็นทั้ง conservator และ conservation scientist ในเวลาเดียวกัน



การเรียนการสอนด้านการอนุรักษ์ โบราณสถานและวัตถุในบ้านเรา เป็นอย่างไร

ในเมืองไทยยังไม่มีค่ะ มีเพียงวิชาเลือกเล็ก ๆ อยู่ในคณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นวิชาอนุรักษ์ศิลปะโบราณวัตถุและโบราณสถาน ซึ่งเป็นวิชาเลือกที่ใครไม่เลือกก็ไม่ได้เรียน การสอนก็สอนเรื่องทั่ว ๆ ไป พื้นฐานธรรมดา เอามาใช้ทำงานแบบนี้ไม่ได้ เรายังไม่มีหลักสูตรในมหาวิทยาลัยที่เปิดเป็นวิชาเอกด้าน conservation คณะวิทยาศาสตร์เองน่าจะต้องเป็นวิชาเลือกหรือสัมมนา แต่ก็ยังไม่มี ทางเราเองก็เคยติดต่อไปนะคะ เช่น ถ้ามีการจัดสัมมนาเรายินดีจะไปบรรยาย หรือพูดให้นักศึกษาฟัง ถ้าเขาสนใจเรื่องนี้ เขาก็อาจจะทำเป็นวิทยานิพนธ์ หรือซีเนียร์โปรเจกต์ขึ้นมา แต่รู้สึกทางอาจารย์เองก็ไม่ค่อยสนใจ ดังนั้น เท่าที่พอจะทำได้ คือมีเพื่อนฝูงเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยบางแห่ง ก็ขอความร่วมมือจากเขา ให้ส่งงานนักศึกษา ทำเป็นซีเนียร์โปรเจกต์ออกมาได้หลายเรื่องแล้ว

จริง ๆ แล้ว วิชานี้น่าสนใจ เพราะเราสามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวัน ในการทำงานได้หมด เช่น เราเรียนการอนุรักษ์หนังสือโบราณ เราก็สามารถนำไปใช้อนุรักษ์หนังสือหรือตำราอื่น ๆ ได้ ทางเราถึงขนาดเคยทำรายละเอียดวิชา (course description) ไปให้ภาควิชาวัสดุศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เพราะคิดว่าจะให้เรียนแต่เรื่องการผลิตอย่างเดียว

แต่ไม่รู้จักการอนุรักษ์ได้อย่างไร ก็ปรากฏว่าเรื่องก็เงียบหายไป

ยังมีปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการอีกหรือเปล่า

ก็คงจะเป็นปัญหาที่ว่า เราจะชะลอการเสื่อมสภาพของโบราณวัตถุ โบราณสถานได้อย่างไร ปัจจุบันเราได้งบประมาณปกติจากกองพิพิธภัณฑสถาน 3 แสนบาท ต้องรักษาโบราณวัตถุทั่วประเทศ เราจึงต้องทำโครงการเพื่อขอของบประมาณเพิ่มเติมจากสภาวิจัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2538 เราขอไป 2 แสนบาท แต่ได้มาแค่หนึ่งแสนสองหมื่นบาท ซึ่งไม่พอ เพราะงานมันเยอะมาก เคยยื่นเสนอโครงการป้องกันและกำจัดมอดหนังสือเนื่องจากตามที่ได้ทำการวิจัยสำรวจพบว่า ปัญหานี้สำคัญมาก เพราะหนังสือโบราณนี้ มอดกินกระดาษปรูไปหมด แต่ยื่นเสนอขอทุนไปก็ไม่ได้รับคำตอบ เพราะฉะนั้น งบประมาณที่มีอยู่จึงไม่พอ และอีกเรื่องที่ยุ่งยากคือความไม่คล่องตัวในการทำโครงการ เนื่องจากต้องผ่านขั้นตอนการขออนุมัติจากสภาวิจัยแห่งชาติ ซึ่งไม่ทันการกับผู้มาใช้บริการ เขาต้องการคำตอบเร็ว ๆ เช่น ถ้าเขาจะอนุรักษ์โบราณสถานแห่งหนึ่ง แล้วมาถามเราว่า การใช้ปูนอย่างนี้มีข้อดี-ข้อเสียอย่างไร เราก็ไม่มีงบประมาณทำวิจัยด้านนี้ ก็ต้องทำโครงการงบประมาณเสนอไป สมมติเสนอขอปี 2537 กว่าจะได้เงินก็ปี พ.ศ. 2539 แล้วใช้เวลาทำวิจัยอีก 2 ปี สิ้นสุดปี 2541 ถึงจะให้คำตอบเขาได้ ซึ่งมันก็ไม่ทันการแล้ว แทนที่เราจะอนุรักษ์ไปได้เลย โบราณสถานกลับต้องรอเราไปอีก 4 ปี

อุปสรรคนี้นับว่าสำคัญมาก โดยเฉพาะปัญหาการบูรณะโบราณสถานนี้ เพราะหน่วยงานที่รับผิดชอบเขาไม่มีหน่วยวิจัยของเขาเอง ภายในปีหน้าทางกองพิพิธภัณฑสถาน จะมีการปรับ

โครงสร้างองค์กรใหม่ ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปะโบราณวัตถุ ก็จะแยกเป็นเอกเทศ ซึ่งหมายความว่าเราจะได้งบประมาณมากขึ้น ขณะเดียวกันขอบเขตการทำงานของเราก็จะกว้างขึ้น ขยายการอนุรักษ์โบราณสถานขึ้นมาด้วย ดังนั้นเราจำเป็นจะต้องมีเงินงบประมาณทำด้านวิจัยทดสอบ และการวิจัยทดสอบนี้ก็ใช้เวลาไม่ใช่นานวันสองวันจบ

ในการขอทุนทำวิจัยจากหน่วยงานเอกชนมีแนวโน้มอย่างไร

ก็พยายามขออยู่ แต่ส่วนใหญ่ทางเอกชนเขาจะเน้นโครงการที่ทำออกมาแล้วฮือฮามากกว่า เช่น การอนุรักษ์หุ่นหลวง หุ่นเล็ก หุ่นใหญ่ ซึ่งพออนุรักษ์แล้วมีการนำออกแสดงให้เห็น ทำข่าวได้ มีการแถลงข่าวออกทางหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ แต่ถ้าวางเงินมาให้เราวิจัย กว่าเสร็จก็ 2 ปี แล้วก็ออกข่าวนิดเดียว มันคงไม่คุ้ม อีกประการหนึ่งการทำงานของฝ่ายอนุรักษ์นี้ ยังไม่ค่อยมีการประชาสัมพันธ์เท่าที่ควร

ในแถบเอเชีย มีประเทศไหนที่ให้ความสนใจเรื่องนี้อย่างจริงจัง

ในเอเชียที่มีกิจกรรมด้านนี้มากคือ ญี่ปุ่น อินเดียและจีน มีการตั้งหน่วยงานสถาบันวิจัยเพื่อการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมโดยเฉพาะ ส่วนในแถบอาเซียนก็มีประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย ซึ่งมีห้องทดลองปฏิบัติการและบุคลากรด้านนี้โดยเฉพาะ ในมาเลเซียก็มีการจัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการบ้าง แต่สำหรับอินเดีย เท่าที่ไปเห็นมาก็รู้สึกว่าการอนุรักษ์ของเขาค่อนข้างโตแต่ตัว คือมีเงินงบประมาณ อุปกรณ์มากมาย แต่บุคลากรเขาไม่ค่อยทำจริงจัง ทั้งที่พวกโบราณสถานโบราณวัตถุเขามีเยอะมาก ถ้าเทียบกันทางอารยธรรมแล้ว ไทยเราสู้เขา

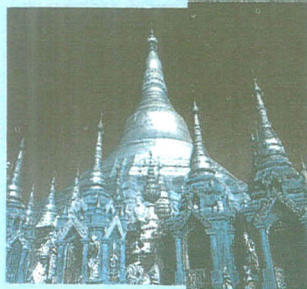
ไม่ได้เลย ถ้าเราศึกษาทางด้านศิลปะวัฒนธรรมแล้ว อินเดียกับจีนนี่ถือเป็นแม่แบบของเราทีเดียว

กัมพูชามีการตื่นตัวเรื่องนี้บ้างหรือไม่ เพราะมีโบราณสถานมาก

เขมรมัวแต่รบกัน เขาไม่มีแม้บุคลากรที่ทำงานด้านนี้ จากที่เคยไปประชุมและสัมมนาระดับอาเซียนร่วมกัน เขาก็เชิญตัวแทนจากลาว เขมร เวียดนาม พม่า มาร่วมประชุมปรากฏว่าประเทศเหล่านี้ไม่มีบุคลากรด้านอนุรักษ์เลย เขาจะส่งระดับผู้บริหาร ระดับผู้อำนวยการหรืออาจารย์มหาวิทยาลัยมาเป็นตัวแทน โดยเฉพาะกับเขมรนี้ จากการได้คุยกับเขา เขาก็บอกว่าบุคลากรด้านประวัติศาสตร์ของเขาเหลือรอดสงครามมาได้ไม่กี่คน คือ ฟังเขาพูด

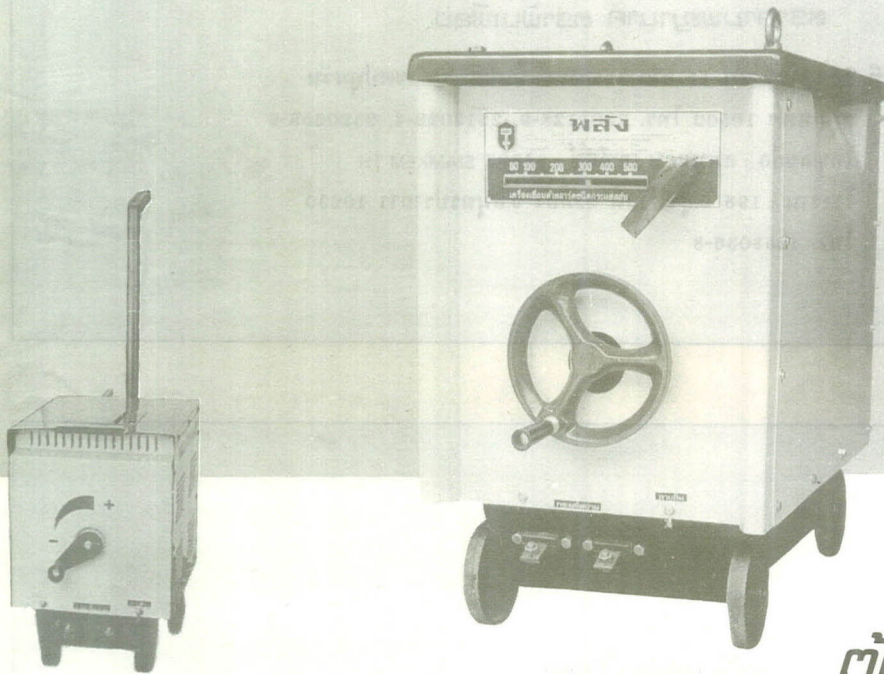
แล้ว พวกเราแทบร้องไห้เลย ในสิ่งที่พวกเขาได้พบและถูกกระทำจากเขมรแดง บุคลากรด้านนี้แทบจะไม่มีเหลือคนที่มาบรรยายก็ไม่มีความรู้ด้านนี้แต่มาในฐานะเป็นตัวแทนเท่านั้น

ทางฝ่ายอนุรักษ์ของเราเองก็จะจัดให้มีการประชุมในกลางปี 2538 ระหว่างวันที่ 4-7 กรกฎาคม 2538 ในหัวข้อ Biodeterioration of Cultural Property ซึ่งขอทุนมาจาก UNESCO สำหรับกลุ่มอาเซียน เราได้ส่งจดหมายเชิญไปยังประเทศต่าง ๆ แล้วไม่ว่าจะเป็นลาว เขมร เวียดนาม พม่า ออกค่าใช้จ่ายให้ทุกอย่าง แต่มีข้อแม้ว่าต้องนำเสนอรายงานด้วย.



พลัง

ตู้เชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับมาตรฐานสากล



คู่มือการใช้งานสำหรับ
ตู้เชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ

คุณสมบัติมาตรฐานของตู้เชื่อมกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ “พลัง”

รุ่น	ขนาด กระแส ไฟฟ้าเชื่อม (A)	ความถี่ไฟฟ้า (HZ)	ขนาด พลังไฟฟ้า ด้านไฟเข้า		ขนาดความดัน ไฟฟ้าด้านไฟเข้า (V)	ขนาดความดัน ไฟฟ้าด้านไฟจ่าย (V)	ดีวี ไซเกิล %	ความดันกระแส ไฟเชื่อม (V)	ช่วงปรับกระแส ไฟฟ้าด้านไฟจ่าย (A)	ขนาดสายไฟ ด้านไฟเข้า/ ด้านไฟจ่าย(MM ²)	เส้นผ่าศูนย์กลาง ลวดเชื่อม (MM)	น้ำหนักสุทธิ (KG)	ขนาด (mm)		
			(KW)	(KVA)									กว้าง	ลึก	สูง
MOD-145	145	50	6	8	200-220	50	30	25	35-145	6/25	2.0-3.2	47	287	367	435
MOD-300	300	50	13.0	24.5	200-220	80	40	35	45-300	16/50	2.0-6.0	120	410	615	670
MOD-400	400	50	18.0	33.0	200-220	80	60	40	60-400	16/70	2.6-8.0	187	485	710	750
MOD-500	500	50	23.5	44.0	200-220	85	60	40	80-500	25/95	3.2-10.0	196	485	710	750



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

สำนักงาน : 121/1-5 หมู่ 12 ถนนเพชรเกษม ตำบลอ้อมน้อย อำเภอกะทู้บ่เบน สมุทรสาคร โทรศัพท์ 420-0078 โทรสาร 420-3387
โรงงาน : 51 หมู่ 4 ตำบลศิระทอง อำเภอนครชัยศรี นครปฐม โทรศัพท์ 01-918-9785

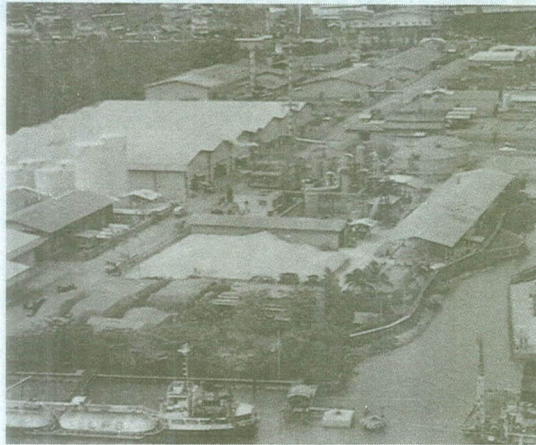
บริษัท สยามเคมี จำกัด

ผู้ผลิตและจำหน่าย

กรดกำมะถัน กำมะถันแท่ง, ผง

ไนโตรัสออกไซด์

เคมีภัณฑ์อุตสาหกรรม



ปุ๋ยพืชไร่ พืชสวน

ปุ๋ยสูตรทุกชนิด

ปุ๋ยนาข้าว

ตราสามพญานาค ตราปันเพ็ญ

สำนักงานเลขที่ 26/36-37 ชั้น 11 อาคารอรกานต์ ถนนชิดลม เขตปทุมวัน

กรุงเทพฯ 10500 โทร. 2501128-9, 2513022-4, 2520658-9

โทรเลขย่อ : สยามเคมี เทลิกซ์ : 84393 SIAMKEM TH

โรงงาน : 196 ถ.สุขสวัสดิ์ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10290

โทร. 4258036-8



สนับสนุนโดย

มูลนิธิอานันทมหิดล



สนับสนุนโดย

มูลนิธิอานันทมหิดล

ความเสื่อม ในความอลังการ

ยุพิน จิตชันนท์



โราณสถานในประเทศไทยมีอยู่มากมายหลายแห่งที่ทรงคุณค่าทางประวัติศาสตร์อย่างประมาณค่ามิได้ การสึกกร่อนอันเกิดขึ้นโดยธรรมชาติเกิดขึ้นมาเท่ากับอายุของโบราณสถานนั้นๆ หากแต่ในปัจจุบันการสึกกร่อนอันเกิดจาก “น้ำมือมนุษย์” มีมากยิ่งขึ้น ล่าสุด จากแนวความคิดของนายแพทย์ปรีชา มุสิกกุล รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้มอบหมายให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.)ทำการ

นับเป็นเรื่องราวที่น่าสนใจยิ่ง ที่ท่านผู้ว่าการ วท. เฉลิมชัย ห่อหนาค และ ดร.ลดาวัลย์ โชติมงคล ผู้อำนวยการสาขาวิจัยอุตสาหกรรมเชรามิก วท. ได้ให้ข้อมูลกับ“อาทิตย์รายสัปดาห์” ในภาวะที่อุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยากำลังตกเป็นข่าวครึกโครมอาจถูกถอดจากการได้ขึ้นบัญชีเป็นมรดกโลก หากแต่ได้รับการปฏิเสธว่าชาวต่างชาติกล่าวไม่ เป็นความจริง และกำลังจะเตรียมการจัดการแสดง แสง สี เสียง เฉลิมฉลองกันอย่างยิ่งใหญ่ความอลังการโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ นำ

แสง สี เสียง.....ภัยเงียบคุกคามโบราณสถาน
การแสดงแสง สี เสียง เป็นการเพิ่มมลพิษใน
อากาศที่มีผลโดยตรงต่อการสึกกร่อนของวัตถุโบราณ

สำรวจวิจัยว่าการแสดง แสง สี เสียง หรือ “ไลท์ แอนด์ ซาวด์” ที่นิยมจัดขึ้นในอุทยานประวัติศาสตร์หลายต่อหลายแห่ง ในเทศกาลสำคัญต่างๆ มีผลกระทบอย่างไรบ้างต่อสภาพของโบราณสถาน

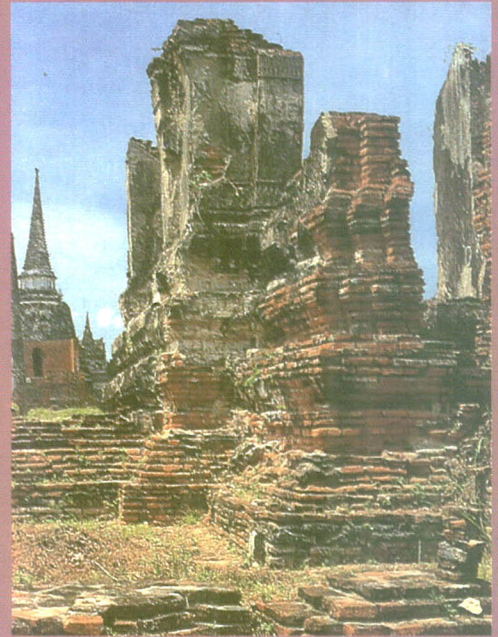
มาซึ่ง“ความเสื่อม”และอันตรายต่อโบราณสถานมากขึ้นหรือไม่

* พิมพ์ซ้ำจากนิตยสารอาทิตย์รายสัปดาห์ ประจำวันที่ 4-10 พฤศจิกายน 2537

จุดสำคัญต่อการเข้าไป ศึกษาการแสดงแสง สี เสียง ใน โบราณสถานคืออะไร

เราศึกษาไปที่โบราณสถาน
ว่าปัจจุบันมีการผูกเรือนหรือไม่
พบว่ามีสาเหตุของการผูกเรือน
เกิดจากการเพิ่มจำนวนกรดใน
บรรยากาศ ซึ่งกรดในบรรยากาศ
เกิดจากหลายอย่างเกิดจากควัน
ธูป ดอกไม้ไฟ เราก็ได้มาอย่างนี้
เสร็จแล้วเราก็ประมวลว่า ถ้าเป็น
อย่างนี้เกิดจากการแสดงแสง สี
เสียง มันจะทำให้เกิดอย่างนี้ เรา
ตามดูมา 2 ปี แล้ว ทุกครั้งที่มี
การเผาเทียนเล่นไฟเกิดผลอะไร
บ้างกับโบราณสถาน

แสง สี เสียง หรือว่าอะไรก็ได้แล้ว
แต่มันต้องมีการขนอุปกรณ์ มีการ
โยกย้ายอะไรต่างๆ รถราที่เข้าไป
ทำให้บริเวณนั้นสั่นสะเทือนโดย
เฉพาะอย่างยิ่งโบราณสถานของ
เราเป็นโบราณสถานที่ใช้วิธีก่อ
สร้างแบบโบราณ สมัยนั้นไม่มี
คอนกรีตเสริมเหล็กอะไรต่างๆ
ฐานรากทำไว้ค่อนข้างลักษณะ
ใกล้เคียงธรรมชาติเพราะฉะนั้น
เมื่อมีอะไรไปกระทบก็จะเกิด
การหลุดร่อนง่าย เพราะว่าเป็น
สิ่งที่เปราะบาง นี่คืออิทธิพลที่เกิด
จากแสง สี เสียง นอกจากนั้นคนที่
ไปชมซึ่งเป็นจำนวนเยอะ คน
เหล่านั้นทำให้มีผลต่อโบราณ
สถานเหมือนกันหรือแม้กระทั่ง



การจัดแสดง แสง สี เสียง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อโบราณ สถาน โบราณวัตถุอย่างไรบ้าง

การจัดแสดง แสง สี เสียง
ก็เป็นการเพิ่มมลพิษในอากาศ ซึ่ง
จะเป็นการเพิ่มมลพิษโดยตรงต่อ
วัตถุโบราณ เพราะในแสงก็จะมี
องค์ประกอบของมัน ซึ่งองค์
ประกอบเหล่านี้จะมีแสงบางอย่าง
ที่ไปทำลายสี ตัวนี้เป็นตัวหนึ่งที่ทำ
ให้วัสดุมันเสื่อมคุณภาพ เสียง มัน
ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน อันนี้
อาจจะจุดที่ทำให้เสียงนั้นทำ
อย่างต่อเนื่องและอยู่ใกล้มันก็เกิด
การสั่นสะเทือน หรือแม้กระทั่ง
การเตรียมการที่จะดำเนินการเรื่อง

เรื่องของควันธูปที่คนไปจุด ควัน
ธูปมีสารซัลเฟอร์ พวกนี้จะทำ
ปฏิกิริยากับบรรยากาศแล้วจะทำ
ให้เกิดกรดกำมะถัน พวกนี้จะเข้า
ไปแทรกอยู่ในอนุ จริงๆ เรายัง
ด้วยตาเปล่าไม่ได้เลยพวกนี้จะ
สะสมแล้วก็ค่อยๆ ลามทีละนิดๆ
จนเกิดการผูกเรือนของโบราณ
สถาน

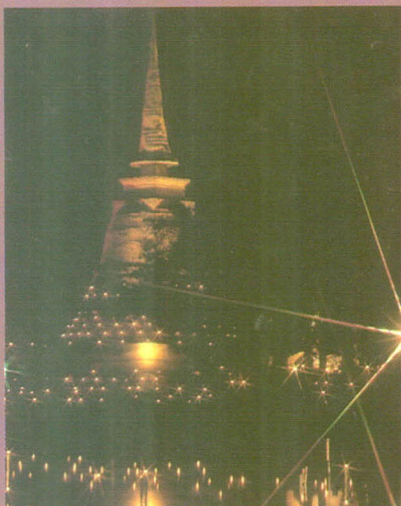
พอจะกำหนดได้หรือไม่ ว่าปริมาณเสียงเท่าไรถึงจะเกิด ผลกระทบต่อโบราณสถานนั้นๆ

ถ้าหากว่าเสียงจริงๆ ขึ้น
เป็นเดซิเบลทำให้วัสดุเหล่านั้นเกิด



การเฟฟเฟกทันที่ มันคงไม่ถึงขั้นนั้น เพราะว่าถ้าถึงขั้นนั้นคนคงทนไม่ได้ แต่ว่าในระยะยาวมันจะมี เพราะว่าเสียงทุกเสียงมันจะมีคลื่น ที่ไปกระตุ้นเพราะมันเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตรงนี้มีผลต่อเนื่องของวัสดุ เนื้อของวัสดุเวลาที่มีความชื้นอยู่ในเนื้อมันจะไม่แข็งตัวจะทำให้เหลว เวลาเราเอามือไปบีบจะหลุดออกมาเลยเมื่อเราวัดปริมาณสารซัลเฟอร์เพิ่มขึ้นเป็นปริมาณหนึ่ง นอกจากเป็นอันตรายต่อโบราณสถานแล้ว มันก็ทำให้เมื่อเราสูดเข้าไปแสบตา แสบจมูกไปหมด การทดลองเราก็ซื้ออุปกรณ์ห่อมาจุด เพื่อวิเคราะห์ ปริมาณซัลเฟอร์ บางยี่ห้อก็มีซัลเฟอร์สูงมาก ดอกไม้ไฟพวกนี้ก็มีซัลเฟอร์

นอกเหนือจากโบราณสถานแล้ว ในชีวิตประจำวันคนไทยก็จุดธูป จุดเทียน ซึ่งธูปก็มีส่วนเพราะจะเห็นว่าบางจังหวัดให้ไหว้ธรรมดานี้เป็นสาเหตุอันหนึ่งเพราะว่ามันไปทำลายองค์พระอย่างงานวัด หลวงพ่อโสธร วัดพระพุทธชินราช เดียวนี้เขาไม่ให้เข้าไปจุดธูปแล้ว เขาให้จุดข้างนอก



ผู้ว่าการฯ: มันแสดงว่าทางกรมศิลปากรเขาก็ทราบเรื่องนี้อยู่ จึงได้มีมาตรการอะไรบางอย่างเกิดขึ้นแล้ว แต่ว่ายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เราก็เข้าไปช่วยเสริม

ดร.ลดาวัลย์: ถ้านักข่าวช่วยบอกข่าวให้ชาวบ้านเข้าใจถึงข้อนี้เราแค่ความรู้สึกชาวบ้านกลัวว่าเราจะไปทำลายขนบธรรมเนียมประเพณีเขา เราเพียงแต่จะบอกเขาร่านอกจากทำลายโบราณสถานแล้ว ซึ่งน่าจะเอาไว้นานๆ คือเวลาเราสักการะอะไรมันอยู่ที่ใจ ซึ่งถ้าพูดให้เขาเข้าใจจะช่วยอะไรได้เยอะ

ต้องใช้เวลาเท่าใดการทำวิจัยนี้จึงเสร็จสมบูรณ์

ขั้นตอนที่เราเก็บข้อมูลเพิ่มเติมศึกษาถึงที่เราเรียกว่าวิธีการของการสุ่ม เราพยายามหาให้ได้ว่า สุโขทัย ดิกริมมันอยู่ระดับไหน ที่อยู่ภายในระดับไหน เพื่อเราจะได้อะมากำหนดมาตรการอะไรต่างๆ ได้ เพราะการเก็บครั้งเดียวมันคงบอกอะไรได้ไม่มาก ต้องเก็บเป็นระยะ 2-3 ปี เราทำมาแล้ว 1 ปี ปีนี้เป็นปีที่สองก็คงทำต่อไปสัก 3 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนเมื่อเราได้ข้อมูลครบเราก็วิเคราะห์ให้ได้ว่าตรงนี้เราควรจะทำอย่างไร

เมื่อทำการสำรวจวิจัยวิเคราะห์ผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนที่จะต้องปฏิบัติต่อไปคืออะไร

พอรู้สาเหตุมาจากอะไรแล้วเราก็ต้องป้องกันตรงนั้น ป้องกันที่ต้นเหตุวิธีการป้องกันก็มีได้หลายวิธี เช่น ถ้าหากว่าเป็นเรื่องที่ชาวบ้านเขาประพฤติดิปฏิบัติอยู่เป็นขนบธรรมเนียมประเพณี เรา

จะไปห้ามเขาเลยก็ไม่ได้ เพราะ
อาจจะดูถึงความเสี่ยง เช่น เขา
จุดรูปไหว้พระในวัดเราก็อาจ
เปลี่ยนที่จุดเสียใหม่เปลี่ยนไปจุด
ข้างนอกหรือว่าอาจจะทำเป็นห้อง
กระจกปกป้องไว้ไม่ให้ควันรูปเข้าไป
ก็ทำได้แล้วแต่กรณี เราต้อง
มานั่งดูในรายละเอียดอีกทีว่าจะ
เอาข้อพิจารณาทางด้านสังคมเป็น
องค์ประกอบ เพราะว่าเราไม่อยาก
จะไปทำลายพฤติกรรมของสังคม
เพียงแต่เราต้องการปกป้องของมี
ค่าในประเทศ

**ไม่ทราบว่าเป็นอนาคตจะ
ถึงกับห้ามไม่ให้มีการแสดง
แสง สี เสียงในเขตโบราณ
สถานหรือไม่**

เราคงต้องอนุรักษ์โบราณ
สถานไม่ทำให้การพัฒนามีผลกระทบ
ถ้าเราไปบอกว่าเสียหยุดไม่ให้
ทำแสง สี เสียง ก็ไม่ได้ หมายความว่า
โบราณสถานมันจะไม่เกิด
การผุกร่อน แต่มันเกิดในอัตรา
ที่ไม่เท่ากัน ทีนี้ถ้าเป็นอย่างนั้น
แสง สี เสียง การนำเสนอมันนำเสนอ
ได้หลายรูปแบบเราหลีกเลี่ยง
มันได้ เพียงแต่เรารู้เสียก่อนว่า
อะไรเป็นสาเหตุใหญ่ ห้ามไม่ได้
ต้องค่อยๆ ดู ที่สำคัญคือว่า หนึ่ง
ต้องให้ความรู้แก่ประชาชนให้
ข้อมูลข่าวสารให้ประชาชนเข้าใจ
ต้องค่อยๆ ทำอย่างนี้เพราะว่าการ
แสดง แสง สี เสียง เป็นธุรกิจที่
ทำเงินให้กับท้องถิ่นเยอะ เพราะ
ฉะนั้นเราจะไปห้ามเขาไม่ได้ เรา
บอกเขาว่าให้มันห่างออกมาอีก
100 เมตร ได้ไหม รูปแบบอย่าง
นี้ไฟอย่างนี้พยายามอย่าใช้
อะไรต่างๆ เหล่านี้

**สภาพการจราจรบริเวณ
ใกล้เคียงโบราณสถานมีผลกระทบ
ต่อโบราณสถานหรือไม่**

มีมากมายเช่น การทดลองใน
เมืองมลพิษมันสูง ถ้าพูดภาษา
ชาวบ้านคือในบรรยากาศมันมี
กรด กรดมันไปกัดกร่อนวัสดุ ถ้า
เป็นภาษาวิชาการมันก็มีสาร
ซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์
อะไรต่างๆ บ้าง



โบราณสถานนั้นคุณค่าของ
มันอยู่ที่ความที่มันเป็นของโบราณ
เพราะฉะนั้นถ้าเกิดมันเกิดการ
เปลี่ยนแปลงขึ้นในส่วนใดส่วนหนึ่ง
ก็ดี มันจะทำให้คุณค่ามันเปลี่ยน
ไป เพราะฉะนั้นในการดูแลโบราณ
สถานแห่งแรกที่เราจะทำก็คือ เรา
จะไม่มีการซ่อมแซมโดยการนำเอา
ของใหม่เข้าไป เพราะฉะนั้นการที่
เราเข้าไปศึกษาก็เป็นการทำให้เรา
รู้อย่างน้อยก็รู้อีกทีปีมันจะพัง
เพราะฉะนั้นก่อนจะถึงตรงนั้นเรา
เข้าไปซ่อมเสร็จแล้ว การศึกษาอัน
นี้เราจะรู้ละเอียดว่า ถ้าไม่มีใครไป
ทำอะไร คือไม่เข้าไปปกป้องรักษา
ปล่อยให้มันเป็นไปตามที่อยู่ว่างๆ
เราจะคาดคำนวณได้เลยว่าอีกกี่ปี
มันจะพัง เมื่อเป็นอย่างนี้ อย่าง
น้อยเรารู้ขั้นตอนแล้วว่า อีก 3 ปี
เราควรจะซ่อมตรงไหนอีก 5 ปี
เราควรจะกันตรงไหนเพื่อไม่ให้พัง
ลงมา การศึกษาอันนี้ก็จะเป็นประ-

โยชน์จุดนี้จุดหนึ่ง หรือว่าเพื่อให้รู้
สถานการณ์ล่วงหน้าจะได้แก้ไข
ปัญหาได้

จากผลการศึกษาวิเคราะห์มล
ภาวะ ที่ทำให้โบราณสถานเสื่อม
โทรมอย่างรวดเร็วเพิ่มขึ้น คือ ก๊าซ
 SO_2 H_2S Cl และ NO_2 ซึ่งจะ
พบได้จากการจุดธูป จุดประทัด
จุดพลุ ท่อไอเสียรถยนต์ต่างๆ
โรงงานอุตสาหกรรม การจุดธูป
จุดพลุ จุดประทัด ในแต่ละครั้ง
จะมีมลพิษใกล้เคียงกับการปล่อย
มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม
ขนาดใหญ่หลายแห่งรวมกัน เช่น
ที่พระประแดง

สถาปนิก ฝ่ายอนุรักษ์ฯ มีหน้าที่
ศึกษาข้อมูลต่างๆ ด้าน ตั้งแต่
โบราณคดี สถาปัตยกรรม การ
เสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างของ
โบราณสถาน อุทยานประวัติ
ศาสตร์ฯ และหาวิธีการที่ดีในการ
ป้องกันและอนุรักษ์หลายๆ รูป
แบบตามสภาพของสถานที่วัสด
ฯฯ ในด้านวิชาการ ปัญหาด้าน
เชื้อรา ตะไคร่ ฯลฯ จะประสาน
กับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
แมลงทำลายสิ่งก่อสร้างประสาน
งานอยู่กับจุฬาฯ และด้านอื่นๆ ก็
จะประสานงานกับหลายๆ
มหาวิทยาลัย ในความเชี่ยวชาญ



ข้อสรุป

จากข้อมูล 1-2 ทั้งหมดนี้
ทำให้ได้ทราบถึงผลกระทบที่เกิด
ขึ้นต่ออุทยานประวัติศาสตร์ใน
ประเทศไทยนั้นเกิดจากสิ่งใดบ้าง
และได้มองหาข้อสรุปของการ
แก้ไขโดยติดต่อไปยังฝ่ายรับผิดชอบ
โดยตรง คือฝ่ายอนุรักษ์ศิลป
โบราณวัตถุ กองพิพิธภัณฑสถาน
แห่งชาติ กรมศิลปากรได้ทราบว่า
ฝ่ายอนุรักษ์ฯ ประกอบด้วย
นักวิทยาศาสตร์(เคมี จุลชีวฯ นัก
อนุรักษ์ ชีวฯ) วิศวกร นักประวัติ
ศาสตร์ ศิลปะ (Art Historian)

ของแต่ละแห่งตลอดเวลา

ฝ่ายอนุรักษ์ฯ ของกรม
ศิลปากรได้ทำการร่วมมือกับ
หน่วยงานอื่นอยู่แล้วคือ

ร่วมมือกับ ททท. ช่วย
ด้านโฆษณา ประชาสัมพันธ์ ให้
ความสำคัญและช่วยกันดูแลรักษา
ร่วมมือกับ วล. (สิ่งแวดล้อม)
ช่วยดูแลรักษาโบราณสถานทาง
อ้อม โดยกำหนดเป็นเขตอนุรักษ์
ห้ามบริเวณใกล้เคียงมีสิ่งก่อสร้าง
ในการนี้ทำลายภูมิทัศน์และความ
งาม และมีกฎหมายคุ้มครองร่วม
มือกับกรมศิลปากร มีพระราช
บัญญัติควบคุมโบราณสถานหาก

ใครบุกรุกจะมีโทษและยังสามารถกำหนดขอบเขตขึ้นทะเบียนการเป็นโบราณสถานได้

ฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ กรมศิลปากร ได้แก้ไขปัญห เฉพาะจุดในกรณีที่สามารถดำเนินการสำเร็จได้ในเรื่องต่างๆ คือ

- ความชื้นในบรรยากาศ การเกิดตะไคร่ จุลินทรีย์
 - แรงสั่นสะเทือนจากรถยนต์ รถบรรทุก จากการระเบิดหิน จุดพลุขนาดใหญ่
 - จากแสงแดด UV
 - ก๊าซเสียจากการจุดพลุ จากควันเสียรถยนต์ จากควันโรงงานอุตสาหกรรม
 - แรงสั่นสะเทือนจากรถ ห้ามรถวิ่งเข้าใกล้บริเวณ ฯลฯ
 - จุลินทรีย์ ป้องกันได้ 50%
- ถ้าโบราณสถานอยู่กลางแจ้ง
- การป้องกันอื่นๆ ก็ทำโดยผู้เชี่ยวชาญและประสานงานกับหน่วยงานหลายๆ ด้านดังกล่าวแล้ว



ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลทั้งหมดเห็นได้ว่า ความเสียหายตามธรรมชาตินั้น ใช้ระยะเวลายาวนานมากกว่าจะเห็นชัดเจน แต่ผลจากการกระทำของมนุษย์จะมีผลรวดเร็วและรุนแรงมาก เนื่องจากฝ่ายอนุรักษ์ศิลปโบราณวัตถุ กรมศิลปากร มีหน้าที่โดยตรงในการดูแลรักษาอุทยานประวัติศาสตร์อยู่แล้วและมีบุคลากรที่ทรงคุณวุฒิเหมาะสมดำเนินการอยู่แล้วและได้ติดต่อประสานงานอยู่กับหน่วยงานต่างๆ คือ ททท. วล. กรมป่าไม้ ดังที่ท่านรัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้เสนอไว้ทุกประการ

ผลการวิเคราะห์ air pollutant

สถานที่วิเคราะห์ air pollutant โดย Handy sampler	SO ₂ (ppm)	H ₂ S (ppm)	NO ₂ (ppm)
บริเวณย่านโรงงานอุตสาหกรรม พระประแดง เดือนตุลาคม 2536	23.82	0.055	0.056
ที่ วท. ทดลองจุดประทัดและพลุ (2 ชั่วโมง) เดือนธันวาคม 2536	20.24	0.055	-

สำหรับในส่วนเสริมเพื่อให้การอนุรักษ์นี้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด วท. มีข้อคิดเห็น ให้ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องดำเนินการในส่วนที่กรมศิลปากรมีอำนาจโดยตรงที่จะดำเนินการได้ คือ

1. การห้ามรถบรรทุกเข้าใกล้โบราณสถาน เพื่อป้องกัน

แรงสั่นสะเทือน

2. การห้ามการระเบิดหิน การจุดพลุ สิ่งระเบิดใกล้โบราณสถาน

3. การห้ามไม่ให้มีแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมใกล้โบราณสถาน



HORIZONTAL AND VERTICAL FIXED BED AND
MOVING COLUMN MACHINING CENTERS

Zayer

ขบวนการผลิต

เครื่องจักรทุกเครื่อง

ผลิตโดย

ใช้วัสดุภายในประเทศ

ผ่านขบวนการ ผลิต

ด้วยความพิถีพิถัน

ของพนักงาน ทุกคน

เพื่อเครื่องจักรที่มี

คุณภาพ
สร้างความมั่นใจ

ต่อผู้ใช้



30 KCU

TAKSIN STEEL AND EQUIPMENT CO., LTD.

44/44 M.4 Rama 2 Road km. 12.7 Samadum Bangkhuntien Bangkok 10150

Tel. 416-3681, 416-6879, 415-7308

บริษัท ตากสินสตีล แอนด์ อีควิปเมนต์ จำกัด

44/44 ม. 4 พระราม 2 กม. 12.7 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

Ins. 416-3681, 416-6879, 415-7308

รักเมืองไทย กับ ยางสยาม



คือภาพผ่านสวยงามเมื่อยามผ่าน
เก็บกลับบ้านเป็นภาพงามของความหลัง
หวังว่าภาพเคยดูจะอยู่ยัง
และกำลังมีผู้คนดูแล
วณิช จรุงกิจอนันต์

สนับสนุนการเดินทางอย่างมีคุณค่า



บริษัท ยางสยาม จำกัด (มหาชน)



เรามาร่วมกันลดมลพิษกันเถอะ

"พวกเรามาช่วยกัน
ลดมลพิษกันเถอะ
โดยการเติมน้ำมันไรสาร
ทุกครั้งที่เข้าปั้มน้ำมัน
เพื่อเด็ก ๆ ของพวกเรา"
อย่างนี้สิ ถึงพูดได้เต็มปากว่า
"ความเหมือนที่แตกต่าง"



Portrait
น. ไร่



สัมผัสได้ด้วยตัวคุณที่ **PT** สถานีบริการน้ำมันครบวงจร ทั่วประเทศ

ความเหมือนที่แตกต่าง

บริษัท ปิโตรเลียมไทย คอร์ปอเรชั่น จำกัด
PETROLEUM THAI CORPORATION LTD.

100/1 อาคารวอชิงตัน ชั้น 10 ถนนพระราม 9 เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร. (662) 2469979-83 แฟกซ์ : (662) 2469044



ด้วยความมุ่งมั่นที่จะตอบสนองผู้บริโภคด้วยสินค้าคุณภาพตลอด
20 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้กลุ่มบริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ เจริญเติบโต
และอบอุ่นด้วยความไว้วางใจที่ลูกค้าผู้มีอุปการะคุณมอบให้

เป็นกำลังใจ และความผูกพันให้เราไม่หยุดยั้งที่จะพัฒนาสินค้า
คุณภาพ เพื่อรับใช้ชาวไทยในแง่ความกินดีอยู่ดีตลอดไป

ด้วยความปรารถนาดี



กลุ่มบริษัทไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์

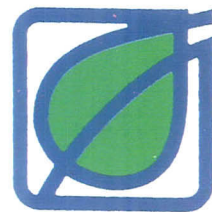
278 ถนนศรีนครินทร์ อาคาร ทีเอฟกรุ๊ป กรุงเทพฯ 10240 โทร. 374-4730

พลังเย็นใหม่

ในเครื่องยนต์ของคุณ

น้ำมันเครื่อง
GRENA
พลังเย็นใหม่

ลดความร้อนของเครื่องยนต์ทุกขณะ
ขับเคลื่อน ให้ความแรง เต็มพลัง
กรีน่า พลังเย็น พลังสะอาด



บางจาก

รับใช้วิถีไทย

บริษัท บางจาก จำกัด (มหาชน)

38 ถนนศรีนครินทร์ ประจวบฯ กรุงเทพฯ 10260 โทร : 301-2700

บริษัทที่ปรึกษา ด้านวิศวกรรม
สถาปัตยกรรม สิ่งแวดล้อม พลังงาน และทรัพยากร
ENGINEERING , ARCHITECTURAL , ENVIRONMENTAL
ENERGY AND RESOURCES CONSULTANTS

PALCON
PAL CONSULTANTS CO.,LTD.

บริษัท พอล คอนซัลแตนท์ จำกัด
PAL CONSULTANTS CO.,LTD.

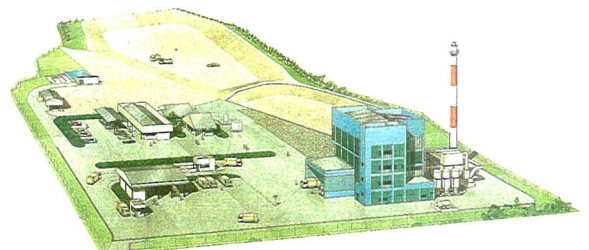


โครงการพัฒนาระบบน้ำปากห้วย อ่างเก็บน้ำพระยาสุรเสนา

งานด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ
งานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้าง
งานด้านการพัฒนามลพิษและระบบประปา
งานพัฒนาชนบทและเกษตร
งานระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม
งานด้านการพัฒนาเมืองและภูมิภาค
งานด้านการศึกษาระบบสิ่งแวดล้อม (EIA) พลังงาน และทรัพยากร



งานก่อสร้างอาคารผู้โดยสารและอาคารประกอบ
ท่าอากาศยานนานาชาติ จ.อุบลราชธานี



งานศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด
ระบบการจัดการขยะมูลฝอย

JBP “ใช้ดีจึงบอกเพื่อน”



สีรองพื้นกันสนิม **JBP** ระบบน้ำ
สะดวก ประหยัด ยึดหยุ่น ทนทาน รักษาสิ่งแวดล้อม



บริษัท เจ บี พี อินเดอร์เนชั่นแนลเพินท์ จำกัด
34/3 หมู่ 11 ซอยพาศิษย์ธนาฯ ด.บางแหวก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
โทร: 410-4268-72 FAX: 410-4184



เพลง HAPPY BIRTHDAY ของหนู
ใครก็ร้องเพราะได้ไม่เท่าพ่อ

ด้วยความมุ่งมั่นของ **TAC** ระบบสื่อสารไร้สายจะไม่เพียงแค่ส่งสัญญาณคำพูดถึงกัน
แต่ยังส่งความอบอุ่นกลับคืนคุณด้วย อาจมีหลายครั้งที่เวลาอันได้เปรียบของเธอเวลาแห่งความสุขของครอบครัวไป แต่ด้วยพัฒนาการที่กว้างไกลของ
การสื่อสารโทรคมนาคม ช่วงว่างที่ทางเห็นนี้จึงสามารถเชื่อมโยงถึงกันอย่างแนบแน่น แทค ในฐานะผู้นำระบบสื่อสารไร้สายครบวงจร WorldPhone WorldRadio WorldPage
WorldData , GPS (Global Positioning System -ระบบบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม) ภูมิใจที่บริการของเรา มีส่วนเกื้อหนุนให้คุณและครอบครัวอยู่ร่วมกันอย่างอบอุ่นและมีความสุข

TAC
บริษัท โทรคมนาคม ไร้สาย จำกัด
TOTAL ACCESS COMMUNICATION CO. LTD.

แทค สื่อสารไร้สาย ชีวิตยุคใหม่ของคุณ

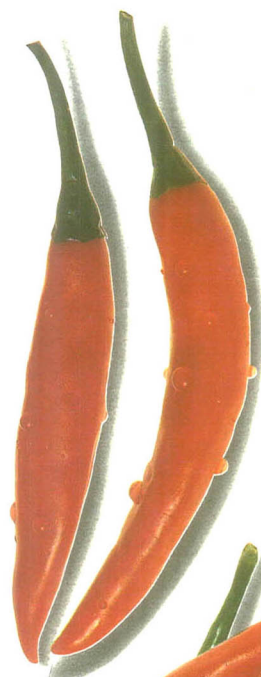


โรซ่า

อร่อย

สด

จากไร่



ซอสมะเขือเทศ โรซ่า

ซอสจากเนื้อมะเขือเทศสด ผลใหญ่จากไร่
ที่คุณคุ้นเคยกับรสชาติมานาน ช่วยเพิ่ม
รสชาติอาหาร ให้อร่อยถึงรสชาติแท้ของ
มะเขือเทศ



ซอสพริก โรซ่า

ซอสสูตรพิเศษเฉพาะของโรซ่า ด้วยการ
คัดคุณภาพของพริกสดๆ และวัตถุดิบ
คุณภาพดี มาปรุงจนกลมกล่อมถึง
รสชาติแท้ ให้คุณได้อร่อยกำลังดี

ซอสมะเขือเทศ - ซอสพริก โรซ่า



ช้างป่าแม่อยู่ผูกพัน เคียงกันในป่าพนาสัตว์
ช้างอยู่คู่ป่ามานานวัน ควรอยู่คู่กันตลอดไป



ช้างมีคุณค่ามาแต่อดีตกาล
อย่าให้เป็นเพียงในตำนานที่เล่าขานให้เด็กฟัง

โครงการอนุรักษ์ช้าง เพื่อนคู่ป่า

สนับสนุนโดย

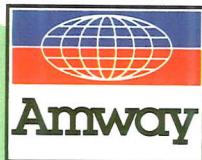
บริษัท แอมเวย์ (ประเทศไทย) จำกัด

ดำเนินงานโดย

มูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย

และ

กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



Amway (Thailand) LTD.

ย่ำทะเล

ปรุงโดย าริส บุนยธรรม

กากขยะนิวเคลียร์

น่าตกใจไม่น้อยสำหรับกากขยะนิวเคลียร์ จากโรงงานไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งทุกปีมีประมาณมากกว่า 9,000 ตัน กัมมันตภาพรังสีที่แผ่ออกมาจากกากขยะเหล่านี้มีผลเสียต่อน้ำใต้ดิน และสภาวะแวดล้อมในบริเวณที่กว้าง

นักวิจัยของอเมริกาได้หาวิธีแยกสารกัมตภาพรังสีที่เชื่อมออกจากกากขยะนิวเคลียร์เสียก่อนที่จะนำไปทิ้ง ทำให้เป็นไปได้อาณาการทั้งกากขยะสามารถควบคุมปริมาณรังสีได้มากกว่าเดิม

ล้มไม่ลุก

คนจีนแผ่นดินใหญ่และบริเวณซีกโลกตะวันออกเฉียงใต้บางกลุ่ม มีความเชื่อผิดๆที่ว่าถ้าองคชาติไม่ตื่นตัวนั้นแสดงว่าวิญญาณพยายามดิ้นชีวิตกลับไปสู่ปรโลก ความเชื่อนี้ทำให้เกิดความกลัว จึงพยายามผูกองคชาติไว้กับต้นไม้ กับเสาบ้าน หรืออะไรที่พอจะผูกได้ เพื่อไม่ให้วิญญาณดิ้นกลับไประหว่างหลับ

ซึ่งความจริงแล้วอาจเป็นเพียงโรคทางกาย หรือเกิดจากความกังวล ถ้าผู้ล้มไม่ลุกกังวลมากเกินไปอาจกลายเป็นโรคทางประสาท ที่เขียนนี้ก็

ถึงบรรจุกากขยะนิวเคลียร์มากมายจน น่าตกใจ



เพราะว่ามีความเชื่อเช่นนี้มากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะชาวเวียดนามมีมากเป็น

พิเศษ ต้องบอกความจริงให้ทราบจะได้เลิกกลัวกันเสียที.





ต้นไม้พุดกัน

ถ้าเผอิญคุณอยู่ในทะเลทรายที่เจียบสนิท ลองเงี่ยหูฟังให้ดี ถึงแม้เสียงที่เกิดขึ้นแผ่วเบามาก แต่คุณก็สามารถได้ยิน มันเป็นเสียงที่ต้นไม้กำลังพุดกัน

ทะเลทรายเป็นที่รวมความลับอันยิ่งใหญ่ของมวลมนุษยชาติ สิ่งลึกลับที่ยากแก่การอธิบายอยู่ในทะเลทรายนี้เอง *Ambrosia damosa* เป็นพืชพืชชนิดหนึ่ง ชอบเติบโตเป็นกระจุกอยู่ใกล้ๆ กัน แต่ไม้อีกชนิดหนึ่งคือ *Larrea tridentata* กลับชอบอยู่แบบต้นเดี่ยวโดดๆ

เมื่อขุดต้นพืชทั้ง 2 ชนิดไปทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่ารากของต้นไม้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ รากของต้น *Larrea* หลังสารพิษลงในดิน ซึ่งสามารถกันไม่ให้ต้นไม้ชนิดอื่นมาอยู่ใกล้ๆ ถ้าเป็นคนก็ใจคับแคบเหลือเกิน

ส่วนรากของ *Ambrosia* แตกต่างออกไป มันจะไม่ก้าวร้าวรากของ *Ambrosia* ต้นอื่นที่อยู่ใกล้ ถ้ารากของมันยาวไปแตะกับรากต้นอื่นมันจะหยุดอยู่แค่นั้นไม่เคลื่อนที่ต่อไปคล้ายๆ กับการแตะและปล่อยของมนุษย์ เป็นการสื่อสารประเภทหนึ่ง

ความรู้นี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจพฤติกรรมของต้นไม้ ต้นไม้ชนิดที่ชอบสันโดศก็ไปปลูกห่างไกล ส่วนต้นที่ชอบเพื่อนชอบฝูง ก็ปลูกให้ใกล้ ชิดสนิทสนมกันมากหน่อย

กาลาปากอสอันตราย

เกาะกาลาปากอส เป็นเกาะประวัติศาสตร์ของโลก เพราะนายชาร์ล ดาร์วิน นักธรรมชาติวิทยาได้

เคยไปพำนักพักพิงอาศัยอยู่หลายปี เพื่อศึกษาทฤษฎีวิวัฒนาการอันลือลั่น สนั่นโลกของเขา ปัจจุบันกำลังถูกรุกรานจากมนุษย์ที่อพยพเข้าไปอยู่อาศัยมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งนับวันจะเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศของเกาะเป็นอย่างมาก

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ถึง 2533 เพียง 10 ปีคนในเกาะเพิ่มขึ้น 2 เท่า พื้นที่ของเกาะถูกจับจองเป็นของส่วนตัว น้ำดื่ม และอาหารลดลงอย่างฮวบฮาบ คนที่ไปอยู่อาศัยไม่ได้ไปตัวเปล่า ยังนำสัตว์เลี้ยง เช่น หมู ไก่ เป็ด ฯลฯ ไปเลี้ยงด้วย ซึ่งล้วนเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่เคยอาศัยอยู่บนเกาะมาก่อน ชื่อกาลาปากอส เป็นชื่อของเต่าโบราณชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยอยู่บนเกาะเป็นเวลาหลายล้านปีมาแล้ว

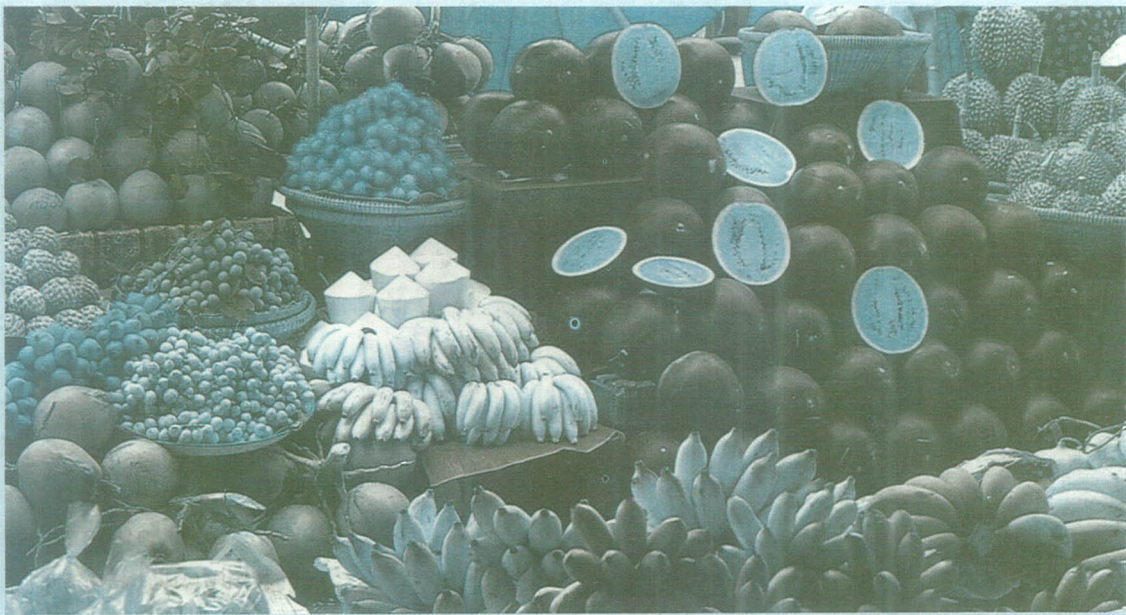
ปัจจุบันสถานที่ตากอากาศที่กาลาปากอสกำลังผุดขึ้นดั่งดอกเห็ด ถ้าคนยังขึ้นไปอาศัยอยู่อีกเรื่อย ๆ อีกไม่นานเต่าเจ้าของเกาะตัวจริงคงต้องหนีลงทะเลไปหาที่อยู่ใหม่



การสกัดเพกตินในผลไม้

วราภรณ์ ชัยโอภาส

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กทม. 10110



บทคัดย่อ

ได้ทำการสกัดเพกตินจากผลไม้ 15 ชนิด โดยใช้วิธีสกัดด้วย 1 M แคลเซียมคลอไรด์และ 60% เอทานอล พบว่า ปริมาณสารสกัดที่ได้ทั้งสองวิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสารสกัดทุกชนิดเมื่อต้มเป็นผงละลายได้ในน้ำกลั่นเป็นวัน แสดงว่า เป็นเพกตินที่มีคุณภาพดี ปริมาณเพกตินในผลไม้ คือ มังคุด กระท้อน มะกอก ลองกอง น้อยหน่า ลำไย ฝรั่ง ละมุด และมะขามป้อม ตามลำดับ มีสูงกว่าแอปเปิล ซึ่งจัดว่าเป็นผลไม้ที่มีเพกตินมากและสกัดเป็นอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา

คำนำ

ความทุกข์อันยิ่งใหญ่ประการหนึ่งของมนุษย์คือ สุขภาพไม่ดี การบำรุงรักษาสุขภาพให้ดี จึงถือเป็นเรื่องสำคัญ นายแพทย์อับรัม ฮอฟเฟอร์ ให้แนวความคิดเกี่ยวกับยุคใหม่ของการรักษาโรคด้วยวิธีทางโภชนาการสรุปได้ว่า ขณะนี้วงการแพทย์ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ประมาณ 10% เริ่มหันมาสนใจการบำบัดรักษาด้วยวิธีโภชนาการและจะเพิ่มขึ้นเป็น 90% ใน 4-5 ปีข้างหน้า (เจียจันทรพงษ์ 2537)

นิติทัศน์ประกาศ (2537 ก) ได้กล่าวว่า ในปี ค.ศ. 1985 สมาคมเคมี

อเมริกันมีการประชุมสรุปผลงานวิจัยกว่า 30 ราย ซึ่งเห็นพ้องกันในคุณประโยชน์ทางโภชนาการของเพกติน (pectin) ว่า เพกตินทำหน้าที่เป็นเยื่อป้องกันไม่ให้น้ำตาลถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ง่าย เพกตินจึงช่วยลดน้ำตาลในเลือด และเป็นตัวป้องกันมิให้คอเลสเตอรอลความหนาแน่นต่ำตกค้างที่หลอดเลือดหัวใจ สรุปว่า เพกตินสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และเพกติน 15 กรัม ร่วมกับวิตามินซี 450 กรัม จะทำให้คอเลสเตอรอลลดลงได้ 10% ภายใน 6 สัปดาห์

ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากการตอบคำถาม ซึ่งหัวหน้าสำนักงานศูนย์โรคหัวใจสมเด็จฯ ให้ข้อมูลว่า ณ กรกฎาคม 2537 ผู้ป่วยโรคหัวใจทั้งหมด ที่โรงพยาบาลศิริราชรับไว้ มี 30%-40% เป็นกลุ่มที่มีคอเลสเตอรอลสูงกว่า 300 มก. % มาหลายปีทำให้หลอดเลือดแดงแข็งและตีบ ถ้ามีเบาหวานและความดันเลือดสูงร่วมด้วย ในบุคคลเดียวกันจะทำให้เกิดโรคเร็วกว่าคนปกติหลายเท่าตัว ผลของหลอดเลือดแดงแข็งทำให้เกิดภาวะขาดเลือดเลี้ยงอวัยวะ อาทิ หัวใจสมอง ไต ทำให้อายุสั้นกว่าคนปกติ



จึงเป็นข้อสังเกตว่า อาหารที่มีคุณภาพทางโภชนาการและสุขภาพที่สมบูรณ์ดีมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ถ้ามีความรู้ในการบำรุงรักษาสุขภาพ และความรู้ด้านโภชนาการอย่างเพียงพอก็สามารถจะทำให้ชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุขและมีอายุยืนยาวได้

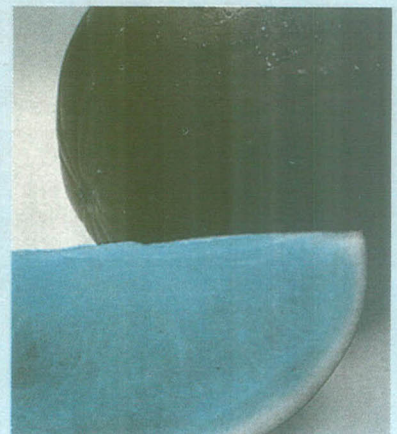
ในสหรัฐอเมริกา วารสาร "Prevention" (กุมภาพันธ์ 1994) ได้สัมภาษณ์แพทย์ชั้นนำของอเมริกา 7 คน ในบทความเรื่อง ทำไมแพทย์ชั้นนำจึงกินวิตามินเสริม พอสรุปได้ดังนี้ วิตามินที่กินเสริมต่อวันมีวิตามินซี 500-3,000 มก. วิตามินอี 100-400 I.U. กรดโฟลิก 1 มก. วิตามินรวม 1 เม็ด เบตาแคโรทีน 100-1,000 มก. แคลเซียมซีเตรต 2 เม็ด ให้ธาตุแคลเซียม 400 มก. เหตุผลของแพทย์ดังกล่าวก็คือ งานวิจัยของพวกเขาสนับสนุนว่ากินวิตามินซีป้องกันคอเลสเตอรอลความหนาแน่นต่ำจาก

(นิติตันท์ประภาศ 2537 ข)

สำหรับเพกตินนั้น ราคาแพงหาซื้อได้ยาก ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อนำมาทำแยม เยลลี่ และใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท

โครงการวิจัยเรื่อง การสกัดเพกตินในผักผลไม้ได้เล็งเห็นประโยชน์ทางโภชนาการอย่างสำคัญของเพกติน จึงได้วางแผนเป้าหมายที่จะวิเคราะห์ปริมาณที่มีในผลไม้ 15 ชนิด และผัก 42 ชนิด และจะทำการสกัดเพกตินถ้ามีปริมาณและคุณภาพดี ผลงานวิจัยนี้คาดว่าจะประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่จะกินอาหารเพื่อบำรุงรักษาสุขภาพให้มีความสุขในชีวิต ร่างกายแข็งแรงสามารถประกอบอาชีพ และพัฒนาเศรษฐกิจของตนเองได้ นอกจากนั้นประเทศไทยยังไม่มีมีการสกัดเพกตินในเชิงอุตสาหกรรม อาจทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สนองตอบการพัฒนาประเทศในด้านการเกษตร และอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผักผลไม้มาศึกษาครั้งนี้ ได้คำนึงถึงคุณภาพของวิตามินต่าง ๆ ดังกล่าวที่มีอยู่ในผลไม้ และประโยชน์ทางยาในด้านสมุนไพร ตลอดจนพยายามเลือกพืชพันธุ์บ้านที่ปลอดภัยพิษ โดยพืชนั้น ๆ มีความต้านทานโรคแมลงได้เองโดยธรรมชาติ



ปฏิกิริยาการเป็นก้อนอุดตันในหลอดเลือด นอกจากนี้วิตามินซีและเบต้าแคโรทีน ยังร่วมกันป้องกันการเกิดก้อนคอเลสเตอรอล ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคหลอดเลือดหัวใจ และพวกเขามีงานวิจัยพบว่า วิตามินอีลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้ วิตามินเสริมมีราคาถูกและปลอดภัย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

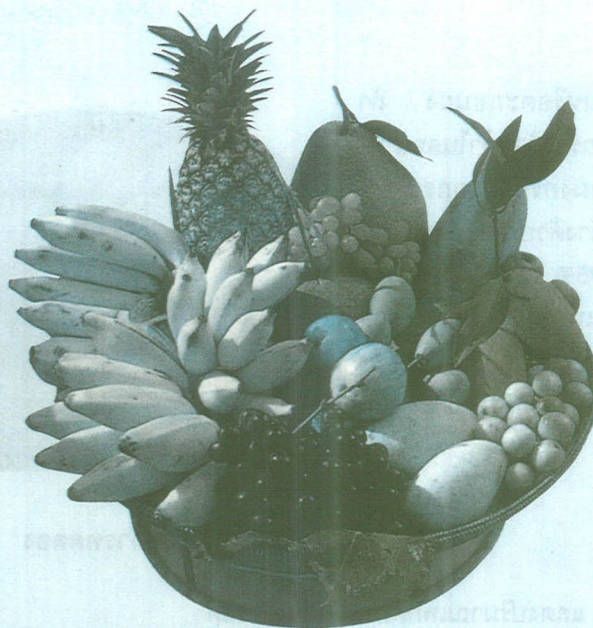
อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่ว ๆ ไป ส่วนสารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เออาร์ บีดีเอช, แกลเซียล อะซิติก แอซิด จีอาร์เมอร์ค, แคลเซียมคลอไรด์ จีอาร์เมอร์ค, ซิลเวอร์ไนเตรต เออาร์ บีดีเอช ซิตริก แอซิด เออาร์ "ไรเดล", แอปโซลูท เอทานอล จีอาร์เมอร์ค, กิเซลกัวร์ แลบเกรด "ฟูกา", เพกติน แลบเกรด "ชิกมา"

วิธีทดลอง

ผักและผลไม้ส่วนที่ใช้ คือ ส่วนที่กินได้ มีความสด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งน้ำหนัก 100 กรัม บั่นรวมกับน้ำกลั่น 250 มล. สัดส่วนนี้เป็น 1 ซ้ำ แล้วต้มให้เดือดอ่อน ๆ กรองขณะร้อนด้วยผ้าขาวบางที่มีช่องถี่ 95-100 ต่อตร.ซม. พับทบ 2 ครั้ง รวม 2 ผืน วางลงบนผ้าฝ้าย ขนาด 50 x 50 ซม. ใช้วางกรองผ่านกระชอนปล่อยให้น้ำคั้นผลไม้ยังมีกากเดิมก็เชลกัวร์ (Kieselgur) 25 กรัม/ลิตร ขณะร้อนและกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 น้ำผักและผลไม้จะใส เตรียมครั้งละ 2,500 มล. แล้วแยกเป็น 2 ส่วน ๆ ละ 1,250 มล.

ก. วิธีสกัดด้วย 1 M แคลเซียมคลอไรด์ซึ่งปรับปรุงจาก มงคลศิริเกียรติ (2538)

วัด pH น้ำผลไม้แต่ละชนิดแล้วปรับเป็น pH 7.0 ด้วย 6 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ เจือจางน้ำผลไม้ให้เป็น 75% ด้วย 0.1 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ผลไม้ 250 มล. เติม 0.1 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 80 มล. เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 18-20 ชม. (1 คืน) ถ้าน้ำผลไม้ไม่มีเพกตินจะสังเกตเห็นสารแขวนลอยเล็กๆ อยู่ในพลาสติก เติม 1 M กรดอะซิติก 40 มล. เขย่า



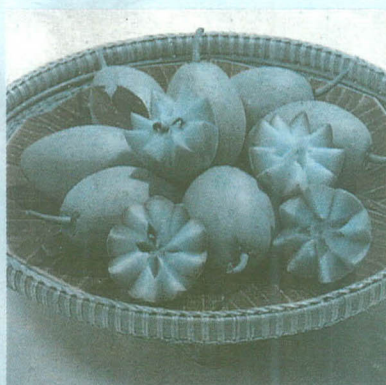
เหวี่ยงพลาสติกเป็นวงกลม 2 - 3 รอบ เมื่อสารละลายเข้ากันจะสังเกตเห็นสารแขวนลอยขนาดใหญ่ขึ้น ทิ้งไว้ 5 นาที สารละลายนี้มี pH 4.0 เติม 1 M แคลเซียมคลอไรด์ 40 มล. เขย่าเหวี่ยงเป็นวงกลม 2-3 รอบ จะสังเกตเห็นวุ้นหนวนอยู่ในพลาสติก ตั้งสมมุติฐานได้ว่าสิ่งนี้น่าจะเป็นเพกติน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที นำสารละลายไปต้ม 2-3 นาที สังเกตตะกอนจะแยกชั้นออกจากสารละลาย แล้วนำไปกรองตะกอนออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างตะกอนซึ่งค้างอยู่บนกระดาษกรองด้วยน้ำเดือด ล้างจนหมดคลอไรด์ ซึ่งตรวจน้ำทิ้งด้วย 0.1 M ซิลเวอร์ไนเตรตไม่มีตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ใช้น้ำเดือดล้างประมาณ 500 มล. ค่อย ๆ ล้างให้ตะกอนรวมตัวกัน ซึ่งจะช่วยให้เก็บตะกอนได้ง่าย นำตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 60°C. ตั้ง แต่ 2 ถึง 6 ชม. ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของตะกอน ถ้าเป็นตะกอนหยาบใช้เวลา 30 นาที เมื่อตะกอนแห้งสนิทบดละเอียด ร่อนด้วยร่อนขนาด 80 mesh ได้ผงละเอียดนำไปอบให้แห้งสนิท ซึ่งสารสกัดด้วยตาชั่งแบบละเอียด แล้วเก็บใส่ของพลาสติกไว้ตรวจคุณสมบัติต่อไป

ข. วิธีสกัดด้วย 60% เอทานอลปรับปรุงจาก พงษ์สามารต และมาร์คแมน (2532)

ตรวจ pH น้ำผัก ผลไม้ ปรับ pH 4.5 ด้วย 0.1 M กรดซิตริก เพื่อรักษาสภาพน้ำผลไม้ไม่ให้บูด แต่น้ำผลไม้ส่วนใหญ่มี pH 3-4.5 จึงไม่ต้องปรับ ตวงน้ำผลไม้ 250 มล. ใส่บีกเกอร์ทนความร้อนนำไปอบระเหยไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 60°C. น้ำจะระเหยไปวันละ 50 มล. จนเหลือน้ำผลไม้เข้มข้นค่อนข้างเหนียว 25 มล. ตวง 60% เอทานอล ซึ่งเตรียมจาก 75% เอทานอล ใส่ลงไปในบีกเกอร์น้ำผลไม้เข้มข้นในสัดส่วน 1:1 แช่ไว้ 30 นาที จะสังเกตเห็น



เห็นตะกอนวุ้นหรือตะกอนผง ถ้าเป็นวุ้นเหนียวกรองด้วยผ้าไนลอน ถ้าเป็นวุ้นใสหรือผงกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างด้วย 75% เอทานอล 2 ครั้ง และ 95% เอทานอล 1 ครั้ง ตะกอนวุ้นจะแห้งและไม่มีน้ำ นำจานแก้วมาบุกระดาษฟอยล์วางตะกอนลงในจานอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C. เป็น



เวลา 6-8 ชม. เมื่อแห้งดีแล้วบดให้ละเอียด แล้วทำเช่นเดียวกับวิธี ก.

เมื่อนำข้อมูลปริมาณเพกตินทั้งหมดที่เก็บจากผลไม้ 15 ชนิด มาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อทดสอบว่า การวิเคราะห์ 2 วิธีให้ปริมาณที่ต่างกันหรือไม่ดังตารางที่ 2

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเพกตินในผลไม้ 15 ชนิด

ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	สกัดด้วย 1 M แคลเซียมคลอไรด์	สกัดด้วย 60% เอทานอล
		แคลเซียมเพกเตต (กรัม)	เพกติน (กรัม)
กระท้อน	<i>Sandoricum indicum</i> Mers.	2.44254 ± 0.1760	2.79823 ± 1.6874
ชมพู่	<i>Eugenia javanica</i> Lamk.	0.02280 ± 0.0018	0.2545 ± 0.2088
น้อยหน่า	<i>Annona squamosa</i> Linn.	0.64148 ± 0.2023	2.6398 ± 0.51479
แตงไทย	<i>Cucumis melo</i> Linn.	0.41260 ± 0.0424	0.3151 ± 0.09314
ฝรั่ง	<i>Psidium guajava</i> Linn.	0.70802 ± 0.2485	2.2213 ± 0.2855
มะกอก	<i>Spondias cytherea</i> Sonn.	2.01200 ± 0.4947	2.67572 ± 0.4917
มะขามป้อม	<i>Phyllanthus emblica</i> Linn.	3.90428 ± 0.5635	2.0611 ± 0.91587
มะเฟือง	<i>Averrhoa carambola</i>	0.49470 ± 0.0716	0.52538 ± 0.08780
มะยม	<i>Phyllanthus distichus</i> Muell.	0.01987 ± 0.0122	0.27424 ± 0.5707
มังคุด	<i>Garcinia mangostana</i> Linn.	0.04920 ± 0.0399	3.3829 ± 0.95034
ละมุด	<i>Achras zapota</i> Linn.	1.44118 ± 0.1709	1.83117 ± 0.71797
ลำไย	<i>Euphoria longana</i> Lamk.	0.22645 ± 0.1308	2.43683 ± 0.6355
ลองกอง	<i>Lansium domesticum</i> Correa	0.39782 ± 0.0994	2.65540 ± 0.73226
แอปเปิล	<i>Malus domestica</i> Borkn.	0.37556 ± 0.15002	1.03284 ± 0.27142
องุ่น	<i>Vitis vinifera</i> Linn.	0.15217 ± 0.0499	0.8419 ± 0.26255

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจเพกติน 2 วิธี

วิธีตรวจ	n	X	S.D.	t
ก. 1 M แคลเซียมคลอไรด์	15	4.62846	5.26524	1.7838
ข. 60% เอทานอล	15	7.27254	5.57940	

$$t_{28} P.01 = 2.7633$$

สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยที่เกิดจากการตรวจทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันอย่างแท้จริง ฉะนั้นจึงมีความเที่ยงตรงในการวัดได้เท่า ๆ กัน

ความแตกต่างระหว่างสารสกัดทั้งสองวิธี สรุปได้ว่า การสกัดด้วย 1 M แคลเซียมคลอไรด์ เพกตินผลไม้มีลักษณะเป็นผงละเอียด ได้แก่ กระท้อน มะขามป้อม มะเฟือง มะยม นอกนั้นเป็นวุ้น (jel grade) ส่วนการสกัดด้วย 60% เอทานอลเกือบทั้งหมดเป็นวุ้น ที่เป็นผงได้แก่ มะขามป้อมและมะยม

คุณสมบัติในการถูกละลาย สารสกัด 5% ทุกชนิดไม่ละลายใน 95% เอทานอล และสามารถละลายได้ในน้ำเป็นวุ้นใสถึงค่อนข้างข้น เมื่อเปรียบเทียบกับเพกตินบริสุทธิ์จากแอปเปิลแลบเกรดสอดคล้องกัน คือ ไม่ละลายใน 95% เอทานอล แต่ละลายในน้ำได้วุ้นขาวแข็ง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

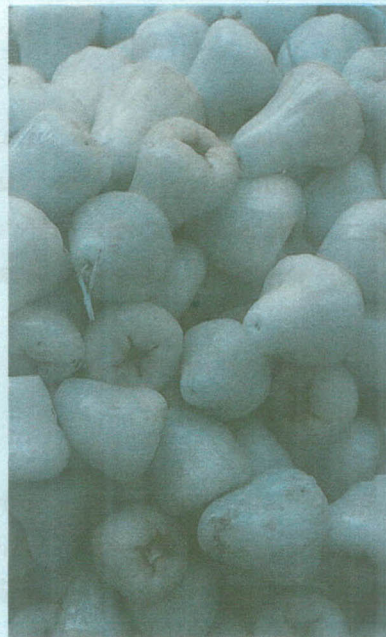
สรุปผลการทดลอง

เพกตินในรูปของแคลเซียมเพกเตตที่มีในผลไม้ น้ำหนักสด 100 กรัม จากผลไม้ 15 ชนิด ทำให้แบ่งผลไม้ตามปริมาณแคลเซียมเพกเตตได้ 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีเพกตินสูง ได้แก่ มะขามป้อมมีสูงสุด รองลงมาเป็นกระท้อนห่อ มะกอกและละมุด ตามลำดับ กลุ่มที่มีเพกตินปานกลาง ได้แก่ ฝรั่ง น้อยหน่า มะเฟือง แดงไทย ลองกอง และแอปเปิล ส่วนกลุ่มที่มีเพกตินค่อนข้างต่ำ ได้แก่ มังคุด ลำไย องุ่น ชมพู และมะยมมีน้อยที่สุด

ส่วนผลการสกัดเพกตินด้วย 60% เอทานอล พบว่า ทำให้แบ่งผลไม้ตามปริมาณเพกตินได้ 3กลุ่ม กลุ่มที่มีเพกตินสูง ได้แก่ มังคุด กระท้อนห่อ

มะกอก ลองกอง น้อยหน่า ลำไย ฝรั่ง กลุ่มที่มีเพกตินปานกลาง ได้แก่ ละมุด แอปเปิล มะขามป้อม และองุ่น และกลุ่มที่มีเพกตินต่ำ ได้แก่ มะเฟือง แดงไทย มะยม และชมพู

จากตารางที่ 1 จะสังเกตได้ว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสกัด 2 วิธีมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่ในการวิจัยนี้ได้ใช้ผลไม้พันธุ์เดียวกันในปริมาณ 100 กรัมผลไม้ : น้ำกลั่น 250 มล. ปริมาณเพกตินที่มีในน้ำผลไม้จึงน่าจะมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างแท้จริง การตรวจทั้ง 2 วิธีนี้ เป็นวิธีที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้ในการตรวจและวินิจฉัยสิ่งเดียวกัน เมื่อตรวจคุณสมบัติ โดยเปรียบเทียบกับเพกตินบริสุทธิ์จากแอปเปิลแล้วพบว่าเพกตินที่สกัดได้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับเพกตินมาตรฐาน เพียงแต่ความเป็นวุ้นจะมีความแข็งหรือค่อนข้างใส ทำให้เพกตินมีคุณภาพแตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้



วิจารณ์ผล

งานวิจัยเกี่ยวกับการสกัดเพกตินในผัก ผลไม้ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีสกัดเพียงวิธีเดียว เช่น สกัดด้วยเอทานอลหรือแคลเซียมคลอไรด์หรืออะลูมิเนียมคลอไรด์ ในการวิจัยนี้ได้เลือกเปรียบเทียบ 2 วิธี เพื่อต้องการพิสูจน์ว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุดในการสกัด การที่ได้เลือกศึกษาการตกตะกอนของแคลเซียมคลอไรด์นั้น เพราะภายในบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมจะได้ตะกอนแคลเซียมเพกเตต แคลเซียมเป็นธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากจะจำเป็นต่อการสร้างและรักษาความแข็งแรงของกระดูกและฟันแล้วยังช่วยให้กล้ามเนื้อ รวมทั้งกล้ามเนื้อหัวใจมีการหดตัวเป็นปกติ ส่วนคลอไรด์นั้นในการสกัดได้ล้างออกหมด การสกัด 2 วิธีนี้ทำให้ได้ประโยชน์ กล่าวคือ วิธีสกัดด้วยแคลเซียมคลอไรด์สามารถเก็บตะกอนไว้ได้ เป็นผงละเอียดสีต่างๆ ตามชนิดของผลไม้ ส่วนวิธีสกัดด้วย 60% เอทานอลจะได้ตะกอนเป็นวุ้น ทำให้อธิบายคุณภาพของเพกตินในผลไม้ได้ว่าเป็นเพกตินที่ดี เพราะเพกตินเมื่อรวมตัวกับน้ำจะได้วุ้น

จุดมุ่งหมายในการศึกษานี้เพื่อให้ได้ข้อพิสูจน์ว่า ผลไม้ไทยมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นได้ทั้งอาหารและยา ผลของการศึกษารั้งนี้ พบว่า ผลไม้เศรษฐกิจของไทย 4 ชนิด ได้แก่ มังคุด กระท้อน ลองกอง ลำไย มีเพกติน 3.3829, 2.79823, 2.65540, และ 2.43683 กรัมตามลำดับ

ดังนั้น เมื่อมังคุดมีเพกตินมากเช่นนี้ แทนที่เราจะเห็นความสำคัญของมังคุดในฐานะราชินีของผลไม้เพื่อการส่งออก (บุเรศบำรุงการ 2508) และมุ่งเน้นที่จะส่งออกไปแต่เพียงญี่ปุ่น เป็นสำคัญแล้ว ควรจะพิจารณาด้านการปรับปรุงพันธุ์คุณภาพ และการบรรจุภัณฑ์เพื่อให้

คงความสดสามารถส่งไปขายทางอเมริกาและแคนาดาด้วย เพราะว่าในประเทศดังกล่าวเริ่มต้นตัวในการใช้โภชนาการรักษาโรค ซึ่งรวมทั้งอาการหัวใจล้มเหลวที่แพร่หลายมากด้วย สำหรับประเทศไทยซึ่งมีผลไม้อุดมสมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงนั้นกระต่อนน่าจะมีส่วนทางแจ่มใสในแง่ให้เพกตินแก่ผู้บริโภค สามารถกินได้ทั้งผล เพราะเนื้อแน่นและรสชาติดี (ฝ่ายข้อมูลเคหะเกษตร 2532) นอกจากนั้นยังสามารถแปรรูปได้ เช่น ทำกระต่อนลอยแก้ว กระต่อนจึงน่าจะเป็นผลไม้ที่ได้รับการพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวมทั้งพัฒนาการบรรจุภัณฑ์ด้วย ลองกร ก็เป็นอีกชนิดหนึ่งที่สามารถส่งออกได้ เพราะรสชาติดีและซ่อมผลแน่นไม่ร่วงได้ง่ายหากมีเทคโนโลยีในการคงความสดได้ ส่วนลำไยนั้นส่งออกได้ในปริมาณมากอยู่แล้ว หากรู้ว่าจะนอกจากมีรสหวานหอมอร่อยแล้วยังมีเพกตินมากสามารถบำรุงรักษาสุขภาพได้ด้วย น่าจะทำให้

ลำไยมีคุณค่าสูงขึ้นในความรู้สึกของผู้บริโภค ผลดีจะเกิดขึ้นแก่ทั้งผู้บริโภคและเกษตรกรสวนลำไยที่จะขายในราคาสูงขึ้นได้ ในปัจจุบันเพกตินบริสุทธิ์ราคกรัมละประมาณ 8.80 บาท

ผลไม้กลุ่มที่ 2 ซึ่งได้แก่ มะกอกน้อยหน่า ฝรั่ง มะขามป้อม และละมุด และมีเพกติน 2.67572, 2.6398, 2.2213, 2.0611 และ 1.83117 กรัมตามลำดับ นั้นก็ยิ่งนับได้ว่าสูงกว่าแอปเปิล ซึ่งมีเพกติน 1.03284 กรัม

เกตุสิงห์ (2527) กล่าวว่า มะกอกและมะขามป้อมมีวิตามินซีสูงมากจึงมีฤทธิ์แก้อักเสบจะช่วยรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคโลหิตจาง นิติทัศน์ประภาส (2537 ก) รายงานว่าเพกตินและวิตามินซีรวมกัน จะทำให้มีผลในการลดคอเลสเตอรอลได้สูงขึ้น ดังนั้น ควรเลือกกินผลไม้สดและไม่แก่จนเกินไป ฝรั่งนั้นเป็นผลไม้สมุนไพร มีเพกตินเป็นวันสีขาว ซึ่งชาวสารสมุนไพรร (2535) รายงานว่าเพกตินในฝรั่งเป็นเพกตินที่มีคุณภาพดีแก้ท้องผูก ลดน้ำตาลในเลือด ลดคอเลสเตอรอล ช่วยขับสารตะกั่วและสารปรอทให้ออกจากร่างกายมากขึ้น แต่ฝรั่งที่มีเพกตินนั้นจะค่อนข้างสูง มีกลิ่นไม่ชวนให้กินสด จึงควรเติมน้ำสกัดฝรั่งเพื่อให้ได้ประโยชน์มากจริง ๆ ละมุดเป็นผลไม้ที่สามารถแปรรูปเป็นน้ำสกัดละมุดได้ ผู้วิจัยได้ลองสกัดละมุดพันธุ์มะกอกซึ่งหวานมาก ได้น้ำละมุด 50% มีความหวาน 7.4 องศาบริกซ์

ผลไม้ที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่ง คือ มะเฟือง ถึงแม้จะมีเพกตินเพียง 0.5 กรัม ใน 100 กรัม ชมรมพืชผักและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (2537) ได้กล่าวถึงคุณภาพของผลมะเฟืองว่าใช้เป็นยาระบายได้อย่างดี จะจิ้มเกลือหรือคั้นน้ำดื่มก็ได้ สำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวานมะเฟืองจะช่วยลดน้ำตาลในเลือดได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เกตุสิงห์, อวย. 2527. ยากกลางบ้านที่ใช้ได้ผล. จุลสารอันดับ 5 โครงการสมุนไพรรักษาโรคเพื่อตนเอง.
- เจียจันทร์พงษ์, ฉัตรตระกูล. 2537 หมอพูดอะไรในการประชุมเรื่องวิตามิน. วารสารอาหารและสุขภาพ ฉบับที่ 51.
- ชมรมพืชผักและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ. 2537 อาหารปลอดสารพิษ. วารสารหมอชาวบ้าน ฉบับที่ 185.
- นิติทัศน์ประภาส, โอวาท. 2537 ก. เพกติน : สารคาร์โบไฮเดรตลดน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือด. นิตยสารสกุลไทยฉบับที่ 1071.
- นิติทัศน์ประภาส, โอวาท. 2537 ข. ทำไมแพทย์ชั้นนำจึงกินวิตามินเสริม. นิตยสารสกุลไทย ฉบับพิเศษ.
- บุเรศบำรุงการ, หลวง. 2508 การปลูกมังคุดและละมุด. แพรววิทยา.
- ฝ่ายข้อมูลสมุนไพรร. 2535 ชาวสมุนไพรร. ฉบับที่ 32.
- ฝ่ายข้อมูลเคหะการเกษตร, 2532 ผลไม้เศรษฐกิจไทย. วารสารเคหะการเกษตร ฉบับพิเศษ.
- ฝ่ายข้อมูลสมุนไพรรมหาวิทยาลัยมหิดล. 2536. จุลสารเพื่อธรรมชาติ. ฉบับที่ 2.
- พงษ์สามารถ, สุรินทร์ และมาร์คแมน, นรานัน. 2532. การสกัดสารคล้ายเพกตินและการทำให้บริสุทธิ์จากเปลือกไม้ไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มงคลศิริเกียรติ, โสพิศ. 2528. การศึกษาผลงานของเพกตินในผลไม้ไทยต่อระดับ คอเลสเตอรอลในเลือด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฉนวน **SFG** ฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

WE GIVE YOU MORE QUIET AND COOL

SFG INSULATION ใช้เทคโนโลยีการผลิตล่าสุดจาก **OWENS-CORNING** (สหรัฐอเมริกา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตฉนวนใยแก้ว มากว่า 60 ปี ฉนวนใยแก้ว **SFG** จึงมีคุณภาพที่สม่ำเสมอ ทนทาน ไม่หลุดร่วง ใช้กันความร้อน และดูดซับเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ได้กับงานหลังคา ฝ้าเพดาน ฝ้าผนัง ท่อลมระบบปรับอากาศ ท่อน้ำร้อน-น้ำเย็น และหุ้มเครื่องจักร

สินค้าที่จำหน่าย : แบบม้วน (BLANKET) , แบบแผ่น (BATT) ,
แบบหุ้มท่อ (PIPE COVER) และ แผ่นฝ้าเพดาน (BOARD)



ฉนวน **SFG** ช่วยประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายเนื่องจากสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์



บริษัท สยามไฟเบอร์กลาส จำกัด
SIAM FIBERGLASS CO.,LTD.

สำนักงานขายกรุงเทพฯ

อาคารเมืองไทยภัทร 1 ชั้น 30 ถนนรัชดาภิเษก

ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

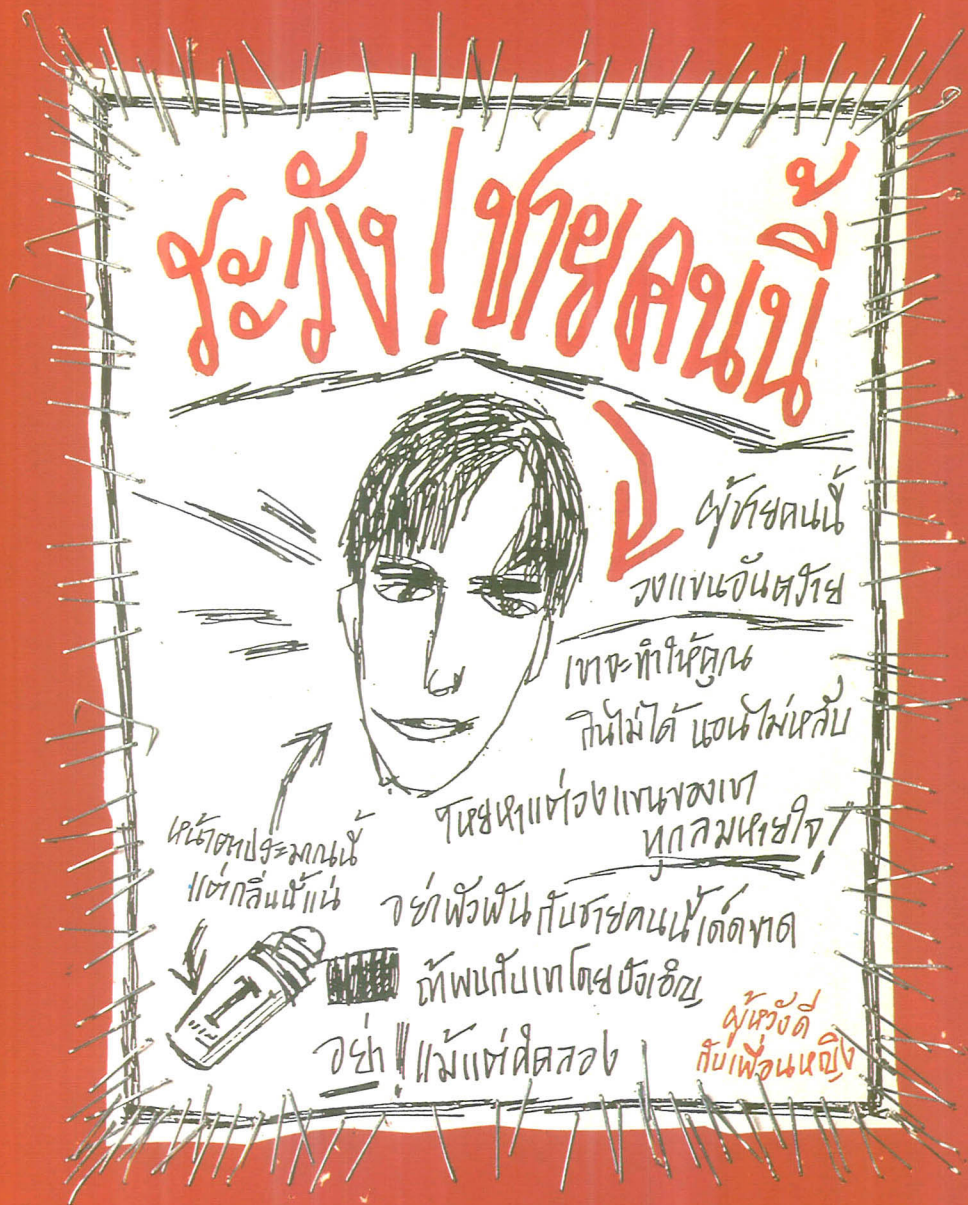
โทร. (02) 693-2476-82 โทรสาร (02) 693-2483

โรงงานสระบุรี

เขตอุตสาหกรรมเครือซีเมนต์ไทย

อ.หนองแค จ.สระบุรี 18140

โทร. (036) 373-444 โทรสาร (036) 373-445



พลังสมรรถนะ
ถึงขั้น...จนจบ



เริ่มต้นการพ่นสีในเตา
สมบูรณ์ ด้วยประสิทธิภาพ
พรสารพลัง ZA 9576
และตัวควบคุมอุณหภูมิ 98
ให้พลังเริ่มต้นพ่นสีที่สมบูรณ์แบบ

เมื่อจบด้วยอากาศบริสุทธิ์ เพราะเราใส่ใจทุก

PTT
PERFORMER 98
พลังแรงขับเคลื่อน
www.ppt.co.th



NOKIA

DIGITAL GSM

ประสิทธิภาพผู้นำ

สูงสุดด้วย

ระบบมาตรฐานโลก

เพราะ GSM คือผู้นำระบบ DIGITAL มาตรฐานโลก กว่า 66 ประเทศทั่วโลกยอมรับระบบ DIGITAL GSM ล้ำหน้าด้วย SIM CARD ขนาดเล็ก ที่บันทึกข้อมูลได้มากกว่า และสามารถนำ NOKIA DIGITAL GSM ไปใช้ในต่างประเทศทั่วโลก (INTERNATIONAL ROAMING) ได้ในขนาดคั่นใกล้

เพราะผู้นำต้องขี้อาย NOKIA DIGITAL GSM ให้สัญญาณเสียงคมชัดทุกถ้อยคำ สื่อสารรวดเร็วด้วยช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่า ป้องกันการดักฟังอย่างเด็ดขาดด้วยการส่งสัญญาณเป็นรหัส ENCRYPTION

เพราะผู้นำต้องมีอำนาจการติดต่อสูงสุด NOKIA DIGITAL GSM เพื่อการสื่อสารข้อมูลทุกรูปแบบ เพราะสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร ชัดเจนด้วยจอ LCD กว้าง แสดงข้อความได้มากกว่าถึง 4 บรรทัด พร้อมด้วยบริการเพื่อการสื่อสารทุกรูปแบบ เช่น SHORT MESSAGE SERVICE, การประชุมทางโทรศัพท์ ฯลฯ

เลือกมาตรฐานชินวัตร เลือก NOKIA DIGITAL GSM

NOKIA
DIGITAL GSM

ประสิทธิภาพผู้นำในระบบมาตรฐานโลก



บริษัท เทคนิกเทเลคอม จำกัด
โทร. 937-0088 (อัตโนมัติ)
บริษัท อินเทอร์เน็ตเอเชีย จำกัด (มหาชน)
โทร. 561-2920

ผู้จัดจำหน่ายที่ได้รับการคัดเลือกจากกลุ่มชินวัตร



บริษัท นิวเทคโมบาย จำกัด (จำกัดมหาชน)
โทร. 619-0678



บริษัท ชินวัตรเทเลวิซ จำกัด
โทร. 299-5000

ศูนย์บริการ SHINAWATRA TELEWIZ SERVICE CENTER โทร. 299-5408-9

- สำนักงานใหญ่ อาคารชินวัตร ชั้น G
- สาขาบริการ อิมเมียร์ พลาซ่า ชั้น 3
- สาขาบริการ ฟอรัมทาวน์ ชั้น 3
- สาขาบริการ เดอะมอลล์ 3 ชั้น 2

A vibrant, multi-colored collage of skyscrapers from various cities, including New York City, with several Xerox copiers overlaid on the image, suggesting a global office environment.

VIVACE

SERIES

เลือกลงตัวกับความต้องการของแต่ละธุรกิจ ทั้งยังเปี่ยม
ความสามารถรอบด้านเพื่อการใช้งานทุกประเภท ที่สำคัญ
ซีร็อกซ์ยังมีพร้อมบริการที่ต่อเนื่อง ด้วยเครือข่ายทั่วประเทศ
และช่างผู้เชี่ยวชาญเป็นหลักประกัน

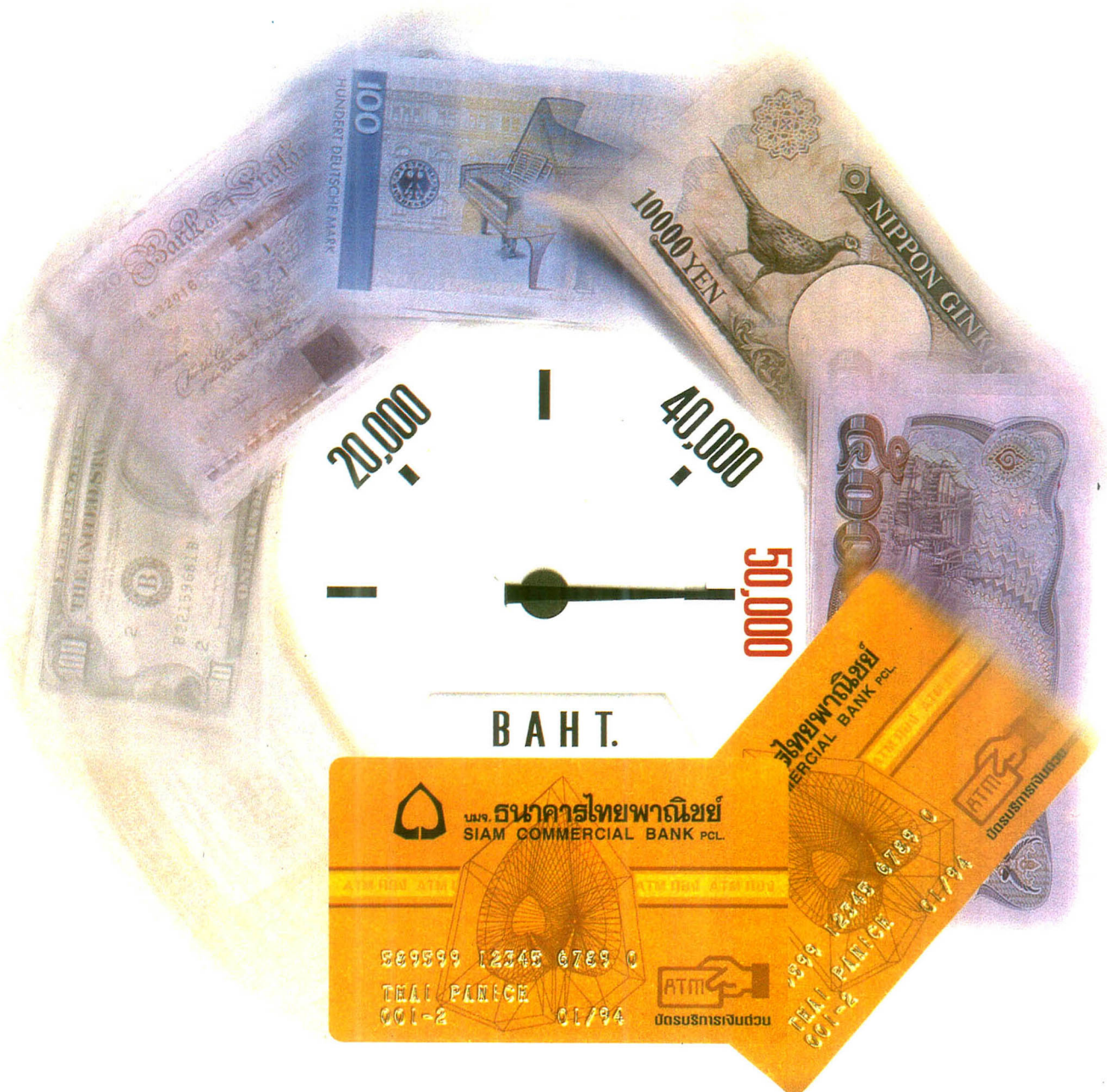
เทคโนโลยีที่กำลังมาแรงทั่วโลกธุรกิจ

เรานำเทคโนโลยีที่เรากำลังคิดค้นมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ซีรีกซ์ บริการที่ขึ้นหนึ่ง

ซีริกซ์ บริการที่เพิ่มหนึ่ง



ถึงขีดสุด อำนาจเงินสดทั่วโลก กันที

บัตร ATM ทอง ไทยพาณิชย์ หนึ่งในที่ให้อำนาจเงินเบิกสูงสุดต่อวัน ทั่วโลก

บริการที่เหนือกว่า กับผู้นำระบบ ATM ไทย ด้วยบัตรบริการเงินด่วน ATM ทอง ไทยพาณิชย์ สิทธิอำนาจระดับโลกที่ให้คุณใช้จ่ายได้สูงสุด ทันที

- รับทันที บัตรและรหัสลับส่วนตัว
- สูงสุด ด้วยวงเงินเบิกถึง 50,000 บาท/วัน หรือเทียบเท่า ในเครือข่าย **Cirrus** ระบบ ATM ที่ใหญ่ที่สุดในโลก
- เหนือกว่า ด้วยอำนาจการใช้จ่ายระดับโลก ซื้อสินค้าตัดบัญชีทางอิเล็กทรอนิกส์ ณ จุดขาย (POS Terminals) กับร้านค้าที่ร่วมโครงการ **Maestro** ทั่วโลก และรับส่วนลดพิเศษอีก 10-50% จากร้านค้าสมาชิกทั่วประเทศ



บมจ. ธนาคารไทยพาณิชย์

บัตร ATM ทอง ไทยพาณิชย์ สิทธิอำนาจที่มีให้คุณทั่วโลก จากผู้นำระบบ ATM ไทย
เชิญขอรายละเอียดได้ที่ ธนาคารไทยพาณิชย์ทุกสาขา หรือสำนักงานบริการอิเล็กทรอนิกส์ โทร. 274-0061 ต่อ 3106-9

“

ฟ้าดินทั้งใหญ่ทั้งใส
สักวันจะไปให้ถึง
เก็บเดือนเก็บดาวที่สวยงาม
ใครคือส่วนหนึ่งให้ได้มา

”



สายใยพ่อ-แม่-ลูกที่สวยงาม
สรรสร้างวันพรุ่งของเด็กๆ



ผู้เชี่ยวชาญพัฒนาการเด็กและทารก



ช่วยกันทำ

คำจูนโลก

ถึงวันนี้ ถ้าเพียงแต่ธรรมชาติ คงคำจูนโลกไม่อยู่แล้ว
เพื่อมิให้ทอวสานของภิกขุแห่งเดียวของเราถึงตอนกาลอันควร
เพียงช่วยกันคิดช่วยกันพูดยังไม่พอ ต้องช่วยกันทำอย่างจริงจังตั้งแต่นี้
เรา TOC ลงมือทำแล้ว ด้วยการบำบัดน้ำเสีย, ไม่ปล่อยสารพิษสู่อากาศ
และผลิตวัตถุดิบทดแทนไม้และเรซิน
ทุกท่านคงทราบดี...เราไม่มีโลกสำรอง



เพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง และการดูแลรักษา เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

คำนำ

ทั้งในปัจจุบัน และในอนาคต ถั่วเหลืองยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่นับแต่จะทวีความสำคัญยิ่งขึ้นในด้านอุตสาหกรรมเกษตร รวมไปถึงทางด้านโภชนาการ เนื่องด้วยความต้องการใช้ถั่วเหลืองเพื่อการบริโภคในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เต้าหู้ ซีอิ๊ว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง ฯลฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น รวมทั้งความต้องการใช้กากถั่วเหลืองของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ขยายตัวเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ และการส่งออกเนื้อสัตว์ ขณะนี้การผลิตถั่วเหลืองของไทยมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในแต่ละปี จำเป็นต้องมีการนำเข้าถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง ซึ่งในแต่ละปีมูลค่ามากกว่า 1,400 ล้านบาท รัฐบาลจึงมีนโยบายและแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองให้มีปริมาณและคุณภาพที่ดีเพียงพอต่อความต้องการของตลาด เพื่อทดแทนการนำเข้าและเพิ่มอัตราการพึ่งพาตนเองของประเทศ โดยการขยายพื้นที่ปลูกและเพิ่มผลผลิตต่อไป

แนวทางในการปลูกถั่วเหลืองให้ได้ผลผลิตสูง

การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงวิธีการต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น และได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่า เกษตรกรสามารถทำได้โดยวิธีเขตรกรรมดังนี้

1. **เมล็ดพันธุ์** ต้องเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดี สะอาด ไม่มีเชื้อราและแมลงเจือปน แล้วต้องมีความงอกไม่ต่ำกว่า 75% (หรืองอก 75 เมล็ด ใน 100 เมล็ด) เมล็ดพันธุ์ที่ดีที่ราชการแนะนำ เช่น พันธุ์ สจ. 1, สจ. 2, สจ. 4, สจ. 5 นครสวรรค์ 1, สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60

2. **ฤดูปลูก** ควรเลือกเวลาปลูกให้เหมาะสม คือช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนธันวาคม ถึงกลางเดือนมกราคม และช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม

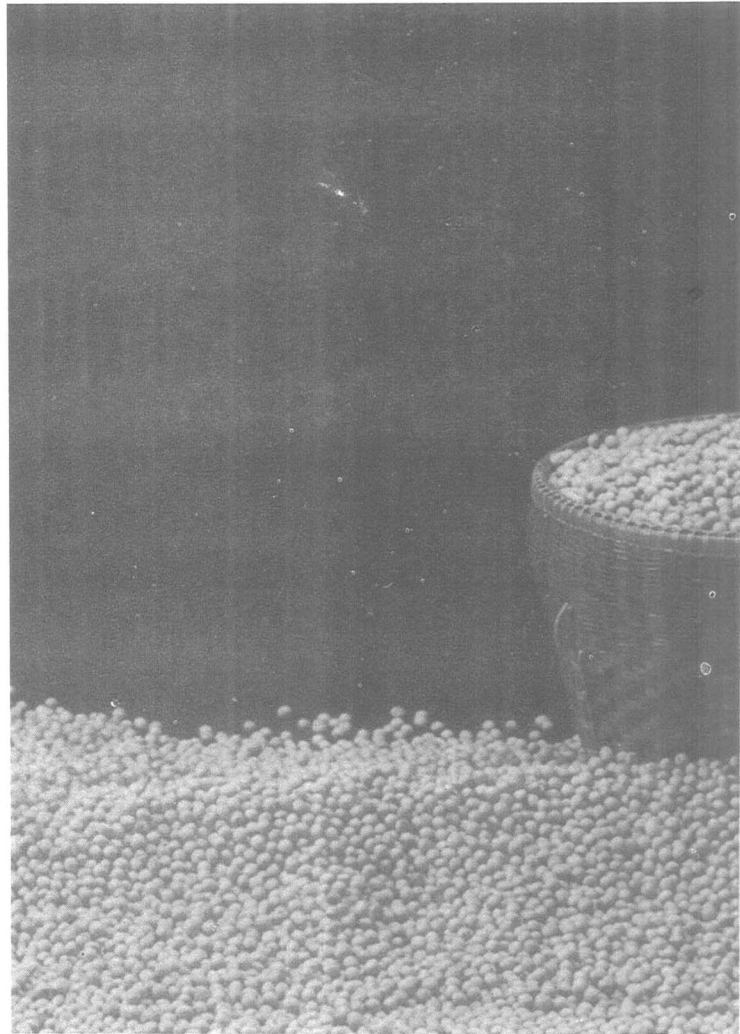
3. **การจัดการดิน** ถั่วเหลืองเจริญเติบโตได้ในสภาพดินร่วนซุย เก็บความชื้นได้ดี ดังนั้นต้องเลือกพื้นที่ปลูกที่ดินมีการระบายน้ำดี ไม่แฉะ และน้ำขังเมื่อฝนตกหนัก หลังจากนั้นต้องมีการเตรียมดินที่ดีโดยไถพรวน 1-2 ครั้ง เพื่อให้ดินร่วนซุยและเป็นการกำจัดวัชพืชด้วย

4. **ระยะปลูก** ใช้ระยะปลูกระหว่างแถวห่างกัน 50 ซม. และระยะระหว่างต้นห่างกัน 20 ซม. โดยปลูกหลุมละ 2-3 เมล็ด ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการดูแลรักษา

5. **คลุมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกด้วยเชื้อไรโซเบียม**

6. **การจัดการน้ำ** โดยควบคุมความชื้นในดินให้เหมาะสม คือ ช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนธันวาคม ถึงกลางเดือนมกราคม และช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม

50 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



7. **การใส่ปุ๋ย** มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ ได้แก่ สูตร 12-24-12 หรือ 16-20-0 หรือ 16-24-24 ในอัตราไร่ละ 25 กก. โดยใส่ตามร่องเป็นแถวก่อนปลูก และแบ่งใส่อีก 2 ครั้ง เมื่อถั่วมีอายุประมาณ 15 วัน และ 30 วัน นอกจากนั้นควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักให้กับต้นถั่วเหลืองบ้าง

8. **การกำจัดวัชพืช** ภายหลังจากถั่วเหลืองงอกแล้ว 15 และ 30 วัน

9. **การป้องกันกำจัดศัตรูพืช** โดยฉีดพ่นสารเคมี เช่น ไมโนโครโตฟอส หรือไตรอะโซฟอส 3-4 ครั้ง ในระยะหลังงอก 5-7 วัน และครั้งต่อไป ห่างกัน 10-14 วัน

10. **การเก็บเกี่ยว** ควรกระทำเมื่อเมล็ดแก่เต็มที่ โดยใช้เคียวเกี่ยว และพยายามลดขั้นตอนการขนย้าย โดยการนวดสีฝักภายในแปลงปลูก ถ้าหากเป็นไปได้เกษตรกรควรรวมตัวกันเป็นแปลงปลูกใหญ่เพื่อช่วยกันเก็บเกี่ยวและใช้เครื่องนวดที่ดี ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตถั่วเหลืองมากขึ้นและมีคุณภาพดีด้วย

ขั้นตอนการปลูกและปฏิบัติดูแลรักษาถั่วเหลืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

ขั้นตอนการดำเนินการได้รวบรวมไว้ในตารางเวลาและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการปลูกและปฏิบัติดูแลรักษาถั่วเหลืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

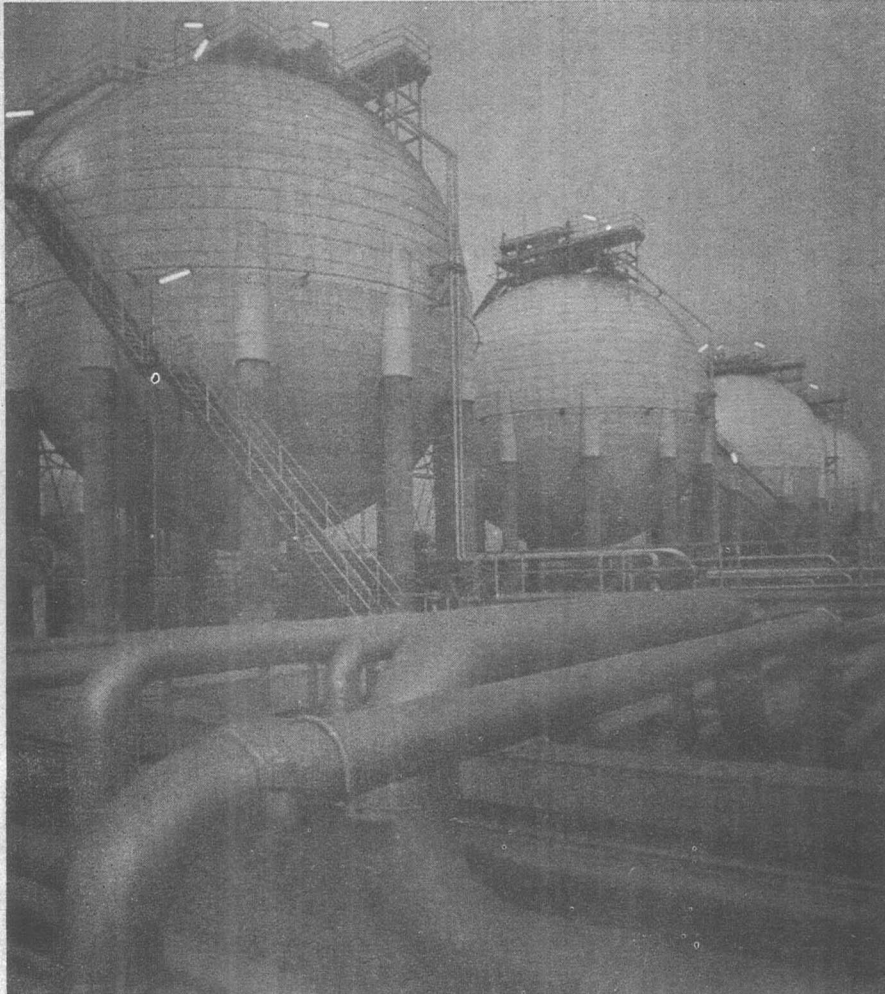
อายุหลังจาก หยอดเมล็ด (วัน)	การเจริญเติบโต และการพัฒนา ของต้นถั่ว	การปฏิบัติ
0	หยอดเมล็ด	- เตรียมแปลงปลูกโดยไถพรวน แล้วยกแปลงให้มีระยะห่างระหว่างร่องประมาณ 1 เมตร ก่อนการตีดินครั้งที่ 2 ควรหว่านปุ๋ยเคมี 0-46-0 ผสมกับ 15-15-15 อัตราอย่างละ 30 กก./ไร่ พร้อมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักประมาณ 2,000-3,000 กก./ไร่ เพื่อช่วยให้สภาพดินดีขึ้น คลุกเมล็ดด้วยยากันรา แล้วนำมาปลูก 2 แถวบนแปลง ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระยะระหว่างต้น 20-25 ซม. 2 ต้นต่อหลุม ให้น้ำตามร่อง โดยควบคุมปริมาณน้ำให้พอเหมาะ ถ้าน้ำมากเกินไปจนแฉะบนแปลงจะทำให้เมล็ดเน่าได้ง่าย
5-7	เมล็ดเริ่มงอก	- หมั่นตรวจดูการงอก ถ้าน้ำดินแข็งเกินไปต้องช่วยแซะเปิดหน้าดินเพื่อให้ลำต้นงอกโผล่พ้นดินขึ้นมา
14	มีใบจริง 2 ใบ	- ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 10 กก./ไร่ หรือใช้ 21-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ - ฉีดยาป้องกันแมลงพวกไรแดง เพี้ยอ่อน 7 วัน/ครั้ง
21	เริ่มแตกกิ่งแขนง	- กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 1
25-30	ช่วงดอกบาน	- ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ โดยเปิดข้างแปลงโรยปุ๋ย แล้วกลบดินพูนโคนเล็กน้อย และให้น้ำ
40	ติดฝักอ่อน	- กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2 - ใส่ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 20 กก./ไร่ - ให้น้ำสม่ำเสมอ
50	ฝักเจริญเติบโต	- ฉีดยากำจัดหนอนกินฝัก
55-65	ฝักใหญ่มีเมล็ดเต็ม	- ตัดต้นแล้วเด็ดฝัก เลือกเฉพาะฝักที่มีเมล็ดเต็ม สะอาด ไม่มีรอยโรคและแมลงทำลาย มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก ตั้งแต่ 2 เมล็ดขึ้นไปส่งตลาด (ถ้าปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ควรใส่ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 30 กก./ไร่ อีกครั้ง)
90-100	ใบร่วง ฝักเป็นสีน้ำตาล	- เก็บเกี่ยวเป็นเมล็ดพันธุ์โดยตัดทั้งต้นนำไปตากแดด กะเทาะเปลือกออกทำความสะอาด คัดเลือกเมล็ด บรรจุในถุงแล้วเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำและแห้ง



รอยบกพร่องในแนวเชื่อม และการตรวจสอบด้วย NDT

เรวัฒน์ เหล่าไพบุลย์ และ วิหวัธ สุพานิช

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900



ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ มักมีงานที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมด้วยเสมอ ซึ่งในงานเชื่อมเหล่านี้นั้นมีโอกาสเกิดรอยบกพร่องขึ้นในแนวเชื่อม บางครั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยบกพร่องในแนวเชื่อมเช่นเกิดจากความเค้น (strain) เกิดจากการเย็นตัวของโลหะ หรือเกิดจากการหดตัวของโลหะ กำลังเกิดการแข็งตัว รอยบกพร่องในแนวเชื่อมมีตำแหน่งที่พบแตกต่างกัน ตั้งแต่บริเวณขอบของรอยเชื่อมจนถึงบริเวณใจกลางของรอยเชื่อม รอยบก

พร่องที่พบบ่อยอยู่หลายชนิดเช่น รอยร้าว สารฝังใน และโพรงอากาศเป็นต้น ซึ่งสามารถใช้วิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (non destructive testing : NDT) ในการตรวจสอบหารอยบกพร่องในแนวเชื่อมเหล่านี้

รอยบกพร่องในแนวเชื่อมสามารถจำแนกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้โดยกำหนดการแบ่งประเภทซึ่งกำหนดโดย สถาบันการเชื่อมนานาชาติ (International Institute of Welding : IIW) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รอยบกพร่องในแนวเชื่อมตามมาตรฐาน IIW / IIS 340-69

รหัส	สัญลักษณ์	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบาย	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายรังสี
100	E	- รอยร้าว (crack)	-ความไม่ต่อเนื่องที่เกิดจากการแตกหักในโลหะอาจเกิดจากความเค้นหรือการเย็นตัวของโลหะ	-เป็นเส้นสีดำขนาดเล็ก อาจจะเป็นเส้นตรงหรือเลี้ยวไปมา
101	Ea	- รอยแตกตามยาว (longitudinal crack)	-การแตกจะขนานกับแนวเชื่อม อาจเกิดบริเวณแนวเชื่อม (weld metal), บริเวณอิทธิพลของความร้อน (heat affected zone) หรือบริเวณเนื้อชิ้นงาน (base metal).	-เป็นเส้นสีดำขนาดเล็ก ขนานกับแนวเชื่อม
102	Eb	- รอยแตกตามขวาง (transverse crack)	-การแตกจะขวางกับแนวเชื่อม อาจเกิดบริเวณแนวเชื่อม, บริเวณอิทธิพลของความร้อน หรือบริเวณเนื้อชิ้นงาน	-เป็นเส้นสีดำขนาดเล็ก ขวางกับแนวเชื่อม
201	A	-โพรงก๊าซ (gas cavity)	-เกิดจากก๊าซที่ฝังตัวอยู่ในแนวเชื่อม	-มีลักษณะกลมสีดำ
2011	Aa	-ฟองก๊าซ (gas porosity)	-รูกลมขนาดเล็ก	-มีลักษณะกลมสีดำขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มม.
2016	Ab	-โพรงก๊าซตามแนวยาว/รูปตัวหนอน (elongated cavity/wormhole)	-โพรงก๊าซตามแนวยาวหรือโพรงก๊าซที่มีลักษณะคล้ายตัวหนอน	-มีลักษณะกลมสีดำหรือมีลักษณะตามแนวยาวขึ้น อยู่กับทิศทางของรอยบกพร่อง
202	K	-โพรงก๊าซแบบหดตัว/โพรงก๊าซที่จุดหยุดลด (shrinkage cavity/crater pipe)	-โพรงก๊าซที่เกิดจากการหดตัวระหว่างโลหะเกิดการแข็งตัว	-ปรากฏเป็นสีดำรูปร่างไม่แน่นอนจะอยู่ตรงกลางของแนวเชื่อม
300	-	-สารฝังใน (solid inclusion)	-สแลกหรือวัสดุแปลกปลอมที่เข้าไประหว่างการเชื่อม	-รูปร่างไม่แน่นอนจะปรากฏเป็นสีดำบนฟิล์ม
301	Ba	-สแลกฝังใน (slag inclusion)		
302	G	-ฟลักซ์ฝังใน (flux inclusion)		
303	J	-ออกไซด์ฝังใน (oxide inclusion)		
304	H	-โลหะฝังใน (metallic inclusion)		-รูปร่างไม่แน่นอนจะปรากฏเป็นสีดำหรือขาวบนฟิล์ม

* เรียบเรียงจาก Radiographic of welds IIW และ Classification of Imperfection metallic fusion welds, with explanations

ISO 6520 : 1982.

รหัส	สัญลักษณ์	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบาย	ลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายรังสี
400	-	-การหลอมละลายไม่สมบูรณ์และการซึมลึกไม่สมบูรณ์ (lack of fusion and penetration)		
401	-	-การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (lack of fusion)	-การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ระหว่างแนวเชื่อมและเนื้อชิ้นงาน	-เป็นเส้นสีดำและคมอยู่ที่ขอบของรอยบาก
402	D	-การซึมลึกไม่สมบูรณ์ (lack of penetration)	-การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ที่รากแนวเชื่อม	-เป็นเส้นสีดำต่อเนื่องหรือเป็นช่วงๆ เกิดที่ตรงกลางของรอยเชื่อม
500	-	-รูปร่างไม่สมบูรณ์ (imperfect shape)		
5011	F	-การกัดขอบ (undercut)	-รอยบากหรือร่องที่อยู่บริเวณขอบของแนวเชื่อม	-จะปรากฏเป็นขอบสีดำกว้างและอยู่บริเวณขอบของแนวเชื่อม

ซึ่ง IIW/IIS ได้จัดทำภาพถ่ายรังสี โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามความรุนแรงของรอยบกพร่องที่เกิดขึ้นดังนี้

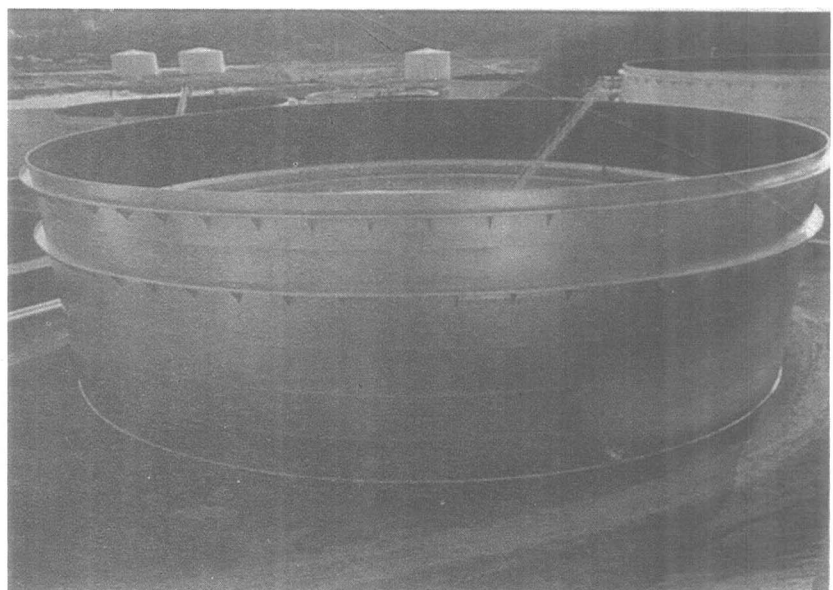
1. สีดำ หมายถึง การเชื่อมสมบูรณ์หลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ปรากฏรอยบกพร่องหรือมีโพรงอากาศกระจายอยู่เล็กน้อย (few small scattered gas cavities)

2. สีฟ้า หมายถึง การเชื่อมปรากฏรอยบกพร่องขึ้นน้อยมากอาจจะเกิดเป็นโพรงอากาศ (gas cavity), สลักฝังใน (slag inclusion), รอยกัดแหวนข้างแนวเชื่อม (undercut), รอยเว้าที่รากแนวเชื่อม (root concavity) และการซึมลึกไม่สมบูรณ์ (incomplete penetration)

3. สีเขียว หมายถึง การเชื่อมปรากฏรอยบกพร่องน้อยอาจเป็นโพรงอากาศ สลักฝังใน รอยกัดแหวนข้างแนวเชื่อม รอยเว้าที่รากแนวเชื่อม และการซึมลึกไม่สมบูรณ์

4. สีนํ้าตาล หมายถึง การเชื่อมปรากฏรอยบกพร่องขึ้นอย่างเด่นชัดอาจเป็นโพรงอากาศ สลักฝังใน รอยกัดข้างแนวเชื่อม รอยเว้าที่รากแนวเชื่อม การซึมลึกไม่สมบูรณ์ และการหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (lack of fusion)

5. สีแดง หมายถึง การเชื่อมปรากฏรอยบกพร่องขึ้นอย่างมากอาจจะเป็นโพรงอากาศ สลักฝังใน รอยกัดแหวนข้างแนวเชื่อม รอยเว้าที่รากแนวเชื่อม การซึมลึกไม่สมบูรณ์ และรอยร้าว (crack)



ตารางที่ 2 ประเภทของรอยบกพร่องกับเทคนิคการตรวจสอบด้วย NDT แต่ละวิธี

ประเภทของรอยบกพร่อง	เทคนิคการตรวจสอบด้วย NDT					
	RT	UT	PT	MT	VT	ET
โพรงอากาศ (porosity)	Y	P	Y_1	P_2	Y_1	P
สแลกฝังใน (slag inclusion)	Y	Y	N	P_2	N	P
การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (incomplete fusion)	P	Y	N	N	N	P
การเชื่อมลึกไม่สมบูรณ์ที่รอยต่อ (inadequate joint penetration)	Y	Y	N	N	N	P
รอยกัดแท่งทั้งแนวเชื่อม (undercut)	Y	P	P	P	Y	P
รอยเกย (overlap)	N	P	Y	Y	P	P
รอยร้าว (crack)	P	Y	Y_1	Y_2	Y_1	Y
การแยกชั้น (lamination)	N	Y	$Y_{1,3}$	$Y_{2,3}$	$Y_{1,3}$	N

หมายเหตุ Y -สามารถตรวจสอบได้

P -สามารถตรวจสอบได้แต่ขึ้นอยู่กับความหนาของ

วัสดุ, ขนาดของรอยบกพร่อง ทิศทางและตำแหน่ง

N -กรณีทั่วไปจะไม่ใช้ตรวจสอบ

1- ตรวจสอบเฉพาะผิวหน้า

2- ตรวจสอบเฉพาะผิวหน้าและใกล้ผิวหน้า

3- ต้องเตรียมรอยเชื่อม

ลักษณะของรอยบกพร่องที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้ สามารถใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ซึ่งมี 6 วิธีที่ใช้คือ

1) การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพด้วยรังสี (radiographic testing : RT)

2) การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก (ultrasonic testing : UT)

3) การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (penetrant testing) ทั้งแบบ DPT (dye penetrant testing) และ FPT (fluorescent penetrant testing)

4) การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก (magnetic particle testing : MT)

5) การตรวจสอบด้วยการตรวจพินิจ (visual testing : VT)

6) การตรวจสอบด้วยกระแสเหนี่ยวนำ (eddy current testing : ET)

การทดสอบแบบไม่ทำลายแต่ละวิธีมีข้อได้เปรียบและข้อจำกัดในการตรวจสอบรอยบกพร่องแตกต่างกันดังแสดงใน ตารางที่ 2

ถ้าท่านต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม กรุณาติดต่อได้ที่ ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (Material

Properties Analysis and Development Center : MPAD) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) 196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร (02) 5791121-30 5795515 ต่อ 4203-5 Fax (662) 5793001 ซึ่งศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ มีห้องปฏิบัติการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย สามารถให้บริการตรวจสอบแบบไม่ทำลายได้ทั้งในสถานที่และนอกสถานที่



ระบบบำบัดน้ำเสีย จากอุตสาหกรรมเกษตร

ถึงแม้ว่าฐานทางเศรษฐกิจของประเทศ จะเปลี่ยนจากการเกษตรมาเป็นอุตสาหกรรมแล้วก็ตาม แต่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศก็ยังคงพึ่งพาวัตถุดิบจากการเกษตรอยู่เป็นจำนวนมาก คือ แทนที่เราจะส่งวัตถุดิบที่เป็นผลผลิตจากการเกษตรเป็นสินค้าออกตั้งแต่เดิม เราได้นำวัตถุดิบเหล่านั้นมาเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบ

การผลิตสินค้าที่ใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตร ซึ่งเรามักนิยมเรียกโรงงานเหล่านั้นว่าอุตสาหกรรมเกษตรนั้น ในกระบวนการผลิตจะใช้พลังงานและน้ำเป็นจำนวนมาก เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตผลไม้กระป๋อง โรงงานแปรรูปอาหารทะเล และโรงงานแปรงและผลิตภัณฑ์จากแป้ง เป็นต้น

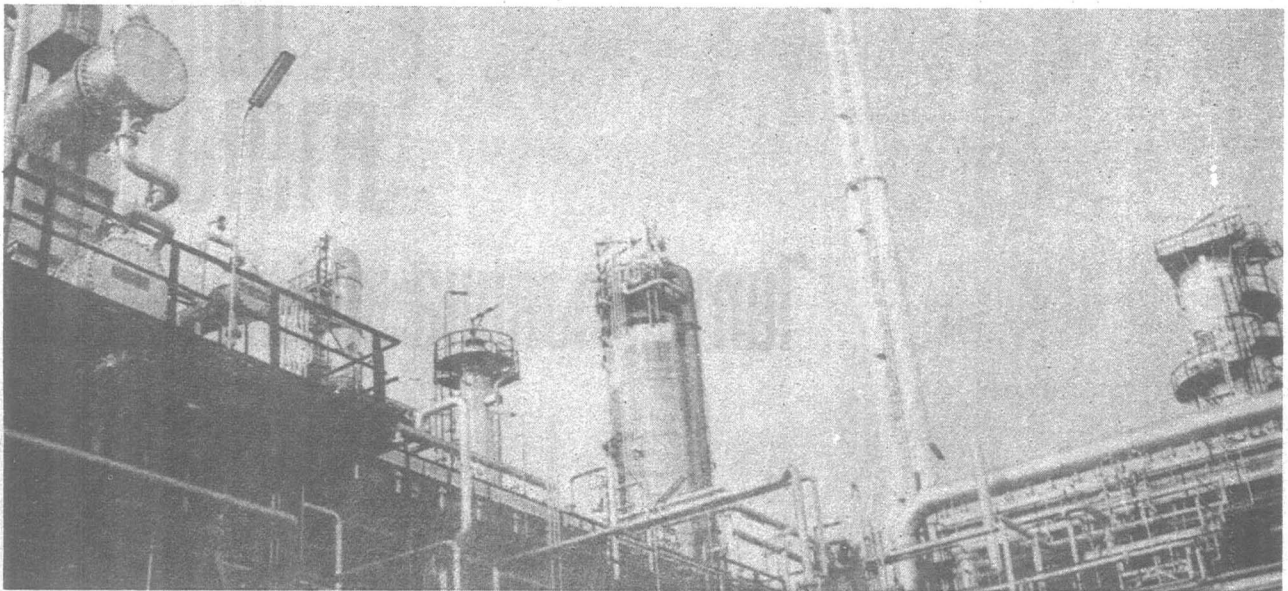
น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร เป็นส่วนหนึ่งที่กำลังสร้างปัญหาให้แก่สิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งหลายฝ่ายได้ให้ความสนใจและ

หาวิธีแก้ไข เพื่อลดปัญหาน้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตของโรงงานเหล่านี้

วิธีการบำบัดน้ำเสียได้รับการพัฒนาในหลายรูปแบบ มีความแตกต่างและมีจุดเด่นเฉพาะตัว ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ภาคอุตสาหกรรม จะต้องมีการประเมินเพื่อตัดสินใจเลือกระบบหรือ เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรม ทั้งด้านเทคนิคและการลงทุน

ดังนั้นในปี 2536 วท. จึงได้ร่วมมือกับกระทรวงการค้าและอุตสาหกรรมระหว่างประเทศแห่งประเทศญี่ปุ่น หรือ MITI โดยผ่านศูนย์ส่งเสริมการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่และ New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) ซึ่งความร่วมมือดังกล่าวอยู่ภายใต้โครงการ Green Plan กลุ่มอาเซียน ทั้งนี้เพื่อพัฒนาระบบป้องกันและแก้ไขปัญหามลภาวะทางน้ำอันเกิดจากอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งใช้น้ำมากและมีค่าความสกปรกในรูปของสาร





อินทรีย์สูง (BOD) ในการดำเนินงานตามโครงการ เป็นการร่วมมือระหว่างนักวิชาการไทยและนักวิชาการจากประเทศญี่ปุ่น ในการศึกษาเทคโนโลยีการบำบัดและการใช้ประโยชน์น้ำเสียทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและการทดลองในลักษณะการใช้งานจริงที่โรงงานอุตสาหกรรม

การศึกษาระบบบำบัดในระดับโรงงานนั้น ได้คัดเลือกโรงงานเส้นไหมซอเฮง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นโรงงานซึ่งผลิตแป้งจากข้าวเจ้า และข้าวเหนียว เป็นโรงงานต้นแบบในการทดลอง ตลอดระยะเวลาดำเนินการในปี 2537 เห็นว่าระบบที่ใช้บำบัดน้ำเสียที่นำไปทดลองมีประสิทธิภาพในระดับที่น่าพอใจ

เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2538 จึงได้มีการสัมมนาเพื่อนำเสนอผลการทดลองต่อสมาชิกในกลุ่มอาเซียน โดยมี

นายสุวัจน์ ลิปตพัลลภ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ให้เกียรติเป็นประธานในการสัมมนา และจากนั้นจึงได้เปิดการใช้ระบบบำบัดที่โรงงานเส้นไหมซอเฮง ซึ่งจะใช้เวลาศึกษา เพื่อประเมินผลทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐกิจอีกเป็นเวลา 3 ปี ก่อนจะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่การปฏิบัติของโรงงานอุตสาหกรรมอื่นต่อไป

ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้อยู่จะเป็นอีกระบบหนึ่ง สำหรับทางเลือกให้แก่อุตสาหกรรมไทย ซึ่งสามารถจะประเมินความเหมาะสมทางด้านเทคนิค การลงทุนและอื่นๆ ก่อนตัดสินใจเลือกในสิ่งที่ดีที่สุดให้แก่โรงงาน และเพื่อการปกป้องสภาพแวดล้อมให้แก่สังคมส่วนรวม ซึ่งประการหลังนี้เป็นหน้าที่ของทุกคน.



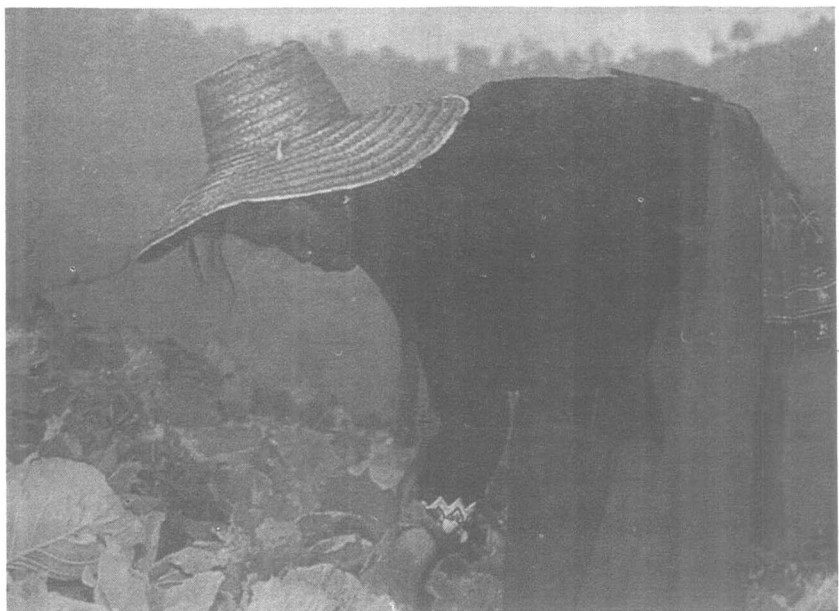
บทบาทของ ภาคเอกชน ในการสร้างคนและเทคโนโลยีเพื่อชุมชน

เทพประสงค์ วรรณยศ

ตุ้ ปณ. 9 อ.สันทราย เชียงใหม่ 50210

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมพืชสวนจึงเป็นรากฐานที่สำคัญประเภทหนึ่งในการพัฒนาประเทศ แต่สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันผู้ผลิตพืชสวนหรือชาวสวนยังมีรายได้ไม่เหมาะสมกับการลงทุนด้านการผลิต ทั้งนี้เพราะชาวสวนยังขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตเพื่อคุณภาพ การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาผลผลิตรอการจำหน่าย การจัดขึ้นและการบรรจุหีบห่อ ตลอดจนเรื่องกลไกของตลาด ทั้งนี้เพราะขาดการวางแผนในการสร้างคนและเทคโนโลยีพืชสวนเพื่อการพัฒนาที่มุ่งไปสู่อาชีพที่มีมั่นคงถาวรที่หวังไว้

ตามหลักการทั่วไปแล้ว การที่ประเทศไทยจะมีความเจริญรุ่งเรืองและก้าวหน้าไปได้นั้นจะต้องมีพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมที่มั่นคงเป็นปึกแผ่นเสียก่อน ซึ่งความเป็นไปได้นี้จะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง เช่นความมั่นคงและเสถียรภาพทางการเมืองและการต่างประเทศ ตลอดจนความก้าวหน้าทางการศึกษาเพื่อผลิตคนและเทคโนโลยีที่มีคุณภาพขึ้นมาให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมได้อย่างเหมาะสมในสาขาต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ และเป็นที่ต้องการของประชาชนโดยส่วนรวม



เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกิดขึ้นในโลกปัจจุบัน นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและการเมืองแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น การเพิ่มจำนวนประชากร มาตรฐานการครองชีพสูงขึ้น ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศ รวมถึงสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษเป็นภัยต่อการผลิตทางการเกษตร และชีวิตประจำวันของประชาชนโดยทั่วไป นอกจากนี้ประชาชนบางส่วนยังหันมาเอาใจใส่ระมัดระวังต่ออาหารจำพวกไขมันในเนื้อสัตว์ ซึ่งเป็นภัยต่อสุขภาพ

ภาพของตนเอง ทำให้มีผู้คนสนใจที่จะบริโภคพืชผักและผลไม้มากขึ้นกว่าเดิม โดยหวังผลที่ร่างกายจะปราศจากไขมันจากเนื้อสัตว์ในเส้นเลือด ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นโรคหัวใจได้ง่ายขึ้น หากไม่ปรับเรื่องการบริโภคอาหารให้เหมาะสมที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของตนเองแล้ว ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการผิดปกติในร่างกายก็จะเกิดขึ้นตามมาจะมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนและเศรษฐกิจในสังคมส่วนรวมอีกด้วย

ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของชีวิตของประชาชนทั่วไปโดยเฉพาะการ

เสนอสนองมาตรฐานการบริโภคอาหาร รวมทั้งการสนองความต้องการพื้นฐานของการดำรงชีวิต จึงเป็นเรื่องที่ควรได้รับการพัฒนา ด้วยเหตุนี้ พี่ชสวนจึงมีส่วนที่สำคัญต่อการพัฒนาเรื่องการกินการอยู่ของประชาชนในสังคมทั่วไป ในเมื่อประชาชนหันความสนใจมาบริโภคพืชผัก และผลไม้มากขึ้น รวมทั้งใช้พี่ชสวนประดับในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับชีวิตประจำวันของตนเอง ด้วย จากความต้องการดังกล่าวนี้ ความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพี่ชสวนจึงควรได้รับการเอาใจใส่จากส่วนราชการและภาคเอกชนมากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้ เพราะผู้บริโภคได้ตระหนักในเรื่องคุณภาพของอาหารอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายและไม่เป็นพิษเป็นภัยเมื่อบริโภคอาหารเหล่านั้น

จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมานี้ทำให้มีสังคมอุตสาหกรรม สังคมเทคโนโลยี และสังคมข่าวสารเกิดขึ้นตามมา ทำให้เทคโนโลยีเป็นที่ยอมรับของสังคมโดยทั่วไป โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านการผลิต การตลาด และอุตสาหกรรม ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์เชื่อมโยงไปถึงองค์การการทำงาน รวมไปถึงระบบการผลิตทั้งในฟาร์มซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบ และในโรงงานอุตสาหกรรมด้านอาหาร ซึ่งจะมุ่งไปสู่ระบบฟาร์มโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในอนาคตอันใกล้

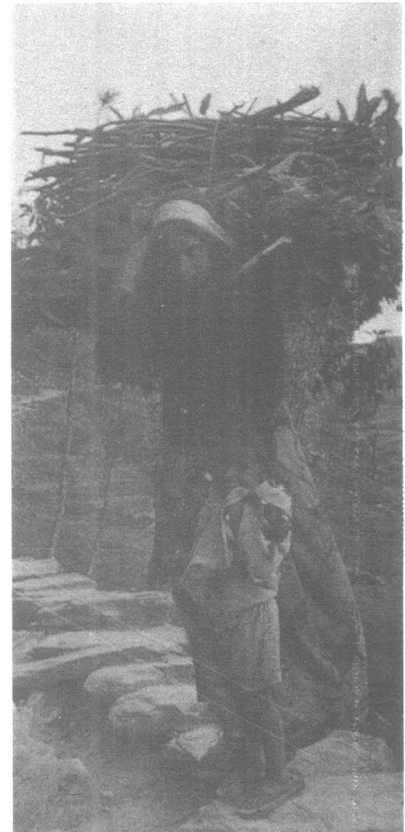


ความเป็นจริงในเรื่อง "เทคโนโลยี"

ตามความเป็นจริงแล้วเทคโนโลยีก็คือการมีความรู้ และมีกระบวนการที่จะประดิษฐ์คิดค้น ดัดแปลง หรือปรับปรุงระบบการผลิต การตลาด และการแปรรูปผลิตผลให้เหมาะสมกับสภาพการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ตลอดจนการใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์ทางการจัดรูปขององค์กร และวิธีการต่าง ๆ ในกิจการเกี่ยวกับธุรกิจเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกิจกรรมทางด้านพัฒนาเศรษฐกิจที่ดำเนินการในภาครัฐบาลและภาคเอกชน โดยการประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านการจัดการเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ ดังนั้นความหมายที่แท้จริงในส่วนพลังของเทคโนโลยีก็คือความรู้ความชำนาญหรือทักษะของบุคคลที่ได้รับจากการศึกษา และการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง

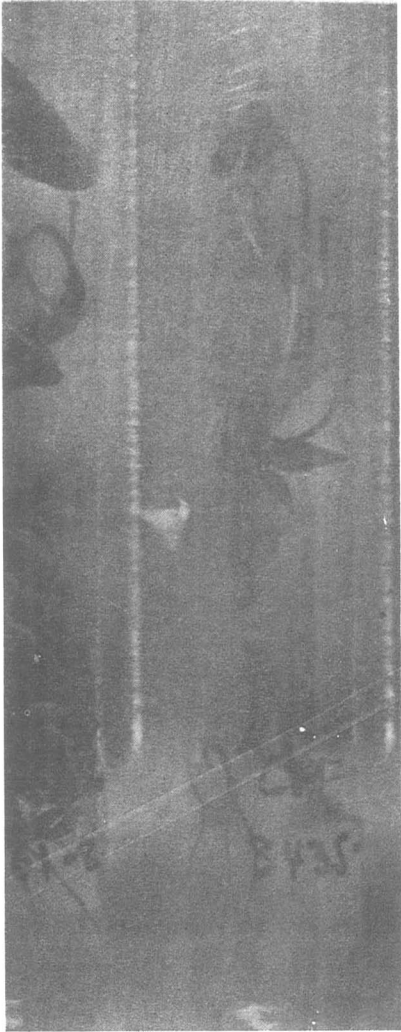
ความสำคัญในเรื่องของ "คน"

ทุกวงการทั้งภาครัฐและภาคเอกชนถือว่า "คน" เป็นทรัพยากรที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดความเจริญรุ่งเรืองของประเทศ แต่ความเจริญรุ่งเรืองเรื่องอย่างมีคุณภาพตามความต้องการที่แท้จริงนั้นจะเกิดขึ้นมาได้ก็ต่อ



เมื่อ "คน" ในประเทศเป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพอย่างแท้จริงคือหมายถึง คนที่มีความรู้ ความสามารถ และมีคุณธรรมในการสร้างสรรค์ที่ก่อประโยชน์ทั้งต่อตนเอง และต่อส่วนรวมอย่างมีประสิทธิภาพ จากความมุ่งหวังดังกล่าวนี้การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อการพัฒนาต้องมุ่งทั้งในด้านการศึกษา และฝึกอบรม ด้านสุขภาพ และด้านทัศนคติ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างคนให้มีคุณภาพขึ้นมารองรับเพื่อการสร้างเทคโนโลยีใหม่ขึ้นมาในอนาคต

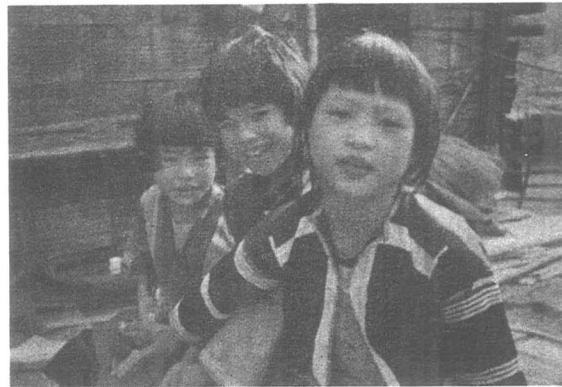
จากความสำคัญและความเป็นจริงดังกล่าว ทำให้มองเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ



ความรู้ความชำนาญ หรือสมรรถภาพ
ที่แฝงอยู่ในบุคคลที่ทำการสร้างและใช้
เทคโนโลยีนั้น ๆ โดยได้รับการศึกษา
และฝึกอบรมในระดับต่าง ๆ กันตาม
พื้นฐานและความต้องการของบุคคล
หรือหน่วยงานที่ต้องการบุคคลที่มี
ความรู้ความสามารถเพื่อการพัฒนา
ตามเป้าหมายที่วางไว้ ด้วยเหตุนี้การ
สร้างเทคโนโลยีจึงเป็นการพัฒนาคน
ให้มีความสามารถที่จะผลิต และที่จะ
รับเทคโนโลยีเข้าไปในตัวเองได้ พร้อม
ทั้งสามารถนำเอาเทคโนโลยีไปใช้ให้
เกิดประโยชน์ต่อไปได้ ผลที่จะได้รับ
ขั้นสุดท้ายก็คือ "การสร้างคนให้มี
คุณภาพ" เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ให้มี
คุณภาพ" นั่นเอง

ความเจริญก้าวหน้าและบรรลุเป้า
หมายที่วางไว้

สำหรับการที่จะพัฒนา
อุตสาหกรรมพืชสวนให้มีความเจริญ
ก้าวหน้านั้น สมควรที่จะต้องพัฒนา
เทคโนโลยีให้ทันกับการพัฒนา
อุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ ควบคู่ไปกับ
การสร้างสังคมไทยให้มีความรู้ใน
เทคโนโลยีเหล่านั้น รวมทั้งให้สังคมรู้
จักการนำเอาเทคโนโลยีเหล่านั้นไปใช้
ให้เกิดประโยชน์ทางด้านธุรกิจ
เทคโนโลยีพืชสวน และต่อชีวิต
ประจำวัน โดยเฉพาะการได้มีโอกาส
บริโภคผลผลิตและผลิตภัณฑ์พืชสวน
ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และปราศ

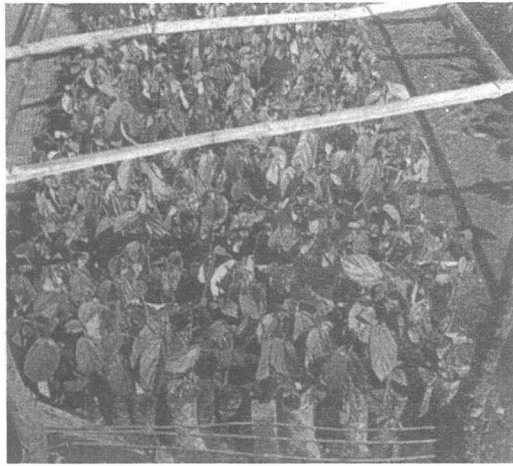


แนวทางสร้างเทคโนโลยีพืชสวน

เมื่อมีการสร้างคนให้มีคุณภาพ
ทั้งมีความรู้ความสามารถทางด้าน
เทคโนโลยี ทางด้านเศรษฐกิจ ทางจัด
การ และมีคุณธรรมแล้ว คนเหล่านั้น
ก็จะสามารถคิดค้นวิธีการที่จะสร้าง
สรรค์ขึ้นมาเป็นรูปของผลิตภัณฑ์
เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์
รวมถึงวัสดุที่จะใช้ประกอบการผลิต
สินค้า วิธีการผลิตและการตลาด
ตลอดจนการใช้ข้อมูล เอกสาร และ
การออกแบบแปลนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
กับระบบการผลิตเพื่อให้การพัฒนามี

จากสารพิษตกค้างในอาหารเหล่านั้น
อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพที่
ดี ซึ่งจะเป็นผลดีต่อด้านเศรษฐกิจ
ส่วนรวมอีกด้วย

อันที่จริงจุดมุ่งหมายของการ
พัฒนาเศรษฐกิจด้านพืชสวนก็เพื่อที่
จะเพิ่มผลผลิต และคุณภาพพืชสวน
ทั้งในรูปของวัตถุดิบสำหรับบริโภคสด
โดยตรง และสำหรับนำไปแปรรูปเป็น
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รวมถึงการ
เปลี่ยนแปลงในด้านเทคโนโลยีที่ก้าว
หน้า และด้านองค์กร และสถาบัน
ต่าง ๆ ยิ่งไปกว่านั้นยังมุ่งที่จะเปลี่ยน
แปลงโครงสร้างของผลผลิต และการ
จัดสรรปัจจัยการผลิตระหว่างภาค
เศรษฐกิจต่าง ๆ อีกด้วย



ดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมพืชสวนจึงเป็นหนทางที่มุ่งไปสู่ความรู้และพลังอำนาจทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับพืชสวน โดยเฉพาะการผลิตผลไม้ พืชผัก พืชสวนประดับและภูมิทัศน์ การปลูกพืชได้กำบัง และการผลิตเมล็ดพันธุ์ จากอุตสาหกรรมพืชสวนดังกล่าวนี้ทำให้เกิดมีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการจัดหา และงานด้านบริการเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการผลิตที่มีปัจจัยและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต เช่น ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช กระดาษและวัสดุปลูก เครื่องมือและเครื่องทุ่นแรง รวมทั้งอาชีพด้านการศึกษาและวิจัยอีกมากมายซึ่งภาคธุรกิจเอกชนจะมีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้องทั้งทางตรง และทางอ้อมกับกำลังคนเหล่านั้น

อย่างไรก็ตามความเจริญก้าวหน้าของอุตสาหกรรมพืชสวนขึ้นอยู่กับผลงานของการวิจัยและพัฒนาที่มุ่งไปสู่ระบบการผลิตที่ทันสมัย เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงทั้งที่ใช้บริโภคสดและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับการจัดการด้านธุรกิจและการตลาด การแปรรูปผลิตผลและการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางเกษตรรวมทั้งการแก้ปัญหาเรื่องมลภาวะเป็นพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชสวนด้วยการใช้

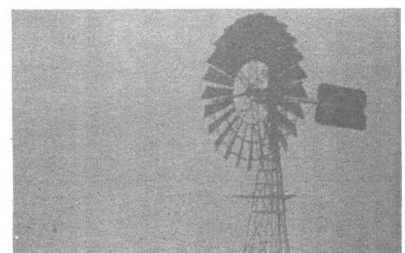
ทรัพยากรพันธุศาสตร์หลากหลายมาใช้ในการผลิตพันธุ์ใหม่ และการปลูกพืชในโรงเรือนตาข่ายพลาสติก หรือการปลูกพืชได้กำบังเพื่อป้องกันไม่ให้แมลงเข้าทำลายพืชที่ปลูก และโดยการไม่ใช้ยาปราบศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคผลิตผลเหล่านั้น

จากแนวความคิดดังกล่าวนี้จึงเป็นระบบเศรษฐกิจแบบถือทรัพยากรมนุษย์เป็นสำคัญ คือการรู้จักสร้างและการรู้จักใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ โดยมุ่งเรื่องความสามารถทางเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือการผลิตที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมพืชสวน แต่การพัฒนาคนและเทคโนโลยีต้องอาศัยเวลาและต้องการสภาวะแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมที่เหมาะสมด้วย ทั้งนี้เพราะการพัฒนาเทคโนโลยีเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องที่ประกอบด้วยการผลิต การจัดสรรและการใช้ผลผลิตของเทคโนโลยี

สำหรับการผลิตนั้นมีจุดมุ่งหมายไปที่การผลิตความรู้ทางเทคโนโลยี ซึ่งแหล่งการผลิตหลักก็คือ องค์กรวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสถาบันการศึกษา โดยองค์กรดังกล่าวจะช่วยผลิตความรู้ทางเทคโนโลยีให้กระจายไปยังผู้ใช้เทคโนโลยีอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจต่อไป หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ความรู้ทาง

เทคโนโลยีจะก่อให้เกิดโอกาสทางด้านธุรกิจการตลาด และเมื่อเกิดความต้องการของตลาดก็จะทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่ต่อเนื่องกันไปนั่นเอง

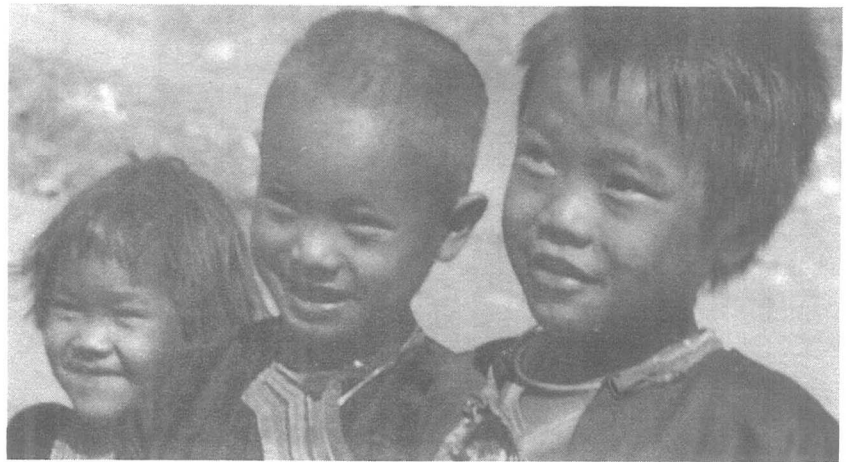
ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีพืชสวนควรจะดำเนินการพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมก่อนที่จะเกิดปัญหาต่าง ๆ ขึ้นมาในอนาคตอันใกล้โดยเฉพาะเกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพพืชสวน ปัญหาเรื่องพลังงานและปัจจัยการผลิตต่าง ๆ และที่สำคัญที่สุดก็คือปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามมาในระยะ 10 ปีข้างหน้า ยิ่งไปกว่านั้นโครงสร้างอุตสาหกรรมก็มีแนวโน้มที่จะต้องส่งสินค้าออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศมากขึ้น จะประสบปัญหาด้านการแข่งขันมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีพืชสวนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการพัฒนาการผลิตพืชสวนให้มีคุณภาพสูงและได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาด และให้สอดคล้องกับลักษณะการบริโภคของคนรุ่นใหม่ด้วย อย่างไรก็ตามต้องระลึกอยู่เสมอว่าประชากรกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของประเทศยังคงมีอาชีพเกษตร การพัฒนาเทคโนโลยีพืชสวนก็ยังมีบทบาทสำคัญเกี่ยวข้องกับกลุ่มชนเหล่านี้ด้วย ยิ่งในสภาวะปัจจุบันปัญหาด้านการตลาดของผลิตผลพืชไร่จำพวกข้าวและมันสำปะหลัง และพืชไร่อื่น ๆ ในตลาดต่างประเทศยังเป็นปัญหาหลักของประเทศอยู่ ดังนั้นพืชสวนบางชนิดน่าจะมีบทบาทที่สำคัญขึ้นมากในอนาคตอันใกล้



ตามหลักความเป็นจริงที่ว่าความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับ การวิจัย และการพัฒนาควบคู่ไปกับการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม โดยเฉพาะบทบาทที่เกี่ยวข้องกับภาคเอกชนที่ควรจะมีส่วนร่วมในการพัฒนาดังกล่าว ส่วนความสำเร็จของการผลิตพืชสวนนั้นขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทรัพยากรพื้นฐานและเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการผลิต และการจัดสรรผลิตผลพืชสวนให้ถึงผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ

เรื่องการจัดการทรัพยากรถือว่ามีความสำคัญเป็นพิเศษต่อระบบการผลิต โดยเฉพาะการพัฒนาทรัพยากรที่หมุนเวียนเพื่อให้ได้ผลิตผลที่ต่อเนื่องกันไป และให้เกิดความหวังที่มั่นคงเกี่ยวกับการผลิตที่มีคุณภาพสูงควบคู่ไปกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นทั่วโลกขณะนี้ก็คือเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ ที่เกิดมีความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเรือนกระจกอันเป็นผลจากการทำลายทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ และเกิดจากมลภาวะที่เป็นพิษที่เกิดจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ต่าง ๆ และ



จากแหล่งอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ สัตว์ และพืช ตลอดจนเศรษฐกิจของประชาชนในแถบนั้น ๆ ข้อมูลที่ได้รับจากการวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าวมีคุณค่าเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผนพัฒนาและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้นก็อาจกระทำได้โดยการสร้างพืชพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาให้มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป หรือโดยการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับพันธุ์พืชเหล่านั้น ซึ่งอาจกระทำโดยการปลูกพืชในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมในด้านอุณหภูมิ แสง และความชื้นให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้ แต่เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์และสิ่งแวดล้อมต้องใช้เงินทุนเป็นจำนวนมาก ภาคเอกชนน่าจะเข้ามามีบทบาทในด้านพัฒนาธุรกิจเทคโนโลยีควบคู่ไป

กับการพัฒนาด้านการตลาดของผลิตผลเหล่านั้นให้สมดุลกัน และคุ้มกับค่าใช้จ่ายที่ลงทุนไปในธุรกิจพืชสวนเหล่านั้น

ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการส่งเสริมสนับสนุนให้ภาคเอกชนเข้ามามีบทบาทในการสร้างคนและเทคโนโลยีพืชสวน จึงมุ่งที่จะปรับปรุงคุณภาพของอาหารที่มาจากพืชสวน และการพัฒนาสิ่งแวดล้อม ก็เพื่อให้เกิดธุรกิจเทคโนโลยีใหม่ขึ้นมาในภาคเอกชน อันเป็นผลจากการวิจัยและพัฒนาเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาพันธุ์พืชใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อทนทานต่อโรค แมลง และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปโดยไม่จำเป็นจะต้องใช้ยาปราบศัตรูพืชเหล่านั้น ซึ่งดำเนินการโดยใช้หลักพันธุศาสตร์ควบคู่ไปกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อม โดยการปลูกพืชในโรงเรือน หรือการปลูกพืชได้ก้ำกึ่งเป็นต้น

นอกจากนี้การนำเอาระบบการเกษตรแบบยั่งยืน และการเกษตรแบบทางเลือกมาใช้ให้เกิดผลทางการปฏิบัติควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพันธุศาสตร์ ก็จะทำให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาคุณภาพของผลิตผลพืชสวน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก็จะทำให้ผู้บริโภคพืชสวน และการใช้ประโยชน์





พืชสวนด้านต่าง ๆ ที่ปราศจากสารพิษตกค้าง รวมทั้งเป็นการสงวนระบบนิเวศน์ในบริเวณหรือแหล่งผลิตพืชสวนเหล่านั้นด้วยอย่างไรก็ตาม การพัฒนาเทคโนโลยีใด ๆ ต้องคำนึงถึงคุณภาพทางโภชนาการและรสชาติของผลิตผลพืชสวนเหล่านั้นด้วย ซึ่งหมายถึงการพัฒนาเรื่องดินและน้ำ รวมทั้งวัสดุที่ใช้ปลูกพืชที่จะทำการผลิตพืชสวนทั้งในโรงเรือน หรือการปลูกกลางแจ้งควบคู่ไปกับการพัฒนาพันธุ์และสิ่งแวดล้อมด้วย จึงจะเป็นวิธีการพัฒนาที่สมบูรณ์แบบ และเกิดผลดีในทุก ๆ ด้าน จากกรรมวิธีดังกล่าวนี้ เกษตรกรผู้ผลิตจะสามารถผลิตพืชล้มลุกบางอย่าง เช่น มะเขือเทศ พริก และมะเขือให้มีการติดดอกออกผลเป็นระยะยาวตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปได้อย่างง่ายดาย รวมทั้งลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยและสารเคมีต่าง ๆ ได้อย่างมากมายอีกด้วย แต่ที่สำคัญก็คือคุณภาพของผลิตผลและปริมาณของผลิตผลจะสูงกว่าเดิมอีกหลายเท่า เมื่อมีการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตและการใช้ผลิตผลพืชสวนเหล่านั้น

ดังนั้นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชนได้มีโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในด้านการเพิ่มคุณภาพของอาหารและสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งให้มีส่วนช่วยในการ

พัฒนาคนให้มีคุณภาพ ก็จะก่อให้เกิดผลดีต่อประเทศชาติโดยรวมเป็นอย่างมาก เพราะถ้าอาศัยให้ภาครัฐบาลดำเนินการในเรื่องดังกล่าวแต่ฝ่ายเดียวอาจจะไม่เกิดผลอย่างรวดเร็ว ไม่ทันตามความต้องการของภาคเอกชน และไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่เป็นไปอย่างรวดเร็วขณะนี้

ยิ่งไปกว่านั้น หากทางรัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้การสนับสนุนภาคเอกชนดำเนินการจัดตั้งองค์กรวิจัยและพัฒนาขึ้นในรูปของ "อุทยานวิจัย" เพื่อการลงทุนทางเทคโนโลยีเชิงธุรกิจ รวมทั้งการจัดตั้งสถาบันการศึกษาทางด้านเทคโนโลยี

ขึ้นมาเพื่อพัฒนากำลังคนออกมาดำเนินการผลิต และดำเนินธุรกิจเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับธุรกิจภาคเอกชนซึ่งดำเนินการอยู่ในปัจจุบันและที่มุ่งหวังจะดำเนินการต่อไปในอนาคตแล้ว ก็จะเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ที่ดีอย่างแน่นอน ทั้งนี้เพราะการวิจัยและพัฒนาที่ก้าวหน้า และทันสมัยในรูปของเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการผลิตและธุรกิจในอนาคตที่ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางธุรกิจของภาคเอกชนโดยตรงแล้ว ยังก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติโดยรวมอีกด้วย

ผู้เขียนมีความเห็นว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ คงจะมีบทบาทสำคัญในอันที่จะช่วยเหลือ แนะนำเบื้องต้นแก่ภาคเอกชนในการริเริ่มโครงการและชี้นำแหล่งเงินทุน เพื่อนำมาดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีในสาขาต่าง ๆ ตามความต้องการของภาคเอกชนในสาขาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี



การทดสอบคุณสมบัติของ TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนเทียบกับที่ผลิต โดยบริษัท Harshaw

จินตนา เหล่าไพบูลย์ ชูศักดิ์ ชำนาญยন্ত্রกิจ มงคล วรรณประภา

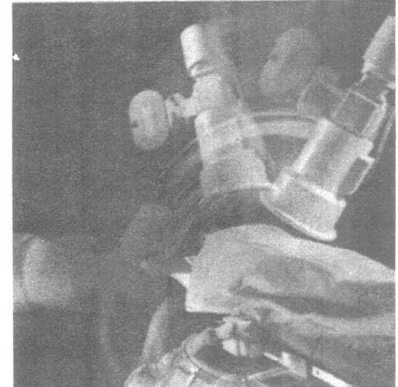
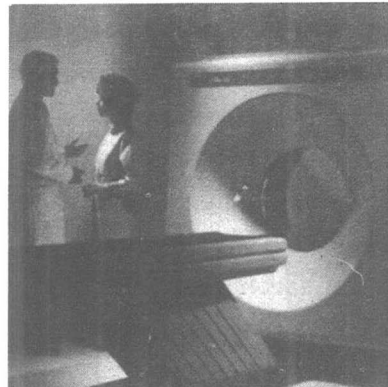
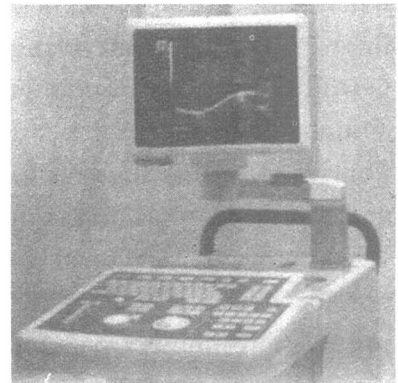
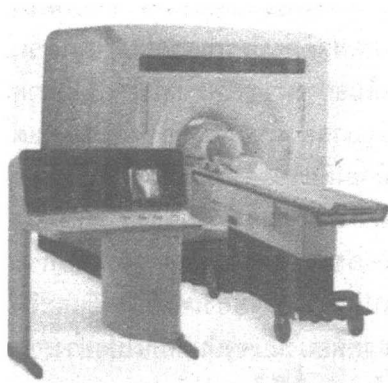
กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 693 ถนนบำรุงเมือง เขตป้อมปราบ ยศเส กรุงเทพฯ 10100

บทคัดย่อ

ได้ทดลองเปรียบเทียบคุณสมบัติของ TLD ชนิด LiF ที่ผลิตจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเทียบกับ TLD ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw พบว่า จากการทดสอบคุณสมบัติการให้ thermoluminescence จากรังสีแกมมา TLD ทั้งสองแหล่งผลิตให้แสงที่ออกมาโดยมี main glow peak ที่ 198°C . มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น (linearity) ระหว่างความเข้มแสง (TL) กับปริมาณรังสีที่ได้รับ (exposure dose) ในช่วง $100\text{ mR}-10^7\text{ mR}$ ดีมาก sensitivity ของ TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนดีกว่าที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw และไม่พบ fading รวม ในระยะเวลา 1 เดือน

บทนำ

TLD (thermoluminescence dosimeter) เป็นสารวัดปริมาณรังสีที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ และปัจจุบันได้นำมาใช้ในประเทศไทยกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในวงการแพทย์ ทั้งนี้เนื่องจาก TLD มีความถูกต้องและมีความเที่ยงตรงสูง ข้อดีอีกประการหนึ่งคือเมื่อใช้ไปแล้วยังสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้อีก สำหรับข้อเสียคือมีราคาแพง และแหล่งผู้ผลิตมีน้อย จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ



TLD มีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกันไป ปัจจุบันห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานเครื่องวัดรังสี (SSDL-Secondary Standard Dosimetry Laboratory) กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีการนำ LiF:Mg (Cameron และคณะ 1968, Harshaw Chemical Company 1977) ชนิดผงผลึก (powder) ซึ่งผลิตโดยบริษัท Harshaw มาใช้ในงานสอบเทียบมาตรฐาน (intercomparison) ของ

เครื่องโคบอลต์ 60 และเครื่องเร่งอนุภาค (linear accelerator) ที่ใช้ในการรักษาโรคมะเร็งตามโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศเป็นประจำทุก ๆ ปี เนื่องจาก TLD ที่ซื้อจากบริษัท Harshaw ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิต TLD ที่มีคุณสมบัติดีและมีชื่อเสียงมาเป็นเวลาช้านานนั้นมีราคาแพงมาก ปัจจุบันมีห้องปฏิบัติการหลายแห่งในต่างประเทศที่สามารถพัฒนาและผลิต TLD ขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ TLD ราคาถูกลง

นับเป็นสิ่งที่น่ายินดีที่ องค์การพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA-International Atomic Energy Agency) ได้ให้ความสำคัญโดยได้ขอให้ห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานเครื่องวัดรังสี (SSDL-Secondary Standard Dosimetry Laboratory) กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นผู้ทดสอบคุณสมบัติของ TLD ที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการ Solid Dosimetric Detector and Method Laboratory ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเพื่อเปรียบเทียบกับ TLD ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw

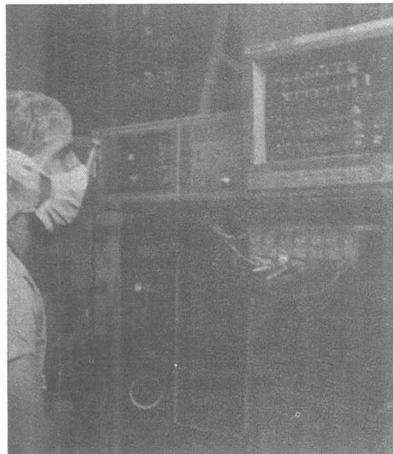
วัตถุประสงค์และวิธีการ

เครื่องมือ

1. เครื่องโคบอลต์-60 (Co-60 tele-therapy unit) รุ่น GUT มีความแรงรังสี 6 Ci
2. เครื่องโคบอลต์-60 (Co-60 tele-therapy unit) รุ่น Eldorado G มีความแรงรังสี 682 Ci
3. เครื่องวัดรังสีมาตรฐานหัตถิ-ภูมิ (digital current integrator) NP-2100 และหัววัดรังสี (ionization chamber) NP-2100 รุ่น TKO 3 ขนาด 30 ลบ.ซม.
4. เครื่องวัดรังสีมาตรฐานหัตถิ-ภูมิ NPL และหัววัดรังสี NE Type 2561 ขนาด 0.33 ลบ.ซม.
5. เครื่องอ่าน TLD (TLD reader) รุ่น Harshaw 3500
6. เครื่องอ่าน TLD รุ่น 2000 A (Thermoluminescence Detector) รุ่น 2000 B (Automatic Integrating Picoammeter)
7. เต้าอบ รุ่น PTW-TLDO

วัสดุและอุปกรณ์

1. TLD-700 LiF:Mg ชนิด powder ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw จำนวน 10 กรัม
2. TLD LiF:Mg ชนิด powder ที่ผลิตโดยห้องปฏิบัติการ Solid Dosimetric Detector and Method Laboratory ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 10 กรัม
3. แคปซูลพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 มม. ยาว 180 มม.
4. Sieve สำหรับร่อนสาร เพื่อเลือกขนาด TLD



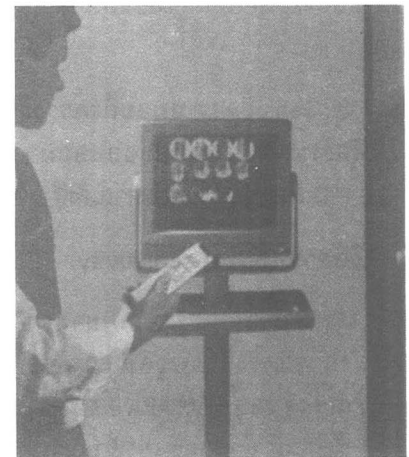
การเตรียมตัวอย่าง

1. นำ TLD ไปร่อนด้วย sieve เพื่อเลือกขนาดระหว่าง 80 ถึง 200 mesh
2. นำ TLD ที่ร่อนเลือกขนาดแล้วไป anneal (Becker 1973, Oberhofer 1981) ที่อุณหภูมิ 400°C. เป็นเวลา 1 ชม. และที่อุณหภูมิ 100°C. เป็นเวลา 2 ชม.
3. นำไปบรรจุแคปซูลพลาสติกสีดำ โดยใช้เครื่องบรรจุสาร (dispenser) ที่ติดอยู่กับเครื่องอ่าน TLD

วิธีการทดสอบ

คุณสมบัติของ TLD ที่สำคัญและได้ทำการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. Glow curve คือกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงที่ TLD ปลดปล่อยออกมา (TL) กับอุณหภูมิ หรือเวลาที่ใช้ให้ความร้อน ถ้าอัตราการให้ความร้อน (heating rate) กับ TLD มีค่าคงที่สม่ำเสมอ กราฟทั้งสองนี้จะคล้ายกันมาก พื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง TL กับเวลา จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ total TL ในขณะที่พื้นที่ใต้กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง TL กับอุณหภูมิ อธิบายได้ยากกว่า ดังนั้นถ้ากล่าวถึง glow curve ปกติจะหมายถึงกราฟที่



เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง TL กับเวลา ตัวแปรที่มีผลทำให้ glow curve เปลี่ยนแปลงไปได้แก่ อัตราการให้ความร้อน รูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ของปริมาณรังสี ชนิดของรังสี ประวัติการได้รับรังสี และการ anneal

วิธีการทดสอบลักษณะของ glow curve

นำแคปซูล TLD ที่ฉายรังสีแกมมา จากเครื่องโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสี 10 R มาอ่านด้วยเครื่องอ่าน TLD รุ่น 3500 ของบริษัท Harshaw เพื่อดูลักษณะของ glow curve ในการทดสอบ TLD แต่ละค่า จะใช้ dispenser

สำหรับการอ่านเป็นตัวกำหนดปริมาณ TLD ที่ตกลงบน heating planchets (Oberhofer 1981)

2. Linearity หมายถึงความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นระหว่างปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD กับปริมาณรังสีที่ TLD ได้รับ

วิธีการทดสอบ linearity

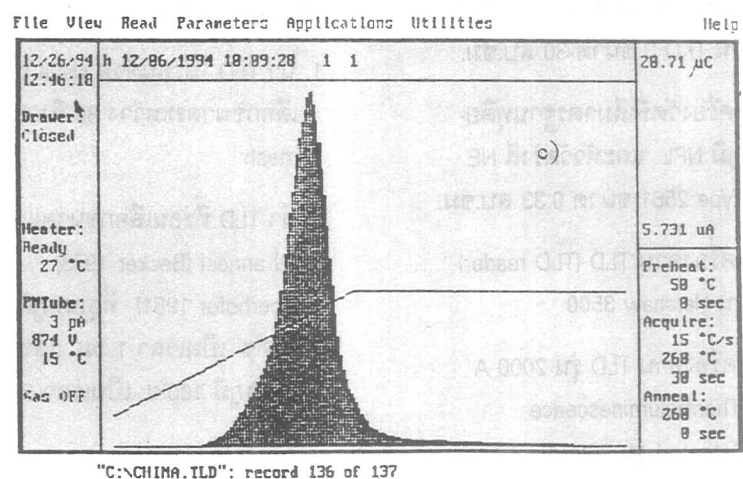
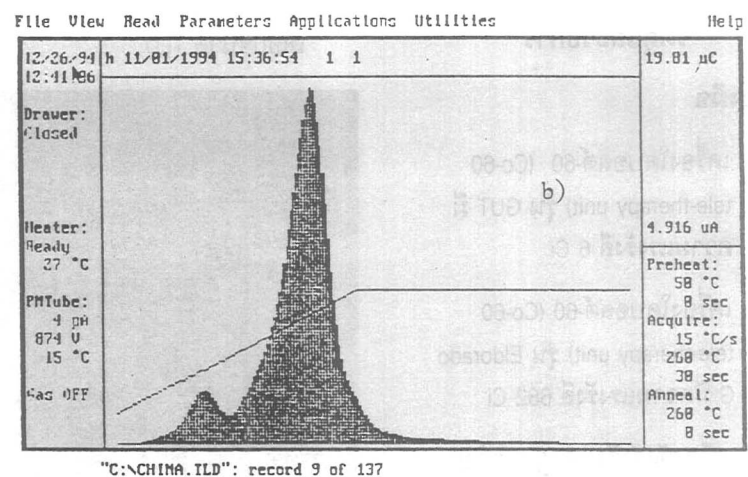
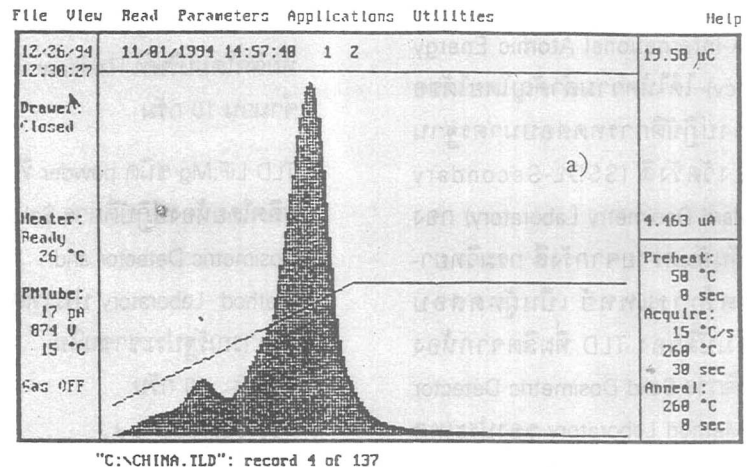
นำ TLD ไปฉายรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสีตั้งแต่ 1mR ถึง 10^7 mR ทั้งไว้ 1 สัปดาห์ นำมาอ่านค่าสัญญาณแสงด้วยเครื่องอ่าน TL รุ่น 2000 A-C และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ TLD ได้รับ และสัญญาณแสงที่ออกมาจาก TLD

3. Sensitivity หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ต่อหนึ่งหน่วยปริมาณรังสี

วิธีการทดสอบ sensitivity

นำ TLD ไปฉายรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy (IAEA 1987) ทั้งไว้ 1 สัปดาห์ นำมาอ่านค่าสัญญาณแสงด้วยเครื่องอ่าน TLD รุ่น 3500 แล้วคำนวณหาค่าสัญญาณแสงต่อปริมาณรังสีของ TLD ทั้งสองแหล่งผลิต

4. Fading หมายถึงการจางหายไปของสัญญาณแสงใน TLD ตามกระบวนการเกิดthermoluminescence นั้น เมื่ออะตอม TLD ถูกกระตุ้นด้วยพลังงานของ photon อิเล็กตรอนจะกระโดดไปค้างอยู่ในกับดัก (electron trap) การเก็บ TLD ไว้นาน ๆ หลังจาก TLD ได้รับรังสีหรืออุณหภูมิในการเก็บสูง หรือมีแสงสว่างมากจะมีผลทำให้อิเล็กตรอนที่ค้างอยู่ในกับดัก ที่ระดับพลังงานต่ำ ๆ ตกลงมาที่แถบพลังงานวาเลนซ์ เมื่อนำ TLD ไปอ่านค่า



รูปที่ 1 ลักษณะ glow curve ของ LiF ที่ผลิตจากประเทศจีน หลังฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 นาที(a) 30 นาที(b) และ 36 วัน(c)

ปริมาณแสง ค่าที่ได้จะมีค่าลดลงจากความเป็นจริง

วิธีการทดสอบ fading

นำแคปซูล TLD ไปฉายรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดรังสีโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy นำมาอ่านค่าสัญญาณแสงที่เวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 1 เดือนหลังจากฉายรังสี เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ TLD ปลอ่ยออกมา กับระยะเวลาที่เก็บ TLD ไว้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CGCD (Harshaw 1988) แยกฟีกเพื่อดู fading

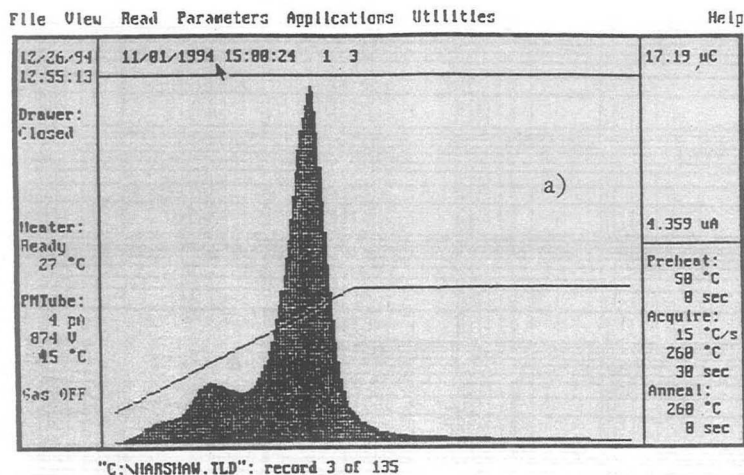
ในการทดสอบคุณสมบัติตามข้อ 1,3 และข้อ 4 นั้น ตั้งค่า TTP (time temperature profile) (Bicron 1993) โดยมี preheat 50°ซ. T_{max} 260°ซ. temperature rate 15°ซ./วินาที และระยะเวลาที่ใช้ในการอ่าน 30 วินาที

เนื่องจากเครื่องอ่าน TLD รุ่น 3500 ของ Harshaw นั้นระบบการติดตั้ง dispenser ซึ่งเป็นตัวกำหนดปริมาตร TLD ที่ใช้ในการอ่านแต่ละค่าไม่ดีพอจึงได้นำ vibrator ของเครื่องอ่าน TLD รุ่น 2000 A-C มาใช้และได้ทดสอบความคงที่ของ dispenser พบว่ามีค่าความแปรปรวน $\pm 2\%$ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

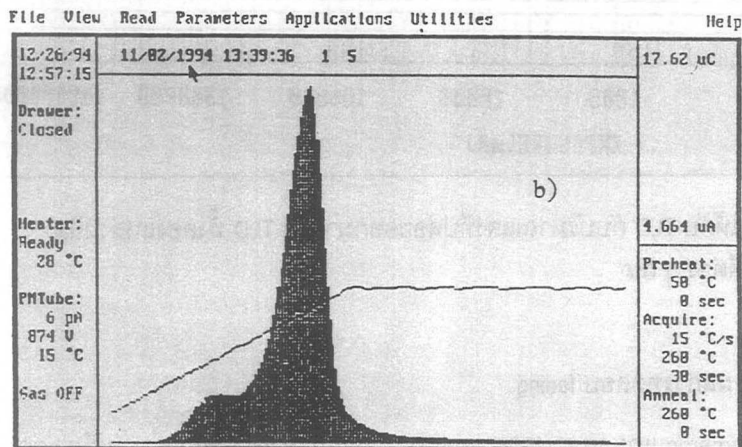
ผลการทดสอบ

1) ผลการทดสอบดูลักษณะ glow curve

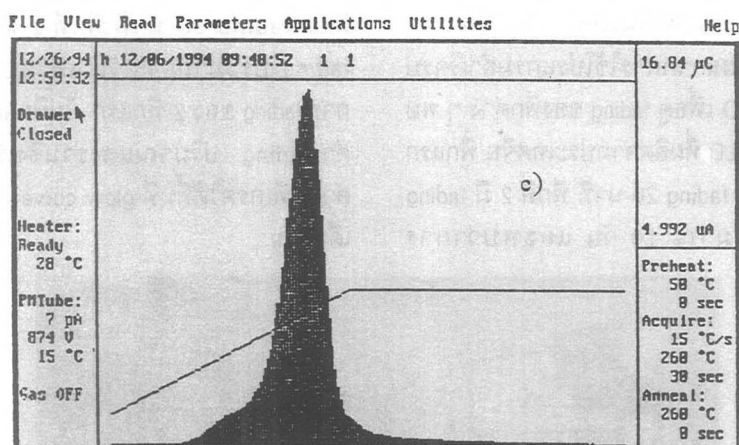
จากการทดสอบดูลักษณะของ glow curve ของ TLD จาก 2 แหล่งผลิตมี glow peak ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 หลังจากฉายรังสี TLD แล้วนำมาอ่านค่าหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 2 นาที ลักษณะของ glow curve ที่มองเห็นด้วยตาจะมี 3 ฟีก เหมือนกันทั้ง 2 แหล่งผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1 a และ รูปที่ 2 a โดยมี main glow peak อยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 198°ซ.



"C:\HARSHAW.TLD": record 3 of 135

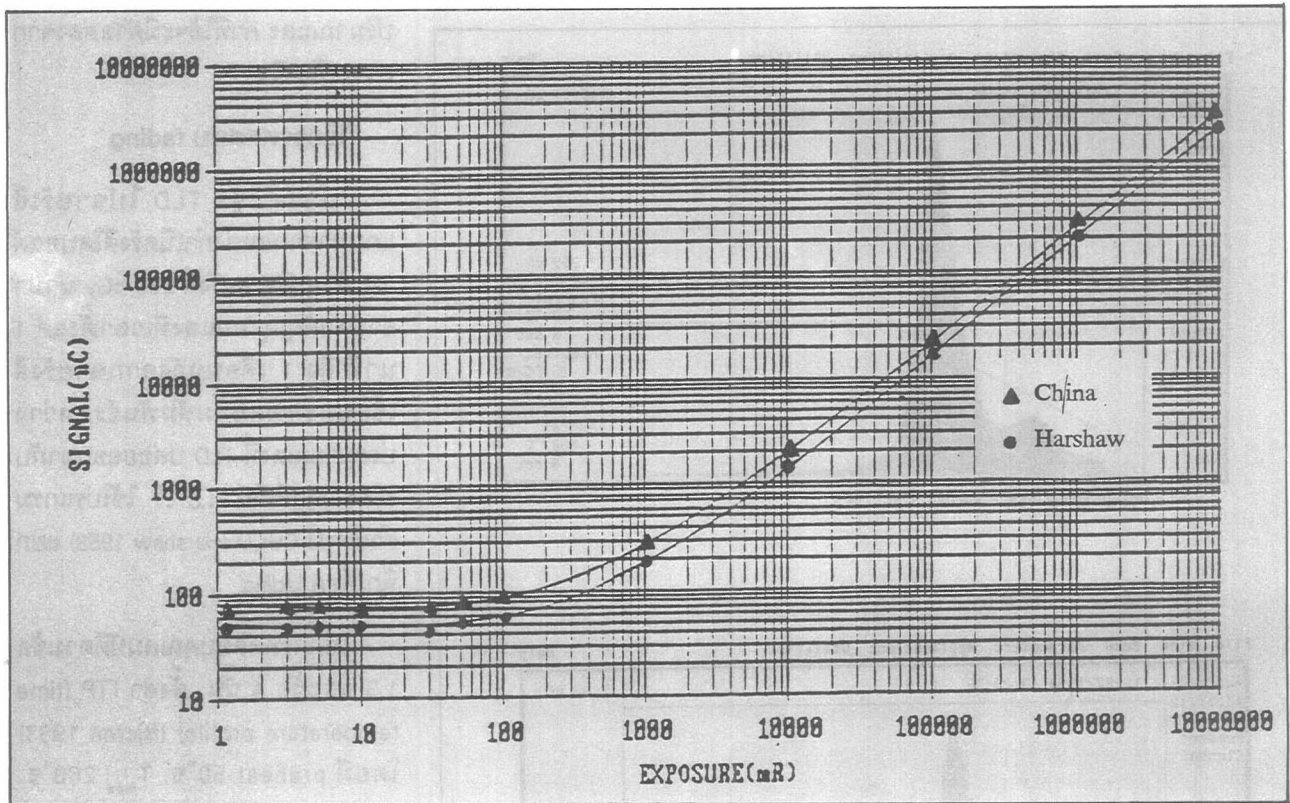


"C:\HARSHAW.TLD": record 16 of 135



"C:\HARSHAW.TLD": record 134 of 135

รูปที่ 2 ลักษณะ glow curve ของ LiF ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw หลังฉายรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 นาที(a) 42 นาที(b) และ 36 วัน(c)



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ให้กับ TLD กับปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ทั้งสองแหล่งผลิต
หลังฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน

2) ผลการทดสอบ linearity

จากกราฟรูปที่ 3 กราฟมีความเป็น linearity ตั้งแต่ปริมาณรังสีประมาณ 100 mR ถึง 10^7 mR ทั้งสองแหล่งผลิตเหมือนกันโดย LiF ที่ผลิตจากประเทศจีน มีค่า R-square 0.992 ส่วน LiF ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw มีค่า R-square 0.999 TLD ทั้งสองแหล่งผลิตสามารถใช้งานได้ดีในช่วงปริมาณรังสีตั้งแต่ 100 mR ถึง 10^7 mR

3) ผลการทดสอบ sensitivity

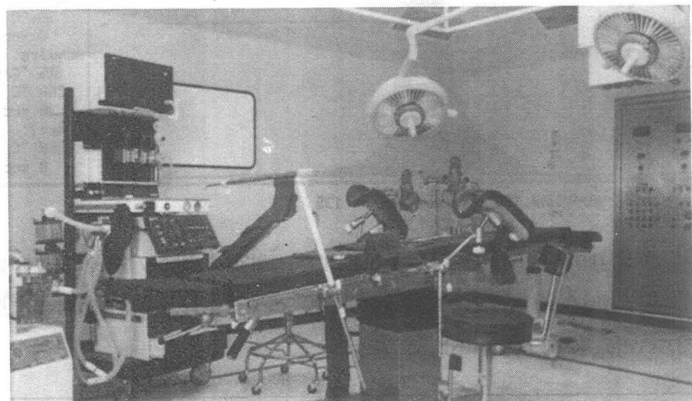
ผลจากการนำ TLD ของทั้ง 2 แหล่งผลิต ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 200 cGy พบว่า TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนมี sensitivity $10.58 \mu\text{C} / \text{Gy}$ โดยมีค่าความแปรปรวน 2.77 % และ TLD ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw มี sensitivity $8.86 \mu\text{C} / \text{Gy}$ มีค่าความแปรปรวน 3.27%

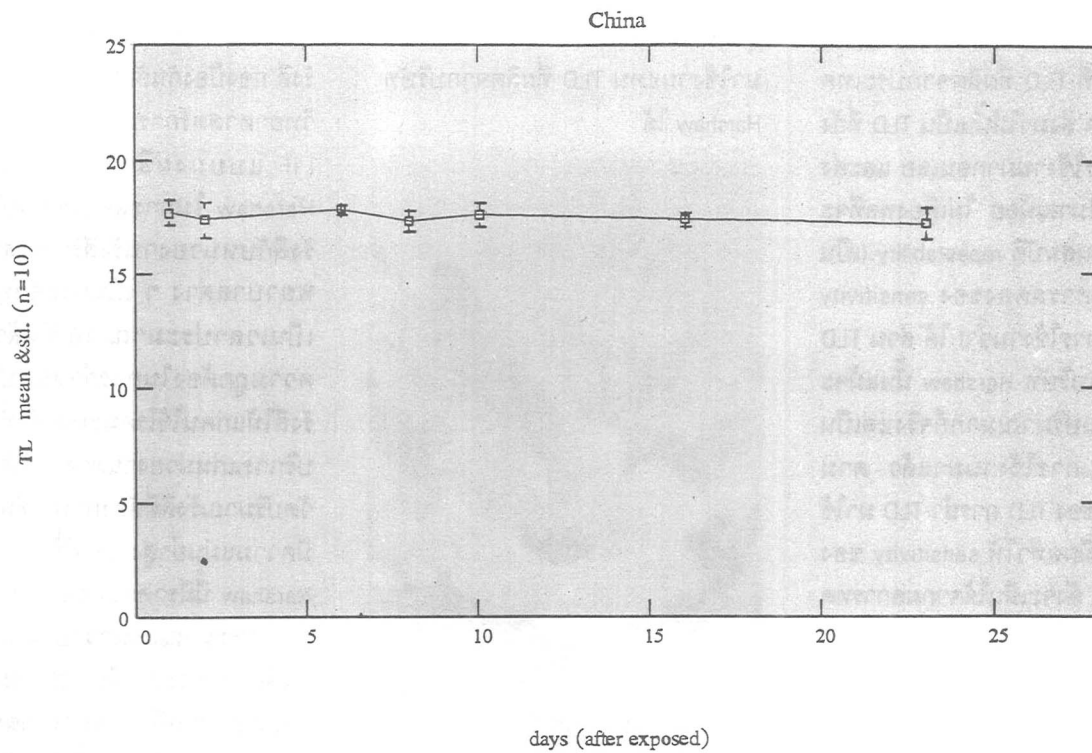
4) ผลการทดสอบ fading

Cameron และคณะ (1968) พบว่าค่า fading ของ LiF ในช่วงเวลาภายใน 2 สัปดาห์ มีค่าน้อยมากจนไม่ต้องคำนึงถึง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5

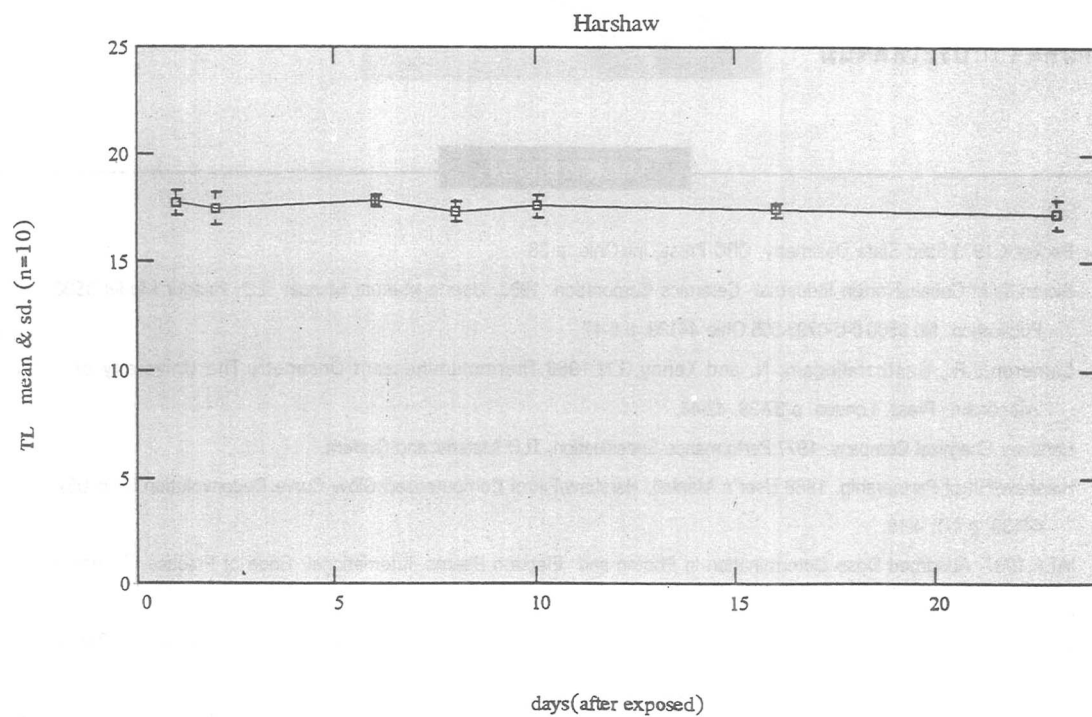
ผลจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CGCD เพื่อดู fading ของฟลักต่าง ๆ พบว่า TLD ที่ผลิตจากประเทศจีน ฟลักแรกมีค่า fading 20 นาที ฟลักที่ 2 มี fading ประมาณ 10 วัน และพบว่าการ

fading ของ ฟลักแรก ไม่มีผลต่อค่า fading ปริมาณแสงรวมซึ่งเป็นค่าอินทิเกรตใต้พื้นที่ glow curve สำหรับ TLD ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw นั้นฟลักแรกมีค่า fading 33 นาที ฟลักที่ 2 มีค่า fading ประมาณ 45 วัน และพบว่าการ fading ของ 2 ฟลักแรก ไม่มีผลต่อค่า fading ปริมาณแสงรวมซึ่งเป็นค่าอินทิเกรตใต้พื้นที่ glow curve เช่นเดียวกัน





รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ที่ผลิตจากประเทศจีน หลังฉายรังสีแกมมา ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy กับเวลาที่เก็บ TLD ไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาอ่าน



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจาก TLD ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw หลังฉายรังสีแกมมา ด้วยปริมาณรังสี 200 cGy กับเวลาที่เก็บ TLD ไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาอ่าน

วิจารณ์

เนื่องจากการทดสอบครั้งนี้มีข้อจำกัดตรงที่ TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนซึ่ง IAEA ส่งมาให้นั้นเป็น TLD ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนเลย และส่งมาให้ในปริมาณน้อย ไม่เพียงพอที่จะทดสอบคุณสมบัติ repeatability (เป็นคุณสมบัติการลดลงของ sensitivity เนื่องจากการใช้งานซ้ำ) ได้ ส่วน TLD ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw นั้นแม้จะส่งมาให้ในปริมาณมากก็จริงแต่เป็น TLD ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ตามคุณสมบัติของ TLD การนำ TLD มาใช้งานซ้ำจะมีผลทำให้ sensitivity ของ TLD ลดลง ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบคุณสมบัติ sensitivity จากกราฟรูปที่ 3 จะพบว่าเส้นกราฟของ TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนอยู่เหนือเส้นกราฟที่ผลิตจาก Harshaw มิได้หมายความว่า TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนมี sensitivity ดีกว่า จากการทดสอบคุณสมบัติทั้งหมดที่ทำมา และจากประสบการณ์ของผู้ทดสอบที่ทำงานทางด้านนี้เป็นเวลา 8 ปี พอจะสรุปได้ว่า TLD ที่ผลิตจากประเทศจีนมี

คุณสมบัติเทียบเท่า และสามารถนำมาใช้งานแทน TLD ที่ผลิตจากบริษัท Harshaw ได้



ฝ่ายทดสอบมาตรฐานเครื่องวัดรังสี กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ใช้ TLD ชนิด LiF แบบผงผลึกที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw ในการสอบเทียบปริมาณรังสีกับหน่วยงานรังสีรักษาตามโรงพยาบาลต่าง ๆ เป็นประจำทุกปีมาเป็นเวลาประมาณ 10 ปีแล้วเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการกำหนดปริมาณรังสีให้แก่คนไข้โรคมะเร็ง อีกทั้งยังให้บริการแก่หน่วยงานต่าง ๆ ที่ต้องการวัดปริมาณรังสีที่ต้องการค่าที่ละเอียด มีความแม่นยำสูง LiF ที่ซื้อจากบริษัท Harshaw นี้มีราคาแพงมาก 100 กรัม ราคาประมาณแสนกว่าบาท ส่วน LiF ที่ผลิตจากประเทศจีน 100 กรัม ราคาประมาณ 2 หมื่นกว่าบาท ผลการทดสอบคุณสมบัติครั้งนี้ จึงเป็นนิมิตหมายอันดีที่กองป้องกันอันตรายจากรังสีจะมี TLD ที่มีราคาถูก และมีคุณสมบัติที่ดีไว้ใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Becker,K.1973.Solid State Dosimetry, CRC Press, Inc.Ohio. p 38.
- Bicron,Saint-Gobain/Norton Industrial Ceramics Corporation. 1993. User's Manual,Manual TLD Reader Model 3500. Publication No.3500-0-U-0793-005,Ohio 44139. p 6-17.
- Cameron,J.R., Suntharalingam, N. and Kenny,G.N.1968.Thermoluminescent Dosimetry.The University of Wisconsin Press. London. p 37-39, 42-44.
- Harshaw Chemical Company. 1977.Performance Specification, TLD Material and System.
- Harshaw/Filtrol Partnership. 1988.User's Manual, Harshaw/Filtrol Computerized Glow Curve Deconvolution.Ohio USA 44139. p 1-1, 4-10.
- IAEA.1987. Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams. International Code of Practice, Technical Reports series No. 277. Vienna. p 4-5
- Oberhofer,M. and Scharmann,A.1981. Applied Thermoluminescent Dosimetry. Dosimetry. Adam Hilger Ltd. Bristol. p 67-69, 84, 93-94, 99-103.

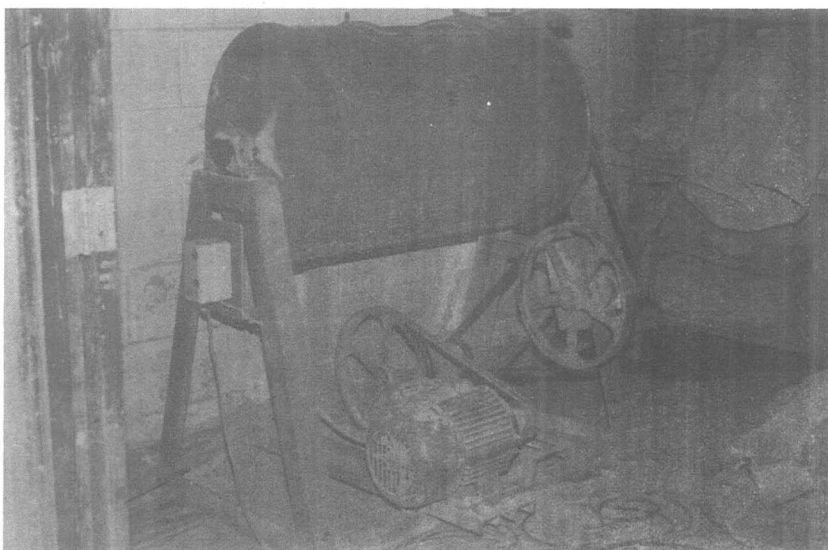
เครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

บุรฉัตร ฉัตรวีระ พิชัย นิมิตยงสกุล¹ และ พนม สี่หาบุตร² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

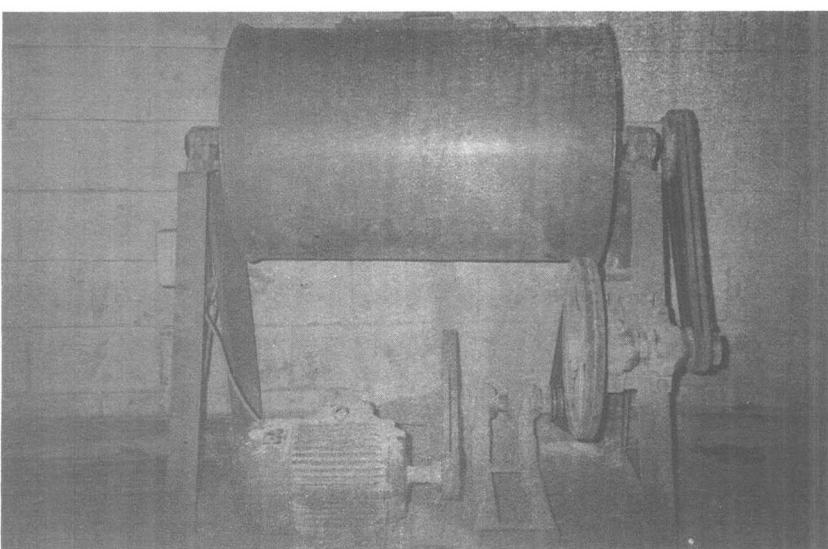
บทคัดย่อ

ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาสร้างเครื่องบด (grinding machine) ที่มีประสิทธิภาพ และราคาเหมาะสมสำหรับการผลิตขี้เถ้าแกลบ เป็นวัสดุผสมในปูนซีเมนต์ จากพื้นฐานของการบดของเครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลม (conventional ball mill) ได้ออกแบบเครื่องบด และทดสอบประสิทธิภาพ โดยมีตัวบดอยู่ 2 ชนิด คือ แท่งเหล็กเหนียวยาว 30 นิ้ว และชิ้นเศษเหล็กเบาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และยาว 1/2 นิ้ว ในงานวิจัยนี้ใช้เปอร์เซ็นต์ที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 325 เป็นค่าจำกัดความของความละเอียดของขี้เถ้า

เครื่องดังกล่าวนี้ สร้างขึ้นโดยไม่ต้องมีการบำรุงรักษา อีกทั้งสามารถดัดแปลงใช้ได้ในพื้นที่ชนบทที่ห่างไกล การพัฒนาของค่าความแข็งแรงต่อแรงอัดของมอร์ต้าผสมซีเมนต์และขี้เถ้าแกลบ โดยใช้อัตราส่วนของซีเมนต์ต่อขี้เถ้าแกลบ คือ 70:30 เปอร์เซ็นต์ และค่าปริมาตรสัดส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และยาว 1/2 นิ้ว คือ 5.07% และ 10% และในทางปฏิบัติใช้เวลาประมาณ 30 และ 15 นาที ตามลำดับ จากแนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์และการใช้พลังงานการบดขี้เถ้าแกลบควรใช้แท่งเหล็กเหนียวเป็นตัวบด



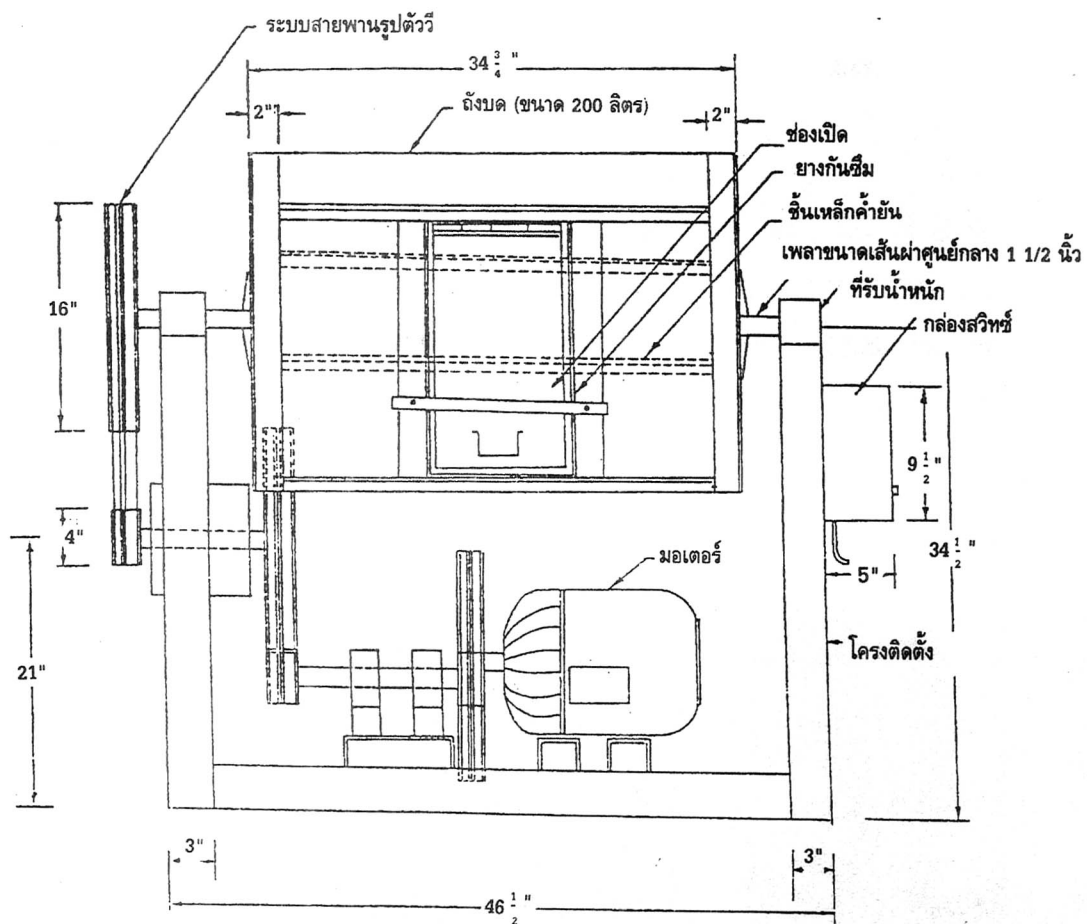
รูปที่ 1 เครื่องบดขี้เถ้าแกลบ



รูปที่ 2 ด้านหน้าของเครื่องบดขี้เถ้าแกลบ

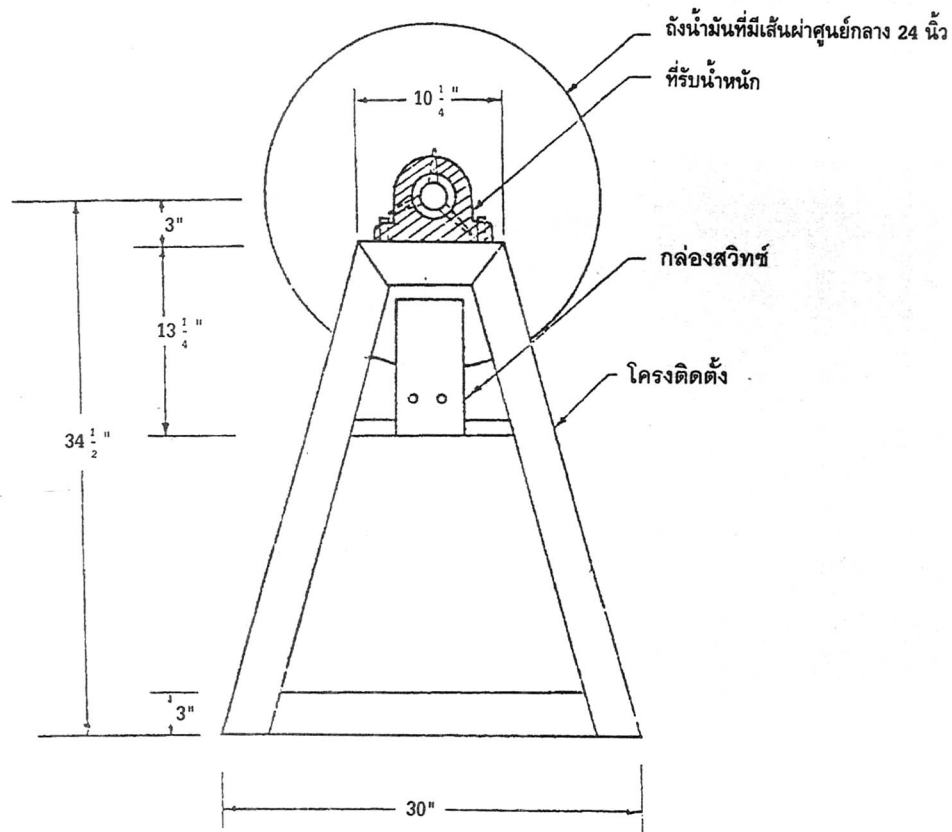
1. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ปทุมธานี 12120

2. บริษัท นครหลวงวัสดุภัณฑ์ จำกัด บางเขน กรุงเทพฯ 10210



แบบแปลน(มาตราส่วน 1"=10")

รูปที่ 2.1 แบบด้านหน้าของเครื่องบดซีเมนต์



รูปด้านข้าง(มาตราส่วน 1"=10")

รูปที่ 2.2 แบบด้านข้างของเครื่องบดซีเมนต์

บทนำ

ในภาวะปัจจุบัน วัสดุก่อสร้างต่างๆ มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากมีการก่อสร้างมากและเกิดภาวะเงินเฟ้อ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับประเทศในโลกรพัฒนาที่พยายามมองหาการพัฒนาวัสดุก่อสร้างต่างๆ จากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ได้มีการศึกษาวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรม ที่สามารถผลิตเป็นวัสดุก่อสร้าง ซึ่งสามารถลดราคาค่าก่อสร้าง และเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย

กลายเป็นหนึ่งในวัสดุเหลือใช้ในประเทศที่ปลูกข้าว วัสดุนี้มีน้ำหนักประมาณหนึ่งในห้าของเมล็ดข้าว และสามารถสีจากข้าวได้เป็นจำนวนมาก

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 หลังจากการผลิตซีเมนต์แกลบ โดย Mehta (1977) ซึ่งเป็นบุคคลกว้างขวางในงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ (RHA-cement) ที่มีประสิทธิภาพและโดยวิธีที่ประหยัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเอเชียที่มีแกลบในปริมาณมาก การผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจ ช่วงสองปีที่ผ่านมาจึงมีผลงานวิจัยมากมายที่ค้นคว้าการใช้ซีเมนต์แกลบให้มีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และพบว่า วัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบสามารถใช้แทนการใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาได้ การผลิตซีเมนต์แกลบเป็นวิธีการที่ง่ายมาก แต่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในกระบวนการเผาและการบดซึ่งได้พบว่า การเผาแกลบมีทั้งเผา ณ อุณหภูมิสูง และ ณ อุณหภูมิต่ำ ณ อุณหภูมิสูง ซีเมนต์จะเป็นวัสดุ crystalline และใช้เวลานานในการบด ทำให้ใช้พลังงานมากเกินไป ในขณะที่ซีเมนต์ชนิด reactive amorphous ที่ต้องการสามารถทำได้ในสภาวะที่มีการระบายอากาศดีพอ



รูปที่ 3 รูปด้านข้างของเครื่องบดซีเมนต์แกลบแสดงให้เห็นถึงระบบสายพานรูปตัววี

ในช่วงอุณหภูมิกลางๆ ประมาณ 400°C . มีผลงานวิจัยที่ใช้อุณหภูมิการเผาเพื่อผลิตซีเมนต์ที่มีคุณภาพ เช่น Mehta (1977) ผลิตซีเมนต์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับ amorphous silica โดยการรักษาสภาพอุณหภูมิการเผาไหม้ให้ต่ำกว่า 500°C . ในเตาเผาอุตสาหกรรม และมีหลายผลงานวิจัย ที่ผลิตซีเมนต์แกลบคุณภาพแตกต่างกันไปโดยใช้กระบวนการเผาแบบช่องเปิดอากาศ และควบ

คุมอากาศ Lakho (1980) ใช้กระบวนการเผาแบบควบคุมอากาศผลิตซีเมนต์คุณภาพดีสีขาวโดยใช้ ferrocement dome ที่มีช่องเปิดเพื่อควบคุมการระบายอากาศ

จากความต้องการผลิตซีเมนต์คุณภาพดีที่มีวิธีการบดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมที่ผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ โดยก่อนหน้านี้นักวิจัย

จำนวนมากที่ใช้เครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการสำหรับการบดซีเมนต์ แต่ทว่ามีความสมรรถนะต่ำและใช้เวลานานในการบดซีเมนต์เพื่อให้ได้ความละเอียดที่ต้องการ Justin (1980) ได้สำรวจอุปกรณ์การบดเทาที่จะหาได้ และแนะนำสำหรับการพัฒนาต่อไปของวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์บด อีกทั้งค้นคว้าวิธีการบดที่เหมาะสมและประหยัด ทั้งนี้ เนื่องจากทราบว่าเครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมที่ใช้ในโรงงานผลิตซีเมนต์ตรา Jitra ของประเทศมาเลเซียมีราคาแพงมาก และควรปรับปรุงเพื่อที่จะลดเวลาการบด

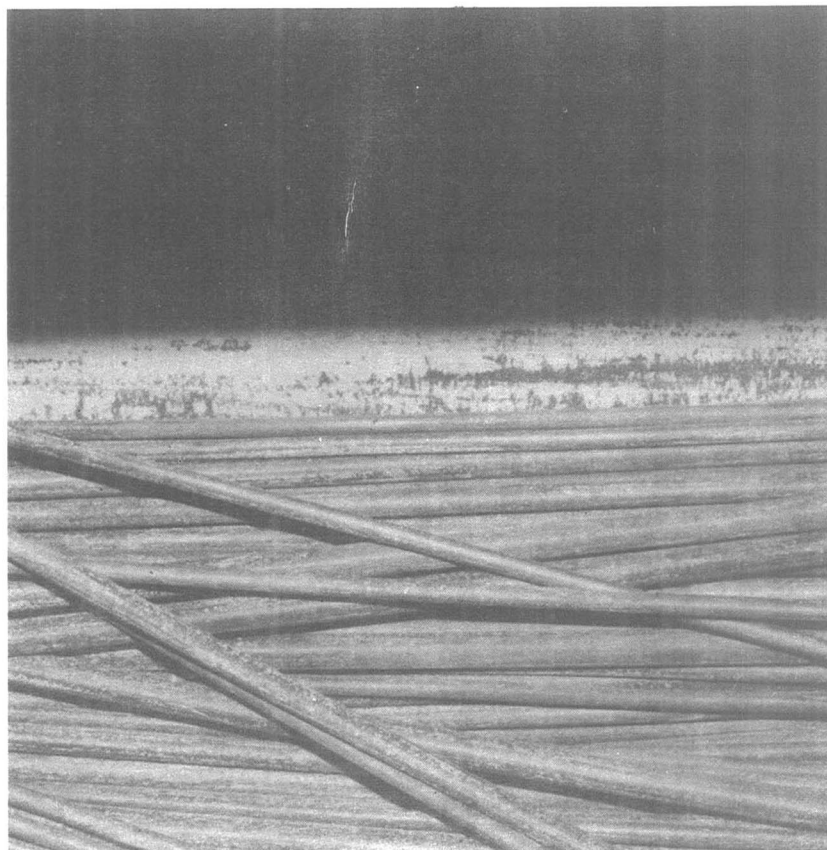
วัตถุประสงค์และขอบข่ายการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่จะออกแบบให้ง่าย ราคาถูก และเป็นเครื่องบดที่มีประสิทธิภาพ และไม่เพียงแต่จะให้เป็นที่ไปตามวัตถุประสงค์ของการบดซีเมนต์บดในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ทว่ายังสามารถดัดแปลงใช้ได้โดยชาวชนบทห่างไกลอีกด้วย

เครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมในห้องปฏิบัติการ ใช้ลูกหินที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อที่จะใช้เป็นตัวกลางบด เครื่องบดจะหมุนตามแกนแนวราบ การบดเกิดขึ้นจากการเสียดทานระหว่างลูกหิน และบางส่วนจากการเสียดทานระหว่างลูกหิน และผนังด้านในของเครื่องบด

จากหลักการบดของเครื่องแบบใช้ลูกบดทรงกลม เครื่องทดสอบการบดจะถูกออกแบบโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร ที่พอจะหาได้ทั่วไป ดังนั้นจะติดตั้ง และขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ผ่านระบบสายพานรูปตัววี

โดยที่ลูกบดทรงกลมที่ใช้ในเครื่องบด มีราคาแพงมาก ในกรณีนี้จึงใช้แท่งเหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และ 5/8 นิ้ว ที่มีความ



รูปที่ 4 แท่งเหล็กเหนียวยาว 30 นิ้ว และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว ที่ใช้เป็นตัวบดในวิธีที่ 1

ยาว 30 นิ้ว และขึ้นเศษเหล็กเบารูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และยาว 1/2 นิ้ว เพื่อความเหมาะสมของราคาและหาได้ง่ายในท้องตลาด

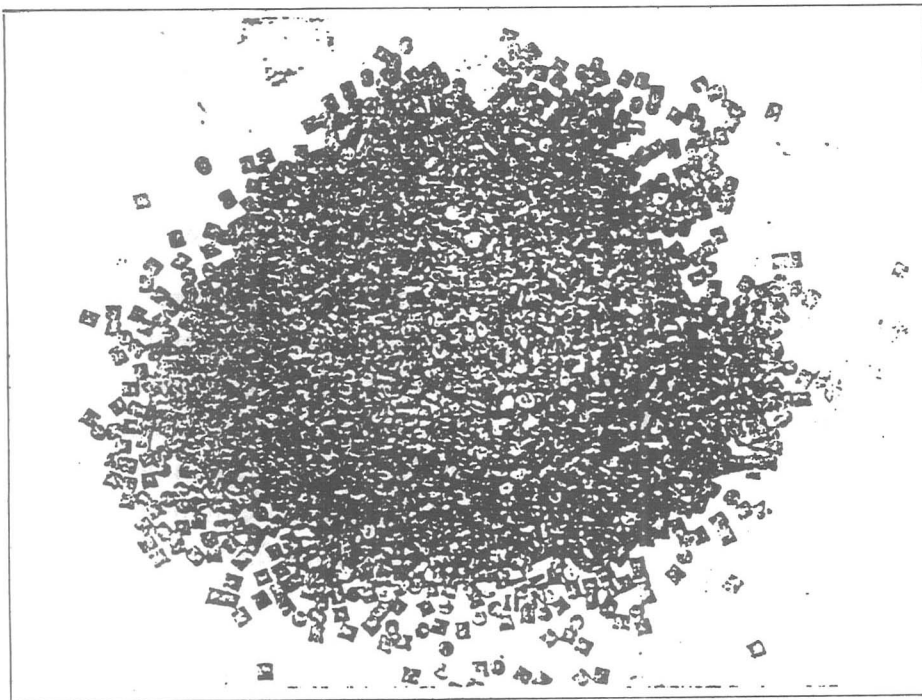
กระบวนการบด

แนวความคิดของเครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลม

รูปที่ 1 แสดงถึงเครื่องบดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ผลิตโดยบริษัท Pascall Engineering Company Ltd. แห่งประเทศอังกฤษ มีความจุหลายขนาด ขนาดความจุมากที่สุดคือ 0.3 ลูกบาศก์ฟุต (8.53×10^{-3} ลบ.ม.) ตัวบดที่ใช้ในเครื่องบดทำด้วยลูกหินที่มี

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว ถึง 3/4 นิ้ว เครื่องบดอยู่ในลักษณะอิสระบนลูกกลิ้งที่หมุนอยู่ 2 อันที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ขนาด 0.25 กำลังม้า

ก่อนหน้านี้มีผลงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์บดที่ใช้เครื่องบดนี้ สำหรับบดซีเมนต์บดในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่า บางครั้งเครื่องบดใช้เวลานานในการบดซีเมนต์บดให้ถึงความละเอียดที่ต้องการ Mehta (1977) บดซีเมนต์กับซีเมนต์บดและปูนขาว โดยเครื่องบดดังกล่าวนี้เป็นเวลา 2 ชม. นอกจากนี้ ยังมีผลงานวิจัยอื่นๆ บดซีเมนต์บดดังกล่าว ใช้เวลา 2 ถึง 72 ชม. เพื่อที่จะได้ความละเอียดตามต้องการ



รูปที่ 5 เศษเหล็กเบารูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และยาว 1/2 นิ้ว ที่ใช้เป็นตัวบดในวิธีที่ 2

เครื่องบดแบบใช้ลูกบดทรงกลมที่ใช้ในมาเลเซีย

ในประเทศมาเลเซีย บริษัท Padikimiya (Malaysia) Sdn, Bhd. (PMBD) ผลิตซีเมนต์ผสมซีเมนต์ขาว ใช้ชื่อว่า "Jitra Cement" ซึ่งมีส่วนผสมของซีเมนต์ขาว ปูนขาว และสารผสมเพิ่ม "Jitra Cement" ใช้กันแพร่หลายในมาเลเซียเหมาะสำหรับงานฉาบ การผลิตผลผลิตจากวัสดุซีเมนต์อย่างเช่น อิฐมอร์ต้า บล็อกกลวง เป็นต้น ซีเมนต์นี้มีความละเอียด 90% ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโคร (ตะแกรงร่อนเบอร์ 100) และกำลังอัดที่อายุ 7 วัน (ตัวอย่างมอร์ต้า ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว) เท่ากับ 20 กก./ตร.ซม. (286 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ในกระบวนการบดของโรงงานซีเมนต์นี้ เครื่องบดนำเข้ามาจากอินเดียมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.065 ม. และยาว 1.065 ม. (42 นิ้ว x 42 นิ้ว) ปริมาตร 950 ล. และความเร็วในการบด 25 รอบต่อนาที ขับเคลื่อนด้วย

มอเตอร์ 10 กำลังม้า ใช้เป็นต้นแบบในการผลิตเครื่องบดใหม่ โดยเครื่องบดใหม่ที่ผลิตขึ้นในมาเลเซีย ใช้ตัวบดเหล็กแท่งทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. ยาว 20 มม. มีน้ำหนัก 1,100 กก. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 5 กำลังม้า ราคาของเครื่องบดใหม่ประมาณ 6,000 ดอลลาร์สหรัฐ

การออกแบบและการทำงานของเครื่องบด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เครื่องบดจำเป็นสำหรับการผลิตวัสดุซีเมนต์ผสมซีเมนต์ขาวที่มีปริมาณมาก และเหมาะสำหรับพื้นที่ชนบทห่างไกล เครื่องนี้จึงถูกออกแบบและสร้าง โดยมีส่วนประกอบของเครื่อง คือ

1. ถังที่เขັบด
2. โครงเหล็กที่ใช้ติดตั้ง
3. ระบบสายพานรูปตัววี

4. ตัวบด

5. มอเตอร์ไฟฟ้า

ถังที่เขັบดเป็นถังหมุนที่ถูกสร้างจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรที่หาได้ทั่วไป เหตุผลที่ใช้ถังนี้เป็นถังบด เพื่อให้คนชนบทห่างไกลสามารถผลิตได้เอง ขนาดของถังมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 นิ้ว และยาว 34 นิ้ว ติดตั้งบนเพลาลูก 2 ตัว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว โดยใช้เหล็ก 2 อันหนา 1/8 นิ้ว เพลาเชื่อมกับเพลทโดยใช้เหล็กยึดรูปสามเหลี่ยม 3 อัน ตัวเหล็กยึดรั้งทำจากเหล็กฉากขนาด 3/4 นิ้ว โดยจัดวางตามแนวความยาวของถังเพื่อให้จะให้แข็งแรง ช่องเปิดขนาด 9 3/4 นิ้ว x 19 นิ้ว ติดตั้งที่ตรงกลางของถัง ใช้แผ่นยางอุด รอบๆช่องเปิด เพื่อไม่ให้อากาศเข้าในเวลาบด รายละเอียดของเครื่องบดแสดงในรูปที่ 2 และ 3

ถังจะหมุนโดยสายพานรูปตัววี ซึ่งประกอบด้วยรอก 3 ตัว รอกทั้งสามช่วยลดความเร็วของมอเตอร์ ความเร็วที่ใช้คือ 22 รอบต่อนาที

ตัวบดสองชนิดที่ใช้ คือ แท่งเหล็กเหนียวยาว 30 นิ้ว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว และ 1/2 นิ้ว และชิ้นเศษเหล็กรูปทรงกระบอกขนาด 1/2 นิ้ว x 1/2 นิ้ว และเป็นที่น่าสังเกตว่าเครื่องบดไม่จำเป็นต้องขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ ยังมีแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่น ลมหรือพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ตัวบดสองชนิดนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4 และ 5

การทดสอบ

โปรแกรมการทดสอบ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยผลของความละเอียดกับความแข็งแรงต่อแรงอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเมนต์ขาว ในการวิจัยนี้ ซีเมนต์ขาวถูกบด ในช่วง

เวลาต่างๆ เริ่มจาก 1/2 ชั่วโมง ถึง 5 ชั่วโมง ในเครื่องบดใช้แกลบปริมาณ 2.5, 4, 5 และ 7.5 กิโลกรัม ในแต่ละช่วงการบดจะกำหนดปริมาณตัวอย่างที่จะทดสอบเพื่อที่จะคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างความละเอียดและความแข็งแรงต่อแรงอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ความละเอียดหาได้จากการร่อนเปียกผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 325 และแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงร่อน

ในส่วนที่สอง ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการบด โดยใช้ตัวบดสองชนิด กำหนดการใช้แกลบปริมาณ 2.5 กิโลกรัม วัดคุณสมบัติที่ทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรที่เหมาะสมของแกลบแต่ละตัวบด ปริมาณของตัวบดแปรในช่วงระหว่าง 20% ถึง 25% และการทดสอบความละเอียดในช่วงบดต่างๆ เพื่อให้ความละเอียดมากกว่า 93%

จากผลที่ได้จากส่วนแรก ความแข็งแรง ต่อ แรง อัด ที่อายุต่างๆ

สามารถหาได้พร้อมทั้งเปอร์เซ็นต์ปริมาตรเหมาะสมของตัวบด

วัสดุ

แกลบ มาจากโรงสีข้าวทั่วไป มีสภาพแห้งปราศจากความชื้นและถูกจัดเก็บไว้ในสถานที่ที่แห้งก่อนนำมาเผา

ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาตามลิตมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ

ทราย ใช้ทรายธรรมชาติผสมซีเมนต์มอร์ต้า และถูกเก็บในถุงพลาสติกก่อนใช้

น้ำ ใช้น้ำธรรมชาติ

การผลิตซีเมนต์แกลบ

นำแกลบมาเผาในเตาเผาที่มีช่องระบายอากาศเปิด หลังจากเผาประมาณ 3 วัน ปล่อยให้ซีเมนต์เย็นตัวประมาณ 20 นาที สำหรับการเผาที่มีสมบูรณ์ สีของซีเมนต์จะเป็นสีขาว ในทางปฏิบัติ กระบวนการเผายังคงไม่สมบูรณ์ ส่วนบนหนาประมาณ 1/8

นิ้ว ถึง 1/4 นิ้ว ที่ปกคลุมซีเมนต์ให้เอาออกก่อนที่จะเก็บส่วนซีเมนต์ที่มีสีขาวเก็บซีเมนต์ที่มีสีขาวในถุงพลาสติก

คุณสมบัติของซีเมนต์แกลบ

ความละเอียด (fineness)

จากการร่อนเปียกผ่านตะแกรงเบอร์ 325 โดยเตรียมตัวอย่าง 100 ก. วางบนตะแกรงที่แห้งและสะอาด ซีเมนต์แกลบจะถูกล้างผ่านตะแกรงร่อนโดยใช้น้ำ ระมัดระวังป้องกันไม่ให้กากออกจากขอบตะแกรงร่อน กระบวนการล้างกระทำต่อเนื่องจนกระทั่งน้ำไหลผ่านตะแกรงใส ปกติจะทำภายใน 1 นาที กากที่เหลือบนตะแกรงถูกทำให้แห้งในเตาอบ เพื่อที่จะชั่งตัวอย่างด้วยตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความถูกต้อง ± 0.01 ก. ความละเอียดของตัวอย่างแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์การผ่านตะแกรงเทียบกับน้ำหนักเดิม

ภาพขนาดอนุภาค

(photomicrography)

ภาพแสดงถึงขนาดของอนุภาคซีเมนต์แกลบที่จะใช้ผสมกับซีเมนต์ที่มีความละเอียดต่างๆ สังเกตจากขนาดและรูปร่างของอนุภาค ในกรณีนี้ใช้เครื่องมือทดสอบ Olympus PM-6 Microscope (ขยาย 100 เท่า) กับกล้องถ่ายรูปและ Olympus EMM-7 Exposuremeter

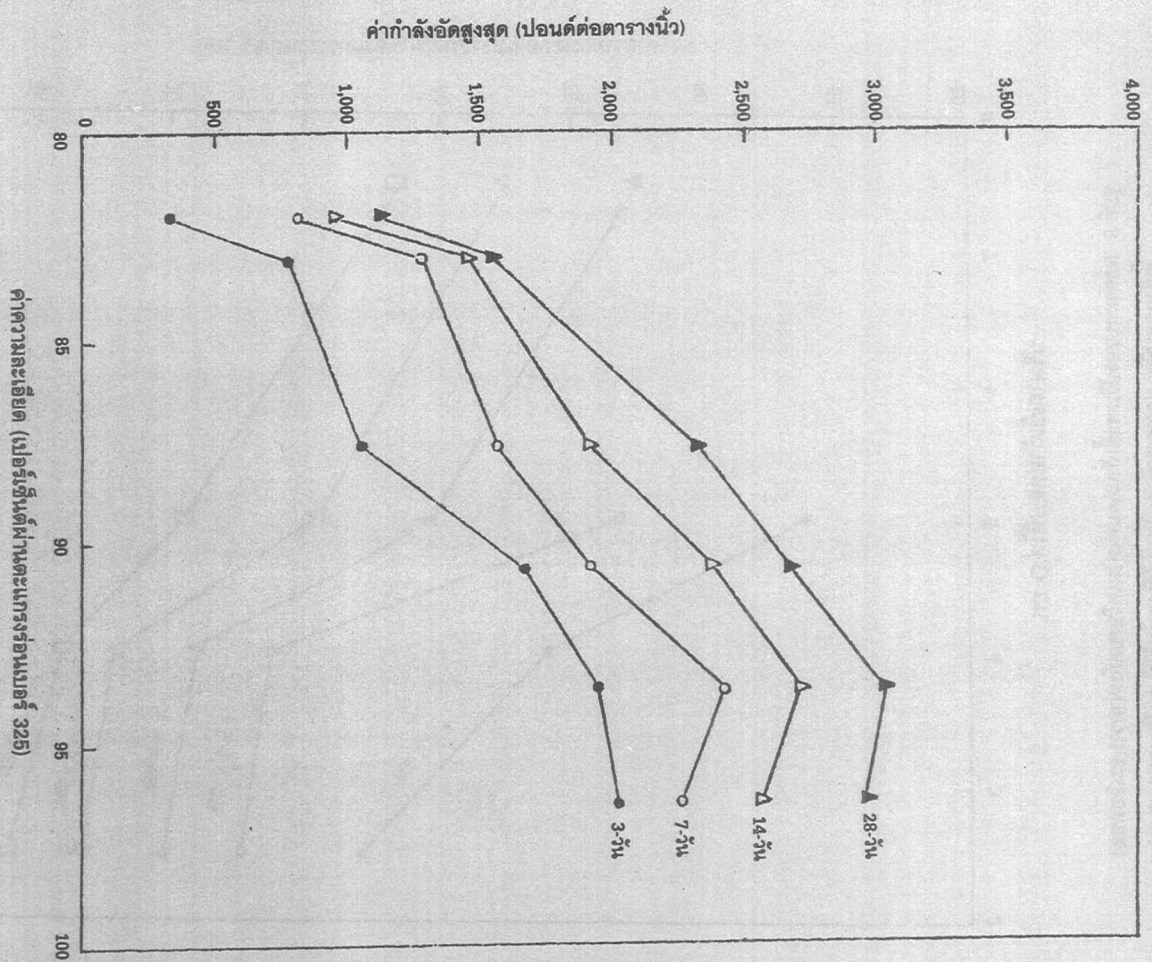
กำลังอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ

การเตรียมตัวอย่างมอร์ต้า

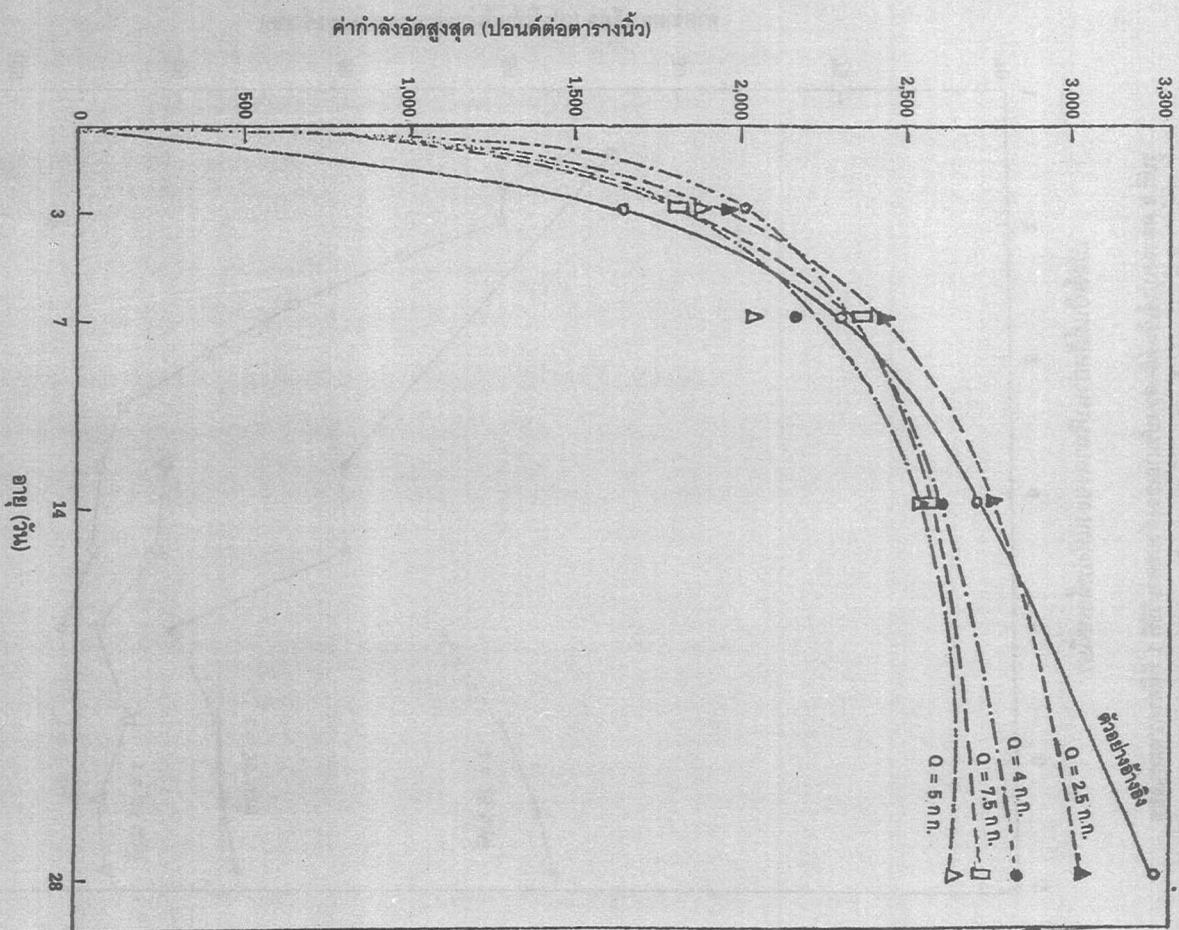
ในการเตรียมตัวอย่างใช้อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ คือ 2.75 : 1 อัตราส่วนซีเมนต์แกลบต่อซีเมนต์ คือ 30 : 70 และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ คือ 0.06 ± 0.05

สำหรับวิธีการผสม มีขั้นตอนดังนี้ ซีเมนต์ และซีเมนต์แกลบผสมเข้าด้วยกันในน้ำด้วยเครื่องผสมประมาณ 30

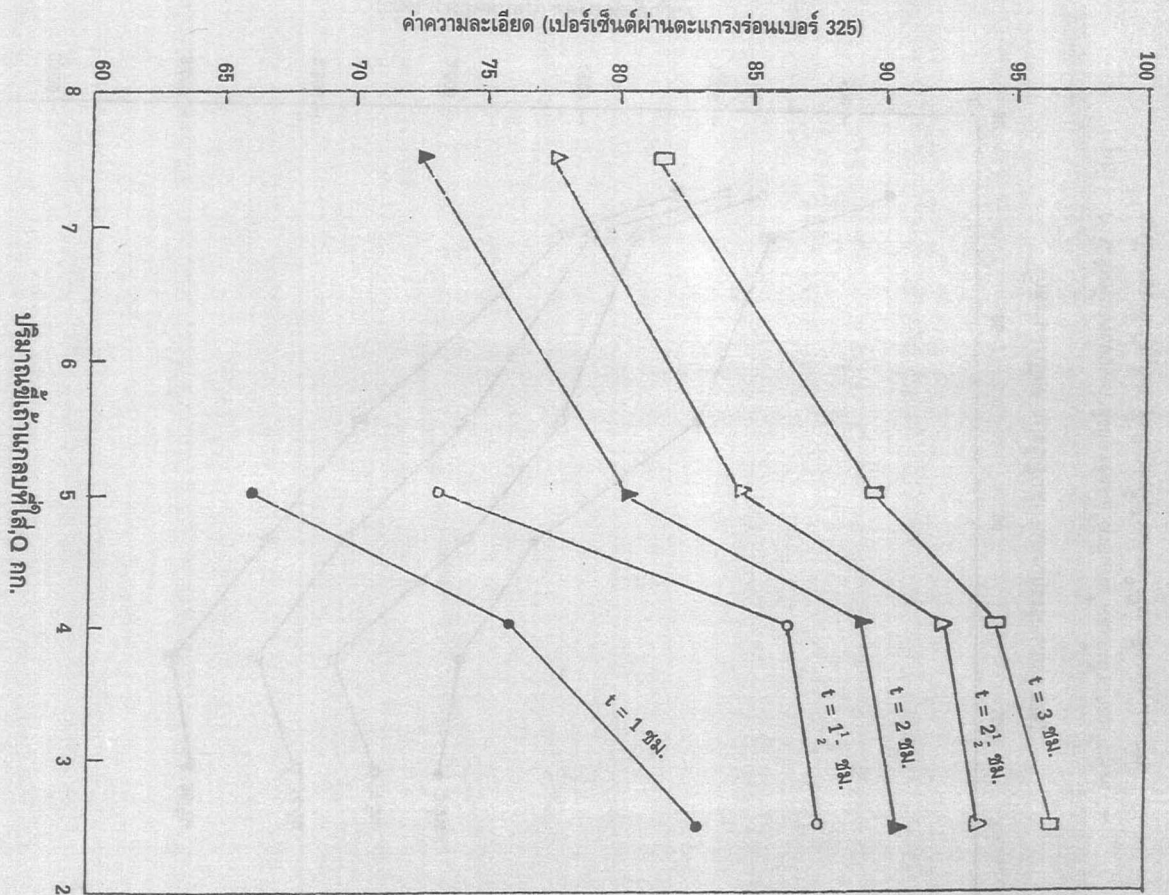




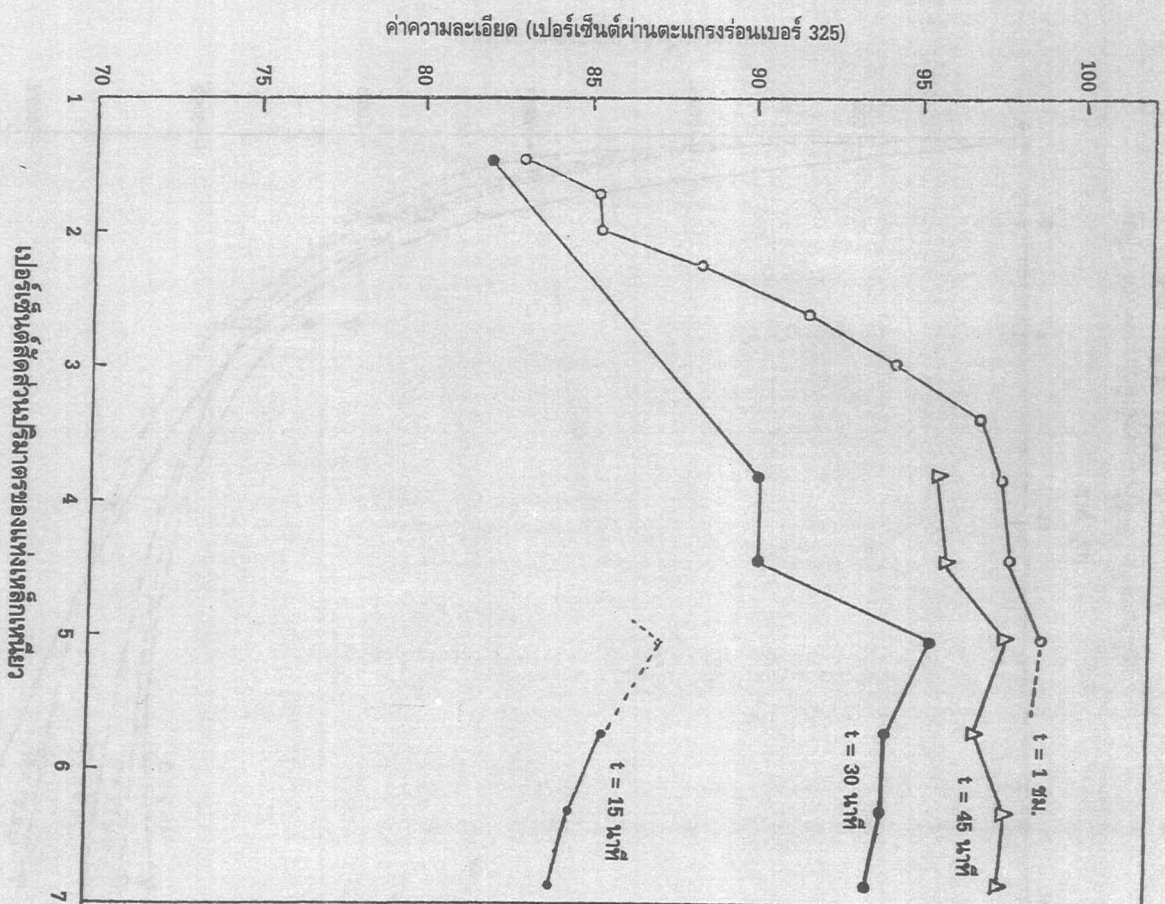
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของมอเตอร์ที่เดินที่ความเร็วที่ต่างกันกับค่าความละเอียดของซีเอ็นแอล ที่ปริมาณซีเอ็นแอลในเครื่อง 2.5 กก.



รูปที่ 7 การพัฒนาการอัดของมอเตอร์ที่เดินที่ความเร็วที่ต่างกันกับค่าความละเอียดของซีเอ็นแอล ที่ปริมาณซีเอ็นแอลในเครื่องขนาดต่างๆ



รูปที่ 8 ผลกระทบของปริมาณซีเมนต์ที่ใส่ในเครื่องบดกับค่าความละเอียดของซีเมนต์ที่ช่วงเวลาต่างๆ (โดยใช้ตัวบดในวิธีที่ 1 ปริมาณ 1.48 %)



รูปที่ 9 ผลของเบอร์ซีเมนต์สัดส่วนปริมาณของตัวบดตามวิธีที่ 1 ที่มีค่าความละเอียดของซีเมนต์ต่างกัน เมื่อใส่ปริมาณซีเมนต์ในเครื่องบด 2.5 กก.

วินาที โดยใช้ความเร็วต่ำ หลังจากนั้น จะเพิ่มทรายลงไปช้าๆ ใช้เวลา 30 วินาที แล้วผสมต่อไปอีก 1 นาที โดยใช้ความเร็วเดิม และประมาณ 1-2 นาที ด้วยความเร็วสูงขึ้น เพื่อให้ได้ส่วนผสมเนื้อเดียวกัน การไหลของส่วนผสมหาได้จากมาตรฐาน ASTM C230-90

การบ่มตัวอย่าง

การบ่มตัวอย่างมอร์ต้าใช้เวลา 24 ชม. ตัวอย่างถูกถอด และแช่ในน้ำผสมปูนขาวจนถึงอายุทดสอบ

การทดสอบตัวอย่าง

กำลังอัดของตัวอย่างมอร์ต้า ทดสอบมาตรฐาน ASTM C109-90

ผลการทดสอบและวิจารณ์

ส่วนแรก

ความสัมพันธ์ระหว่างความละเอียดและกำลังอัด

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และซีเถ้ากลบ 0.6 ± 0.05 และอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์และซีเถ้ากลบ 2.75 โดยซีเถ้ากลบแทนที่ซีเมนต์ 30% โดยน้ำหนัก ใช้ตัวบดแท่งเหล็กเหนียวยาว 30 นิ้ว ในสัดส่วนปริมาตร 1.48% กำลังอัด ณ อายุทดสอบต่างๆ แสดงตามผลของความละเอียดของซีเถ้ากลบ ดังรูปที่ 6 เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างความละเอียด และกำลังอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเถ้ากลบ อายุ 3, 7 และ 28 วัน

จากปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นที่ผิวของอนุภาคซีเมนต์ ซึ่งเป็นพื้นที่ผิวทั้งหมดของซีเมนต์ ดังนั้น อัตราของปฏิกิริยาดังกล่าวจึงขึ้นอยู่กับความละเอียดของอนุภาคซีเมนต์ จากรูปที่ 6 จะเห็นว่า เมื่อซีเถ้ากลบมีค่าความละเอียดยิ่งสูง กำลังอัดของมอร์ต้าก็จะสูงตามด้วย

การพัฒนากำลังอัด

รูปที่ 7 แสดงกำลังอัดสำหรับการใส่ซีเถ้ากลบปริมาณต่างๆ ในเครื่องบดกับตัวอย่างที่ใช้อ้างอิง ตัวอย่างที่อ้างอิงนี้เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีซีเถ้ากลบ

จากภาพความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอายุทดสอบของตัวอย่างมอร์ต้า แสดงให้เห็นว่า วัสดุซีเมนต์ผสมซีเถ้ากลบ มีการพัฒนากำลังอัดประมาณ 65 ถึง 71% เทียบกับกำลังอัดที่ 28 วัน เมื่อทดสอบที่ 3 วันแรก และยังพบว่ากำลังอัด 3 วัน มีค่าประมาณ 12 ถึง 22% สูงกว่าตัวอย่างที่ใช้อ้างอิง จะเห็นว่าการเพิ่มเร็วมากตามความละเอียดของซีเถ้ากลบ อย่างไรก็ตาม อัตราพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเถ้ากลบจะช้ากว่ามอร์ต้าที่มีซีเมนต์ผสมเพียงอย่างเดียว (โดย มอร์ต้าซีเมนต์ผสมซีเถ้ากลบมีการเพิ่มของกำลังอัดจาก 3 วันเป็น 14 วัน ประมาณ 28 ถึง 39% ในขณะที่มอร์ต้าที่มีซีเมนต์ผสมเพียงอย่างเดียวมีการเพิ่มกำลังอัดมากกว่า 63%)

ผลของปริมาณซีเถ้ากลบที่ใส่ในเครื่องบดต่อความละเอียดของซีเถ้ากลบ

สำหรับเวลาการบดต่างๆ จะเห็นได้ว่า ความละเอียดลดลง เมื่อมีการใส่ซีเถ้ากลบในปริมาณเพิ่มขึ้น อัตราการลดลงแสดงไม่ค่อยชัดเจน เมื่อใส่ซีเถ้ากลบปริมาณ 2.5 กก. ถึง 4 กก. ในขณะที่มีการใส่ปริมาณซีเถ้ากลบมากกว่า 4 กก. อัตราการลดลงจะเห็นได้ชัดขึ้น (รูปที่ 8)

การวิเคราะห์ภาพขนาดอนุภาค

ซีเถ้ากลบมีขนาดความละเอียดต่างๆ ดังที่ปรากฏในรูปที่ 15 ซึ่งเห็นได้ว่า เมื่อซีเถ้ากลบมีค่าความ

ละเอียดต่ำจะมีภาพของอนุภาคที่แบนเรียบ และโครงสร้างมีการแตกร้าว อีกทั้งมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักน้อย แต่เมื่อซีเถ้ากลบมีค่าความละเอียดเพิ่มขึ้นขนาดของอนุภาคแบนเรียบจะลดลงจนกระทั่งมีขนาดเล็กลง (ณ ค่าความละเอียด 98.8%) จนกระทั่งอนุภาคเล็กมาก ค่าความละเอียดซีเถ้ากลบยิ่งสูงสามารถเพิ่มพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักของอนุภาคซีเมนต์

ส่วนที่สอง

สัดส่วนปริมาตรที่เหมาะสมของตัวบด

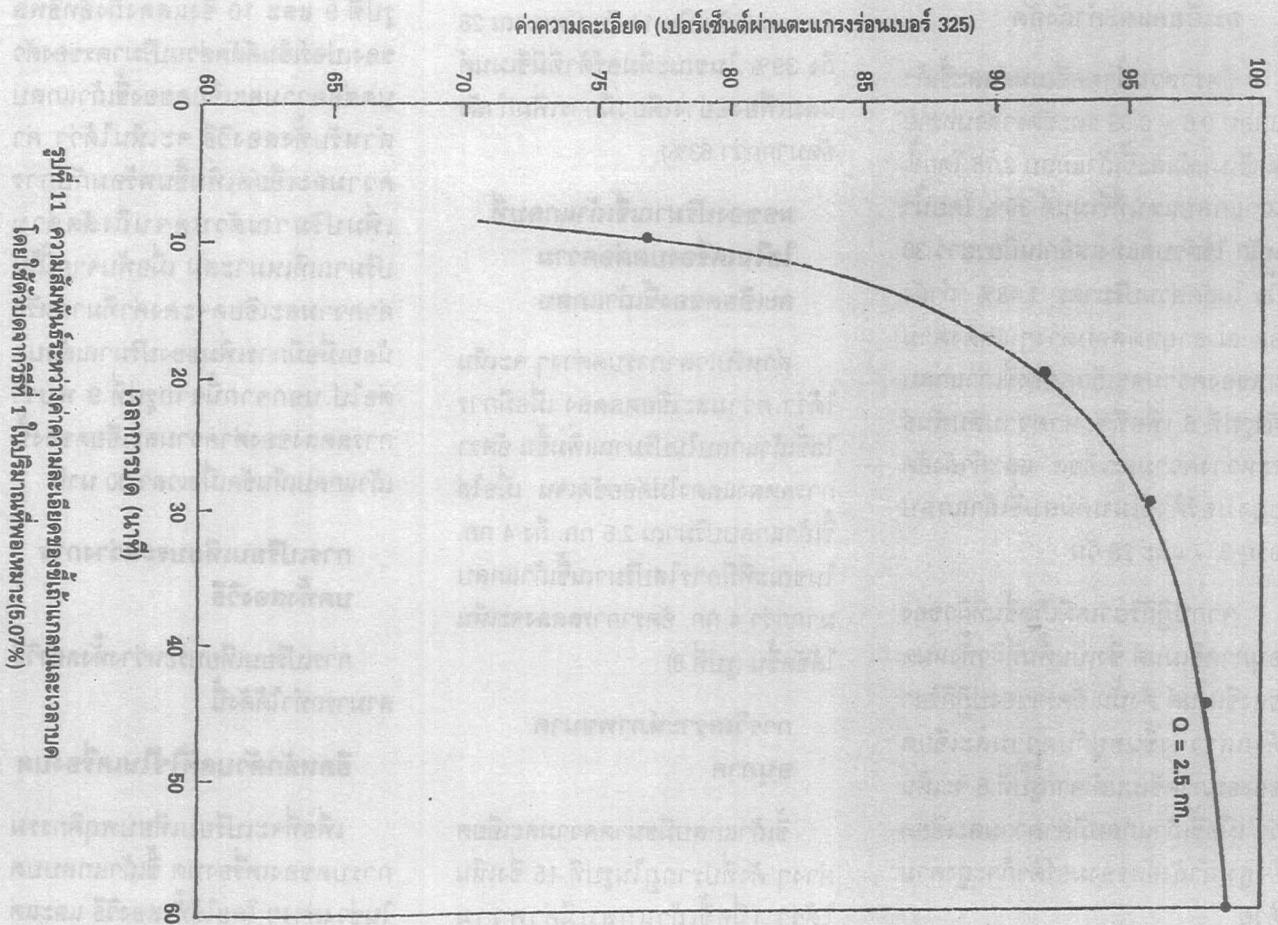
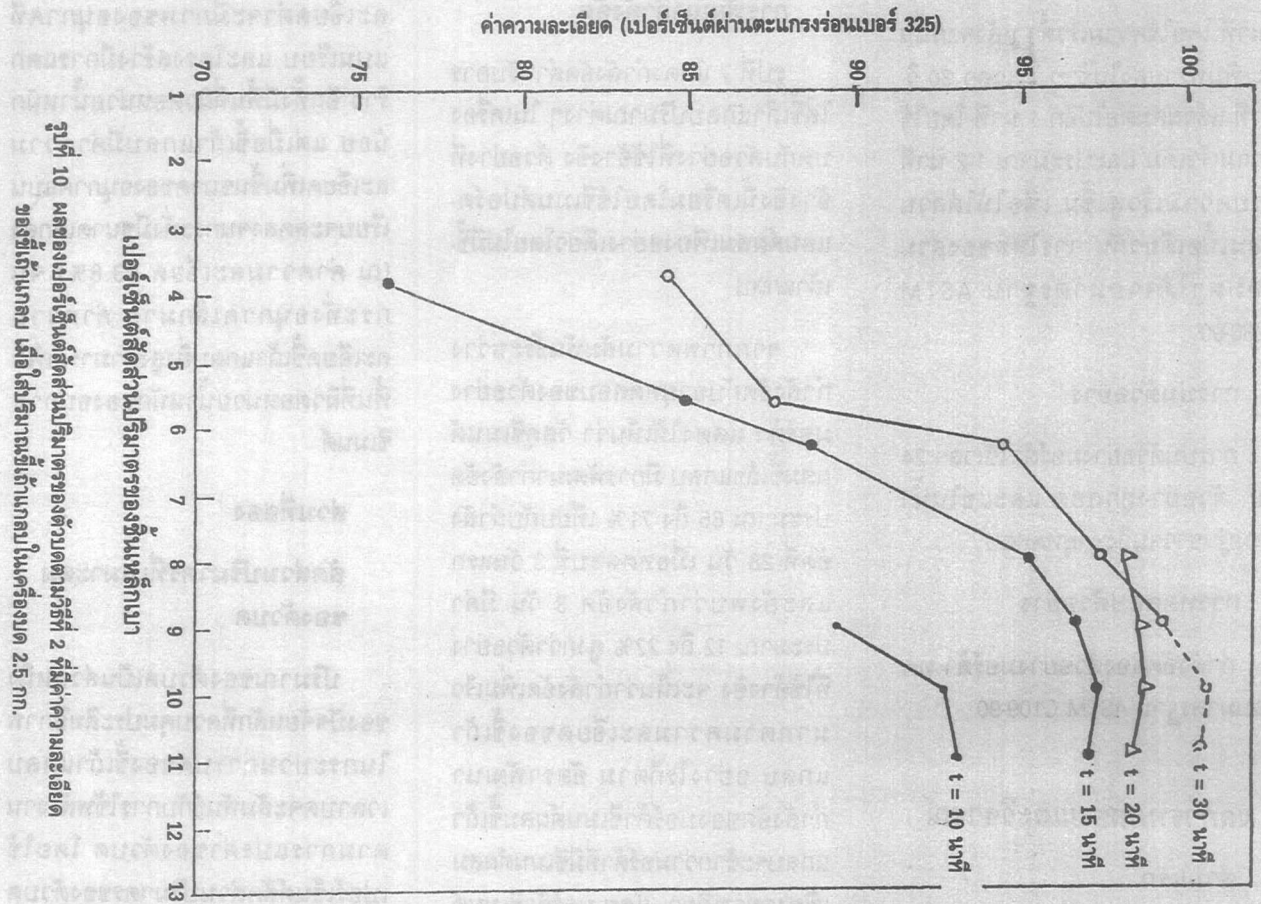
ปริมาณของตัวบดเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยหลักที่ควบคุมประสิทธิภาพในกระบวนการบดของซีเถ้ากลบ เวลาบดจะสัมพันธ์กับการใช้พลังงานตามการแปรค่าของตัวบด โดยใช้เปอร์เซ็นต์สัดส่วนปริมาตรของตัวบดทั้งสองวิธีเป็นตัวแปรหลัก ผลแสดงในรูปที่ 9 และ 10 ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนปริมาตรของตัวบดต่อความละเอียดของซีเถ้ากลบ สำหรับทั้งสองวิธี จะเห็นได้ว่า ค่าความละเอียดเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเพิ่มปริมาณตัวบดจนถึงสัดส่วนปริมาตรที่เหมาะสม เมื่อพ้นจากนี้ไปค่าความละเอียดจะคงค่าที่มากหรือน้อยเมื่อมีการเพิ่มของปริมาณตัวบดต่อไป นอกจากนี้จากรูปที่ 9 พบว่าการลดลงของค่าความละเอียดของซีเถ้ากลบเห็นชัดเมื่อเวลา 30 นาที

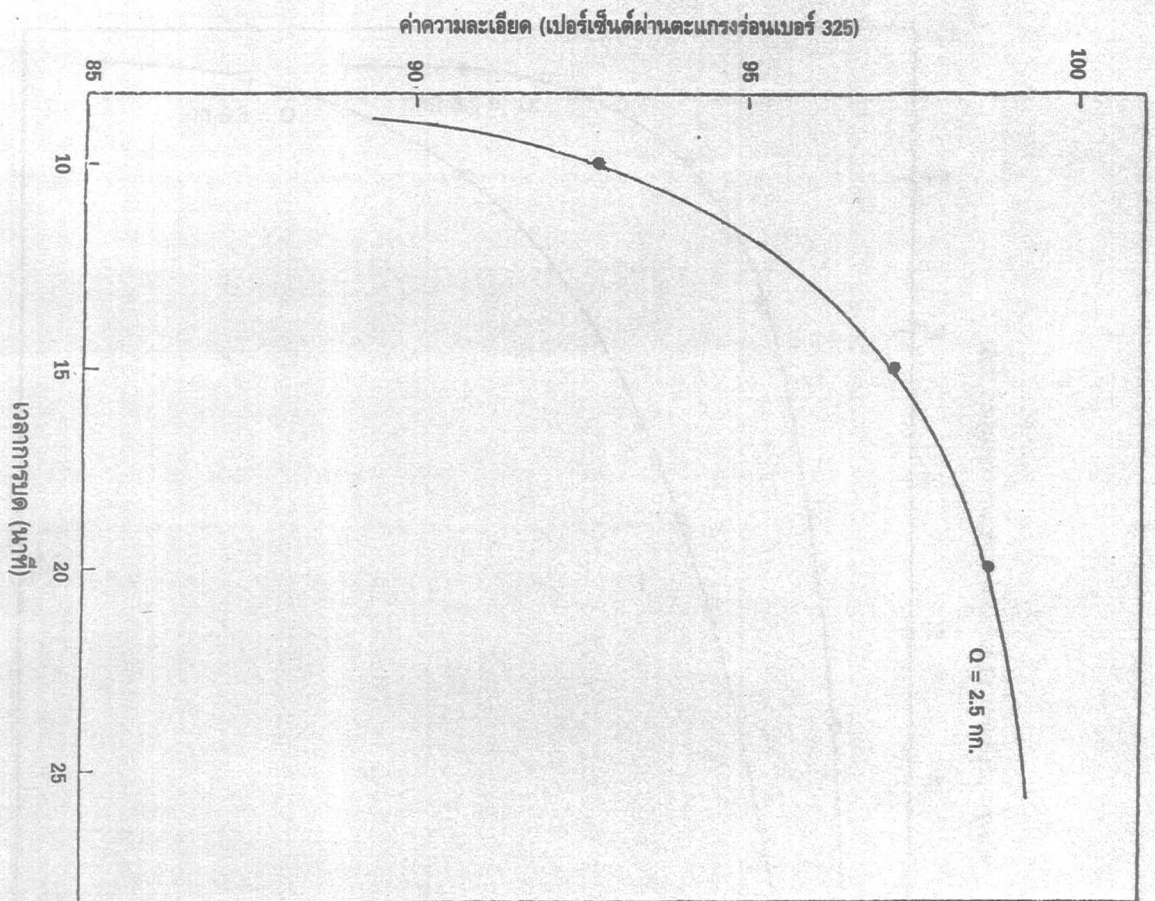
การเปรียบเทียบระหว่างการบดทั้งสองวิธี

การเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองวิธีสามารถทำได้ดังนี้

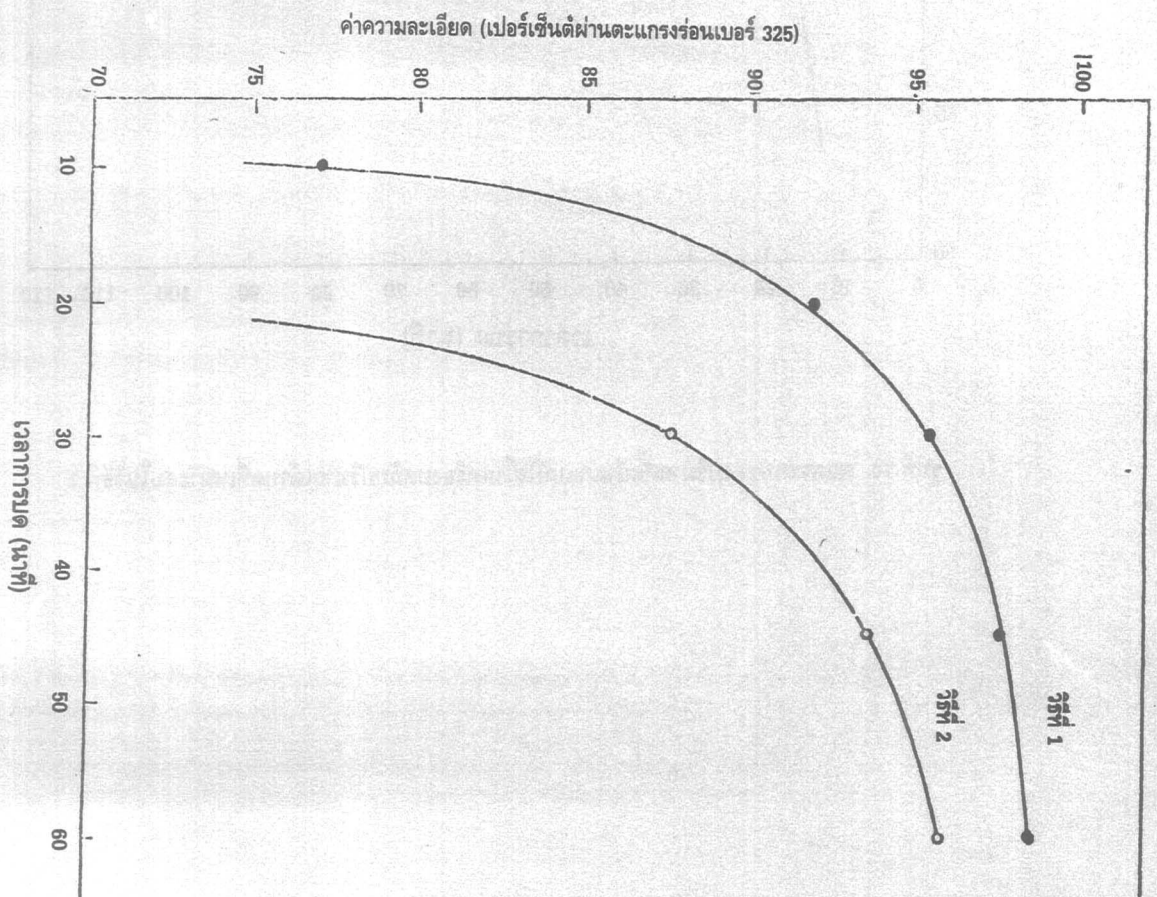
ยึดหลักตัวบดที่ใช้ในเครื่องบด

เพื่อที่จะเปรียบเทียบพฤติกรรม การบดของเครื่องบด ซีเถ้ากลบบดในช่วงต่างๆ โดยใช้ทั้งสองวิธี และแต่

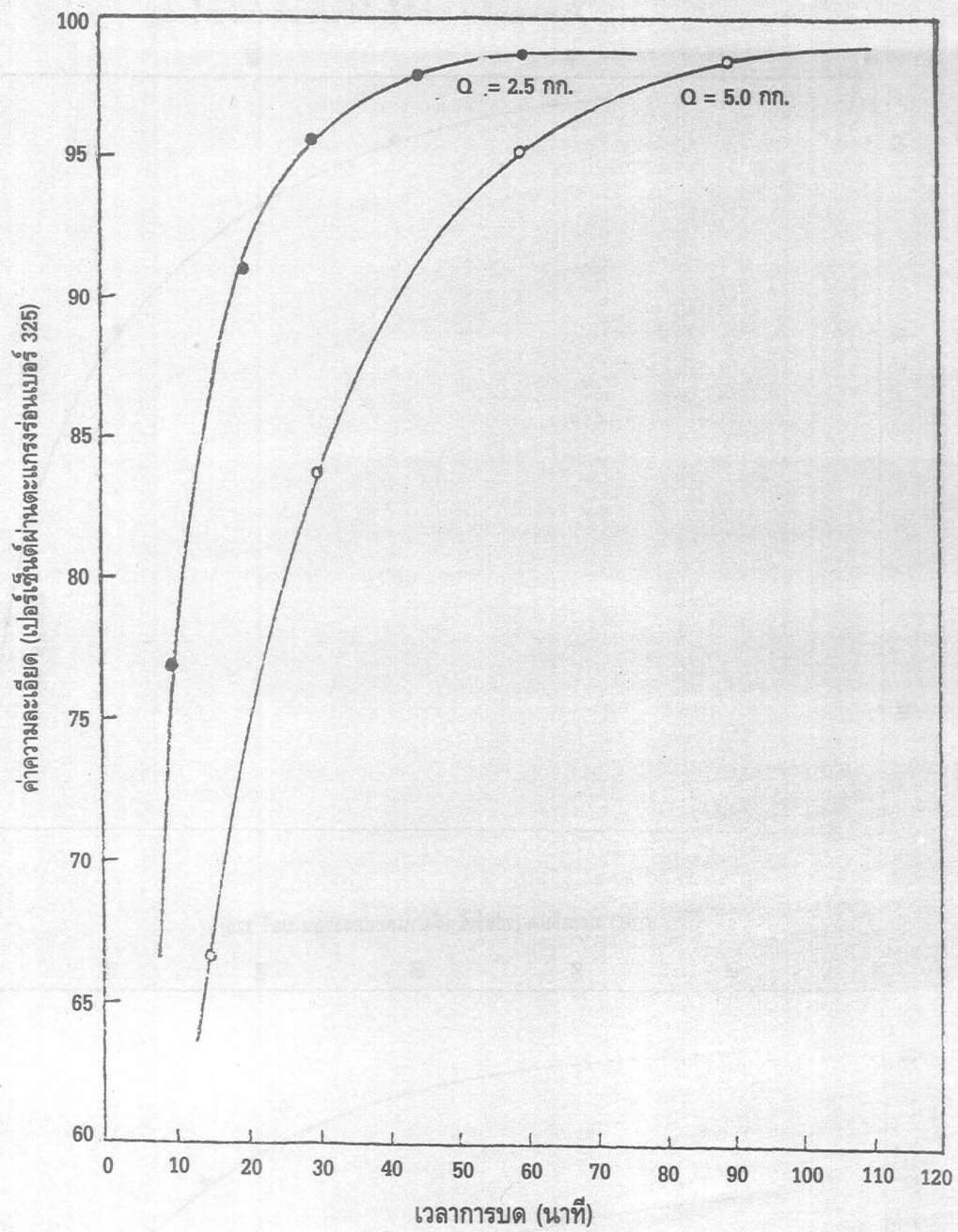




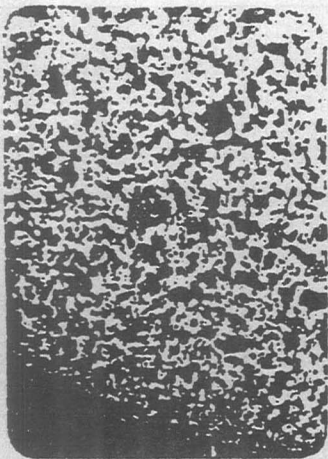
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความละเอียดของซีเมนต์กับเวลาบด โดยใช้ตัวบดจากวิธีที่ 2 ในปริมาณที่พอเหมาะ (10%)



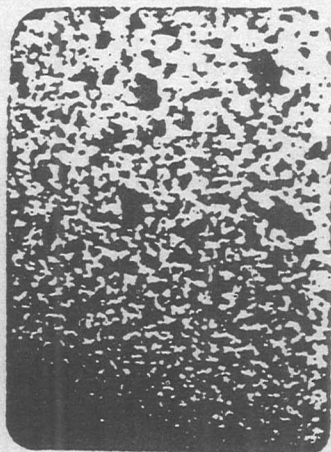
รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าความละเอียดของซีเมนต์ระหว่าง การบดทั้งสองวิธีโดยใช้สัดส่วนปริมาตร 5.07 %



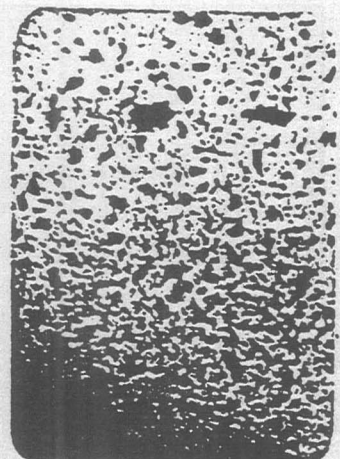
รูปที่ 14 ผลกระทบของปริมาณเชื้อเพลิงที่ใส่ในเครื่องบดกับปริมาณตัวบดที่เหมาะสมในวิธีที่ 1



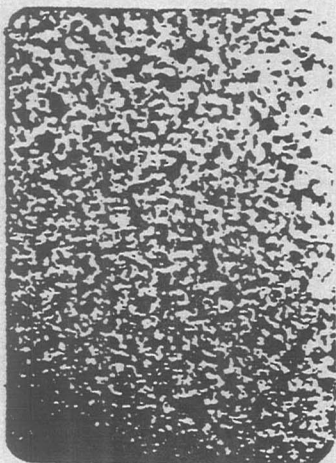
66.15%



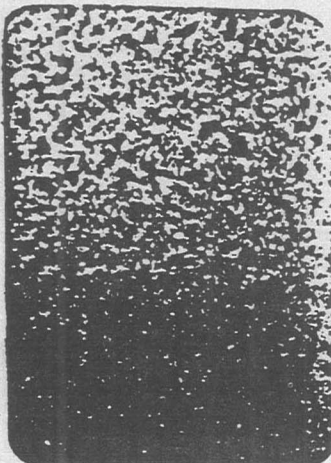
73.2%



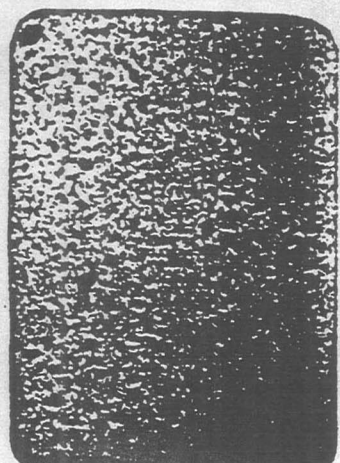
77.44%



80.23%



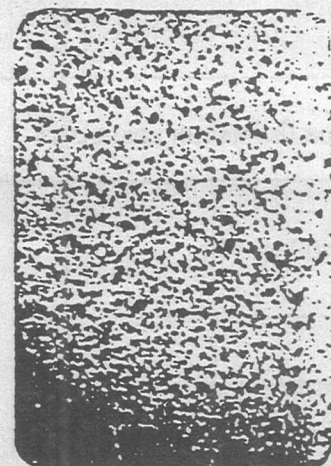
86.43%



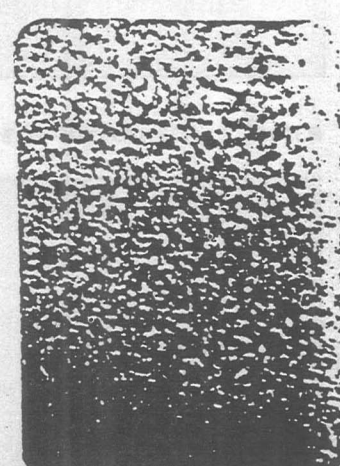
90.66%



93.64%



96.5%



98.80%

รูปที่ 15 ภาพขนาดอนุภาคซีเถ้าเคลือบที่มีค่าความละเอียดต่างๆ กัน (ขยาย 100 เท่า)

ตารางที่ 1 : รายละเอียดของราคาการติดตั้งโครงเหล็ก และระบบสายพานรูปตัววี

ลักษณะของวัสดุ	ราคา (บาท)
การติดตั้งโครงเหล็ก 1. เหล็กฉาก 2. เหล็กกลม 3. เหล็กเหนียวแบบเรียบ 4. แผ่นเหล็กสไลม์	1,370 660 220 30
ราคาทั้งหมดของการติดตั้งโครงเหล็ก	2,280
ระบบสายพานรูปตัววี 1. Plummer Blocks B/510 (bearing housings) 2. รอกเหล็ก 3. สายพานเบอร์ 75 4. นอตตัวผู้ 5. นอตตัวเมีย 6. แหวนเหล็ก	7,148 1,230 576 84 32 12
ราคาทั้งหมดของระบบสายพานรูปตัววี	9,082
ผลรวมทั้งหมดของการติดตั้งโครงเหล็ก และระบบสายพานรูปตัววี	11,362

ตารางที่ 2 : การวิเคราะห์ราคาของเครื่องบด (ไม่คิดตัวบด และมอเตอร์)

ลักษณะของวัสดุ	ราคา (บาท)
1. ถังน้ำมัน 200 ลิตร 2. การติดตั้งโครงเหล็กรวมกับระบบสายพานรูปตัววี 3. ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด 4. ค่าแรงงาน (30% ของวัสดุ)	580 11,362 1,190 3,940
ราคาทั้งหมดของเครื่อง	17,072

หมายเหตุ : การประมาณราคาเป็นไปตามราคาท้องตลาดในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2524

ละครั้ง ตัวอย่างจะถูกทดสอบหาค่าความละเอียด รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองวิธีสำหรับตัวบดปริมาณ 5.07% พบว่า วิธีแรกจะให้ผลที่ดีกว่า วิธีที่สอง (เช่น ถ้าต้องการค่าความละเอียด 95% วิธีแรกใช้แค่ 30 นาที ในขณะที่วิธีที่สองต้องการประมาณ 1 ชม.) แต่เมื่อปริมาณตัวบดเพิ่มขึ้นเป็น 10% ในวิธีที่สอง เวลาบด 1 ชม. จะลดลงประมาณ 15 นาที อย่างไรก็ตาม วิธีแรกยังคงดีกว่า อีกทั้งน้ำหนักของตัวบดเบากว่า

ยึดหลักเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ราคาของเครื่องบดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 วิธีที่สอง ต้องการปริมาณตัวบดมากกว่าวิธีแรก เพื่อที่จะได้ค่าความละเอียดที่ต้องการ รวมทั้งใช้พลังงานมาก ราคาของเครื่องประมาณ 17,072 บาท ยกเว้นมอเตอร์และตัวบด อย่างไรก็ตาม ในวิธีแรกราคาของแท่งเหล็กเหนียวต่ำ และสามารถหาได้ง่ายในชนบท ส่วนในวิธีที่สองแท่งเหล็กเบา มีราคาแพงและยากที่จะตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นอกจากนี้ ราคาของมอเตอร์ยังคงสูง ดังนั้น จากหลักเศรษฐศาสตร์ วิธีแรกจะเหมาะสมกับประเทศที่กำลังพัฒนา

สรุป

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า

1. เครื่องบดราคาถูกลำหรับบดซีเมนต์ได้หมด ได้รับการพัฒนาจากวัสดุที่หาได้ทั่วไป เป็นเครื่องที่สร้างง่ายและไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ชนบทห่างไกล
2. เมื่อซีเมนต์ถูกแทนที่โดยซีเมนต์กลบปริมาณ 30% กำลังอัดของมอร์ต้าดังกล่าวจะเท่ากับซีเมนต์มอร์ต้าทั่วไป
3. ค่าสัดส่วนปริมาตรเหมาะสมของตัวบดที่ใช้แท่งเหล็กเหนียวยาว

30 นิ้ว และชิ้นเศษเหล็กเบาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว และยาว 1/2 นิ้ว คือ 5.07 และ 10% ตามลำดับ เหมาะสมในการผลิตซีเมนต์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับซีเมนต์ได้ โดยใช้เวลาบด 30 และ 15 นาที ตามลำดับ

4. จากหลักเศรษฐศาสตร์ การบดซีเมนต์กลบควรใช้แท่งเหล็กเหนียว

ข้อพิจารณาเพิ่มเติม

1. การออกแบบ และการพัฒนาของเครื่องบดสำหรับซีเมนต์กลบดังกล่าว มีหลายตัวแปรที่มีผลกระทบประสิทธิภาพของเครื่องดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณซีเมนต์กลบที่ใส่เวลาการบด ตัวบด ปริมาณ ขนาด และรูปร่าง ความเร็วของเครื่องบด ทั้งนี้ เนื่องจากข้อบ่งชี้ และเวลาจำกัด จึงไม่สามารถทำการวิจัยได้ครบ (เช่น ความเร็วของเครื่องถูกกำหนดเป็น 22 รอบต่อนาที ตลอดงานวิจัยนี้)

2. ระบบการใส่ และขนย้ายออกของซีเมนต์กลบสำหรับเครื่องบด ควรจะออกแบบโดย เมื่อซีเมนต์กลบที่บดผ่านตะแกรงร่อน จะมีการแยกความละเอียดของซีเมนต์กลบ อนุภาคที่ละเอียดตามต้องการจะเคลื่อนย้ายไปยังที่กักเก็บโดยใช้ลมเป่า ในขณะที่อนุภาคหยาบจะผ่านเข้าสู่เครื่องบดทำการบดอีกครั้ง

3. ในงานวิจัยนี้เครื่องบดขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ แต่ถ้าจะมีการปรับปรุงต่อไปควรจะให้ขับเคลื่อนโดยแหล่งพลังงานอื่นๆ (เช่น ลม หรือ พลังงานแสงอาทิตย์) เพื่อสามารถประหยัดราคาได้อีก

เอกสารอ้างอิง

Islam, M.S. 1981. Grinding methods and its effect on reactivity of rice husk ash. M. Eng. Thesis No. ST-81-7, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Justin, M.W.A.S. 1980. Current stage of research on reactivity of rice husk ash cement. M. Eng. Thesis No. ST-80-5, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Lakho, S.M. 1980. Production of reactive rice husk ash and its application in pressed soil-cement block. M. Eng. Thesis No. ST-80-14, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Mehta, P.K. 1977. Properties of blended cement made from rice husk ash, ACI Journal 74(9) : 440-442.



ในวงการ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ใช้ยาแก้ปวด.....ระวัง

ได้มีรายงานข่าวจากกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศสว่า กระทรวงสาธารณสุขแห่งประเทศฝรั่งเศส ได้แถลงเมื่อไม่นานมานี้ว่า ได้ทำความตกลงกับบริษัท Roussel-Uclaf ซึ่งเป็นผู้ผลิตยาแก้ปวดที่ผลิตจากเคมีภัณฑ์กลีฟานิน (มีชื่อทางการค้าว่า Glifanan, Adalgu และ Privadol) ให้ระงับการจัดจำหน่ายไว้เป็นการชั่วคราว เพราะเหตุว่ายาแก้ปวดที่ผลิตจากเคมีภัณฑ์กลีฟานินทำให้เกิดอาการแพ้ได้ และอาการแพ้ในบางรายพบว่ารุนแรง จนเกิดอาการช็อคและตายในที่สุด อาการแพ้ดังกล่าวทางการแพทย์เรียกว่า "anaphylactic shock"

ยาแก้ปวดกลีฟานินได้รับอนุญาตให้ออกจำหน่ายในท้องตลาดฝรั่งเศสได้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 และต่อมาถูกห้ามออกจำหน่ายในตลาด



ประเทศเบลเยียมเมื่อปลายปี พ.ศ. 2533 เมื่อวันที่ 14 มกราคม 2535 คณะกรรมการควบคุมเภสัชภัณฑ์ (CSP) ของกลุ่มเศรษฐกิจร่วมยุโรป หรือที่เรียกว่า อีซี ได้เสนอให้เก็บยาแก้ปวดที่ผลิตจากเคมีภัณฑ์กลีฟานินออกไปจากตลาดทั้งหมด นอกจากนั้น ยังได้รายงานถึงการเสี่ยงต่ออาการแพ้ที่เกิดขึ้นจากยาดังกล่าวว่า

อาจทำให้เกิดอาการแพ้อย่างรุนแรง จนเกิดอาการช็อคทำให้เสียชีวิตได้

สำหรับยาแก้ปวดกลีฟานินเท่าที่สำรวจดูในตลาดบ้านเราพบว่า มีจำหน่ายในชื่อทางการค้าอยู่สองชื่อ คือ กลีฟานาน (Glifanan) และ กลาไฟน์ Glafine เป็นต้น ก่อนซื้อหามาใช้จึงควรปรึกษาแพทย์เสียก่อน

.....ทวีศักดิ์ โรหิตสุข



จุดเย็น

นักวิทยาศาสตร์ออสเตรเลีย
ตรวจพบว่าได้เกิด "จุดเย็น" ขึ้น
แล้วในมหาสมุทรอินเดียทำให้เกิด
สภาวะแห้งแล้งในออสเตรเลีย
อินโดนีเซีย และปาปัวนิวกินี

จุดเย็นนี้ครอบคลุมพื้นที่เป็น
รูปสามเหลี่ยมขนาดมหึมาไม่ต่ำกว่า
1,000 ตร.กม. เริ่มจากตะวันตกเฉียง-
เหนือของออสเตรเลียไปจากอาร์ตาและ
ไปอีเรียน จาซา จุดเย็นเริ่มเกิดเมื่อ

ต้นปี 2537 ทำให้อุณหภูมิของผิวน้ำ
ในมหาสมุทรส่วนนี้เย็นลง มีผลให้การ
ระเหยของน้ำลดน้อยลงมากกว่าปกติ
ผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้นก็คือทำให้
เกิดเมฆน้อยลงจากบริเวณนี้ ปกติ
เมฆที่เกิดจากมหาสมุทรอินเดียส่วนนี้
จะพัดเข้าสู่ออสเตรเลียทางด้านตะวันออก
เฉียงเหนือผนวกเข้ากับเมฆที่พัด
มาจากมหาสมุทรแปซิฟิก เกิดเป็นฝน
ชุ่มฉ่ำให้แก่ออสเตรเลีย

ปกตินักอุตุนิยมออสเตรเลีย
มีความสุขอยู่กับการมองดูแถบเมฆ
ผืนใหญ่จากมหาสมุทรอินเดียพัดพา
เข้าสู่ออสเตรเลีย แต่เมื่อต้นปี 2537
มองแล้วใจหาย เป็นอันสรุปกันได้ว่า
ออสเตรเลียแล้งอีกแล้วเพราะจุดเย็น
รูปสามเหลี่ยมขนาดยักษ์นั่นเอง

กรณีนี้เป็นปรากฏการณ์ทาง
ธรรมชาติที่น่าจะมีคำอธิบายในทาง
วิทยาศาสตร์ บังเอิญชาวไม่ได้แจ้ง
ไว้ว่าเหตุไฉนจึงเกิดจุดเย็นขึ้นมาได้
ประเด็นนี้อาจนำมาซึ่งการถกเถียงกัน
ได้อย่างกว้างขวาง และอาจจะยิ่ง
กว้างขวางและซับซ้อนยิ่งขึ้นไปอีก
หากนำเอาความแห้งแล้งที่เคยเกิดใน
ประเทศไทยเข้าไปพิจารณาวิชันนาเป็น
กรณีตัวอย่าง พอตีพอร้ายอาจทำให้
บรรยากาศเลยเถิดไปจนถึง " อด
เดือด" ก็ได้ ควรระมัดระวังให้ดี ท่าน
ผู้เจริญ

.....ประพันธ์ บุญกลินขจร

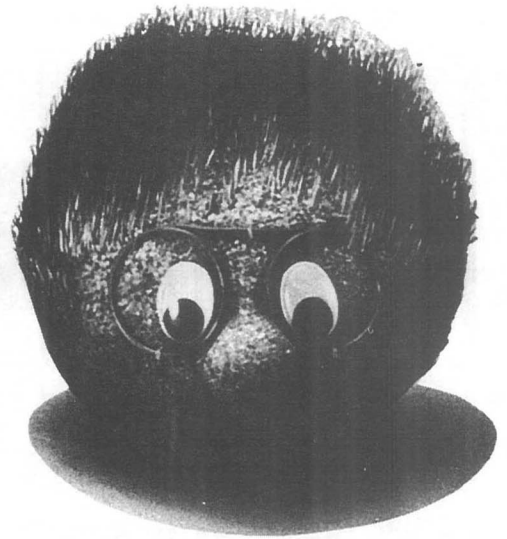
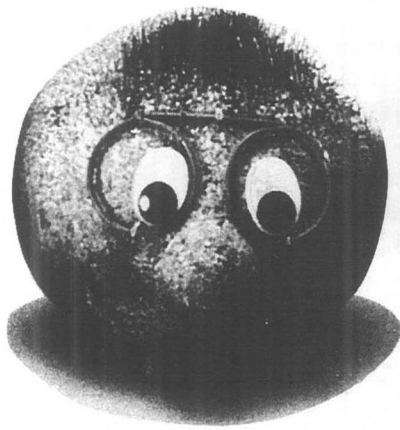
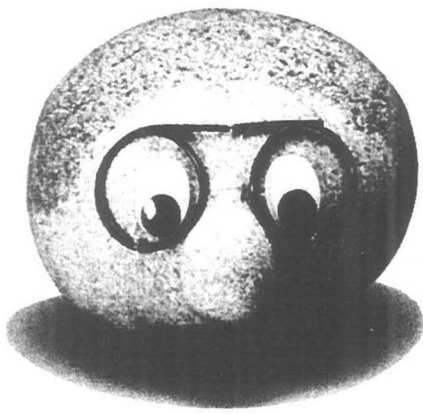
คิดก่อน รวยก่อน

ถ้าหากท่าน ผู้อ่าน ได้มี
โอกาสเข้าไปในร้านขายดอกไม้บาง
แห่ง อาจจะได้เห็นวัตถุแปลก
ประหลาดก้อนหนึ่งมีหน้าอกขึ้น
ประปรายตั้งประดับตกแต่งอยู่ใน
แจกันดอกไม้ สิ่งประติษฐานนี้มีที่มาจาก
ญี่ปุ่น เป็นรูปหัวตุ๊กตาที่คนญี่ปุ่น
เรียกกันว่า นายชิบาการิ มีลักษณะ
เหมือนลูกบิลเลียดที่มีเส้นผมงอกออก
มา หัวตุ๊กตานี้ประติษฐานจากถุงน่อง

ของผู้หญิง บรรจด้วยซี่เลื่อยอยู่ภายใน
ส่วนของ "ผม" นั้น จะเป็นหญ้า
ต้นเล็กๆ แหลมๆ ซึ่งจะงอกออกมา
จากซี่เลื่อย หลังจากกวางหัวนายชิ
บาการิไว้ในจานใส่น้ำประมาณ 1
สัปดาห์

สิ่งประติษฐานนี้ขายดีในญี่ปุ่น
ด้วยราคาขายปลีกคิดเป็นเงินไทย
ประมาณ 220 บาท ผู้คิดค้นคือ
นายฮิโรชิ คาวานามิ เจ้าของโรง-

เรียนสอนนักกอล์ฟ ย่านชานเมือง
โตเกียว เขาใช้เวลาหลายปีในการ
ทดลองปลูกหญ้าด้วยวิธีดังกล่าว จน
กระทั่งประสบความสำเร็จ จึงคิดว่า
ควรจะดัดแปลงวิธีการนี้ให้เป็นสิ่ง
ประติษฐานในรูปแบบอื่นๆ เพื่อทำเงิน
ขึ้นมา หลังจากได้เห็นการปลูกหญ้า
เป็นรูปตัวแคะที่นิวซีแลนด์ ฮิโรชิกับ
ภรรยาจึงได้นำความคิดดังกล่าวมา
ประติษฐานเป็นตุ๊กตาแบบนี้



นายชิบากริ มีใบหน้าอันกลมป้อมใสแว่นตา เพื่อให้แก่ใส่สะดุดตาวัยรุ่น เนื่องจากเป็นการประดิษฐ์โดยทำจากมือล้วนๆ ใบหน้าแต่ละใบหน้าจึงแตกต่างกันไป รวมทั้งทรงผมที่ออกแบบมา ก็ขึ้นอยู่กับเจ้า

ของจะตัดตกแต่งให้เป็นทรงใดก็ได้เท่าที่หน้าจะยอม หรือจะปล่อยยาวเป็นฮิปก็ทำได้เช่นกัน

เพียงช่วงทดลองตลาดในประเทศญี่ปุ่น ก็ขายได้ถึง 60,000 ตัว ผู้ประดิษฐ์จึงขยายตลาดออกไปทั่ว

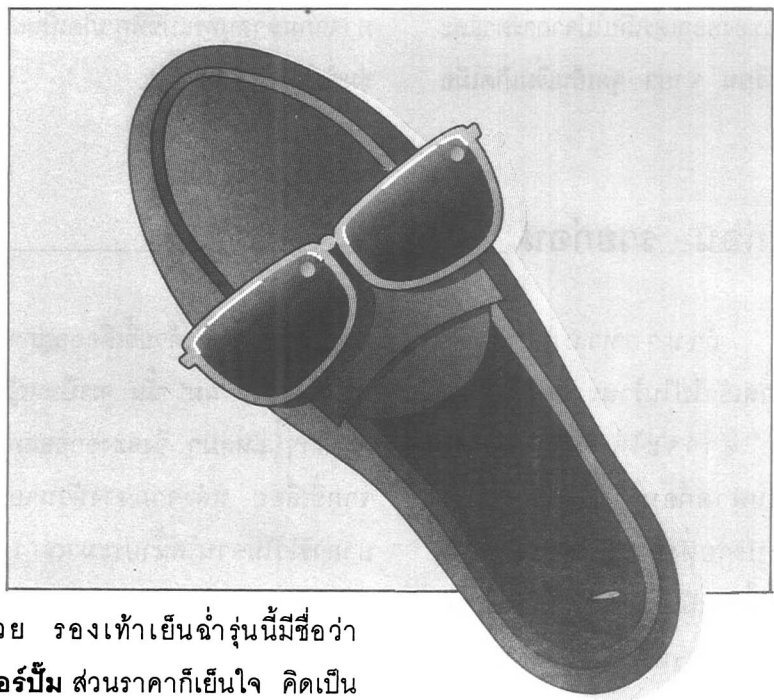
โลก และคาดว่าจะขายได้นับล้านๆ ตัว

อย่างนี้ไม่นานก็รวย

.....นฤมล รื่นไวย์

รองเท้าเย็นน้ำ

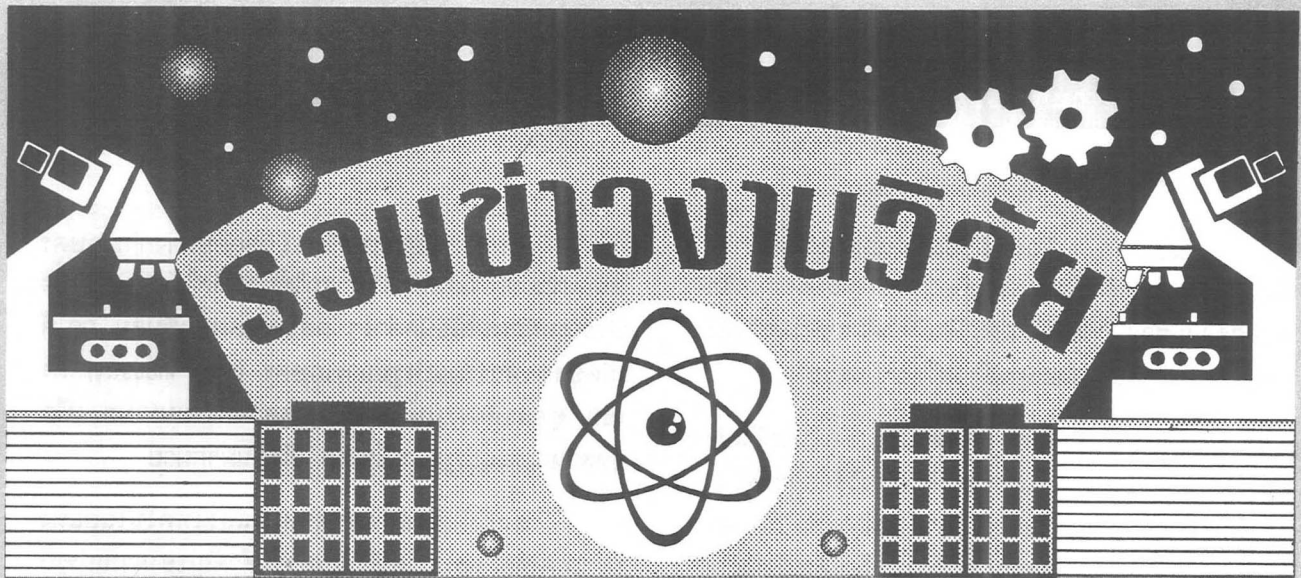
รองเท้าเย็นน้ำเป็นรองเท้าแบบพิเศษที่ผลิตขึ้นมาโดยบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่นเป็นรองเท้าผู้ชายสำหรับใช้เดินที่ได้รับการออกแบบให้มีการติดตั้งปั๊มเล็กๆ ไว้ภายในซึ่งจะปั๊มลมออกมาในทุกย่างก้าวของการเดิน ปั๊มลมที่ติดอยู่บริเวณสันเท้าจะดันอากาศผ่านวาล์วปิด-เปิดบริเวณพื้นรองเท้า ขณะเดียวกันก็จะดูดอากาศจากภายนอกผ่านเข้ามาในรองเท้าได้ถึง 12 ลบ.ซม. ซึ่งจะทำให้ผู้สวมใส่เย็นเท้าสบายใจแม้ในอากาศร้อนสุดๆ ความพิเศษอีกประการหนึ่งก็คือ วาล์วนี้ยังสามารถป้องกันน้ำและสิ่งสกปรก ไม่ให้ถูกดูดเข้ามาอยู่ภายในรองเท้าพร้อมอากาศอีก



ด้วย รองเท้าเย็นน้ำรุ่นนี้มีชื่อว่าแอร์ปั๊ม ส่วนราคาก็เย็นใจ คิดเป็นเงินไทยได้ประมาณ 2,250-4,550 บาท

.....นฤมล รื่นไวย์





ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มกราคม 2537

ทรัพยากรพืชเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าสมควรที่จะอนุรักษ์ไว้เพื่อให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนั้น นักวิชาการด้านเกษตรศาสตร์จึงได้เริ่มโครงการทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ

- จัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรพืชที่มีประโยชน์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแปซิฟิก
- เป็นแหล่งฐานข้อมูลสำหรับการศึกษา การวิจัย การส่งเสริม และอุตสาหกรรม
- จัดทำหนังสือคู่มือในรูปแบบของหนังสือชุดตามคุณประโยชน์หลักของพืช
- เผยแพร่ ส่งเสริม และแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นระหว่างนักวิชาการในภูมิภาค

โครงการทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีสำนักงานอยู่ที่ ประเทศอินโดนีเซีย และมีประเทศสมาชิกประกอบด้วย ปาปัวนิวกินี อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม เนเธอร์แลนด์ และไทย

สำหรับประเทศไทยนั้น มีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เป็นผู้แทนของประเทศ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางข้อมูลและผู้ประสาน

งานโครงการ ขณะนี้โครงการดังกล่าวได้รวบรวมผลงานวิจัยมาจัดหมวดหมู่ในรูปแบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยเน้นพืชที่มีประโยชน์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิก ได้จำแนกกลุ่มพืชมากกว่า 6,200 ชนิด ออกเป็น 22 กลุ่มดังนี้ คือ ธัญพืช, พืชที่ให้แป้ง น้ำตาล แอลกอฮอล์ และกรด, ถั่วที่ใช้เมล็ดเป็นอาหาร, พืชที่ให้น้ำมัน, ไม้ผล และผลไม้เคี้ยวมัน, ผัก, เครื่องเทศ, พืชสกัดน้ำมันหอมระเหย, พืชที่ใช้เป็นเครื่องดื่ม ขบเคี้ยวและสูบ, พืชสมุนไพร พืชเสพติดและพืชมีพิษ, ไม้เพื่อการก่อสร้าง, พืชเส้นใย, พืชอาหารสัตว์, พืชให้สีย้อมและแทนนิน, หวาย, ไม้ไผ่, พืชให้น้ำยาง, ไม้เอนกประสงค์, ไม้ประดับ, ไม้เชื้อเพลิง, พืชชั้นต่ำ และพืชอื่นๆ นอกเหนือจากกลุ่มดังกล่าวข้างต้น

ขณะนี้ได้พิมพ์หนังสือเผยแพร่ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรพืชที่มีประโยชน์เป็นภาษาอังกฤษเสร็จเรียบร้อยแล้วรวม 9 เรื่อง ได้แก่ ถั่ว, ไม้ผลและผลไม้เคี้ยวมัน, พืชอาหารสัตว์, พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน, พรรณพืชบางชนิดที่มีประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ กัน, รายนามพรรณพืชที่มีประโยชน์ในภูมิภาค, บรรณานุกรมไม้ผลและผลไม้เคี้ยวมัน, บรรณานุกรมถั่วที่ใช้เมล็ดเป็นอาหาร และบรรณานุกรมพืชให้สีย้อมและแทนนินในการนี้ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้นำหนังสือดังกล่าวขึ้นทูลถวายแด่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีแล้ว ส่วนเรื่องอื่นๆ คาดว่าจะแล้วเสร็จในปี 2538

แบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมัน

กุมภาพันธ์ 2537

เนื่องจากมีอุบัติเหตุรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำทั้งในประเทศและต่างประเทศอยู่เนืองๆ ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิต สัตว์ และผู้คนที่ยาศัยอยู่ตามชายฝั่ง ตลอดจนมีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาอีกด้วย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ในฐานะหน่วยงานวิจัยและพัฒนาตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาวิจัยการใช้จุลินทรีย์กำจัดคราบน้ำมันขึ้น โดยคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ในประเทศไทยจากตัวอย่างดินและน้ำที่ปนเปื้อนน้ำมันพบว่าจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันเครื่องยนต์ ได้ดีคือสายพันธุ์ 44-5 (*Pseudomonas* sp.) และจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันดิบได้ดีคือ สายพันธุ์ 44-7 (*Acinetobacter* sp.) ซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถย่อยสลายน้ำมันได้ภายในเวลา 3-7 วันแต่หากปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติอาจจะต้องใช้เวลาหลายเดือนหรืออาจเป็นปี

ขณะนี้ วท. ได้ทำการทดลองผลิตแบคทีเรียจำนวนมากในถังหมักและทำการทดลองย่อยสลายน้ำมันในถังปฏิกริยาขนาด 50 ลิตร ในสภาพเลียนแบบธรรมชาติ พร้อมทั้งได้จัดเก็บจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดคราบน้ำมันดังกล่าวไว้ในหน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ของ วท. (TISTR culture collection) แล้ว และ วท. จะทำการทดสอบภาคสนามโดยจัดทำระบบบำบัดน้ำขนาดใหญ่เพื่อทดลองบำบัดที่สถานีบริการล้างซ่อมรถยนต์ และในแม่น้ำลำคลองในเขตกรุงเทพฯ ต่อไป

ความสำเร็จดังกล่าว นอกจากจะเป็นการเตรียมพร้อมเพื่อรับสถานการณ์ฉุกเฉินเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางเรือที่อาจเกิดขึ้นแล้ว ยังสามารถรักษาระบบนิเวศวิทยาได้ดี หากมีการบำบัดน้ำก่อนที่จะปล่อยลงแม่น้ำลำคลองต่อไป นอกจากนี้วิศวกรของ วท. ยังได้ดำเนินการพัฒนาต้นแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากน้ำมันในอาคารที่พักอาศัย สำนักงาน โรงงาน ฯลฯ เพื่อถ่ายทอดสู่ภาคเอกชนต่อไป

เครื่องฆ่าเชื้อ

มีนาคม 2537

จากการที่ประเทศไทยมีวัตถุดิบทางการเกษตรหลากหลายชนิดและสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี ทั้งประเภทผักผลไม้ชนิดต่างๆ ตลอดจนนม เป็นต้น ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปการเกษตร (agro industry) ดังเช่น อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ อุตสาหกรรมนมเนย หรืออุตสาหกรรมแปรรูปมะเขือเทศ เกิดขึ้นมากมาย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้เล็งเห็นความสำคัญของการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรต่างๆ ดังกล่าว จึงได้วิจัยทางกรรมวิธีหรือกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้เป็นกระบวนการทางอุตสาหกรรม ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาการทางด้านเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการของอุตสาหกรรมอาหารเหล่านี้

วท. ได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องฆ่าเชื้อต้นแบบที่มีขนาดกำลังการผลิตต่อเนื่อง 300 ลิตร/ชั่วโมงขึ้นเมื่อปี 2536 ด้วยการได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยพัฒนา และวิศวกรรมจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นเครื่องฆ่าเชื้อแบบท่อบรรจุแผ่นกระจายความร้อน ที่ออกแบบพิเศษเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม องุ่น หรือมะม่วงรวมทั้งเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเหลวที่มีความหนืดและความเข้มข้นปานกลางได้ด้วย

คุณลักษณะของเครื่องนั้น ประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้คือ อุปกรณ์อุ่นผลิตภัณฑ์ ไล่อากาศฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์หล่อเย็นผลิตภัณฑ์ พักผลิตภัณฑ์ และแผงตู้ควบคุมเครื่อง ด้วยอุปกรณ์หลักต่างๆ ดังกล่าวเครื่องนี้จึงอาจจะใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ อีกนอกเหนือจากการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหาร คือ การใช้เป็นเครื่องอุ่นหรือยกระดับอุณหภูมิ เป็นเครื่องไล่อากาศออกจากผลิตภัณฑ์ และใช้เป็นเครื่องหล่อเย็นผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

โครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์
เชื้อราเวสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา
เพื่อเป็นปุ๋ยชีวภาพ
เมษายน 2537

เป็นที่ทราบกันดีว่า เชื้อราเวสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เป็นเชื้อราในดินที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถเข้าไปอาศัยอยู่ในรากพืช ในลักษณะของการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (mutualistic symbiosis) โดยเชื้อราไมคอร์ไรซาจะทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดินให้แก่พืชได้ดีเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ทองแดง สังกะสี ในส่วนของเชื้อราไมคอร์ไรซาก็จะได้รับสารอาหารที่ใช้ในการดำรงชีวิตจากพืชเป็นการแลกเปลี่ยน นอกจากนี้ เชื้อราไมคอร์ไรซายังช่วยสร้างความทนทานให้แก่พืชต่อสภาวะต่างๆ เช่น ความแห้งแล้ง ความเป็นพิษของโลหะหนัก เชื้อโรคที่เกิดกับรากพืช ความเป็นกรด-ด่างและความเค็มของดิน การกระทบกระเทือนต่อการย้ายปลูกกล้าไม้

จากหลักการดังกล่าว สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเกษตร วท. จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์เชื้อรา เวสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา มาเป็นเวลานานพอสมควร ทั้งนี้ โดยได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ เช่น International Foundation for Science แห่งประเทศสวีเดน ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ทำการสำรวจและขยายเชื้อราไมคอร์ไรซาในดินและรากพืชได้หลายชนิด และทำการทดสอบประสิทธิภาพและความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีเป้าหมายเพื่อเสาะหาชนิดของเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจและไม่ป่าที่สำคัญ ตลอดจนเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของเชื้อราไมคอร์ไรซาในลักษณะของปุ๋ยชีวภาพในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถรวบรวมและทดสอบสายพันธุ์เวสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ได้หลายชนิดที่มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช และปริมาณการดูดธาตุอาหารจากดินของพืชได้ดีกว่าปกติ

ปัจจุบัน วท. อยู่ระหว่างการศึกษาเพื่อรวบรวมและทดสอบเชื้อราเวสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาเพื่อคัดเลือกเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพต่อไม้แต่ละชนิดและวิธีการที่จะเพิ่มปริมาณเชื้อไมคอร์ไรซา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปลูกป่าต่อไปในอนาคต

ชุดบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป
พฤษภาคม 2537

น้ำเสียนับเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมปัญหาหนึ่งที่กำลังรอกการแก้ไข และกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะเป็นน้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่พักอาศัยที่มีคนอยู่จำนวนมาก เช่น คอนโดมิเนียม โรงแรม โรงพยาบาล และอาคารสำนักงาน อาคารสูงเหล่านี้จะมีปริมาณน้ำเสียที่ถูกปล่อยมาค่อนข้างสูง น้ำเสียจำนวนมากเหล่านี้ไม่สามารถถูกย่อยสลายตามกระบวนการทางธรรมชาติได้ทัน จึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย และในอดีตที่ผ่านมา อาคารสูงเหล่านี้ยังขาดระบบบำบัดน้ำเสียที่ดี ดังนั้น น้ำเสียจำนวนมากเหล่านี้ จึงยังก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมตลอดมา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาต้นแบบเครื่องบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงขึ้น โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพ ความสะดวกในการติดตั้งและการขนย้ายเป็นหลัก

ต้นแบบของเครื่องบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ใช้ระบบ Activated Sludge สามารถบำบัดน้ำเสียได้ 15-20 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เหมาะสำหรับอาคารที่มีผู้พักอาศัย 90-100 คน ตัวเครื่องประกอบเป็นชุดสำเร็จรูปขนาด 2.64 x 4.40 เมตร สูง 2.22 เมตร

การทำงานของเครื่อง น้ำเสียจะถูกปั๊มเข้าสู่ห้องเติมอากาศโดยผสมกับตะกอนจุลินทรีย์ ภายในห้องนี้จะมีระบบเติมอากาศแบบ compress air diffusers จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย แต่เนื่องจากการเติมอากาศอาจทำให้เกิดฟอง จึงต้องมีระบบทำลายฟองในส่วนนี้ด้วย เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์แล้วจะรวมตัวเป็นตะกอนไหลลงไปกับน้ำไปยังส่วนแยกตะกอน ตะกอนจะถูกปั๊มกลับผสมกับน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบ โดยใช้ air lift pump ส่วนน้ำใสที่ผ่านการบำบัดจะไหลลงไปยังระบบเติมคลอรีนก่อนปล่อยลงสู่ทางระบายน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสียใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 7 แอมแปร์ หรือคิดเป็นค่าบำบัดน้ำเสีย ลูกบาศก์เมตรละ 4.50 บาท

สำหรับแผนงานขั้นต่อไป วท. จะได้พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานชุบโลหะ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการใช้เครื่องบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป บำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร วท. ได้ผลดังนี้

รายการ	น้ำเสียก่อนบำบัด	น้ำเสียหลังบำบัดแล้ว	มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของ กระทรวงอุตสาหกรรม
pH	6	8.5	5.9
BOD 5 days	300 mg/l	1.4 mg/l	20 mg/l
CO	446 mg/l	79.2 mg/l	100 mg/l
ตะกอนแขวนลอย (SS)	74.5 mg/l	6.4 mg/l	30 mg/l

สนใจรายละเอียด โปรดติดต่อสาขาอุตสาหกรรมวิศวกรรม โทร. 57991121 ต่อ 2013

ไพล

มิถุนายน 2537

ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb) เป็นไม้ล้มลุกจำพวกเดียวกับขิงหรือข่า ในส่วนของเหง้ามีน้ำมันหอมระเหยที่สามารถใช้เป็นยาแก้ช้ำชอยอก เกษตรกรไทยได้ใช้น้ำมันหอมระเหยนี้เป็นยาพื้นบ้านเป็นเวลานานมาแล้ว

สาขาวิจัยเภสัช และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ทำการวิจัยโดยสกัดน้ำมันหอมระเหย และได้ศึกษาพัฒนาทางเภสัชวิทยา จนสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่องค์การเภสัชกรรม เพื่อผลิตยาในรูปแบบครีมจากน้ำมันไพลออกจำหน่ายในท้องตลาด แต่เนื่องจากไพลเป็นพืชที่เกษตรกรมักจะปลูกเป็นพืชสวนหลังบ้านและไม่ได้ปลูกเป็นการค้าอย่างจริงจัง ดังนั้น การศึกษาและพัฒนาทางด้านเขตกรรมและการจัดการที่เหมาะสมต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจึงมีน้อยมาก จนอาจจะกล่าวได้ว่าไม่มีเลย ทำให้เกษตรกรมักจะมีปัญหาในด้านการเพาะปลูกและการจัดการ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม กล่าวคือขาดแคลนวัตถุดิบและคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน

เพื่อให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกอย่างจริงจัง โดยที่ให้ผลผลิตและคุณภาพสูง สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเกษตร วท. จึงได้ทำการวิจัยผลของเขตกรรมต่อผลผลิตไพลที่อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลของอัตราปุ๋ย

ได้ทำการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 0, 20, 40 และ 80 กก./ไร่ โดยวิธีหว่าน 15 วันหลังปลูก ผลการทดลองปรากฏว่าผลผลิตไพลทั้งน้ำหนักสดและแห้งที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 8 เดือนใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 588-657 กก./ไร่ สำหรับน้ำหนักสด และ 147-163 กก./ไร่ สำหรับน้ำหนักแห้ง ตัวเลขดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางตรงกันข้ามอัตราปุ๋ยที่ใส่กลับมีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน กล่าวคือ ไพลที่ได้รับปุ๋ยในอัตราสูงกลับให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ วิธีการที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุดเฉลี่ย 1.33 รองลงมาได้แก่วิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 20, 40 และ 80 กก./ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ย 1.22, 1.15 และ 1.19 ตามลำดับ

แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำมันแล้ว ผลการทดลองปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ประการใด

2. ระยะปลูก

ได้ทำการศึกษาระยะปลูก 4 ระยะ ได้แก่ 25, 50, 75 และ 100 ซม.ต่อหลุม ในขณะที่ให้ระยะปลูกระหว่างแถวคงที่ (100 ซม.) ผลการทดลองปรากฏว่าการปลูกด้วยระยะปลูกแคบให้ผลผลิตสูงกว่าใช้ระยะปลูกกว้าง กล่าวคือ การปลูกด้วยระยะ 25 ซม.ต่อหลุม ให้ผลผลิตในรูปน้ำหนักสดสูงสุดเฉลี่ย 1,159 กก./ไร่ รองลงมา

ได้แก่ วิธีการปลูกด้วยระยะ 50, 75 และ 100 ซม. ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 675, 579 และ 421 กก./ไร่ ตามลำดับ

3. จำนวนตาต่อเหง้าพันธุ์ที่ใช้ปลูก

ได้ทำการศึกษาผลของจำนวนตา คือ 1, 2, 3 และ 4 ตาต่อเหง้าพันธุ์ที่ใช้ปลูกต่อผลผลิตโพส ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้เหง้าพันธุ์ที่มีจำนวนตาสูงให้ผลผลิตสูงกว่าเหง้าพันธุ์ที่มีจำนวนตาดำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกวิธีการ วิธีการใช้เหง้าพันธุ์ที่มีตา 4 ตา ให้ผลผลิตน้ำหนักสดเก็บเกี่ยวที่อายุ 9 เดือน สูงสุดเฉลี่ย 904 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่การใช้เหง้าพันธุ์ที่มีตา 3, 2 และ 1 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 765, 453, และ 401 กก./ไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จำนวนตาของเหง้าพันธุ์ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน เมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำมัน ผลการทดลองปรากฏว่า ปริมาณน้ำมันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของผลผลิต กล่าวคือ การปลูกด้วยเหง้าพันธุ์ 4 ตา ให้ปริมาณน้ำมันสูงสุด เฉลี่ย 12.25 ลิตร/ไร่ ในขณะที่การปลูกด้วยเหง้าพันธุ์ 1 ตา ให้ปริมาณน้ำมันเพียง 5.70 ลิตร/ไร่ เท่านั้น

4. อายุการเก็บเกี่ยว

ได้ทำการเก็บเกี่ยวโพสที่อายุ 6, 8, 10 และ 12 เดือน หลังปลูก ผลจากการทดลองปรากฏว่า อายุการเก็บเกี่ยวทุกวิธีการไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ปริมาณน้ำมัน หรือผลผลิตไม่ว่าจะพิจารณาจากน้ำหนักสดหรือน้ำหนักแห้ง กล่าวคือทุกวิธีการให้ตัวเลขใกล้เคียงกัน และไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ประการใด สาเหตุดังกล่าวอาจเนื่องจากความแห้งแล้งและการแพร่กระจายของฝนตลอดฤดูการปลูก ซึ่งไม่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

เนื่องจากการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น สิ่งที่ไม่ควรจะมองข้ามคือ หากใช้ระยะปลูกแคบและเก็บเกี่ยวที่อายุนานกว่าที่ทำการทดลอง หรือใช้ขนาดของเหง้าพันธุ์ที่มีน้ำหนักมากโดยไม่คำนึงถึงจำนวนตาต่อเหง้า เกษตรกรจะได้รับผลผลิตสูงกว่าผลที่ได้จากการทดลอง รวมทั้งได้รับผลตอบแทนในทางเศรษฐกิจสูงกว่าหรือไม่ สิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยการทดลองต่อไป

แผ่นยางสำหรับทำฝายยาง

กรกฎาคม 2537

เขียนยางหรือฝายยางเป็นท่อยางซึ่งติดตั้งบนฐานคอนกรีตโดยใช้สลัก-เกลียว และสร้างขวงลำนน้ำ ท่อยางพองตัวได้เมื่ออัดด้วยอากาศหรือน้ำโดยใช้เครื่องอัด

อากาศหรือปั๊มและยุบตัวลงได้เมื่อสูบลมอากาศหรือน้ำออก ท่อยางดังกล่าวทำจากผ้าที่เคลือบด้วยยาง ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยผ้าในลอนเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และยางสังเคราะห์เพื่อป้องกันการรั่วซึม

วท.ได้พัฒนาแผ่นยางสำหรับทำฝายยางและจะติดตั้งขวงลำนน้ำแม่ตัวที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ในเดือนพฤศจิกายน 2537 ฝายยางมีขนาดกว้าง 8 เมตร และสูง 1 เมตร เมื่อพองตัวด้วยน้ำ

แผ่นฝายยางมีความหนา 7 มิลลิเมตร ประกอบด้วยยางธรรมชาติ (NR, natural rubber) ซึ่งอัดเป็นชั้น 3 ชั้นบนผ้าสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แผ่นฝายยางชั้นในทำจากส่วนผสมของ NR แต่แผ่นฝายยางชั้นนอกเป็นส่วนผสมของ NR และ EPDM (ethylene-propylene-diene-monomer rubber) ทั้งนี้เพื่อให้มีความต้านทานต่อโอโซนและแสงแดด ในการเพิ่มความแข็งแรงด้วยผ้า ได้ใช้วิธีอัดยางลงไปในผ้าโดยใช้ยางคอมปาวด์สูตรเดียวกันกับที่ใช้ผลิตแผ่นยางรองพื้นฝาย สำหรับการเชื่อมต่อแผ่นฝายยางได้ใช้วิธีอัดด้วยความร้อนโดยยึดให้ติดกันด้วยยางคอมปาวด์ที่รีดเป็นเส้น

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแผ่นฝายยางชั้นใน คือ มีโมดูลัส 12.68 เมกะพาสคัล เมื่อยืดร้อยละ 300 ความต้านแรงดึง 21.79 เมกะพาสคัล ความยืดเมื่อขาดร้อยละ 443 และความต้านแรงฉีกขาด 8.20 กิโลนิวตัน/เมตร ส่วนแผ่นฝายยางชั้นนอกมีโมดูลัส 10.24 เมกะพาสคัล เมื่อยืดร้อยละ 300 ความต้านแรงดึง 17.48 เมกะพาสคัล ความยืดเมื่อขาด ร้อยละ 463 ความต้านแรงฉีกขาด 6.56 กิโลนิวตัน/เมตร และผ่านการทดสอบความทนทานต่อโอโซนที่สภาวะความเข้มข้นของโอโซน 100 pphm, อุณหภูมิ 40 °C. การยืดร้อยละ 20 และระยะเวลา 96 ชั่วโมง โดยไม่ปรากฏรอยแตก

คุณสมบัติเกี่ยวกับการสึกของยางคอมปาวด์เมื่อทดสอบด้วย Rheometer ที่ 150 °C. สำหรับสูตรที่ใช้ในการอัดยางลงไปในผ้าคือระยะเวลาริมคงรูป (T_{10}) 1.04 นาที ระยะเวลาลูก (T_{90}) 3.36 นาที และดัชนีการสึก ($T_{90} - T_{10}$) 2.32 นาที ส่วนสูตรที่ใช้ในการเชื่อมต่อแผ่นฝายยางโดยอัดด้วยความร้อน คือ ระยะเวลาริมคงรูป (T_{10}) 3.11 นาที ระยะเวลาลูก (T_{90}) 12.22 นาที และดัชนีการสึก ($T_{90} - T_{10}$) 9.11 นาที แผ่นฝายยางที่เชื่อมต่อแล้วมีความต้านแรงดึงรอยต่อ 29.53 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแผ่นยางที่ได้พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมสำหรับทำฝายยาง ดังนั้นจึงจะมีการทดลองนำไปใช้งานในเร็ว ๆ นี้

ขิง นอกจากจะเป็นทั้งอาหารและเครื่องเทศแล้ว ยังเป็นยาสมุนไพรที่ใช้กันมาแต่โบราณ ขิงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Rosc ชื่อภาษาอังกฤษทั่วไปว่า ginger ขิงเป็นพืชล้มลุกเนื้ออ่อนชนิดปีเดียว ลำต้นสูงประมาณ 50-100 ซม. ต้นเหนือดินจะเป็นต้นเทียม ซึ่งมีกาบหรือโคนใบหุ้ม ใบมีรูปยาวรีสีเขียวเป็นชนิดใบเดี่ยว ออกสลับกันเป็นสองแถว กาบใบนั้นจะยาวห่อหุ้มลำต้น ฐานใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ดอกแทงออกเป็นช่อจากเหง้า ดอกเมื่ออ่อนจะปิดด้วยกาบสีเขียวปนแดง จะบานให้เห็นดอกภายหลังกลีบดอกมีสีเหลืองออกเขียว มีกลีบรองดอกเป็นเยื่อบางๆ หุ้มอยู่โคนกลีบดอกม้วนห่อส่วนปลายจะผายออกกว้าง เหง้าเมื่อแก่มีรสเผ็ด เนื้อเหง้ามีสีเหลืองเรื่อ ๆ

ประโยชน์ทางยาของขิงมีมากมาย ขิงแห้งมีรสหวาน เผ็ดร้อน แก้จุกไข้ แก้พรรดิก แก้ลมพานไส้ แก้แน่นในอก แก้เสียดแทง แก้นอนไม่หลับ แก้คลื่นเหียนอาเจียน และอื่นๆ สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (สวท.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ศึกษาและดำเนินการวิจัยพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสรรพคุณของขิง ที่มีฤทธิ์แก้อาการคลื่นเหียนอาเจียน แก้ลมพานไส้ (ลมที่ทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน จุกอก) เพื่อนำมาใช้กับการแก้อาการเมาเรือ-เมาเรื่อ ซึ่งมีผลการทดลองแล้วในต่างประเทศว่าใช้ได้ผล อาจจะนำมาใช้กับผู้โดยสารที่มีครรภ์ที่มีอาการแพ้ คลื่นไส้ อาเจียนได้อย่างปลอดภัย งานวิจัยนี้อยู่ในระหว่างการเริ่มต้นทดสอบทางด้านคลินิก (clinical trial)

ห้องเย็นเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์กรรมพืช

กันยายน 2537

ความสำคัญของการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืชคือ การคงสภาพความมีชีวิตของเชื้อพันธุ์กรรมพืชให้อยู่ได้ยาวนานโดยคุณสมบัติทางพันธุ์กรรมยังคงอยู่ใน

สภาพปกติครบถ้วน ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชแห่งชาติ (วท.) เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ทำหน้าที่โดยตรงในด้านการปกป้องอนุรักษ์และเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืช มาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2527 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้เก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืชชนิดต่าง ๆ ในรูปเมล็ดแห้ง (orthodox seed)

การเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืชเพื่อให้มีชีวิตอยู่ได้ยาวนานขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือความชื้นเมล็ดก่อนเก็บรักษาจะต้องมีความชื้นระหว่าง 5-7% และเมล็ดควร มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตต้องไม่ต่ำกว่า 80

รูปแบบของห้องเย็นเพื่อการเก็บรักษาอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืช แบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามอายุการใช้งาน และเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา

1. ระยะสั้น เป็นการเก็บรักษาเพื่อใช้งานภายในระยะเวลา 1-2 ปี ที่อุณหภูมิ 10-15 °ซ.
2. ระยะปานกลาง เป็นการเก็บรักษาเพื่อใช้งาน โดยเชื้อพันธุ์กรรมพืชจะคงความงอกได้นานกว่า 5 ปี ที่อุณหภูมิ 0 °ซ.
3. ระยะยาว เป็นการเก็บรักษาแบบถาวร เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช และป้องกันการสูญพันธุ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยเมล็ดจะคงความมีชีวิตได้มากกว่า 20 ปี ที่อุณหภูมิเย็นจัด -10 °ซ.

ปัจจุบันธนาคารเชื้อพันธุ์พืชแห่งชาติ (วท.) ได้รวบรวมอนุรักษ์เชื้อพันธุ์กรรมพืช ทั้งในประเทศและต่างประเทศไว้แล้วมากกว่า 2,400 ตัวอย่าง และจัดแบ่งออกเป็นชนิดของพืช ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วพู ถั่วพื้นเมือง และถั่วกินได้ชนิดต่างๆ พืชผัก พืชอาหารสัตว์ พืชสมุนไพร พืชป่า และไม้โตเร็ววนเกษตร เป็นต้น ผลจากการดำเนินการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์กรรมและวิจัยเป็นระยะเวลา 10 ปี พบว่า ข้าวโพด ถั่วพู ถั่วเขียว และถั่วกินได้บางชนิด ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิห้องเย็น -10 °ซ. ถึง

สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก

ตุลาคม 2537

สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีดำ ประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว 3 กลุ่มคือ รา แอคติโนมัยซีส์ และแบคทีเรีย ผสมรวมกันอยู่ สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก 200 กรัม จะมีปริมาณจุลินทรีย์รวม

ประมาณหนึ่งหมื่นล้านเซลล์ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็ว สามารถเพิ่มธาตุอาหารหลักให้แก่ปุ๋ยหมักที่จัดทำขึ้น รวมทั้งการป้องกันและควบคุมการเจริญของเชื้อโรคพืชบางชนิดที่ปะปนมากับเศษพืชหรือในพื้นที่เพาะปลูก สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมักสามารถย่อยสลายเศษพืช เช่น ฟางข้าว หรือผักตบชวา ให้กลายเป็นปุ๋ยหมักได้ภายใน 30 วัน โดยเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคต่อคน สัตว์เลี้ยง หรือ พืชที่ปลูก และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงปลอดภัยต่อการนำมาใช้ประโยชน์อย่างยิ่ง

สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก 1 ของ (200 กรัม) สามารถใช้ย่อยสลายเศษพืชได้ประมาณ 1 ตัน โดยใช้ร่วมกับมูลสัตว์ 200 กิโลกรัม และปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม โดยมีวิธีใช้ดังนี้

1. การจัดทำกองปุ๋ยหมัก

จัดกองเศษพืชกว้างประมาณ 3 เมตร ความยาวไม่จำกัด โดยกองเป็นชั้นประมาณ 3 ชั้น แต่ละชั้นต้องรดน้ำและย่ำให้แน่นโดยมีความสูงชั้นละประมาณ 45 ซม. แบ่งมูลสัตว์และปุ๋ยยูเรียอย่างละ 3 ส่วนเท่าๆ กัน นำมูลสัตว์โรยด้านบนของกองจนทั่ว จากนั้นโปรยยูเรียบนมูลสัตว์อีกทีหนึ่ง ทำทุกชั้นให้เหมือนกัน

2. การเตรียมสารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก

นำสารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก 1 ของ (200 กรัม) ผสมน้ำ 1 ปีบ (20 ลิตร) คนประมาณ 10 นาที แบ่งสารเร่งเป็น 3 ส่วน นำแต่ละส่วนผสมกับน้ำอีก 2 ปีบ นำไปรดด้านบนชั้นมูลสัตว์ และยูเรียทั้ง 3 ชั้น

3. การดูแลกองปุ๋ยหมัก

ควรกลับกองปุ๋ยหมักสัปดาห์ละ 1 ครั้ง พร้อมรดน้ำ ควรให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นประมาณ 60-65% โดยน้ำหนัก ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้มือบีบเศษพืช ถ้าเศษพืชติดมือแสดงว่ามีความชื้นพอเหมาะ ถ้ามีน้ำไหลจากข้อมือแสดงว่าชื้นมากเกินไป และถ้าเศษพืชร่วงไม่ติดมือแสดงว่าแห้งไปควรรดน้ำเพิ่ม

สารเร่งสำหรับทำปุ๋ยหมัก สามารถช่วยลดระยะเวลาและช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ปุ๋ยหมัก ช่วยควบคุมและป้องกันเชื้อโรคอันเป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิด ช่วยกระตุ้นการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ และสร้างสารบางอย่างที่ช่วยการเจริญเติบโตของพืช

หัวเชื้อวันสวรรค์

พศจิกายน 2537

วันสวรรค์ วันน้ำส้ม วันน้ำมะพร้าว เห็ดวัน น้ำมะพร้าว ล้วนเป็นชื่อที่ใช้เรียกผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน ที่มีลักษณะเป็นก้อนหรือแผ่นหนาคัลลายวัน มีผิวเรียบมันเงา สีขาวครีม ทึบแสง เนื้อแน่นเหนียวคล้ายลูกตาล ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่ามันคือสารเซลล์ลูโลสที่ผลิตขึ้นโดยแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* sup sp. *xylinum* ในน้ำมะพร้าวซึ่งมีน้ำตาลและกรดน้ำส้มเป็นส่วนผสมอยู่ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้แรกเริ่มเกิดในประเทศฟิลิปปินส์ เรียกว่า nata de coco ซึ่งเป็นภาษาสเปน หมายถึงสิ่งที่ลอยอยู่บนผิวมะพร้าว ในฟิลิปปินส์นิยมใช้เป็นของหวานรับประทานกับน้ำแข็ง หรือผสมกับเนื้อมะพร้าวอ่อน หรือเนื้อผลไม้ชนิดต่าง ๆ และราดด้วยครีมที่เรียกว่า ฟรุตสลัด หรือนำมาทำแฉ่งเคลือบน้ำตาลเป็นขนมหวานแบบวันกรอบ ส่วนในญี่ปุ่นจะนิยมนำมาผสมกับนมเปรี้ยวรสสตรอเบอรี่ และวางก้อนไอศกรีมเคียงข้างเสิร์ฟเป็นของหวานตามร้านอาหารใหญ่ ๆ ทั่วประเทศ และได้รับความนิยมกันมากมายโดยเฉพาะในปีที่ผ่านมา ส่วนในประเทศไทยความนิยมบริโภควันสวรรค์เป็นของหวานยังไม่เป็นที่แพร่หลายในร้านอาหาร ส่วนมากจะพบวางขายเป็นขวด หรือถุงพลาสติกบรรจุวันในน้ำเชื่อมตามร้านขายของทั่วไป และในซูเปอร์มาร์เก็ตบางแห่ง

เนื่องจากขั้นตอนในการผลิตวันสวรรค์เป็นวิธีง่าย ๆ ไม่ต้องลงทุนสูง และสามารถทำได้ในระดับชาวบ้าน โดยเฉพาะกลุ่มแม่บ้านที่ต้องการมีรายได้เสริมให้กับครอบครัว จึงทำให้มีการผลิตวันสวรรค์เกิดขึ้นมากมายทั่วประเทศ โดยเฉพาะในจังหวัดที่มีน้ำมะพร้าวเหลือทิ้ง เช่น สมุทรสงคราม ได้มีการผลิตและจำหน่ายวันสวรรค์อย่างเป็นทางการเมื่อต้นปี 2537 ที่ผ่านมานี้ และได้มีการก่อตั้งชมรมผู้ผลิตวันมะพร้าวขึ้นที่อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม โดยหลักการคือนำน้ำมะพร้าวมาต้มกับน้ำตาล เติมกรดน้ำส้มเล็กน้อย ใส่หัวเชื้อลงไป เมื่อน้ำมะพร้าวเย็นลง ทิ้งไว้ประมาณ 10-14 วัน จะได้แผ่นวันหนาประมาณ 1-1.5 ซม. จึงเก็บแผ่นวันมาล้างน้ำฟอกสี แล้วหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมแบบลูกเต๋าด้าน 1 ซม. นำไปเชื่อมกับน้ำตาล และบรรจุขวดวางขายได้ มีปัจจัยมากมายที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตวันสวรรค์ให้ได้คุณภาพดีตามความต้องการของตลาด แต่ที่สำคัญคือ หัวเชื้อที่บริสุทธิ์ และสูตรอาหารที่เหมาะสม การเติมสารเคมีบางอย่างลงไปในสูตร เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมฟอสเฟต จะช่วยเสริมคุณภาพของวันให้ดีขึ้น ทั้งนี้แล้วแต่ศิลปะของผู้ผลิตแต่ละคนที่จะ

แปรรูปอาหารเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการ คุณภาพดีหมายถึงวุ้นที่มีลักษณะหนาขาวใสเหนียวและไม่ยืด อย่างไรก็ตามก็ยังมีปัญหาที่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังในการผลิตวุ้นคือ การแปรปรวนของผลผลิตที่บางครั้งได้วุ้นหนา บางครั้งได้วุ้นบาง แม้จะพยายามควบคุมปัจจัยทุกอย่างให้เหมือนเดิมก็ตาม ทั้งนี้สาเหตุที่สันนิษฐานอันหนึ่งก็คือ การกลายพันธุ์ของหัวเชื้อ เมื่อใช้หัวเชื้อติดต่อกันไปนานๆ จะพบว่าวุ้นที่ผลิตได้มีลักษณะบางลง หรือคุณภาพไม่ดี หน่วยบริการเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้นำเสนอให้ผู้ใช้นำเชื้อที่มาขอบริการไปขยายที่เดียวหลายๆ หลอด เพื่อให้เป็นหัวเชื้อวุ้นเดียวกัน เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง วุ้นไม่ได้คุณภาพตามต้องการ ให้นำหัวเชื้อที่ขยายไว้มาใช้แทนหัวเชื้อเก่า ปรากฏว่าได้ผลในการรักษาคุณภาพของวุ้นในแง่ของหัวเชื้อ

หน่วยบริการเชื้อจุลินทรีย์ วท. มีหัวเชื้อวุ้นสวรรค์ที่แยกได้จากผลไม้ต่าง ๆ เช่น สับปะรด องุ่น มะม่วง ฝรั่ง และมะละกอ และจากดอกไม้ เหล้าไวน์ และน้ำมันมะพร้าว และจากแหล่งอื่น เช่น ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ในประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย นำเชื้อที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์และเก็บรักษาไว้แบบถาวร (Lyophilization) ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาเชื้อตามมาตรฐานสากลที่เชื้อจะสามารถรอดชีวิตอยู่ได้นานหลายปี โดยมีโอกาสกลายพันธุ์น้อยมาก และสามารถนำมาใช้บริการได้เมื่อมีผู้ต้องการ

ในปีที่ผ่านมาหน่วยบริการเชื้อจุลินทรีย์ วท. ได้ให้บริการหัววุ้นสวรรค์ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้มารับบริการ ซึ่งมีทั้งนักศึกษา นักวิจัย นักธุรกิจ และประชาชนทั่วไป จำนวนทั้งสิ้นกว่า 500 ราย ซึ่งเป็นจำนวนเกือบ 60 % ของผู้มารับบริการทั้งหมด เนื่องจากวท.เป็นหน่วยงานแห่งเดียวในประเทศไทยที่ให้บริการด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ ประกอบกับวิธีการที่ใช้ในการเก็บรักษาก็เป็นไปตามมาตรฐานสากล จึงทำให้ผู้มาขอรับบริการเกิดความมั่นใจและเชื่อถือที่จะได้สายพันธุ์แท้ที่บริสุทธิ์ไปใช้ในงานวิจัยหรือธุรกิจดังกล่าว อย่างไรก็ตามงานวิจัยการคัดเลือกสายพันธุ์สำหรับนำไปเป็นหัวเชื้อวุ้นสวรรค์ยังคงดำเนินอยู่ตลอดเวลาในระดับห้องปฏิบัติการ

การสร้างเครื่องมือสำหรับทดสอบสี : เครื่องมือทดสอบความทนความชื้น

ธันวาคม 2537

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) มีความเชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบสีมานานมากกว่า 10 ปี ในแต่ละปี วท.รับตัวอย่างสี เพื่อทดสอบคุณภาพประมาณ 1,000 ตัวอย่างจากทั้งภาครัฐบาลและเอกชน มีการทดสอบหลายวิธีการที่ใช้เครื่องมือมาตรฐานเฉพาะด้านซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แต่มีบางวิธีที่สามารถทดสอบได้โดยใช้เครื่องมือที่ทำขึ้นภายในประเทศ วท.มีความสามารถในการสร้างเครื่องมือหลายชนิด เนื่องจากได้ดำเนินงานทางด้านการวิจัยและพัฒนามานานมากกว่า 20 ปี ดังนั้นการสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบความทนความชื้นของสี จึงอยู่ในขอบเขตความสามารถที่ วท. จะทำได้

เครื่องมือสำหรับทดสอบสีของ วท. สร้างขึ้นตาม มอก.285 เล่ม 43-2531 และ ISO 6270-1980 : ความทนความชื้นภายใต้การควบแน่นต่อเนื่อง เครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วยเครื่องอ่งน้ำไฟฟ้าที่สร้างขึ้นโดยใช้แผ่นปิดหรือแผ่นทดสอบหลายๆ แผ่นวางเป็นผาปิดอยู่ด้านบน แต่ละแผ่นมีขนาด 150 มม. x 100 มม. และวางคว่ำด้านหน้าที่เคลือบสีลงเหนือน้ำ ดังนั้นด้านที่ไม่เคลือบสีจึงสัมผัสกับสภาวะแวดล้อมภายนอก แผ่นปิดที่ใช้ทำเป็นผาต้องเป็นวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยาได้ง่าย เช่น กระดาษทึบแสง ควรเตรียมไว้ในจำนวนที่มากเพียงพอสำหรับวางปิดเพื่อการปรับตั้งสภาวะของเครื่องมือ และวางแทนแผ่นทดสอบ ในกรณีที่มีแผ่นทดสอบไม่ครบพอที่จะวางเป็นผาได้ ส่วนที่เป็นผานี้สร้างให้เอียงเป็นมุม 15±5 องศา กับแนวระดับ เพื่อป้องกันไม่ให้หยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นไหลออกไปจากเครื่องมือ เครื่องอ่งน้ำทำด้วยอะลูมิเนียมโดยบุด้านในด้วยแผ่นแก้วเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและบุใยหินไว้ในช่องว่างระหว่างผนังทั้งสองเพื่อเป็นฉนวน จากการทดสอบ ปรากฏว่าเครื่องมือสามารถรักษาระดับอุณหภูมิของน้ำได้ที่ 49±2 °ซ. และวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่ง 25 มม. ได้แผ่นทดสอบได้ 45-47 °ซ. เครื่องมือนี้สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิห้อง.

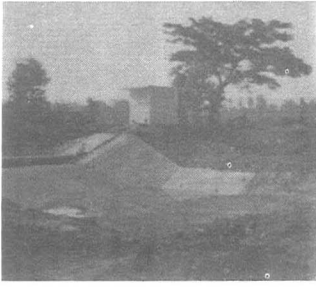


กรรมสิทธิ์ สถาปิตานนท์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

รายงานนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำฝ่ายยาง วท. ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติ (Natural Rubber, NR) หรือยางพารา. ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลงานส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพารา ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). ฝ่ายยาง วท. ซึ่งสร้างที่ลำน้ำแม่ตาบ บ้านพะเคะ หมู่ที่ 4 ตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นฝ่ายยางแห่งแรกที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยีของคนไทย ตั้งแต่ฐานไปจนถึงตัวฝ่ายยาง รวมทั้งระบบควบคุมฝ่ายยาง. เทคโนโลยีดังกล่าวให้ผลเป็นที่พอใจสำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะความทนทานของตัวฝ่ายยาง ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงการก่อสร้าง (Ministry of Construction, MOC) ประเทศญี่ปุ่น. จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการทำให้เห็นความจำเป็นในการทดลองในภาคสนาม คือการทดลองใช้งานจริง ประกอบกับพิจารณาเห็นว่าการทดลองนี้จะเป็นประโยชน์แก่ชาวบ้าน จึงได้ปรึกษาร่วมกับกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย ซึ่งได้เสนอพื้นที่ทดลองมาให้ วท. คัดเลือกหลายแห่ง. เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว เห็นว่าการติดตั้งฝ่ายยาง ณ ที่นี้จะได้รับความร่วมมือจากชาวบ้านในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ จึงเริ่มดำเนินการสำรวจเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2536 หลังจากนั้นได้ออกแบบฐานฝ่ายและก่อสร้างจนแล้วเสร็จเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2537 ส่วนแผ่นฝ่ายยางได้ทำการผลิตโดยร่วมกับโรงงานอุตสาหกรรมยางแล้วเสร็จพร้อมจะติดตั้งได้เมื่อเดือนกันยายน 2537 ต่อจากนั้นจึงได้ทำการติดตั้งที่ฐานฝ่ายยางแล้วเสร็จเมื่อกลางเดือนพฤศจิกายนปีเดียวกัน

การได้รับข้อมูลต่างๆในสภาพใช้งานจริง มีประโยชน์สำหรับการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์และส่งผลถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราด้วย. วท.จึงหวังเป็นอย่างมากว่า จะมีโอกาสเก็บข้อมูลจากฝ่ายยางแห่งนี้ พร้อมกับทำประโยชน์ให้แก่ชาวบ้านต่อไปอีกนาน.



ภูมิหลัง



การดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยางพาราของ วท. นั้น สืบเนื่องมาจากปัญหายางพาราราคาตกต่ำติดต่อกันมานานหลายปี. ในวันที่ 11 มิถุนายน 2528 คณะรัฐมนตรีได้มีมติมอบหมายให้กระทรวงที่เกี่ยวข้องพิจารณาหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (วทพ.) ซึ่งในปัจจุบันคือ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (วว.) ได้มอบหมายให้ วท. ดำเนินการ. ดังนั้น วท. จึงได้หาแนวทางการวิจัยเพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ยางพาราเพิ่มขึ้น และพิจารณาเห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราจะเป็นการนำยางธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้มาก

รวมทั้งจะช่วยเพิ่มมูลค่าของยางธรรมชาติด้วย. ดังนั้น วท. จึงจัดตั้งโครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราขึ้นเมื่อเดือนธันวาคม 2528 ในครั้งนั้น วท. ได้วางแผนการดำเนินงานและจัดทำข้อเสนอโครงการโดยกำหนดผลิตภัณฑ์เป้าหมายหลายชนิด เช่น แผ่นยางรองสระน้ำ, แผ่นยางรองบ่อเกลือ, ยางรัดของ, ฝ้ายยาง, ถังขยะยาง ฯลฯ. แต่เนื่องจากขีดจำกัดทางด้านงบประมาณและกำลังคน ทำให้ วท. ต้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งมาดำเนินการในปีต่อมา ซึ่งก็ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยเฉพาะเรื่องแผ่นยางรองสระน้ำ.





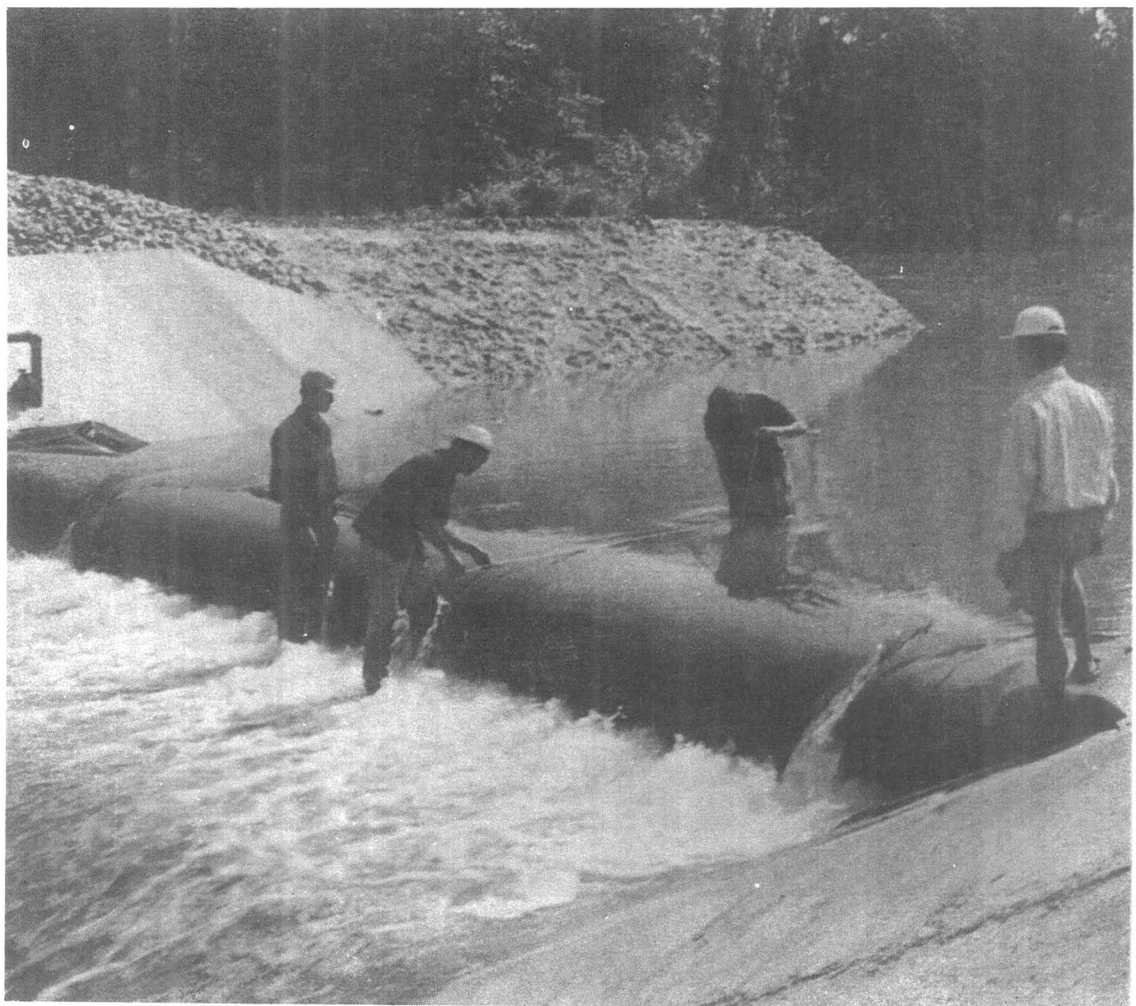
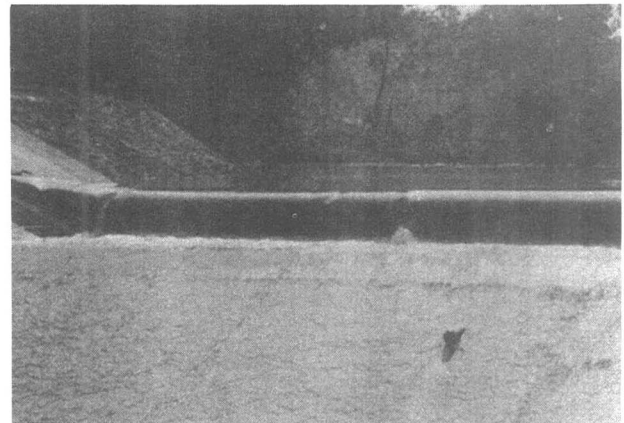
การดำเนินงานเรื่องนี้ นอกจากนักวิชาการ
 วิชา.จะมีความสามารถเพิ่มขึ้น ในการพัฒนา
 ผลิตภัณฑ์จากยางพาราแล้ว ยังได้เรียนรู้
 ถึงงานพัฒนาแหล่งน้ำในชนบทอีกด้วย.
 ความรู้ดังกล่าว นำไปสู่การเริ่มต้นของงาน
 วิจัยและพัฒนาแผ่นยางเพื่อใช้ทำฝายยาง.

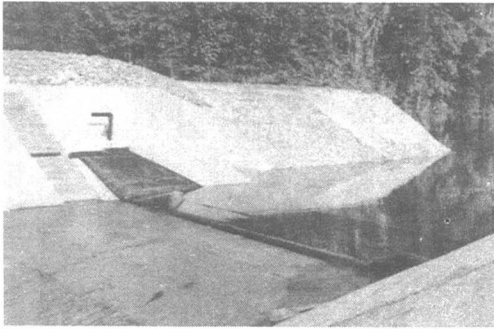




ความหมาย

เขื่อนยางหรือฝายยาง (rubber dam หรือ rubber weir) เป็นฝายทดน้ำประเภท collapsible weir สามารถปรับระดับน้ำเหนือฝายได้ โดยอาศัยการยุบและพองตัวของท่อขนาดใหญ่ที่ทำด้วยยาง. ฝายยางตั้งอยู่บนสันฝาย ซึ่งทำด้วยคอนกรีต การยุบและพองตัวของฝายยาง เป็นผลให้มีคุณสมบัติในการทดน้ำและผันน้ำได้. ด้วยลักษณะดังกล่าวจึงได้มีการนำฝายยางไปใช้ประโยชน์ในหลายๆด้านคือ :



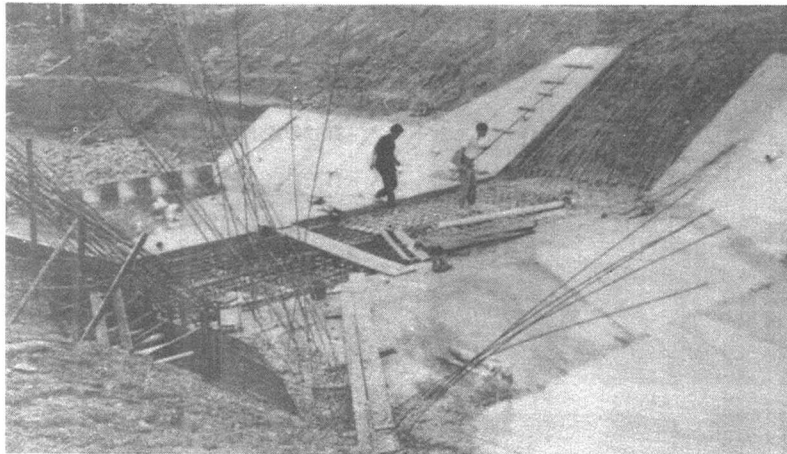


- การควบคุมระดับน้ำ
- การควบคุมน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก
- การปรับและเพิ่มปริมาณน้ำที่เก็บ
- การไล่ตะกอนหน้าฝาย
- การเพิ่มพื้นที่การเกษตรในฤดูแล้ง
- การเพิ่มทัศนียภาพในพื้นที่พักผ่อน
- อื่น ๆ





โครงสร้าง



โครงสร้างของฝายยาง

1. ตัวฝายยาง (rubber dam body) เป็นท่อยางที่วางอยู่บนฐานคอนกรีตซึ่งตั้งขวางลำน้ำ สามารถยุบและพองตัวได้โดยอาศัยการอัดและระบายน้ำหรืออากาศเข้าออกท่อยาง. โดยทั่วไปขนาดของเชื่อนยางหรือฝายยางขึ้นอยู่กับ ลักษณะภูมิประเทศ, ความกว้างของลำน้ำ, ปริมาณและระดับน้ำเหนือฝายยาง รวมทั้งความเร็ว และปริมาณของน้ำ ที่ไหลผ่านฝาย. ตัวฝายยาง แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้:

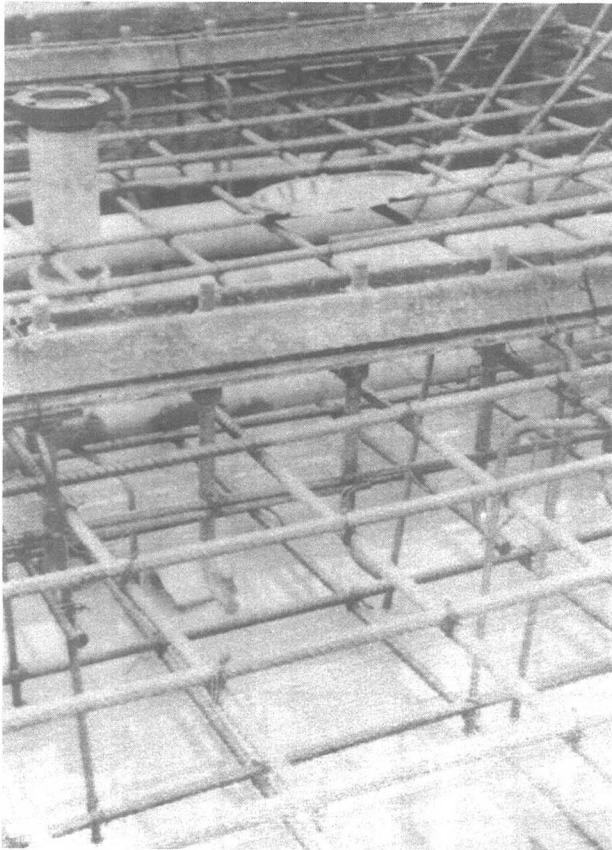
1.1 แผ่นยางที่เป็นท่อทรงกระบอก ประกอบด้วยโครงผ้าใบหลายชั้น จำนวนชั้นของผ้าใบขึ้นอยู่กับขนาดของฝาย, การรับแรง, ความทนทาน เป็นต้น. ส่วนผ้าใบมักเป็นเส้นใยในลอน และประกบไว้ด้วยแผ่นยางทั้งสองด้าน เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำหรืออากาศ.

1.2 แผ่นยางที่เป็นพรมรองพื้น (rubber carpet) ทำด้วยยางกับยางฉาบผ้าใบใช้สำหรับรองตัวฝายยางเพื่อยึดติดกับฐานคอนกรีต ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความแข็งแรงในส่วนล่างของตัวฝายยาง.

1.3 ซีลยาง เป็นแผ่นยางที่ใช้เชื่อมรอยต่อระหว่างชั้นฝายยาง.

1.4 แผ่นยางที่ใช้คลุมอุปกรณ์ยึดเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม. ส่วนประกอบของตัวฝายยางอาจมีความแตกต่างกันไปบ้างตามการออกแบบของผู้ผลิต.

2. อุปกรณ์ยึด (basement) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการยึดตัวฝายยางกับฐานคอนกรีต. โดยทั่วไปฐานของฝายยางจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีน้ำหนัก ความแข็งแรงและความลึกเพียงพอที่จะต้านแรงดัน และการซึมผ่านของน้ำด้านเหนือฝาย. สำหรับด้านท้ายฝาย ฐานส่วนพื้นทำด้วยคอนกรีต หรือหินก่อ เพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำที่ไหลล้นมาจากตัวฝาย. อุปกรณ์ที่ใช้ยึดยางกับฐานคอนกรีต ได้แก่ สกรูพร้อมนอต, แคลมป์ยึด, เหล็กแผ่นหรือเหล็กปะกับ สำหรับรองเพื่อป้องกันไม่ให้ยางกดทับคอนกรีต. อุปกรณ์ยึดที่ใช้อาจแตกต่างกันไปตามการออกแบบของผู้ผลิต.



3. อุปกรณ์ควบคุม (control machine)
ทำหน้าที่ควบคุมให้ฝายยางพองตัวสูงขึ้น
เพื่อกักเก็บน้ำ หรือยุบตัว เพื่อปล่อยน้ำตาม
วัตถุประสงค์ โดยทั่วไปประกอบด้วย:

- 1) บั้มลม หรือ บั๊มน้ำ
- 2) วาล์วมือ
- 3) วาล์วอัตโนมัติ ไฟฟ้า หรือ ระบบ

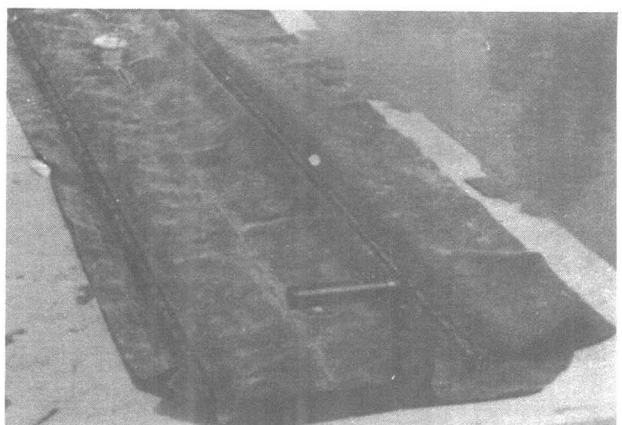
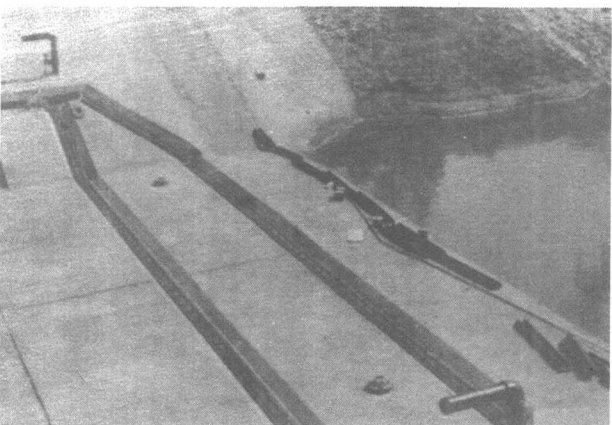
ลม

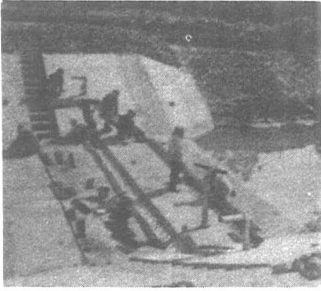
4) วาล์วกันลม
5) อุปกรณ์ไฟฟ้าที่รับสัญญาณควบคุม
เกี่ยวกับระดับน้ำ ต้นน้ำ

6) อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าอัตโนมัติ

7) อุปกรณ์ควบคุมความดันสูงสุด
ในตัวฝาย

8) ท่อที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่าง
อุปกรณ์ควบคุมกับตัวฝาย ซึ่งอุปกรณ์ควบคุม
ดังกล่าวข้างต้นอาจแตกต่างกันไปตามการออกแบบ
ของผู้ผลิต.





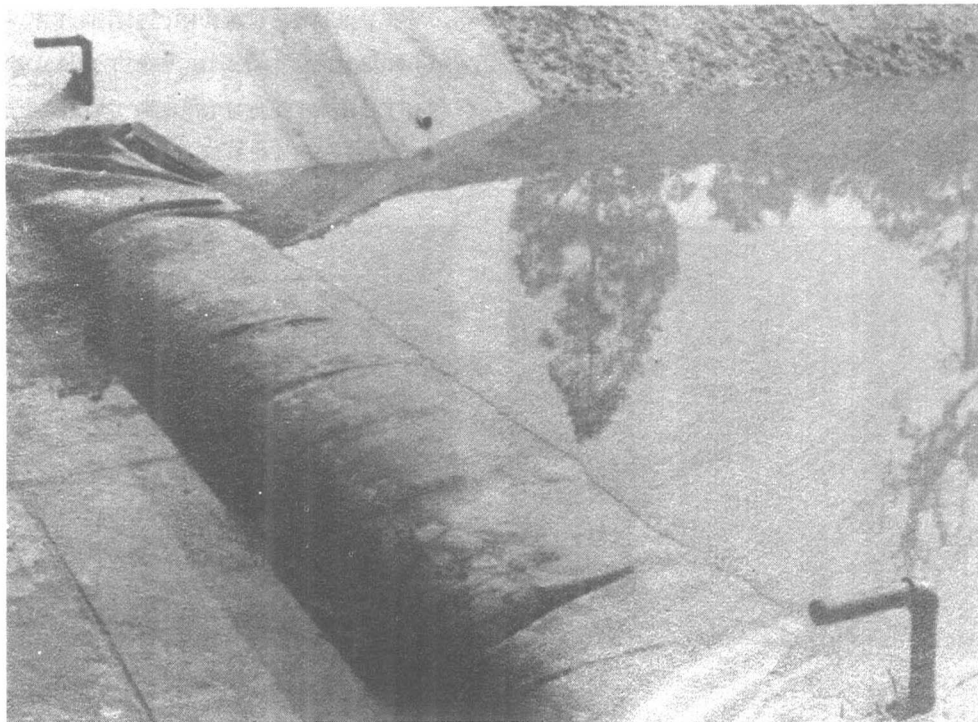
ชนิด

ชนิดของฝ้ายาง

มี 2 ชนิด แบ่งตามลักษณะของตัวกลางที่ทำให้ฝ้ายางพองตัว คือ:

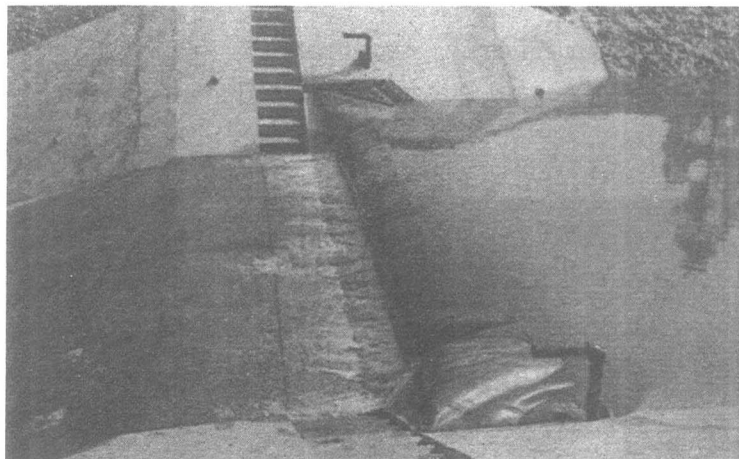
1. ฝ้ายางแบบพองตัวด้วยอากาศ (air-inflation type) : ใช้ปั๊มลมอัดอากาศเข้าไปในตัวฝ้ายางเพื่อให้พองตัว ควบคุมปริมาณอากาศและความกดดันโดยใช้เครื่องควบคุมความดัน.

2. ฝ้ายางแบบพองตัวด้วยน้ำ (water-inflation type) : ใช้ปั๊มน้ำดูดน้ำเข้าไปในตัวฝ้ายางเพื่อให้พองตัว ควบคุมระดับน้ำโดยใช้เครื่องควบคุม. ฝ้ายางแบบนี้ มีน้ำหนักมากกว่าแบบพองตัวด้วยอากาศ เนื่องจากน้ำในตัวฝ้ายางกดตัวฝ้ายางไว้บนฐาน แต่ใช้เวลาในการปั๊มน้ำ เพื่อให้พองตามที่ต้องการนานกว่าแบบแรก.



ข้อดีและข้อด้อยของฝายแบบพองตัวด้วยอากาศและน้ำ

ข้อดี	ข้อด้อย
1. แบบพองตัวด้วยอากาศ - ไม่ต้องการกักเก็บน้ำไว้ใช้กับฝาย เพราะไม่มีการอัดน้ำเข้าในตัวฝาย - ลักษณะของตัวฝายค่อนข้างตั้งตรงสามารถสร้างให้สูงได้มากกว่าแบบพองตัวด้วยน้ำ - ใช้เวลาน้อยในการอัดอากาศ 2. แบบพองตัวด้วยน้ำ - ในขณะที่พองตัวเต็มที่ มีการสั่นสะเทือนน้อย เมื่อน้ำหลาก เพราะน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในตัวฝายกดฝายไว้กับฐาน - ในขณะที่พองตัวไม่เต็มที่ เมื่อน้ำหลาก ตัวฝายไม่โค้งงอ	- มีการสั่นสะเทือนมากเมื่อน้ำหลาก ทำให้ต้องมีอุปกรณ์ยึด เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน - ถ้าพองตัวไม่เต็มที่ ตัวฝายส่วนกลาง มักจะหักงอเป็นรูป v - ต้องมีอ่างเก็บน้ำ เพื่อปั๊มน้ำเข้าสู่ตัวฝาย - มีขีดจำกัดเรื่องความสูงของฝายอันเนื่องจาก น้ำหนักของน้ำ ทำให้ฝายมีลักษณะเป็นรูปไข่ -สิ้นเปลืองพลังงานในการปั๊มน้ำ





ประโยชน์

ประโยชน์ของฝายยาง

คุณสมบัติเด่นของฝายยาง ได้แก่

1. เพิ่มปริมาณกักเก็บน้ำ เมื่อน้ำมีปริมาณมากกว่าที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งทำได้โดยการทำให้ฝายพองตัวขึ้น และปล่อยน้ำออกไปในปริมาณที่ต้องการโดยควบคุมการยุบตัวของฝาย.

2. ไล่ตะกอนไม่ให้ตกอยู่หน้าฝาย โดยทำให้ฝายยุบตัวลงจนถึงแนวราบอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้กระแสน้ำไหลผ่านฝายอย่างรุนแรง และพัดพาตะกอนออกไปไกล จึงช่วยให้หน้าฝายไม่ตื้นเขิน.

3. ควบคุมระดับน้ำได้ดี เพราะสามารถติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติ เพื่อควบคุมการยุบตัวและพองตัวของฝายได้.

4. รับแรงกระแทกได้ดี เนื่องจากคุณสมบัติของยางที่มีความยืดหยุ่นสูง.

5. ป้องกันไม่ให้น้ำรั่วไหลออกไปได้ เพราะยางมีความยืดหยุ่นสูง จึงติดแนบอยู่กับฐานได้ดี และคุณสมบัติของยางที่มีความสามารถในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำและอากาศสูง.

6. หากปรับปรุงคุณสมบัติของแผ่นฝายยาง ให้เหมาะสมกับสภาพของน้ำที่ไหลผ่าน ฝายยางจะทนทานต่อการกัดกร่อนของของเสียที่ปนมากับน้ำได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการกักเก็บหรือระบายของเสียที่อยู่ในน้ำ.

7. ทำการติดตั้งโดยใช้ระยะเวลาสั้น และซ่อมแซมง่าย.

ประโยชน์โดยทั่วไป คือ:

1. เพื่อกักเก็บน้ำสำหรับบริโภค, อุปโภค และเกษตรกรรม.

2. รักษาระดับน้ำ เพื่อป้องกันน้ำท่วม และป้องกันน้ำเค็มไม่ให้เข้าไปทำลายพื้นที่การเกษตร.

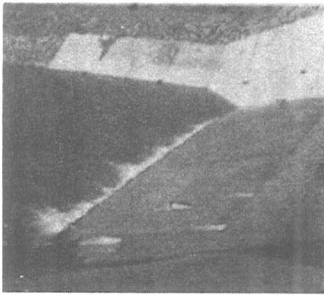
3. ควบคุมอัตราการไหลของน้ำและการระบายน้ำ ซึ่งช่วยให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ.

4. ควบคุมการปล่อยน้ำเสียของอุตสาหกรรม.

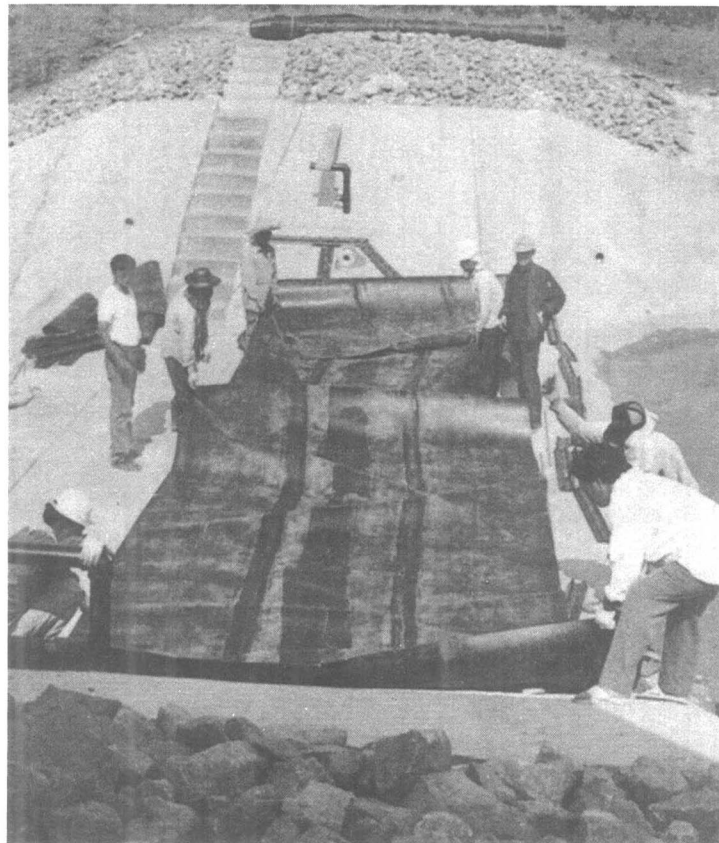
5. ช่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า.







การใช้ฝายยางในประเทศไทย

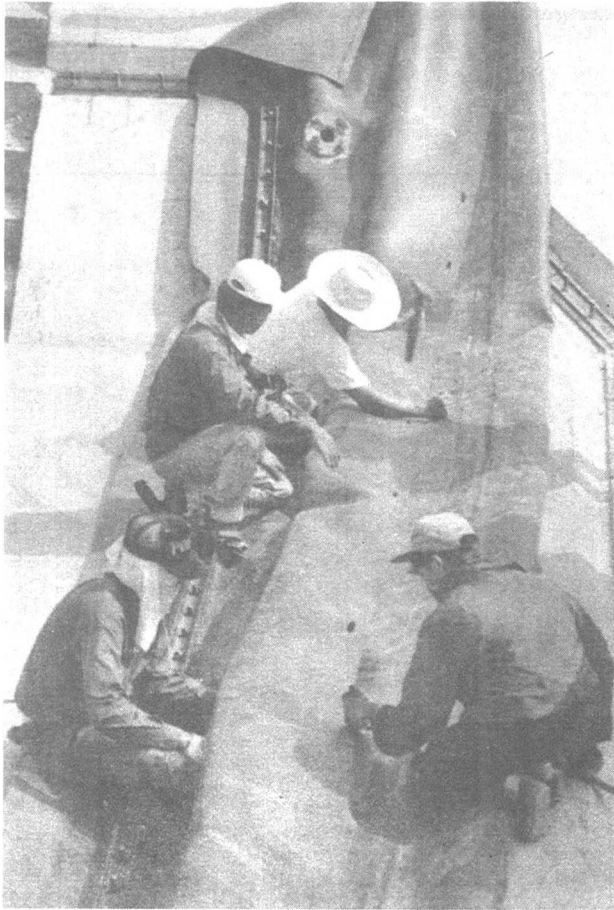


วิวัฒนาการของฝายยางภายในประเทศ เริ่มมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2528 โดยในช่วงแรกเป็นการดำเนินการในด้านการใช้งาน แล้วจึงพัฒนา มาเป็นผู้ประกอบพร้อมกับการติดตั้งในช่วงปี พ.ศ. 2530. หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่:

- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์:

กรมชลประทาน เป็นหน่วยงานแรก ที่นำฝายยางเข้ามาใช้ในปี พ.ศ.2528 โดยการ จ้างให้บริษัท บริดจสโตน จำกัด ประเทศญี่ปุ่น นำเข้าฝายยางและติดตั้งที่แม่น้ำพอง,อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น. หลังจากนั้นจนถึงสิ้นปี 2530 ก็ได้ ดำเนินการติดตั้งอีก 6 ฝาย ซึ่งเป็นฝายยาง ของ

บริษัท ชูมิโตโม อิเล็กตริก อินดัสตรีส์ จำกัด โดยบริษัท กรุงเทพธนาคม จำกัด ร่วมงาน กับกรมชลประทาน ในการก่อสร้างฐาน ติด ตั้งฝาย และระบบควบคุม. นอกจากนั้นกรม- ชลประทานยังได้ให้ความช่วยเหลือ แก่เทศบาล เมืองลำปาง ในการควบคุมการสร้างฝายยาง เฉลิมพระเกียรติ ที่จังหวัดลำปางอีกด้วย. ในเวลาต่อมา กรมชลประทานได้ดำเนินการ ติดตั้งฝายยางอีกหลายแห่งโดยเป็นฝายยางขนาด เล็ก เฉลี่ยปีละ 1-2 ฝาย แต่ปีนี้ กรมชลประทาน ได้ประกาศประกวดราคาก่อสร้างฝายยางไปแล้ว 11-12 โครงการ ซึ่งมากกว่าทุกปี.



- สำนักงานพลังงานแห่งชาติ (พช.) ซึ่งในปัจจุบันคือ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (พพ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (วทพ.) ซึ่งในปัจจุบันคือ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (วว.):

พช.เป็นหน่วยงานที่ถูกกำหนดให้ดำเนินการเกี่ยวกับฝ่ายตามแนวทางในการพัฒนา และใช้ฝ่ายของ วทพ. ที่เสนอต่อ คณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2530. พช.ได้รับความร่วมมือจากสถาบันศาสตร์ของสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วย. จนถึงปัจจุบันมีโครงการฝ่ายที่ พช. ดำเนินการไปแล้ว 6 โครงการ. ทั้งนี้ บริษัทแสงไทยผลิตยาง จำกัด โดยความร่วมมือทางวิชาการจากโซน่า เหล็กวณิช อินเตอร์เนชั่นแนล คอร์ปอเรชั่น สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้ดำเนินการเรื่องตัวฝ่าย, ระบบควบคุม และการติดตั้ง. ส่วนฐานฝ่ายดำเนินการโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด เอส แอนด์ พี อุดร. แต่ในปัจจุบันติดตั้งโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอเซีย เอ็มแมค.



ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท

ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย
ฉบับที่ 59 พฤษภาคม 2538

รวบรวมโดย พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง

เครื่องสลัดน้ำผึ้ง

การเลี้ยงผึ้งกำลังเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของโลก เนื่องจากชาวโลกได้หันมานิยมบริโภคผลผลิตจากน้ำผึ้งกันมาก เช่น น้ำผึ้ง น้ำนมผึ้งหรือละอองเกสรผึ้ง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์จากผึ้งได้ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมจำพวกเครื่องสำอาง ยารักษาโรค เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ขนมปัง ลูกกวาด หรืออาหารอื่นอีกหลายชนิด ประเทศที่มีการส่งออกน้ำผึ้งมากที่สุด คือ จีน ออสเตรเลีย อังกฤษ เม็กซิโก รัสเซีย เยอรมนี อิตาลี แคนาดา และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

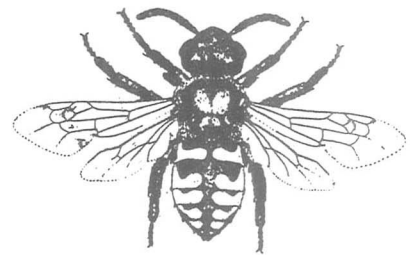
สำหรับประเทศไทยนั้น มีหลักฐานว่ามีการเลี้ยงผึ้งมานานนับร้อยกว่าปี แต่เริ่มมีการเลี้ยงผึ้งเป็นอุตสาหกรรมอย่างจริงจังในช่วงไม่กี่สิบปีมานี้เอง ฟาร์มเลี้ยงผึ้งส่วนใหญ่จะอยู่ทางภาคเหนือ ที่จังหวัดเชียงใหม่แห่งเดียวมีการสำรวจพบว่ามีการเลี้ยงผึ้งอยู่ถึง 4 หมื่นกว่ารัง เนื่องจากมีสวนผลไม้มาก จึงมีดอกไม้บานเกือบตลอดปี และไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องยาฆ่าแมลง ผึ้งที่นิยมเลี้ยงกันมากในประเทศไทย ได้แก่ ผึ้งโพรง เป็นผึ้งขนาดเล็กหรือขนาดกลาง ชอบทำรังในที่มืด เช่น ตามซอกหิน ซอกต้นไม้ โพรงไม้ ฯลฯ ผึ้งโพรงจัดเป็นผึ้ง



พันธุ์เอเชียที่ดีที่สุด ค่อนข้างมีความต้านทานต่อโรคดีกว่าผึ้งพันธุ์ยุโรป สามารถนำมาเลี้ยงในหีบเลี้ยงได้

ผึ้งอีกชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากโดยเฉพาะที่ เชียงใหม่ ลำพูน นครปฐม และขอนแก่น ได้แก่ ผึ้งพันธุ์ต่างประเทศ เป็นผึ้งที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ มีลักษณะความเป็นอยู่คล้ายผึ้งโพรงมาก ได้มีผู้นำเข้ามาเลี้ยงในไทยเมื่อ 40 ปีที่แล้ว รู้จักกันในชื่อผึ้งอิตาเลียน ผึ้งได้วัน และผึ้งรัสเซีย

น้ำผึ้งจะมีกลิ่นหรือลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของดอกไม้ที่ผึ้งเก็บน้ำหวาน น้ำผึ้งธรรมชาติจะมีรสหวานจัด กลิ่นหอมและมีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม น้ำผึ้งเดือน 5 ถูก



จัดว่าเป็นน้ำผึ้งที่ดีที่สุด เนื่องจากว่าเดือน 5 (กุมภาพันธ์-มีนาคม) เป็นช่วงเวลาที่ไม้ดอกไม้บานมาก และไม่มีฝนทำให้น้ำผึ้งมีปริมาณสูง และเข้มข้น

น้ำผึ้งมีส่วนประกอบส่วนใหญ่ดังนี้คือ

1. น้ำตาลฟรุกโตส ร้อยละ 41.1
2. น้ำตาลกลูโคส ร้อยละ 35
3. น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 1.9
4. น้ำตาลเดกซ์ตริน ร้อยละ 1.5
5. น้ำ ร้อยละ 17.0

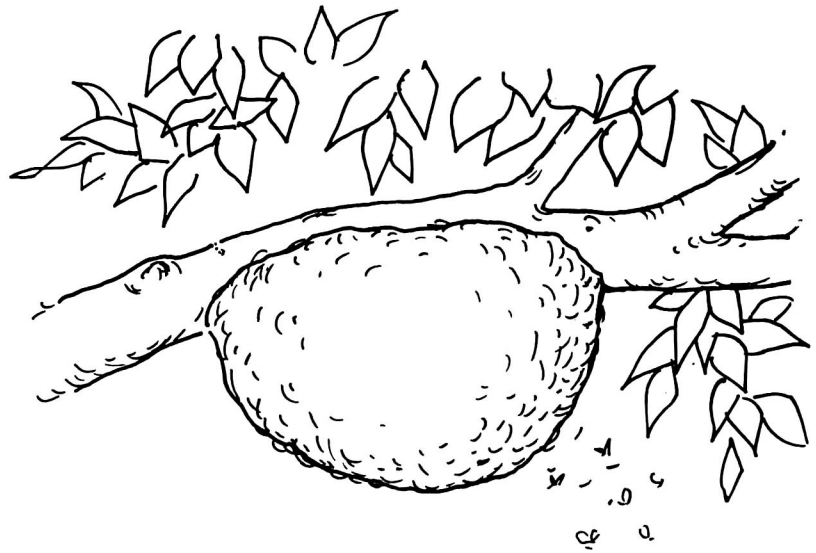
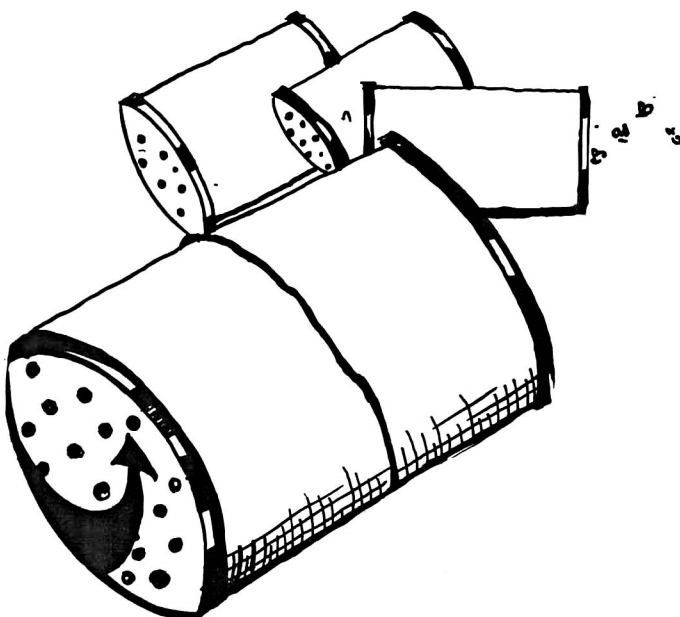
นอกจากนั้น จะเป็นแร่ธาตุย่อยอื่นๆ เช่น โปรตีน ไบโตามีน กรดนิโคตินิก ฯลฯ

สำหรับวิธีการเลี้ยงผึ้งนั้น แบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. เลี้ยงปล่อยไว้ตามธรรมชาติ คือปล่อยให้ผึ้งที่มาเกาะอาศัยอยู่ตามบริเวณบ้านเรือนอาศัยอยู่เช่นนั้นต่อไป ประโยชน์ที่ผู้เลี้ยงจะได้รับก็เพียงจากการที่ได้ผึ้งเหล่านี้ช่วยผสมเกสรพืชต่างๆ หากผู้เลี้ยงต้องการผลผลิตน้ำผึ้ง ควรนำผึ้งรังนี้ไปเลี้ยงในหีบเลี้ยงต่อไป

2. เลี้ยงแบบกึ่งธรรมชาติ เป็นวิธีที่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งไทยในแถบจังหวัดภาคเหนือและเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานีทำกันมานานแล้ว โดยผู้เลี้ยงตัดต้นมะพร้าวหรือต้นตาลเป็นท่อนๆ ยาวท่อนละ 1 ศอก ทะลวงได้ในออกให้หมด หาไม้กระดานมาปิดหัวท้าย แล้วเจาะรูให้โตขนาดหัวแม่มือพอให้ผึ้งบินเข้าออกได้ ก็จะเป็นรังผึ้งได้อย่างดี

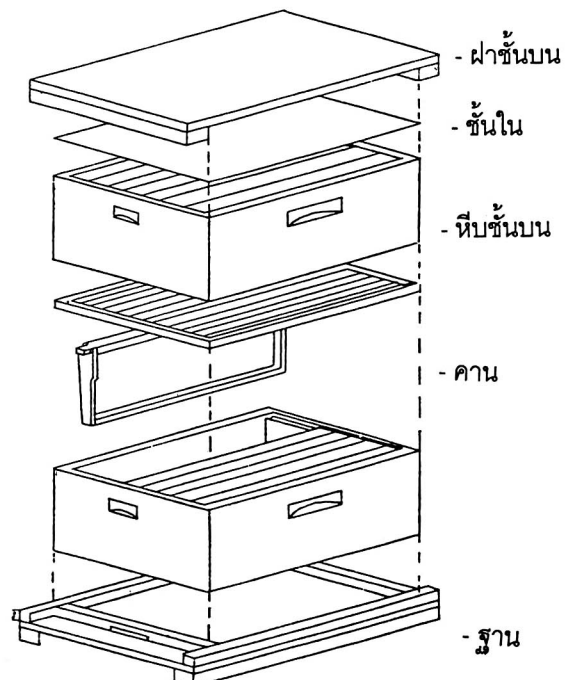
การเลี้ยงผึ้งแบบนี้ควรเป็นการเลี้ยงผึ้งเพื่อหวังประโยชน์จากการช่วยผสมเกสรพืชมากกว่าเพื่อประสงค์จะเก็บน้ำผึ้ง



3. เลี้ยงในหีบมีคอน

เป็นการเลี้ยงเพื่อการเก็บน้ำผึ้ง เป็นวิธีเลี้ยงสมัยใหม่ซึ่งดัดแปลงมาจากสภาพความเป็นอยู่ตามธรรมชาติ หีบเลี้ยงผึ้งมักมีลักษณะเป็นหีบทึบ เนื่องจากผึ้งโพรงชอบอาศัยทำรังอยู่

ตามที่มืดๆ หีบเลี้ยงผึ้งมักทำจากลังไม้ หรือถึงน้ำมัน (ดูข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท ฉบับที่ 40) มีรูให้ผึ้งบินเข้า-ออก มีคอนทำด้วยไม้ระแนงตีเป็นกรอบไม้สี่เหลี่ยมคล้ายตะดิงซึ่งผ้าสำหรับให้ผึ้งสร้างรวงผึ้ง



หีบเลี้ยงผึ้งโพรง

การเลือกทำเลที่เลี้ยงผึ้ง

ควรเลือกทำเลที่มีอาหารธรรมชาติและมีน้ำให้ผึ้งอย่างสมบูรณ์เพียงพอตลอดปี ผึ้งรังหนึ่งควรมีเนื้อที่หากินไม่น้อยกว่า 4-5 ไร่ ทั้งนี้แล้วแต่คุณภาพและชนิดของต้นไม้ ดอกไม้ในบริเวณใกล้เคียงด้วย บริเวณที่ควรเลี้ยงผึ้งได้แก่ ป่าตาล สวนมะพร้าว หรือสวนผลไม้ สวนดอกไม้ใหญ่ๆ หรือตามป่าไม้ที่มีดอกไม้มากมาย เช่น ป่าแสม ป่าโกงกาง เป็นต้น

พื้นที่ดินบริเวณที่ตั้งหีบเลี้ยง ต้องเลือกที่เป็นเนินหรือที่สูงๆ ซึ่งน้ำไม่ขัง และมีแสงแดดส่องได้ถึง แต่ควรมีร่มเงาจากต้นไม้ มีต้นไม้บังลมและตั้งหีบ

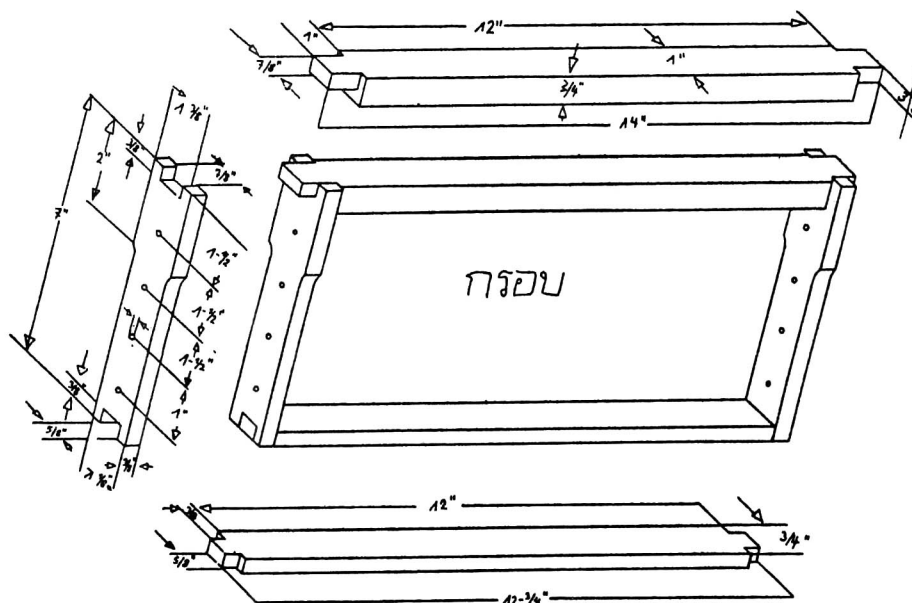
ไว้ไกลบริเวณที่มีผู้คนเดินผ่านไปมา และไม่ควรเคลื่อนย้ายหีบไปยังแหล่งอื่นบ่อยๆ เพราะผึ้งอาจจะหลงทิศทางได้

การเก็บน้ำผึ้ง

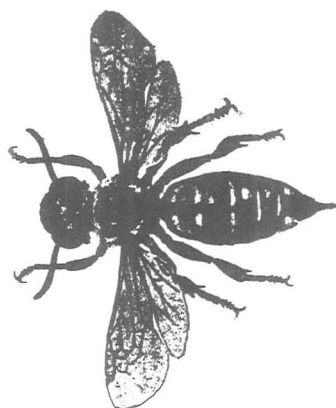
หลังจากนำผึ้งเข้าเลี้ยงในหีบแล้ว ประมาณ 1-3 เดือน ก็จะมีน้ำผึ้งมากพอเก็บได้ เลือกคอนที่มีน้ำผึ้งสมบูรณ์นำมาใส่ตะแกรงลวดหรือกระชอนที่เตรียมไว้ไปวางบนปากภาชนะสำหรับรองรับน้ำผึ้ง แล้วใช้มีดคมๆ ปาดฝาหลอดรัง วางปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำผึ้งไหลออกมาเอง วิธีนี้จะได้น้ำผึ้งบริสุทธิ์แต่เสียเวลาพอสมควร

สำหรับ ผู้ที่เลี้ยง ผึ้ง เป็น

อุตสาหกรรมนั้น มักนิยมคั้นน้ำผึ้งโดยใช้เครื่องสลัดน้ำผึ้ง ซึ่งมีขายอยู่ในประเทศไทย แต่ราคาค่อนข้างแพงสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งเป็นอาชีพเสริมนั้น การลงทุนซื้อเครื่องสลัดน้ำผึ้งในราคาแพงๆ จะไม่คุ้มประโยชน์ ดังนั้นนักวิชาการแห่งงานวิจัยผึ้ง กองกัญและสัตววิทยา ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จึงได้ดัดแปลงเครื่องสลัดน้ำผึ้งโพรงของประเทศมาเลเซีย โดยได้ทดลองสร้างและใช้งานในประเทศไทยเป็นผลสำเร็จเป็นเครื่องแรก ด้วยราคาที่ถูกลงกว่าของต้นแบบถึง 4 เท่า ตัวเครื่องสลัดน้ำผึ้งแบบที่ได้ดัดแปลงมานี้สามารถใช้สลัดน้ำผึ้งได้ ทั้งจากผึ้งพันธุ์และผึ้งโพรง

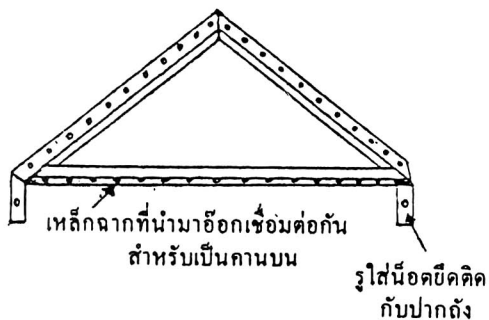


หีบเลี้ยงผึ้งโพรง

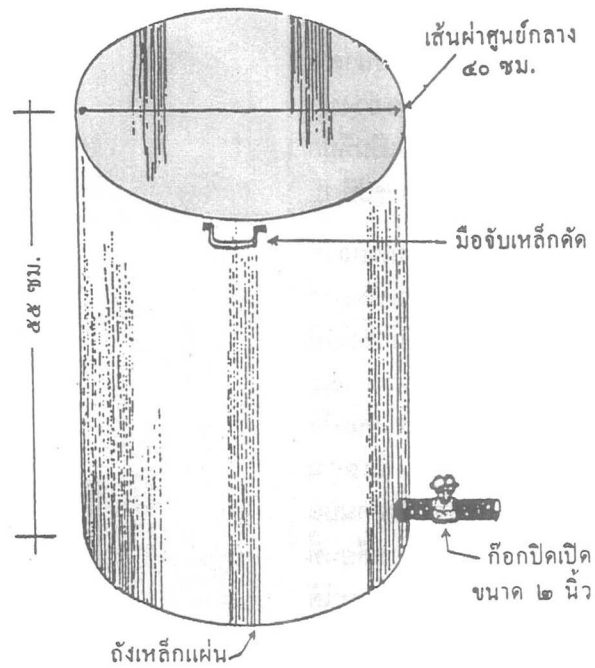


วัสดุและอุปกรณ์

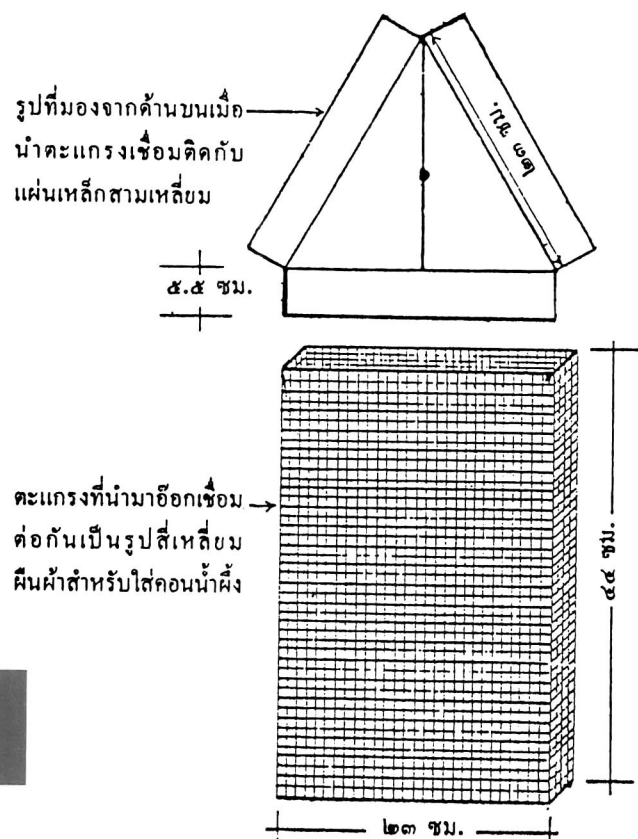
1. ถังเหล็ก (ถังใส่ของมาจากต่างประเทศ) สูง 55 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม.
2. ลวดตาข่าย 1 1/2 เมตร (ตาข่ายเหล็ก 1x1 นิ้ว)
3. สว่านมือหมุน (เจาะเหล็ก)
4. แท่งเหล็กสำหรับทำแกน ขนาดยาว 55 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางใช้ขนาดของดอกสว่านที่ใหญ่ที่สุด
5. แผ่นเหล็กสามเหลี่ยม
6. เหล็กฉาก 1.5 เมตร
7. เหล็กตัดสำหรับทำมือจับ
8. น็อตขนาดต่าง ๆ
9. ก๊อปปิดเปิด ขนาด 2 นิ้ว
10. แหวนปลอกชนิดหนา ขนาด 1 1/2 นิ้ว



รูปที่ 3 การเชื่อมเหล็กฉากให้เป็นรูปสามเหลี่ยม มีขนาดครอบคลุมปากถังเหล็กได้พอดี



รูปที่ 1 ถังเหล็กที่เชื่อมก๊อปปิดและมือจับแล้ว



รูปที่ 2 การเชื่อมประกอบแผ่นตะแกรงกับแผ่นเหล็กสามเหลี่ยม

วิธีทำ

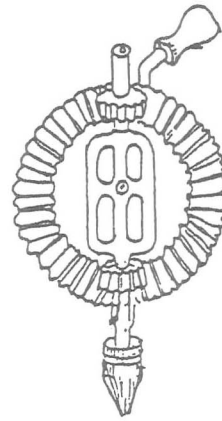
1. นำถังมาเจาะด้านก้นถังเพื่อใส่ก๊อกเปิดปิดได้ แล้วเชื่อมก๊อกขนาด 2 นิ้วติดให้แน่น นำเหล็กตัวอย่างมาเชื่อมติดที่ปากถังสำหรับทำเป็นที่ยกเวลาเคลื่อนย้ายจะได้สะดวก (รูปที่ 1)

2. นำแผ่นตะแกรงซึ่งทำด้วยลวดตาข่าย มาเชื่อมติดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสำหรับใส่คอนน้ำผึ้งให้มีความหนา 5.5 ซม. กว้าง 23 ซม. และสูง 44 ซม. จำนวน 3 แผ่น จากนั้นจึงนำไปเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กสามเหลี่ยมทั้ง 3 ด้าน โดยเชื่อมทั้งด้านบนและด้านล่าง แผ่นเหล็กสามเหลี่ยมที่นำมาควรเจาะรูไว้ก่อนเพื่อจะได้สะดวกในการที่จะสอดแกนและเชื่อมติดภายหลัง (รูปที่ 2)

3. นำเหล็กฉากมาเชื่อมติดกันเป็นสามเหลี่ยมให้มีขนาดความกว้างพอที่จะครอบลงบนปากถังได้พอดี จากนั้นจึงนำเหล็กฉากมาเชื่อมติดเข้ากับมุมของเหล็กฉากสามเหลี่ยมทั้ง 2 ด้าน เพื่อจะเอาไว้ใส่น็อตยึดติดกับปากถัง (รูปที่ 4)

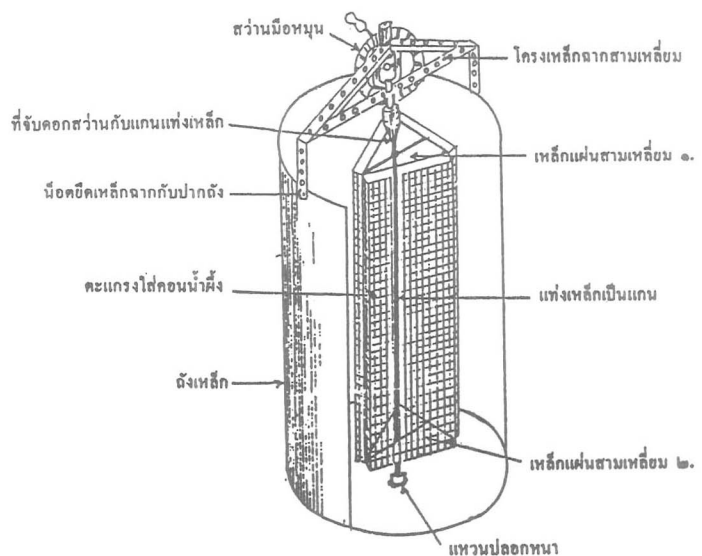
4. นำส่วานหมุนมาเชื่อมติดกับเหล็กฉากที่ทำไว้เป็นสามเหลี่ยมโดยให้ด้านบนของส่วานเชื่อมติดกับมุมของสามเหลี่ยมด้านบน ส่วนด้านล่างให้สอดแกนของส่วานเข้ากับคานของเหล็กฉากสามเหลี่ยม โดยให้ที่จับดอกส่วานอยู่ได้คาน แล้วเชื่อมแกนส่วานให้ติดกับคาน

5. เอาแท่งเหล็กขนาดยาว 55 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางให้มีขนาดใหญ่ที่สุดที่จะเข้ากับที่จับดอกส่วานได้เพื่อความแข็งแรงสอดกับแผ่นสามเหลี่ยมที่ยึดติดกับตะแกรง สำหรับเป็นแกนโดยให้ยื่นออกไปด้านล่างประมาณ 1 นิ้ว เพื่อสอดเข้ากับแหวนปลอกหนาที่เชื่อมติดไว้กันถังกันไม่ให้ตะแกรงแกว่งเวลาหมุน แล้วเชื่อมแท่งเหล็กให้ติดกับเหล็กสามเหลี่ยมที่ยึดตะแกรง



รูปที่ 4 ส่วานมือหมุน

6. ขั้นตอนในการประกอบเข้าด้วยกัน โดยเอาแท่งที่ทำเป็นแกนด้านบนมาใส่เข้ากับที่จับดอกส่วานและหมุนบีบให้แน่น แล้วนำไปใส่ในถัง โดยให้แกนด้านล่างมาสวมลงในแหวนปลอกหนาที่เชื่อมติดกับก้นถัง นำน็อตมาใส่ยึดระหว่างเหล็กฉากสามเหลี่ยมกับปากถังให้แน่น



รูปที่ 5 ถังสลัดน้ำผึ้งที่ประกอบเสร็จแล้ว

วิธีใช้เครื่องสลัดน้ำผึ้งนี้คือใช้วิธียกทั้งคอนออกมาจากหีบเลี้ยง แล้วนำมาใส่ในตะแกรงของเครื่องเมื่อเครื่องทำงาน น้ำผึ้งในคอนจะถูกแรงเหวี่ยงและไหลออกมาสู่กันถึง เมื่อต้องการจะนำน้ำผึ้งไปใช้จึงเปิดก๊อกบรรจุลงภาชนะที่ได้รับการนึ่งฆ่าเชื้อโรคแล้ว ส่วนคอนที่คั้นน้ำผึ้งออกแล้วนั้น เกษตรกรสามารถนำกลับไปไว้ในหีบเลี้ยงได้อีก

ผู้สนใจขอทราบรายละเอียดวิธีสร้างเครื่องสลัดน้ำผึ้ง โปรดติดต่อคุณเสนอ บุรณภวรงค์ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จตุจักร

กทม. 10900 สำหรับเกษตรกรเจ้าของสวนผลไม้หรือผู้สนใจอื่นๆ ที่ยังไม่เคยเลี้ยงผึ้ง และต้องการจะลองเลี้ยงผึ้งเป็นอาชีพเสริม สามารถติดต่อขอคำแนะนำในการเลี้ยงผึ้งได้จากเจ้าหน้าที่ของศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้ง กรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งศูนย์เหล่านี้ตั้งอยู่ในภูมิภาคต่างๆ 5 แห่งด้วยกัน ได้แก่

1. ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่
2. ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก
3. ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 3 จังหวัดขอนแก่น

ที่ 3 จังหวัดขอนแก่น

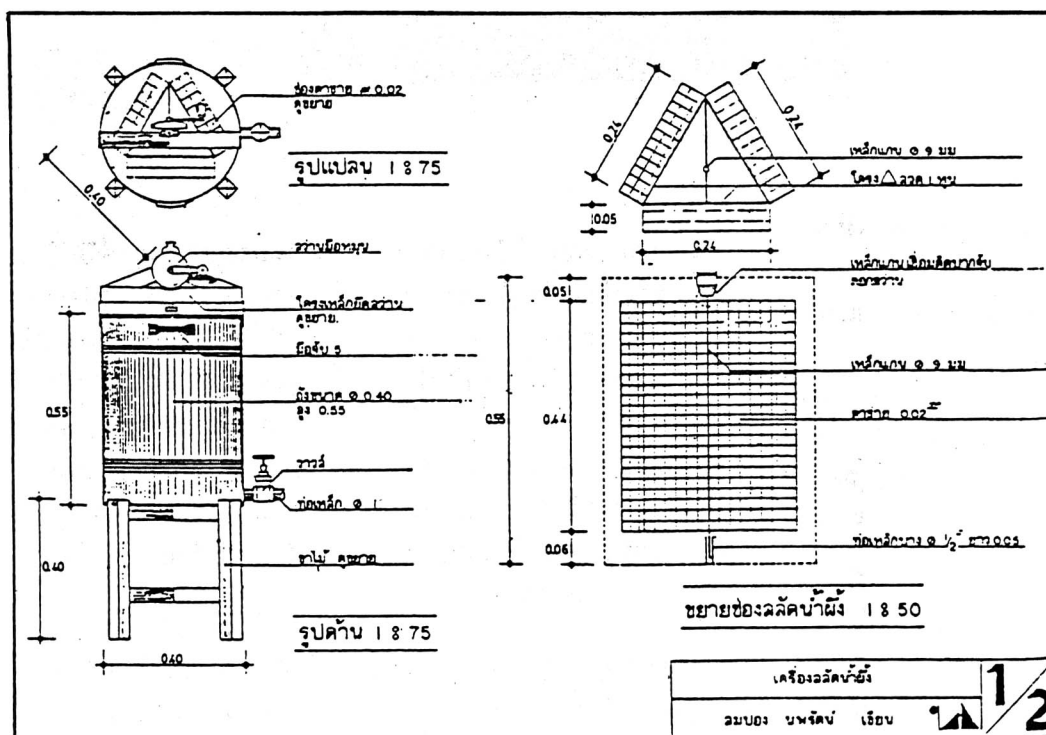
4. ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 4 จังหวัดจันทบุรี

5. ศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งที่ 5 จังหวัดชุมพร

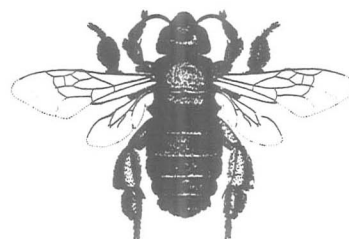
นอกเหนือจากศูนย์อนุรักษ์และขยายพันธุ์ผึ้งทั้ง 5 แห่งดังกล่าวแล้วเจ้าหน้าที่จากหน่วยป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และเจ้าหน้าที่จากกรมส่งเสริมการเกษตรที่ประจำอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ก็สามารถให้คำแนะนำในการเลี้ยงผึ้งแก่ท่านได้

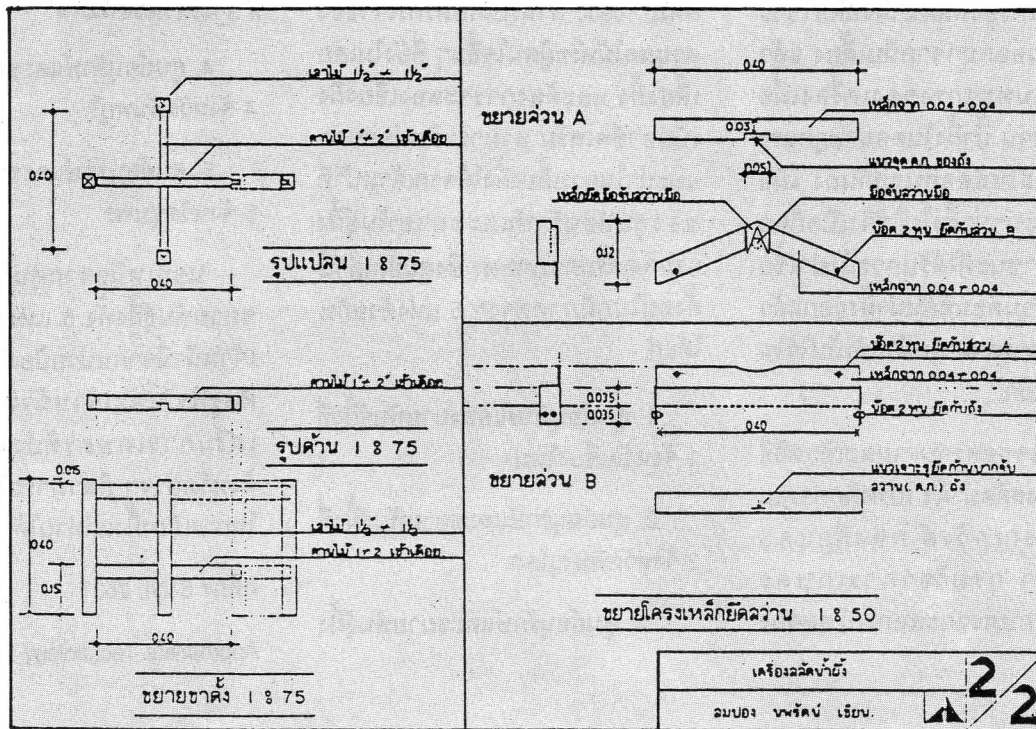
กสิกร 61(3), 2531

Appropriate Technology 20(4), 1994



รูปที่ 6 รายละเอียดของเครื่องสลัดน้ำผึ้ง





รูปที่ 6 (ต่อ) รายละเอียดของเครื่องสลัดน้ำผึ้ง

การทำวุ้นสวรรค์

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งผลผลิตทางเกษตร ออกไปขายยังต่างประเทศมากมาย เนื้อมะพร้าวอบแห้ง และกะทิสำเร็จรูปก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไทยส่งไปขายทำเงินตราเข้าประเทศมาช้านานแล้ว แต่ก่อนนั้น น้ำมะพร้าวแก่จะถูกทิ้งเสียเปล่า ถึงปีละมากกว่า 3 พันล้านลิตร ทำให้เกิดภาวะแวดล้อมเป็นพิษ ต่อมาได้มีผู้นำน้ำมะพร้าวแก่มาผลิตน้ำส้มสายชูหมักหรือใช้ดองผักในบางประเทศ เช่น อินเดีย ได้ผลิตน้ำมะพร้าวแก่บรรจุขวดออกจำหน่ายเป็นอุตสาหกรรม และในประเทศฟิลิปปินส์ได้มีรายงานว่าใช้น้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมของเครื่องดื่มเพื่อช่วย บำบัดอาการท้องร่วงเช่นเดียวกับการใช้น้ำเกลือใช้อาบน้ำคนไข้ที่เป็นหัด อีสุกอีใส หรือฝีดาษเพื่อ

บรรเทาอาการคัน ใช้น้ำมะพร้าวแก่เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ และการเกษตร เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีส่วนผสมของสารต่างๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และแร่ธาตุอื่นๆ ซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของพืช และจุลินทรีย์ได้ดี

วุ้นสวรรค์หรือวุ้นมะพร้าว (Nata de coco) เป็นชื่อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นอาหารหวานทำจากน้ำมะพร้าวแก่ที่ชาวฟิลิปปินส์ได้คิดค้นขึ้นมานานแล้ว แต่ยังเป็นของใหม่สำหรับประเทศไทย มีลักษณะเป็นก้อนหรือแผ่นหนาคัลลายวุ้น มีผิวเรียบเป็นเงา เนื้อแน่นเหนียวคล้ายลูกตาล นำมาประกอบอาหารคาวหวานได้หลายชนิด ได้แก่

วุ้นลอยแก้ว เยลลี่วุ้น วุ้นกรอบ ยำแกงและผัดเผ็ด นอกจากน้ำมะพร้าวแก่ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตวุ้นสวรรค์แล้ว ยังจะต้องใช้หัวเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ชื่อ *Acetobacter acet* sup. sp. *xylinum* เติมน้ำมะพร้าวเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา จับตัวเป็นวุ้นอีกด้วย

ปัจจุบันนี้ หน่วยบริการเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) มีหัวเชื้อวุ้นสวรรค์จำหน่าย ตลอดจนให้บริการปรึกษาแนะนำผู้ที่มิหวังดีคือ น้ำมะพร้าวเหลือทิ้ง และประสงค์จะทำรายได้เสริมให้แก่ครอบครัว ปัจจุบันหลายจังหวัด เช่น สมุทรสงคราม และลพบุรี ได้มีการผลิตวุ้นสวรรค์ออกจำหน่ายเป็นการค้าแล้ว

แต่ก็ยังมีปริมาณไม่เพียงพอกับความ ต้องการของตลาด

ถึงแม้ว่าการผลิตวันสวรรคจะมี กรรมวิธีการผลิตง่าย ๆ ไม่ต้องลงทุน สูงและสามารถทำได้ในระดับชาวบ้าน แต่ก็ยังมีปัจจัยอีกมากมายที่ต้อง คำนึงถึงในการผลิตวันสวรรคให้ได้ คุณภาพดีตามความต้องการของ ตลาด สิ่งที่สำคัญหัวเชื้อต้องมี คุณภาพดีคือบริสุทธิ์ การเติมสารเคมี บางอย่างลงในสูตร เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียม ฟอสเฟต จะช่วยเสริมคุณภาพของวัน ให้ดีขึ้น ทั้งนี้แล้วแต่ศิลปะของผู้ผลิต แต่ละคนที่จะแปรสูตรอาหารเพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ วัน คุณภาพดีหมายถึงวันที่มีลักษณะหนา ขาวใส เหนียว และไม่ยืด อยากรู้วิธีดี ปัญหาที่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง ในการผลิตวันคือ การแปรปรวนของ ผลผลิตที่บางครั้งได้วันหนา บางครั้ง ได้วันบาง แม้จะพยายามควบคุม ปัจจัยทุกอย่างให้เหมือนเดิมก็ตาม ทั้งนี้สาเหตุที่สันนิษฐานข้อหนึ่งก็คือการ กลายพันธุ์ของหัวเชื้อ เมื่อใช้หัวเชื้อ ติดต่อกันไปนานๆ จะพบว่าวันที่ผลิต ได้มีลักษณะบางลงหรือคุณภาพไม่ดี ซึ่งหน่วยบริการเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์ วท. ได้แนะนำให้ผู้ใช้นำเชื้อที่มาจากบริการ ไปขยายที่เดียวหลายๆ หลอด เพื่อให้ เป็นหัวเชื้อรุ่นเดียวกัน เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงวันไม่ได้ คุณภาพตามต้องการให้นำหัวเชื้อที่ ขยายไว้มาใช้แทนหัวเชื้อเก่า ปรากฏ ว่าได้ผลดี ในการรักษาคุณภาพของ วันในแง่ของหัวเชื้อ



ขั้นตอนการผลิตวันสวรรค

1. ต้มน้ำมะพร้าวในภาชนะที่หนึ่ง ฆ่าเชื้อแล้ว 100 ลิตร เติมน้ำตาลทราย 5 กก. และกรดน้ำส้ม 1 ลิตร
 2. เทน้ำมะพร้าวที่ต้มแล้ว ใส่ ภาชนะที่หนึ่งฆ่าเชื้อ และเชยหัวเชื้อวัน น้ำมะพร้าวที่ขยายแล้วลงไป 5 ลิตร
 3. ปิดภาชนะให้แน่นทิ้งไว้นาน 10-15 วัน
 4. ได้วันดิบรสเปรี้ยวหนา ประมาณ 1-1.5 ซม. นำมาล้างน้ำฟอก สีให้สะอาด
 5. หั่นวันดิบเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาด 1 ซม. และล้างอีกครั้ง
 6. นำวันดิบที่หั่นแล้วไปเชื่อมกับ น้ำตาล
 7. ึ่งฆ่าเชื้อขวดหรือภาชนะที่จะ ใช้บรรจุวันที่หั่นแล้ว
 8. บรรจุเนื้อวันลงในขวดหรือ ภาชนะที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เวลาบรรจุ ต้องล้างมือให้สะอาด และใช้น้ำยาฆ่า เชื้อโรคเช็ดมือด้วย
 9. ปิดฝาขวดหรือภาชนะแล้วนำไป ึ่งในหม้อนึ่งอีกด้วย
 10. ยกออกปิดฉลากข้างขวด นำ ส่งออกจำหน่ายได้เลย
- น้ำส่วนที่เหลือจากการผลิตวัน สวรรค เมื่อนำไปกรองแล้วต้มน้ำฆ่าเชื้อ จะได้ น้ำส้มสายชูหมักไว้จำหน่ายหรือ ใช้รับประทานต่อไป

หัวเชื้อวันสวรรคที่หน่วยบริการ เชื้อจุลินทรีย์ วท. มีจำหน่ายนี้เป็นหัว เชื้อวันสวรรคแยกได้จากผลไม้ต่างๆ เช่นสับปะรด องุ่น มะม่วง ฝรั่ง และ มะละกอ และจากดอกไม้ เหล้าไวน์ น้ำมะพร้าว และจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากศูนย์เก็บจุลินทรีย์ในประเทศ ฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย นำเชื้อที่ได้ มาทำให้บริสุทธิ์และเก็บรักษาไว้แบบ ถาวร (lyophilization) ซึ่งเป็นวิธีการเก็บ รักษาเชื้อตามมาตรฐานสากล ที่เชื้อ จะสามารถรอดชีวิตอยู่ได้นานหลายปี โดยมีโอกาสกลายพันธุ์น้อยมาก และ สามารถนำมาใช้บริการได้เมื่อมีผู้ต้อง การ

ในปีที่ผ่านมาหน่วยบริการเชื้อ จุลินทรีย์ วท. ได้ให้บริการหัววัน สวรรค ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำ แก่ผู้มารับบริการ ซึ่งมีทั้งนักศึกษา นัก วิจัย นักธุรกิจ และประชาชนทั่วไป จำนวนทั้งสิ้นกว่า 500 ราย ซึ่งเป็น จำนวนเกือบ 60% ของผู้มารับบริการ ทั้งหมด เนื่องจาก วท. เป็นหน่วยงาน แห่งเดียวในประเทศไทยที่ให้บริการ ด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ ประกอบกับวิธี การที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็นไปตาม มาตรฐานสากล จึงทำให้ผู้มาขอรับ บริการเกิดความมั่นใจและเชื่อถือที่จะ ได้สายพันธุ์แท้ที่บริสุทธิ์ไปใช้ใน งานวิจัย หรือธุรกิจดังกล่าว อย่างไรก็ตาม งานวิจัยการคัดเลือกสายพันธุ์สำหรับ นำไปเป็น หัวเชื้อวันสวรรคยังคง ดำเนิน อยู่ตลอดเวลา ในระดับห้อง ปฏิบัติการ

ผู้ที่สนใจจะขอรับบริการหัวเชื้อวัน สวรรค โปรดติดต่อหน่วยบริการเชื้อ พันธุ์จุลินทรีย์ วท. โทร. 57991121-30 ต่อ 2203



.....
Graphicdesign

Copies

Color Copies

Fliers

Letterhead

Brochures

Business Cards

Color Poster

Facilities Management

alpha graphics®

ศูนย์บริการงานพิมพ์ครบวงจร

AlphaGraphics เป็นศูนย์บริการ

ผลิตเอกสารสิ่งพิมพ์ที่ทันสมัยครบวงจร

ด้วยบริการที่หลากหลาย อาทิเช่น การทำ

สำเนาเอกสาร การออกแบบ การวางรูป

แบบสิ่งพิมพ์ ตลอดจนขั้นตอนการพิมพ์

และการจัดทำเข้าเล่มด้วยรูปแบบสิ่งพิมพ์อัน

ทันสมัย ซึ่งทำให้เลือกมาภายในการผลิต ไม่ว่า

จะเป็นการจัดทำหนังสือจุลสาร คู่มือการใช้สินค้า

เอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์ หัวจดหมาย ตราบริษัท

แบบฟอร์มธุรกิจ แผ่นพับ แผ่นใส ใบปลิว นามบัตร บัตรเชิญ และ

อื่นๆอีกทั้งการบริการเข้าเล่มด้วยวิธีต่างๆ และการจัดทำแฟ้มเอกสารตามจินตนาการ

การออกแบบของท่านเอง ฯลฯ

alpha graphics®

Printshops Of The Future

ศูนย์บริการลิเบอริตีส์แควร์ อาคารลิเบอริตีส์แควร์ ชั้น 1 287 ถนนสีลม เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500 โทร. 631-1570-2 แฟกซ์ 631-1574

บริษัท อัลฟ่ากราฟิกส์ จำกัด

7776 ถนนแจ้งวัฒนะ

ชั้น 19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

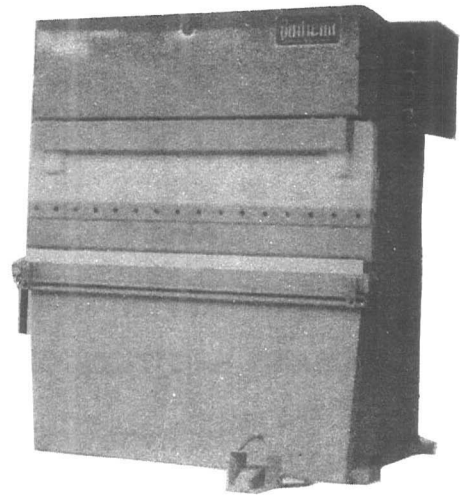
19 ถนนแจ้งวัฒนะ

19 ถนนแจ้งวัฒนะ

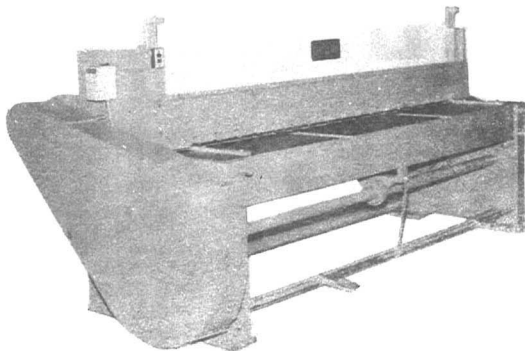


Chaichanakol Ltd.,Part.

ผู้นำด้านสินค้าโรงงานอุตสาหกรรม
เปรียบเทียบด้วยคุณภาพและบริการ



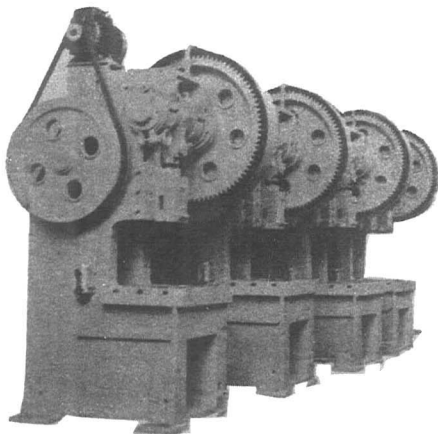
- เครื่องพับไฮดรอลิก (ขนาด 1600—5000 M.M.) กำลังอัด 30—500 ตัน Hydraulic Press Brake (Capacity 1600—5000 M.M. 30—500 TON)



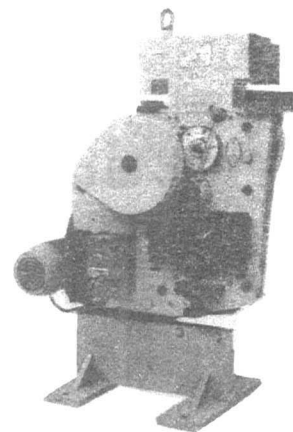
- เครื่องตัดไฮดรอลิก (ขนาด 6×2500—12×4000 M.M.) Hydraulic SHEARING MACHINE (Capacity 6 × 2500-12 × 4000 M.M.)



- เครื่องตัดเหล็กแผ่นซิลิกอน (ขนาดความยาว 42 นิ้ว 1060 M.M.) Silicon Shearing Machine (Capacity 42 inch 1060 M.M.)



- เครื่องปั๊มข้อเสื่อ (Mechanical Press) กำลังอัด 10—150 ตัน Mechanical Press Capacity 10-150 TON



- เครื่องตัดเหล็กสารพัด (ตัดบากฉาก, ตัดเหล็กฉาก, เหล็กกลม, เหล็กแบน, เหล็กเส้น) Combined Punching and Shearing Machine Technical Parameter



ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชัยชนะกุล
Chaichanakol Ltd.,Part.

211/1 สุขสวัสดิ์ 48 ราษฎร์บูรณะ กรุงเทพฯ 10140 โทร.427-6041, 428-5868-9, 01-9163818 แฟกซ์. 662-4276392
211/1 Suksawad 48 Rd., Rajburana Bangkok 10140 Thailand Tel. 427-6041, 427-6392, 01-9163818 Fax: 662-4276392

ขอแสดงความยินดี
เนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปี สถาปนา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ด้วยความปรารถนาดี

จาก

โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง



บริษัท วี เอส เอ็นจิเนียริง จำกัด

V. S. ENGINEERING CO., LTD.

282/316-318 ถนนจรัลสนิทวงศ์ บางอ้อ บางพลัด กทม. 10700

282/316-318 Charunsanitwong Road, Bangkok, Thailand.

CABLE : VESEN BANGKOK.

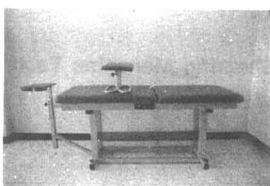
☎ 435-7659 FAX 435-7659

ผลิต และ จำหน่ายเครื่องมือและอุปกรณ์กายภาพบำบัด



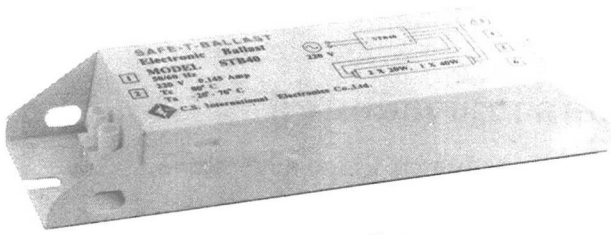
เครื่องเสริมสร้างสมรรถภาพทางร่างกาย (สี่สถานี)

EXERCISE UNITS



เตียงปฏิบัติทางกายภาพบำบัด (ชนิดสามท่อน)

TREATMENT TABLE



**ประหยัด
ค่าไฟ
เกือบ
ครึ่ง
ต่อ
ชั่วโมง**



หาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าชั้นนำทั่วประเทศ

SAFE-T-BALLAST

ประหยัดค่าไฟเกือบครึ่งต่อครึ่ง

เซฟ-ที-บาลาสต์

เซฟ-ที-บาลาสต์ หนึ่งในเทคโนโลยีล้ำทศวรรษจาก เซฟ-ที-คัท คือ **Electronic Ballast** ที่ใช้แทนบาลาสต์ธรรมดาทั่วไป แต่มีคุณสมบัติพิเศษที่ช่วยคุณประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าได้มากกว่าถึง 50% เพราะใช้กระแสไฟเพียง 200-220 มิลลิแอมป์เท่านั้น ในขณะที่บาลาสต์ธรรมดากินไฟถึง 380-430 มิลลิแอมป์ขึ้นไป คุณจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ คงละ 300 กว่าบาทต่อปี และถ้าคุณใช้ไฟ 1,000 คว. คุณจะประหยัดไฟได้ถึง 300,000 บาทต่อปี



ผู้ผลิตและจำหน่าย

บริษัท ซี.เอส. อินเตอร์เนชั่นแนล อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

1515 หมู่ 4 ซ. แขวงรุ่งเรืองฉาย อ. เทพารักษ์

จ. เทพารักษ์ อ. เมือง จ. สมุทรปราการ 10270

โทร. 758-1261-70 โทรสาร 384-3883



ผลิตภัณฑ์คุณภาพจาก SAFE-T-CUT

ขอแสดงความยินดี

เนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปี สถาปนา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

บริษัท กวางทองแมชชีนเมอริ จำกัด

46 ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน ซอย 13 แขวงบুদ্ধโล เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

โทร. 4380073, 4388787



เพื่อสภาวะแวดล้อมที่ดี

ป่าไม้...แหล่งรวมความสมดุลของธรรมชาติ
ร่วมมือกัน "ปลูกต้นไม้" ให้ร่มเงา

รักษาความสมดุลของธรรมชาติ..ให้ดำรงอยู่ต่อไป
ด้วยความปรารถนาดีจาก
บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด



สำนักงานราชดำเนิน TEL. 224-0034 FAX. 224-1867
สำนักงานบางนา TEL. 393-1121-4 FAX. 398-1763

แนวใจ



(สรุปรังพิเศษ 35 ดีกรี)

สุราไทย เพื่อคนไทย



ปลูกจิตสำนึก แห่งความเป็นไทย จงช่วยกันอนุรักษ์ วัฒนธรรมไทย



การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย

ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพฯ 10210

โทรศัพท์ 5351111

โทรสาร 5315559

Vibhavadi Rangsit Road

Bangkok 10210, Thailand

Tel. 5351111 Fax. 5315559

ขอแสดงความยินดี
เนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปี สถาปนา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

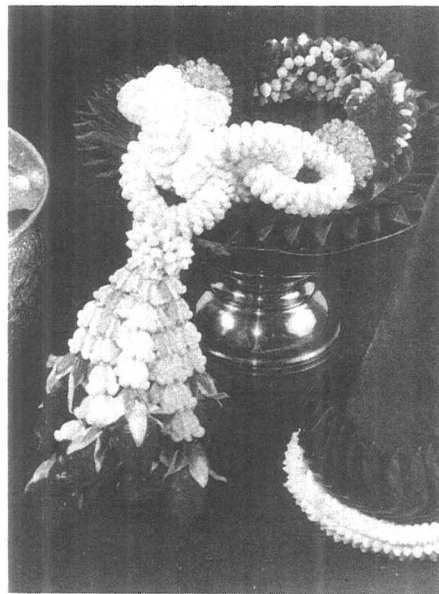
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

กองพัฒนาบ่อบาดาล
26 ถนนงามวงศ์วาน ซอยคุณหญิงพหล
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
โทร. 579-0571

ขอแสดงความยินดีเนื่องในโอกาส ครบรอบ 32 ปีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



กลุ่มบริษัททีพีไอ

บริษัทของคนไทย ดำเนินการโดยคนไทย ผูกพันกับชีวิตคนไทย
ด้วยความรับผิดชอบ เพื่อศักดิ์ศรี ของคนไทยและประเทศไทย

บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน) ~ บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) ~ บริษัท ทีพีไอ คอนกรีต จำกัด ~ บริษัท อุตสาหกรรมโพลีเอทิลีนไทย จำกัด
บริษัท ไทย เอ บี เอส จำกัด ~ บริษัท คาโปรแลคต์มไทย จำกัด (มหาชน) ~ บริษัท ทีพีไอ โพลีอะครีเลต จำกัด ~ บริษัท ทีพีไอ โพลีอล จำกัด ~ บริษัท อูเด็ค (ประเทศไทย) จำกัด
บริษัท น้ำมัน ทีพีไอ จำกัด



สุขภาพดี รอยยิ้มสดใส คือความภูมิใจของเรา

Uริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด ภูมิใจที่
ได้เห็นทุกคนมีรอยยิ้มสดใส ซึ่งสะท้อนถึง
สุขภาพที่สมบูรณ์ และความประทับใจในคุณภาพ
ของทุกผลิตภัณฑ์ ที่เรามุ่งพัฒนาเพื่อจะได้เห็น
ทุกคนมีสุขภาพดี และรอยยิ้มสดใส...ตลอดไป



บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด

สำนักงานใหญ่: อาคารเคียนทงวน 2 (ชั้น 16, 20) 140/1 ถนนวิภาวดี กรุงเทพฯ 10330 โทร. 255-9040-51 แฟกซ์: 2559053 ฝ่ายขาย: โทร. 255-9054-65 แฟกซ์: 2559066
โรงงาน: 39 ถนนสุขุมวิท อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 โทร. 394-2061-65 แฟกซ์: 3845288

ปุ๋ยไข่มุก

ตราเรือใบไวคิง

ใช้น้อย งามทน ผลดก



มีหลายสูตรให้เลือก

15-0-0	+27.5 CaO+0.2B	46-0-0	
20-20-0	+2.1 MgO+7.9 CaO	26-14-0	+0.36 MgO+4.7 CaO
25-7-7	+1.2 MgO+4.3 CaO	16-11-14	+2.3 MgO+6.1 CaO
21-7-14	+0.88 MgO+3.31 CaO	13-13-21	+0.2 MgO+6.6 CaO
15-15-15	+1.2 MgO+5.0CaO	16-16-16	+0.2 MgO+4.5 CaO
6-18-24(S)	+3.6 MgO+1.5 CaO+0.05 B	14-9-20(S)	+0.9 MgO+3.4 CaO (ซัลเฟต)
14-14-21	+0.1 MgO+3.6 CaO	14-9-20	+0.9 MgO+3.4 CaO

ปุ๋ยไข่มุกตราเรือใบไวคิงที่แท้

จะต้องมีคิลีฟและสายรัดกันการปลอมแปลงภายในถุงปุ๋ยทุกใบ

ผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย

บริษัท โรจน์กสิกิจเฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด

630/32-34 ถนนพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทร. 434-0080-9

Felicitations on your Grand Opening



THE BUILDING FACILITIES SYSTEM EXPERT

Just build—up your buildings, the rest...is totally our duty.

- "MITSUBISHI" Elevator & Escalator System
- "MITSUBISHI" Air Conditioning System
- Electrical System
- "CERBERUS" Fire Protection, Security System
- Plumbing, Sanitary & Fire Fighting System
- Waste Water Treatment System
- "ANDOVER" Building Automation System
- "MITEL" PABX Telephone System
- Telecommunication & Information System and office automation system
- "MITSUBISHI" Mr. Slim Air Condition
- "MITSUBISHI" Facsimile & Mobile Telephone "SLIMTEL"

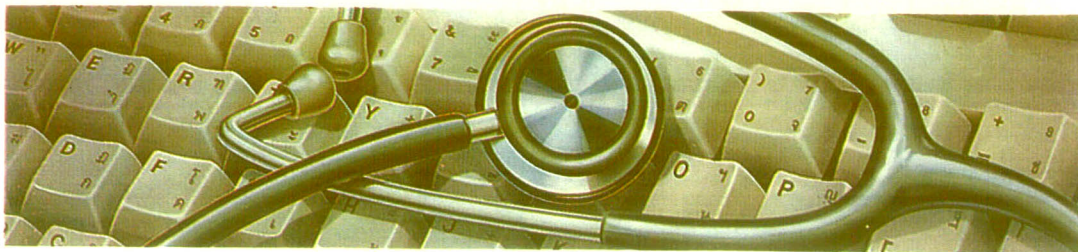
Creating the Best Engineering Services with Better Technology.



บริษัท วจักรอินเทอร์เนชันแนล จำกัด
Worachak International Co., Ltd.

Bangna Towers, B, 11th-15th Floor 2/3 Moo 14 Bangna-Trad Road KM. 6.5
Bangkaew, Bangplee, Samutprakam 10540 Thailand
Tel. (662) 312-0707, 312-0808 Fax. (662) 312-0800 Telex 72282 WICBKK TH

ทันสมัยด้านวิชาการ



เพียบพร้อมด้านบริการ



อาคารใหม่ 12 ชั้น ก้าวใหม่ของโรงพยาบาลธนบุรี

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



บริษัท **โรงพยาบาลธนบุรี** จำกัด
THE THONBURI HOSPITAL CO., LTD.

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

ผู้นำด้านเฟอร์นิเจอร์สำนักงาน



จากประสบการณ์ ความชำนาญ
และคุณภาพของสินค้า
เราจึงเป็นผู้นำ



STEEL FURNITURE



POLY-PROPYLENE CHAIR



THAI TAIYO CO., LTD.

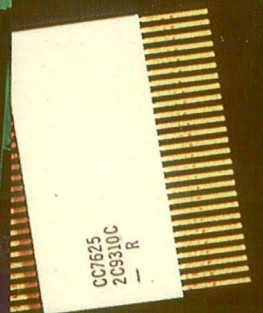
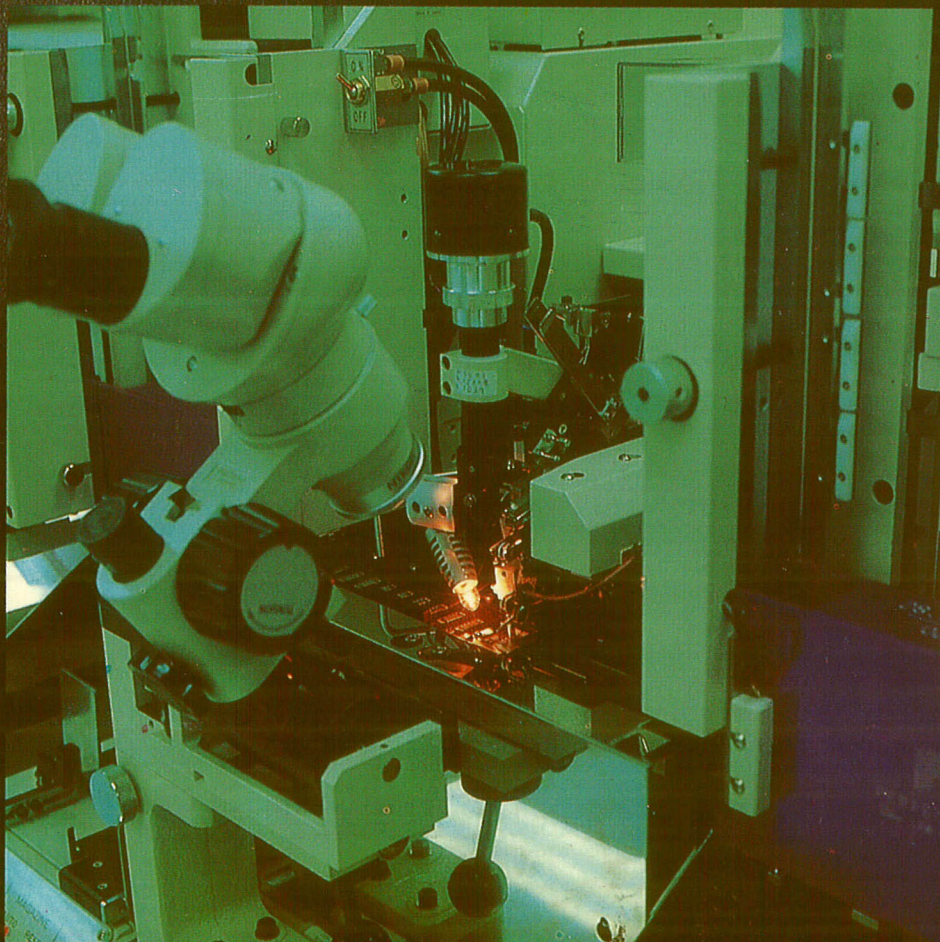
OFFICE : 73 / 12 RATCHADAPHISEK RD. LADYAO JATUJAK BANGKOK 10900 THAILAND TER : (02) 512-0044, 512-2146-52 FAX : 513-2004

FACTORY : 1 / 4 M.6 LUMLOOKGA RD. BUNGKUMPROY. LUMLOOKGA. PATHUMTHANI 12150 TEL : (02) 569-1381-4 FAX : 569-1385

From Corporate's Philosophy to Reality



Alphatec Electronics Public Company Limited is established to serve the assembly and test needs of the worldwide semiconductor industry. The company is fully committed to deliver this service with total customer satisfaction by meeting or exceeding customer's level of expectation in quality, on time delivery, customer service excellence and competitive pricing.



Alphatec Electronics Public Company Limited

17/2 Moo 18 Suwinthawong Road, Tambon Saladang, Amphur Bangnumprui, Chacherngsao,
Thailand 24000. Tel. (66-38) 593-223-5, 593-228, 514-711, 514-713 Fax. (66-38) 514-710