



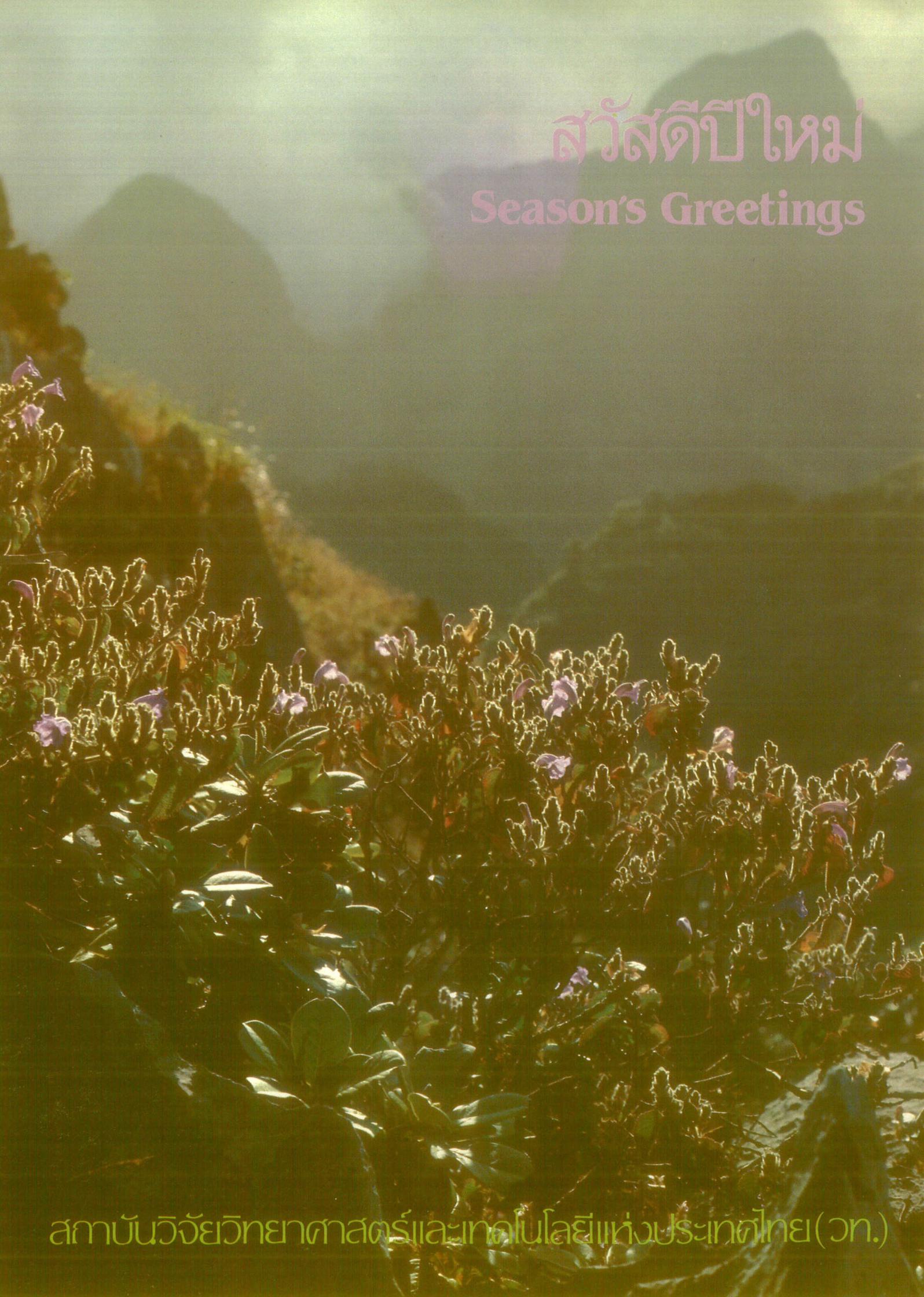
ISSN 0857-2380

ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2534

# วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

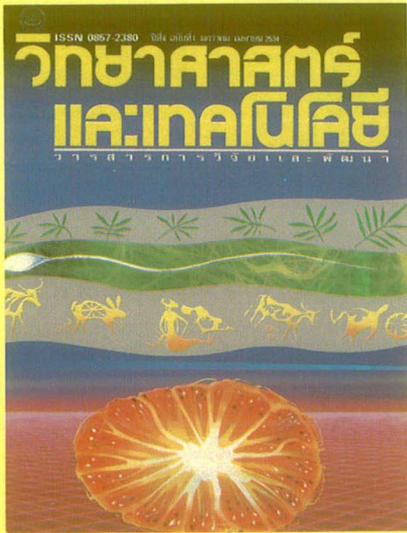


A scenic landscape with mountains in the background and a dense cluster of purple flowers in the foreground. The scene is bathed in a warm, golden light, suggesting a sunrise or sunset. The mountains are silhouetted against a hazy sky, and the flowers are in sharp focus, showing their intricate details.

สวัสดีปีใหม่  
Season's Greetings

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.)

# ส า ร บั ญ

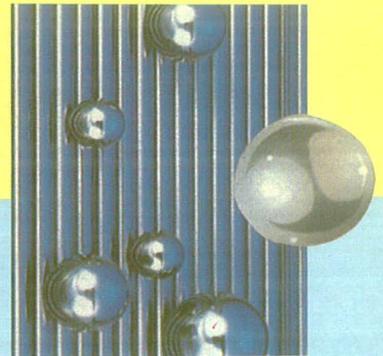
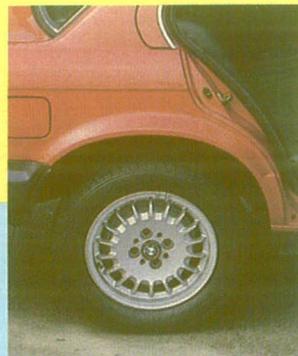


ภาพปกโดย  
ดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน

บทบรรณาธิการ	1
สารปีใหม่	3
ประสิทธิภาพการฆ่าอสุจิของสมุนไพรไทย	4
วัสดุเคลือบผิว	18
มลพิษจากไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล	21
การผลิตแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง	23
มุมมองธุรกิจเทคโนโลยี	36
เลี้ยงอิกัวนาไว้กินเอง	37
ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	39
การกำจัดของเสียและน้ำเสีย	43
ปลูกพืชต่อเนื่องผลผลิตลดลง	48
วท.บัณฑิต	51
สารสเตอรอยด์จากป่านศรนารายณ์	55
สิทธิบัตรกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	65
การผลิตน้ำมันทานตะวัน	69
การกักกรองนวัตศุของน้ำเสีย	82
ชนบทไทยในกระแสการพัฒนา	89
ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท	94



052308

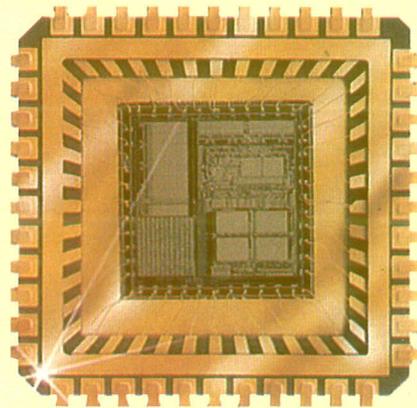


# T I S T R

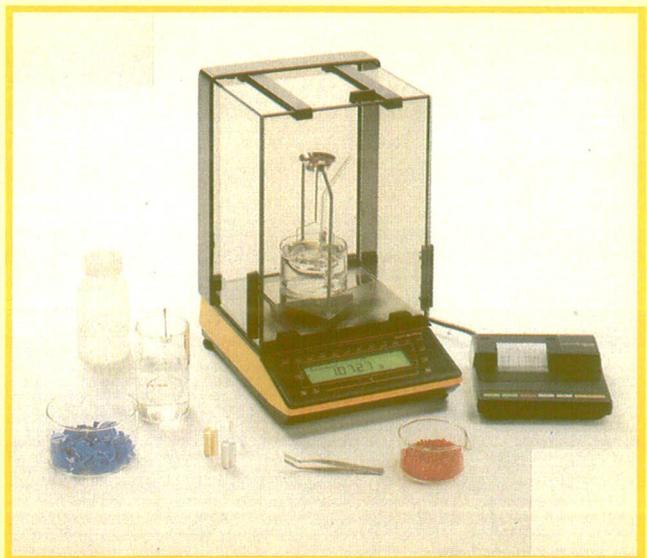
# Our "Firsts" Have Always Kept Us #1 In Weighing Technology.

The first ever  
analytical balance  
which moulds it-  
self to your re-  
quirements.

## MC1



**New Speed.**  
**New Display.**  
**New Economy.**  
**New Versatility.**  
**New Quality.**



cylindrical  
draft shield

variable  
opening

automatic  
opening and  
closing

moveable  
display and  
control module

## sartorius



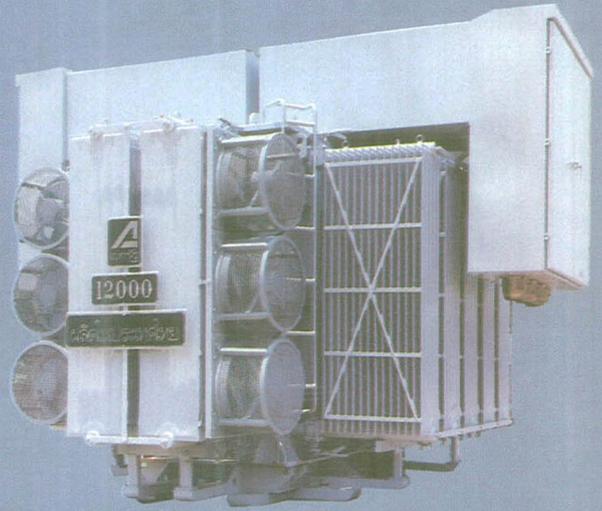
บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชัน จำกัด  
SCIENTIFIC PROMOTION CO.,LTD.

3813 Rama IV Rd. Prakanong Bangkok 10110  
Tel. 3926400, 3927603, 3927608, 3928668-9, 3919553-5  
Telex No. 21637 SPC TH FAX No. (6602) 3812677

# เอกรัฐ วิศวกรรม

ความเชื่อมั่น ในประสบการณ์กว่า 20 ปี ด้วยหลักวิชาการ  
ที่มีมาตรฐานขั้นสูง และบุคลากรที่มีความสามารถทุกแขนง ความ  
พร้อมของโรงงานและเครื่องจักรที่ทันสมัยทำให้ “หม้อแปลง  
ไฟฟ้าเอกรัฐ” คือ “หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีคุณภาพ และ  
อายุการใช้งานที่ยาวนาน ราคาที่ยุติธรรมตลอดถึง การ  
บริการที่ประทับใจ”

 มอก. 384-2525

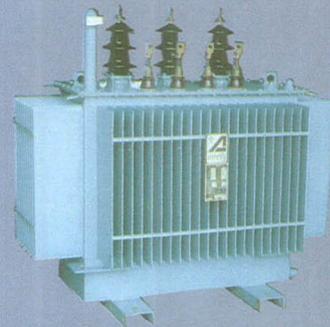


## • ฐ า ง วั ล ย อ ด เ ยี ย ม



- ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งแรกของประเทศไทย
- รางวัลผู้ผลิตสินค้าไทยดีเด่น ปี 2529 จากสมาคมนิยมไทย
- รางวัลผู้ผลิตสินค้าดีเด่นแห่งเอเชีย ปี 2530 ด้านหม้อแปลงไฟฟ้า (International Asia Award)
- รางวัลสินค้าคุณภาพไทยทำ ปี 2531 (Thai-made quality product-1988) จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- โรงงานผลิตสินค้าไทยดีเด่น ปี 2532 จากกระทรวงอุตสาหกรรม

**The New Technology :**  
**Hermetically Sealed Tank fully with oil**



**UNDER LICENCE OF STARKSTROM GERÄTEBAU CO., LTD.**  
**WEST GERMANY.**

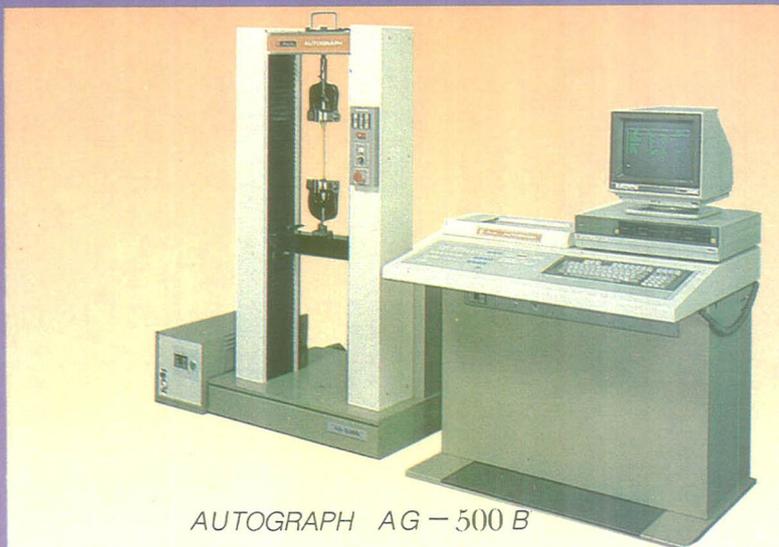
 บริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด  
**EKARAT ENGINEERING CO., LTD.**

สำนักงาน : 1068-1068/1 ซอยสุขุมวิท 101/1 (วชิรธรรมสาธิต) บางจาก พระโขนง กรุงเทพฯ 10260 โทรเลขย่อ : เอกรัฐไทย  
 โทรศัพท์ : 22474 EKARAT TH โทร. 3930437 (อัตโนมัติ 4 หมายเลข) 3960430 3986988-90 3991338-40  
 โทรสาร : 662-398-2903  
 Office: 1068-1068/1 Sukhumvit 101/1 (Soi Wachiratamasathit) Bangjak, Phrakonong, Bangkok 10260 Cable: Ekaratthai  
 Telex: 22474 Ekarat Th Tel. 3930437, (Automatic 4 Lines) 3960430 3986988-90 3991338-40  
 Fax: 662-398-2903



WE HAVE FULL LINES OF ANALYTICAL, RESEARCH INSTRUMENTS AND MATERIAL TESTING MACHINES.

- SPECTROPHOTOMETERS UV/VIS, IR, AA, FTIR
- EMISSION SPECTROMETERS
- INDUCTIVELY COUPLE PLASMA SPECTROMETERS
- CHROMATOGRAPHS GC/HPLC/TLC/GPC/GCMS
- ELECTRON PROBE MICRO ANALYZER
- THERMAL ANALYZERS
- X-RAY SPECTROMETERS
- FINE PARTICLE ANALYZER
- ELECTRONIC BALANCES



AUTOGRAPH AG - 500 B



UV - 2100 UV-VIS SPECTROPHOTOMETER

PLEASE CONTACT



ตึกมูลนิธิอภัยเหลือยง 968 ถนนพระราม 4 กรุงเทพฯ  
U CHU LIANG FOUNDATION BUILDING  
968 RAMA 4 ROAD, BANGKOK 10500 THAILAND.  
TEL : 2383717, 2358244 FAX : 2385316

บริษัท พาราวินเซอร์ จำกัด **BARA, WINDSOR & CO., LTD.**

## เจ้าของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
แห่งประเทศไทย

196 พหลโยธิน จตุจักร กท. 10900

โทร. 579-1121-30, 579-5515, 579-0160

## ที่ปรึกษา

นาย สันทัด โจนสุนทร  
นาย เฉลิมชัย ท่อนาค  
นาย มยุร วิเศษกุล  
น.ส. พูนสุข อัดละสัมพันธ์

## ผู้จัดการ

นาย ดิเรก รอดสวัสดิ์ 579-8533

## ผู้ช่วยผู้จัดการ

นาง วัลย์ลดา หงส์ทอง 579-8594  
นาย สมศักดิ์ ศุภรัตน์

## บรรณาธิการ ผู้พิมพ์ ผู้โฆษณา

นาย ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร 579-0254

## ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นาง นงพาง จิตรกร 579-8594

## กองบรรณาธิการ

นาง พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง  
นาย มานพ อีสสระรี่  
นาย สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์  
นาย ฉัตรศิริ ธรรมมารม  
นาย ธนากร พลชัย  
นาย พานิช วุฒิปุณษ์  
น.ส. นฤมล รื่นไวย์

## ฝ่ายศิลป์

นาย ดิเรก รอดสวัสดิ์ 579-8533  
นาย จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาต  
นาย เรวัต วิบูลย์ศิริชัย  
นาย สุเทพ โลหะจัญญ  
นาย ดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน  
นาย สมเกียรติ ธรรมสุน  
นาย ก่อโชค บันฑิตมงคล

## ฝ่ายภาพ

นาย อำนวย มั่งมีศรี  
นาย สมศักดิ์ ศรีสุทธิยากร

## ฝ่ายจัดพิมพ์

นาย อำพน สว่างพันธ์

## ฝ่ายการเงิน

นาง ภรณ์พรรณ รัตสิริยากร 579-9543

## ฝ่ายประชาสัมพันธ์

นาง นิรมล เรียบร้อยเจริญ 579-8533  
นาย พิรภฏ เยาวสุด

## ฝ่ายการตลาด

นาย สาคร ชนะไพฑูรย์ 579-0245

# บทบรรณาธิการ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าหรือกำไรขาดทุนนั้นใช้ได้กับกิจการทุกประเภทไม่ว่าการค้าขาย อุตสาหกรรม การเกษตร การสร้างถนน ท่าเรือ สนามบิน บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม หรือธุรกิจบันเทิง หรือแม้กระทั่งการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วท. เป็นหน่วยงานของรัฐเพียงหน่วยงานเดียวโดยเฉพาะที่มีหน้าที่ในการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานที่รัฐบาลจัดตั้งขึ้นมาตั้งแต่ พ.ศ. 2506 โดย พ.ร.บ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย และได้ใช้ พ.ร.บ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย แทนในปี พ.ศ. 2522

เรามิอาจทราบได้ว่าการจัดตั้ง วท. ขึ้นในครั้งกระนั้นได้มีการวิเคราะห์ในเชิงกำไรขาดทุนหรือไม่ แต่เราเชื่อว่าคงจะมีได้กระทำเพราะเห็นว่าเป็นหน่วยงานที่รัฐบาลจัดตั้งขึ้นเพื่อปฏิบัติหน้าที่สนองนโยบายบางประการของรัฐบาล

**นโยบายนั้นคือ** การวิจัยและพัฒนาไปสู่การพึ่งตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หากจะถามว่า ประเทศไทยพึ่งตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แล้วหรือยัง คำตอบก็คงจะชัดเจนว่า ยัง และก็มิอาจจะทราบได้ว่าจะพึ่งตนเองได้เมื่อใด เพราะเท่าที่ผ่านมาเทคโนโลยีที่ วท. ได้พัฒนาให้แก่ชาติบ้านเมืองประเมินค่าได้ประมาณ 2,000 ล้านบาทเท่านั้น

เราหมายความว่า เทคโนโลยีเหล่านั้นได้ถูกนำไปใช้ทั้งที่เปิดเผยได้และปิดเผยไม่ได้ (ด้วยเหตุผลทางการค้าและทางด้านกฎหมาย) ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในสินค้า หรือทำให้เกิดการประหยัดและลดการสูญเสีย รวมทั้งการแก้ปัญหาในเชิงเทคนิค การวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพสินค้าส่งออก ฯลฯ มูลค่าของสิ่งเหล่านี้รวมกันในลักษณะสะสมแล้วไม่ต่ำกว่า 2,000 ล้านบาท

ในจำนวนสินค้าส่งออกของไทยมูลค่าประมาณ 500,000 ล้านบาทในปี 2533 เพียงปีเดียวนั้น มีสินค้าไม่น้อยกว่า 10,000 ล้านบาทที่มีเทคโนโลยีของ วท. ติดไปด้วยโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่า นั้นหมายถึงว่าเป็นมูลค่าเทคโนโลยี วท. ประมาณไม่น้อยกว่า 300 ล้านบาท

เราไม่อยากจะวิเคราะห์ว่า ที่รัฐได้ลงทุนและใช้จ่ายให้แก่ วท. ไปแล้วประมาณ 1,500 ล้านบาท ตลอด 27 ปีที่ผ่านมา นั้น เมื่อเทียบกับมูลค่าสะสมของเทคโนโลยีไม่ต่ำกว่า 2,000 ล้านบาทแล้ว จะแปลความว่ารัฐบาลอยู่ในฐานะได้กำไร เพราะกิจการของรัฐในลักษณะ วท. นี้ ไม่มีผลกำไรทางตรงเป็นตัวเงินให้แก่รัฐบาล

**แต่เป็นผลกำไรทางอ้อมที่เป็นตัวเงินให้แก่ภาคเอกชน.**

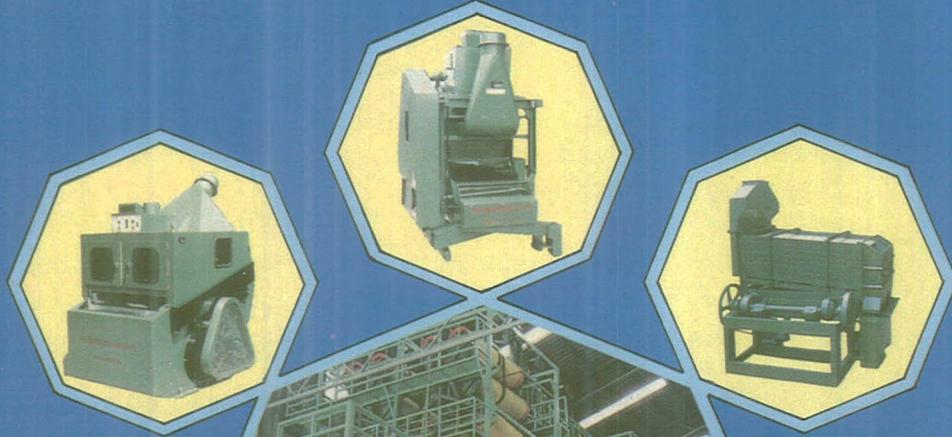


ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร

# SOLAR

## เครื่องสีข้าวระบบทันสมัย ไรซ์ (SOLAR)

เครื่องทำความสะอาด  
ข้าวสาร, ข้าวเปลือก



เครื่องคัดแยกหิน, กรวด  
ทราย และเศษเหล็ก

ตะแกรงโยกคัดแยกข้าว  
กล้องและข้าวเปลือก

เครื่องขัดข้าวขาว

เครื่องขัดข้าวขาว  
(แบบปรับหินชั้นลงได้)

เครื่องขัดมันข้าวสาร  
(รุ่น 2 ชั้น)

เครื่องขัดมันข้าวสาร  
(ชั้นเดียวแกนยาว)

เครื่องคัดแยกกาก, ข้าวลีบ  
คอกหญ้าและอื่น ๆ

ผู้ผลิต...ส่งออก...  
ติดตั้ง และออกแบบ...

โรงสีทันสมัย 100-300 ตัน/วัน, รับติดตั้งโรงสี 50-300 เกวียน/วัน

เครื่องซึ่งอันโนมิติ, เครื่องอบข้าวเปลือก, เครื่องขัดมันข้าวสาร ฯลฯ

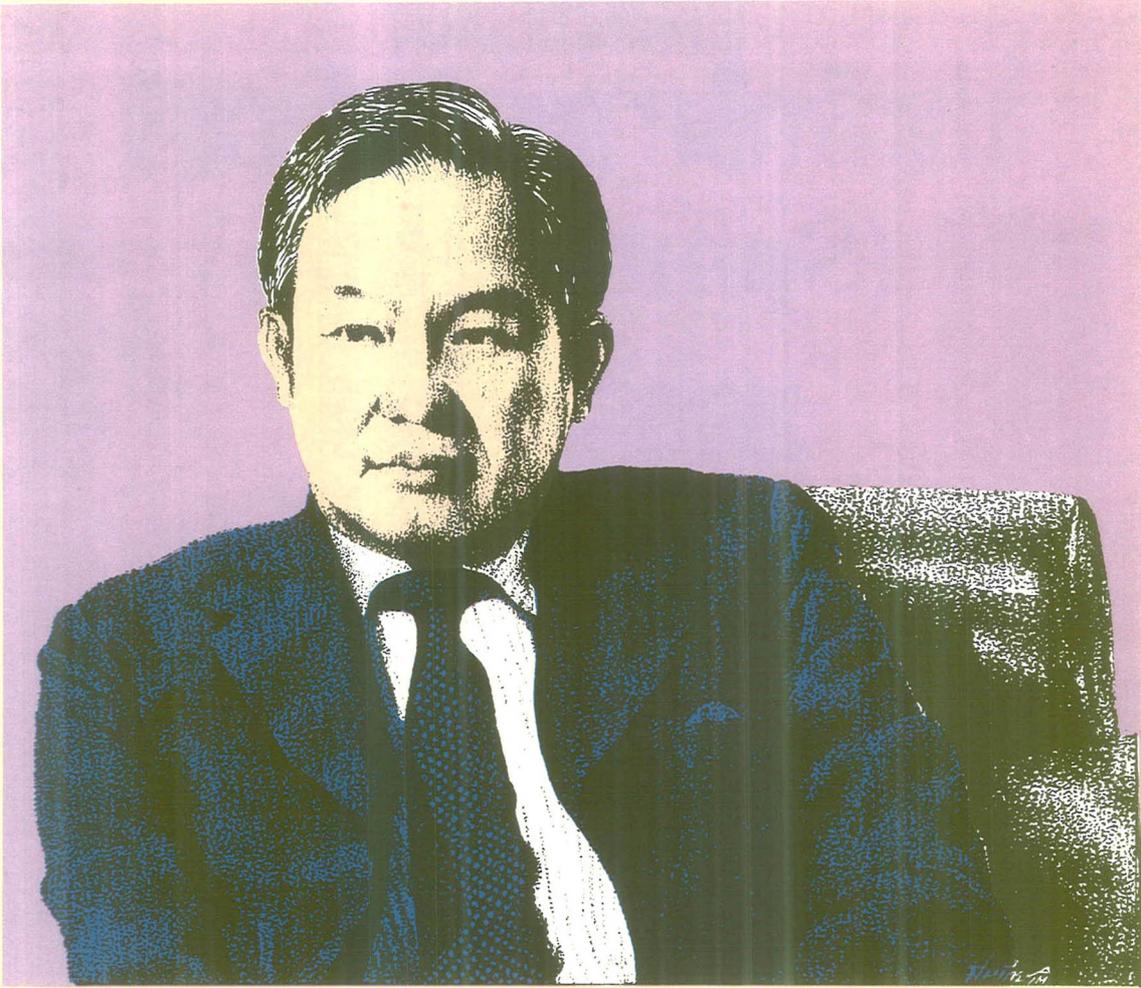
- \*\* ข้าวของท่านมีปัญหา, มีสิ่งเจือปน, มีหิน, ดิน, มอด, แมลง, รั้งทอน, กาก, ไม่ขาว, เเปอร์เขินต์มาก ฯลฯ ทำให้ขายยาก!
- \*\* บริษัท สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้โดยง่าย



บริษัท ไรซ์ เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด  
RICE ENGINEERING SUPPLY CO., LTD.  
(Associated with Rice Engineering Co., Ltd.)

58-60 จุฬารอย 5 ถนนบรรทัดทอง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330. ☎ (02) 2140512, 2140764, 2145046, 2152796  
58-60 CHULA SOI 5, BANTHAETHONG RD., BANGKOK 10330. THAILAND. TLX. 20036 UDONREC TH FAX. [662] 2159913





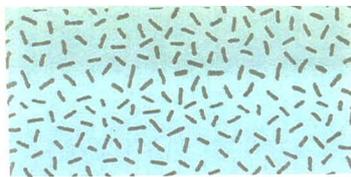
# ส า ร ปี ไ ห ม่

ในโอกาสขึ้นปีใหม่ 2534 วท. ขออวยพรให้ปวงชนชาวไทยประสบความสำเร็จในความพยายามร่วมกันที่จะผลักดันให้มีการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศเพื่อความรุ่งเรืองยิ่งขึ้นทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม

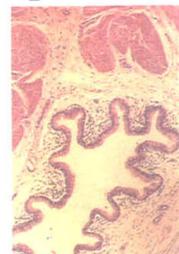
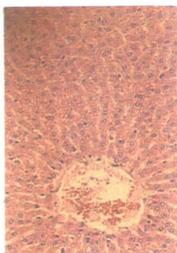
การเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านทางวารสารของ วท. เป็นเพียงการหยิบยื่นที่จะมีความสำคัญต่อเมื่อมีการตอบสนองจากชาวไทยทุกผู้ทุกนามในอันที่จะผลักดันให้ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างจริงจังในแง่ของการพัฒนาแม้แต่กับตนเองซึ่งย่อมจะมีผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อส่วนรวมและต่อประเทศอย่างแน่นอน

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ขึ้นปีที่ 6 ในโอกาสขึ้นปีใหม่ 2534 เช่นเดียวกัน วท. ตั้งปณิธานที่จะให้การเผยแพร่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยผ่านวารสารฉบับนี้มีประสิทธิภาพและคุณภาพยิ่งขึ้นเป็นลำดับต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง.

ดร.สันทัด โรจนสุนทร  
ผู้อำนวยการ  
1 มกราคม 2534



# ประสิทธิภาพการฆ่าอสุจิ (Spermicide) ของสมุนไพรมะเขือเทศ



ศศิธร วุสวัต และคณะ\*

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) จตุจักร กทม. 10900

## บทคัดย่อ

การศึกษาสมุนไพรมะเขือเทศ 11 ชนิด ได้แก่ สะเดา, หญ้าไต้ใบ, เล็บมือนาง, ฟ้ายะลวยใจ, ตะเพลู, ขมิ้น, พลุ, หอมแกง, กระเทียม, ข่าและไพลถึงผลของการฆ่าเชื้ออสุจิวิวัฒนาการ พบว่าน้ำมันไพลและน้ำมันข่ามีผลนาสนใจ. น้ำมันไพลสดมีผลผลิต 0.9-1.4%. ส่วนน้ำมันข่าสดมีผลผลิต 0.1% ได้ทำการแยกสกัด terpinen-4-ol จากน้ำมันไพลซึ่งมีผู้พบว่าเป็นสารฆ่าเชื้อราได้ มาทดลองผลต่อการฆ่าอสุจิวิวัฒนาการ พบว่าสามารถฆ่าอสุจิวิวัฒนาการและอสุจินได้ดีกว่าน้ำมันไพลและน้ำมันข่า และมีผลใกล้เคียงกับ Delfen (nonoxynol-9 5% ครีม) ซึ่งเป็นยาคุมกำเนิดผลิตโดยบริษัท Ortho แห่งประเทศอังกฤษ ที่ความเข้มข้น 2.5%. โครงการนี้จึงมุ่งปฏิบัติการวิจัยต่อสารสกัด terpinen-4-ol ในขั้นตอนต่างๆต่อไป.

น้ำมันข่า, น้ำมันไพล และ terpinen-4-ol ไม่มีผลในทาง mutagenic ในการศึกษาด้วยวิธี Ames' Test ต่อเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA 98 และ TA 100.

การศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของครีม terpinen-4-ol 10% ต่อเยื่ออ่อน penile mucosa ของกระต่ายตัวผู้ตามวิธีของ Draize แสดงผลไม่ก่อความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของ penile ของกระต่ายทั้ง 3 ชม.และ 24 ชม. หลังจากการทาทดลอง.

การทดสอบความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของผนังช่องคลอดกระต่ายของครีม terpinen-4-ol ความเข้มข้นร้อยละ 3, 5 และ 7 โดยสอดในปริมาณตัวละ 1 มล./วัน ติดต่อกัน 10 วัน ไม่พบว่าน้ำหนักตัวของกระต่ายมีความแตกต่างกัน. ช่องคลอดส่วนท้ายซึ่งสัมผัสกับตัวยา, กระเพาะปัสสาวะ, มดลูก, รังไข่, ไตและตับ มีความปกติ.

LD<sub>50</sub> ของ terpinen-4-ol สำหรับหนูเพศผู้ 3.55 ก./กก. สำหรับหนูเพศเมีย 2.5 ก./กก.

สามารถพัฒนาสูตรครีม terpinen-4-ol ชนิดความเข้มข้น 5% และ 10% ให้อยู่ตัวได้ เพื่อนำไปใช้ศึกษาผลในการคุมกำเนิดกระต่าย, ซึ่งพบว่าครีม terpinen-4-ol ชนิด 10% ยังมีผลให้ไข่กระต่ายถูกผสมได้ 3.99% เปรียบเทียบกับ Delfen (nonoxynol-9 5% ครีม) ยังมีผลให้ไข่กระต่ายถูกผสมได้ 4.44%.

จากการทดลองแสดงผลว่า terpinen-4-ol แม้จะมีผลฆ่าเชื้ออสุจิวิวัฒนาการและคนได้ในหลอดทดลอง แต่ยังไม่สามารถจะยับยั้งการคุมกำเนิดของกระต่ายได้ทั้งหมด จึงยังไม่เหมาะสมจะนำมาศึกษาต่อทางคลินิกเพื่อทดลองเป็นตัวยาคู่กำเนิดในคน.



\* ปัทมา สุนทรสารทูล วท., วรณีย์ โรจนโพธิ์ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข, วิไลพร แซ่มช้าง วท., อุบลวรรณ พงษ์ประยูร วท., จักรพงษ์ ลิ้มปทุมสสรณ์ วท., ปราณี นันทศรี วท., ฉันทรา พูนศิริ วท., จำเริญ สัตยาพันธ์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ชูสิทธิ์ บรรจงลิขิตกุล วท., ประไพภัทร คลังทรัพย์ วท., สายพิน แสงหิรัญ วท., ศิริเพ็ญ จริเกษม วท. และเดือนดา เสมาทอง วท.

## บทนำ

ประเทศไทยยังมีอัตราการเพิ่มของประชากรสูง, เมื่อปี พ.ศ. 2513 มีอัตราประชากรเพิ่มถึงร้อยละ 3.3 ต่อปี. รัฐบาล โดยกระทรวงสาธารณสุขและความร่วมมือขององค์กรที่เกี่ยวข้อง ได้ดำเนินการลดอัตราประชากรเพิ่มลงได้ ในปัจจุบัน เหลือร้อยละ 1.5, และมุ่งหมายที่จะลดให้เหลือร้อยละ 1.3 ในปี พ.ศ. 2534. สถิติการสังยาคุมกำเนิดเข้าประเทศเท่าที่มี รายงานจากกองอนามัยครอบครัว, กระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีมูลค่าประมาณปีละ 86 ล้านบาท.

พบว่ามีส่วนผสมหลายชนิดที่เชื่อว่ามีผลต่อการคุมกำเนิด โดยที่นักวิจัยชาวต่างประเทศและชาวไทยได้ทำการศึกษาใน สัตว์ทดลองเพศผู้ และได้จัดทำรายงานไว้แล้ว อาทิเช่น :

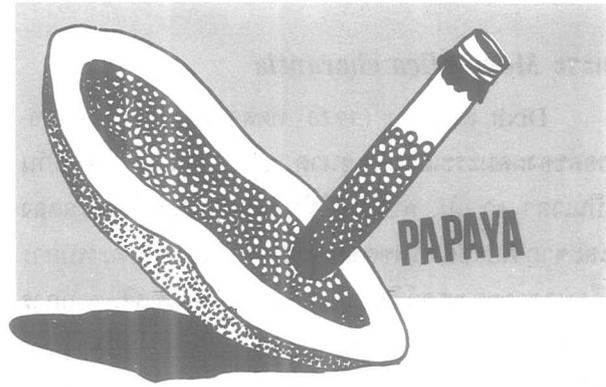


### กะเพรา *Ocimum sanctum* Linn.

Kasinathan และคณะ (1972) ทดลองให้หนูถีบจักรกินใบกะเพราแห้งผสมอาหาร ขนาด 465 มก./ตัว/วัน ติดต่อกันเป็นเวลา 30 และ 90 วัน. จากพยาธิสภาพของ เนื้อเยื่อในลูกอัณฑะ พบความผิดปกติในการสร้างเชื้ออสุจิ โดย spermatogonia เกาะติดรวมกันอยู่ในรูท่อ spermatid bundle เจริญเติบโตไม่สมบูรณ์, เชื้ออสุจิกระจายอยู่ทั่วไปตามรูท่อ interstitial cell มีน้อยและอยู่ในสภาพเสื่อมสลาย, ความเป็นกรดต่างของ seminal plasma ลดลง และขาดประสิทธิภาพในการผสมพันธุ์

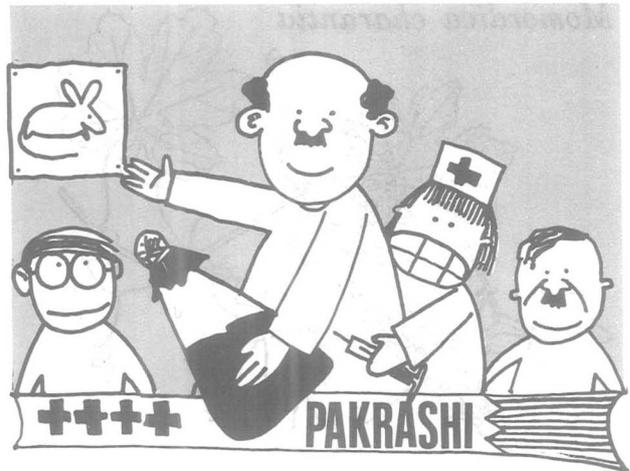
Seth และคณะ (1981) ทดลองในหนูขาวโดยให้กิน สารสกัดเบนซินจากใบกะเพราขนาด 100, 150 และ 200 มก./กก./วัน ติดต่อกันเป็นเวลา 15 วัน พบว่าจากกลุ่มทดลอง ยาจะมีขนาดของลูกอัณฑะเล็กกว่ากลุ่มควบคุม, นอกจากนี้ ปริมาณและการเคลื่อนที่ของเชื้ออสุจียังลดลงด้วย.

Srichant (1983) ทดลองป้อนน้ำมันกะเพราขนาด 92.3 และ 184.6 มก./กก./วัน แก่หนูขาวเป็นเวลา 15 และ 60 วัน ติดต่อกัน ไม่พบความแตกต่างในด้านน้ำหนักของ อวัยวะสืบพันธุ์, ปริมาณและการเคลื่อนที่ของเชื้ออสุจิ, ประสิทธิภาพในการผสมพันธุ์ ระหว่างกลุ่มที่ให้ยา กับกลุ่ม ควบคุม.



### เมล็ดมะละกอ *Carica papaya* Linn.

Das' (1980) ทดลองเตรียมเมล็ดมะละกอสุกตากแห้ง ในรูปยาแขวนตะกอน, ป้อนหนูขาวขนาด 20 มก./ตัว/วัน ติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มทดลองยากับกลุ่มควบคุม ในแง่ของน้ำหนักของอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น testis, epididymis, seminal vesicle, ventral prostate, ประสิทธิภาพ ในการผสมพันธุ์ลดลงจากกลุ่มควบคุม 43%.



### กระเช้าสีดา *Aristolochia indica*

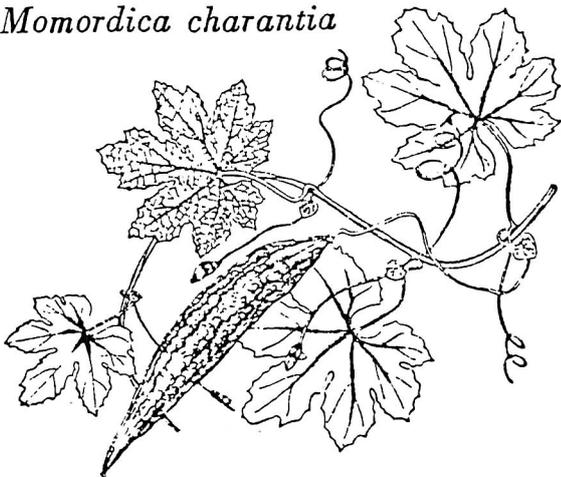
Pakrashi และคณะ (1977) ทดลองให้ส่วนละลาย น้ำของสารสกัดเบนซินจากกระเช้าสีดาแก่หนูถีบจักร ขนาด 75 มก./กก./ครั้ง รวม 7 ครั้ง ภายในระยะเวลา 19 วัน. พบว่าน้ำหนักของอวัยวะสืบพันธุ์ได้แก่ testis, epididymis, seminal vesicle และ ventral prostate ลดลง. จากการตรวจพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อลูกอัณฑะ พบขนาด ของท่อสร้างเชื้ออสุจิเล็กลง, มีการยับยั้งการสร้างเชื้ออสุจิ โดยการทำลายเซลล์เริ่มต้น เชื่อว่าเกิดจากการรบกวนการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อในลูกอัณฑะ.

### มะระ *Momordica charantia*

Dixit และคณะ (1978) ทดลองให้สารสกัดแอลกอฮอล์ของผลมะระแก่สุนัข ขนาด 1.75 ก./ตัว/วัน ติดต่อกันเป็นเวลา 60 วัน. พบว่าทำให้น้ำหนักของลูกอัณฑะลดลง และจากพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อภายในลูกอัณฑะพบการเสื่อมสลายของเซลล์เริ่มต้นที่จะกลายเป็นตัวอสุจิ. จากการตรวจทางชีวเคมีของลูกอัณฑะ พบว่าปริมาณ RNA, protein, sialic acid, acid phosphatase activity ลดลง จากกลุ่มควบคุม.

Srichant (1983) ทดลองป้อนสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์จากผลมะระจีนและมะระขี้นกแก่หนูถีบจักรในขนาดต่าง ๆ เป็นเวลา 15 และ 60 วัน ติดต่อกัน. พบว่าสารสกัดมะระจีนขนาด 400 มก./กก./วัน ทั้ง 2 ช่วงการทดลอง มีผลทำให้น้ำหนักของ seminal vesicle และ prostate ลดลงกว่ากลุ่มควบคุม. สารสกัดแอลกอฮอล์จากมะระขี้นกที่ขนาด 400 มก./กก./วัน ในระยะเวลา 60 วัน ติดต่อกัน ทำให้ปริมาณเชื้ออสุจิลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

### *Momordica charantia*



### ชบา *Hibicus rosa sinensis*

Kholkute (1977) ทดลองให้สารสกัดเบนซินของดอกชบา แก่หนูขาว ขนาด 250 มก./กก./วัน เป็นระยะเวลา 30, 45 และ 60 วัน ติดต่อกัน. พบว่าทุกกลุ่มที่ให้อาบน้ำหนักของ testis, epididymis, seminal vesicle, prostate และ pituitary gland ลดลงจากกลุ่มควบคุม. จากพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อของลูกอัณฑะ พบการยับยั้งการสร้างเชื้ออสุจิที่ระยะ spermatid, และไม่พบเชื้ออสุจิในท่อ leydig cell มีจำนวนน้อยและฝ่อ ภาวะการนี้เหล่านี้จะเข้าสู่สภาพปกติหลังจากหยุดให้อา 30 วัน.

### *Malvaviscus conzattii* (พืชจำพวกชบา)

Dixit และคณะ (1978) ทดลองให้สารสกัดแอลกอฮอล์ส่วนดอกแก่สุนัข ขนาด 150 มก./กก./วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ติดต่อกัน. จากพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในลูกอัณฑะ พบการฝ่อของเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเชื้ออสุจิ (atrophy of spermatogenic element) ไม่พบเชื้ออสุจิในท่อสร้างเชื้อ, epididymis และท่อน้ำเชื้ออสุจิ. การตรวจสอบทางชีวเคมี พบว่าปริมาณ RNA, protein ใน testis และ epididymis ลดลงแต่ปริมาณ cholesterol ไม่เปลี่ยนแปลง.

Joshi และคณะ (1981) ทดลองให้สารสกัดแอลกอฮอล์จากดอกแก่หนูถีบจักรขนาด 50 มก./ตัว/วัน เป็นเวลา 30 และ 50 วัน ติดต่อกัน พบว่าทั้ง 2 ระยะเวลา ทำให้น้ำหนักของ testis, epididymis, vas deferens และ seminal vesicle เล็กลง. เมื่อตรวจดูพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในลูกอัณฑะ พบการฝ่อของเซลล์ที่จะกลายเป็นตัวอสุจิ, ชั้นของเซลล์ใน epididymis จะบางลง และไม่พบเชื้ออสุจิในท่อ. ที่ระยะ 50 วัน ปริมาณ protein sialic acid ใน testis, epididymis และ seminal vesicle ของกลุ่มที่ให้อา ลดลงกว่ากลุ่มควบคุม.

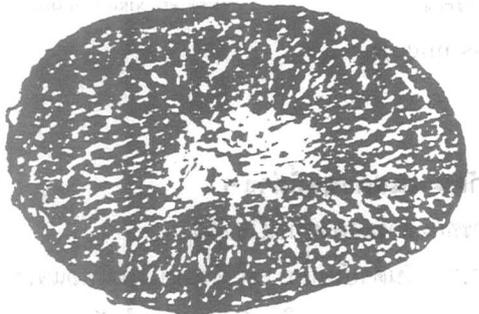


### ขึ้นฉ่าย *Apium graveolens* Linn.

วิสุมากุล และคณะ (2522) ทดลองให้นักศึกษาแพทย์ชาย กินผักขึ้นฉ่าย 75 ก./วัน ติดต่อกันนาน 6-8 สัปดาห์ พบว่าจำนวนเชื้ออสุจิลดลงอย่างรวดเร็ว (มากกว่าร้อยละ 60) ภายในเวลา 1-2 สัปดาห์. หลังจากเริ่มกินขึ้นฉ่ายปริมาณเชื้ออสุจิจะอยู่ในระดับ 10-30 ล้านตัว/มล. (จากเดิม 55-80 ล้าน/มล.) ซึ่งเป็นขนาดที่อาจทำให้เป็นหมันตลอดช่วง 8 สัปดาห์, ปริมาณเชื้ออสุจิจะกลับเข้าสู่ระดับปกติหลังหยุดกิน 1-16 สัปดาห์.

ต่อมาได้ศึกษาผลของการสกัดส่วนต่าง ๆ จากใบและเมล็ดขึ้นฉาย โดยใช้สัตว์ทดลองพวกหนูขาว, กระต่าย และหนูแฮมสเตอร์. การทดลองในหนูขาวพบว่าขึ้นฉายไม่มีผลต่อการสร้างเชื้ออสุจิ หรือ germ cell ในลูกอัณฑะ, แต่จะทำลายเชื้ออสุจิในท่อ epididymis. แต่การลดลงของปริมาณเชื้ออสุจียังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพของการผสมพันธุ์ได้. การทดลองในกระต่ายพบว่ากลุ่มที่ให้กินน้ำมันหอมระเหยจากใบและต้นสด กับสารสกัดเอทเธนจากใบและต้นแห้ง จะมีปริมาณเชื้ออสุจิลดลงอย่างรวดเร็ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. ภายในเวลา 3-7 สัปดาห์ หลังเริ่มทำการทดลองจะพบว่าจำนวนเชื้ออสุจิมีน้อยที่สุด, หลังหยุดให้ยาแล้วปริมาณเชื้ออสุจิจะเข้าสู่ระดับควบคุมภายใน 7-8 สัปดาห์. การลดปริมาณเชื้ออสุจิที่พบในกระต่ายคล้ายคลึงกับคน.

ส่วนการทดลองในหนูแฮมสเตอร์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นพืชสดด้วยไอน้ำ, สารสกัดเอทเธน, และสารสกัดเอทเธนของเมล็ด ทำให้หนูแฮมสเตอร์ตัวผู้ลดประสิทธิภาพการผสมพันธุ์ลงได้ถึงร้อยละ 40, 50 และ 55 ตามลำดับ, แต่ปริมาณเชื้ออสุจิลดลงประมาณร้อยละ 20-30 ของค่าปกติ. ขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยเพื่อหาสารแสดงฤทธิ์โดยใช้หนูแฮมสเตอร์.



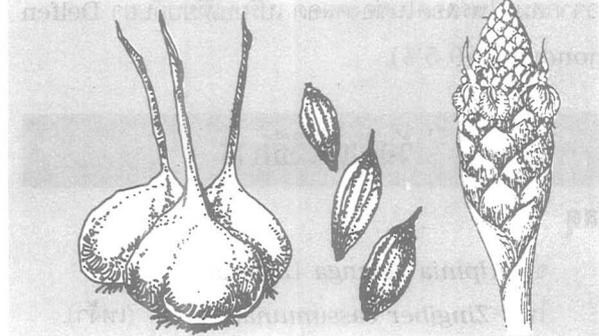
**โหระพา *Ocimum basilicum* Linn.**

Srichant (1983) ทดลองป้อนน้ำมันโหระพาแก่หนูขาว ขนาด 291.3, 320 และ 582.6 มก./กก./วัน เป็นระยะเวลา 15 และ 60 วันติดต่อกัน, พบว่าทำให้เชื้ออสุจิลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. อวัยวะสืบพันธุ์อื่น ๆ มีขนาดเล็กลง ได้แก่ seminal vesicle และ prostate gland, ส่วนลูกอัณฑะมีน้ำมาสะสมและน้ำหนักเพิ่มขึ้น. การศึกษาทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในอัณฑะ พบการยับยั้งการสร้างเชื้ออสุจิในท่อเชื้ออสุจิ ทำให้การสร้างหยุดแค่ระดับ spermatogonia, จำนวน spermatid และ spermatozoa มีน้อยมาก.



บริษัท Ortho แห่งประเทศอังกฤษ ได้ผลิตยาคุมกำเนิดสอดในช่องคลอดชื่อ Delfen ซึ่งมีตัวยาแสดงฤทธิ์สำคัญได้แก่ nonoxynol-9 ความเข้มข้น 5%. โดยที่ประเทศไทยนั้นมีสมุนไพรหลายชนิดที่สมควรจะได้ทำการวิจัยศึกษา แต่ยังไม่ได้มีรายงานการศึกษาายาสกัดจากสมุนไพรชนิดสอดในช่องคลอด, จึงได้จัดทำโครงการวิจัย เพื่อทำการศึกษายาสมุนไพรต่าง ๆ 11 ชนิด ได้แก่ :

- สะเดา *Azadirachta indica* A. Juss (ใบ)
- หญ้าใต้ใบ *Phyllanthus urinari* L. (ทั้งต้น)
- เล็บมือนาง *Quisqualis indicum* Linn. (ดอก, ใบ)
- ฟ้าทะลายโจร *Andrographis paniculata* Nees (ทั้งต้น)
- ชะพลู *Piper sarmentosum* Roxb. C. Hunter (ใบ)
- ขมิ้น *Curcuma langa* Linn. (หัว)
- พลู *Piper betel* Linn. (ใบ)
- หอมแกง *Allium ascalonicum* L. (หัว)
- กระเทียม *Allium sativum* L (หัว)
- ข่า *Alpinia galanga* L. Swantz (เหง้า)
- ไพล *Zingiber cassumunar* Roxb. (หัว)



ผลการศึกษาเบื้องต้นต่ออสุจิของยาสกัดดิบทั้ง 11 ชนิด พบว่ายาสกัดดิบของโพลีให้ผลดีที่สุด และยาสกัดดิบของข่ามีฤทธิ์รองลงมาจากโพลี. ในขั้นนี้จึงคัดเลือกสมุนไพรโพลี และข่าไว้เพื่อการวิจัยศึกษาต่อ.

เนื่องจากผลการศึกษาเบื้องต้นแสดงว่า น้ำมันโพลีและส่วนสกัดย่อยของน้ำมันโพลีมีผลต่อการฆ่าเชื้ออสุจิของวัวได้ดี, ในการศึกษาขั้นต่อไปนี้จะรวมการปฏิบัติงานต่อน้ำมันสกัดจากข่า และ spray dry จากน้ำคั้นข่าสดเปรียบเทียบผลการฆ่าเชื้ออสุจิของวัวและของคนต่อยาสอดในช่องคลอด Delfen ซึ่งผลิตโดยบริษัท Ortho ประเทศอังกฤษ ซึ่งใช้ตัวยา nonoxynol-9 เป็นตัวยาแสดงฤทธิ์ในความเข้มข้น 5%.

การทดลองนี้ ได้นำวิธีของ Blom (1950) ซึ่งใช้การย้อมสี Eosin-Nigrosin เพื่อแยกเชื้ออสุจิที่ถูกฆ่าตายแล้วออกจากเชื้อที่ยังมีชีวิตที่แต่ยังไม่ถูกฆ่าตายออกจากกันได้.

เพื่อเป็นการประหยัดชีวิตสัตว์ทดลอง, งบประมาณซึ่งมีจำกัด และเวลาในการปฏิบัติงาน, การวิจัยศึกษาจะคัดเลือกตัวยาสกัดที่แสดงฤทธิ์สูงสุดเพื่อปฏิบัติการวิจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้:

- การสกัดสารแสดงฤทธิ์.
- วิจัยศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์การฆ่าเชื้ออสุจิของวัวและของคน.
- ศึกษาผลของยาสกัดในทาง mutagenic.
- ศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของสารสกัดต่อเยื่ออ่อน penile mucosa.
- ศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของยาสกัดต่ออวัยวะช่องคลอดของกระต่ายตัวเมีย และศึกษาพยาธิสภาพทั่วไปของผนังช่องคลอด, ภาวะเยื่อเมือก, มดลูก, รังไข่, ไต และตับ.
- ศึกษาความเป็นพิษ.
- พัฒนาลูตรเคมียาคุมกำเนิดเพื่อทดลองในกระต่าย.
- ศึกษาผลต่อการคุมกำเนิดของกระต่าย โดยการใช้ยาจากสมุนไพรสอดในช่องคลอด เปรียบเทียบกับยา Delfen (nonoxynol-9 5%).

## วัสดุและวิธีการ

### วัสดุ

- ข่า *Alpinia gelanga* L. Swartz (เหง้า).
- โพลี *Zingiber cassumunar* Roxb. (เหง้า).

สารเคมีมาตรฐานเพื่อใช้ในการตรวจวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญในตัวยาแสดงฤทธิ์จากโพลีสั่งซื้อจากประเทศฝรั่งเศส ได้แก่:

α-pinene, B-pinene, sabinene, camphene, α-terpinene, terpinen-4-ol, terpineol ได้รับจาก Mr. Huett, Chief of the Chemical Technology Department, IRFA, GERDAT, Montpellier, ฝรั่งเศส. สีย้อม Nigrosin Nigrosin solution in water for microscopy "Riedel-de Hain"

สีย้อม Eosin Eosin gelblich, Merck  
Water bath 37°C Thermotex, Thailand

Vortex mixer Vortex-Genie, Scientific Industries Inc. USA.

Delfen (nonoxynol-9) ชนิดครีม 5% ผลิตโดยบริษัท Ortho, ประเทศอังกฤษ  
อสุจิวัวมาตรฐาน 120 ล้านตัว/มล. ได้รับจากหน่วยขยายพันธุ์สัตว์ กรมกลาง  
อสุจิกุนมาตรฐาน 37 ล้านตัว/มล. ได้รับจากหน่วยขยายพันธุ์สัตว์ กรมกลาง

เครื่องสกัด steam distillation ผลิตโดย วท.

เครื่อง hydraulic press ผลิตโดย วท.

เครื่อง spray dry ผลิตโดย Niro Atomizer, เดนมาร์ก

เครื่อง fractional distillation จาก Karl Kolb

Gas chromatograph, Sigma 3 จาก Perkin Elmer  
with recorder

กล้องจุลทรรศน์ ผลิตโดย Nikon Optiphot

หนู (swiss mice)

กระต่าย

### วิธีการ

#### 1. การสกัดสารแสดงฤทธิ์ต่าง ๆ

##### 1.1 การสกัดสารแสดงฤทธิ์เบื้องต้น

1.1.1 กลั่นด้วยไอน้ำ. ทำทั้งสมุนไพรโพลีและข่า และศึกษาผลผลิต เพราะผลเบื้องต้นแสดงว่าน้ำมันโพลีและส่วนสกัดย่อยมีผลสูง.

1.1.2 บีบน้ำคั้นแล้วทำแห้งด้วยวิธี spray dry. จากสมุนไพรข่า เพื่อศึกษาผลการฆ่าเชื้ออสุจิเปรียบเทียบกับชนิดน้ำมัน.

##### 1.2 การสกัดแยกส่วนของสารแสดงฤทธิ์

ยาสกัดดิบที่ได้จากการสกัดสารแสดงฤทธิ์เบื้องต้น เมื่อผ่านการทดลองทางด้านประสิทธิภาพการฆ่าเชื้ออสุจิในชั้นห้องปฏิบัติการแล้ว จะคัดเลือกสารสกัดที่มีฤทธิ์สูงมาทำการแยกส่วนของสารแสดงฤทธิ์ โดยวิธี fractional distillation.

## 2. การตรวจผลประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้ออสุจิขึ้นห้องปฏิบัติการ (spermicidal test, in vitro)

โดยเตรียมตัวอย่างยาสกัดมีความเข้มข้นต่าง ๆ 5%, 2.5%, 1.25% ในน้ำยา normal saline ผสมกับส่วนผสมเชื้ออสุจิมาตรฐาน ซึ่งมีเชื้อขนาด 120 ล้านตัว/มล., แล้ววัดประสิทธิภาพการฆ่าเชื้ออสุจิเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการฆ่าเชื้ออสุจิของยา nonoxynol-9

ทำซ้ำโดยใช้เชื้ออสุจินี้มีความเข้มข้น 37 ล้านตัว/มล.

### วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างยาโดยใช้ syringe และ cortex mixer ช่วยในการผสมในกรณีเป็นน้ำมัน ซึ่งเข้ากันได้ยากกับน้ำ.

2. เก็บตัวอย่างยาในสภาพมีฝาปิดไว้ที่ 37°C.

3. นำท่อใส่เชื้ออสุจิออกจากถังไนโตรเจน, อุณหภูมิ 37°C. แล้วถ่ายลงหลอดทดลองให้ได้ปริมาตร 1 มล. เก็บไว้ที่ 37°C.

4. ดูดเชื้อและยาด้วย micropipet อย่างละ 100 ไมโครลิตร ผสมกันเขย่าเบา ๆ ใน water bath, เมื่อครบ 1 นาที นำไปตรวจสอบหา % viability.

5. หา % viability โดยหยด Eosin 2 หยดในตัวอย่างอสุจิ 100 ไมโครลิตร, ทิ้งไว้ 1 นาทีแล้วหยด Nigrosin อีก 3 หยด นำไป smear ตรวจสอบหาจำนวนอสุจิที่รอด. โดยอสุจิที่ตายจะติดสีส้มและตัวที่ไม่ตายจะไม่ติดสี.

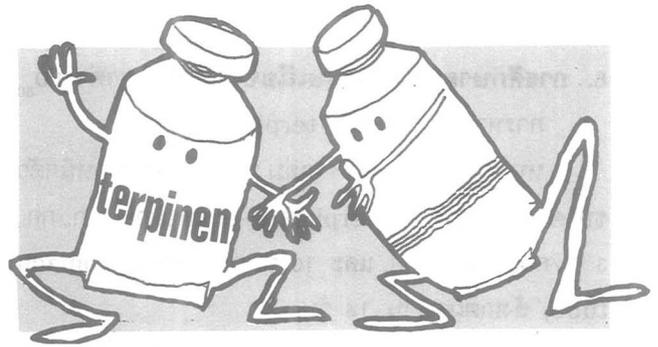
6. การทดลอง 1 ชุด จะใช้เวลาประมาณไม่เกิน 30 นาที เพื่อว่า activity ของอสุจิที่ทดลองแต่ละความเข้มข้นนั้นจะแข็งแรงเท่าเทียมกัน.

7. สำหรับทุกตัวอย่างยา จะต้องทำอสุจิกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับทุกครั้ง.

8. ทำการทดลองซ้ำ, นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จาก Delfen (nonoxynol-9).

## 3. การศึกษาผลของยาสกัดในทาง mutagenic

เพื่อศึกษาถึงความปลอดภัยเบื้องต้นของยาสกัดที่นำมาศึกษาประโยชน์ในทางเป็นยากุมกำเนิดนั้นว่าจะไม่เป็นตัวที่ทำให้เกิดมะเร็งต่อผู้ใช้ได้, สถาบันมะเร็งแห่งชาติ โดยนายแพทย์สมชาย สมบูรณ์เจริญ, ผู้อำนวยการ ได้ให้ความร่วมมือด้วยการให้ ดร.วรรณิ โรจนโพธิ์ เข้าร่วมในโครงการนี้เพื่อศึกษาผลของยาสกัดในทาง mutagenic โดยใช้วิธี Ames' Test ทดลองยาสกัดต่าง ๆ ต่อเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA 98 และ TA 100.



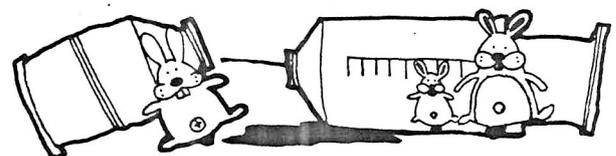
## 4. การศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของสารสกัดต่อเยื่ออ่อน penile mucosa

ทำการศึกษาโดยใช้กระต่ายตัวผู้ตามวิธีที่เสนอโดย Draize และคณะ (1944). ใช้กระต่ายสีขาวตัวผู้ 6 ตัว ต่อ 1 การทดลอง. ทาครีม 10% terpinen-4-ol จำนวน 0.2 กรัม และศึกษาอาการบวมแดงของเยื่ออ่อน penile mucosa เปรียบเทียบกับครีมเบสจำนวน 0.2 กรัมของกระต่ายที่ทำการทดลองก่อนและหลังทายา 1 ชม. และภายหลัง 24 ชม.

## 5. ศึกษาการก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของผนังช่องคลอดกระต่ายของครีม terpinen-4-ol เพื่อการคุมกำเนิด

### วิธีการทดลอง

กระต่ายเพศเมียพันธุ์ Newzealand white ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองน้ำหนักตัว 2.5-3.3 กก. เลี้ยงด้วยอาหารอัดเม็ดของบริษัทโภชนาการสัตว์ จำกัด และให้ดื่มน้ำโดยไม่จำกัดปริมาณ. แบ่งกระต่ายออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ตัว, แต่ละกลุ่มสอดยาต่าง ๆ เข้าทางช่องคลอดคือ gelatin base (base cream), ครีม terpinen-4-ol 3%, 5% และ 7% ตามลำดับ โดยสอดในปริมาณตัวละ 1 มล./วัน ติดต่อกันนาน 10 วัน. ศึกษาผลของครีม terpinen-4-ol ต่อการเจริญเติบโตของกระต่าย โดยชั่งน้ำหนักตัวก่อนและหลังการสอดยา, และฆ่ากระต่ายในวันที่ 11. ศึกษาพยาธิสภาพทั่วไปและเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อของผนังช่องคลอดส่วนต้น (vaginal opening-pubic area), ส่วนกลาง (pubic area urinary bladder), และส่วนท้าย (urinary bladder area-cervix), กระเพาะปัสสาวะ, มดลูก, รังไข่, ไตและตับ แล้วย้อมด้วยสี Hematoxylin และ Eosin เพื่อศึกษาพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์.



**6. การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันและหาค่า LD<sub>50</sub>**

การหาค่า LD<sub>50</sub> ของ terpinen-4-ol

หนูเพศผู้ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว น้ำหนักตัว ขนาด 27-30 ก. ให้ยา terpinen-4-ol ในขนาด 1 ก./กก., 3 ก./กก., 5.5 ก./กก. และ 10 ก./กก. โดยใช้ stomach tube, สังเกตผลนาน 14 วัน.

หนูเพศเมีย แบ่งเป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว น้ำหนักตัว ขนาด 24-27 ก. ให้ยา terpinen-4-ol ในขนาด 0.5 ก./กก., 1 ก./กก., 2.2 ก./กก., 3 ก./กก., 4.1 ก./กก., 5.5 ก./กก. และ 7 ก./กก., สังเกตผลนาน 14 วัน.

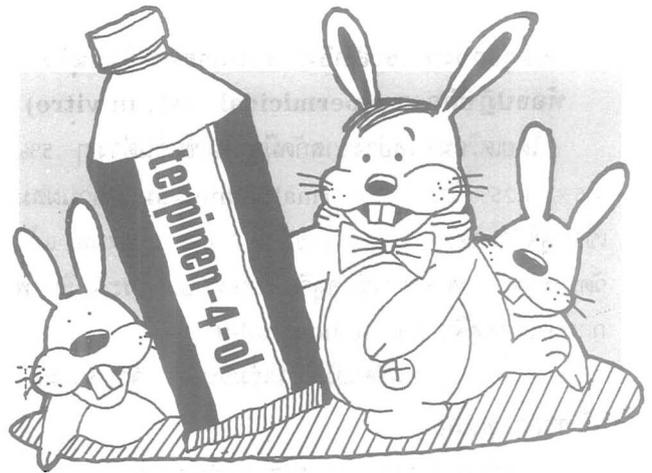
การหาค่า LD<sub>50</sub> ของน้ำมันข่า

ใช้หนูเพศผู้และเพศเมีย น้ำหนัก 24-27 ก. แบ่งเป็น กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว, เพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 5 ตัว. ให้อาหารก่อนให้น้ำมันข่า 4 ชม., แล้วให้น้ำมันข่าซึ่งละลายในน้ำมันมะกอกในขนาดต่าง ๆ ดังนี้ 0.75, 1.50, 2.30, 3.0, 4.0 และ 5.0 ก./กก. โดยใช้ stomach tube และคิดคำนวณตามวิธีของ Litchfield and Wilcoxon (1949), สังเกตผลนาน 14 วัน.

**7. การพัฒนาครีม terpinen-4-ol 5% และ 10% เพื่อทดลองใช้ในการคุมกำเนิดกระต่าย**

ใช้สูตรครีม ดังต่อไปนี้ :

	5% ครีม	10% ครีม
Bees wax	12.0	12.0
Stearic acid	2.0	2.0
Mineral oil	30.0	25.0
Propyl paraben	0.05	0.05
Tween 80	0.2	0.2
Terpinen-4-ol	5.0	10.0
Borax	1.2	1.2
C MC sodium	1.0	1.0
Propylene glycol	5.0	5.0
Distilled water q.s.	100	100



**8. การศึกษาประสิทธิภาพของครีมตัวยาสกัด terpinen-4-ol จากน้ำมันไพลต่อการคุมกำเนิดกระต่าย**

ได้รับความร่วมมือปฏิบัติการจากรองศาสตราจารย์ จำเนียร สัตยาพันธุ์ แห่งภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้กระต่ายตัวผู้ที่มีน้ำเชื้อ อสุจิใกล้เคียงกันมากที่สุด 6 ตัว และตัวเมีย 36 ตัว เป็นกลุ่มควบคุม 6 ตัว และกลุ่มทดลองยา Delfen 6 ตัว. ทดลองครีม terpinen-4-ol 5% 6 ตัว, ทดลองครีม terpinen-4-ol 10% 6 ตัว, และทดลองครีมพื้นของ terpinen-4-ol 10% 6 ตัว. ศึกษาจำนวนกระต่ายที่สอดครีม 1 มล. ก่อนการผสมพันธุ์. ภายหลังจากผสมพันธุ์แล้ว 24 ชม. ทำการฆ่ากระต่าย โดยตัดส่วนของรังไข่และปีกมดลูก. นับจำนวนคอปัสสุเทียม และเซลล์ไข่ที่ผสมพันธุ์แล้ว. นับจำนวนการผสมติด (fertilized ova) และบันทึกผล.

**ผลการวิจัย**

**1. การแยกสารสกัดต่าง ๆ**

1.1 การสกัดสารแสดงฤทธิ์เบื้องต้น

1.1.1 การกลั่นด้วยไอน้ำ

ผลผลิตน้ำมันไพลสด ร้อยละ 0.9-1.4.

ผลผลิตน้ำมันข่าสด ร้อยละ 0.1.

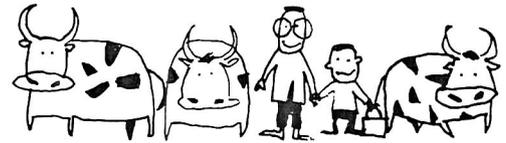
1.1.2 บีบน้ำคั้นสมุนไพร ข่า แล้วทำแห้งด้วยวิธี spray dry

ผลผลิต ร้อยละ 0.77.

1.2 การสกัดแยกส่วนของสารแสดงฤทธิ์

ผลการศึกษาฤทธิ์ในการฆ่าเชื้ออสุจิตัวเบื้องต้นพบว่า น้ำมันไพลมีผลในการฆ่าเชื้อได้สูงกว่าน้ำมันข่า, ผงน้ำคั้นแห้ง และมีผลผลิตสูงกว่า จึงทำการแยกส่วนสกัดย่อยของน้ำมันไพลเพื่อศึกษาสารแสดงฤทธิ์สำคัญในน้ำมันไพลโดยวิธี

fractional distillation. ศึกษาผลทางกายภาพและศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ดังปรากฏในตารางที่ 1, 2 และ 3.



ตารางที่ 1. Fractional distillation of Phlai oil

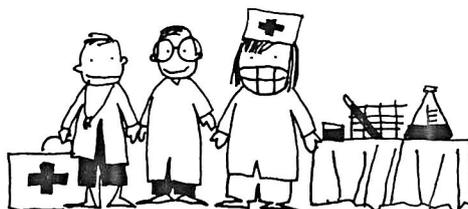
Description	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4 (residue)
Still temp., °C	66-100	107-144	122-140	above 140
Distillate temp. (collecting), °C	35-39	44-52	73-75	—
Pressure, mm of Hg	2.0-2.6	2.3-2.6	2.4-2.5	2.0
Recovery yield, %	26.6-33.6	12.7-18.8	6.0-18.5	31.6-32.9

ตารางที่ 2. Physical constant of Phlai oil and the distilled fractions

Description	Distilled fraction				
	Phlai oil	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4
Density at 30°C, g/ml (at 25°C)	0.8964	0.9071	0.9405	0.9548	0.9878
Refractive index at 30°C	1.4832	1.4748	1.4860	1.4772	1.5168
Optical rotation at 26.5°C (at 26.7±1°C)	-27.91	-43.76	-8.46	-8.98	Trace
Solubility in 80% Ethyl alcohol, ml	1.0	16.80	14.60	0.7	0.6
	Clear	Clear	Clear	Clear	Opalescence at 2.20

ตารางที่ 3. Gas chromatograph analysis of chemical compositions in Phlai oil and its distilled fractions

Constituent	Phlai oil (%)	Distilled fraction			
		Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4
α-pinene	1.49	4.87-7.56	0.25-1.48	Trace-0.17	—
Sabinene	37.63	74.52-85.81	9.38-14.13	0.18-0.64	—
β-pinene	1.11	Trace-1.96	0.20-0.66	Trace	1.23
Myrcene	Trace	Trace-0.29	Trace-0.38	Trace-0.28	1.06
α-terpinene	10.35	3.41-11.02	78.58-81.82	18.56-31.62	1.72
γ-terpinene	5.31	Trace-0.27	0.74-1.35	2.09-3.04	0.35
Terpinen-4-ol	35.81	0.43-0.63	0.32-0.74	47.22-56.97	83.52
α-terpineol	0.28	0.12-0.19	0.33-1.41	0.16-0.34	0.60
DMPBD	1.65	—	—	—	6.67

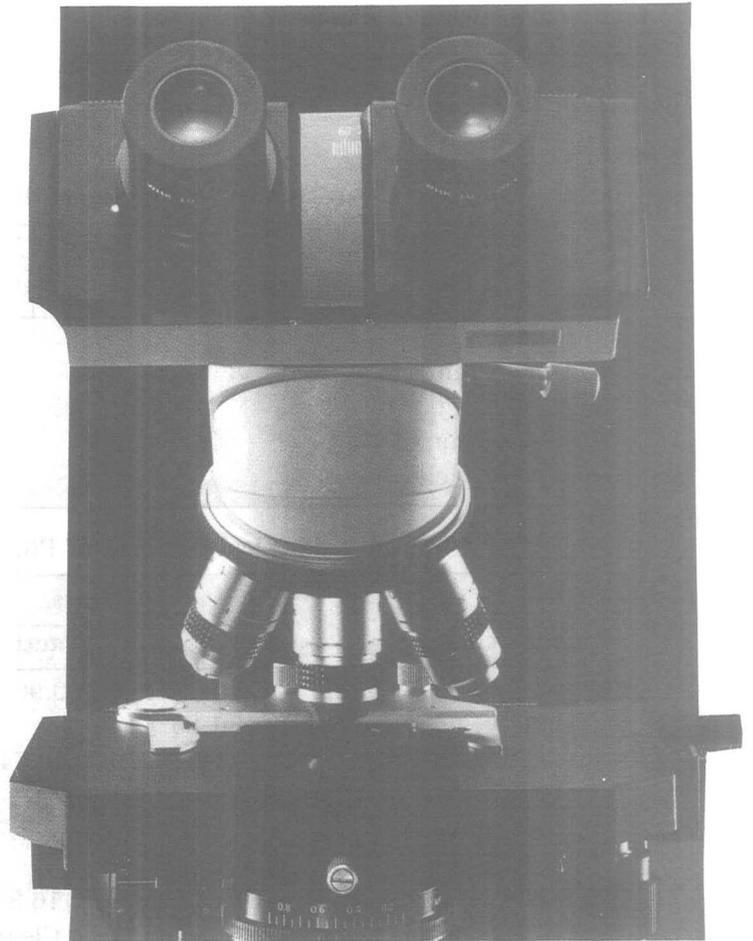


## 2. การตรวจผลประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้ออสุจิชั้นห้องปฏิบัติการ

**วัตถุประสงค์** เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติในการฆ่าเชื้ออสุจิตัวและอสุจินของน้ำมันไพล, น้ำมันข่า, น้ำคั้นข่า, terpinen-4-ol และ Delfen ในหลอดทดลอง.

**หลักการ** นำเชื้ออสุจิผสมกับตัวอย่างยาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในปริมาณที่เท่ากัน โดยทำที่ 37°C. เป็นเวลา 1 นาที. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์อสุจิที่ตาย (mortality) เนื่องจากยา.

- อุปกรณ์**
1. อสุจิวัว (พันธุ์ Brahman) จาก กรป. กลาง มีความเข้มข้น 120 ล้านตัว/มล.
  2. อสุจินเตรียมจาก กรป.กลาง มีความเข้มข้น 37 ล้านตัว/มล.
  3. น้ำมันไพล วท. (2525) เตรียม 3 ความเข้มข้นคือ 5%, 2.5%, 1.25% v./v. ใน normal saline.
  4. น้ำมันข่า วท. (321214) เตรียม 3 ความเข้มข้นคือ 5%, 2.5%, 1.25% v./v. ใน normal saline.
  5. น้ำคั้นข่า เตรียมจากผง spray dry ข่า (321121) ละลายใน normal saline ให้มีความเข้มข้น 5%, 2.5%, 1.25% wt./v.
  6. Terpinen-4-ol ใช้ terpinen-4-ol ที่แยกจากน้ำมันไพล วท. เตรียม 3 ความเข้มข้น คือ 5%, 2.5%, 1.25% v./v. ใน normal saline.



7. ครีม Delfen (5% nonoxynol-9) เจือจางด้วย normal saline ให้มีความเข้มข้นของ nonoxynol-9 เป็น 5%, 2.5%, และ 1.25%.
8. สีย้อม Nigrosin (เตรียมความเข้มข้น 10% ในน้ำกลั่น) (Nigrosin soluble in water for microscopy, "Riedel-de Hain").
9. สีย้อม Eosin (เตรียมความเข้มข้น 1% ในน้ำกลั่น) (Eosin gelblich, Merck).
10. Water bath 37°C (Thermotek Thailand).
11. กล้องจุลทรรศน์ (Nikon Opiphot Japan).
12. Syringe และ vortex mixer (Vortex-Genie, Scientific Industrial, Inc. USA.).

**ผลการทดลอง**

แสดงผลในตาราง 4 นำ % viability ของแต่ละตัวอย่างยามาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์อสุจิที่ตายเนื่องจากยาตั้งสูตรข้างล่าง นำมาแสดงเปรียบเทียบกันด้วย.

$$\text{เปอร์เซ็นต์อสุจิที่ตายเนื่องจากยา} = \frac{100 \times (\text{ผลต่าง \% viability ของ control และยา})}{\% \text{ viability ของ control}}$$



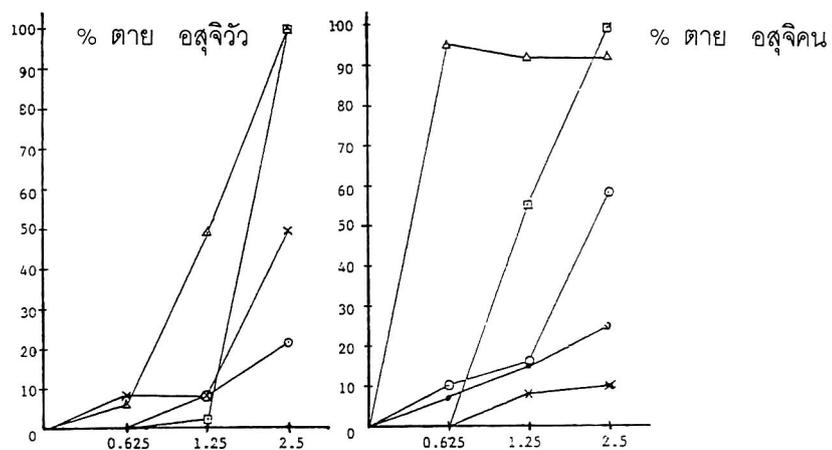
ตารางที่ 4. แสดงผล spermicide ต่ออสุจิตัว และ อสุจิกิน

	สารทดสอบ % conc. หลัง เจือจาง	น้ำมันไพล		น้ำมันชา		น้ำคั้นชา		Terpinen-4-ol		ครีม Delfen	
		อสุจิ ตัว	อสุจิ คน	อสุจิ ตัว	อสุจิ คน	อสุจิ ตัว	อสุจิ คน	อสุจิ ตัว	อสุจิ คน	อสุจิ ตัว	อสุจิ คน
		% Viability	Control	62.5	25.5	46	30	49	20	58	22
	0.625	57.5	25	48.5	27	50	18.5	60.5	22	57	1
	1.25	57.5	23.5	47.5	25	53	17	57	10	31	2
	2.5	31.5	23	36	12.5	54	15	0.5	0	0.5	2
เปอร์เซ็นต์อสุจิ ที่ตายเนื่องจากยา	Control	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0.625	8	0	0	10	0	7.5	0	0	5	95.8
	1.25	8	7.8	0	16.7	0	15	1.7	54.5	48.3	91.7
	2.5	49.6	9.8	21.7	58.3	0	25	99	100	99.2	91.7

จากการศึกษาผลในการฆ่าอสุจิตัวและคน พบว่า terpinen-4-ol มีผลใกล้เคียงกับ Delfen (nonoxynol-9) ของบริษัท Ortho มากที่สุดที่ความเข้มข้น 2.5%. การ

ศึกษาวิจัยจึงมุ่งปฏิบัติการต่อยา terpinen-4-ol สกัดจากน้ำมันไพลสำหรับโครงการนี้เป็นการเฉพาะในลำดับต่อไป.

กราฟแสดงผล spermicide ต่ออสุจิตัวและอสุจิกิน



ความเข้มข้นหลังเจือจางด้วย x น้ำมันไพล o น้ำมันชา ● น้ำคั้นชา □ Terpinen-4-ol △ ครีม Delfen

**3. ผลการศึกษาของยาสกัดในทาง mutagenic**

น้ำมันชาไม่มีผลในทาง mutagenic

น้ำมันไพลไม่มีผลในทาง mutagenic

Terpinen-4-ol (99.5%) ไม่มีผลในทาง mutagenic

**4. ผลการศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของสารสกัดต่อเยื่ออ่อน penile mucosa**

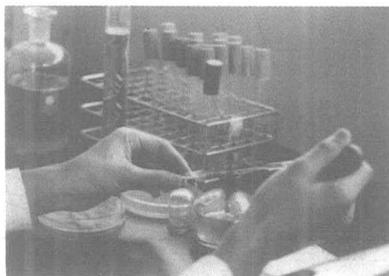
ได้ทดลองกับกระต่ายตัวผู้ตามวิธีของ Draize และคณะ (1944), พบว่าสารดังกล่าวไม่ก่อความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของ penile ของกระต่ายทั้ง 1 ชม. และ 24 ชม. หลังจากทาครีม 10% terpinen-4-ol จำนวน 0.2 ก. เปรียบเทียบกับครีมเบส 0.2 ก.

**5. ผลการก่อความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของผนังช่องคลอดกระต่ายของครีม terpinen-4-ol ความเข้มข้นร้อยละ 3, 5 และ 7**

การศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของกระต่าย เมื่อสอดครีม terpinen-4-ol ความเข้มข้นร้อยละ 3, 5 และ 7 ตามลำดับ ไม่พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของกระต่ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. การตรวจสอบพยาธิสภาพทั่ว ๆ ไป และพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในกระต่ายหลังสอดครีม terpinen-4-ol ทางช่องคลอดวันละครั้งติดต่อกัน 10 วัน มีผลดังแสดงในตาราง 5.

ตารางที่ 5. พยาธิสภาพทั่วไป และพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในกระต่าย หลังสอดครีม terpinen-4-ol ทางช่องคลอดวันละครั้งติดต่อกัน 10 วัน

อวัยวะตรวจสอบ	Base cream	3% ครีม terpinen-4-ol	5% ครีม terpinen-4-ol	7% ครีม terpinen-4-ol
— อาการภายนอก				
อาการทั่วไป	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
ปากช่องคลอด	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
— พยาธิสภาพทั่วไปและพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อช่องคลอด :-				
o ส่วนต้น (vaginal opening-pubic area)	เลือดคั่งในเส้นเลือด เล็กน้อย จนถึงชัดเจน	เลือดคั่งในเส้นเลือด เล็กน้อย จนถึงชัดเจน	เลือดคั่งในเส้นเลือด เล็กน้อย จนถึงชัดเจน	เลือดคั่งในเส้นเลือด เล็กน้อย จนถึงชัดเจน
o ส่วนกลาง (pubic area-urinary bladder)	ปกติ-เลือดคั่งในเส้นเลือด น้อยมาก	ปกติ-เลือดคั่งในเส้นเลือด น้อยมาก	ปกติ-เลือดคั่งในเส้นเลือด น้อยมาก	ปกติ-เลือดคั่งในเส้นเลือด น้อยมาก
o ส่วนท้าย (urinary bladder area-cervix)	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
กระเพาะปัสสาวะ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
มดลูก	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
รังไข่	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
ไต	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
ตับ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ



## 6. ผลความเป็นพิษ LD<sub>50</sub> ของ terpinen-4-ol

LD<sub>50</sub> สำหรับหนูเพศผู้ 3.55 ก./กก. สำหรับหนูเพศเมีย 2.50 ก./กก. ผลความเป็นพิษ LD<sub>50</sub> ของน้ำมันชาต่อหนูเพศผู้และเพศเมีย 3.10 ก./กก.

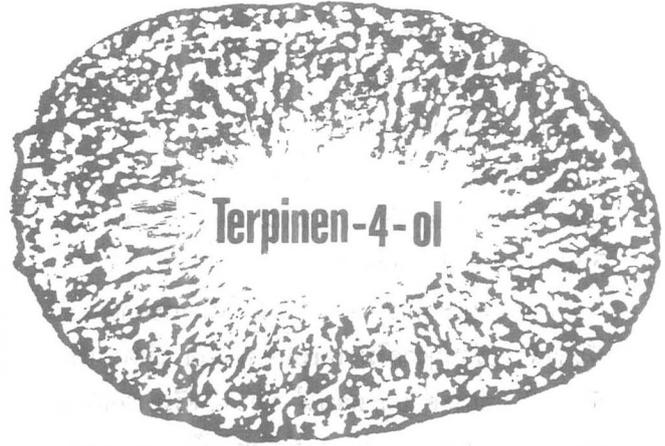
## 7. การพัฒนาครีม

การพัฒนาครีม terpinen-4-ol 5% และ 10% ตามสูตรตั้งระบุไว้ นั้น สามารถได้ครีมที่มีความอยู่ตัวดี.

## 8. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของครีมตัวยาสกัด terpinen-4-ol จากน้ำมันไพลต่อการคุมกำเนิดกระต่ายที่ผสมพันธุ์แล้ว

ตรวจนับจำนวนการตกไข่และการผสมติดของไข่พบว่า ขนาด 5 และ 10% ของครีมตัวยา ยังมีผลทำให้ไข่ถูกผสมได้ 12 และ 3.96% ตามลำดับ. เมื่อเปรียบเทียบกับครีมตัวยาต่างประเทศ Delfen (nonoxynol-9 5%) ก็ได้ผลผสมติดได้ 4.44% เช่นกัน, และเมื่อเปรียบเทียบกับครีมเบส 5 และ 10% ไข่กระต่ายก็ยังคงผสมติด 13.86 และ 9.33% ตามลำดับ.

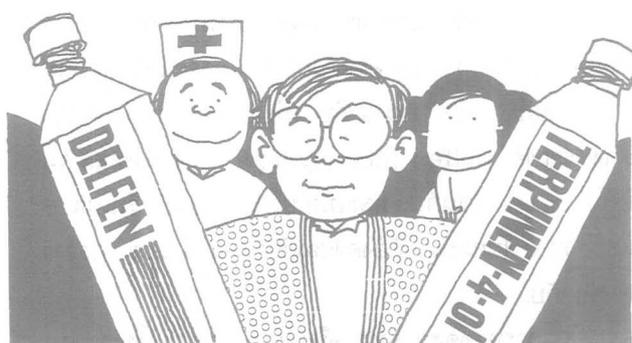
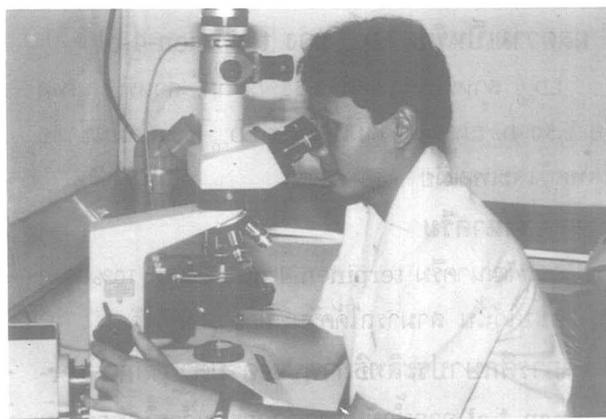
ผลการทดลองแสดงว่า ครีมเบสสามารถยับยั้งการผสมพันธุ์ได้เล็กน้อย, และครีม terpinen-4-ol มีผลใกล้เคียงกับตัวยา Delfen (nonoxynol-9 5%).



## สรุปผลและวิจารณ์

1. ผลผลิตน้ำมันไพลสดร้อยละ 0.9-1.4, น้ำมันชาสดร้อยละ 0.1, terpinen-4-ol มีอยู่ในน้ำมันไพลประมาณร้อยละ 35.
2. Terpinen-4-ol สกัดจากไพลมีผลในทางฆ่าเชื้ออสุจิของตัว และของคนที่ได้ดื่กาน้ำมันไพลและน้ำมันชา และมีผลใกล้เคียงกับครีม Delfen (nonoxynol-9 5%) ที่ความเข้มข้น 2.5%. โครงการนี้จึงได้ทำการศึกษา terpinen-4-ol เป็นตัวยาแสดงฤทธิ์สำคัญ.
3. น้ำมันชา, น้ำมันไพลและ terpinen-4-ol 99.5% ไม่มีผลในทาง mutagenic เมื่อทดสอบด้วยวิธี Ames' Test ต่อเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA 98 และ TA 100.
4. การศึกษาความระคายเคืองเบื้องต้นของครีม terpinen-4-ol 10% ต่อเยื่ออ่อน penile mucosa ของกระต่ายตัวผู้ตามวิธีของ Draize พบว่าไม่ก่อความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของ penile ของกระต่ายภายหลังการทา 1 ชม. และ 24 ชม.
5. ผลการก่อกวนความระคายเคืองต่อเยื่ออ่อนของผนังช่องคลอดกระต่ายของครีม terpinen-4-ol ความเข้มข้นร้อยละ 3, 5 และ 7 ในช่วงระยะเวลา 10 วัน ไม่พบว่า น้ำหนักตัวของกระต่ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. ช่องคลอดส่วนท้ายซึ่งสัมผัสกับตัวยา มีความปกติ, กระเพาะปัสสาวะ, มดลูก, รังไข่, ไต และตับมีความปกติ. เฉพาะช่องคลอดส่วนต้นและส่วนกลางเท่านั้นที่มีสภาพเลือดคั่งเล็กน้อยจนถึงชัดเจน น่าจะเป็นผลระคายเคืองจากการสอด catheter นำครีมเข้าสู่ช่องคลอดมากกว่าเป็นผลจากยา เพราะผลของครีมเบสก็ปรากฏอาการเช่นเดียวกัน.

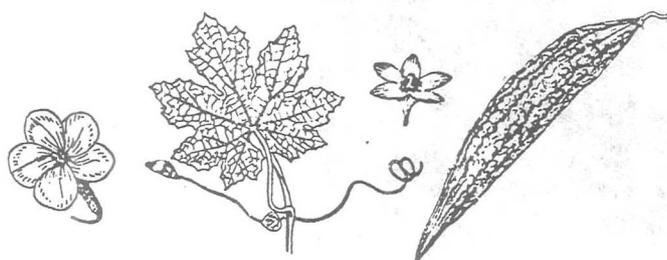
6. LD<sub>50</sub> ของ terpinen-4-ol สำหรับหนูเพศผู้ 3.55 ก./กก. สำหรับหนูเพศเมีย 2.5 ก./กก. LD<sub>50</sub> ของน้ำมันฆ่าต่อหนูเพศผู้และเพศเมีย 3.1 ก./กก.
7. สามารถพัฒนาสูตรครีม terpinen-4-ol ชนิด 5 และ 10% ให้มีความอยู่ตัวดีได้สามารถนำไปใช้ในการทดลองศึกษาผลคุมกำเนิดกระต่าย.
8. ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการคุมกำเนิดกระต่ายผสมพันธุ์แล้ว ปรากฏว่าครีม terpinen-4-ol ชนิด 10% ยังมีผลให้ไข่กระต่ายถูกผสมได้ 3.96%, ครีม Delfen (nonoxynol-9 5% ครีม) ยังมีผลให้ไข่กระต่ายถูกผสมได้ 4.44%.
9. จากผลการศึกษาประสิทธิภาพในการคุมกำเนิดในสัตว์ทดลองกระต่ายนี้ เห็นได้ว่า terpinen-4-ol แม้จะมีผลในการฆ่าเชื้ออสุจิได้ ในหลอดทดลอง, แต่ก็ยังไม่สามารถยับยั้งการคุมกำเนิดของกระต่ายได้ผลทั้งหมด, จึงเป็นการเสียอยู่มากในการจะนำสารนี้มาศึกษาทางคลินิกต่อ เพื่อให้เป็นตัวยาคคุมกำเนิดในคน.
10. เห็นควรระงับงานวิจัยสำรวจประสิทธิภาพการฆ่าอสุจิของ terpinen-4-ol สกัดจากไพลไว้เพียงเท่านี้.



### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อองค์กรและคณะบุคคลต่อไปนี้ :-

1. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนดำเนินการวิจัย ประจำปี 2527.
2. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษา mutagenicity.
3. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาประสิทธิภาพของครีมตัวยาสกัด terpinen-4-ol จากน้ำมันไพล ต่อการคุมกำเนิดกระต่าย.
4. ดร.ประสาน ธรรมอุปกรณ์, คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งให้ความร่วมมือในการริเริ่มงานศึกษาการก่อความระคายเคือง ต่อเยื่อบุอ่อนของผนังช่องคลอดกระต่าย.
5. กรป.กลาง, ศูนย์ขยายพันธุ์สัตว์พนมสารคาม, จังหวัดฉะเชิงเทรา กระทรวงกลาไหม ที่ให้ความร่วมมือผลิตเชื้ออสุจิของวัวและคน.



## เอกสารอ้างอิง

- Ames, N. B. 1975. Method for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutation Research* 31 : 347-364.
- Baker, D.M. and Nabney, J. 1975. Essential oils identification of a novel constituent of the essential oil of *Zingiber cassumunar* Roxb. (Phlai). *Flavours*. March/April : 136-137.
- Blom, E. 1950. A one minute live-dead sperm stain by mean of Eosin-Nigrosin. *Fercil Steril* 1 : 176.
- Cassey, T.E., Dougan, J., Mathews, W.S. and Nabney, J. 1971. Essential oil of "Phlai", *Zingiber cassumunar* Roxb. from Thailand. *Trop. Sci.* 3 : 119-202.
- Chulavatanatol, Montri. 1982. Motility inhibition of quiescent spermatozoa from rat caudal epididymis : effects of pH, viscosity, osmolality and inhibitors. *Inter. J. Androl.* 5 : 425-436.
- Draize, J.H. 1944. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 82 : 383-385.
- Eckstein, P., Jackson, C.N., Millman, N. and Sobrero, A.J. 1969. Comparison of vaginal tolerance tests of spermicidal preparations in rabbits and monkeys. *J. Reprod. Fert.* 20 : 85-93.
- Eliasson, R. 1975. Analysis of semen. In : Berhrman and Kistner R.W. *Progress in Infertility* II. Little Brown and Co. Boston, p. 691-713.
- Eliasson, R. 1978. Semen Analysis. *Environmental Health Perspective* 24 : 81-85.
- Freund, M. and Peterson, R.N. (undated). Semen evaluation and fertility in clinical andrology. *Diagnosis*, p. 344-354.
- Lawrence, B.M., Hogg, J.W., Terhune, S.J. and Podimuang, V. 1970. Das alherische OL Van *Zingiber cassumunar* Roxb. *Riechstoffe Aromen Korperpflegemittel* 20 (7) : 261-262.
- McConnell, R. F. 1973. Special requirements for testing spermicides. *Pharmacological Models in Contraceptive Development*, WHO Symposium, Geneva, p. 373-385.
- Satayapunt, Chamnean ; Chevacharean, Uraivan ; Pernsongnean, Pruch and Tomakeratiwong, Panus. 1988. Report "Study the contraceptive effect of the cream of terpinen-4-ol from num mun Phlai on rabbit".
- Turner, A. R. 1965. Method for detecting carcinogens and mutagens with the salmonella/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutation Research* 31 : 347-364. 



# วัสดุเคลือบผิว

## กรรณิการ์ สถาปัตงานนท

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900



**วัสดุเคลือบผิว (surface coating)** มีประโยชน์ในการป้องกันการผุกร่อน ทำให้เกิดความสวยงามแก่ผลิตภัณฑ์ และใช้เป็นสัญลักษณ์ได้ด้วย ตัวอย่างเช่น วารนิช แล็กเกอร์ และสารประกอบฟอสเฟต.

วัสดุเคลือบผิว แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้เป็น 2 ชนิด คือ สี (paint) และวัสดุป้องกันผิว (protective coating) โดยมีส่วนประกอบหลักที่เหมือนกัน ได้แก่ สารยึด (binder) ซึ่งทำหน้าที่ยึดวัสดุเคลือบผิวให้ติดกับพื้นผิวที่เคลือบ, ตัวทำละลาย (solvent) เพื่อปรับความข้นเหลวให้เหมาะสมในขณะใช้งาน และตัวเติม (additive) เพื่อปรับแต่งคุณสมบัติให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หรือลักษณะของงาน.

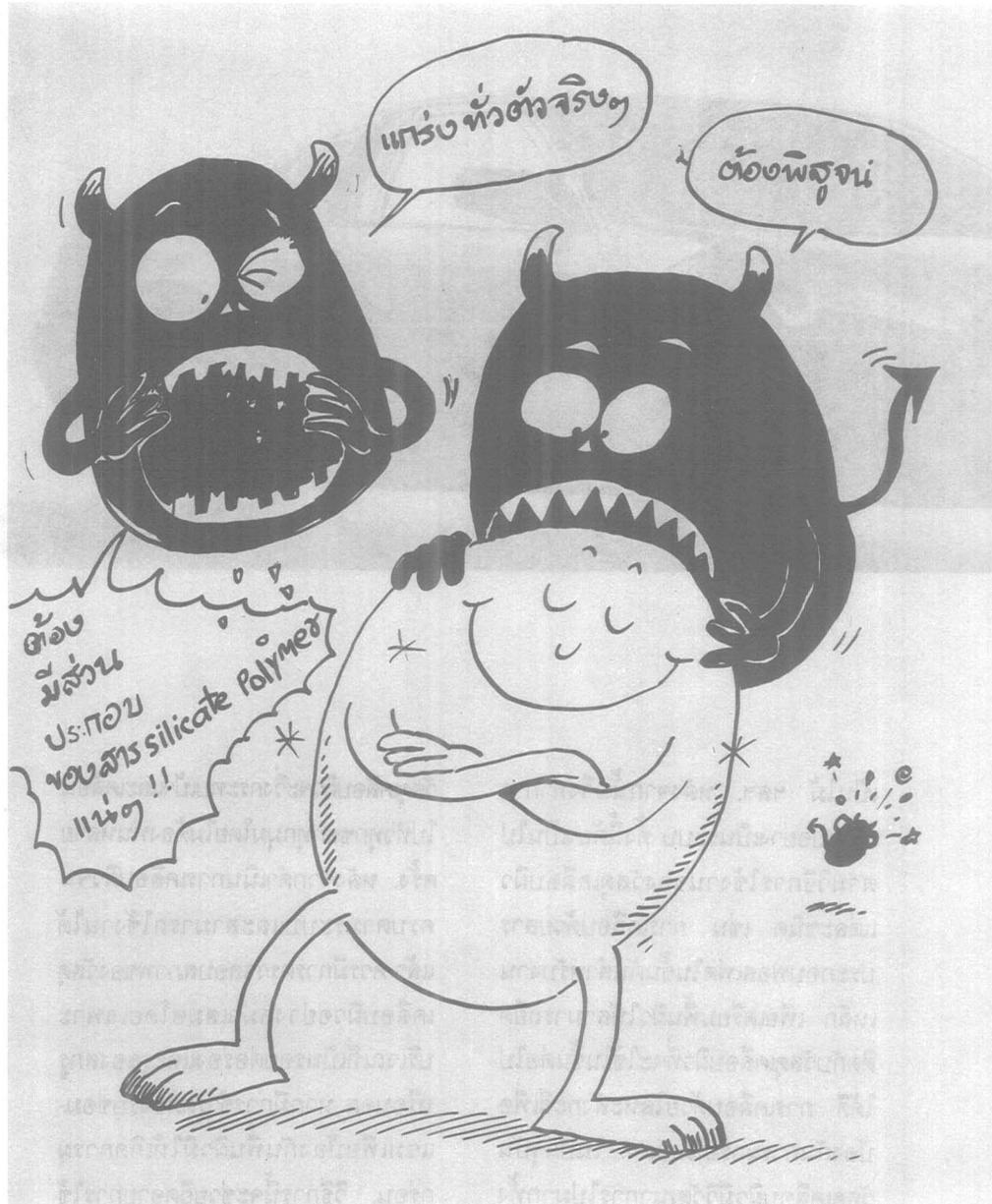
สี หมายถึงของเหลวซึ่งประกอบด้วยสารยึดที่เป็นน้ำมันผสมสีอย่างเดียวหรือผสมกับเรซินธรรมชาติ และผงสี (pigment) ส่วนวารนิชหมายถึงสีที่ไม่ผสมผงสี. เมื่อเคลือบสีบนผิววัสดุ สีจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นฟิล์มแข็งที่มีความทนทานและสวยงามเคลือบอยู่บนผิววัสดุ. หลังจากนั้น

สีจะทำปฏิกิริยาต่อไปได้อีกกับออกซิเจน, น้ำ และสารบางชนิดที่มาเกาะบนฟิล์มตามธรรมชาติ ทำให้ฟิล์มสีเกิดการเสื่อมสภาพ และเป็นรูพรุนซึ่งอาจจะลุถึงพื้นผิวที่เคลือบไว้และเกิดการผุกร่อนได้ในที่สุด.

วัสดุป้องกันผิวประกอบด้วยสารยึดที่เป็นเรซินสังเคราะห์หรือสารประกอบอนินทรีย์จำพวกซิลิเกตโพลีเมอร์ (silicate polymer) โดยเมื่อเคลือบบนผิววัสดุแล้วจะเกิดเป็นฟิล์ม ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการกัดกร่อนโดยสารเคมีหรือสภาวะที่รุนแรงผิดธรรมชาติได้. การเกิดฟิล์มของสารยึดเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสารยึดแต่ละชนิด เช่น แล็กเกอร์เกิดเป็นฟิล์มเนื่องจากตัวทำละลายระเหยไป อีพ็อกซีเรซินเกิดเป็นฟิล์มเพราะการยึดเกาะกันเองภายในโมเลกุล หรืออัลซิดเรซินทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศกลายเป็นฟิล์ม เป็นต้น.

อย่างไรก็ตาม สีและวัสดุป้องกันผิว ในบางครั้งแยกจากกันไม่ได้ ตัวอย่างเช่น สารยึดซึ่งประกอบด้วยน้ำมันผสมสีกับเรซินสังเคราะห์บางชนิด เมื่อนำมาผสมกับผงสีแล้วสามารถป้องกันพื้นผิวจากสภาวะที่รุนแรงเกินธรรมชาติได้ จึงเป็นวัสดุเคลือบผิวที่เป็นทั้งสีและวัสดุป้องกันผิวพร้อมกัน.

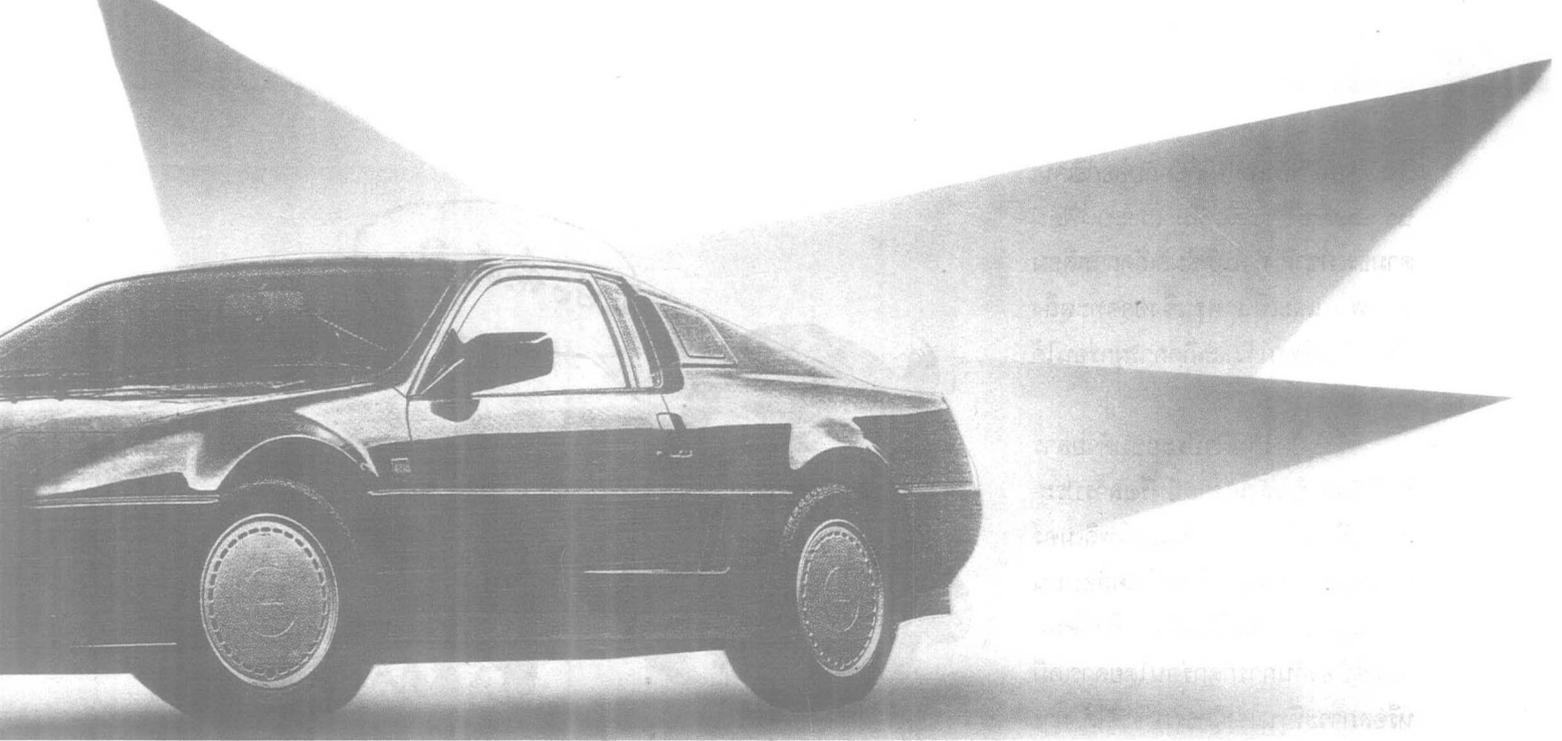
การกำหนดสูตรของวัสดุเคลือบผิวเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หรือลักษณะของงานนั้น หลักการเบื้องต้นคือการพิจารณาคูณสมบัติของสารยึดซึ่งมีหลายชนิด แล้วนำมาประกอบกับส่วนผสมอื่น ตัวอย่างเช่น อีพ็อกซี เป็นเรซินที่ยึดเกาะกับผิวโลหะได้ดี โดยมีความทนทานต่อกรด ด่าง และน้ำมันปิโตรเลียม แต่ฟิล์มของอีพ็อกซีนั้นเมื่อสัมผัสกับคลื่นแสง ultraviolet ซึ่งมีอยู่ในแสงแดด ปรากฏว่ามีคุณสมบัติปรารถนั้นอีพ็อกซีจึงเหมาะสมสำหรับงาน



ในร่ม. ต่อมาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีมากขึ้น สามารถผลิตผงสีที่มีลักษณะเป็นแผ่นแทนลักษณะทรงกลมได้ และเมื่อผสมผงสีที่มีลักษณะเป็นแผ่นนั้นกับเรซินอีพ็อกซี จะได้สีอีพ็อกซีที่มีความทนทานต่อแสงแดด สีอีพ็อกซีจึงใช้สำหรับงานกลางแจ้งได้. อย่างไรก็ตาม การกำหนดสูตรเป็นงานของนักเทคโนโลยีหรือโรงงานผู้ผลิตที่จะต้องดัดแปลงแต่ละสูตรให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ หรือลักษณะของงานซึ่งแตกต่างกันไป ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์สามารถเลือกใช้วัสดุเคลือบผิวได้โดยพิจารณาจากสกล

หรือคำแนะนำของผู้ผลิตร่วมกับข้อคิดเห็นของนักวิชาการ.

การเลือกใช้วัสดุเคลือบผิวที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หรือลักษณะของงานสามารถป้องกันการผุกร่อนได้เพียงครั้งหนึ่งเท่านั้น. วัสดุจะมีความทนทานมากขึ้นถ้ามีการเตรียมพื้นผิวที่ถูกต้อง ได้แก่ การทำความสะอาดจนปราศจากฝุ่นละออง, สนิม, ความชื้น, น้ำมัน และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การพ่นทรายเพื่อทำความสะอาดผิวของโลหะจำพวกเหล็ก, การขัดถูด้วยกระดาษทรายสำหรับพื้นผิวที่



เป็นไม้ ฯลฯ. หลังจากนั้นจึงทำการเคลือบอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามวิธีการใช้งานของวัสดุเคลือบผิวแต่ละชนิด เช่น การเคลือบด้วยสารประกอบฟอสเฟตในขั้นต้นสำหรับงานเหล็ก เพื่อเตรียมพื้นผิวให้สามารถยึดติดกับวัสดุเคลือบผิวที่จะใช้ในขั้นต่อไปได้ดี การเคลือบด้วยโลหะสังกะสีเพื่อป้องกันการผุกร่อน ฯลฯ. ในปัจจุบันวัสดุเคลือบผิวมีวิวัฒนาการไปมากทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งานและความประหยัด โดยเฉพาะสำหรับงานโลหะ มีการลดความสูญเสียของวัสดุเคลือบผิวด้วยการทำให้เกิดประจุในวัสดุเคลือบผิวและพื้นผิวของโลหะที่จะเคลือบ. เมื่อเคลือบผิวดังกล่าวด้วยวิธีการพ่น

วัสดุเคลือบผิวจะวิ่งกระทบเป้าและเคลื่อนไปทั่วทุกซอกทุกมุมโดยไม่ต้องพ่นหลายครั้ง. หลังจากดำเนินการเคลือบผิวจนครบตามระบบและสามารถใช้งานได้แล้ว ควรมีการตรวจสอบสภาพของวัสดุเคลือบผิวอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นรอยต่อร่องและรูของสกรูหรือนอต หากมีการชำรุดต้องรีบซ่อมแซมเพื่อป้องกันพื้นผิวมิให้เกิดการผุกร่อน. วิธีการนี้จะช่วยยืดอายุการใช้งานของวัสดุนั้นต่อไปได้อีกนาน.

ความตื่นตัวในการรักษาภาวะแวดล้อมทำให้มีการนำวัสดุเคลือบผิวที่ปราศจากตัวทำละลายมาใช้มากขึ้น เช่น สีผงซึ่งเหมาะสมสำหรับงานโลหะ เนื่องจากประกอบด้วยสารยึดที่เป็น

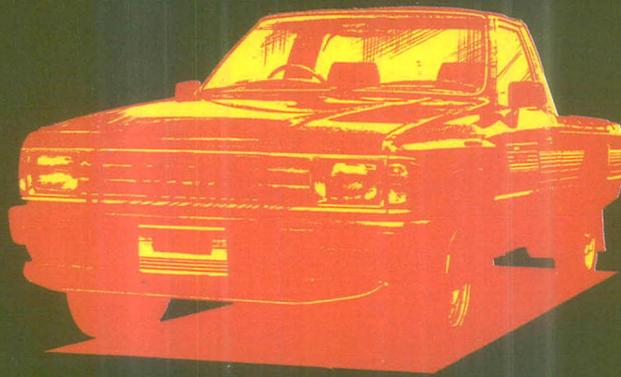
อีพ็อกซีและโพลีเอสเตอร์. สารยึดดังกล่าวมีคุณสมบัติเกาะติดกับพื้นผิวที่เป็นโลหะได้ดีและทำให้เกิดประจุได้ง่าย. เมื่อเคลือบสีผงด้วยวิธีการพ่นโดยทำให้เกิดประจุก่อนจะมีผลให้สีผงวิ่งเข้ากระทบเป้าได้อย่างถูกต้อง จนแทบไม่มีการสูญเสียเลย. นอกจากนั้นทิศทางการงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุเคลือบผิวสำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว ในปัจจุบันยังมุ่งไปทางด้านการค้นคว้าทดลองเพื่อนำมาใช้เป็นสารละลายมากขึ้นด้วย. งานวิจัยดังกล่าวสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยกำลังดำเนินการอยู่เช่นเดียวกัน.



#### บรรณานุกรม

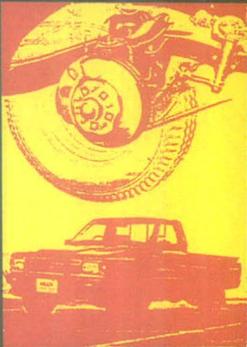
Munger, G. C. 1986. Corrosion Prevention by Protective Coatings. National Association of Corrosion Engineers, Texas, U.S.A. : p. 6-7.

# มลพิษจากไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล

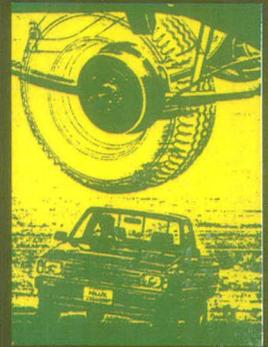


มานิต เสือภักดิ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900



ผู้เขียนเชื่อว่ามลพิษจากไอเสียใน กทม. เป็นมลพิษจากไอเสียของรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเสียเป็นส่วนใหญ่ เพราะเมืองไทยเป็นหนึ่งเมืองในไม่กี่เมืองในโลกที่รถบรรทุกเล็กหรือที่เรียกกันว่ารถปิคอัพใช้เครื่องยนต์ดีเซล แต่ทั้ง ๆ ที่มลพิษจากไอเสียของรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเรื่องใหญ่ควรสนใจ แต่มักจะไม่ค่อยมีใครกล่าวถึงไอเสียของเครื่องยนต์แบบนี้ ผู้เขียนจึงจะขอเสนอไว้เป็นความรู้ดังนี้



ไอเสียของรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลประกอบด้วยอะไรบ้าง?

ไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลประกอบไปด้วย oxide ของไนโตรเจน ( $\text{NO}_x$ ) ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ไอน้ำ ออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) ไนโตรเจน และอื่น ๆ และมีเขม่าออกมาด้วย ปริมาณของสิ่งเหล่านี้จะมากน้อยแล้วแต่ว่าเป็นขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาหรือเครื่องยนต์เดินโดยใช้กำลังเต็มที่

ถ้าขณะเดินเบาจะมี

$\text{NO}_x$  ประมาณ 0.005-0.025% โดยปริมาตร

HC ประมาณ 0.05-0.06% โดยปริมาตร

CO ประมาณ 0.01-0.045% โดยปริมาตร

$\text{CO}_2$  ประมาณ 3.5% โดยปริมาตร

ไอน้ำ ประมาณ 3.0% โดยปริมาตร

$\text{O}_2$  ประมาณ 16.0% โดยปริมาตร

เขม่า ประมาณ 20 มก./ลบ.ม.

แต่ในขณะที่ใช้กำลังเต็มที่จะมี

$\text{NO}_x$  ประมาณ 0.06-0.15% โดยปริมาตร

HC ประมาณ 0.02-0.06% โดยปริมาตร

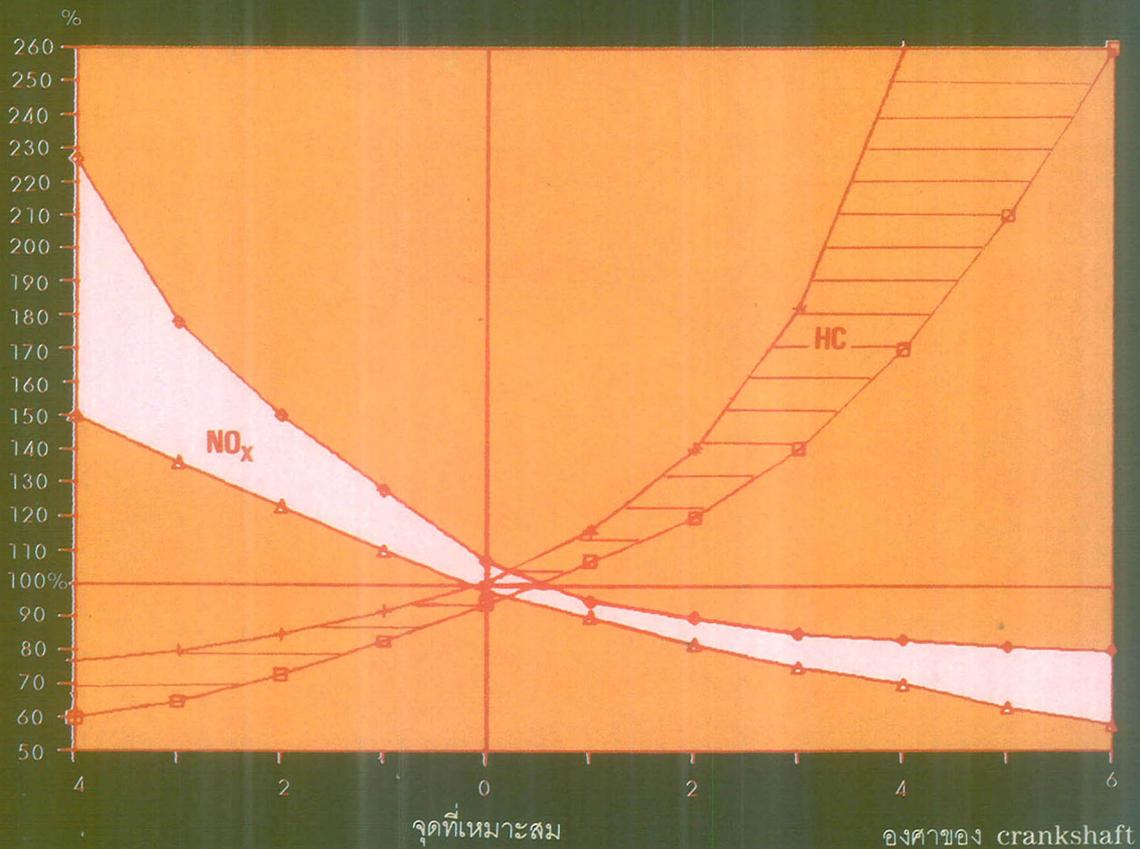
CO ประมาณ 0.035-0.2% โดยปริมาตร

$\text{CO}_2$  ประมาณ 12% โดยปริมาตร

ไอน้ำ ประมาณ 11% โดยปริมาตร

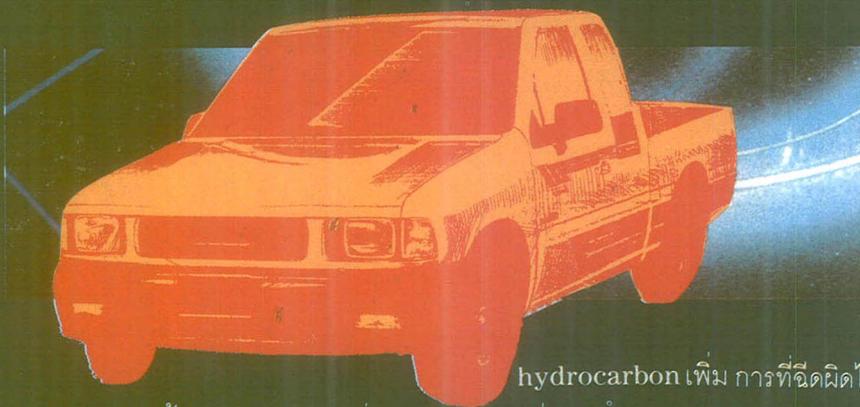
$\text{O}_2$  ประมาณ 10% โดยปริมาตร  
เขม่า ประมาณ 200 มก./ลบ.ม.





advance  
แก่

retard  
อ่อน



hydrocarbon เพิ่ม การที่ฉีดผิดไป

นอกจากนั้นแล้วไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับประการแรกตัวห้องเผาไหม้ ห้องเผาไหม้แบบ direct injection จะให้ oxide ของไนโตรเจนมากกว่าแบบอื่น ประการที่สองขึ้นอยู่กับการฉีดเชื้อเพลิง การเริ่มการฉีด คุณลักษณะด้าน sequence ของการฉีด และการกระจายของหัวฉีดมีผลต่อไอเสียที่พ่นออกมา การฉีดที่ช้าสักหน่อย (retard) จะช่วยลด oxide ของไนโตรเจนได้ แต่ถ้าช้ามากเกินไป (over-retard) จะไปทำให้

จากที่กำหนดเพียง 1 องศา (ของ crankshaft) จะทำให้มี oxide ของไนโตรเจน หรือ hydrocarbon เพิ่มขึ้นถึง 15% การฉีดเชื้อเพลิงและหัวฉีดเชื้อเพลิงที่ไม่ได้รับการบำรุงรักษาอย่างดี อาจทำให้การฉีดเกิดขึ้นหลังการเผาไหม้แล้ว เชื้อเพลิงหลุดออกมาทางระบบท่อไอเสียได้ ซึ่งก็จะเพิ่ม hydrocarbon ออกมาอย่างมาก ประการที่สามที่มีส่วนกระทบต่อไอเสียของรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลก็คือ อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ อากาศที่ร้อนกว่าปกติ

จะทำให้มีการปน oxide ของไนโตรเจนออกมามากขึ้น

มลพิษเหล่านี้เราสามารถช่วยกันลดได้ด้วยการดูแลระบบหัวฉีดให้ทำงานได้ดี ไม่ใช่ใช้เครื่องยนต์เต็มกำลังมากนัก และดัดแปลงเครื่องยนต์โดยนำไอเสียกลับมาใช้ใหม่คือเอากลับมารวมกับอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ใหม่ วิธีนี้ในทางทฤษฎีเป็นไปได้ แต่ในทางปฏิบัติคงจะต้องทำการวิจัยกันอีกพอสมควร เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสม เพราะว่าถ้าทำดีจะลด oxide ของไนโตรเจนลงได้ แต่ถ้าไม่ดีทั้งหม่า ทั้ง CO และ HC จะเพิ่ม อีกวิธีหนึ่งที่ทำได้ก็คือการใช้ catalyst มากำจัดเช่นเดียวกับในรถที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งจะลด HC ลงได้ (ซึ่งจะผิดกับในเครื่องยนต์เบนซินซึ่งลด NO<sub>x</sub>) แต่ condition ในการใช้ยุ่งยากพอสมควรและจะไม่ลด NO<sub>x</sub> แต่ที่อาจลดได้แน่ ๆ ก็คือหม่า ทั้งนี้โดยใช้เครื่องกรองที่เป็นเซรามิก





# ความเป็นไปได้ของการผลิตและการใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง

พูนศุข อັตตะสัมปยุณะ ศจี ปิยะพงศ์ อำพล เอื้ออารี สุรพงษ์ จันทร์ผ่องศรี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900

## ปัญหาและความสำคัญ

ประเทศไทยต้องพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศมีมูลค่าปีละกว่า 15,000 ล้านบาท (ปี 2531) เพื่อผ่อนคลายปัญหาด้านการจัดหาพลังงานและลดการขาดดุลการค้า จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา วิจัย เพื่อแสวงหาพลังงานในรูปแบบต่างๆภายในประเทศ ในต่างประเทศ ได้มีการใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันเบนซินเป็นพลังงานใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์อย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะน้ำมันเบนซินผสมแอลกอฮอล์นอกจากจะมีคุณภาพทัดเทียมกับน้ำมันเบนซินซูเปอร์แล้ว ยังให้ผลดีในด้านการช่วยลดมลภาวะในอากาศ ซึ่งจะทวีความ

รุนแรงยิ่งขึ้นในอนาคต

แอลกอฮอล์สามารถผลิตจากวัสดุเกษตร เช่น มันสำปะหลัง ข้าว และกากน้ำตาล (อ้อย) ซึ่งวัสดุเกษตรเหล่านี้สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมันสำปะหลังมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นทุกปี ประกอบทั้งปัจจุบันการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยต้องประสบกับปัญหาในเรื่องการกีดกันโควตา อันสืบเนื่องมาจากการดำเนินนโยบายการค้าของประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรป เป็นที่คาดหมายว่าในระยะต่อไปประเทศไทยจะประสบปัญหาการผลิตมันสำปะหลังเกินความต้องการของตลาดเพิ่มขึ้นไปอีก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องแสวงหาตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศให้

กว้างขวางยิ่งขึ้น การตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งจะมีการใช้มันสำปะหลังในปริมาณมาก ก็จะเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์มันสำปะหลังภายในประเทศได้ทางหนึ่ง

## การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์\*

ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การพัฒนาอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนมีความเป็นไปได้ ขึ้นอยู่กับราคามันสำปะหลังที่ใช้เป็นวัตถุดิบ และราคาน้ำมันเบนซินที่เป็นตัวกำหนดราคาขายแอลกอฮอล์

\* แอลกอฮอล์ หมายถึง เอธิลแอลกอฮอล์ หรือ เอทานอล

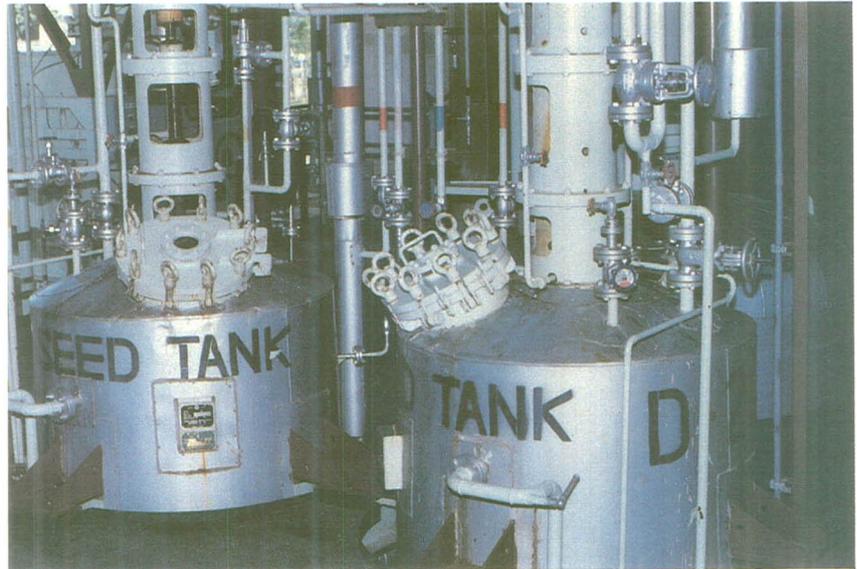
การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ความบริสุทธิ์ 99.5% นั้น ได้ใช้ขนาดกำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน ซึ่งเป็นขนาดของโรงงานที่เหมาะสมที่มีการใช้ในต่างประเทศ ทำการผลิตปีละ 330 วัน ผลผลิตแอลกอฮอล์ปีละ 49.5 ล้านลิตร ใช้เงินลงทุนในสินทรัพย์ประจำเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิตรวมทั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นเงิน 950 ล้านบาท

ในการประมาณการรายได้ ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนโครงการ ได้คำนวณเมื่อโรงงานผลิตเต็มกำลังการผลิต โดยให้ราคาแอลกอฮอล์จากโรงงานเท่ากับราคาขายปลีกน้ำมันเบนซินซูเปอร์ ซึ่งขึ้นลงในระดับต่าง ๆ ในระยะ 8 ปี ที่ผ่านมา คือ 8.45-12.60 บาทต่อลิตร และให้ราคามันสำปะหลังเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 0.40-0.89 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นไปตามราคาเฉลี่ยในตลาดในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา

จากการวิเคราะห์ปรากฏผลว่า ต้นทุนการผลิตแอลกอฮอล์เมื่อหักมูลค่าผลพลอยได้จะเท่ากับ 8.06-8.62 บาทต่อลิตร ณ ราคามันสำปะหลังซื้อจากไร่ 0.60-0.70 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ไม่รวมภาษีสรรพสามิต 1.10 บาทต่อลิตร แต่รวมดอกเบี้ยเงินลงทุน 15%

ในการจำหน่ายแอลกอฮอล์จากโรงงาน หากราคาขายแอลกอฮอล์เท่ากับราคาขายปลีกน้ำมันเบนซินซูเปอร์อยู่ในระดับ 8.45-9.50 บาทต่อลิตร และราคาวัตถุดิบอยู่ในระหว่าง 0.50-0.75 บาทต่อกิโลกรัม โรงงานจะมีผลตอบแทนต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์ก่อนหักภาษีสรรพสามิต อยู่ในระดับต่ำคือในระหว่างร้อยละ 2.0 และสูงสุดร้อยละ 10.4

ในกรณีที่กำหนดให้ราคาขายแอลกอฮอล์เท่ากับราคาขายปลีกน้ำมัน



เบนซินซูเปอร์เพิ่มขึ้นไปอยู่ในระหว่าง 10.20-12.60 บาทต่อลิตร โดยที่ราคาวัตถุดิบเปลี่ยนแปลงอยู่ในระหว่าง 0.50-0.75 บาทต่อกิโลกรัม ผลตอบแทนต่อการลงทุนก่อนหักภาษีสรรพสามิต จะอยู่ระหว่างร้อยละ 14.0 จนถึงร้อยละ 26.5 นอกจากนี้ เมื่อหักภาษีสรรพสามิตลิตรละ 1.10 บาท แล้ว ผลตอบแทนต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์จะอยู่ระหว่างร้อยละ 8.3 ถึงร้อยละ 20.8 ตามรายละเอียดการคำนวณที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

เมื่อมีการนำแอลกอฮอล์ไปผสมเป็นน้ำมันเบนซิน โดยใช้ส่วนผสมตามที่ได้มีการดำเนินการทดลองตลาดโดยบริษัทเอกชนมาแล้ว คือ เอทานอล : น้ำมันเบนซินธรรมดา : น้ำมันเบนซินซูเปอร์ ในอัตรา 15 : 35 : 50 และหากกำหนดให้ราคาจำหน่ายปลีก “น้ำมันเบนซินผสมพิเศษ” เท่ากับ ราคาเบนซินซูเปอร์แล้ว ผู้จัดจำหน่ายและสถานีบริการจะได้กำไรประมาณลิตรละ 0.76 บาท ซึ่งอยู่ในอัตราใกล้เคียงกับค่าการตลาดในการจำหน่ายน้ำมันเบนซินซูเปอร์ในปัจจุบัน (0.622 บาทต่อลิตร)

สรุปได้ว่าโครงการจะมีผลตอบแทนต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อราคาน้ำมันเบนซินซู-

เปอร์อยู่ในระดับที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน คือ 8.45 บาทต่อลิตร แต่โครงการจะมีความเป็นไปได้ เมื่อราคาน้ำมันเบนซินซูเปอร์สูงกว่าลิตรละ 10 บาท หากนำผลประโยชน์ทางอ้อมมาพิจารณาประกอบจะพบว่าจะทำให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น ๆ หลายด้าน คือ การช่วยสร้างงานในชนบท การช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงและลดดุลการค้าที่เสียเปรียบ ทำให้ประเทศสามารถใช้น้ำมันสำปะหลังเพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มเกิดขึ้นในประเทศ ไม่ต้องพึ่งพาสถานต่างประเทศ และเกิดเสถียรภาพทางด้านราคาของมันสำปะหลัง ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อการพึ่งพาตนเองของประเทศทางด้านพลังงาน และส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีใหม่ ที่จะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นภายในประเทศ คือ “เบนซินผสมพิเศษ” ซึ่งจะช่วยลดมลภาวะจากสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน เป็นการสร้างคุณภาพชีวิตที่ไม่สามารถวัดเป็นตัวเงินได้ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างความมั่นคงของชาติ โดยสามารถใช้เป็นยุทธปัจจัยได้อีกด้วย ซึ่งการดำเนินงาน

\* กันยายน 2533

ทั้งหมดจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศให้ก้าวหน้าต่อไป

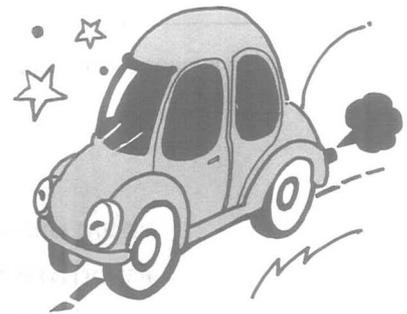
### สรุป

การพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ ประเทศไทยมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีและด้านวัตถุดิบ รวมทั้งการยอมรับของผู้บริโภคด้านการใช้งาน และการลดมลภาวะในอากาศ แต่ความเป็นไปได้ในการลงทุนเชิงพาณิชย์นั้น ขึ้นอยู่กับนโยบายและมาตรการจูงใจต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคของรัฐบาล และมีความ

จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงระเบียบ กฎเกณฑ์การผลิต การจำหน่ายแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ รวมทั้งปรับปรุงอัตราภาษีสรรพสามิตด้วย

ปัจจัยสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ คือราคามันสำปะหลังที่ใช้เป็นวัตถุดิบ และราคาน้ำมันเบนซินที่จะเป็นตัวกำหนดราคาขายแอลกอฮอล์ หากมีการลงทุนตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงาน ในขณะที่ราคาน้ำมันเบนซินซูเปอร์อยู่ในระดับที่เป็นอยู่ในปัจจุบันคือ ลิตรละ 8.45 บาท ผลตอบแทนต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์จะอยู่ในระดับต่ำ แต่ถ้ามีการดำเนินการ

ในช่วงเวลาที่ราคาน้ำมันเบนซินซูเปอร์สูงกว่าลิตรละ 10 บาทแล้ว ผลตอบแทนต่อการลงทุนในเชิงพาณิชย์จะอยู่ในระดับที่สูง อย่างไรก็ตาม หากมีการนำผลประโยชน์ทางอ้อมมาพิจารณาประกอบด้วยแล้วโครงการจะมีความเป็นไปได้มากขึ้น



### ที่มา :

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2532. การศึกษาความเป็นไปได้ของการตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคอีสาน. กรุงเทพฯ. (รายงานฉบับเฉพาะ)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2532. รายงานการประชุมเรื่องโอกาสทองของการใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานทดแทนและสารเพิ่มออกเทน. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2532. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2531/32. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 414, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. 2531. รายงานน้ำมันของประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

### ผนวกที่ 1

#### เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลชนิดใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินโดยวิธีประหยัดพลังงานที่มีการเสนอขาย 3 กรรมวิธี ด้วยกัน

**วิธีที่ 1 Low Temperature Cooking and Pressurised Distillation** เป็นเทคโนโลยีของญี่ปุ่น ซึ่งได้ทำการทดลองขึ้นโรงงานต้นแบบในประเทศไทย ร่วมกับ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) มีขั้นตอนการผลิตคือ เปลี่ยนแป้งในมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์ที่อุณหภูมิต่ำ หมักแบบกึ่งต่อเนื่องด้วยการหมวนเวียนน้ำสายีสต์ 20% และ

กลั่นภายใต้ความดัน วิธีนี้สามารถประหยัดพลังงานในรูปของไอน้ำได้กว่า 40% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม จาก การประเมินราคาเครื่องจักรเมื่อปี พ.ศ. 2532 ในกำลังผลิต 120 กิโลลิตรต่อวัน มีราคาประมาณ 350 ล้านบาท วัตถุดิบที่ใช้คือ จำพวกแป้งและน้ำตาล เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่างหวาน และ กากน้ำตาล ปัจจุบันประเทศไทยมีความสามารถในการทำกับเทคโนโลยี สามารถออกแบบและจัดสร้างเครื่องจักรได้เองภายในประเทศถึงร้อยละ 70

**วิธีที่ 2 Biostil** เป็นเทคโนโลยี

ของสวีเดน ใช้ผลิตด้วยข้าวสาลี และ กากน้ำตาล ยังไม่เคยใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ แต่คาดว่าจะสามารถใช้น้ำมันเป็นวัตถุดิบได้ ทั้งระบบเป็นแบบต่อเนื่องและหมวนเวียนยีสต์ ราคาเครื่องจักรเมื่อปี พ.ศ. 2527 ในกำลังผลิต 120 กิโลลิตรต่อวัน ประมาณ 410 ล้านบาท

**วิธีที่ 3 Multicont** เป็นเทคโนโลยีของออสเตรเลีย ใช้ผลิตด้วยกากน้ำตาล ยังไม่เคยผลิตด้วยมันสำปะหลัง แต่คาดว่าจะสามารถผลิตด้วยมันสำปะหลังได้ ทั้งระบบเป็นแบบต่อเนื่องและหมวนเวียนยีสต์ และกลั่นภายใต้ความดันสูง ราคาเครื่องจักรเมื่อปี พ.ศ. 2530 ในกำลังผลิต 120

กิโลลิตรต่อวัน ประมาณ 398 ล้านบาท ทั้งสามวิธีจะประหยัดพลังงานคือสิ้นเปลืองไอน้ำประมาณ 2.4-3.2 ตันต่อกิโลลิตรเอทานอล และสิ้นเปลืองไฟฟ้าประมาณ 214-300 kwh ต่อกิโลลิตรเอทานอล ดังนั้นจึงถือได้ว่า

ระดับเทคโนโลยีใกล้เคียงกัน แต่ความได้เปรียบของวิธีที่ 1 จะเหมาะสำหรับเมืองร้อนเช่น ประเทศไทยได้ดีกว่าเพราะหมักแบบครั้งคราว ถ้าเกิดการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์อื่นก็ไม่เสียหายมากเหมือนกับอีก 2 วิธี นอกจากนั้นวิธีที่ 1 ยัง

สามารถนำเฉพาะหน่วยกลั่นเพิ่มเติมเข้าไปในโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ซึ่งมีอยู่เดิม แล้วทำการกลั่นเอทานอลชนิดใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ทันที

ที่มา : รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคอีสาน, วท., 2532

**ผนวกที่ 2**  
การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตแอลกอฮอล์ชนิดเอทานอล 99.5% จากหัวมันสำปะหลังสำหรับโรงงานขนาดกำลังการผลิต 150,000 ลิตรต่อวัน เดินเครื่อง 330 วันต่อปี ให้สถานที่ก่อสร้างอยู่บริเวณจังหวัดขอนแก่น อัตราดอกเบี้ย 15% ต่อปี

	ราคาหัวมันสำปะหลังสด (บาท/กิโลกรัม)	
	0.60	0.70
การลงทุนสินทรัพย์ประจำ (ล้านบาท)	930	
เงินทุนหมุนเวียน (ล้านบาท)	20	
รวมเงินลงทุนทั้งหมด (ล้านบาท)	950	
Operating factor (เปอร์เซ็นต์) (1)	100	
ผลผลิตเอทานอล (ล้านลิตร/ปี)	49.5	
ต้นทุนการผลิตทั้งหมดไม่รวมค่ามันสำปะหลัง (ล้านบาท/ปี) (2)	305.47	305.47
ค่ามันสำปะหลัง (ล้านบาท/ปี)	165.00	192.50
รวมต้นทุนการผลิต (ล้านบาท/ปี)	470.47	497.97
ต้นทุนการผลิต (บาท/ลิตร)	9.50	10.06
มูลค่าผลผลิตพลอยได้ (บาท/ลิตร)	1.44	1.44
ต้นทุนเมื่อหักมูลค่าผลผลิตพลอยได้แล้ว (บาท/ลิตร)	8.06	8.62
ค่าขนส่งจากโรงงานที่ขอนแก่นถึงโรงกลั่นที่ศรีราชา (บาท/ลิตร)		0.25
ต้นทุนส่งถึงโรงกลั่นที่ศรีราชา (บาท/ลิตร)	8.31	8.87

หมายเหตุ

- (1) Operating factor เริ่มการผลิตตั้งแต่ปีที่ 3 = 80% ปีที่ 4 = 90% ปีที่ 5 = 100%
- (2) ค่าเสื่อมราคา คิดจาก CRF เป็นเวลา 15 ปี

### ผนวกที่ 3

ต้นทุนการผลิตเอทานอล 99.5% ณ ระดับราคามันสำปะหลังและอัตราดอกเบี้ยต่างๆ  
(เมื่อคำนึงถึงค่า CRF และหักรายรับจากการขายผลพลอยได้)

หน่วย : บาท/ลิตร

อัตราดอกเบี้ย % วัตถุดิบ (บาท/กก.)						
	6	8	10	12	14	15
0.30	5.05	5.32	5.61	5.91	6.23	6.39
0.35	5.33	5.50	5.89	6.19	6.51	6.67
0.40	5.61	5.88	6.17	6.47	6.79	6.95
0.45	5.89	6.16	6.45	6.75	7.07	7.23
0.50	6.17	6.44	6.73	7.03	7.35	7.51
0.55	6.45	6.72	6.92	7.31	7.63	7.79
0.60	6.73	7.00	7.29	7.59	7.90	8.06
0.65	7.01	7.28	7.57	7.87	8.18	8.34
0.70	7.28	7.56	7.84	8.14	8.46	8.62
0.75	7.56	7.83	8.12	8.32	8.74	8.90



**ผนวกที่ 4**

รายได้, ต้นทุนการผลิตแอลกอฮอล์ชนิดเอทานอล 99.5% และผลตอบแทนต่อการลงทุน ณ ระดับราคาขาย และราคาวัตถุดิบต่างๆ  
(ผลผลิตเอทานอล 49.5 ล้านลิตรต่อปี)

รายได้จากการขายแอลกอฮอล์		ต้นทุนการผลิต			กำไรก่อนหักภาษีสรรพสามิต			กำไรหลังหักภาษีสรรพสามิต		
ราคา บาท/ลิตร	รายได้รวม (1,000 บาท)	ณ ราคา ขั้นต่ำที่สุด (บาท/กก.)	ต้นทุน การผลิต (บาท/ลิตร)	ต้นทุนการ ผลิตรวม (1,000 บาท)	บาท/ลิตร	กำไรรวม (1,000 บาท)	ผลตอบแทน ต่อการ ลงทุน %	บาท/ลิตร	กำไรรวม (1,000 บาท)	ผลตอบแทน ต่อการ ลงทุน %
8.45	418,275	0.50	7.51	371,745	0.94	46,530	4.9	(0.16)	(7,920)	—
	418,275	0.55	7.79	385,605	0.66	32,670	3.4	(0.44)	(21,780)	—
	418,275	0.60	8.06	398,970	0.39	19,305	2.0	(0.71)	(35,145)	—
	418,275	0.65	8.34	412,830	0.11	5,445	0.6	(0.99)	(49,005)	—
	418,275	0.70	8.62	426,690	(0.17)	(8,415)	—	(1.27)	(62,865)	—
	418,275	0.75	8.90	440,550	(0.45)	(22,275)	—	(1.55)	(76,725)	—
8.90	440,550	0.50	7.51	371,745	1.39	68,805	7.2	0.29	14,355	1.5
	440,550	0.55	7.79	385,605	1.11	54,945	5.8	0.01	495	—
	440,550	0.60	8.06	398,970	0.84	41,580	4.4	(0.26)	(12,870)	—
	440,550	0.65	8.34	412,830	0.56	27,720	2.9	(0.54)	(26,730)	—
	440,550	0.70	8.62	426,690	0.28	13,860	1.5	(0.82)	(40,590)	—
	440,550	0.75	8.90	440,550	—	—	—	(1.10)	(54,450)	—

ผนวกที่ 4 ต่อ

รายได้จากการขายผลกออกออล		ต้นทุนการผลิต			กำไรก่อนหักภาษีสรรพสามิต			ภาษี สรรพสามิต (1,000 บาท)	กำไรหลังหักภาษีสรรพสามิต		
ราคา บาท/ลิตร	รายได้รวม (1,000 บาท)	ณ ราคา ขั้นต่ำ (บาท/กก.)	ต้นทุน การผลิต (บาท/ลิตร)	ต้นทุนการ ผลิตรวม (1,000 บาท)	บาท/ลิตร	กำไรรวม (1,000 บาท)	ผลตอบแทน ต่อการ ลงทุน %		บาท/ลิตร	กำไรรวม (1,000 บาท)	ผลตอบแทน ต่อการ ลงทุน %
9.50	470,250	0.50	7.51	371,745	1.99	98,505	10.4	54,450	0.89	44,055	4.6
	470,250	0.55	7.79	385,605	1.71	84,645	8.9	54,450	0.61	30,195	3.2
	470,250	0.60	8.06	398,970	1.44	71,280	7.5	54,450	0.34	16,830	1.8
	470,250	0.65	8.34	412,830	1.16	57,420	6.0	54,450	0.06	2,970	0.3
	470,250	0.70	8.62	426,690	0.88	43,560	4.6	54,450	(0.22)	(10,890)	(1.1)
	470,250	0.75	8.90	440,550	0.60	29,700	3.1	54,450	(0.50)	(24,750)	(2.6)
	470,250	0.80	9.18	454,410	0.32	15,840	1.6	54,450	(0.78)	(38,610)	(3.7)
10.20	504,900	0.50	7.51	371,745	2.69	133,155	14.0	54,450	1.59	78,705	8.3
	504,900	0.55	7.79	385,605	2.41	119,295	12.6	54,450	1.31	64,845	6.8
	504,900	0.60	8.06	398,970	2.14	105,930	11.2	54,450	1.04	51,480	5.4
	504,900	0.65	8.34	412,830	1.86	92,070	9.7	54,450	0.76	37,620	4.0
	504,900	0.70	8.62	426,690	1.58	78,210	8.2	54,450	0.48	23,760	2.5
	504,900	0.75	8.90	440,550	1.30	64,350	6.8	54,450	0.20	9,900	1.0
	504,900	0.80	9.18	454,410	1.02	50,490	5.4	54,450	(0.08)	(6,000)	(0.3)
11.70	579,150	0.50	7.51	371,745	4.19	207,405	21.8	54,450	3.09	152,955	16.1
	579,150	0.55	7.79	385,605	3.91	193,545	20.4	54,450	2.81	139,095	14.6
	579,150	0.60	8.06	398,970	3.64	180,180	19.0	54,450	2.54	125,730	13.2
	579,150	0.65	8.34	412,830	3.36	166,320	17.5	54,450	2.26	111,870	11.8
	579,150	0.70	8.62	426,690	3.08	152,460	16.0	54,450	1.98	98,010	10.3
	579,150	0.75	8.90	440,550	2.80	138,600	14.6	54,450	1.70	84,150	8.9
	579,150	0.80	9.18	454,410	2.52	124,740	13.2	54,450	1.42	70,290	7.4
12.60	623,700	0.50	7.51	371,745	5.09	251,955	26.5	54,450	3.99	197,505	20.8
	623,700	0.55	7.79	385,605	4.81	238,095	25.1	54,450	3.71	183,645	19.3
	623,700	0.60	8.06	398,970	4.54	224,730	23.7	54,450	3.44	170,280	17.9
	623,700	0.65	8.34	412,830	4.26	210,870	22.2	54,450	3.16	156,420	16.5
	623,700	0.70	8.62	426,690	3.98	197,010	20.7	54,450	2.88	142,560	15.0
	623,700	0.75	8.90	440,550	3.70	183,150	19.3	54,450	2.60	128,700	13.5
	623,700	0.80	9.18	454,410	3.42	169,290	17.9	54,450	2.32	114,840	12.0



**ผนวกที่ 5**  
**โครงการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังเป็นพลังงานทดแทน**  
**ของ**  
**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**

โครงการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังในระดับโรงงานต้นแบบ เป็นโครงการพัฒนาพลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนที่ 5 ซึ่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงานได้รับมอบหมายให้ดำเนินการ โดยมติเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรีเมื่อเดือนมกราคม 2524

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจาก 2 แหล่งทุน คือ จากภาคเอกชนและรัฐบาลประเทศญี่ปุ่น ในรูปของเครื่องจักร และอุปกรณ์ ครบชุด รวมทั้งเจ้าหน้าที่เทคนิคญี่ปุ่น ในวงเงินประมาณ 500 ล้านบาท และจากงบประมาณแผ่นดิน ประมาณ 16 ล้านบาท เพื่อก่อสร้างอาคารโรงงานและดำเนินการทดลองผลิตเป็นเวลา 1 ปี

**ปี 2526** ได้ทำการก่อสร้างโรงงานต้นแบบเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ชนิดเอทานอล ความบริสุทธิ์ 99.5% แล้วเสร็จ โรงงานนี้เป็นโรงงานต้นแบบโรงงานแรกในประเทศไทยมีกำลังการผลิต 1,500 ลิตรต่อวัน

**ปี 2527** วท. ประสบผลสำเร็จในการผลิตเอทานอลความบริสุทธิ์ 99.5% จากมันสำปะหลัง โดยใช้กรรมวิธีการผลิตใหม่ซึ่งประหยัดพลังงาน ทำให้ช่วยลดการใช้พลังงานในการผลิตลงได้ร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการผลิตเดิม เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้สำเร็จ แอลกอฮอล์ที่ผลิตได้นี้มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน

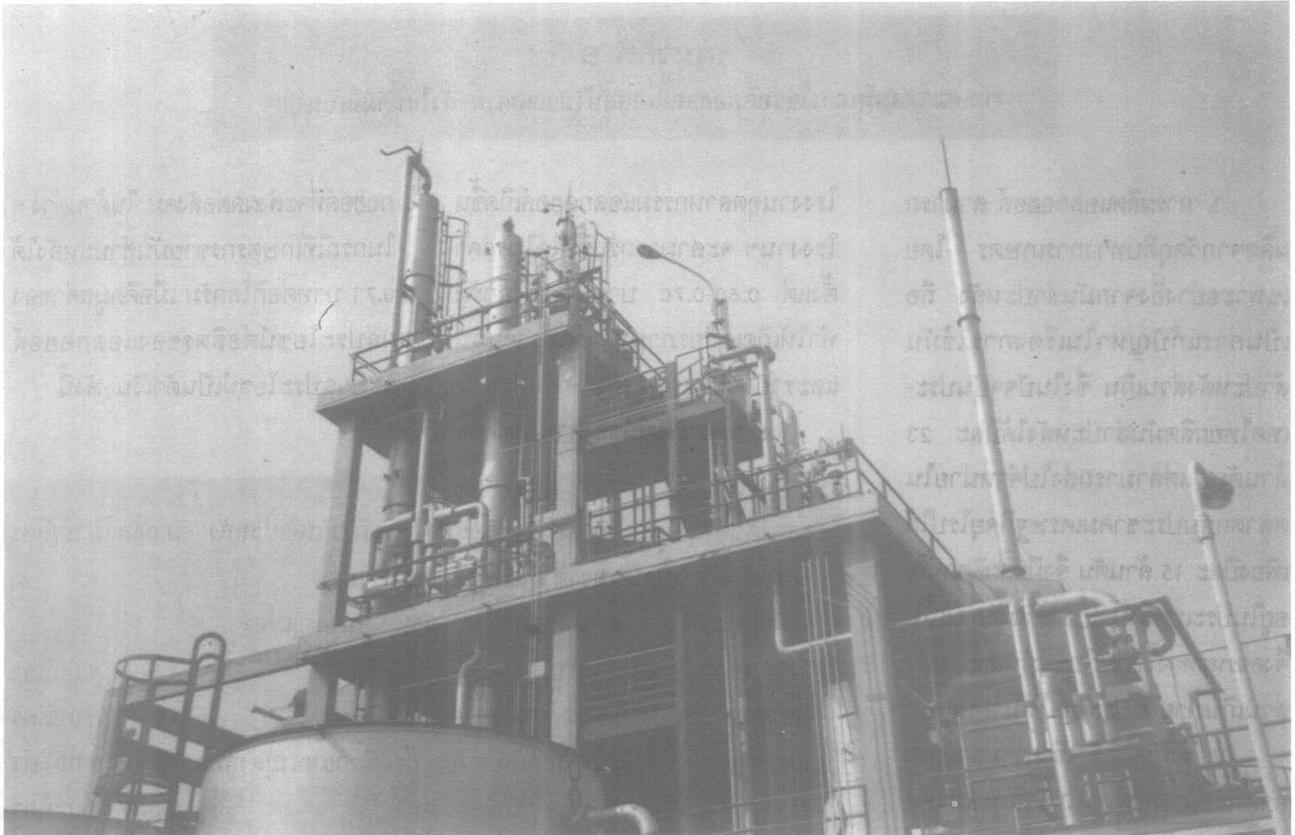


รถยนต์ โดยมีต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์แต่อย่างใด

**ปี 2528-2530** วท. ได้ทำการทดลองใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ โดยเริ่มทดลองกับรถยนต์ของ วท. ก่อน ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างเอทานอล : น้ำมันเบนซินธรรมดา เท่ากับ 15 : 85 ทำการทดลองวิ่งในสภาพการจราจรของกรุงเทพมหานคร และการวิ่งระยะทางไกลไปยังทุกภาคของประเทศ ผลของการทดลองเป็นที่พอใจ จากนั้นได้ทำการทดลองตลาดเพื่อศึกษาถึงความยอมรับ พฤติกรรมและทัศนคติ ตลอดจนข้อคิดเห็นของผู้บริโภค ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือจาก บริษัท สองพลอย จำกัด และการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ "น้ำมันเบนซินผสมพิเศษ" ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่าง เอทานอล : น้ำมันเบนซินธรรมดา : น้ำมันเบนซินซูเปอร์ ในอัตรา 15 : 35 : 50 สถานีบริการที่ใช้ทดลองมี 3 แห่ง คือ สถานีบริการสวีตติการกรมสุลการ สถานีบริการสวีตติการ ปตท. ถนน

วิภาวดีรังสิต และ สถานีบริการสวีตติการกรมวิชาการเกษตร ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ราคาขายน้ำมันเบนซินผสมพิเศษ ลิตรละ 8.85 บาท ซึ่งต่ำกว่าราคาน้ำมันเบนซินซูเปอร์ซึ่งมีราคาในขณะนั้น ลิตรละ 8.90 บาท เวลาของการทดลองตลาดรวม 26 เดือน ใช้เอทานอลทั้งสิ้นประมาณ 100,000 ลิตร ซึ่งเทียบเป็นน้ำมันเบนซินผสมพิเศษที่ทดลองตลาดจำนวน 670,000 ลิตร น้ำมันผสมพิเศษนี้ได้รับการตรวจสอบคุณภาพจาก กรมทะเบียนการค้า กระทรวงพาณิชย์ ว่ามีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดคุณภาพของน้ำมันเบนซินซูเปอร์ ผลของการทดลองซึ่งได้จากแบบสอบถามผู้บริโภค ปรากฏว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 ยอมรับคุณภาพของน้ำมันเบนซินผสมพิเศษนี้ โดยเฉพาะในเรื่องของการลดมลพิษจากไอเสีย

**ปี 2532** วท. ได้จัดประชุมวิชาการเพื่อเผยแพร่ผลงานและระดมความคิดเห็นจากภาคเอกชน นักวิชาการ และ



บุคคลทั่วไป ในหัวข้อเรื่อง “โอกาสทองของการใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานและสารเพิ่มออกเทน” เป็นที่ยอมรับจากที่ประชุมในการใช้เอทานอลจากวัสดุเกษตร เป็นพลังงานและสารเพิ่มออกเทนที่ประชุม มีข้อพิจารณาและข้อเสนอแนะ 3 เรื่องด้วยกัน

1) ด้านการเมือง

— ควรจะมีการตั้งกรรมการพิจารณาส่งเสริมการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตร โดยมีผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นกรรมการ

— ควรให้มีการหาแนวทางร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาข้อสรุป และแก้ไขขัดจำกัดทางกฎหมายเรื่อง การใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานเพื่อนำเสนอคณะรัฐมนตรี พิจารณาออกเป็นกฎหมายต่อไป

— ควรมีการพิจารณาปรับปรุงอัตราภาษีสรรพสามิตสำหรับแอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นพลังงาน

2) ทางเศรษฐกิจ

— ควรกำหนดมาตรการส่งเสริมให้ผู้ลงทุนมีความเชื่อมั่นในการลงทุนรวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้อย่างแพร่หลาย

— ควรหามาตรการป้องกันกีดกันนำเอทานอล 99.5% ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ใช้เป็นสุรา

— ควรมีมาตรการการป้องกันทำลายป่าอันเนื่องมาจากความต้องการมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัตถุดิบในโรงงานแอลกอฮอล์

— ควรคำนึงถึงผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวเนื่องกับการใช้แอลกอฮอล์

3) ทางวิชาการ

— เพิ่มการประชาสัมพันธ์ถึงผลของการใช้แอลกอฮอล์ และผลกระทบทางด้านต่าง ๆ ให้ประชาชนทราบให้เป็นที่แพร่หลายยิ่งขึ้น

— ควรพิจารณาความเป็นไปได้ในการสร้างอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ เช่น การผลิต ETBE ซึ่งมีศักยภาพสูง

สรุปได้ว่าการพัฒนาแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงนั้น จะต้องวิเคราะห์ผลตอบแทนทั้งในส่วนที่เป็นผลตอบแทนในเชิงพาณิชย์และผลประโยชน์ที่จะเกิดต่อเศรษฐกิจและสังคมโดยส่วนรวม ตลอดจนความมั่นคงของประเทศ และการสร้างขีดความสามารถในการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีของประเทศด้วย

ปี 2532-2533 จท. ได้ทำการ

ศึกษาความเป็นไปได้ของการตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังและวัสดุเกษตรอื่น ๆ ให้แก่เอกชนผู้สนใจลงทุน จำนวน 2 ราย การศึกษาครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ วัตถุประสงค์ สถานที่ตั้งโรงงาน ความเป็นไปได้ทางเทคนิค รูปแบบโรงงานพร้อมเครื่องจักร อุปกรณ์การบริหารโรงงาน การนำผลพลอยได้ของเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ ความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ภาษีและนโยบายเกี่ยวกับภาษีแอลกอฮอล์ ภาวะการตลาดแอลกอฮอล์ ฯลฯ

## ผนวกที่ 6

### ความเหมาะสมในการใช้แอลกอฮอล์เพื่อลดปริมาณสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน

1. การผลิตแอลกอฮอล์ สามารถผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากมันสำปะหลัง ถือเป็นการแก้ปัญหาในเรื่องการใช้มันสำปะหลังส่วนเกิน ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้ปีละ 23 ล้านตัน แต่สามารถส่งไปจำหน่ายในตลาดกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจยุโรปได้เพียงปีละ 15 ล้านตัน จึงมีผลผลิตเหลืออยู่ในประเทศถึงปีละ 8 ล้านตัน ฉะนั้นจึงควรหาทางใช้ประโยชน์มันสำปะหลังส่วนเกินภายในประเทศให้มากที่สุด

2. เป็นการสร้างขีดความสามารถการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีในประเทศ หากมีการสร้างโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศ จะทำให้สามารถออกแบบผลิต และสร้างเครื่องมือเครื่องจักรภายในประเทศ ได้ถึง 70% ของเงินลงทุนในสินทรัพย์ประจำ คิดเป็นมูลค่า 6,400 ล้านบาทต่อปี (ในกรณีมีการสร้างโรงงาน ขนาด 150,000 ลิตรต่อวัน ต่อโรงงาน จำนวน 10 โรง) และเงินจำนวนนี้จะหมุนเวียนอยู่ในประเทศ

ในการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง ค่าวัตถุดิบ เคมีภัณฑ์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จะหมุนเวียนในประเทศ มีมูลค่าเฉลี่ย 3,980 ล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็น 90% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมดของโรงงาน

3. การสร้างโรงงานแอลกอฮอล์ในชนบทเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ที่ต้องเผชิญกับปัญหาความผันแปรในด้านราคา เนื่องจากต้องพึ่งพาสถานต่างประเทศ หากราคามันสำปะหลัง ต่ำกว่า 0.50 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรจะได้รับความกระทบกระเทือน แต่ในขณะที่มี

โรงงานอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์เกิดขึ้น โรงงานฯ จะสามารถรับซื้อได้ในราคา ตั้งแต่ 0.60-0.70 บาท ต่อกิโลกรัม ทำให้เกิดเสถียรภาพทางด้านราคามัน และรายได้ของเกษตรกร

#### 4. ผลประโยชน์ของการผลิตแอล-

กอฮอล์ที่จะส่งผลกระทบต่อสังคม ในด้านต่าง ๆ ในกรณีที่เกษตรกรขายมันสำปะหลังได้ 0.71 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อคิดมูลค่าของผลประโยชน์ต่อลิตรของแอลกอฮอล์ จะมีผลประโยชน์เป็นตัวเงิน ดังนี้

* รายได้ของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้นจากต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง	0.888 บาท/ลิตร
* สามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศในการนำเข้า น้ำมันเบนซินธรรมดา แทนการนำเข้าน้ำมันเบนซินซูเปอร์ (แอลกอฮอล์ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินธรรมดา)	1.528 บาท/ลิตร
* ลดมูลค่าการนำเข้า ของ สาร MTBE	1.8 บาท/ลิตร
* ลดภาระการสต็อกมันในรูปของดอกเบี้ย ประกันภัยของผู้ส่งออก	1.223 บาท/ลิตร
รวม	5.537 บาท/ลิตร



ตามสมมติฐานการผลิตน้ำมัน 3,300 ล้านลิตร และปริมาณการทดแทนร้อยละ 15 จะมีผลประโยชน์ คิดเป็นมูลค่า 2,740 ล้านบาทต่อปี

ในขณะที่รัฐเก็บภาษีสรรพสามิตจากน้ำมัน ได้ 4.40 บาทต่อลิตร และเก็บภาษี จากแอลกอฮอล์ ได้ 1.10 บาทต่อลิตร รัฐจะสูญเสียรายได้ไป ประมาณ 2,000 ล้านบาท แต่หากรัฐยังคงคิดภาษีแอลกอฮอล์ ลิตรละ 1.10 บาท รัฐจะสูญเสียรายได้ไปประมาณ 1,600 ล้านบาท ฉะนั้น จะเห็นได้ว่า เมื่อนำผลประโยชน์ต่อสังคม ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 2,740 ล้านบาท มาพิจารณาประกอบแล้ว ผลประโยชน์ต่อส่วนรวม จะมีมากกว่า

ผลประโยชน์ต่อส่วนรวมที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ เป็นตัวเงิน ได้แก่ การสร้างงานในภาคเกษตร อุตสาหกรรม การขนส่งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และ ผลที่เกิดขึ้นจากตัวทวี (multiplier effects) อันสืบเนื่องจากการลงทุน

5. การสร้างโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ในชนบท จะเป็นการช่วยพัฒนาชนบทตามนโยบายของรัฐที่ได้วางไว้ โดยสามารถจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สมบูรณ์

แบบขึ้น และให้มีการจัดการในส่วนของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ ด้วยการส่งเสริมให้มีการพัฒนาชนบทแบบครบวงจรที่เน้นทั้งในด้านจิตใจ สังคม และเศรษฐกิจ

กิจ ก็จะสามารถทำให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการ ได้รับผลประโยชน์ทั้งที่เป็นตัวเงิน และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

### ผนวกที่ 7 การผลิตและการใช้แอลกอฮอล์ภายในประเทศ

แอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ในประเทศประมาณร้อยละ 90 ได้จากการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต และอีกประมาณร้อยละ 10 ใช้ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า และวัสดุการเกษตรอื่น ๆ

แอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ร้อยละ 75 ใช้ไปในการผสมเพื่อแปรสภาพเป็นสุรา และที่เหลืออีกร้อยละ 25 ใช้ในทางเภสัชกรรม การแพทย์ และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ปัจจุบันยังไม่มีให้นำแอลกอฮอล์ไปใช้เป็นพลังงาน

โรงงานผลิตแอลกอฮอล์ที่ทำการผลิตแอลกอฮอล์ความบริสุทธิ์ 95% ใน

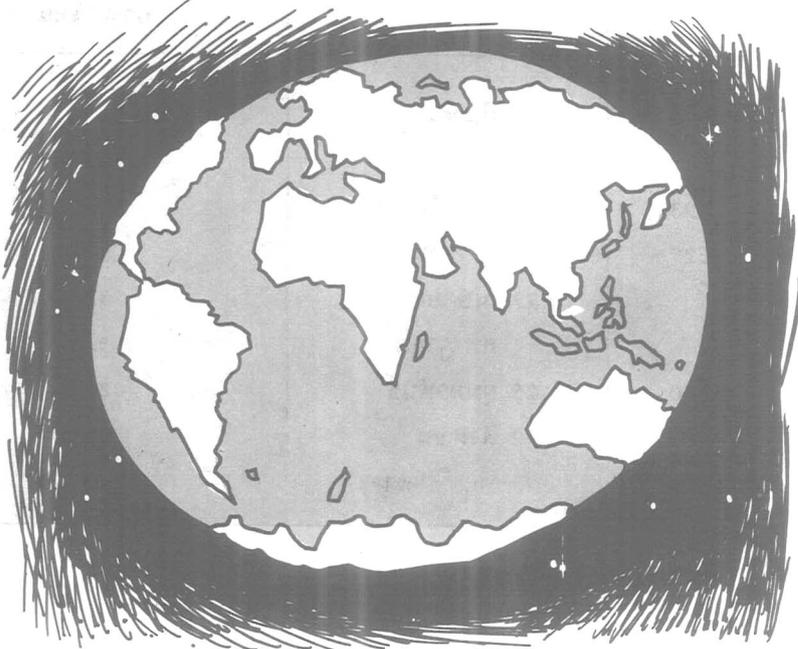
ประเทศไทยมีอยู่ประมาณ 20 โรง โดยแบ่งกลุ่มการผลิตได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นโรงงานของรัฐ ประกอบด้วย โรงงานสุรากรมการช่างูร โรงงานกลุ่มสุราทิพย์ และโรงงานสุราอยุธยา มีกำลังการผลิตรวมประมาณ 740,000 ลิตรต่อวัน กลุ่มที่ 2 เป็นโรงงานแอลกอฮอล์ของเอกชน ผลิตเพื่อใช้ในประเทศ มี 4 แห่ง มีกำลังการผลิตรวมประมาณกว่า 70,000 ลิตรต่อวัน และกลุ่มที่ 3 คือ โรงงานที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน ทำการผลิตเพื่อส่งออก ไม่มีการจำหน่ายภายในประเทศ ได้แก่ บริษัท ตะวันออก

เคมีคัล กำลังการผลิต 70,000 ลิตรต่อวัน และบริษัท ไทยแอลกอฮอล์ มีกำลังการผลิต 400,000 ลิตรต่อวัน (ปัจจุบันยังมิได้ทำการผลิต) รวมกำลังการผลิตแอลกอฮอล์ 95% ภายในประเทศปีละประมาณ 290.4 ล้านลิตร

ปัจจุบันยังไม่มีโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ 99.5% แต่มีโรงงานต้นแบบผลิตแอลกอฮอล์ 99.5% ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งมีกำลังการผลิตวันละ 1,500 ลิตร

### ผนวกที่ 8 การผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในต่างประเทศ

การผลิตและการใช้แอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงาน ได้มีการดำเนินการในประเทศต่าง ๆ คือ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และแคนาดา ใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมันเบนซิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดมลภาวะเป็นพิษเนื่องจากสารตะกั่ว ส่วนประเทศบราซิลและประเทศอื่น ๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน มาตรการช่วยเหลือที่รัฐให้แก่ผู้ลงทุนผลิตแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับมาตรการด้านภาษี การหาทุนในอัตราดอกเบี้ยต่ำ และการกำหนดราคาน้ำมันเบนซินผสมแอลกอฮอล์ให้ต่ำกว่าราคาน้ำมันเบนซินซูเปอร์เป็นต้น



ประเทศ	เริ่มใช้เมื่อ ปี พ.ศ.	อัตราส่วนผสมของ แอลกอฮอล์ %	วัตถุดิบใช้ผลิต แอลกอฮอล์
บราซิล	2518	20	อ้อย
อเมริกา	2521	10	ข้าวโพด ข้าวสาลี
แอฟริกาใต้	2520	10	ถ่านหิน
ซิมบับเว	2526	15	กากน้ำตาล
แคนาดา	2527	10	
สวีเดน	2527	4	ข้าวสาลี
ไอร์แลนด์	2528	10	เปโตรเคมีคอล
ออสเตรเลีย	2524	10	
ฟิลิปปินส์	2524-2526	15	อ้อย
ไทย	2528-2530 (ทดลองตลาด)	15	มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย และกากน้ำตาล

ที่มา : รายงานการประชุมเรื่อง “โอกาสทองของการใช้แอลกอฮอล์เป็นพลังงานและสารเพิ่มออกเทน”, วท., 2532

**ผนวกที่ 9**  
การเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันขายปลีกใน กทม.

ปี	วันที่ เดือน	น้ำมันเบนซินธรรมดา บาท/ลิตร	น้ำมันเบนซินซูเปอร์ บาท/ลิตร
2526	29 มีนาคม	11.10	12.60
	1 ธันวาคม	10.80	11.70
2528	มกราคม-ธันวาคม	10.80	11.70
2529	21 กุมภาพันธ์	9.50	10.20
	29 เมษายน	8.80	9.50
2530	1 กรกฎาคม	8.20	8.90
	25 กุมภาพันธ์	8.20	8.90
	12 สิงหาคม	8.20	8.90
2531	25 พฤศจิกายน	7.75	8.45

ที่มา : กรมการค้าภายใน

**ผนวกที่ 10**  
**ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมรวมภายในประเทศ พ.ศ. 2522-2531**

ปี	น้ำมันเบนซิน ล้านลิตร	ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมรวม ล้านลิตร
2522	2,361.4	12,203.9
2523	2,248.7	12,668.7
2524	2,090.7	12,028.5
2525	2,015.1	11,012.8
2526	2,066.9	12,344.5
2527	2,118.0	12,960.1
2528	2,089.8	12,424.3
2529	2,269.0	13,132.7
2530	2,596.7	14,271.7
2531	2,922.5	16,325.5

ที่มา : สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, 2531

**ผนวกที่ 11**  
**มันสำปะหลัง : เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และราคาที่เกษตรกรขายได้ พ.ศ. 2523-2532**

ปีเพาะปลูก	เนื้อที่เพาะปลูก 1,000 ไร่	ผลผลิต 1,000 ตัน	ราคาที่เกษตรกรขายได้ บาท/กิโลกรัม
2523	7,250	16,540	0.75
2524	7,940	17,744	0.46
2525	7,726	17,788	0.51
2526	8,552	18,989	0.74
2527	8,780	19,985	0.66
2528	9,230	19,263	0.40
2529	7,748	15,255	0.78
2530	8,820	19,554	0.89
2531	9,879	22,307	0.61
2532	10,136	24,264	0.56

ที่มา : สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2531/32



# มุมมอง เศรษฐกิจเทคโนโลยี

เกรียงศักดิ์ ศิริพงษ์โรจน์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

## มุมมองที่ 2 : การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการวิจัยและพัฒนา

บทบาทขององค์การวิจัยและพัฒนาในระดับชาตินั้น มุ่งนำผลการวิจัยและพัฒนาของตนออกสู่สังคม เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ หรือการนำผลการวิจัยและพัฒนานั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์นอกวงแคบประเทศชาติ ทั้งนี้เพราะการวิจัยและพัฒนาทั้งหลายต้องมีค่าใช้จ่าย ซึ่งถือเป็นการลงทุนอย่างหนึ่ง จึงต้องมีผลตอบแทนออกมา ไม่ใช่ลงทุนไปแล้วสูญเปล่า ซึ่งนับว่าเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณของชาติอย่างน่าเสียดายยิ่ง

เมื่อมีความคิดที่จะจัดทำโครงการวิจัยและพัฒนา หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาต้องมิขั้นตอนเพื่อให้โครงการหรือสิ่งประดิษฐ์นั้นสอดคล้องกับความเป็นจริงในสังคม มิใช่เป็นโครงการตามความฝันแล้วนำไปดำเนินการหรือนำไปใช้หรือนำไปลงทุนทันที โดยขาดการศึกษาในรายละเอียด เพราะจะมีความเสี่ยงสูง โอกาสที่จะล้มเหลวมีค่อนข้างมาก ดังที่มีตัวอย่างปรากฏให้

เห็นอยู่มากมาย การศึกษาถึงสู่ทางความเป็นไปได้ของโครงการว่าเหมาะสมหรือไม่นั้น เป็นการช่วยป้องกันมิให้ผู้ดำเนินการโครงการหรือผู้ลงทุนต้องสูญเสียเวลา ค่าใช้จ่าย และทรัพยากร (ซึ่งอาจมีอยู่จำกัด) ไปโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าหากผลการศึกษาชี้ชัดว่าโครงการนั้นหากลงทุนไปจะขาดทุนหรือล้มเหลวอย่างแน่นอน ด้วยเหตุนี้แนวความคิดเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงเกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ว่านี้ เริ่มต้นจากการมีความคิดในการศึกษา เมื่อมีความคิดในการศึกษาหรือจะดำเนินโครงการใดโครงการหนึ่งแล้ว ต้องมีการกลั่นกรองความคิดนั้นแบบคร่าว ๆ (informal screening) เสียก่อนโดยพิจารณาถึงประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงการนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และแก้ไขปัญหาหรือเป็นไปตามความต้องการของประชาชนหรือไม่

2. โครงการนั้นหรือผลิตภัณฑ์นั้นต้องอาศัยอะไรบางอย่างที่เป็นปัจจัยในการผลิต (input) ใช้จำนวนมากน้อยเพียงใด หาได้ง่ายหรือไม่

3. โครงการนั้นหรือผลิตภัณฑ์นั้นมีกระบวนการผลิต (process) อย่างไร ต้องใช้เทคโนโลยีระดับไหน มีความยุ่งยากซับซ้อนหรือไม่ เรามีขีดความสามารถจะกระทำได้อหรือไม่

4. โครงการนั้นหรือผลิตภัณฑ์นั้นเป็นที่รู้จักในท้องตลาดแล้วหรือยัง ผลิตแล้วจะขายใครที่ไหน จำนวนมากน้อยเพียงใด ต้องมีการแข่งขันกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้ทดแทนกันได้มากน้อยเพียงใด

เมื่อผ่านขั้นตอนการกลั่นกรองความคิดแล้ว ในขั้นต่อไปเป็นการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น (prefeasibility study) ของโครงการนั้น ๆ โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทางตลาด ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความเป็นไปได้ทางการเงิน (การลงทุนและผลตอบแทน) และผลกระทบต่าง ๆ ที่มีต่อสังคม

เมื่อโครงการนั้นได้ผ่านขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นแล้ว หากมีความเหมาะสม ในขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในขั้นรายละเอียด (feasibility study).



# เลี้ยงอิกัวนาไว้กินเอง

เครือวรรณ โพธิสมบัติ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จตุจักร กทม. 10900

ในอนาคตอันใกล้นี้ เกษตรกรในอเมริกาอาจจะสามารถเลี้ยงตัวอิกัวนาได้เหมือนกับการเลี้ยงไก่ อิกัวนาสีเขียว หรือที่มักจะถูกเรียกว่า “chicken of the trees” นั้นเป็นอาหารอันโอชะและเป็นอาหารหลักที่สำคัญของมนุษย์มาไม่น้อยกว่า 7,000 ปี สัตว์เลี้ยงคลานชนิดนี้ พบอยู่ทั่วไปตั้งแต่ประเทศเม็กซิโกจนถึงบราซิล หากแต่สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง ประกอบกับการถูกล่ามากเกินไป ปล่อยให้ปีมานี้ ทำให้สัตว์ชนิดนี้เกือบจะสูญพันธุ์

เมื่อประมาณ 6 ปีที่แล้ว สถาบันวิจัย เขตร้อนของสมิทโซเนียน ซึ่งอยู่ในประเทศปานามา ได้ให้ทุนการวิจัยแก่ ดร.ดักมาร์ เวอร์เนอร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านสัตว์เลี้ยงคลานชาวเยอรมนี ให้ศึกษาสาเหตุที่ทำให้อิกัวนามีอัตราการตายสูง ผลจากการวิจัยทำให้เกิดโครงการจัดการเกี่ยวกับอิกัวนาเขียว ซึ่ง ดร.เวอร์เนอร์ ดำเนินการอยู่จนถึงปัจจุบันนี้ ผลงานวิจัยของ ดร.เวอร์เนอร์ แสดงให้เห็นว่า นอกจากการเลี้ยงอิกัวนานี้จะเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกรได้ดีแล้ว ยังช่วยคุ้มครองสัตว์เลี้ยงคลานชนิดนี้มิให้สูญพันธุ์ รวมทั้งป้องกันการทำลายป่าหลายแห่งในทวีปอเมริกาอีกด้วย

ในโครงการจัดการเกี่ยวกับอิกัวนาเขียวนี้ ดร.เวอร์เนอร์ พยายามที่จะเพิ่มจำนวนอิกัวนา โดยวิธีขยายพันธุ์ในบริเวณที่จำกัด แล้วจึงนำไปปล่อยไว้ตามเขตป่าของเกษตรกร ซึ่งจะช่วยให้

เกษตรกรสามารถจับอิกัวนาบางส่วนมาขายหรือเป็นอาหารได้ การเลี้ยงอิกัวนาในบริเวณจำกัด หรือโดยการกักขังไว้ นั้นเป็นวิธีการที่ไม่มีใครเชื่อว่าจะสามารถทำได้ และขยายพันธุ์อิกัวนาได้รวดเร็ว ดังเช่นที่ ดร.เวอร์เนอร์ ทำได้

ดร.เวอร์เนอร์ เริ่มจากการรวบรวมอิกัวนาที่กำลังตั้งท้อง นำไปไว้ในบริเวณที่เป็นรังตามธรรมชาติเพื่อให้มันวางไข่ และพบว่า อิกัวนาขุดดินทำรังไว้เป็นทางคดเคี้ยว ทำให้เก็บไข่ได้ยาก จึงได้คิดสร้างที่วางไข่ขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บไข่ได้สะดวก ที่วางไข่ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยท่อระบาย

น้ำที่ทำจากคอนกรีตหรือดินเหนียว เป็นทางเดินไปยังช่องที่วางไข่ เมื่อเก็บไข่มาแล้ว จึงนำไปพักในท่อลงขนาด เล็กที่วางบนพื้นดิน ด้านบนปิดด้วยใบไม้ เพื่อมิให้ลูกอิกัวนาที่เกิดใหม่ถูกแดดจัดเกิน และเพื่อกันฝนที่อาจจะทำให้ไข่หรือลูกอ่อนจมน้ำตายได้

บริเวณที่พักไข่ต้องมืด ซิดและงูเข้าไปไม่ได้ โดยใช้แผ่นเหล็กกันเป็นผนังสูงโดยรอบ ด้านบนคลุมด้วยลวดตาข่าย เพื่อป้องกันเหยี่ยวและกระรอกต้นไม้ที่มีกิ่งไวนาที่บจะช่วยทำให้เกิดร่มเงาตามพื้นดิน มีการเอาไม้ไผ่มาทำเป็นห้องเล็กๆ แขนงไว้บนเสาสูง ๆ ที่มีน้ำล้อมรอบเพื่อกันมดสำหรับให้อิกัวนาซ่อนตัว

ลูกอิกัวนาที่เพิ่งออกจากไข่มีขนาดเท่านิ้วก้อย แต่หลังจากนั้น 6 เดือน มันจะมีลำตัวยาวเป็น 2 เท่า การเลี้ยงอิกัวนาในบริเวณจำกัดมีข้อดีหลายอย่าง อิกัวนาที่ดร.เวอร์เนอร์ เลี้ยงไว้มากกว่าครึ่งหนึ่ง จะเจริญเติบโตสามารถผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุ 2 ปี เร็วกว่าอิกัวนาที่เติบโตตามธรรมชาติ 1 ปี อิกัวนาที่เลี้ยงในกรงจะมีชีวิตรอดเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่างจากในธรรมชาติซึ่งอิกัวนาเกือบ 95 เปอร์เซ็นต์จะเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น



ในช่วงอายุ 1-2 ปีแรก อิกัวนาที่เลี้ยงไว้เมื่ออายุ 1 ปี จะมีน้ำหนักมากกว่าที่โตในธรรมชาติอย่างน้อย 2 เท่า อาหารที่ใช้เลี้ยงอิกัวนาคืออาหารเสริม โปรตีน ราคาถูก ใบไม้สดหั่น ผักและผลไม้

ในประเทศปานามา สถานที่ให้อาหารจะเป็นบริเวณที่นำอิกัวนาไปปล่อยเพื่อช่วยให้อิกัวนาได้อาหารเพิ่มจากที่ได้ตามธรรมชาติ และทำให้อิกัวนาอาศัยอยู่ใกล้ ๆ สะดวกแก่การติดตามสังเกตการณ์และการดื่มน้ำจิบภายหลัง ปัจจุบันได้มีการปล่อยสัตว์เลื้อยคลานชนิดนี้ไปแล้วถึง 8,000 ตัว ตามโครงการเพิ่มจำนวนชนิดนี้ในอเมริกากลาง และอัตราการมีชีวิตรอดในธรรมชาติสูงเป็นที่พอใจ

เกษตรกรสามารถเลี้ยงอิกัวนาได้โดยทำรั้วกันบริเวณที่เลี้ยง ปลูกต้นไม้ตามแนวเขตเพื่อช่วยเสริมแนวรั้ว เนื่องจากอิกัวนาเป็นสัตว์เลือดเย็น มันจึงต้องการแสงแดดทั้งในตอนเช้าและตอนบ่ายเพื่อรักษาเมตาบอลิซึมของร่างกาย ดังนั้น การปลูกต้นไม้เป็นแถวแคบ ๆ แทนที่จะเป็นป่าทึบ จะช่วยให้อิกัวนาได้รับแสงแดดอย่างพอเพียง รูปแบบการเลี้ยงอิกัวนาของดร.เวอร์เนอร์นั้น ใช้วิธีปลูกต้นไม้เป็นแถวเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วง

มีต้นไม้หลายแถวแบ่งตามความสูงของต้นไม้ พบว่าอิกัวนาตัวใหญ่ที่สุดจะครอบครองต้นไม้ที่สูงที่สุดตรงกลาง ในขณะที่อิกัวนาตัวเล็ก ๆ จะอยู่ตามต้นไม้ที่อยู่ตามแนวรอบนอก ที่เมืองคาบูกยา และซูบีมาปาในประเทศปานามา เริ่มมีการเพาะชำกล้าไม้ และสมาชิกในหมู่บ้านทั้งสองแห่ง ก็ได้เรียนรู้ถึงวิธีการจัดการต้นไม้เพื่อการเลี้ยงอิกัวนา เกษตรกร 21 รายในปานามา ได้เริ่มปลูกต้นไม้เป็นแนวป้องกันรอบเขตพื้นที่เพื่อเลี้ยงอิกัวนา นักวิจัยได้พบว่ามีพันธุ์พื้นเมืองประมาณ 60 ชนิด ที่มีความเกี่ยวข้องในการกินอาหาร การนอนหลับพักผ่อน และการป้องกันตัวของอิกัวนา จากการทดลองปลูกต้นไม้ในแปลงขนาดยาว 100 เมตร กว้าง 15-20 เมตร ดร.เวอร์เนอร์ได้คำนวณไว้ว่าเกษตรกรจะสามารถผลิตอิกัวนาขนาด 6 ปอนด์ครึ่งได้ถึง 80 ตัว/ปี นั้นหมายความว่าจากราคาประมาณปอนด์ละ 50 เซ็นต์ เกษตรกรสามารถมีรายได้ถึง 2 ดอลลาร์จากอิกัวนา 1 ตัว รายได้เช่นนี้ย่อมจะคุ้มค่ากับการลงทุนปลูกต้นไม้ และการที่ต้องเสียพื้นที่ทำการเกษตรแบบดั้งเดิมไป

ดร.เวอร์เนอร์ปฏิบัติงานร่วมกับ

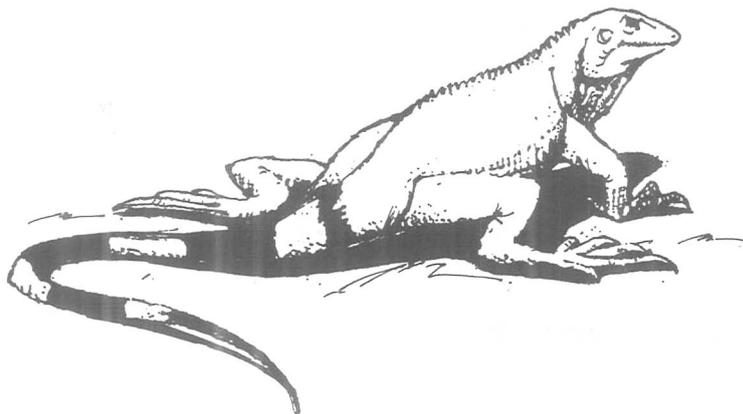
ชาวปานามาใน 10 หมู่บ้าน และอีกหลายกลุ่มในคออสตาริกา ฮอนดูรัส และกัวเตมาลา ประเทศที่ให้ความสนใจโครงการนี้ได้แก่เอลซาลวาดอร์ นิคารากัว โคลัมเบีย และเวเนซุเอลา

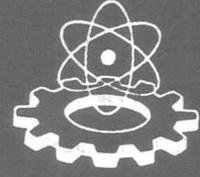
สิ่งสำคัญที่จะทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ก็คือ การให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ชุมชน ดร.เวอร์เนอร์ได้จัดตั้งมูลนิธิ Pro Iguana Verde Foundation ขึ้นเพื่อดำเนินงานโครงการอิกัวนาต่อไป ภายหลังจากที่เงินช่วยเหลือจากสมิทโซเนียนยุติลง มูลนิธิฯ นี้ตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการด้านการวิจัย และสนับสนุนการอนุรักษ์สัตว์ป่า

ในคออสตาริกา ดร.เวอร์เนอร์ ยังคงดำเนินการด้านกลุ่มผู้เลี้ยง สถานีวิจัย และโครงการให้การศึกษานี้ที่ La Avelana Wildlife Refuge ขณะนี้โครงการยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นของการให้การศึกษแก่ชุมชน โดยกำหนดปล่อยอิกัวนารุ่นแรกในเดือนมกราคม 1990 ที่คออสตาริกา และมีแผนการที่จะขยายโครงการนี้ไปยังประเทศอื่น ๆ เพิ่มขึ้นปีละ 1 ประเทศ และโครงการนี้เป็นโครงการที่แสดงถึงความสอดคล้องอย่างดียิ่งระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สัตว์ป่า.

เรียบเรียงจาก “Raise and eat your own iguana” Evelyn Mathias-Mundy

International AG-SIEVE Vol. II, No. 5, 1989, p.1-2





# ในวบการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## คอมพิวเตอร์ช่วยคนพิการ

นักวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแอสตันฟอร์ด ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (computer chip) ติดเชื่อมกับระบบประสาท จนสามารถรับส่งสัญญาณกับระบบประสาทของหนูได้

เกรกอรี โคแวนด์ และนักวิจัยอีก 3 คน ของมหาวิทยาลัยแอสตันฟอร์ด ได้ออกแบบ ชิพคอมพิวเตอร์แบบใหม่ ซึ่งเมื่อผ่าตัดนำไปฝังไว้ในขาหนูแล้ว สามารถบันทึกและกระตุ้นการทำงานของเซลล์ประสาทของหนูได้ ชิพดังกล่าวได้รับการออกแบบให้สามารถคงสภาพอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตได้เป็นเวลานาน ชิพคอมพิวเตอร์นี้สร้างจากโลหะอิริเดียม เจาะเป็นรูขนาดจิ๋ว 1,024 รู ด้วยแสงเลเซอร์ แล้วเคลือบด้วยซิลิคอนไนไตรต์ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากของเหลวในร่างกาย ชิพนี้จะฝังอยู่ระหว่างปลายทั้งสองของกลุ่มเส้นประสาทที่ถูกตัดขาดจากกัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี ปรากฏว่าเส้นประสาทที่ถูกตัดออกนั้น ได้งอกออกมาใหม่ผ่านรูของ



ชิพ ทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าต่อเนื่องกันได้ และนักวิจัยสามารถสื่อสารกับระบบประสาทได้โดยใช้เครื่องจากภายนอก และในขั้นต่อไป โคแวนด์ หวังว่าจะออกแบบชิพที่สามารถสื่อสารกับนักวิจัยได้โดยคลื่นวิทยุซึ่งจะทำให้ติดต่อสั่งงานกับมือเทียมได้ ประมาณว่าถ้าใช้ชิพ 40 ตัวฝังจากข้อศอกลงไปจะสามารถรับรู้และสั่งการเคลื่อนไหวของมือเทียมในรูปแบบต่าง ๆ ได้ประมาณ 100 แบบ ถึงแม้ว่าเทคนิคนี้ก็ยังมียกข้อบกพร่องที่จะต้องพัฒนากันต่อไป เช่น

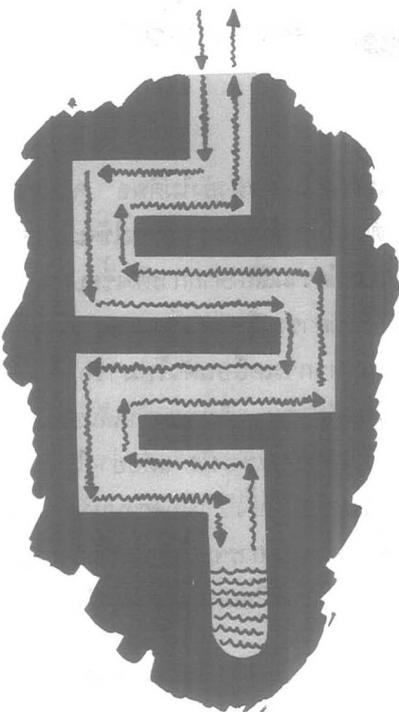
เทคนิคในการฝังยังไม่ดีพอ จะทำให้อาจต้องมีการผ่าตัดใหม่ ซึ่งคนไข้จะไม่ชอบ และมีความเสี่ยงจากการติดเชื้อประกอบกับราคาของชิพค่อนข้างแพง รวมทั้งปัญหาการเคลื่อนตัวไปมาของชิพได้ผิวหนัง และจุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นประสาทกับชิพคงทนเพียงไร แต่อย่างไรก็ตามความสำเร็จครั้งนี้ก็เป็นความหวังว่า ในอนาคตคนพิการจะมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เหมือนคนปกติมากยิ่งขึ้น

...เคธีอวธรณ ไพธัสสมบัติ

## วัดปริมาตรของเหลวด้วย อัลตราโซนิก

บริษัท เจ.อี.อี. ได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องตรวจวัดปริมาตรของเหลวแบบใหม่ซึ่งสามารถแสดงปริมาตรของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในภาชนะโลหะได้โดยอัตโนมัติ โดยมีหลักการคือส่งคลื่นความถี่เหนือเสียงเข้าไปในภาชนะที่บรรจุของเหลวแล้วรับคลื่นส่วนที่สะท้อนกลับและเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งบริษัทฯ มีแผนที่จะผลิตเครื่องวัดแบบนี้ให้แก่ผู้ผลิตรถยนต์ในอนาคตอันใกล้

เครื่องวัดประกอบด้วย ส่วนรับคลื่นอัลตราโซนิก, ระบบการเตือน, ระบบประมวลผล, ระบบแสดงผล และระบบการเลือกจุดตรวจวัด คลื่นอัลตราโซนิกที่หลีกเลี่ยงการดูดกลืนโดยของเหลวในภาชนะแล้วสะท้อนกลับ จะถูกตรวจวัดแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและแสดงผลบนจอภาพ



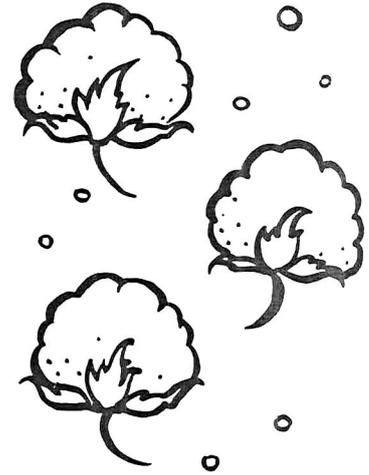
ปกติการตรวจวัดปริมาตรน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์สามารถทำได้ด้วยก้านวัดระดับ ซึ่งการตรวจวัดด้วยวิธีนี้มีความผิดพลาดได้มากจึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร แต่เครื่องวัดแบบนี้จะสามารถวัดระดับได้ละเอียดถึงมิลลิเมตร จึงทำให้ขจัดความยุ่งยากและข้อผิดพลาดในการตรวจเช็คประจำวันให้หมดไป

เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิกไม่มีผลกระทบต่อของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในอุปกรณ์การผลิตในอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยทุกประการในการใช้เครื่องวัดชนิดนี้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และระบบท่อต่าง ๆ

...ปรีชา ตีฆะเสถียร

## ใยฝ้ายมีสี-ลูกผสมใหม่

โดยปกติใยฝ้ายจะมีลักษณะขาวสะอาด เมื่อต้องการให้มีสีสันก็ใช้วิธีย้อมตามความต้องการ แต่เมื่อไม่นานนี้เองได้มีรายงานจากเมืองวาสโก รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกาว่า ได้มีการผสมพันธุ์ฝ้ายพันธุ์ใหม่ใยสีน้ำตาลอ่อน สีชมพู และสีเขียว นักผสมพันธุ์คาดว่าพันธุ์ฝ้ายที่มีใยเป็นสีต่าง ๆ นี้จะเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นพิเศษ งานผสมพันธุ์นี้ได้เริ่มมาตั้งแต่ปี 1982 เริ่มจากการที่ได้เมล็ดฝ้ายพันธุ์จากเม็กซิโกซึ่งมีใยฝ้ายโทนสีน้ำตาลจากการนำใยมาทอผ้าปรากฏว่า ใยฝ้ายสีธรรมชาตินี้ไม่เหมาะในการใช้ทอผ้า จึงได้มีการผสมพันธุ์ซ้ำ ปรากฏว่าได้ใยสีขาวมีลักษณะดี จากนั้นได้ผสมกับพันธุ์ฝ้ายจาก Sea Island ก็ปรากฏว่าได้ใยสวยงามเหมือนใยใหม่ และมีสีต่าง ๆ ได้แก่สีน้ำตาล สีน้ำตาลหม่น สีเนื้อ และสีเขียว



ในปี 1986 ได้พบว่า ฝ้ายพันธุ์สีธรรมชาตินี้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับผู้แพ้อากาศหรือแพ้ผ้าฝ้าย นอกจากนั้นฝ้ายพันธุ์ใหม่นี้ยังมีความมันในตัวทำให้การทอง่ายขึ้น คาดว่าฝ้ายพันธุ์ลูกผสมใหม่ที่มีสีตามธรรมชาตินี้จะเหมาะแก่การใช้ทำเสื้อผ้า

นักผสมพันธุ์ได้กล่าวว่าพันธุ์ฝ้ายโบราณเมื่อหลายพันปีที่แล้วมีสีต่าง ๆ มากมาย แต่เมื่อได้มีอุตสาหกรรมสีย้อมเกิดขึ้น พันธุ์ฝ้ายที่มีใยสีธรรมชาติสีต่าง ๆ ได้สูญหายไป ปัจจุบันกำลังผสมพันธุ์เพื่อให้ได้ใยสีน้ำตาลและสีอื่น นักผสมพันธุ์ผู้นี้หวังว่าสีอื่น ๆ นั้นจะแบ่งอยู่ในสีน้ำตาลเข้ม ฝ้ายลูกผสมพันธุ์มีสีนี้คงจะมีเมล็ดแจกจ่ายแก่ผู้สนใจได้ในต้นปี 1990

...ศิวธรณ โฉมเฉลา

## เด็กนอนคว่ำ...อันตราย!

เมื่อเร็ว ๆ นี้ วงการแพทย์ของประเทศอังกฤษได้ศึกษาพบว่า การจับทารกนอนคว่ำภายในห้องที่ร้อนอบอ้าวเกินไป จะทำให้เด็กมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากโรค "คอต-เด็ธ" หรือ "โรคเสียชีวิตในเตียงนอน" สูง



จากการเปิดเผยของ นพ. ปีเตอร์ เฟลมิง หนึ่งในคณะแพทย์ที่ศึกษาได้กล่าวถึงผลการศึกษาว่า โรคนี้มักจะเกิดกับเด็กที่มีสุขภาพดีและกำลังนอนหลับ โดยมีแนวโน้มที่อยากจะหลับตลอดเวลา ขณะที่ถูกจับนอนคว่ำในห้องที่เปิดเครื่องทำความร้อนตลอดทั้งคืน ทารกที่นอนคว่ำจะหายใจลำบากและไม่สามารถสลัดผ้าห่มออกจากร่างกายได้ขณะที่อากาศร้อนอบอ้าว นอกจากนี้ นพ. ปีเตอร์ เฟลมิง แนะนำว่า พ่อแม่ควรจับทารกให้นอนหงายหรือนอนตะแคงข้าง ยกเว้นในกรณีที่ทารกจะอาเจียน และพ่อแม่ควรระวังหาอุณหภูมิห้องนอนให้อยู่ในระดับเหมาะสมด้วย ซึ่งวิธีเหล่านี้จะช่วยลดอัตราการเสียชีวิตจากโรคนี้ได้

...สุวรรณ ลอสิโอเลิศ

**สิทธิ์ามสังเคราะห์ใช้กับเครื่องลายคราม**

สถาบันวิจัยทางอุตสาหกรรมของรัฐบาล ณ เมือง นาโงยา ได้ค้นพบว่า แร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสารแซฟเฟอร์ (zaffer) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (สารสีครามที่ใช้ในเครื่องลายคราม) คือ ลิโทโอฟอร์ไรท์ (lithiophorite)

ซึ่งมีเนื้อเป็นแผ่นบาง ๆ นั้น ได้แก่ ธาตุโคบอลต์ จากนั้นจึงได้สังเคราะห์สารแซฟเฟอร์ชนิดใหม่ขึ้น ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ไฮโดรเทอร์มอล ซึ่งคุณสมบัติและสีของสารผงแซฟเฟอร์ที่สังเคราะห์ได้นี้จะเหมือนกับสารแซฟเฟอร์ที่ได้จากธรรมชาติ และเหมาะสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง กล่าวคือ ไม่เพียงแต่จะใช้กับเครื่องลายครามเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้สำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคุณภาพสูงชนิดอื่น ๆ อีกด้วย

แซฟเฟอร์ที่ได้จากธรรมชาติแต่เดิมนั้น ได้มาจากแถบเซโตะ (Seto) อำเภออาอิชิ (Aichi) แต่ก็มีราคาแพง เพราะขาดการขุดค้นขึ้นมาใช้ ความต้องการใช้ก็จำกัดปริมาณอยู่ในแวดวงของนักออกแบบเครื่องเคลือบดินเผาเท่านั้น ดังนั้นสารละลายของสารสังเคราะห์แซฟเฟอร์จึงนำมาใช้กันทั่วไป แต่เมื่อใช้แพร่หลายจะให้สีไม่สม่ำเสมอเนื่องจากผลึกของแซฟเฟอร์มีลักษณะเป็นผงละเอียดแข็ง การเผาเพื่อทำให้สีจางเลือนลงก็ทำได้ยากและไม่เข้ากันกับการเคลือบ

ส่วนประกอบพื้นฐานของสารสังเคราะห์แซฟเฟอร์ ได้แก่ลิเทียมไฮ-

ดรอกไซด์ อะลูมิเนียม ไฮดรอกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ โดยมีอัตราส่วนของอนุภาคเป็น  $Li : Al : Mg = 1 : 2 : 3$  และเติมโคบอลต์ลงไปให้ทำปฏิกิริยากันในภาชนะชนิดหมุนภายใต้ความกดดันที่อุณหภูมิ 240°C. เป็นเวลา 3 วัน จะได้อนุภาคที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง ๆ ขนาด 0.1-1  $\mu m$  เนื่องจากอนุภาคของสารนี้ฟุ้งกระจายได้ง่ายจึงละลายน้ำได้ดี ช่วยให้การวาดรูปด้วยแปรงง่ายขึ้น ขั้นตอนการเผาภายหลังจากที่วาดลายเสร็จแล้ว ลิเทียมที่มีอยู่จะช่วยให้การเกิดปฏิกิริยาเป็นไปด้วยดีและเข้าได้ดีกับวัสดุอื่น ๆ ทุกชนิด

ปัจจุบันสีพิเศษของแซฟเฟอร์ตามธรรมชาตินั้นใช้ในงานศิลปะและเครื่องเคลือบดินเผาเท่านั้น แต่สารแซฟเฟอร์ที่สังเคราะห์ได้ใหม่จะนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นรูปแบบสมัยใหม่ เช่น ภาชนะที่ใช้กับโต๊ะอาหารในภัตตาคาร ผลิตภัณฑ์ที่ต้องเข้าเตาเผา เช่น กระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องปูพื้น และผลิตภัณฑ์สำหรับตกแต่งภายในและภายนอก

...สุภัทธา มั่นสกุล  
...ยุพา ศีตีสาร



## การใช้ประโยชน์ มูลสัตว์

การเลี้ยงปศุสัตว์ซึ่งได้แก่ โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ ในปัจจุบันจะมีจำนวนฟาร์มน้อยลงเรื่อย ๆ แต่ในขณะเดียวกันแต่ละฟาร์มก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีจำนวนปศุสัตว์มากขึ้น และนำอาหารข้นมาใช้เลี้ยงมากขึ้น ปัญหาที่ตามมาคือแต่ละฟาร์มจะมีมูลของปศุสัตว์ดังกล่าวในปริมาณมากมาย รวมกันอยู่เป็นกองขนาดใหญ่และส่งกลิ่นเหม็นตลบไปทั่วบริเวณ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรว่าด้วยเรื่องการใช้ประโยชน์มูลสัตว์ที่เมืองลอสบันยอส ประเทศฟิลิปปินส์ ได้มีแนวทางในการพัฒนาการใช้ประโยชน์มูลสัตว์หลายประการ เช่น

1. ใช้ในการผลิตแก๊สชีวภาพ ถึงแม้ว่าหลักการดังกล่าวจะมีการนำมาใช้

ประโยชน์กันทั่วไปแล้วก็ตาม แต่ประเด็นสำคัญอยู่ที่การเพิ่มจุลินทรีย์เข้าไปในมูลสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณแก๊สให้ได้มากขึ้น และพัฒนากระบวนการผลิตแก๊สให้ง่ายและใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์โดยตรง ซึ่งจะต้องเลี้ยงสัตว์หลายอย่างควบคู่กันไป เช่น ไก่ สุกร และปลา โดยปล่อยให้สุกรกินมูลไก่หรือไก่กินมูลสุกร รวมทั้งใช้มูลไก่และสุกรเป็นอาหารปลา

3. นำกลับมาใช้ใหม่ มีการศึกษาถึงคุณค่าทางอาหารของมูลสัตว์แล้วนำมาอบแห้ง เพิ่มปริมาณโปรตีนและปรุงแต่งกลิ่นเพื่อนำกลับมาผสมลงในอาหาร ทำเป็นอาหารผสมอีกสูตรหนึ่งสำหรับใช้เลี้ยงปศุสัตว์ชนิดเดิม หรืออย่างอื่น

4. นำของเหลวของกองมูลสัตว์มาเป็นอาหารเลี้ยงสาหร่ายที่ชื่อสไปรูลิโน (spirulina) ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้มีโปรตีนสูงมาก สามารถนำมาเป็นอาหารเสริมหรือผสมลงในอาหารสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์อีกต่อหนึ่ง

5. ใช้ทำปุ๋ย การนำมูลปศุสัตว์มาทำปุ๋ยซึ่งเรียกว่าปุ๋ยคอกนั้นมีการใช้กันมานานนับพันปี เพียงแต่ปล่อยให้มูลสัตว์นั้นสลายตัว ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่ง และช่วงเวลากการสลายตัวนี้เองที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจมาก สำหรับเทคนิคใหม่นี้มีการใช้จุลินทรีย์ (ยังไม่เปิดเผยชื่อ) มาใช้ผสมกับขี้เลื่อยรองกันคอก ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดนี้จะช่วยย่อยสลายมูลเพื่อใช้เป็นปุ๋ยคอกได้ในเวลารวดเร็ว และที่สำคัญคือปุ๋ยคอกนี้ปราศจากกลิ่นด้วย

แนวทางการใช้ประโยชน์มูลสัตว์เลี้ยงที่กล่าวมานี้ จะช่วยแก้ปัญหของฟาร์มปศุสัตว์ที่มีเนื้อที่จำกัด หรือมีกองมูลสัตว์ล้นฟาร์ม ตลอดจนกลิ่นเหม็นต่าง ๆ ลงได้ โดยนำไปใช้ประโยชน์ซึ่งเป็นทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตหรืออาจจะเป็นการเพิ่มรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

...ปิยะ เฉลิมกลิ่น

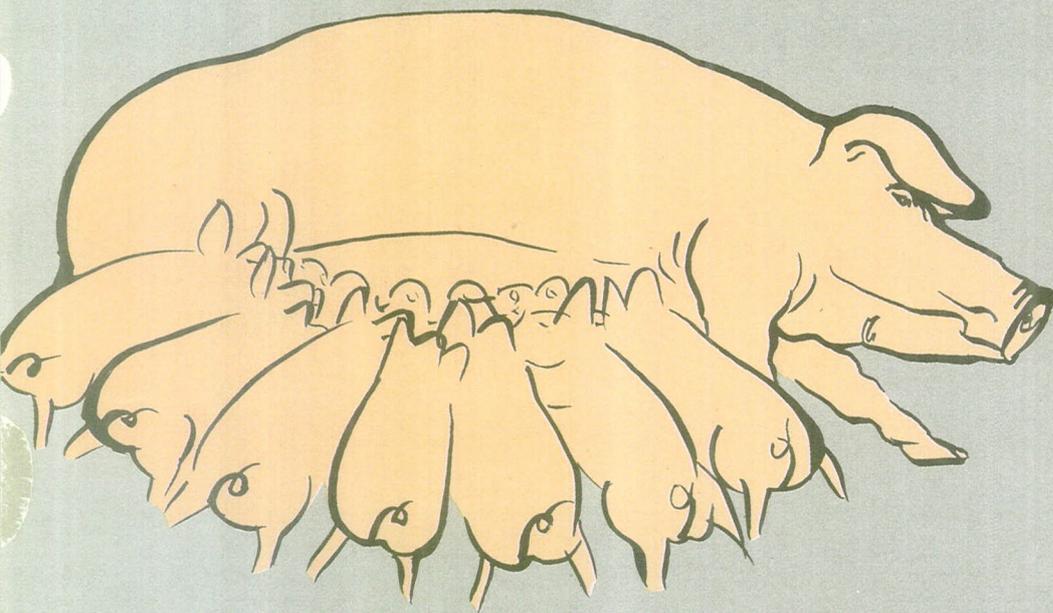


# การกำจัดของเสียและ น้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสุกร

โดย

สุชาติ ทิมะกุล และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900



## บทคัดย่อ

หลักสุขาภิบาลที่ต่ออย่างหนึ่งของการเลี้ยงสุกร คือหมั่นทำความสะอาดสุกร และคอกสุกรอย่างสม่ำเสมอ น้ำทิ้งจากการล้างคอกมีมลสารหลายชนิด โดยเฉพาะสิ่งสกปรก (มลสารอินทรีย์) สารพิษ ปุ๋ย ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ น้ำทิ้งฟาร์มเลี้ยงสุกรมีค่าความสกปรกเข้มข้นเฉลี่ย 3,000 มก./ล. สูงกว่าค่าความสกปรกในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปไม่เน่าเสีย ซึ่งมีค่าไม่เกิน 4 มก./ล. ถึง 750 เท่า ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ย 0.0023 มก./ล. และสารเคมีฆ่าแมลงมีค่าเฉลี่ย 0.0002 มก./ล. สองประเภทหลังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำไม่มีปัญหาต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม สิ่งสกปรกอินทรีย์สารที่มีค่าสูงนี้จำเป็นต้องควบคุมแก้ไข และมีแนวทางแก้ไขปัญหา 3 วิธี คือ (1) ใช้ทำปุ๋ย (2) ใช้วิธีการกำจัด (3) ใช้วิธีการผสมผสาน ซึ่งการจะเลือกใช้วิธีการใด จำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสม ปัจจัยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยยึดหลักว่าต้องเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัดที่สุด และเหมาะสมกับเกษตรกร

## บทนำ

แหล่งกำเนิดน้ำทิ้งที่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แหล่งกำเนิดที่มีจุดกำเนิดแน่นอน ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งชุมชน และแหล่งกำเนิดที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน ได้แก่ น้ำทิ้งจากพื้นที่การเกษตร ซึ่งน้ำทิ้งจากพื้นที่การเกษตรในปัจจุบันนี้เป็นแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งที่สำคัญประเภทหนึ่งของปัญหามลพิษที่มีต่อแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศ ทั้งนี้เพราะพื้นที่การเกษตรมีอาณาบริเวณกว้างและกระจัดกระจาย การเกษตรที่สำคัญ ๆ ที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะได้แก่ พื้นที่นาข้าว ปอเลี้ยงปลา และฟาร์มเลี้ยงสุกร เป็นต้น มลสารสำคัญ ๆ ที่เกิดจากการเกษตรได้แก่ สารอินทรีย์ ทำให้เกิดการเน่าเสีย และปุ๋ย และยากำจัดศัตรูพืช ก่อให้เกิดปัญหาสารมลพิษ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เมื่อน้ำทิ้งการเกษตรดังกล่าวถูกระบายลงสู่แม่น้ำโดยตรงหรือผ่านลำคลองต่าง ๆ ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำ ดังนั้นการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแม่น้ำจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดเหล่านี้ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณมลสารต่อหน่วยน้ำทิ้งต่าง ๆ ของกิจกรรมประเภทนี้ รวมทั้งการกำจัดของเสียและน้ำเสียด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อลดผล

กระทบที่มีต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพแหล่งน้ำ

บทความฉบับนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะของเสียและน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ซึ่งเป็นกิจกรรมการเกษตรที่สำคัญประเภทหนึ่ง โดยจะเน้นถึงปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งที่เกิดจากการทำความสะอาดคอกสุกรและฟาร์มสุกร ขอบเขตความรุนแรงและแนวทางในการควบคุมแก้ไข ปัญหา

## แหล่งกำเนิดของเสีย และน้ำเสีย

ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ มูลสุกรและเศษอาหารที่ตกค้างในคอก อีกส่วนหนึ่งเป็นของเหลวเกิดจากการล้างคอกด้วยน้ำกลายเป็นน้ำทิ้งหรือน้ำเสีย และเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นในคลองเจดีย์บูชา และแม่น้ำท่าจีนช่วงที่ผ่านอำเภอสสามพราน เป็นต้น

หลักการสุขาภิบาลสำหรับฟาร์มเลี้ยงสุกรนั้นจำเป็นจะต้องหมั่นทำความสะอาดคอกสุกรและคอกสุกร และบริเวณโดยรอบคอกให้สะอาดอยู่เสมอไม่ให้เอะอะแฉะ ซึ่งจะทำให้เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่างๆ ได้ การสร้างคอกสุกรจะต้องจัดคอกให้ได้รับแสงแดดส่องโดยทั่วถึง ทำให้คอกแห้งตลอดเวลา ดังนั้นปัจจุบันฟาร์มใหญ่ ๆ จึงมีการเลี้ยงในคอกยกพื้นเช่นในอำเภอมืองนครปฐม นอกจากนี้ทางเข้าออกคอกสุกรควรมีบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับจุ่มเท้าสุกร เพราะการสุขาภิบาลที่ดีเป็นการป้องกันกาเกิดโรคทางหนึ่งด้วย



การทำความสะอาดคอกสุกรจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่อยู่ห่างไกลหรือขาดแคลนแหล่งน้ำมักจะไม่นิฉีดน้ำล้างทำความสะอาดคอก หากแต่จะทำความสะอาดโดยการเก็บกวาดมูลสุกรออกจากคอกเท่านั้น นำไปตากแห้งเพื่อขายต่อไป ในกรณีเช่นนี้จะไม่เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำมากนัก หากแต่จะเกิดปัญหาเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ง่าย เพราะขาดหลักสุขาภิบาลที่ดี ส่วนฟาร์มสุกรที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำหรือไม่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ จะทำความสะอาดคอกสุกรด้วยการฉีดน้ำล้างคอกทุกวัน เช่น ฟาร์มสุกร ที่ อ.นครชัยศรี อ.สามพราน เป็นต้น ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ที่อยู่ห่าง

ไกลจากแหล่งน้ำจะทำความสะอาดคอกโดยการเก็บมูลสุกรทุกวัน และทำการฉีดล้างคอกเท่าที่จำเป็นประมาณ 3-4 เดือน/ครั้ง เช่น ฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ที่ อ.เมืองนครปฐม เป็นต้น การประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรทั้งหมดในพื้นที่หนึ่ง จึงกระทำได้ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากการทำความสะอาดคอกสุกรแตกต่างกัน และความถี่ในการทำความสะอาดก็แตกต่างกันด้วยดังกล่าวแล้ว ดังนั้นในขั้นต้นนี้จึงจำเป็นต้องพยายามประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรต่อตัวต่อวันให้ได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรที่จะมีผลต่อแหล่งน้ำธรรมชาติต่อไปได้

## ปริมาณมลสาร

ปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งฟาร์มเลี้ยงสุกรขึ้นอยู่กับลักษณะการเลี้ยงและคุณภาพน้ำที่ใช้ทำความสะอาดคอกสุกรด้วย กล่าวคือ คุณภาพน้ำที่ใช้ล้างคอกสุกรที่มีคุณภาพต่ำจะทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีคุณภาพต่ำตามไปด้วย น้ำใช้ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่มีคุณภาพดีเช่น ใช้น้ำประปา หรือน้ำบาดาลจะทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรนั้น ๆ มีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกหรือสารมลพิษต่ำด้วย อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในแง่ของสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรโดยตรงแล้ว ปริมาณสารมลพิษในน้ำทิ้งจะไม่แตกต่างกันมากนัก



ผลการสำรวจของ วท. พบว่า ปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจากการล้างคอกมีค่า 30-40 ล./ตัว/วัน ซึ่งปกติมีการล้างวันละครั้ง ครั้งละ 1-2 ชม.

ส่วนปัญหาสารมลพิษที่สำคัญจะขอกกล่าวในบทความนี้คือ ปริมาณสิ่งสกปรก (สารอินทรีย์) โปรท และสาร

เคมีฆ่าแมลง ซึ่งได้แก่ เศษอาหาร มูลสุกร และสารที่ปนติดมากับเศษอาหารเลี้ยงสุกร เช่น โปรท และยาฆ่าแมลง และในที่สุดปนเปื้อนอยู่ในน้ำล้างคอกกลายเป็นน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียนั่นเอง

ผลการศึกษาของ วท. พบว่า ปริมาณสิ่งสกปรกมีค่าความเข้มข้นประมาณ 3,000 มก./ล. หรือคิดเป็น 100-136 ก./ตัว/วัน เทียบเท่ากับความสกปรกที่เกิดจากคน 2-3 คน (40-50 ก./คน/วัน) ส่วนปริมาณโปรทมีค่าความเข้มข้น 0.0023 มก./ล. หรือประมาณ 0.033 มก./ตัว/วัน และปริมาณสารเคมีฆ่าแมลงมีค่าความเข้มข้น 0.0002 มก./ล. หรือ 0.0064 มก./ตัว/วัน สำหรับสารพิษยาฆ่าแมลงที่พบได้แก่ พวกเฮปตาคลอ และดีดีที

## ขอบเขตความรุนแรงของปัญหา

จากผลการศึกษาดังกล่าว พบว่า ปริมาณมลสารที่สำคัญ ๆ ที่เกิดจากฟาร์มสุกรที่จะมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

ธรรมชาตินั้น ปริมาณสิ่งสกปรก (สารอินทรีย์) ที่เกิดขึ้นนับว่าเป็นปริมาณมลสารที่จะเป็นปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติมากที่สุด ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งฟาร์มสุกร 3,000 มก./ล. นั้น เป็นค่าที่สูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้ระบายทิ้งได้ คือมีค่าสารอินทรีย์สูงสุดเพียง 60 มก./ล. และสูงกว่าค่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทยที่กำหนดโดย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติที่กำหนดให้แหล่งน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้มีค่าไม่เกิน 4 มก./ล. เท่านั้น จะเห็นได้ว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรสามารถก่อให้เกิดการเน่าเสียในแม่น้ำลำคลองได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งรับน้ำทิ้งที่มีขีดความสามารถในการรองรับน้ำต่ำ เช่น คู คลองที่มีขนาดเล็ก ถึงแม้ปริมาณการใช้น้ำของฟาร์มสุกรจะต่ำกว่าอุตสาหกรรมก็ตาม แต่ปริมาณสารอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดถูกระบายลงแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงมิได้ผ่านการบำบัดและปริมาณสุกรที่กระจัดกระจายอยู่จำนวนมากตามลุ่มน้ำ โดยเฉพาะลุ่มน้ำท่าจีนนั้นทำให้ปัญหาความรุนแรงของมลพิษเพิ่มมากขึ้นได้เช่นกัน

ส่วนปริมาณโปรทที่เกิดขึ้นจากฟาร์มสุกรทั้งสองคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 0.0332 มก./ตัว/วัน หรือ 0.0013 มก./ล. และสารเคมีฆ่าแมลงที่เกิดขึ้นเฉลี่ยได้ 0.0064 มก./ตัว/วัน หรือ 0.0002 มก./ล. ปริมาณมลสารทั้งสองที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ หรือความเข้มข้นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำแล้วกล่าวได้ว่ายังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้กำหนดมาตรฐานความเข้มข้นของโปรทในแหล่งน้ำมีค่าไม่เกิน 0.002 มก./ล. และสารเคมีฆ่า

แมลง มีค่าไม่เกิน 0.05 มก./ล. จะเห็นได้ว่ามลสารทั้งสองตัวดังกล่าวยังไม่เป็นมลสารหลักสำหรับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่จะทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป แต่อย่างไรก็ตาม มลสารทั้งสองเป็นมลสารที่เป็นพิษโดยตรงต่อสัตว์น้ำ และสารเคมีฆ่าแมลงเป็นสารที่เกษตรกรไทยใช้เป็นจำนวนมากในช่วงมากในพื้นที่การเกษตรทุกแห่ง จึงต้องคำนึงถึงสารทั้งสองดังกล่าว ดังนั้นการประเมินมลสารทั้งสองไว้ก็เพื่อเป็นพื้นฐานในการประเมินสารมลพิษที่จะมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อประโยชน์ในการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแหล่งต่าง ๆ ต่อไป เนื่องจากสารพิษทั้ง 2 ประเภทสามารถถูกสะสมอยู่ในธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตได้



ใช้พื้นที่และเงินลงทุน อาจจะไม่เหมาะสมเมื่อคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจและความคุ้มทุนของเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของฟาร์ม ดังนั้น จำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้ระบบกำจัดที่ง่ายและประหยัดที่สุด ระบบกำจัดที่สามารถใช้ได้และเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน :

2.1 บ่อหมัก/บ่อฝัง ระบบนี้เป็นระบบบ่อที่จะเก็บกักน้ำทิ้งไว้โดยจะขุดเป็นบ่อดิน ยกคันบ่อ 2-3 บ่อ สามารถเก็บกักน้ำเสียไว้ได้หลายวัน น้ำเสียจะเกิดการเน่าสลายใน 2 บ่อแรก และในบ่อที่ 3 น้ำทิ้งจะมีคุณภาพดีขึ้นมาก เกิดสภาพเป็นบ่อฝังมีสาหร่ายเจริญเติบโต (เห็นน้ำเป็นสีเขียว) ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อ น้ำทิ้งก็จะดีขึ้นอีก ก่อนระบายปล่อยลงสู่แหล่งรับน้ำต่อไป ระบบนี้มีข้อเสียที่ต้องใช้พื้นที่ดินมาก ถ้าที่ดินราคาแพง หรือไม่มีที่ดินก็จะทำให้ไม่สามารถใช้ระบบนี้ได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นจากบ่อที่ 1 และ 2 ด้วย ยกตัวอย่างสำหรับฟาร์มสุกร 100 ตัว ต้องการพื้นที่ประมาณ 320 ตร.ม. ค่าก่อสร้าง 100,000 บาท (ไม่รวมค่าที่ดิน) ดังนั้น ระบบนี้จะเหมาะสมมากถ้ามีที่ดินอยู่แล้ว ไม่ต้องเสียเงินซื้อที่ดินใหม่

2.2 ถังหมัก/บ่อฝัง ระบบนี้เปลี่ยนจากบ่อ 2 บ่อแรก มาเป็นถังหมักเพื่อลดพื้นที่ให้น้อยลง แต่ยังคงตามด้วยบ่อฝัง แต่มีข้อดีที่สามารถนำไปใช้ได้เลย มาใช้ประโยชน์ได้เช่นใช้ในการหุงต้ม

โดยมีถังเก็บแก๊สเพิ่มขึ้น ซึ่งน้ำเสียจากสุกร 1 ตัว จะให้แก๊สมีเทน 100-200 ล./วัน นอกจากนี้ปัญหาเรื่องกลิ่นลดลงได้มาก ถังหมักจะก่อเป็นคอนกรีต หรือใช้ถังสวมชุดฝังลงในพื้นดิน ระบบแบบนี้ที่สมบูรณ์สำหรับฟาร์มสุกร 100 ตัว จะใช้เนื้อที่ประมาณ 250 ตร.ม. ค่าก่อสร้างประมาณ 300,000 บาท (ไม่รวมราคาที่ดิน)

(3) ระบบทำฟาร์มแบบผสมผสาน ระบบนี้เป็นการนำของเสียและน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ต่อในกิจกรรมการเกษตรอื่น โดยสร้างคอกสุกรบนบ่อเลี้ยงปลา มูลสุกรที่ถ่ายลงในบ่อใช้เลี้ยงปลา น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลานำไปใช้ปลูกข้าว ระบบแบบนี้ต้องมีการจัดการที่ดีและมีกิจกรรมเกษตรอื่นรองรับด้วย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการลงทุนธุรกิจขนาดใหญ่ มีข้อดีที่ไม่มีของเสียหรือน้ำเสียปล่อยออกสู่แหล่งน้ำหรือสิ่งแวดล้อมข้างเคียง

จากเทคโนโลยีในการจัดการของเสียและน้ำเสียฟาร์มเลี้ยงสุกรที่กล่าวทั้งหมดนั้น การพิจารณาจะใช้วิธีการแบบใดนั้นต้องพิจารณาตามความเหมาะสม และปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย โดยต้องเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัดที่สุดเหมาะสำหรับเกษตรกรทั่วไป และบางที่อาจจำเป็นต้องใช้หลายวิธีผสมผสานกันไป ทั้งนี้โดยมุ่งที่จะควบคุมแก้ไขปัญหาล้างแฉะที่ก่อกำเนิดขึ้นจากน้ำเสียจากกิจกรรมการเกษตรประเภทนี้เป็นสำคัญ และเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ.

## แนวทางการควบคุมและแก้ไข

แนวทางการควบคุมและแก้ไขปัญหามลสารจากน้ำทิ้งฟาร์มเลี้ยงสุกร อาจกระทำได้ดังนี้

(1) ลดความเข้มข้นของปริมาณมลสารในน้ำทิ้ง โดยทำการเก็บกวาดมูลสุกรภายในคอกสุกรออกให้มากที่สุด ก่อนทำความสะอาดคอก ซึ่งมูลสุกรดังกล่าวสามารถนำไปทำปุ๋ยได้โดยตรง หรือนำไปหมักไว้ในหลุมที่ขุดไว้และใช้เศษไม้ใบหญ้าปิดให้มิดชิด แต่การทำปุ๋ยด้วยวิธีนี้จะใช้เวลานานเป็นแรมเดือน มีปัญหาเรื่องกลิ่นและเชื้อโรคจึงอาจจะไม่เหมาะสม หากการจัดการไม่ดีพอ

(2) น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร แต่ละฟาร์มมีแหล่งระบายแน่นอน ดำเนินการกำจัดน้ำทิ้งด้วยวิธีที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำได้ในทางเทคนิค โดยเฉพาะระบบกำจัดแบบชีววิทยา แต่ในทางปฏิบัติการกำจัดแบบชีววิทยาจำเป็นต้อง



## บรรณานุกรม

- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2524. “การจัดทำแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน” รายงาน NEB PUB 1981-006.
- ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. 2528. มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน. พิมพ์ประกาศในราชกิจจานุเบกษา, ฉบับที่ 103, ส่วนที่ 60, 15 เมษายน 2529.
- ชวเดช, สุเมธ และคณะ. 2522. “การผลิตก๊าซชีวภาพแบบใช้ตัวกลางไม้รวก” รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- กลินสุคนธ์, ไชยยุทธ. 2530. “เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเพื่อควบคุมน้ำเสีย” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2(3): หน้า 55-63.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2532. โครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมของระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียเมืองนครปฐม. รายงานการวิจัยเสนอต่อกรมโยธาธิการ.
- กลินสุคนธ์, ไชยยุทธ. 2529. สาเหตุและแหล่งที่มาของมลพิษทางน้ำ: จากการเกษตร (กลีกรวม/ปศุสัตว์). บทความบรรยายในการฝึกอบรม เรื่อง “มลพิษทางน้ำ” ณ สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 19-22 ส.ค. 2529.



# ปลูกพืชต่อเนื่องผลผลิตลดลง



สมศักดิ์ ไชยมงคล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900

การปลูกพืชอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกัน หากไม่มีการจัดการที่ดีพอ นอกจากจะทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกมีแนวโน้มลดลงเป็นลำดับแล้ว ยังมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอีกด้วย มูลเหตุของปัญหานี้มีหลายประการและสลับซับซ้อน ได้แก่ ความเป็นพิษระหว่างพืชด้วยกันเอง การสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความไม่สมดุลระหว่างธาตุอาหารในดิน การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในดิน การสูญเสียโครงสร้างของดิน การเจริญเติบโตของเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืชที่สะสมในดิน และอื่น ๆ เป็นต้น

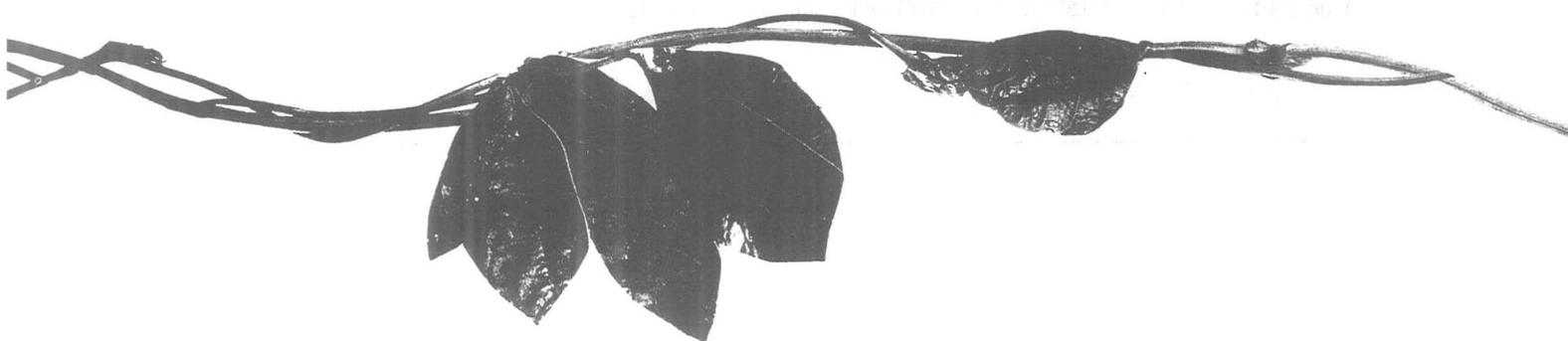
## การสะสมเชื้อโรคในดิน

เมื่อมีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกัน จะเกิดการสะสมของเชื้อโรคหรือแมลงศัตรูพืชในพื้นที่นั้นมากขึ้นเรื่อย ๆ จนไม่สามารถปลูกพืชชนิดนั้น ๆ ได้อีกต่อไป การปลูกพืชอื่นสลับกันไปเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถป้องกันได้ แต่ก็ใช้ได้ไม่ทุกกรณีด้วยเหตุผลในเชิงการค้าเพราะบางพืชต้องการแรงงานมาก ตัวอย่างของการสะสมเชื้อโรคและการแก้ไขปัญหานั้นได้แก่ การปลูกพริกในเกาหลี พริกเป็น

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญอันดับสองรองจากข้าวของประเทศเกาหลี เมื่อไม่มีพืชอื่นที่เหมาะสมปลูกแทนหรือปลูกสลับได้ ชาวเกาหลีจึงปลูกพริกติดต่อกันไปอย่างต่อเนื่องจนเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน เป็นเหตุให้เกิดโรคใบด่างเหลืองและต้นแคระแกร็นระบาดทั่วไป นอกจากนี้ยังเกิดการระบาดของเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคใบแห้ง (phytophthora blight) อีกด้วย

การควบคุมโรคใบแห้งของพริกโดยวิธีการใช้สารเคมีนั้น นอกจากจะไม่สามารถใช้ได้โดยตลอดแล้วในบางกรณีก็มีราคาแพงเกินไป แต่การใส่สารอินทรีย์ให้แก่พื้นที่ปลูกในอัตราอย่างต่ำ 20 ตัน/เฮกตาร์ (3,200 กก./ไร่) ให้ผลดี เพราะนอกจากจะช่วยลดปัญหาการเกิดโรคใบแห้งแล้วยังมีผลทำให้ผลผลิตของพริกสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดอีกด้วย

สปอร์ของเชื้อรา phytophthora สามารถแพร่กระจายไปได้ตามระบบน้ำในดิน อัตราการระบาดของโรคนี้อาจลดลงได้ถ้าดินมีการระบายน้ำดี การทดลองเกี่ยวกับพริกจำนวนมากจึงได้ใช้วิธีปลูกโดยการยกร่องเพื่อลดปัญหานี้ แต่อย่างไร





ก็ตามวิธีการเตรียมดินซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงนี้จะถูกนำมาใช้ก็ต่อเมื่อเชื้อโรคเกิดการระบาดอย่างรุนแรงแล้วเท่านั้น มีวิธีการที่ดีอีกอย่างหนึ่งที่จะชะลอการระบาดของโรคอย่างได้ผลก็คือการนำเอาถั่วลิสงหรืองาามาปลูกสลับระหว่างแถวของพริกซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้นกว่าการปลูกพริกเพียงอย่างเดียว

### ความเป็นพิษจากต้นพืช

ในบางครั้ง การลดลงของผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชในพื้นที่เดียวกันอย่างต่อเนื่องไม่ได้เกิดจากสาเหตุการสะสมของธาตุอาหารในดิน หรือจากการสะสมเชื้อโรค แต่เกิดจากอิทธิพลของพืชด้วยกันเองที่ปลูกร่วมกัน ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า allelopathy ซึ่งเป็นกระบวนการทางชีวเคมีของพืชที่จะระงับยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นที่ปลูกร่วมกัน ปรากฏการณ์เช่นนี้บางครั้งเกิดขึ้นภายในพืชชนิดเดียวกัน อาจเกิดขึ้นได้ทั้งโดยทางตรงหรือโดยทางอ้อม ตัวอย่างอิทธิพลที่เกิดโดยทางตรงได้แก่ หน่อไม้ฝรั่งจะมีสารที่ขับออกมาทางรากแล้วไปมีผลระงับการเจริญเติบโตของต้นกล้าหน่อไม้ฝรั่ง ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การปลูกหน่อไม้ฝรั่งซ้ำในที่ดินเดิมมักยากลำบากและไม่ประสบความสำเร็จ ปรากฏการณ์นี้เกิดกับ แอปเปิล ท้อ ส้ม และไม้ยืนต้น อีกหลายชนิดด้วย

อิทธิพลการระงับยับยั้งการเจริญเติบโตที่เกิดจากสารที่ปลดปล่อยออกมาจากระบบรากของพืชดังกล่าวนี้จะปรากฏให้เห็นได้อย่างเด่นชัดยิ่งขึ้น ถ้าปลูกในดินเนื้อละเอียด เช่นดินเหนียวเพราะเนื้อดินสามารถคงสภาพของสารพิษที่ออกจากรากได้นาน ดังนั้นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการปลูกพืชที่มีการปล่อยสารพิษทางรากคือให้ปลูกในดินร่วนหรือดินทราย

สารที่พืชปล่อยออกทางระบบรากนี้ นอกจากจะมีผลต่อพืชแล้วยังมีผลต่อจุลินทรีย์ในดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกอย่างต่อเนื่องอีกด้วย ดังนั้นปรากฏการณ์ทาง allelopathy ในพืช จึงมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการใช้ระบบการปลูกพืชแบบผสมทั้งระบบ intercropping หรือ multiple cropping

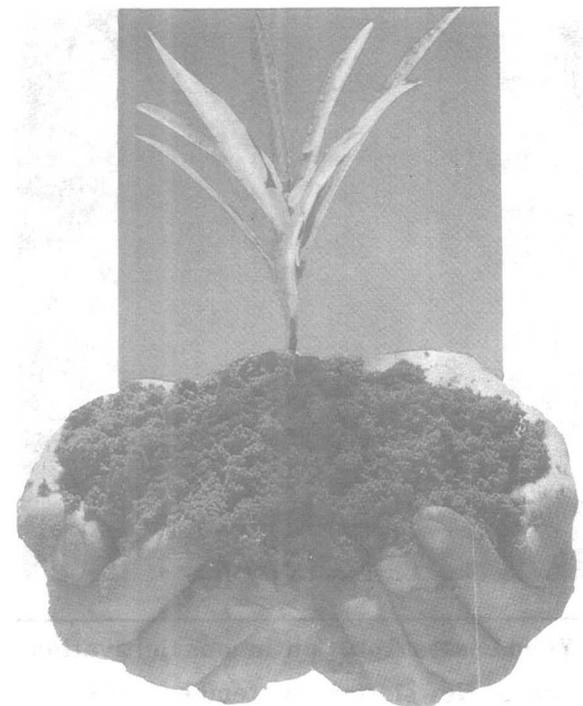
### การสะสมไล่เดือนฝอย

ไล่เดือนฝอย เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของพืชปลูกหลายชนิดเมื่อปลูกในพื้นที่เดียวกันอย่างต่อเนื่องลดลงเป็นลำดับ แต่ปริมาณของไล่เดือนฝอยสามารถควบคุมให้ลดลงได้ ถ้ามีการใช้พันธุ์ต้านทานหรือปลูกพืชชนิดอื่นสลับหมุนเวียนกันไป ตัวอย่างเช่น การลดความเสียหายที่เกิดจากไล่เดือนฝอยในการปลูกถั่วเหลืองที่ประเทศญี่ปุ่น โดยการนำพืชอื่นที่ไม่ใช่พืชอาศัยของไล่เดือนฝอยถั่วเหลือง เช่น มันฝรั่ง sugar beet ข้าวสาลี มาปลูกสลับหมุนเวียน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ต้น red clover จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด

### วิธีการควบคุมปริมาณไล่เดือนฝอยทางชีววิทยา

จากการศึกษาการใช้สารพวก chitin ที่มีลักษณะเป็นวัตถุแข็งที่เป็นเปลือกนอกของ กุ้ง หรือสัตว์อื่น ๆ พวกปู ไส้ลงไปในดินพบว่าสามารถลดปริมาณของไล่เดือนฝอยที่เป็นสาเหตุของโรครากปม (root knot) ในแตงโม โดยสาร chitin จะทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารและกระตุ้นให้มีการแบ่งตัวของพวกจุลินทรีย์ดินที่เรียกว่า actinomycete บางชนิด จะมีการสร้าง enzyme ที่เรียกว่า chitinase ทำหน้าที่ย่อยสลายเปลือกไข่ หรือ ผนังลำตัวของไล่เดือนฝอยทำให้ไล่เดือนฝอยตายได้

นอกจากนี้การใส่สารอินทรีย์ลงไปดินยังสามารถช่วยลดปริมาณไล่เดือนฝอยลงได้ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากสารอินทรีย์ จะช่วยเพิ่มปริมาณของ actinomycete และจุลินทรีย์ดินอื่น ๆ ที่เป็นศัตรูต่อไล่เดือนฝอย

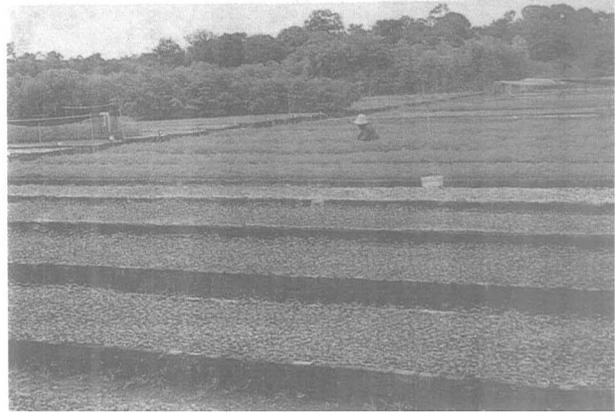


## สรุป ปัญหาการลดลงของผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชต่อเนื่อง

ปัญหาหลักที่สำคัญของการลดลงของผลผลิต เมื่อปลูกพืชชนิดเดียวในพื้นที่เดิมอย่างต่อเนื่อง คือการทำให้เกิดการสะสมโรคและแมลงศัตรูพืชชนิดนั้น ๆ มากขึ้นเป็นลำดับจนไม่สามารถควบคุมได้ ในสภาพการณ์เช่นนี้จำเป็นที่จะต้องใช่วิธีการควบคุมหลาย ๆ วิธีที่มีประสิทธิภาพพร้อมกัน

การปลูกพืชแบบสลับหรือการปลูกพืชแบบหมุนเวียนเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดการเกิดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อโรคหรือแมลงศัตรูพืชลงได้ เพื่อเป็นการลดชนิดของพืชอาศัยให้น้อยลงหรือเป็นการทำลายวัฏจักรของการเกิดโรค แต่มีเชื้อโรคบางชนิดสามารถที่จะเปลี่ยนชนิดของพืชอาศัยได้ สำหรับเกษตรกรแล้วไม่เป็นการง่ายเลยที่จะค้นหาพืชเศรษฐกิจที่ไม่เป็นพืชอาศัยของเชื้อโรคเหล่านั้น โดยทั่วไปแล้วการใช้ระบบการปลูกพืชแบบหมุนเวียนยังเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและจากการวิจัยเมื่อเร็ว ๆ นี้ยังได้ศึกษาการใช้วิธีปลูกพืชแบบผสมผสานเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

วิธีการดั้งเดิม ที่ยังใช้ได้ผลดีที่สุดเพื่อลดปัญหาการลดลงของผลผลิตโดยการปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง คือการใส่สารอินทรีย์ลงไปดิน เพราะนอกจากสารอินทรีย์ที่ใส่ลงไปจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินแล้วยังช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ รวมทั้งการช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่พืชอีกด้วย ปัจจุบันวิธีการจัดการเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีผลยับยั้งนับว่าเป็นวิธีการที่ได้ผลอย่างเด่นชัดในการควบคุมโรคในดินและไล่เดือนฝอย



## การลดลงของผลผลิตจากการปลูกพืชอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งที่ไม่หลีกเลี่ยงได้

ในบางกรณี การปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้จะปลูกพืชชนิดเดียวกัน ก็ไม่เป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตพืชลดลง จากการศึกษาการปลูกกะหล่ำปลีในสถานีทดลองพืชของ AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center) ที่ได้หวั่น พบว่ากะหล่ำปลีในแปลงที่ปลูกต่อเนื่องมีผลผลิตน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่าแปลงที่ปลูกหลังการปลูกข้าว แต่ทั้งนี้อาจจะเกิดจากการระบายน้ำที่ดีกว่าแม้จะพบว่าในแปลงปลูกอย่างต่อเนื่องโรคเกิดขึ้นมากกว่าก็ตาม

การทดลองปลูกข้าวโพดอย่างต่อเนื่อง ในประเทศไทยเป็นเวลามากกว่า 15 ปี หรือปลูกหมุนเวียนร่วมกับพืชตระกูลถั่วเป็นเวลา 12 ปี พบว่าในดินที่มีปริมาณธาตุอาหาร ในโตรเจน และ ฟอสฟอรัสต่ำเท่านี้ทำให้การปลูกพืชแบบหมุนเวียนมีผลผลิตสูงกว่า แต่ถ้าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงแล้วผลผลิตจะพอ ๆ กัน ทำนองเดียวกันจากการสำรวจพบว่า การปลูกพริกอย่างต่อเนื่องภายในเรือนเพาะชำที่ประเทศเกาหลี ถึงแม้เกษตรกรจะรู้ว่าการปลูกอย่างต่อเนื่องจะทำให้ผลผลิตลดลง 5-10% ของทุกปี แต่เกษตรกร 23% หรือเกือบ 1 ใน 4 ของประเทศสังเกตเห็นว่าผลผลิตก็ไม่ลดลงแต่อย่างใด ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า ผลผลิตลดลงจากการปลูกพืชอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ถ้ามีการจัดการที่ดีพอ.



# วท. บันทึก

รวบรวมโดย สาคร ชนะไพฑูรย์ กริษฐา อนุพันธ์ ณัฐจุกา ลุสิตานุสนธิ  
เจนจิต พรรณวดี มัทภนา รัตนปฐมชัย

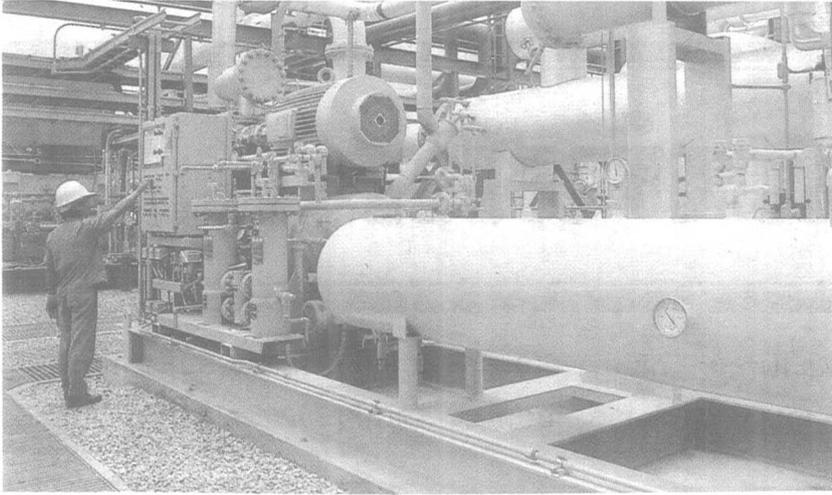
## เพิ่มมูลค่าด้วยบรรจุภัณฑ์สินค้าที่เหมาะสม

ปัจจุบันการส่งออกสินค้าของไทยไม่ว่าจะเป็นสินค้าเกษตรหรือสินค้าอุตสาหกรรมได้ขยายตัวมากถึงกว่า 15 เท่าในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา รัฐบาลได้ให้การสนับสนุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าเกษตร ซึ่งไทยนับได้ว่าเป็นประเทศที่ผลิตสินค้าเกษตรเป็นหลัก โดยได้กำหนดนโยบายและเป้าหมายในการสนับสนุนการส่งออกไว้อย่างชัดเจน ผักและผลไม้สดของไทยเป็นสินค้าเกษตรที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกสามารถทำรายได้ให้แก่ประเทศปีหนึ่ง ๆ นับพันล้านบาท แต่ปัจจุบันยังไม่สามารถเพิ่มปริมาณการส่งออกได้ตามเป้าหมาย แม้สินค้าผักและผลไม้สดจะได้รับการปรับปรุงคุณภาพ การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ดีขึ้นเป็นลำดับแล้วก็ตาม ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากปัจจัยและข้อจำกัดหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือข้อจำกัดด้านบรรจุภัณฑ์ ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์สำหรับผักและผลไม้โดยเฉพาะ ที่ใช้กันอยู่ก็มีรูปแบบจำกัด หรือคุณสมบัติไม่เหมาะสม การบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจึงมีส่วนส่งเสริม



การขยายตลาดผักและผลไม้ของไทยให้กว้างขวางขึ้น วท. โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน จึงได้ดำเนินการศึกษาโอกาสและแนวทางในการลงทุนอุตสาหกรรมบรรจุผักและผลไม้เพื่อการส่งออก เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริม การลงทุนในอุตสาหกรรมประเภทนี้ต่อไป โดยการรวบรวมข้อมูล ความต้องการ และแนวโน้มของชนิด รูปแบบและปริมาณของบรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออกเป็นหลัก แล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงสำหรับการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพิจารณาเห็นสมควรศึกษาความเหมาะสมในการลงทุนเป็นลำดับแรกจากการศึกษาได้แก่ ถาดเยื่อกระดาษขึ้นรูป อย่างไรก็ตาม ควรตระหนักถึงความต้องการทางด้านการตลาดด้วย หากเป็นการผลิตเพื่อมุ่งส่งออกเพียงอย่างเดียว ปริมาณที่ผลิตอาจจะเกินความต้องการ จึงจำเป็นอย่างหนึ่งที่จะต้องผลิตเพื่อรองรับตลาดภายในประเทศในลักษณะต่าง ๆ ด้วย เช่น ถาดบรรจุผักและผลไม้สด ถาดบรรจุไข่ ถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารและสินค้าอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อให้โรงงานผลิตได้เต็มกำลังการผลิต.



## ประหยัดพลังงานสู่วิกฤตการณ์ น้ำมันแพง

จากวิกฤตการณ์ในตะวันออกกลาง ที่ส่งผลให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกถีบตัวขึ้นสูงมากกว่าเท่าตัว ประเทศไทยซึ่งใช้น้ำมันเป็นพลังงานสูงถึงวันละ 64 ล้านบิตู และกว่าร้อยละ 70 ของน้ำมันที่ใช้ในประเทศทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ ประเทศไทยจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะได้รับผลกระทบในครั้งนี้อย่างรุนแรง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสินค้าและบริการสูงขึ้น อันก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศตามมา การแก้ปัญหาในเรื่องนี้ในขณะที่ไม่สามารถงดการบริโภคน้ำมันซึ่งมีราคาสูงได้ ทางเลือกในการแก้ไขที่เหมาะสมวิธีหนึ่ง

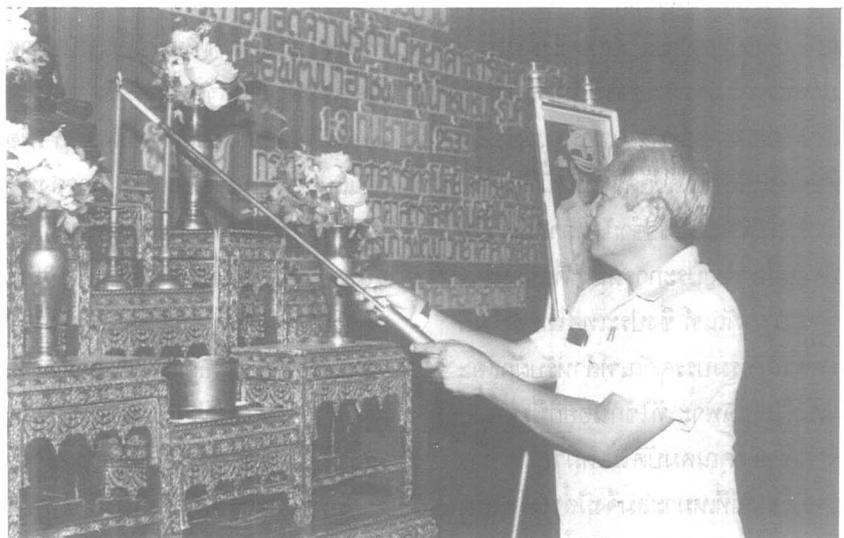
คือการประหยัดพลังงานทั้งในภาคเอกชนและในโรงงานอุตสาหกรรม

วท.ได้สังเกตเห็นถึงการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาดังกล่าว และในฐานะหน่วยงานของรัฐรับผิดชอบทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบหมายจากกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ให้ดำเนินการเผยแพร่ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานโดยการตรวจวัด วิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานประเภทต่างๆ รวมทั้งได้ทำการศึกษาด้านเทคโนโลยีและเศรษฐกิจเพื่อหาการสูญเสียพลังงาน จัดทำแนวทางการประหยัดพลังงานและลงทุนติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาของวท. พบว่า สาเหตุการสูญเสียพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ การสูญเสียความร้อนตามบริเวณผิวผนังอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน การรั่วไหลของไอน้ำตามท่อปล่องและวาล์ว การปรับปริมาณเชื้อเพลิงและอากาศไม่เหมาะสม การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ การเลือกขนาดของหม้อแปลงไม่ถูกต้อง ไม่มีการควบคุมปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ เป็นต้น สำหรับแนวทางแก้ไขให้ได้ผลอย่างจริงจัง ได้แก่ การหุ้มฉนวนบริเวณผิวผนังของอุปกรณ์การผลิตและใช้พลังงานความร้อน การติดตั้งกับดักไอน้ำ การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้งาน การจัดระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าใหม่ให้เหมาะสม การลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด และการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง เป็นต้น ซึ่งสาขาวิจัยอุตสาหกรรมพลังงาน วท. ได้ร่วมมือกับสมาคมปลาป่น ในการใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานดังกล่าว กับโรงงานปลาป่นทั่วประเทศ จำนวน 110 แห่ง เมื่อดำเนินการได้ 2 ปี สามารถประหยัดพลังงานคิดเป็นมูลค่าประมาณ 20-30 ล้านบาท/ปี.

## ปูพื้นฐานเทคโนโลยีให้แก่หมู่บ้าน

นับแต่อดีตจวบจนปัจจุบัน “ผู้นำชุมชน” ยังคงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ ของสังคม ดังนั้นการที่จะพัฒนาประเทศในโครงการต่างๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำความเข้าใจกับประชาชน โดยเฉพาะกับผู้นำชุมชนก่อน เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง และการให้การสนับสนุนต่อโครงการนั้นๆ ในอนาคต



กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน โดย นายประจวบ ไชยสาส์น รัฐมนตรีได้ให้ความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการสร้างความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ผู้นำชุมชน โดยเล็งเห็นว่าโครงการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคตจะมีความสำคัญและมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งด้านจำนวนโครงการและงบประมาณ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างพื้นฐาน ความรู้ ความเข้าใจกับประชาชนผู้เป็นเจ้าของประเทศและเป็นเจ้าของงบประมาณ วท.จึงได้รับมอบหมายให้จัดการอบรม “การถ่ายทอดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาอาชีพแก่ผู้นำชุมชน” โดยมีวัตถุประสงค์ที่นอกจากจะเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจในบทบาทของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีการพลังงาน และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการพัฒนาประเทศแล้ว ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารของผู้นำชุมชนให้สามารถนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนได้ โดยในขั้นแรกให้ทดลองดำเนินการในจังหวัดอุดรธานี หากได้ผลเป็นที่พอใจก็จะขยายการอบรมไปยังท้องถิ่นอื่น ๆ ต่อไป

ในระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน 2533 ที่ผ่านมา วท.ได้จัดการอบรมผู้นำชุมชนในเขตจังหวัดอุดรธานีขึ้น โดยมีผู้นำชุมชนจากทุกหมู่บ้านในทุกอำเภอ จำนวน 2,169 คน เข้า



รับการอบรมเป็น 5 รุ่น ๆ ละประมาณ 500 คน ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือด้านสถานที่จากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล และวิทยาลัยครูอุดรธานี

ตลอดหลักสูตรซึ่งมีระยะเวลารุ่นละ 3 วันนั้น ใน 2 วันแรก เป็นการบรรยาย เพื่อสร้างความรู้พื้นฐาน และทำความเข้าใจในบทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการพัฒนาประเทศ และการพัฒนาอาชีพของประชาชน การทำโครงการวิจัยต่าง ๆ ที่กำลังดำเนินการอยู่ และมีผลต่อการพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิตของประชาชน ผู้นำชุมชนได้ฝึกปฏิบัติการทดสอบคุณภาพปุ๋ยเคมีด้วยชุดทดสอบปุ๋ยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งการฝึกการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณภาพข้าวด้วย วันที่ 3 เป็นการทัศนศึกษาเพื่อให้ทราบถึงการใช

เทคโนโลยีจริง ๆ ในภาคปฏิบัติ โดยได้รับความร่วมมือจาก “โรงงานพัฒนาการเกษตรขอนแก่น” และ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทั้งการบรรยายสรุปและการต้อนรับ

การประเมินผลหลังการอบรม ผู้นำชุมชนทุกหมู่บ้านในจังหวัดอุดรธานี 2,169 คนแล้ว พบว่า โครงการนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก กล่าวคือ ผู้รับการอบรมได้รับความรู้และมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นอีกแขนงหนึ่ง นอกเหนือไปจากความรู้ด้านการปกครอง ตุลาการ การสาธารณสุข ฯลฯ สามารถทำความเข้าใจกับประชาชนได้ในทุกระดับ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่า การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศก็จะสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น.

### บรรจุกุณท์ทันโลก

การจำหน่ายสินค้าอุปโภคทุกวันนี้ นอกจากจะมีการแข่งขันในด้านราคาคุณภาพ การโฆษณา ฯลฯ แล้ว การแข่งขันด้านการบรรจุกุณท์ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการ

บรรจุกุณท์เป็นการรักษาคุณภาพและสภาพของสินค้าได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การบรรจุกุณท์ยังเป็นการบอกถึงรายละเอียด การประชาสัมพันธ์ การดึงดูดใจ ตลอดจนการนำบรรจุกุณท์ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีกด้วย

โดยที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องนี้ บริษัท สยามคราฟท์ จำกัด จึงได้ร่วมกับ วท. โดยศูนย์การบรรจุกุณท์ของไทย จัดการประกวดต้นแบบบรรจุกุณท์ทันโลก'33 เรื่องบรรจุกุณท์ผลไม้กวนเพื่อการขายปลีก การที่ตั้ง

สองหน่วยงานได้เลือกเรื่อง บรรจุกุภัณฑ์ผลไม้กวน ขึ้นมาดำเนินการก่อนก็เนื่องจากผลไม้กวนของไทย เช่น ทูเรียนกวน สับปะรดกวน เป็นต้น เป็นสินค้าไทยที่ได้รับความนิยมพอสมควร แต่ยังคงขาดการบรรจุภัณฑ์ที่ดีพอ การจัดการประกวดดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อ

ส่งเสริมการพัฒนาการบรรจุภัณฑ์ผลไม้กวน และสนับสนุนให้เกิดความคิดริเริ่มในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ดี ไม่ก่อปัญหาผลกระทบต่อมา ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากสถาบันการศึกษาและผู้ประกอบการ ในการร่วมนำผลงานบรรจุภัณฑ์ต้นแบบเข้าประกวดทั้งหมด

62 ชิ้น เมื่อวันที่ 12 กันยายน 2533 ดร.เจริญ วีระรังษี รองประธานคณะกรรมการ วท. เป็นประธานในพิธีมอบรางวัลการประกวดต้นแบบบรรจุภัณฑ์ทันโลก'33 เรื่องบรรจุภัณฑ์ผลไม้กวนเพื่อการขายปลีก ณ ห้อง นวลจันทร์ โรงแรมอิมพีเรียล ซึ่งการตัดสินปรากฏว่า

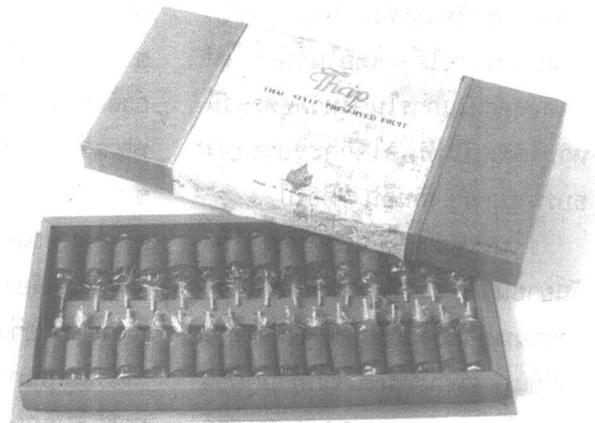


รางวัลที่ 1 เป็นผลงานของนางสาววิรัตน์ สุทธิโสภณ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



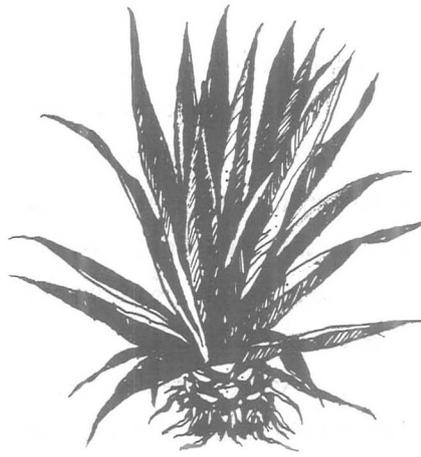
รางวัลที่ 2 เป็นผลงานของนางสาวศศิธร อังคะนาวิน จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

รางวัลชมเชย จำนวน 5 รางวัล ได้แก่  
 นางสาวปิยรัตน์ เมฆสุภะ จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 นางสาวอาริสรา เกตุทัต จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 นายมานินทร์ เจริญลาภ จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 นางสาวสิริธร วรรณนวะ จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง  
 นายชลัท แซ่เตี๋ย จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



รางวัลที่ 3 เป็นผลงานของนางสาวจรรยาพร จุลตามระ จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





# สารสเตอรอยด์จาก ป่านครนารายณ์

พรสวรรค์ ดิษยบุตร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900

## บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศให้เป็นประเทศอุตสาหกรรมโดยเน้นเกษตรเป็นหลัก ซึ่งจะต้องมีวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จากไร่นาเป็นปริมาณมาก การใช้ประโยชน์วัสดุทิ้งเหล่านี้ส่วนใหญ่ยังไม่คุ้มค่า การศึกษาวิจัยในโครงการนี้เพื่อหาช่องทางให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น ให้มีมูลค่าเพิ่ม และเป็นการกำจัดอีกด้วย

รายงานนี้ได้ศึกษาวิจัยการแยกสกัดสารสเตอรอยด์จากวัสดุทิ้งในอุตสาหกรรมผลิตเชือกจากป่านครนารายณ์ *Agave sisalana* Perr. (sisal hemp) โดยพัฒนากรรมวิธีจากการสกัด sapogenin โดยทั่วไป ได้สารสกัดสเตอรอยด์เข้มข้น (coffee ground) ร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก สารสกัดนี้ได้นำมาทดสอบกับสารมาตรฐาน hecogenin และ tigogenin โดยวิธี TLC และ GC ตามลำดับ และพบสารทั้งสองชนิดนี้ค่อนข้างบริสุทธิ์ ในสารสกัดเข้มข้น



ในการพัฒนาประเทศเพื่อเป็นประเทศอุตสาหกรรมนั้น เนื่องจากภูมิประเทศ และดินฟ้าอากาศเหมาะในการเกษตรกรรม อุตสาหกรรมหลักของประเทศคือ อุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งย่อมจะต้องมีวัสดุทั้งปริมาณมาก ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และจากไร่ นา วัสดุเหล่านี้เท่าที่สำรวจยังใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า คือส่วนมากจะเป็นปุ๋ยไถกลบในไร่ นา หรือถมที่ วัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์วัสดุทั้งทางเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น เพิ่มมูลค่า หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เป็นการประหยัดและสงวนทรัพยากร รวมทั้งเป็นการกำจัดอีกทางหนึ่ง ซึ่งค่าใช้จ่ายในการกำจัดนี้ ถ้าสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นกระบวนการผลิตอีกอย่างหนึ่งของโรงงาน จะลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนลงได้ และไม่ก่อ

ปัญหามลภาวะอีกด้วย รวมทั้งเกิดการจ้างงาน โดยเฉพาะแรงงานในชนบท รายงานผลการวิจัยนี้จะเป็นเรื่องการแยกสกัดสารสเตอรอยด์จากเศษป่านครนารายณ์จากอุตสาหกรรมผลิตเชือกจากป่านครนารายณ์ ซึ่งเป็นผลการศึกษาเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากสารจำพวกสเตอรอยด์มีความสำคัญในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอางโดยใช้ในรูปยาเม็ดคุมกำเนิด ครีมทาแผล ฯลฯ จึงได้มีการเสาะหาแหล่งผลิตในอุตสาหกรรมจากพืชและสัตว์ รวมทั้งการสังเคราะห์ เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้น (precursor) ในการสังเคราะห์ corticosteroid hormones ในปัจจุบันพืชที่ใช้ผลิตทางอุตสาหกรรมคือ *Dioscorea* ผลิต diosgenin และ *agave* ผลิต hecogenin และ tigogenin นอกจากนี้ยังพบสารสเตอรอยด์ในสัตว์ เช่น ผลิตจากน้ำดีวัว เป็นต้น (ตารางที่ 1)

จากสถิตินำเข้าส่งออกของกรมศุลกากร มียอดนำเข้าสารจำพวก adrenal cortical hormones และ hor-

mones อื่น ๆ มูลค่าไม่ต่ำกว่า 100 ล้านบาท การศึกษาวิจัยนี้ถ้ามีศักยภาพทางเศรษฐกิจเพียงพอ ก็จะช่วยลดการนำเข้าสินค้าจำพวกนี้ และช่วยลดต้นทุนการผลิตของโรงงานและเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกทางหนึ่ง

## สูตรโครงสร้าง steroid sapogenins

สูตรโครงสร้างของ triterpene และ steroid sapogenins แสดงในรูปที่ 1 saponin เป็นสารพบทั่วไปในพืช ละลายน้ำ และเมื่อเขย่ากับน้ำจะเกิดฟองคงทนอยู่ได้นานกว่าฟองอื่น ๆ เป็นพืชต่อสัตว์เลือดเย็น โดยทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ใช้เป็นยาเบื่อปลา ภาษาลาตินมาจากคำ *sapo*, soap โครงสร้างเป็น pentacyclic triterpene ( $C_{30}$ ) sapogenins ประกอบด้วย isoprene units มาต่อกัน 4 หน่วย เป็น rings A, B และ C ส่วนโครงสร้างของ steroid sapogenins เป็นลักษณะ 16, 27-dihydroxy-22-

ตารางที่ 1. พืชที่ให้สารซาโปเจนิน

ชื่อพืช	วงศ์	ชื่อสเตอรอยด์
<i>Glycine max</i>	Leguminosae	Soyasapogenols
Licorice	Leguminosae	Glycyrrhetic acid
<i>Strophanthus</i> spp.	Apocynaceae	Sarmentogenin
<i>Dioscorea</i> spp.	Dioscoriaceae	Diosgenin
<i>Agave</i> spp.	Agavaceae	Hecogenin, tigogenin
<i>Solanum</i> spp.	Solanaceae	Solasodine, tomatidine
<i>Yucca schottii</i>	Liliaceae	Yuccagenin
<i>Digitalis</i> spp.	Scrophulariaceae	Tigogenin, digitogenin
<i>Smilax</i> spp. (Sarsaparilla)	Liliaceae	Smilagenin, sarsasapogenin
Ox bile (ox gall) (จากสัตว์)	Bovidae	Cholegenin

ที่มา : Claus (1970)

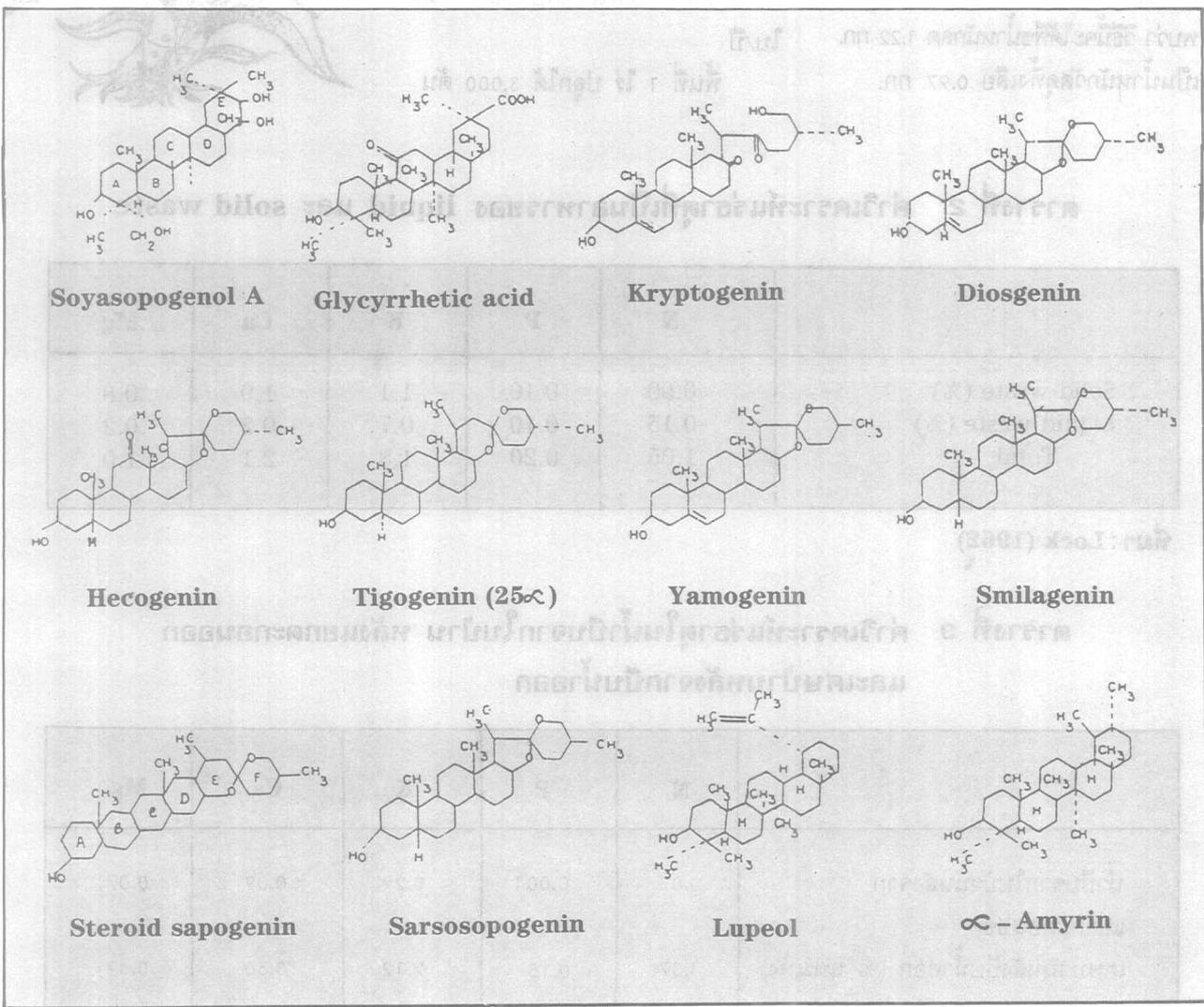
ketosteroids ( $C_{27}$ ) และมี heterocyclic rings = 2, ring E เป็น 5-membered (furan) และ ring F เป็น 6-membered (pyrane) oxygen heterocycle ตัวอย่างน้ำตาลที่เกาะที่ ring E มักเป็น glucose หรือ rhamnose หน้าของ oxygen ที่ ring C ทำให้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ 11-oxygenated hormones เช่น cortisone hecogenin โครงสร้างเป็น  $5\alpha, 25\alpha$ -spirostan- $3\beta$ -01-12 one พบครั้งแรกจาก *Hechtia texensis* และพบใน *Agave sisalana* (Helftmann 1961)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเพาะปลูก

Agave เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ที่ให้เส้นใยค่อนข้างแข็งแรงจากใบ เส้นใยมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ใช้ในอุตสาหกรรมทำเชือก (ผูกเรือ, อุตสาหกรรมอื่น) ใช้มากในการทำกระสอบถุงป่าน พรหม เยื่อกระดาษชนิดพิเศษ agave ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจคือ *Agave sisalana*, *Agave fourcroydes* (heneguen) และ *Musa textilis* (abaca หรือ manila hemp) พันธุ์ agave วงศ์ Agavaceae

ที่พบในประเทศไทย จากการสำรวจกรมป่าไม้ปี 2523 โดยอาจารย์เต็ม สมิตินันท์ มีดังนี้

- Agave americana* L. มะนิลา, century plant
- A. americana* var. *marginata* Trel พระรามแดงศร
- A. fourcroydes* Lamk. มะขนัดข้าง, Yuccatan hemp
- A. rigida* Hort.
- A. sisalana* Perr. สับประรดเทศ, sisal hemp
- ประเทศที่ผลิตเส้นใยจากป่านศร-



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของสเตอรอยด์จากพืชต่าง ๆ (Helfmann 1961)

นารายณ์มาก คือ ประเทศแทนซาเนีย บราซิล อังโกลา คีनिया โมซัมบิก มาดากัสการ์ และไต้หวัน ผลผลิตโลกรวมแล้วประมาณกว่า 250,000 ตัน/ปี

ปกติในใบ Agave จะตรวจพบ Ca, Mg, K ปริมาณมาก เพราะเป็นพืชที่ต้องการ Ca สูง ฤดูกาลตรวจวิเคราะห์แร่ธาตุจากน้ำบิบบจากใบป่าน และกากเส้นใยจากป่าน ในตารางที่ 2, 3 ซึ่งแสดงถึงการนำกลับไปใช้เป็นปุ๋ยในไร่ได้ดีมาก เนื่องจากส่วนที่เป็นเส้นใยในใบจะมีประมาณร้อยละ 5 การใช้ส่วนที่เหลือของใบในการเป็นปุ๋ยจะช่วยคลุมดิน ช่วยเก็บความชื้น จากรายงานของ Berer (1969) ในแอฟริกาพบว่า วิธีนี้จะได้ฟิชน้ำหนักสด 1.22 กก. เป็นน้ำหนักวัสดุทิ้งเสีย 0.97 กก.

### การเก็บเกี่ยวใบป่านศรนาายณ์

โรงงานเบญจพรการเกษตร เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีเนื้อที่เพาะปลูก 4,000 ไร่ ได้รับการส่งเสริมจากธนาคารเพื่อการเกษตรฯ และกรมวิชาการเกษตร มีผู้ปลูกรายย่อยขนาด 40-50 ไร่ 7-8 ราย และมีปลูกเป็นครัวเรือนในสหกรณ์หุบกะพงขณะนี้ปริมาณยังไม่พอใช้ในประเทศและกำลังขยายพื้นที่ปลูกอีก เริ่มปลูกที่ จ.อุทัยธานี และภาคอีสานบ้าง

การเก็บเกี่ยวปีที่ 1 ได้ใบ 30-40 ตัน/ไร่

ต้นป่านหนึ่งต้นเก็บใบได้ 30-40 ใบ/ปี

พื้นที่ 1 ไร่ ปลูกได้ 3,000 ต้น

อายุพืชเก็บเกี่ยวได้ถึง 10 ปี เมื่อตัดใบโดยใช้เคียวเกี่ยวใส่ถุงนำมาส่งที่เครื่องชูดใบในไร่ (ดังรูปที่ 2-7) ใบป่าน 10 กก. ได้เส้นใย 1.2 กก. เป็นเศษป่าน 8.8 กก. นำมาบิบบน้ำป่านได้ 4.125 กก. ได้เศษเส้นใย 4.675 กก.



ตารางที่ 2 ค่าวิเคราะห์แร่ธาตุที่เป็นอาหารของ liquid และ solid waste

	N	P	K	Ca	Mg
Solid waste (%)	0.90	0.10	1.1	1.9	0.8
Liquid waste (%)	0.15	0.10	0.7	0.2	0.2
Total	1.05	0.20	1.8	2.1	1.0

ที่มา : Lock (1962)

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์แร่ธาตุในน้ำบิบบจากใบป่าน หลังแยกตะกอนออก และเศษป่านหลังจากบิบบน้ำออก

	N	P	K	Ca	Mg
น้ำบิบบจากใบป่านหลังจากแยกตะกอนออก (%)	0.07	0.001	0.29	0.09	0.07
เศษป่านหลังบิบบน้ำออก (% นน.แห้ง)	1.37	0.15	2.12	3.60	0.49

วิเคราะห์โดย : ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ (วท.)



รูปที่ 3 มีดตัดใบป่าน

รูปที่ 2 บริเวณไร่ป่านศรนาราชณ์  
จ.ประจวบคีรีขันธ์



รูปที่ 4 การขูดใบป่านเอาเส้นใย  
(decortication) เศษป่าน  
จะตกลงข้างล่างเครื่องขูด



รูปที่ 5 นำเศษป่านสดมาเข้าเครื่องบีบ  
เก็บน้ำมาศึกษาต่อไป



รูปที่ 6 เส้นใยป่านศรนาราชณ์ นำส่งโรงงาน



รูปที่ 7 นำเส้นใยมาตากแดด โดยผึ่งบนราว  
เมื่อแห้งแล้วจะนำเข้าเครื่องสาว  
และทำเกลียวเชือก



## วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย

**สารเคมี:** ได้แก่ 2 N. HCl, 1 N. NaOH, petroleum ether, isopropyl ether, methyl alcohol, ethyl alcohol, ethyl acetate

**อุปกรณ์:** ได้แก่ Soxhlet extraction apparatus, centrifuge, TLC, GC, vacuum filter



## วิธีการแยกละลาย

### กรรมวิธีแยกละลาย สารสเตอรอยด์

ใช้หลักการเช่นเดียวกับการสกัด สเตอรอยด์โดยทั่วไป คือการย่อยสลาย ด้วยกรด หรือการหมัก เพื่อให้น้ำตาลที่ เกาะกับ genin ในโมเลกุลของ glycoside ประเภท steroid sapogenin หลุดออก และได้ genin ที่เป็นสารที่ต้องการ จากนั้นนำมาสกัด genin ด้วยสารละลายที่เหมาะสม (Spensley 1956)

การสกัด genin ของ วท. ได้ พัฒนาจากกรรมวิธีของการสกัด genin จากป่านครนารายณ์ของประเทศที่ผลิต genin จาก agave หลายวิธี เพื่อให้เหมาะสมกับประเทศไทย ดังนี้

(1) น้ำปิบจากป่านได้ปล่อยให้ เกิดการหมักตามธรรมชาติประมาณ 1 เดือน และแยกเอาตะกอนออก นำ ตะกอนที่แยกได้มาย่อยสลายด้วยกรด เกลือผสมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 2 นอร์มอลิตี

(2) กรองเอาตะกอนออกล้างด้วย น้ำจนเป็นกลาง ส่วนที่เป็นของเหลว แยกเอาแอลกอฮอล์ออก จะได้ตะกอน นำมารวมกัน ละลายใน 1N NaOH

(3) กรองตะกอนล้างด้วยน้ำ เมื่อแห้งแล้วนำไปสกัด genin ด้วยตัวทำละลายต่างๆ เช่น isopropyl ether (IPE), chloroform, ethyl acetate จะได้ concentrate steroid solution หรือภาษาทางการค้าเรียก coffee ground ซึ่งสามารถ ทำให้บริสุทธิ์โดย แยก genin ต่าง ๆ ออกมาได้

## การทดสอบซาโปเจนิน

(1) Color tests

Sulfuric acid → ชมพู ถึงชมพู ม่วง

Sodium cobaltinitrite → สี เหลืองปนน้ำตาลบนพื้นม่วง

Trichloroacetic acid → สีเขียว ปนน้ำเงินแล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วง

Phloroglucinol → สีม่วง แต่ color tests ไม่ค่อย specific นัก

(2) Hemolytic test กับเม็ดเลือดแดง เป็น test ที่ sensitive และ specific (ดูรูปที่ 8)

(3) Froth test เขย่าในน้ำ จะเกิด ฟองรูปรังผึ้ง คงทนอยู่นานประมาณ 1 ชม.

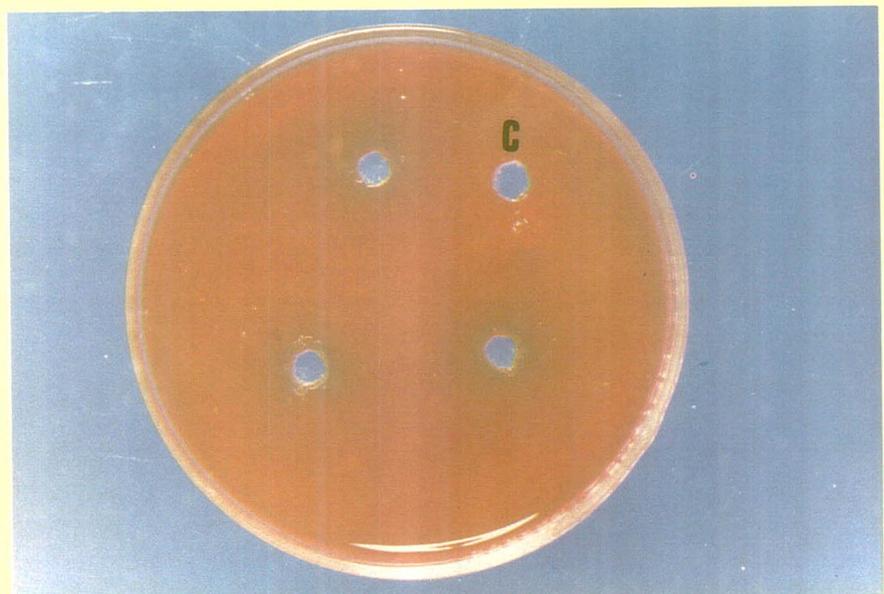
(4) Infrared spectrum ของ sapogenins จะให้ absorption bands ระหว่าง 1,350 และ 875 /cm เป็นคุณสมบัติของ spiroketal side chain ส่วนพวก 25 $\beta$ -sapogenins จะให้ absorption ที่ 920-915/cm (Leonard 1960)

## การตรวจสอบโดย

### Thin layer

### chromatography (TLC)

สารสเตอรอยด์เข้มข้นที่ได้จากการสกัด waste ของป่านครนารายณ์ นำมาทดสอบว่ามีกีนินและมีสารที่ต้องการคือ hecogenin และ tigogenin หรือไม่ โดยวิธี TLC และเทียบกับสารมาตรฐาน (reference standard) คือ hecogenin (SIGMA HECOGENIN,



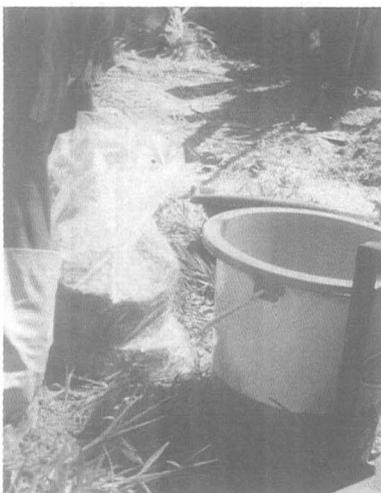
รูปที่ 8 Hemolytic test ของน้ำจากใบป่าน C เป็นน้ำกลั่น ไม่มีวงใส ๆ ที่เกิดจากเม็ดเลือดแดงแตกตัว

Sigma Chemical Co., U.S.A.) และ tigogenin (SIGMA HECOGENIN, Sigma Chemical Co., U.S.A.)

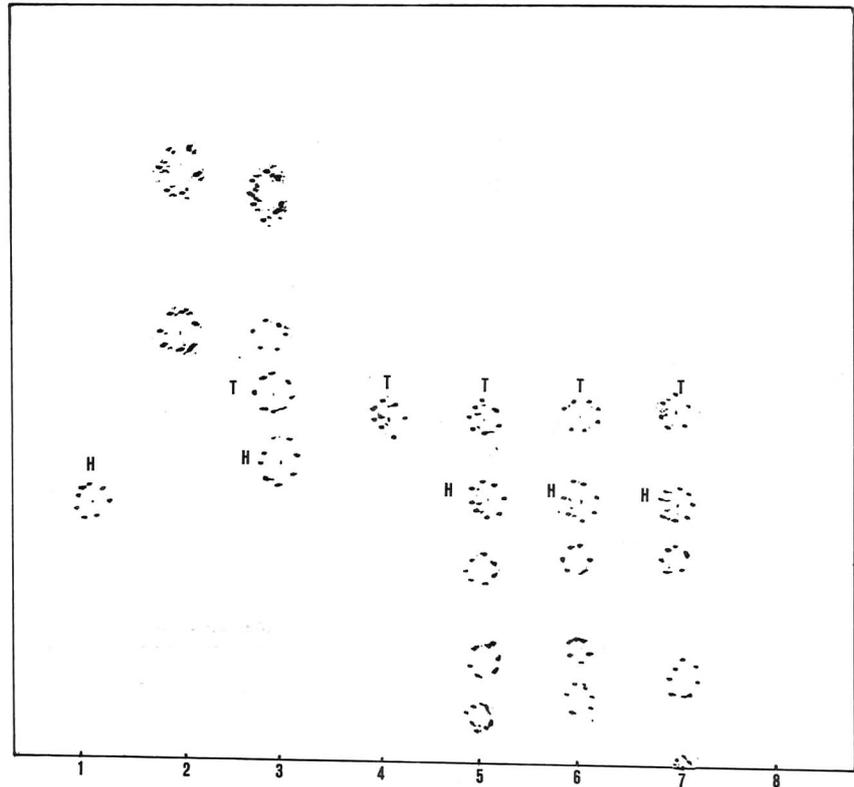
ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ดังนี้ (รูปที่ 10, ตารางที่ 4) จากสารสกัดสเตอรอยด์พบสารขึ้น 5 จุด แต่เนื่องจากมีสารมาตรฐานสำหรับเทียบอยู่ 2 จุด อีก 3 จุดจึงยังไม่ได้พิสูจน์เอกลักษณ์ว่าเป็นสารใด การวัดค่า Rf ของจุดที่ขึ้น และสารมาตรฐานใกล้เคียงกัน

**การตรวจสอบโดย Gas chromatography**

สารละลายเข้มข้นของ steroid ละลายในตัวทำละลายต่าง ๆ กัน ได้นำมาวิเคราะห์โดยเครื่อง GC ของ Shimadzu ตามรูปที่ 11-13 ปรากฏ peak ของ tigogenin (T) ขึ้นที่ 8.74 นาที และ hecogenin ที่ 13.64 นาที เทียบกับ standard ที่ 8.33 และ 13.45 ตามลำดับ และไม่มี peak อื่นในตัวอย่างอีก นอกจากสารไม่บริสุทธิ์อื่นเล็กน้อย แสดงว่าในสารสกัดส่วนใหญ่เป็นสาร hecogenin และ tigogenin ประมาณในอัตราส่วน 1:2 และที่น่าสังเกตคือการสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม จะได้ปริมาณของสเตอรอยด์มากกว่าสกัดด้วย IPE



รูปที่ 9 เศษป่านหลังปั่นน้ำออก



**TLC Plate :** Silicagel G 2 mm  
**Developing :** Hexane : Acetone = 4:1  
**Spray :** Sulfuric 50% (Oven 120°C, 20 min.)  
**Detect :** UV light (Yellow and Blue fluorescence)

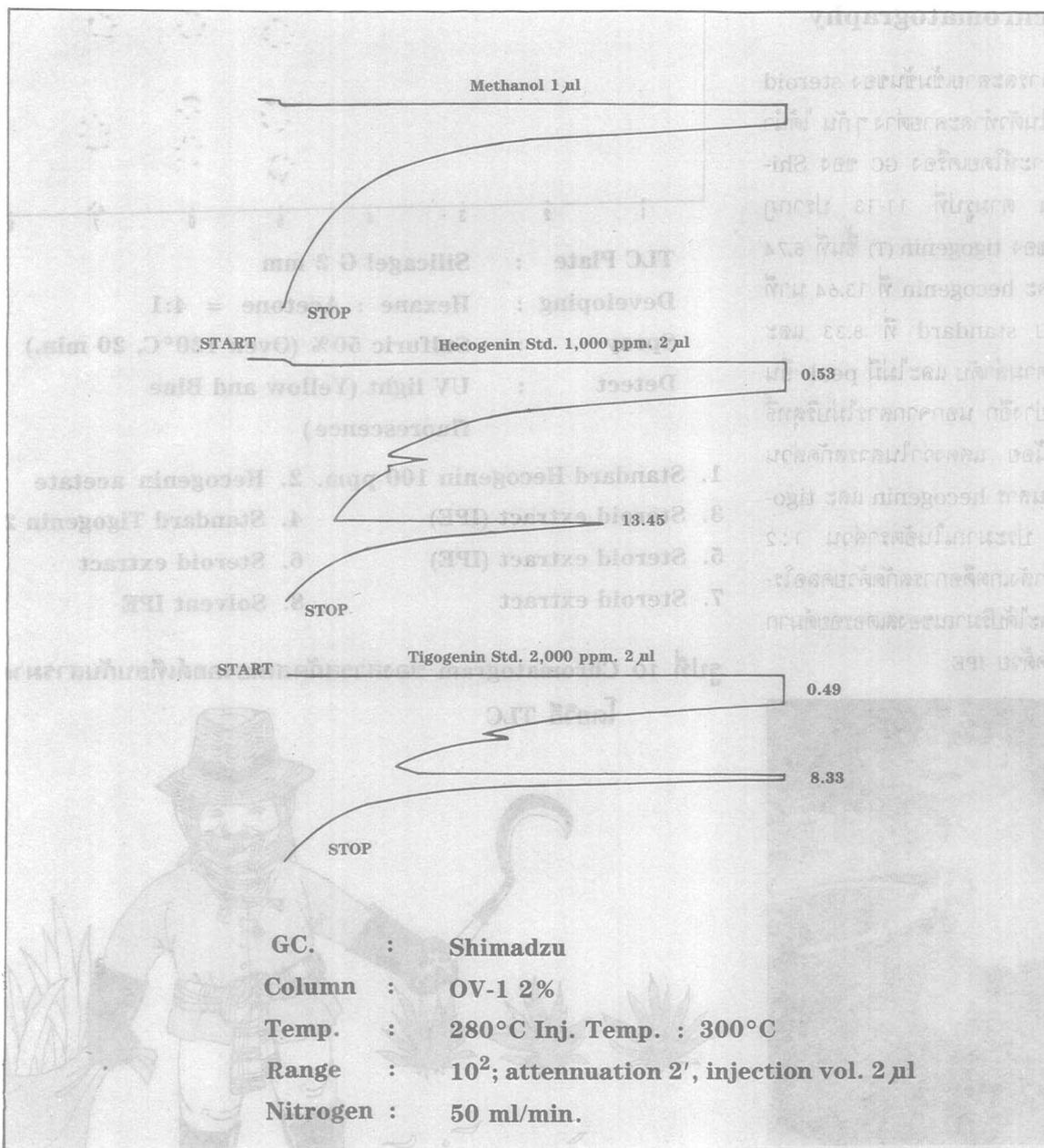
- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Standard Hecogenin 100 ppm. | 2. Hecogenin acetate            |
| 3. Steroid extract (IPE)       | 4. Standard Tigogenin 2000 ppm. |
| 5. Steroid extract (IPE)       | 6. Steroid extract              |
| 7. Steroid extract             | 8. Solvent IPE                  |

รูปที่ 10 Chromatogram ของสารสกัดสเตอรอยด์เทียบกับสารมาตรฐาน โดยวิธี TLC

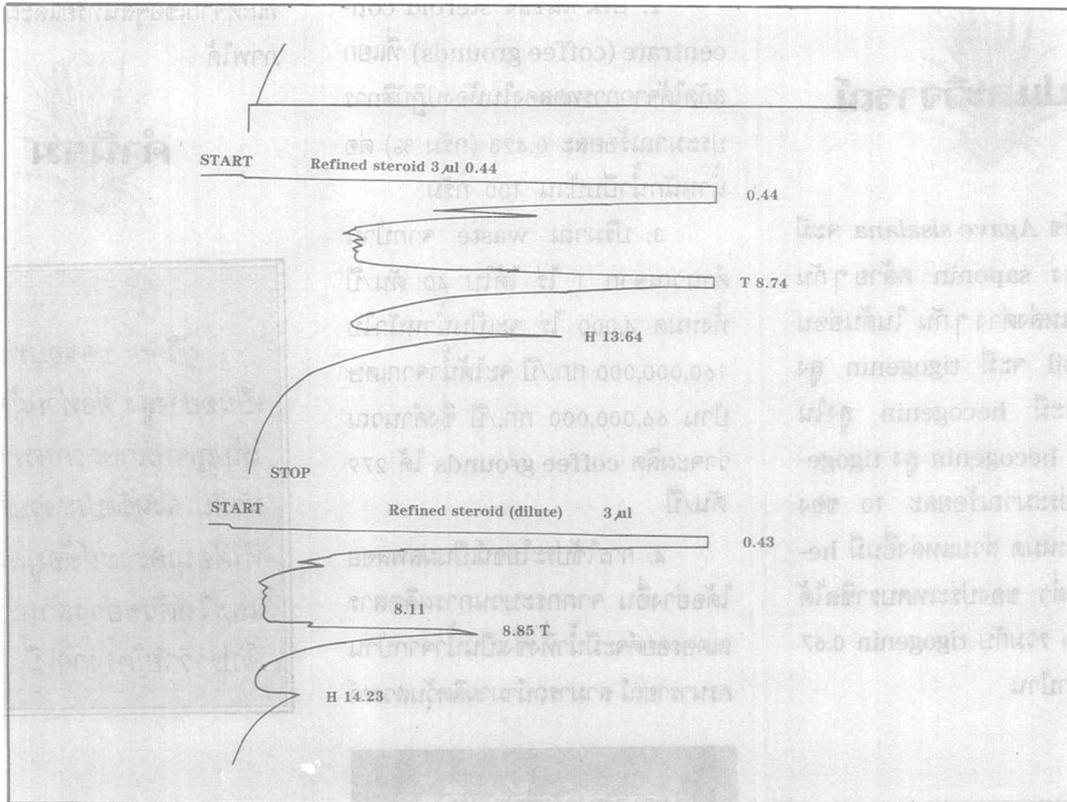


ตารางที่ 4 ค่า Rf ของสารที่แยกได้จากสารสกัดเทียบกับ สารมาตรฐาน

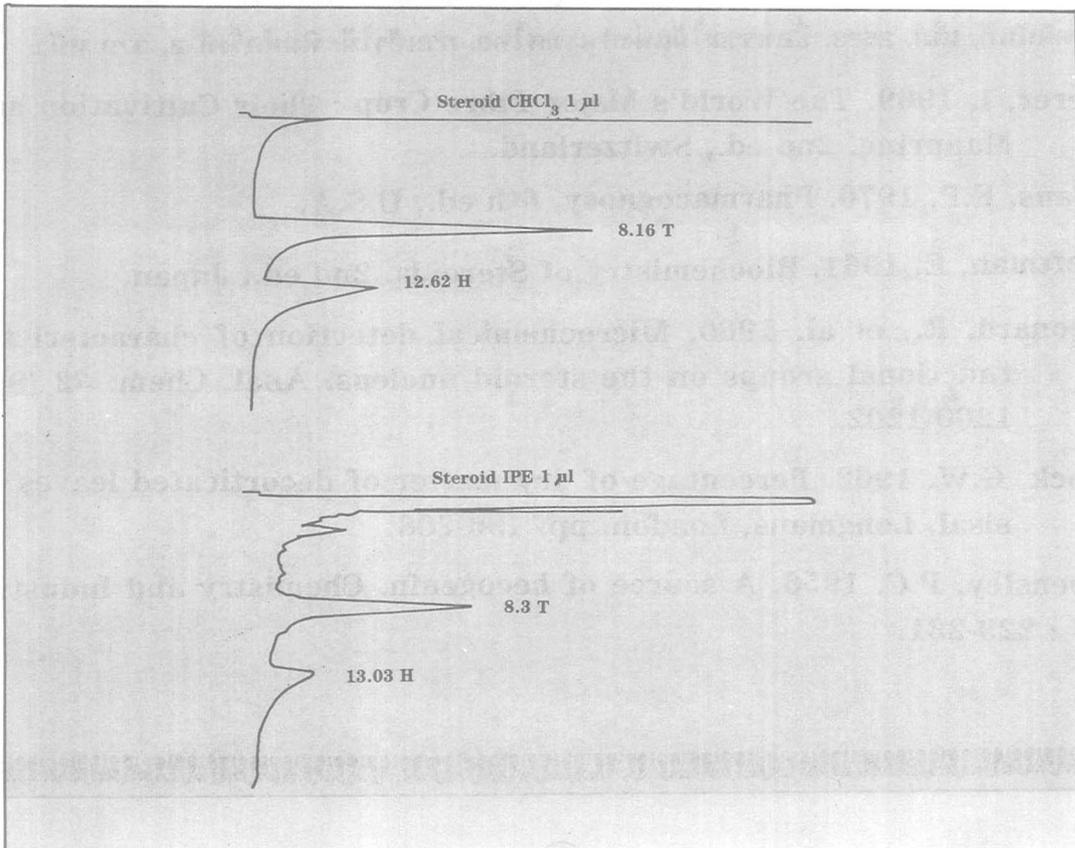
Sample	Rf	Color of spot under UV light
1. Standard hecogenin 100 ppm.	0.3 H	Light blue
2. Hecogenin acetate	0.5	Light blue
3. Steroid extract	0.3 H	Light blue
	0.4 T	Yellow
4. Standard tigogenin 2,000 ppm.	0.4 T	Yellow
5. Steroid extract	0.3 H	Light blue
	0.4 T	Yellow
6. Solvent isopropyl ether	—	No spot



รูปที่ 11 Peak ของ standard Tigogenin และ Hecogenin ใน Methanol



รูปที่ 12 Peak ของ steroid extract ใน solvent IPE



รูปที่ 13 Peak ของ Hecogenin และ Tigogenin ใน Chloroform และใน IPE ตามลำดับ

## สรุปและวิจารณ์



1. พืช *Agave sisalana* จะมีคุณภาพของ saponin คล้ายๆกัน แม้จะปลูกแหล่งต่างๆกัน ในดินอ่อนและ bulbil จะมี tigogenin สูง ส่วนใบแก่จะมี hecogenin สูงในแอฟริกา มี hecogenin สูง tigogenin จะมีประมาณร้อยละ 10 ของ steroid ทั้งหมด ส่วนแหล่งอื่นมี hecogenin ต่ำ ของประเทศบราซิลได้ hecogenin รวมกับ tigogenin 0.67 กรัม/ลิตรน้ำป่าน

2. ปริมาณของ steroid concentrate (coffee grounds) ที่แยกสกัดได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ประมาณร้อยละ 0.423 (กรัม %) ต่อ น้ำหนักน้ำป่าน 100 กรัม

3. ปริมาณ waste จากป่านคำนวณจาก 1 ไร่ ได้ใบ 40 ตัน/ปี ทั้งหมด 4,000 ไร่ จะเป็นน้ำหนักใบ 160,000,000 กก./ปี จะได้น้ำจากเศษป่าน 66,000,000 กก./ปี ซึ่งคำนวณว่าจะผลิต coffee grounds ได้ 279 ตัน/ปี

4. การใช้ประโยชน์เป็นผลพลอยได้อีกจากกระบวนการผลิตสารสเตอรอยด์จะมีน้ำทิ้งซึ่งเป็นน้ำจากป่านครนารายณ์ สามารถนำมาผลิตวันสวอร์ค

ที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์และผลิตก๊าซชีวภาพได้

## คำนิยม



ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ต่อท่านผู้จัดการไร่เบญจพรเกษตรกรรม อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ และให้ตัวอย่างสำหรับการศึกษาวิจัยโครงการนี้

## เอกสารอ้างอิง

สมิตตินันท์, เต็ม. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. กรมป่าไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2, 379 หน้า.

Berer, J. 1969. *The World's Major Fibre Crop : Their Cultivation and Manuring*. 2nd ed., Switzerland.

Claus, E.P. 1970. *Pharmacognosy*. 6th ed., U.S.A.

Heftman, E. 1961. *Biochemistry of Steroids*. 2nd ed., Japan.

Leonard, R., et al. 1960. Microchemical detection of characteristic functional groups on the steroid nucleus. *Anal. Chem.* 32 (9) : 1200-1202.

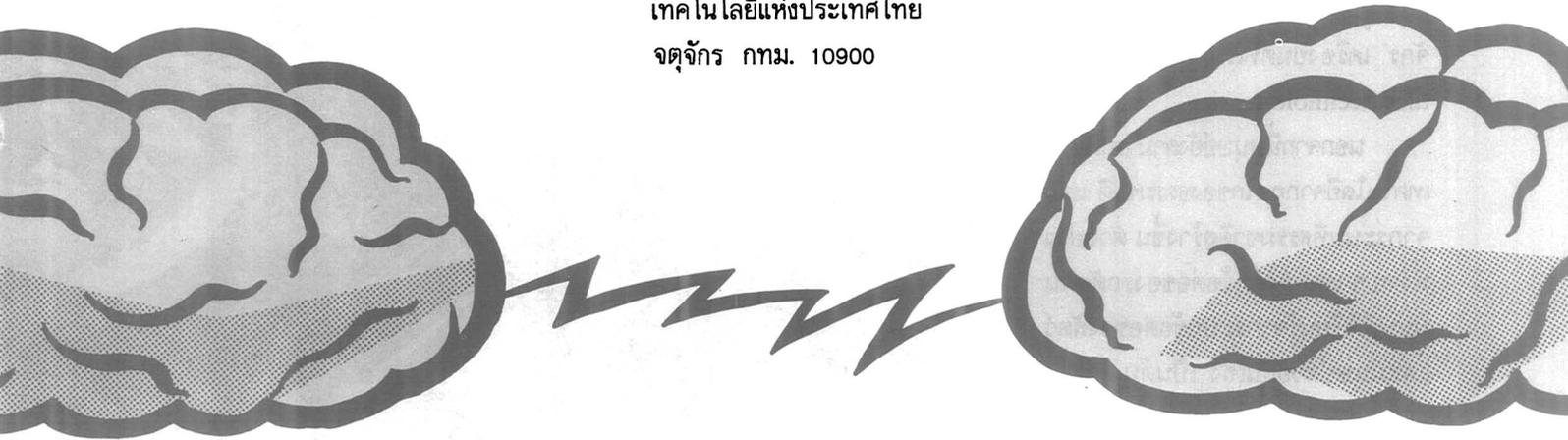
Lock, G.W. 1962. Percentage of dry matter of decorticated leaves of sisal. Longmans, London. pp. 196-208.

Spensley, P.C. 1956. A source of hecogenin. *Chemistry and Industry* 14 : 229-231.



# สิทธิบัตรกับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

อเนก ธรรมรัตน์พร  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
จดจักร กทม. 10900



## การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยี (technology transfer) มีความหมายได้หลากหลายไม่มีคำจำกัดความที่แน่นอนต่างคนต่างก็ให้ความหมายตามความเข้าใจของตนเอง ตัวอย่างเช่น

การถ่ายทอดเทคโนโลยี สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนระดับแนวตั้งก็คือ การรับเอาเทคโนโลยีจากภายนอกเข้ามาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีในแนวระดับ คือ การกระจายออกไปในแนวขวางของเทคโนโลยีภายในประเทศหรือภายในโรงงาน และอุตสาหกรรม เป็นต้น

การถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ การที่ผู้คนในสังคมหนึ่งรับเอาซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นในสังคมอื่นเข้ามาใช้ในสังคมตน การรับมานั้นอาจจะรับมาแต่เพียงเครื่องจักร หรือความรู้ในการบังคับเครื่องจักร

ตลอดถึงความรู้ความสามารถในการสร้างเครื่องจักรนั้น

บางท่านกล่าวว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ กระบวนการในการเรียนรู้เทคโนโลยีนั้นจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์พร้อมกับความเข้าใจอย่างถ่องแท้ทั้งระบบ

สำหรับ UNESCO ให้ความหมายว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยี หมายถึง หรือเกี่ยวข้องกับกระบวนการนำเอาผลิตภัณฑ์ (product) หรือกระบวนการผลิต (process) เข้ามาใช้ในประเทศที่ซึ่งก่อนหน้านี้คนในประเทศดังกล่าวไม่ได้รู้จักผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตนั้นมาก่อน

โดยสรุปเราอาจจะกล่าวได้ว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยี หมายถึง การเรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความรู้ (know-how) ที่เกิดขึ้นในสังคมอื่นแล้วนำเอาความรู้

นั้นมาใช้หรือประยุกต์ใช้กับสังคมตน

## การเรียนรู้เทคโนโลยี

ในสมัยโบราณ เทคโนโลยีจะเดินทางไปกับมนุษย์ที่ย้ายถิ่นไปตามแหล่งต่างๆ ของโลก ตัวอย่างเช่น ความรู้ในการเลี้ยงไหมและทอผ้าไหม จะเดินทางไปกับมนุษย์จากประเทศจีนมาสู่ดินแดนตะวันออกเฉียงใต้ ความรู้ในการสร้างดินขับเดินทางจากจีนไปยังทวีปยุโรป เป็นต้น ด้วยการเดินทางของมนุษย์ (movement of people) เทคโนโลยีได้ถูกถ่ายทอดจากที่แห่งหนึ่งไปยังบริเวณอีกแห่งหนึ่งที่มนุษย์ได้ไปถึง

ต่อมาเมื่อมนุษย์สามารถประดิษฐ์ตัวอักษรได้ บรรดาความรู้ทั้งหลายรวมทั้งเทคโนโลยีได้ถูกบันทึกไว้เป็นตัวหนังสือ โดยวิธีนี้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีจะถูกถ่ายทอดไปด้วยตัวอักษร

ซึ่งการเดินทางไปเรียนหนังสือ หรือการอ่านจากหนังสือก็คือการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง รวมทั้งการไปดูงาน การฝึกอบรม ก็เป็น การถ่ายทอดเทคโนโลยี

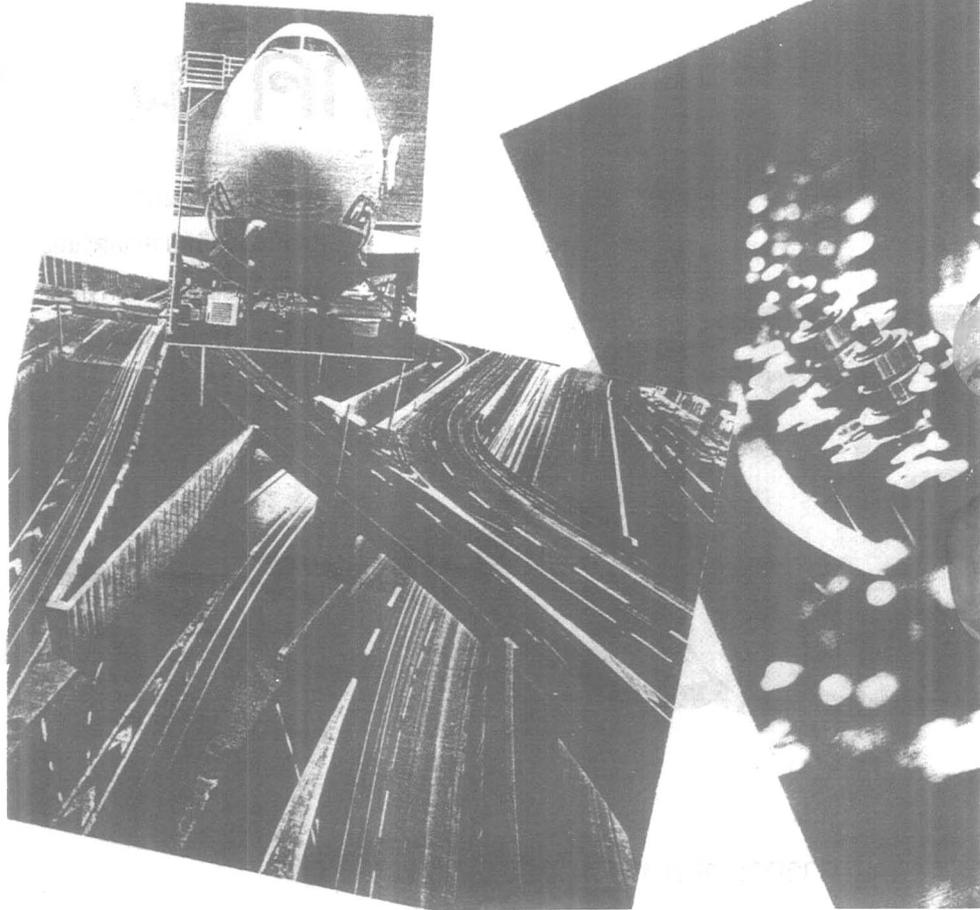
เทคโนโลยีสามารถแฝงอยู่ในคน และตัวอักษรดังที่กล่าวมาข้างต้น และในเวลาเดียวกันเทคโนโลยีก็สามารถแฝงอยู่ในวัตถุ (artifact) ประเภทเครื่องจักร เครื่องยนต์ที่เรียกกันว่า embodied technology

นอกจากนี้มนุษย์ยังสามารถเรียนรู้เทคโนโลยีจากกลไกของธรรมชาติ และจากระบบที่ธรรมชาติสร้างขึ้น ตัวอย่างที่ง่าย ๆ เช่น กลไกข้อต่อของรถตกดิน มนุษย์ก็เรียนรู้จากระบบข้อต่อของสัตว์ และมนุษย์ด้วยกันเอง เป็นต้น

ในสังคมสารสนเทศ (information society) ที่โลกกำลังก้าวเข้าไปสู่นี้ เทคโนโลยีถูกถ่ายทอดมาในหลายรูปแบบ เช่น อาจจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาใช้ (retrieve) หรือถ่ายทอดมาทางโทรทัศน์ วิดีโอ โทรศัพท์ ฯลฯ

## สิทธิบัตร

เราอาจกล่าวได้เลยว่า สิทธิบัตร (patent) คือ เอกสารที่บรรจุรายละเอียดของเทคโนโลยีล่าสุดที่มนุษย์ได้คิดประดิษฐ์ขึ้นในสาขาต่าง ๆ เป็นการคิดค้นรายละเอียดเท่าที่โลกจะรับรู้ได้ (latest invention) โดยเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นได้ใหม่นี้จะปรากฏออกมาในรูปของสิ่งประดิษฐ์ (invention) ที่เป็นตัวผลิตภัณฑ์ (product) และกระบวนการผลิต (process) ตัวผลิตภัณฑ์จะเป็นอะไรก็ได้ เช่น เป็นเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องมือ เครื่องใช้ (device and apparatus) เครื่องวัด (instrument) ฯลฯ สำหรับกระบวนการผลิตจะหมายถึงกรรมวิธี วิธีการ ขั้นตอน ของการผลิต



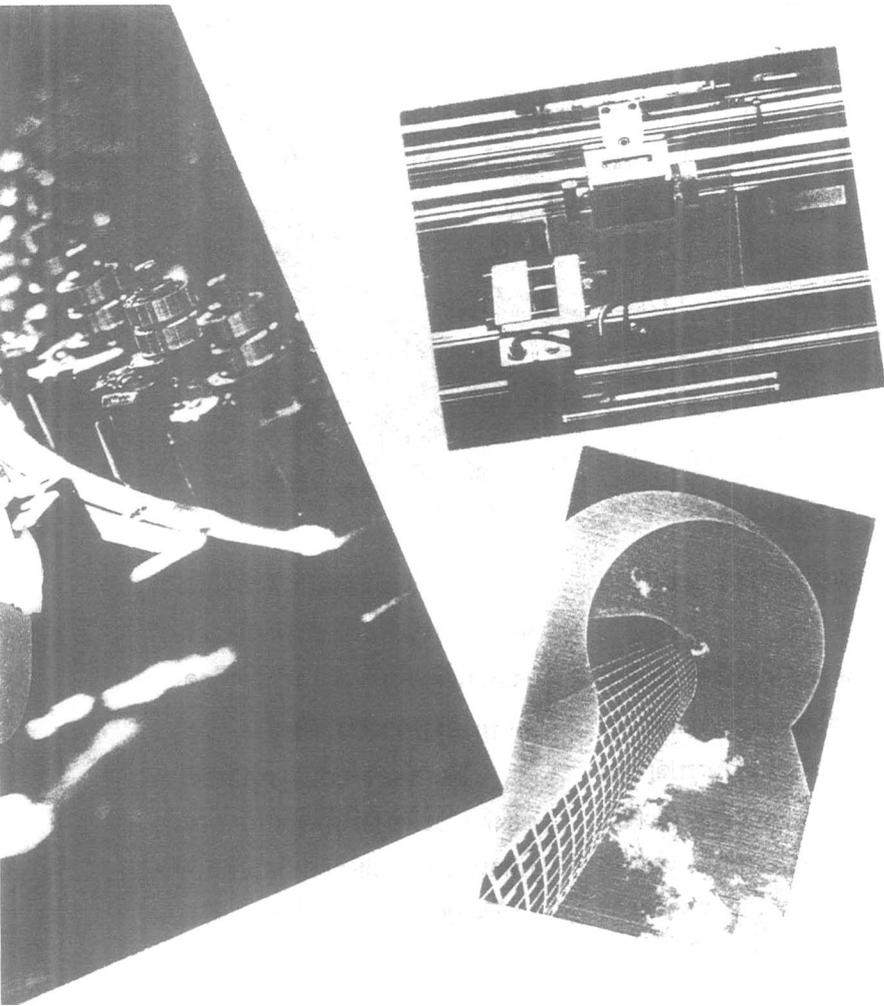
การบังคับ การควบคุม ฯลฯ

สิ่งที่สำคัญที่ต้องเข้าใจก็คือ เอกสารสิทธิบัตร คือ เอกสารที่บันทึกสาระทางเทคโนโลยีไม่ใช่เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เนื่องจากศาสตร์ทั้งสองนี้ (วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี) เป็นสิ่งที่แยกออกจากกัน และแต่ละศาสตร์ต่างก็มีแนวทางของตนเองเป็นเอกเทศ

ปรัชญาของสิทธิบัตรก็คือ รัฐจะให้ความคุ้มครองแก่สิ่งประดิษฐ์ โดยจะไม่ยินยอมให้ผู้อื่นผู้ใดทำการลอกเลียนแบบสิ่งประดิษฐ์ในระยะเวลาที่รัฐให้การคุ้มครอง ทั้งนี้เพื่อที่จะให้ผู้คิดค้นการประดิษฐ์นี้สามารถผลิตสิ่งประดิษฐ์ของตนออกมาจำหน่ายได้แต่เพียงผู้เดียว ซึ่งระยะเวลาของการให้ความคุ้มครองจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศ

อาจจะเป็นตั้งแต่ 5 ถึง 15 ปี ในเชิงเศรษฐศาสตร์ เราอาจจะเรียกระยะเวลาของการให้ความคุ้มครองนี้ว่าเป็นการผูกขาดชั่วคราว (temporary monopoly) ตัวอย่างเช่น ที่ระบุไว้ในคู่มือจดทะเบียนสิทธิบัตร ของสำนักงานสิทธิบัตรประเทศไอร์แลนด์ว่า “A patent is a contract between an inventor or applicant and the state, whereby the inventor or applicant gets a monopoly from the state for a certain period, in return for disclosing the details of his or her invention.”

ภายหลัง เมื่อระยะเวลาแห่งการคุ้มครองนี้สิ้นสุดลง ความรู้ในสิทธิบัตรฉบับนั้นก็จะเป็นที่เปิดเผยทั่วไป ใคร ๆ ก็ทำการเลียนแบบได้ เพราะถือว่าบรรดา



ความรู้ทั้งหลายทั้งมวลในโลกนี้เป็นสมบัติของมวลมนุษยชาติ จึงควรปรากฏแก่สาธารณชน การให้ความคุ้มครองในช่วงระยะเวลาหนึ่งนั้นเป็นการให้รางวัลในความอุตสาหกรรม คิดค้นเทคโนโลยีใหม่ ๆ ของผู้ประดิษฐ์ ซึ่งระยะเวลาที่ให้ความคุ้มครองนั้นก็นับได้ว่าเพียงพอและยุติธรรมแก่ผู้ประดิษฐ์แล้ว

ปัจจุบันมีสิทธิบัตรที่เปิดเผยแล้วนับล้านฉบับแยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ มากมายตามระบบของการจัดหมวดหมู่สิทธิบัตรที่ดำเนินการโดย World Intellectual Property Organization หรือ WIPO เช่น หมวดวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ที่เป็นฟิสิกส์ ความร้อน แสง เสียง เคมี ชีววิทยา ฯลฯ เป็นต้น ในประเทศไทยเราอาจจะใช้บริการขอสิทธิบัตรได้จาก กระทรวงศึกษา-

ศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงานที่มีบริการช่วยค้นสิทธิบัตร หรืออีกแห่งคือที่ กองสิทธิบัตร และเครื่องหมายการค้า กระทรวงพาณิชย์

### สาระสำคัญในเอกสารสิทธิบัตร

โดยทั่วไปแล้วสิทธิบัตรจะแสดงถึงผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต โดยที่ในสิทธิบัตรแต่ละฉบับจะประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ จะแสดงถึงชื่อของสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีการคิดค้นขึ้นมา ดังอย่างของชื่อ เช่น

— Apartment (อาคารที่อยู่อาศัยรวมกันของหลายครอบครัว) ซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรเมื่อ ค.ศ. 1903 ใน

ประเทศสหรัฐอเมริกา

— Cylinder locks (ตัวยึดรูปทรงกลม)

— Butterfly valve (ลิ้นปิดเปิดแบบผีเสื้อ)

— A method for preparing a self reinforcement material (วิธีการที่ใช้ในการผลิตวัสดุที่ยึดตัวเองได้)

— An infiltrated material and its filler (วัสดุที่มีการซึมแทรกและตัวเติมเพื่อการนี้)

— Weed eliminator (สารกำจัดวัชพืช)

— An open container (บรรจุภัณฑ์แบบเปิด)

**หมายเหตุ** คำแปลในวงเล็บเป็นของผู้เขียน โดยทั่วไปสิทธิบัตรจะเป็นภาษาอังกฤษ

## 2. วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

ในส่วนนี้ตัวสิทธิบัตรจะบอกว่าการประดิษฐ์นี้มีจุดมุ่งหมายอะไร อาจจะเป็นการปรับปรุงข้อบกพร่องของตัวผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันมาก่อนหน้านี้ หรืออาจจะเป็นการเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยมีการผลิตมาก่อน เป็นวิธีการ (method) ที่ใช้ในการผลิตอะไรสักอย่างหนึ่ง หรือเป็นอุปกรณ์ (apparatus) ที่ใช้เพื่อการใดการหนึ่ง เป็นต้น จะเป็นอะไรก็ได้ ข้อสำคัญที่สุดก็คือ การประดิษฐ์นี้จะต้องแสดงว่าเป็นการประดิษฐ์ที่มีขั้นของเทคโนโลยี (state of the art) สูงกว่าของเดิม กล่าวคือ ถ้าเป็นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันมาก่อนให้มีลักษณะดีขึ้น ก็ต้องแสดงให้เห็นชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว (improved product) จะต้องมีขั้นของการคิดค้นสูงกว่าเดิม จึงจะเป็นที่ยอมรับให้ขึ้นทะเบียนสิทธิบัตรได้

### 3. สาขาที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

เป็นการบอกให้รู้ว่าการประดิษฐ์นี้จัดอยู่ในสาขาวิชาใด ตัวอย่างเช่น butterfly valve จะจัดอยู่ในหมวดวิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หรือ infiltrated material จัดอยู่ในหมวดวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุศาสตร์ weed eliminator จัดอยู่ในหมวดวิทยาศาสตร์ในส่วนของวิชาเคมี ดังนี้ เป็นต้น

### 4. ภูมิหลังของศิลปวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ของเอกสารสิทธิบัตรจะกล่าวถึง ภูมิหลัง หรือความเป็นมาของสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้ประดิษฐ์ได้คิดค้นขึ้นมา โดยจะแสดงถึงเรื่องราว ความบันเทิงใจ ที่ผู้ประดิษฐ์ได้รับมาก่อนที่จะคิดประดิษฐ์สิ่งนี้ขึ้น

ภูมิหลังจะเป็นการปูพื้นและแสดงแนวความคิดของสิ่งประดิษฐ์ที่แสดงไว้ในสิทธิบัตรฉบับนี้ เป็นความรู้พื้นฐานก่อนที่จะทำความเข้าใจว่าสิ่งประดิษฐ์ใหม่ (novel invention) ที่แสดงไว้ในเอกสารนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร

### 5. คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

โดยทั่วไปสิทธิบัตรจะแสดงรูปเขียนประกอบคำอธิบาย ลักษณะของรูปเขียนจะเป็นรูปเขียนทางวิศวกรรม (engineering drawing) ที่แสดงถึงด้านต่าง ๆ ของสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ ภาพด้านบน (top view) ภาพด้านข้าง (side view) ภาพทัศนียภาพ (perspective) ภาพตัดขวาง (cross-section) ภาพแผนภาพ (diagram) เป็นต้น โดยภาพที่แสดงนี้จะต้องละเอียดเพียงพอต่อการเข้าใจได้ว่าสิ่งประดิษฐ์นี้มีลักษณะและองค์ประกอบเป็นอย่างไร

สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีจะต้องแสดงสูตรโครงสร้าง (formula) ของธาตุหรือสารที่เกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วย



### 6. การเปิดเผย การประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

สิทธิบัตร จะเปิดเผยถึงรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์โดยสมบูรณ์ทุกประการ ด้วยการพรรณนาถึงชิ้นส่วน รูปลักษณะ (embodiment) รายละเอียด (detail) การทำงาน องค์ประกอบ เงื่อนไข (condition) การทดสอบ ผลของการทดสอบ การทดลอง การเปรียบเทียบ วิธีใช้ ฯลฯ โดยการเปิดเผยการประดิษฐ์นี้กฎหมายกำหนดว่าจะต้องแสดงให้เห็นละเอียดเพียงพอโดยที่อย่างน้อยที่สุด ผู้ที่มีทักษะพื้นฐานในศิลปวิทยาการแขนงนี้ อ่านแล้วต้องเข้าใจได้ดี เป็นการแสดงถึงรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์หรือเทคโนโลยีใหม่เยี่ยมที่สุดในศิลปวิทยาการแขนงนี้

### 7. ข้อถือสิทธิ

ในตอนท้ายของสิทธิบัตรแต่ละฉบับผู้ประดิษฐ์จะแจ้งข้อร้องขอของตนกับรัฐเพื่อขอรับการคุ้มครองสิ่งประดิษฐ์ของตน ข้อร้องขอนี้เรียกว่า ข้อถือสิทธิ โดยจะต้องแสดงให้เห็นเป็นข้อ ๆ ว่าตนเองต้องการให้รัฐคุ้มครองสิทธิในการประดิษฐ์นี้อย่างไร โดยทั่วไปแล้วส่วนของข้อถือสิทธินี้จะเป็นการแสดงรายละเอียดของการประดิษฐ์ในแง่มุมต่าง ๆ กันโดยผู้ร้องขอความคุ้มครองดังกล่าวจะพยายามอย่างยิ่งที่จะขอความคุ้ม-

ครองในทุกแง่มุมอันเป็นสิ่งพึงมีพึงได้ของตน ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ตนเองได้คิดค้นขึ้นมานั้นให้ถึงที่สุด

### 8. บทสรุปการประดิษฐ์

ได้แก่ข้อความสั้น ๆ สรุปเรื่องราวของสิ่งประดิษฐ์ที่ได้พรรณนามาแล้ว บทสรุปการประดิษฐ์ก็เหมือนกับบทคัดย่อที่สรุปย่อสำหรับงานวิจัย หรือบทความทางวิชาการทั่วไป

### สรุป

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีที่บันทึกไว้ในเอกสารสิทธิบัตรเป็นสิ่งทีผู้อ่านจะสามารถเข้าใจได้ดี และเป็นแหล่งของเทคโนโลยีที่สมบูรณ์ที่สุด สามารถหาอ่านได้โดยไม่ต้องเสียต้นทุนในการค้นหา เป็นความรู้อันเป็นสิ่งเบ็ดเสร็จ สมบูรณ์ครบถ้วนในแต่ละฉบับ จึงน่าจะกล่าวได้ว่าสิทธิบัตรเป็นเครื่องมือที่ดีอันหนึ่งในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้ที่ยึดมั่นในสังคมอื่นมายังผู้ศึกษาที่อาศัยอยู่ในอีกสังคมหนึ่งสมควรที่จะได้รับการขยายบริการข้อสนเทศให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน.



# การผลิตน้ำมันทานตะวันในระดับ โรงงานขนาดเล็ก และการวิเคราะห์กากเพื่อเป็นอาหารสัตว์

สุมาลัย ศรีกำโลทอง พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล  
บุญชู สีสลาขจรจิต คณิดา รุ่งหิรัญรักษ์ ประชัน อ่อนภักดี  
สมนึก อาษา และ สุภัทรา มั่นสกุล  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

## บทคัดย่อ

การผลิตน้ำมันทานตะวันในระดับโรงงานขนาดเล็ก สามารถกระทำได้โดยการคั่วที่  $90-103^{\circ}\text{C}$ . และอัดด้วยเครื่องบีบอัด 2 ครั้ง. ผลผลิตน้ำมันจากเมล็ดทานตะวันที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ Hysun 33 ในจังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้โครงการพัฒนาพืชน้ำมันและที่ปลูกทั่วไปทั้งประเภทมีเปลือกและที่แยกเปลือกออกบางส่วน ได้ปริมาณร้อยละ 29.30, 39.80 และ 46.90 ตามลำดับ. ได้ศึกษาผลของการแยกเปลือกออกจากเมล็ดที่มีต่อคุณภาพน้ำมันและกาก พบว่าเมื่อลดปริมาณเปลือกลงจากร้อยละ 22.96 เป็น 19.05 กำลังผลิตเพิ่มขึ้น, ไขมันน้ำมันลดลงร้อยละ 20. แต่ราคาซื้อขายจะไม่แตกต่างจากน้ำมันดิบที่บีบจากเมล็ดทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยไขมันร้อยละ 0.5. น้ำมันรีไฟน์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์ในระดับห้องปฏิบัติการมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันบริโภค. ส่วนกากที่ได้จากการกะเทาะเปลือกออกมีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากมีส่วนประกอบของโปรตีนสูงกว่าและเส้นใยน้อยกว่า. เมื่อผสมเป็นอาหารสัตว์สามารถเพิ่มปริมาณส่วนผสมจากร้อยละ 3-5 เป็นร้อยละ 8-10.



บทนำ

ทานตะวันเป็นพืชน้ำมันที่มีปริมาณน้ำมันร้อยละ 30-50 และน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงโดยเฉพาะกรดลิโนเลอิกประมาณร้อยละ 45-70 (Anon. 1981) จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งเพื่อการบริโภคและการอุตสาหกรรมในประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรปและอเมริกา. สำหรับกากนั้นใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่มีขีดจำกัดของการผสมในสูตรอาหารสัตว์เพราะมีเส้นใยสูง. โดยทั่วไปเมล็ดทานตะวันประกอบด้วยเปลือกประมาณร้อยละ 25, ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันทานตะวันมักทำการแยกเปลือกออกร้อยละ 8-12 เสียก่อน เพื่อลดปริมาณเส้นใยซึ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากนั่นเอง. กากที่ซื้อขายกันในตลาดโลกนั้นจึงเป็นชนิดที่แยกเปลือกออกบางส่วนโดยมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 25-50.

แม้ว่าการเพาะปลูกทานตะวันเป็นเชิงการค้าในประเทศไทยได้เริ่มมา 3-4 ปีแล้วก็ตาม, แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงกระบวนการผลิตน้ำมันและการใช้ประโยชน์ของกากเพื่อเป็นอาหารสัตว์. ดังนั้นวัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้จึงเป็นการวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำมันทานตะวัน โดยวิธีการบีบอัดในระดับโรงงานขนาดเล็ก, และการศึกษาถึงผลของการแยกเปลือกออกต่อคุณภาพน้ำมันและกาก รวมทั้งการใช้กากดังกล่าวผสมเป็นอาหารสัตว์.

## วัสดุและวิธีการ

### วัสดุ :

1. เมล็ดทานตะวันที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ Hysun 33 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้โครงการพัฒนาพืชน้ำมัน.
2. เมล็ดทานตะวันที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ Hysun 33 จากบริษัทกมลกิจ จำกัด โดยที่บริษัท รับซื้อจากเกษตรกรที่ปลูกทั่วไปในประเทศไทย.

### อุปกรณ์ :

1. เครื่องแยกเปลือก ด้วยขนาดมอเตอร์  $\frac{1}{2}$  แรงม้า ต่อเชื่อมอยู่กับไซโคลน ดังรูปที่ 1.
2. เครื่องคั่วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.96 ม. สูง 0.5 ม. พร้อมใบพัดกวนและมอเตอร์ 2 แรงม้า ดังรูปที่ 2.
3. เครื่องบีบอัด 2 เครื่อง มีขนาดมอเตอร์ 10 และ 15 แรงม้า ดังรูปที่ 3.

### วิธีการ :

#### 1. การออกแบบเครื่องกะเทาะ

ออกแบบสร้างและติดตั้งเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน ใช้หลักเกณฑ์การกะเทาะด้วยแรงเหวี่ยง เปลือกถูกแยกออกด้วยไซโคลน.

#### 2. การบีบอัดน้ำมัน

2.1 การแยกเปลือก. กะเทาะเมล็ดทานตะวันที่ได้รับจากบริษัทกมลกิจฯ ด้วยเครื่องกะเทาะที่ออกแบบและสร้างขึ้นในข้อ 1. เปลือกบางส่วนถูกแยกออกจากเนื้อด้วยไซโคลน ซึ่งติดอยู่กับเครื่องกะเทาะ, ส่วนที่เหลือถูกแยกออกอีกครั้งด้วยเครื่องแยกเปลือก.

2.2 การคั่ว. คั่วเมล็ดทานตะวันที่แยกเปลือกออกแล้วด้วยเครื่องคั่วที่อุณหภูมิ 100°C. เป็นเวลา 5 นาที โดยทำการคั่วที่โรงงานชินฮะฮงตงเฮง.

2.3 การบีบอัด. บีบอัดเมล็ดที่คั่วแล้วด้วยเครื่องบีบอัดที่โรงงานดังกล่าว. กากที่ได้ทำการบีบซ้ำอีกครั้ง, ผสมน้ำมันที่ได้จากการบีบทั้งสองครั้ง.



เมล็ดทานตะวันที่ไม่ได้กะเทาะเปลือกออก ซึ่งปลูกโดยเกษตรกรทั่วไป และจากการปลูกภายใต้โครงการพัฒนาพืชน้ำมัน ถูกนำมาคั่วและบีบอัดด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น. รายละเอียดของสถานะการผลิตดังแสดงในตารางที่ 1.

**3. การผลิตน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์**

ทดลองผลิตน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์จากน้ำมันดิบที่บีบได้ทั้ง 3 ชนิด ในชั้นห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีดังในรายงานของ ศรีกำไลทอง และคณะ (2531).

**4. การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันและกาก**

4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันบริสุทธิ์ ตามวิธี AOAC (Horwitz 1984).

4.2 วิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันด้วยวิธี gas liquid chromatography. เตรียมเมทิลเอสเทอร์โดยใช้โซเดียมเมทอกไซด์ในเมทานอล.

4.3 วิเคราะห์ค่า Wesson loss ตามวิธีในภาคผนวกที่ 1.

4.4 วิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันทานตะวันดิบจากเมล็ดทานตะวันโดยบริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด.

4.5 วิเคราะห์คุณภาพของกากที่ได้จากการบีบเมล็ดทานตะวันทั้ง 3 ชนิด และสัดส่วนการนำไปใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์ โดยบริษัทกรุงเทพโภคภัณฑ์ จำกัด.

**ผลการทดลอง**

1. ได้ออกแบบ, สร้าง และติดตั้งเครื่องกะเทาะเมล็ดทานตะวัน ดังแสดงในรูปที่ 4. เครื่องดังกล่าวประกอบด้วยใบพัดพลาสติกหนา 2 ซม. จำนวน 8 ชิ้น, วงแหวนรับแรงกระแทกซึ่งบุด้วยผ้าใบหนา 10 ซม., จานเหวี่ยงหมุนด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที ด้วยมอเตอร์  $\frac{1}{2}$  แรงม้า. ผลของการกะเทาะและแยกเปลือกออก ดังตารางที่ 2.

2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของเมล็ดทานตะวันที่มีเปลือกและที่แยกเปลือกออกบางส่วนแสดงในตารางที่ 3.

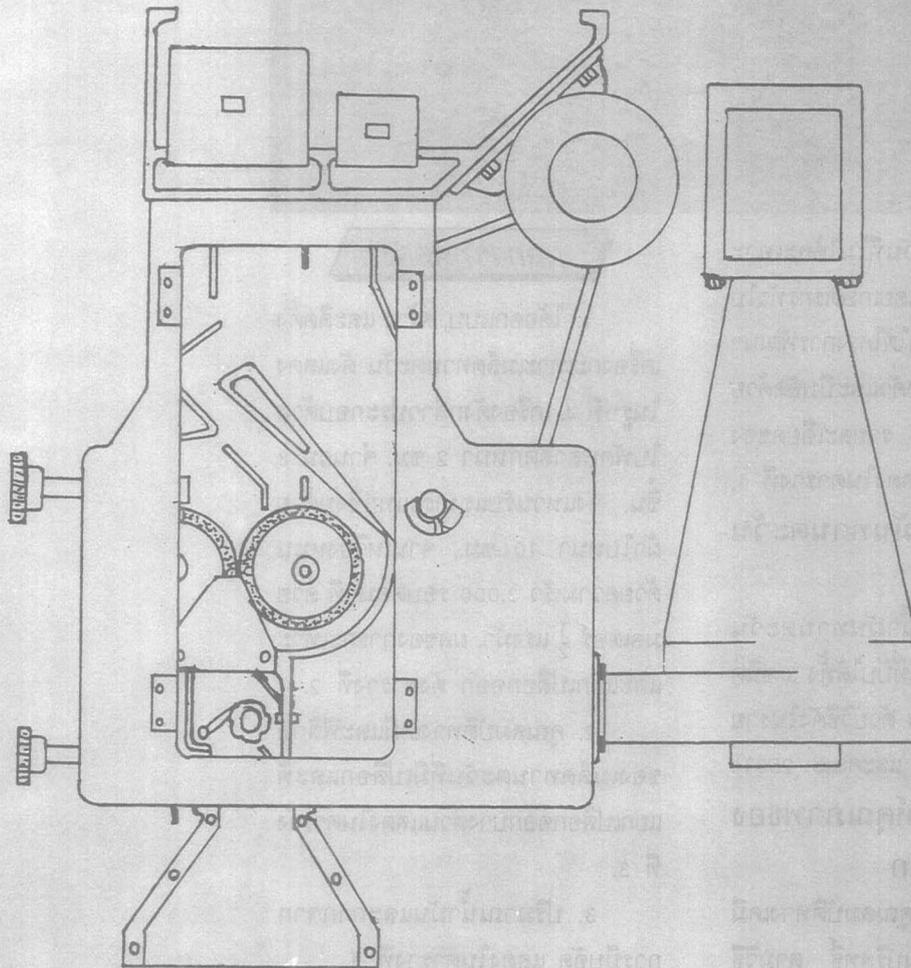
3. ปริมาณน้ำมันและกากจากการบีบอัด แสดงในตารางที่ 4.

4. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์ เปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันบริโภค แสดงในตารางที่ 5.

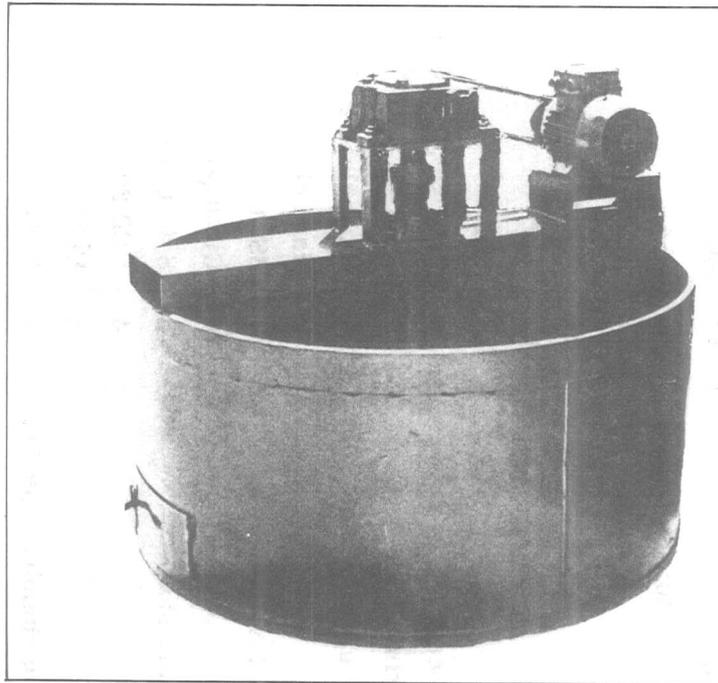
5. ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์ แสดงในตารางที่ 6.

6. Wesson loss ของน้ำมันดิบจากเมล็ดทานตะวันของโครงการฯ และของเกษตรกรที่ปลูกทั่วไป มีค่าเท่ากับ 2.25 และ 3.58 ตามลำดับ.

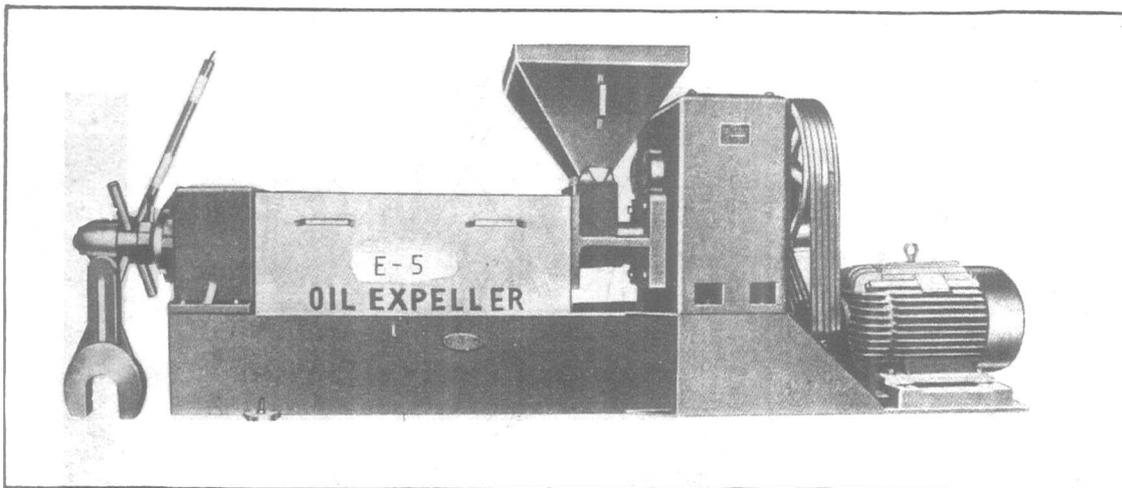
7. คุณสมบัติทางเคมีของกากที่ผลิตได้และส่วนประกอบของกรดอะมิโนแสดงในตารางที่ 7.



รูปที่ 1. เครื่องแยกเปลือก.

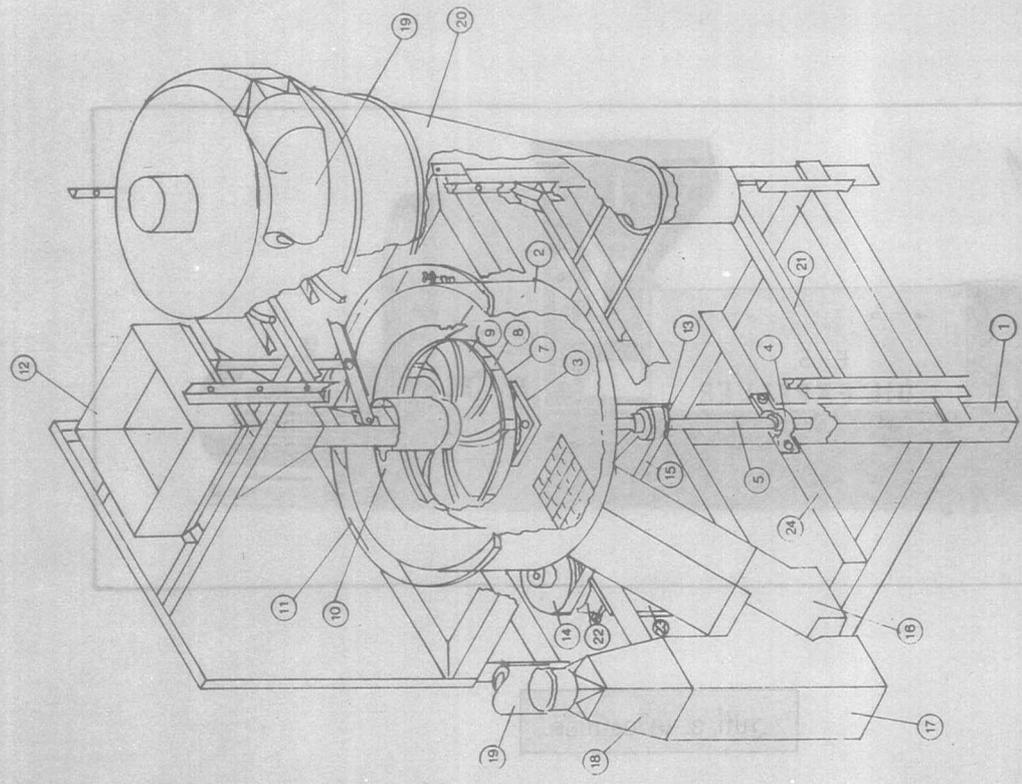


รูปที่ 2. เครื่องคั่ว.



รูปที่ 3. เครื่องบีบอัด.

1	Adjustable bearing base	SS41	24
1	Adjustable motor platform	SS41	23
1	Motor	1 HP 380 V. 3 $\phi$	22
1	Cyclone removable stand	SS41	21
1	Cyclone hull collector	SS41	20
1	Flexible reinforced tube	PVC. (reinforce)	19
1	Separator reducer	SS41	18
1	Separator	SS41	17
1	3-way separator connector	SS41	16
1	V-belt	A-46	15
1	Pulley	$\phi 3\frac{1}{2}$ " , $\phi 4$ " , $\phi 5$ " , $\phi 6$ "	14
1	Pulley	$\phi 3$ "	13
1	Hopper	SS41	12
1	Housing cover	Hard clear PVC. sheet	11
1	Impact ring	SS41	10
1	Impeller upper flange	Hard clear PVC. sheet	9
8	Impeller	Hard clear PVC. sheet	8
1	Impeller lower flange	SS41	7
1	Rotor hub	GG40 (DIN 1691 (8.44))	6
1	Rotor main shaft	S 45 C : $\phi 25 \times 750$ mm	5
1	Bearing	UCP 205 J	4
1	Earing	UCF 205 J	3
1	Dehulling chamber housing	SS41	2
1	Machine frame	SS41	1
Q'ty	Nomenclature	Pos.	Mat./Dim./Miscellaneous No.



รูปที่ 4. เครื่องกะเทาะเปลือก.

TISTR  
CRACKING MACHINE  
Scale 1:10

ตารางที่ 1. สภาวะการผลิตน้ำมันทานตะวันดิบ

กระบวนการ	รายละเอียด	เมล็ดจาก โครงการฯ	เมล็ดจากเกษตรกร	
			มีเปลือก	แยกเปลือก ออกบางส่วน
การคั่ว	ปริมาณ, กก.	288	198	147.1
	จำนวนครั้ง	5	3	2
	เวลา, นาที/ครั้ง	10-15	10-15	10-15
	อุณหภูมิ, °ซ.	90-98	90-98	90-103
	เวลาที่อุณหภูมิดังกล่าว, นาที	5	5	5
	เชื้อเพลิง	ไม่	ไม่	ไม่
การบีบอัด ครั้งที่ 1	อัตราการบีบอัด, กก. ของเมล็ด/ชม.	136	200	135.8
	อุณหภูมิ : น้ำมัน, °ซ.	67	83	70-74
	กาก, °ซ.	81	—	—
	กำลังของมอเตอร์, แรงม้า	10	10	10
การบีบอัด ครั้งที่ 2	อัตราการบีบอัด, กก. ของกาก/ชม.	185	150	124
	กำลังของมอเตอร์, แรงม้า	15	15	10

ตารางที่ 2. การกะเทาะและแยกเปลือกเมล็ดทานตะวันที่ได้จากบริษัท ซึ่งประกอบด้วยเปลือกร้อยละ 24.12

เมล็ดทานตะวัน, กก.	177.4
อัตราการกะเทาะ, กก./นาที่	5
เมล็ดที่แยกเปลือกออกบางส่วน, กก.	147.90
เปลือก, กก.	29.95
เปลือก, ร้อยละ	16.90
— ปริมาณน้ำมัน, ร้อยละ	12.20
— ปริมาณความชื้น, ร้อยละ	8.60

ตารางที่ 3. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของเมล็ดทานตะวัน (ร้อยละ)

รายการ	เมล็ดจาก โครงการฯ	เมล็ดจากเกษตรกร		
		มีเปลือก	แยกเปลือก ออกบางส่วน	เนื้อใน
ความชื้น	7.98	6.31	5.06	5.68
เถ้า	6.31	2.34	2.08	—
โปรตีน	19.52	17.14	18.92	—
ไขมัน	37.42	47.80	53.31	65.12
เส้นใย	13.18	22.96	19.05	14.33
คาร์โบไฮเดรต	15.59	3.45	1.58	—
สิ่งสกปรก*	1.30	2.79	—	—

\* IUPAC (1975)

ตารางที่ 4. ปริมาณน้ำมันดิบและกากจากการบีบอัด

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณผลิตภัณฑ์			
	น้ำมัน		กาก	
	กก.	ร้อยละ	กก.	ร้อยละ
เมล็ดจากโครงการฯ	84.5	29.3	164	56.9
เมล็ดจากเกษตรกร				
— มีเปลือก	79.5	39.8	100	50
— แยกเปลือกออกบางส่วน	69	46.9	60	40.8

ตารางที่ 5. เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์ที่ผลิตได้  
กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันบริโภค

คุณลักษณะ	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันและไขมันบริโภค	น้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์	
		เมล็ดของ เกษตรกร ที่มีเปลือก	เมล็ดของ เกษตรกร ที่แยกเปลือก ออก
1. ค่าของกรด, มก. โพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์ต่อ 1 ก. ของน้ำมัน	ไม่เกิน 0.6	0.23	0.24
2. ค่าเปอร์ออกไซด์, มก. สมมูลต่อ 1 กก. ของน้ำมัน	ไม่เกิน 10	8.99	7.78
3. น้ำและสิ่งที่จะเหี่ยวได้ที่อุณหภูมิ 105°ซ. ร้อยละโดยน้ำหนัก	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.2	0.02	0.01
4. สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน, ร้อยละโดยน้ำหนัก	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.05	0.01	0.01
5. สบู่, ร้อยละโดยน้ำหนัก	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.005	ไม่พบ	ไม่พบ
6. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ 15.6°ซ./15.6°ซ.	—	0.9229	0.9232
7. ดัชนีหักเห n <sup>D</sup> 40°ซ.	—	1.4674	1.4670
8. ค่าไอโอดีนแบบวิจส์	—	126.7	126.5
9. ค่าสะปอนิฟิเคชัน, มก. โพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์ ต่อ น้ำมัน 1 ก.	—	191.32	192.98
10. สารที่สะปอนิฟายไม่ได้, ร้อยละโดยน้ำหนัก	—	0.68	0.58
11. เหล็ก, มก. ต่อ กก.	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.4	0.30	0.17
12. ทองแดง, มก. ต่อ กก.	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.1	ไม่พบ	ไม่พบ
13. ตะกั่ว, มก. ต่อ กก.	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.1	ไม่พบ	ไม่พบ
14. สารหนู, มก. ต่อ กก.	สูงสุดที่ยอมให้มีได้ 0.1	ไม่พบ	ไม่พบ

ตารางที่ 6. ส่วนประกอบของกรดไขมันของน้ำมันทานตะวันบริสุทธิ์ที่ผลิตได้ (ร้อยละ)

กรดไขมัน	น้ำมันจากเมล็ด ของโครงการฯ	น้ำมันจากเมล็ดของเกษตรกร	
		มีเปลือก	แยกเปลือกออก
กรดปาล์มมิติก	9.88	6.40	7.80
กรดสเตียริก	4.07	5.60	4.70
กรดโอเลอิก	26.00	29.59	29.70
กรดลิโนเลอิก	60.06	58.42	58.16

ตารางที่ 7. เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของกากที่ผลิตได้และส่วนประกอบของกรดอะมิโน  
กับกากทานตะวันและกากถั่วเหลืองที่ขายในตลาดโลก

คุณลักษณะ	กาก			กากที่จำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกา *		
	จากเมล็ด ของโครงการฯ	จากเมล็ดของเกษตรกร		ชั้นคุณภาพ ที่ 1	ชั้นคุณภาพ ที่ 2	ชั้นคุณภาพ ที่ 3
		มีเปลือก	แยกเปลือกออก			
ความชื้น, ร้อยละ	7.60	4.90	6.80	10.00	10.00	10.00
โปรตีนดิบ, ร้อยละ	30.80	29.90	38.90	37.00	34.00	29.00
ไขมัน, ร้อยละ	10.0	8.95	6.79	1.50	1.50	1.50
เส้นใย, ร้อยละ	19.00	23.50	17.20	18.00	23.00	25.00
เถ้า, ร้อยละ	6.23	4.05	4.50	7.00	6.00	6.00
กรดอะมิโน, ร้อยละ						
Lysine	1.10	1.02	1.28	1.28	1.18	1.01
Arginine	2.54	2.31	2.92	2.97	2.68	2.23
Aspartic acid	2.20	2.67	3.42	—	—	—
Threonine	1.10	1.08	1.35	1.32	1.21	1.03
Serine	1.16	1.17	1.45	1.61	1.41	1.18
Glutamic acid	5.89	5.64	7.27	—	—	—
Proline	1.08	1.13	1.39	—	—	—
Glycine	1.32	1.35	1.72	2.04	1.92	1.65
Alanine	1.16	1.11	1.45	—	—	—
Cystine	0.59	0.56	0.68	0.6	0.55	0.47
Valine	1.38	1.29	1.65	1.93	1.78	1.52
Methionine	0.85	0.78	1.10	0.79	0.72	0.62
Isoleusine	1.20	1.16	1.50	1.60	1.47	1.25
Leucine	1.72	1.68	2.16	2.33	2.12	1.78
Phenylalanine	1.32	1.32	1.76	1.64	1.50	1.28
Histidine	0.68	0.73	0.85	0.89	0.82	0.70
Tryptophan	ND	ND	ND	0.47	0.45	0.38

\* ที่มา บริษัทกรุงเทพโภคภัณฑ์ จำกัด

การวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำมันทานตะวันโดยวิธีการบีบอัดในระดับโรงงานขนาดเล็กนั้นได้ใช้เมล็ดทานตะวัน 2 ประเภทในการทดลอง คือ เมล็ดพันธุ์ Hysun 33 ที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้โครงการพัฒนาพืชน้ำมัน และเมล็ดจากเกษตรกรทั่วไป, เมล็ดดังกล่าวมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 37.42 และ 47.80 ตามลำดับ (ตารางที่ 3). เมื่อนำเมล็ดชนิดหลังที่มีส่วนประกอบของเปลือกร้อยละ 24.12 และมีเส้นใยร้อยละ 22.96 มากะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักของแรงเหวี่ยง, มีกำลังผลิต 5 กก./นาท (รูปที่ 4) และผ่านการแยกเปลือกออกด้วยเครื่องแยกเปลือก (รูปที่ 1), สามารถแยกเปลือกออกได้ร้อยละ 16.9 ซึ่งมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 12.20 (ตารางที่ 2). เมล็ดที่ได้มีปริมาณน้ำมันร้อยละ 53.31 และมีเส้นใยเหลือร้อยละ 19.05. ในการนำเมล็ดทั้ง 3 ชนิด คือ เมล็ดจากโครงการฯ, เมล็ดจากเกษตรกรที่ปลูกทั่วไป ทั้งที่มีเปลือกและที่แยกเปลือกออกแล้ว ผ่านกระบวนการคั่วที่อุณหภูมิ 90-103<sup>o</sup>ซ. เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้โปรตีนรวมตัวและเป็น การช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำมัน จากนั้นนำไปบีบอัดทันทีขณะที่ยังร้อนอยู่ และทำการบีบอัดซ้ำอีกครั้ง (ตารางที่ 1). น้ำมันที่บีบได้มีปริมาณร้อยละ 29.3, 39.8 และ 46.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และน้ำมันที่เหลือในกากมีปริมาณร้อยละ 10.00, 8.95 และ 6.79 ตามลำดับ.

ในการรีไฟน์น้ำมันดิบที่บีบจากเมล็ด ซึ่งปลูกโดยเกษตรกรทั่วไป ทั้งที่มีเปลือกและที่แยกเปลือกออกบางส่วน ในขั้นห้องปฏิบัติการ จะได้น้ำมันบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันบริโภค (ตารางที่ 5). น้ำมันประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 88 ซึ่งเหมาะสำหรับการบริโภค (ตารางที่ 6).

จากการวิเคราะห์ค่า Wesson loss ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงปริมาณกรดไขมันและสารต่างๆ ที่ถูกแยกออกในการรีไฟน์ทางเคมี, น้ำมันจากเมล็ดของโครงการฯ และของเกษตรกรมีค่า Wesson loss ร้อยละ 2.25 และ 3.58 ตามลำดับ. จากการที่พบค่าดังกล่าวต่ำแสดงว่าน้ำมันดิบนั้นเมื่อผ่านกระบวนการรีไฟน์จะสูญเสียไขมันน้อย. เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชน้ำมันชนิดที่ไม่มีการซื้อขายน้ำมันดิบกัน, ดังนั้นบริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด จึงได้อนุเคราะห์ให้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำมันดิบที่ผลิตได้กับน้ำมันรำดิบ. พบว่าน้ำมันทานตะวันดิบมีคุณภาพสูงกว่า, ดังนั้นราคาของน้ำมันจึงควรเป็น 15 บาท/กก. ซึ่งสูงกว่าราคาของน้ำมันรำดิบ.

เมื่อพิจารณาถึงไขในน้ำมันจากการบีบทั้งเมล็ด ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 0.5 และจากการแยกเปลือกออกบางส่วน ซึ่งมีไขลดลงร้อยละ 20, ราคาของน้ำมันทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน เพราะ

ไซที่มีอยู่ถึงแม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม ก็ต้องผ่านกระบวนการแยกไซ ออกด้วยเช่นกัน.

กากที่ได้จากการทดลอง ซึ่งบีบอัดจากเมล็ดของเกษตรกรทั้งเมล็ด และที่แยกเปลือกออกบางส่วนแล้ว มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 29.90, 38.90 และเส้นใย 23.50, 17.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 7). จะเห็นได้ว่าการกะเทาะแยกเปลือกบางส่วนออกมีผลทำให้คุณภาพของกากดีขึ้น. เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และส่วนประกอบของกรดอะมิโนของกากที่ผลิตได้ กับกากทานตะวันที่มีจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาในระดับชั้นคุณภาพเดียวกัน, ปรากฏว่าปริมาณของโปรตีนและเส้นใยมีค่าใกล้เคียงกันมาก. แต่ปริมาณน้ำมันในกากที่ผลิตได้จะสูงกว่า เนื่องจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน โดยที่กากจากสหรัฐฯ ใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย. สำหรับกรดอะมิโนที่สำคัญคือ lysine ซึ่งมีอยู่ในกากจากเมล็ดของโครงการฯ และเมล็ดของเกษตรกร ทั้งมีเปลือกและแยกเปลือกออก เป็นปริมาณร้อยละ 1.10, 1.02 และ 1.28 ตามลำดับ. ในการพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของกากดังกล่าวแล้ว พบว่ากากจากเมล็ดทานตะวันที่ผลิตได้อยู่ในชั้นคุณภาพที่ 3, ส่วนกากที่ได้จากเมล็ดที่แยกเปลือกออกบางส่วนอยู่ในชั้นคุณภาพที่ 1.

จากการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากที่ผลิตได้ทั้งชนิดที่นำมา

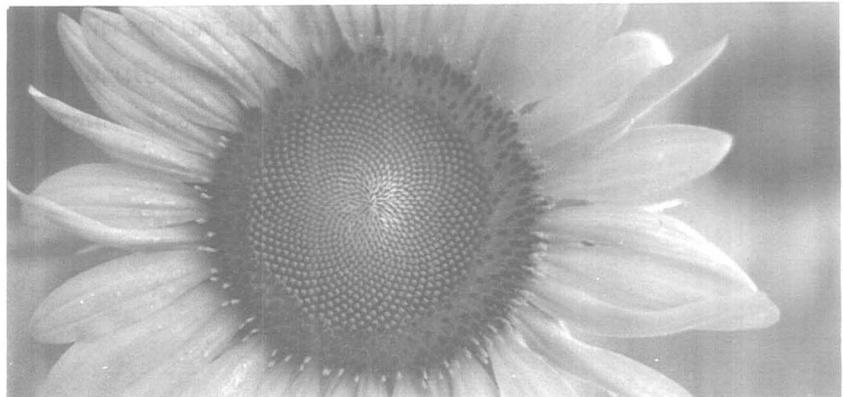
จากเมล็ดที่มีเปลือกและที่แยกเปลือกออกบางส่วน โดย บริษัทกรุงเทพโภคภัณฑ์ จำกัด ปรากฏว่าสัดส่วนของกากที่ผสมในสูตรอาหารสัตว์ประเภท โค-กระบือ, สุกร, และสัตว์ปีก สามารถผสมเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3-5 เป็นร้อยละ 8-10 ของสูตรอาหารสัตว์.

ในการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลการแยกเปลือกออกจากเมล็ดก่อนการบีบอัด สามารถสรุปถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นได้ดังนี้:

- กำลังผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากการแยกเปลือกออก.
- คุณภาพของน้ำมันดิบสูงขึ้นเนื่องจากมีไขมันน้อยลง.
- คุณภาพของกากดีขึ้นเนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นและเส้นใยต่ำลง.

### กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณประชาคมเศรษฐกิจยุโรป ที่ให้เงินอุดหนุนการวิจัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบตัวอย่างเมล็ดทานตะวัน เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย, บริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด ที่ให้ข้อมูลทางวิชาการและประเมินค่าของน้ำมันดิบ และบริษัทกรุงเทพโภคภัณฑ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผลของกากทานตะวัน.



## เอกสารอ้างอิง

Anon. 1981. Sunflower in Australia. Pacific Seeds. Toowoomba, Cranbrook Press, p. 97.  
Horwitz, W. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 14th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.

Paquot, C. 1975. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. 6th ed. International Union of Pure and Applied Chemistry.

ศรีก้าไลทอง, สุมาลัย ; เจนวนิชปัญจกุล, พิศมัย ; เลหาพจนารถ, จิตติมา ; สุกแสงเปล่ง, สมพงษ์ และมันสกุล, สุกิทธา. 2531. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมันและส่วนประกอบของกรดไขมันในเมล็ดทานตะวัน ที่ปลูกในประเทศไทย. ภ. 29-16/รายงานฉบับที่ 1, วท., กรุงเทพฯ.

### ภาคผนวกที่ 1

การวิเคราะห์ค่า Wesson loss\*

โดยสังเขป

วิธีวิเคราะห์

1) เติมเฮกเซน 50 มล. และ 14% KOH 10 มล. ในตัวอย่างหนัก 10 กรัม เขย่า 3 นาที เติม 50% IPA 25 มล. เขย่า แยกชั้น IPA.

2) ล้างสารด้วย 50% IPA ครั้งละ 35 มล. 2 ครั้ง รวม IPA ที่แยกได้ ระเหยส่วนเฮกเซนออก.

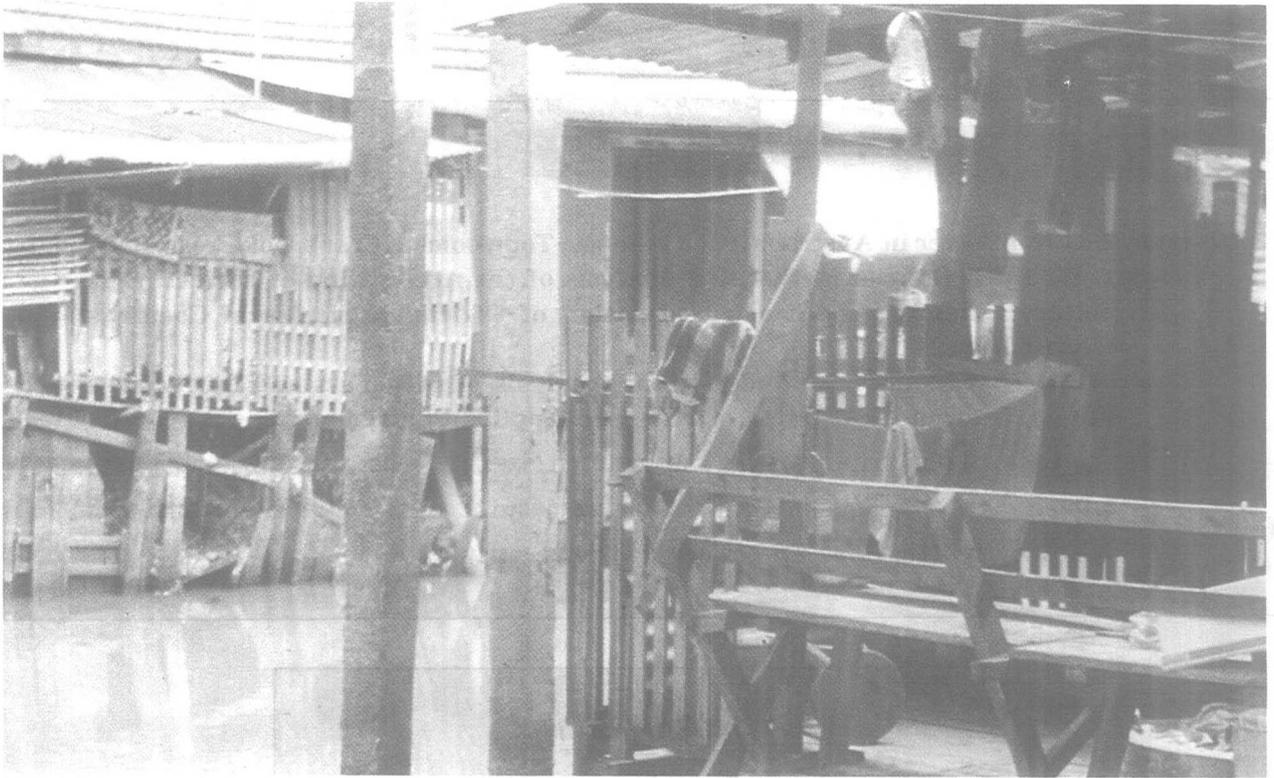
3) ใส่เฮกเซน 50 มล. ลงใน กรวยแยกที่มีชั้น IPA อยู่ ทิ้งให้แยกชั้น แยกชั้น IPA ออก ล้างส่วนที่เหลือด้วย 50% IPA ครั้งละ 35 มล. 2 ครั้ง นำ เฮกเซนไประเหยรวมกับครั้งแรก.

4) ทำเหมือนข้อ 3 เมื่อระเหย แล้ว นำไปอบ 3 ชม. ชั่งน้ำหนัก

$$\% \text{ Wesson loss} = 100 - \left( \frac{\text{นน. ที่วิเคราะห์ได้}}{\text{นน. ตัวอย่าง}} \times 100 \right)$$

\*ที่มา บริษัทอุตสาหกรรมวิวัฒน์ จำกัด





# การกักกร่อนวัสดุอันเนื่องมาจากน้ำเสีย

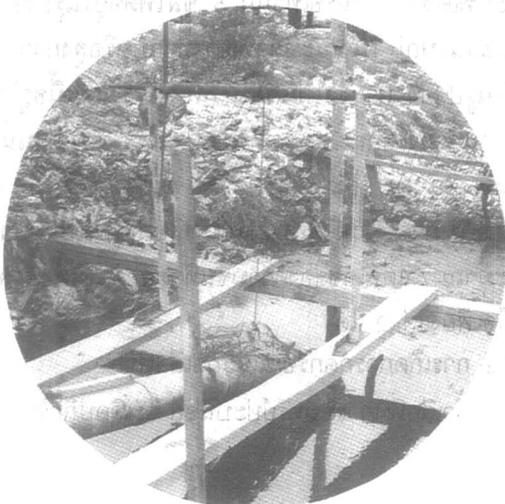
ยุทธนา เวศนารัตน์, สมชาย ดารารัตน์, ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

## บทคัดย่อ

การกักกร่อนวัสดุอันเนื่องมาจากน้ำเสีย มีผลทำให้ความแข็งแรงและอายุการใช้งานของวัสดุลดลง พร้อมกันนั้นทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาวัสดุสูง ลักษณะและปฏิกิริยาของน้ำเสียประเภทต่างๆ ที่มีผลต่อการกักกร่อนวัสดุ มี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำเสียประเภทสารอินทรีย์ มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรียในสภาพไร้ออกซิเจนอิสระ เกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) และก่อให้เกิดกรดกำมะถัน ซึ่งมีผลต่อการกักกร่อนวัสดุ และน้ำเสียประเภทสารอนินทรีย์ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาความต่างศักย์ขั้วไฟฟ้า ระหว่างน้ำเสียและวัสดุ ทำให้วัสดุสูญเสียอิเล็กตรอนไปในน้ำเสีย และเกิดสภาพการกักกร่อน รวมทั้งได้อธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อปฏิกิริยาในการกักกร่อน เช่น อุณหภูมิ, ค่า pH, ความเร็วในการไหล, ปริมาณสารอินทรีย์, ความเข้มข้นของแร่ธาตุ, ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้อธิบายถึงการป้องกันและการแก้ไขการกักกร่อนวัสดุ ได้แก่ การป้องกันการเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งจะรวมตัวกับน้ำ กลายเป็นกรดกำมะถัน และก่อให้เกิดการกักกร่อน โดยเติมคลอรีน, ไนเตรต, เกลือสังกะสี และปูนขาว ลงในน้ำเสีย และการป้องกันการกักกร่อนวัสดุที่ใช้งานโดยเลือกใช้วัสดุที่คงทนต่อการกักกร่อน ตามความเหมาะสมกับสภาพ เช่น พีวีซี, โพลีเอทิลีน, ไยหิน-ซีเมนต์ (asbestos-cement) เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) หรือเคลือบวัสดุที่ใช้งานด้วยอีพอกซี สังกะสีอะลูมิเนียม และทาสีกันการกักกร่อน เป็นต้น รวมทั้งการปรับสภาพน้ำเสียให้มีค่า pH อยู่ในช่วงที่เป็นกลาง (pH 7) เพื่อลดปฏิกิริยาการเกิด  $H_2S$  และสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ซึ่งมีผลต่อการกักกร่อนวัสดุได้โดยตรง และเพื่อประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียขั้นต่อไปด้วย

## ABSTRACT

Corrosion of materials caused by wastewater results in reducing strength and service-life of the materials. Moreover it also increases high maintenance cost. Two major types of wastewater can be classified; organic and inorganic wastewaters. The organic wastewater can be digested by bacteria in anaerobic condition generating  $H_2S$  gas which is further changed to sulphuric acid by a specific bacteria or directly dissolved in water-droplet resulting in an acid condition and causing corrosive effect to some particular materials. While the inorganic wastewater will induce electrochemical potential difference between the wastewater and the materials. The materials will lose electron into the wastewater resulting in corrosion of the materials. Factors of corrosive reaction such as temperature, pH, flow rate, organic content, concentration of minerals, and carbondioxide etc. are also reported. Moreover, elaborations are given on control and preventive measures in solving corrosion problem of material by applying a proper method such as; preventing  $H_2S$ -gas generation by adding chlorine, nitrate, zinc-salt and lime etc., using corrosion-resistant materials or non-corrosive materials such as PVC, polyethylene, asbestos-cement and stainless steel etc., or coating the materials with epoxy, zinc, aluminium and paints etc. Besides, controlling the wastewater to be neutral ( $pH = 7$ ) it would prevent  $H_2S$  generating reaction and acid or basic condition that would directly result in corrosive effect to the materials. This would be also suitable whereas further biological treatment is needed for such a wastewater.



## 1. บทนำ

น้ำเสีย (wastewater) หมายถึงน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ อาทิ เช่น การชำระล้างร่างกาย, การประกอบอาหาร, การขับถ่ายของเสีย, การล้างวัตถุดิบ, และน้ำใช้ในกระบวนการผลิต, การล้างเครื่องจักร, การหล่อเย็นเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ซึ่งมีผลทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปจากเดิมเนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ถ่ายเทลงมาเจือปนอยู่ในน้ำ ประเภทของน้ำเสียสามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ โดยกำหนดตามแหล่งกำเนิด และคุณลักษณะของสิ่งสกปรกในน้ำเสีย (รัตสุขและกลิ่นสุคนธ์ 2524) คือ

### 1.1 ประเภทของน้ำเสียที่จำแนกตามแหล่งกำเนิด

ประเภทของน้ำเสียที่จำแนกตามแหล่งกำเนิดที่สำคัญแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (sewage) ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย, อาคาร, ร้านค้า, ตลาด, โรงมหรสพ, โรงแรม ฯลฯ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในชุมชน เช่น การชำระร่างกาย, การซักเสื้อผ้า, การประกอบอาหาร, การขับถ่าย ฯลฯ สิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร, สบู่, ผงซักฟอก, อุจจาระ, ปัสสาวะ ฯลฯ

2) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่าง ๆ ในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ, การล้างเครื่องจักร, การล้างหรือขัดผลผลิต, การระบายความร้อน ฯลฯ สิ่งสกปรกในน้ำเสียประเภทนี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับการใช้น้ำและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม

3) น้ำทิ้งจากการเกษตร ได้แก่ น้ำที่เหลือทิ้งภายหลังจากผ่านการใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร ซึ่งมีทั้งที่เป็นจุดกำเนิดที่แน่นอน เช่น ฟาร์มเลี้ยงสุกร, บ่อเลี้ยงกุ้ง, บ่อเลี้ยงปลา และชนิดที่ไม่มีจุดกำเนิดที่แน่นอน ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช เช่น นาข้าว และพืชไร่ เป็นต้น รวมทั้งน้ำฝน ที่ชะล้างพื้นที่การเกษตรลงสู่แม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งประเภทนี้มีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ สารฆ่าแมลง และโลหะหนัก เป็นต้น

### 1.2 ประเภทของน้ำเสียที่จำแนกตามคุณลักษณะและสิ่งสกปรก

น้ำเสียที่จำแนกตามลักษณะของสิ่งสกปรกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) น้ำเสียอินทรีย์ (organic wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ในสภาพใช้ออกซิเจนอิสระและสภาพไร้ออกซิเจนอิสระ น้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานเยื่อกระดาษ, โรงงานสุรา, โรงฆ่าสัตว์, โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ฯลฯ ลักษณะเด่นของน้ำเสียประเภทนี้จะเน่าเหม็นเมื่อปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ หรือก่อให้เกิดการเน่าเสียขึ้นในแหล่งน้ำเมื่อระบายทิ้งลงไป

2) น้ำเสียอนินทรีย์ (inorganic wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่มีสิ่งสกปรก ส่วนใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ น้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะ, น้ำเสียจากโรงงานผลิตสารเคมี เช่น โรงงานชุบโลหะ, โรงงานถลุงเหล็ก, โรงงานผลิตกรดกำมะถัน, โรงงานเยื่อกระดาษ, โรงงานแก้ว, โรงงานผลิตยาฆ่าแมลง, โรงงานผลิตปุ๋ยฟอสเฟต ฯลฯ

สำหรับบทความนี้จะได้กล่าวถึงผลกระทบของน้ำเสียที่มีต่อวัสดุในลักษณะที่ก่อให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งเกิดได้จากน้ำทิ้งทั้ง 2 ประเภท คือ ทั้งประเภทที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะแนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

## 2. ลักษณะการกัดกร่อน และผลเสียหายเนื่องจากสารกัดกร่อน

ลักษณะน้ำเสียทั้งประเภทน้ำเสียอินทรีย์และอนินทรีย์ มีผลต่อการกัดกร่อน ทำให้อายุการใช้งานของวัสดุลดลง ในต่างประเทศได้เคยมีเหตุการณ์ที่ระบายน้ำเสียเกิดการผุกร่อนขึ้นอย่างมาก จนไม่สามารถทานน้ำหนักที่กดอยู่ด้านบนได้ และเกิดการพังทลายของท่อระบายและขุดตัวของดินหรือถนนที่อยู่ด้านบนก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินอย่างมาก (National Clay Pipe Institute 1968 , Pomeroy 1982 ) ลักษณะของการกัดกร่อนและผลเสียหายต่อวัสดุที่ใช้งานมีดังต่อไปนี้

### 2.1 การกัดกร่อนเนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

#### 2.1.1 องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน

การกัดกร่อนวัสดุเนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียมีตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดการกัดกร่อนดังต่อไปนี้ (พรรณสวัสดิ์ 2525)

1) คุณภูมิของน้ำเสีย น้ำเสียที่มีคุณภูมิสูง (ไม่เกิน

55°ซ.) จะทำให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลชีพเร็วขึ้น ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนอิสระและเป็นผลทำให้เกิดการกักกร่อนสูงขึ้น เนื่องจากการเกิดกรดกำมะถัน

2) ปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย (BOD) น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาในการย่อยสลายโดยจุลชีพเกิดกรดกำมะถันอย่างต่อเนื่อง

3) ความเร็วน้ำในท่อระบายน้ำเสีย ถ้าหากความเร็วในท่อระบายน้ำเสียต่ำเกินไปจะทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ด้านล่างของท่อสูง ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดกรดกำมะถันได้ง่าย และถ้าความเร็วของน้ำเสียในท่อสูงเกินไปก็จะทำให้เกิดการกัดกร่อนของท่อระบายได้เช่นกัน ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อ 2.2

4) พีเอชของน้ำเสีย น้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า หรือเท่ากับ 5 จะมีผลทำให้ซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นละลายน้ำได้ยาก และจะอยู่ในรูปของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ซึ่งจะรวมตัวกับน้ำเปลี่ยนเป็นกรดกำมะถัน

5) ปริมาณซัลเฟตในน้ำเสีย ถ้าหากว่ามีปริมาณซัลเฟตสูงจะทำให้จุลชีพย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนได้อย่างต่อเนื่อง และเปลี่ยนซัลเฟตให้อยู่ในรูปของซัลไฟด์ ที่ละลายน้ำมีสภาพเป็นกรด

น้ำเสียเมื่อไม่ได้สัมผัสกับอากาศเป็นระยะเวลาหนึ่ง เช่น ในท่อระบายน้ำแบบสูบลัด (force main pipe) จะสามารถก่อให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อน้ำเสียนั้นมีปริมาณแก๊สซัลเฟต ( $SO_4$ ) สูง ซัลไฟด์นี้รวมตัวกับโลหะในน้ำเสีย เช่น เหล็ก สังกะสี และทองแดง เป็นโลหะซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำ และจมตัวลงสู่เบื้องล่างได้ แต่ในน้ำเสียจากชุมชนทั่วไป ปริมาณซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำมีน้อยมาก อาจไม่เกิน 1 มก./ลบ.ดม. ซัลไฟด์ส่วนที่เหลือเป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ และเป็นส่วนผสมรวมของซัลไฟด์ในรูป  $H_2S$  และ  $HS^-$  รวมทั้ง  $S^{2-}$  ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำเสียนั้น ปริมาณ  $S^{2-}$  มักมีอยู่น้อยในระดับพีเอชปกติ และที่พีเอชต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ซัลไฟด์อยู่ในรูปของ  $H_2S$  เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ถ้าพีเอชเท่ากับหรือสูงกว่า 9 จะอยู่ในรูปของ  $HS^-$  ซึ่งไม่มีกลิ่น ที่พีเอช 5 แก๊สนี้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำถึงร้อยละ 83 แต่ที่พีเอช 7 และ 8 สัดส่วนนี้ลดลงเป็นร้อยละ 33 และ 5 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจในภาคสนามได้พบว่าแม้ว่าน้ำเสียนั้นมีพีเอชเป็นกลาง คือ ประมาณ 7 แต่พีเอชของความชื้นที่จุดยอดของท่ออาจต่ำลงเหลือเพียงแค่ 2 ได้

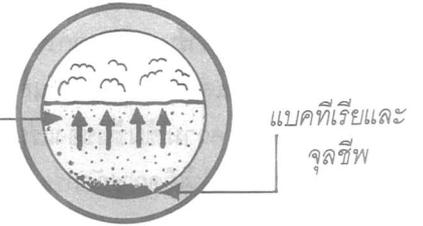
#### 2.1.2 การเกิดการกัดกร่อนและผลเสียหาย

น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ จะเกิดปฏิกิริยาในการ

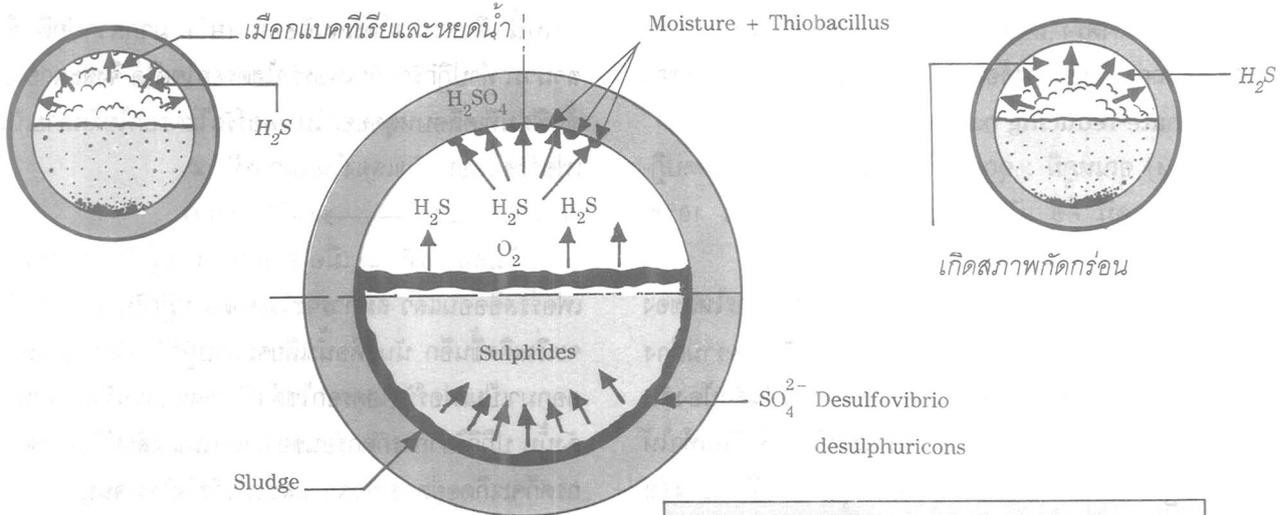
ก. แบคทีเรียและจุลชีพในเมือกได้น้ำเสียเปลี่ยนแปลงเกลือซัลเฟตในน้ำเสียไปอยู่ในรูปซัลไฟด์



ข. ซัลไฟด์ในของเหลวถ่ายเทมาสู่อากาศและออกสู่บรรยากาศในท่อ ในรูปของแก๊สไฮโดรเจน

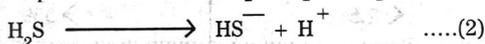
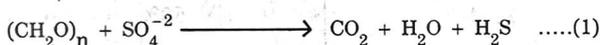


ค. แก๊สไฮโดรเจนนี้สัมผัสกับเมือกจุลชีพในส่วนโค้งบนของท่อ แบคทีเรียเปลี่ยนแก๊สเป็นกรดกำมะถัน



รูปที่ 1 การเกิดและการกัดกร่อนท่อของแก๊สไฮโดรเจน

ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยจุลชีพที่เกาะเป็นเมือกตามผนังท่อระบายน้ำเสีย. โดยจะใช้ออกซิเจนจากซัลเฟตในน้ำเสียทำให้ซัลเฟตเปลี่ยนไปอยู่ในรูปซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ. ถ้าหากน้ำเสียนี้ออกซิเจนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ซัลไฟด์จะอยู่ในรูปของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) หรือเรียกว่าแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีกลิ่นเหม็น ดังแสดงในสมการปฏิกิริยาที่ 1 และ 2 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย ซึ่งมีอากาศค่อนข้างร้อน ปฏิกิริยาเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าประเทศในเขตนาน. แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ถ่ายเทจากผิวน้ำสู่บรรยากาศในท่อระบายน้ำเสีย และแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์สัมผัสกับเมือกจุลชีพที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายในหยดน้ำบริเวณส่วนโค้งด้านบนของท่อ (crown) จุลชีพจะเปลี่ยนแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นกรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ ) ที่มีอำนาจในการกัดกร่อนสูง. ถ้าหากท่อระบายน้ำเสียทำจากวัสดุที่ไม่ได้ป้องกันการกัดกร่อนไว้ เช่น ท่อซีเมนต์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ท่อก็จะถูกกัดกร่อนจนใช้งานไม่ได้ โดยเฉพาะส่วนยอดจะเกิดการผุกร่อนได้มากและรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 1



โดยปกติแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์สามารถละลายในน้ำได้สูงถึง 3,000-4,000 มก./ลบ.ดม. ที่อุณหภูมิปกติที่พบในน้ำเสีย

ทั่ว ๆ ไป (Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer 1969) แต่อย่างไรก็ตามแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ก็อาจจะแยกตัวออกจากน้ำมาสู่อากาศได้ ถ้ามีความเร็วและความปั่นป่วนของน้ำสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการลดระดับน้ำอย่างกะทันหัน (vertical drop) เช่น ในบ่อตรวจระบาย แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จะรวมตัวกับหยดน้ำ โดยมีแบคทีเรียชนิดพิเศษเปลี่ยนเป็นกรดกำมะถันจับเกาะวัสดุ. ถ้าหากไม่ได้ใช้วัสดุป้องกันการกัดกร่อน จะทำให้เกิดการผุกร่อนได้ เช่น การกัดกร่อนของรั้วสังกะสี, ท่อน้ำ (guild rod), บั้มสูบน้ำ, บ่อตรวจระบาย ฯลฯ

## 2.2 การเกิดการกัดกร่อนเนื่องจากสารอินทรีย์

### 2.2.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อการกัดกร่อน (Barnes et al. 1981)

1) ค่าพีเอชในน้ำเสียดำ : ค่าพีเอชในน้ำเสียมีความสำคัญในการควบคุมความต่างศักย์ขั้วไฟฟ้าของวัสดุ และการกัดกร่อนของวัสดุ เช่น ที่พีเอชต่ำจะเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วแคโทดในการสูญเสียโปรตอน ( $H^+$ ) ทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุสูง

2) ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ : ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชของน้ำเสีย

และความสมดุลของพวกคาร์บอเนต (CO<sub>2</sub>) ถ้ามีจำนวนความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะทำให้ค่าพีเอชมีสภาพเป็นกรด และเกิดปฏิกิริยาในการกัดกร่อนสูงตามไปด้วย

3) ความเข้มข้นของแร่ธาตุ แร่ธาตุที่ละลายในน้ำสามารถก่อให้เกิดการกัดกร่อนได้ โดยแร่ธาตุที่ละลายในน้ำทั้งหมดจะเพิ่มค่า conductivity ของน้ำซึ่งมีผลให้ค่าความต้านทานต่อ corrosion current ลดลง สำหรับแร่ธาตุที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ประกอบด้วย Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> และ NO<sub>3</sub><sup>-1</sup> เป็นต้น อนึ่งในกรณีของซัลเฟตไอออน นอกจากจะสามารถก่อปัญหาการกัดกร่อนทางตรง โดยการเพิ่มค่า conductivity แล้ว ยังสามารถก่อปัญหาทางอ้อมได้ โดยเข้าไปมีส่วนในวัฏจักรของ sulphate-reducing bacteria ดังกล่าวแล้วในข้อ 2.1

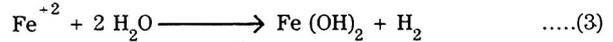
4) อุณหภูมิ : อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี คือ เมื่อน้ำเสียมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 10°C อัตราการกัดกร่อนจะเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่า

5) ความเร็วในการไหล : ถ้าความเร็วในการไหลของน้ำเสียสูง จะพัดเอาผลผลิตที่เกิดจากปฏิกิริยาความต่างศักย์ (ต่อกรัม) ที่เกาะจับผิววัสดุหลุดไป ซึ่งเป็นตัวป้องกันการเกิดปฏิกิริยาในการกัดกร่อนอย่างต่อเนื่อง จึงมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนขึ้นบริเวณผิววัสดุส่วนนั้นอีกอย่างต่อเนื่องได้

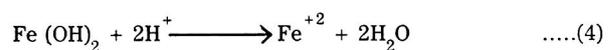
### 2.2.2 การเกิดการกัดกร่อนและผลเสียหาย

การกัดกร่อนเนื่องจากค่าพีเอชในน้ำเสีย ทำให้เกิดปฏิกิริยาในการสูญเสียอิเล็กตรอนของวัสดุ (electrochemical reaction) เนื่องจากมีค่าความต่างศักย์แตกต่างกันระหว่างผิวของวัสดุที่สัมผัสกับน้ำเสียที่มีสิ่งเจือปนพวกไอออนอยู่ กล่าวคือวัสดุที่มีความต่างศักย์ต่ำกว่าสิ่งเจือปนในน้ำเสีย จะก่อให้เกิดการสูญเสียอิเล็กตรอนไปในน้ำเสีย ทำให้วัสดุเกิดการกัดกร่อน อย่างเช่นการกัดกร่อนของโลหะเนื่องจากพีเอชในน้ำเสีย เช่น การกัดกร่อนของเหล็กในน้ำเสียเกิดขึ้นได้เมื่อ

เหล็กสัมผัสกับน้ำเสีย เหล็กจะอยู่ในรูปของเฟอร์รัสไอออน (Fe<sup>+2</sup>) ซึ่งละลายน้ำโดยทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำเสีย เปลี่ยนเป็นเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะเคลือบผิวเหล็กไว้เป็นชั้นสีส้มบาง ๆ ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันการเกิดปฏิกิริยาบริเวณผิวของเหล็กอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในสมการที่ 3 ถ้า น้ำเสียมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4-9 ปฏิกิริยาการกัดกร่อนของเหล็กก็จะหยุดยั้งแค่นั้น แต่ถ้า น้ำเสียมีสภาพ



เป็นกรดหรือมีค่าพีเอชต่ำกว่า 4 (ฤทธิ์เสถียร 2529) ก็แสดงว่าในน้ำเสียจะมีไฮโดรเจนไอออน (H<sup>+</sup>) มากกว่าปกติ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ได้ จึงละลายเอาชั้นฟิล์มที่เคลือบหลุดออกไป เฟอร์รัสไฮดรอกไซด์กลายเป็นเฟอร์รัสไอออน ดังแสดงในสมการที่ 4



ในสมการที่ 4 เมื่อ Fe(OH)<sub>2</sub> ทำปฏิกิริยากลายเป็นเฟอร์รัสไอออนแล้ว สมการจะไม่สมดุล ปฏิกิริยาทางซ้ายมือจะเริ่มเกิดขึ้นอีก นั่นก็คือน้ำเสียจะทำปฏิกิริยากัดกร่อนเหล็กออกมาเป็นเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ เพื่อชดเชยส่วนที่สูญหายไป ดังนั้น ปฏิกิริยาการกัดกร่อนของเหล็กในน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรดก็จะเกิดอยู่ตลอดเวลา และให้แก๊สไฮโดรเจนปุดออกมา ถ้า pH ของน้ำเสียเป็นด่างคือมากกว่า หรือเท่ากับ 9 ชั้นฟิล์มของเฟอร์รัสไฮดรอกไซด์จะเคลือบผิวเหล็กไว้แน่น ไม่ถูกละลายออกไป

ส่วนการกัดกร่อนของท่อคอนกรีตสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ การกัดกร่อนทางกลศาสตร์และการกัดกร่อนทางเคมี ซึ่งในที่นี้จะขอล่าเฉพาะการกัดกร่อนทางเคมี ซึ่งปัจจัยของคุณสมบัติของน้ำเสียเป็นสาเหตุสำคัญ ก่อนที่จะพิจารณาถึงสาเหตุของการกัดกร่อนของท่อคอนกรีต ควรทราบถึงองค์ประกอบของซีเมนต์เป็นเบื้องต้น สำหรับองค์ประกอบหลักของซีเมนต์แสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

องค์ประกอบ	Portland CPA	Cement fondu (aluminous)	Supersulphate cement CSS
SiO <sub>2</sub>	20-25%	5-16%	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2-8%	30%	—
CaO	60-65%	35-40%	50%
SO <sub>3</sub>	< 4%	< 2.5%	> 5%



ส่วนสาเหตุของการกัดกร่อน สามารถจำแนกออกได้ ดังนี้ (Degremont 1979)

1) ปฏิริยาการกัดกร่อนโดยแอมโมเนีย

แอมโมเนียที่อยู่ในน้ำเสียมีส่วนร่วมในการทำละลายโครงสร้างของคอนกรีตได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1) โดยก่อให้เกิดปฏิริยา nitrifying และ acidifying ในสภาวะที่มีออกซิเจน เกิดสภาพเป็นกรด

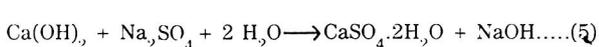
1.2) โดยปฏิริยาการแทนที่แอมโมเนีย โดยปุ๋ยขาว ซึ่งมีผลเพิ่มอัตราการละลายน้ำของปุ๋ยขาว ก่อให้เกิดการทำลายโครงสร้างอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้ปฏิริยาการแทนที่ลักษณะนี้ ยังสามารถเกิดได้กับเกลือของแมกนีเซียมหรือต่างซึ่งอ่อนกว่าปุ๋ยขาว ดังนั้น ในกรณีที่มีน้ำเสียมีแอมโมเนียหรือแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสูงควรหลีกเลี่ยงการใช้คอนกรีต

2) ปฏิริยาการกัดกร่อนโดยซัลเฟต

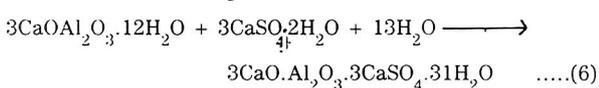
ปฏิริยาการกัดกร่อนเป็นปฏิริยาการสร้าง complex โดยการเปลี่ยนแปลงแคลเซียม และซัลเฟต ไปเป็น expanding candlot salt (ettringite) ดังสมการ

ขั้นที่ 1



ขั้นที่ 2

ปฏิริยา sulphatation ของ free lime ในซีเมนต์ โดยซัลเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย



ปฏิริยาการเปลี่ยนอะลูมินตในซีเมนต์ไปเป็น candlot salt ซึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 2-2.5 เท่า ซึ่งในที่สุดจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในท่อคอนกรีต โดยก่อให้เกิดการพองตัวของคอนกรีต ทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตลดลง หรือแตกหักได้ง่าย

3) ปฏิริยาการกัดกร่อนโดยต่างแก่ (NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

ปฏิริยาการกัดกร่อนของต่างแก่ เป็นปฏิริยาที่ทำให้ อะลูมินา (alumina) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างซีเมนต์ สามารถละลายในน้ำได้มากขึ้น ดังนั้น ในทางปฏิบัติ จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้ท่อซีเมนต์กับน้ำเสียที่มี pH มากกว่า 12 สำหรับซีเมนต์ธรรมดาและมากกว่า 8.5 สำหรับ aluminous cement

4) ปฏิริยาการกัดกร่อนโดยกรดแก่

ปฏิริยาการกัดกร่อนของกรดแก่ เป็นปฏิริยาที่เพิ่มอัตราการละลายของเกลือแคลเซียม (calcium salt) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของซีเมนต์ โดยการกัดกร่อนจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อในน้ำเสียมีกรด ฟอสฟอริก, กำมะถัน, ไนตริก และ กรดเกลือ เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ ในกรณีของกรดอินทรีย์ ก็มีผลการกัดกร่อนเช่นกัน ดังนั้น ในทางปฏิบัติการระบายน้ำเสียผ่านท่อคอนกรีต น้ำเสียควรมี pH อยู่ระหว่าง 5 ถึง 9

### 3. การป้องกันและการแก้ไขการกัดกร่อนเนื่องจากน้ำเสีย

#### 3.1 การป้องกันและการแก้ไขการเกิดแก๊สไฮโดรเจน (H<sub>2</sub>S) จากปฏิริยาชีวเคมีของน้ำเสียประเภทสารอินทรีย์

1) การเติมคลอรีน : ใช้ทำลายหรือเปลี่ยนสภาพของซัลไฟด์ได้อย่างทันที และสมบูรณ์ ดังนั้น อาจมีประโยชน์สำหรับปรับสภาพน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดปริมาณที่ต้องการให้อยู่ในช่วงประมาณ 10-12 ส่วนคลอรีนต่อซัลไฟด์หนึ่งส่วน (พรรณสวัสดิ์ 2525)

2) การเติมไนเตรต : ปฏิริยาแปรสภาพซัลไฟด์ โดยให้แบคทีเรียมาใช้ออกซิเจนจากไนเตรต แต่ไม่รวดเร็วเท่าคลอรีน มักใช้กันในระบบบำบัดที่รับภาระเกินตัว (overload) ในบางกรณีอาจนำไปใช้กำจัดกลิ่นเหม็นเนื่องจาก H<sub>2</sub>S ในแม่น้ำลำคลองที่เน่าเสียได้ด้วย

3) การเติมเกลือเหล็ก (iron salt) : การเติมเหล็กไอออน (Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>) ลงไปในน้ำเสียก็เพื่อเปลี่ยนสภาพของ

ซัลไฟด์ที่ละลายน้ำเป็นเหล็กซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำและแยกตัวจมลง วิธีนี้ใช้ได้สำหรับการลดปริมาณซัลไฟด์เข้มข้นลงมาเหลือประมาณ 1 มก./ลบ.ดม. (พรรณสวัสดิ์ 2525) แต่ไม่ควรนำมาใช้สำหรับการกำจัดซัลไฟด์อย่างสมบูรณ์ เพราะจะใช้ปริมาณมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง วิธีนี้มีประโยชน์สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานบางประเภท ซึ่งจะมีการเจือจางอีกครั้งในภายหลัง จนทำให้ระดับซัลไฟด์ลดลงจนไม่เป็นปัญหาอีกต่อไป

4) การเติมเกลือสังกะสี : สามารถลดซัลไฟด์ได้จนถึงศูนย์ ถ้าเติมทางด้านน้ำจะใช้งานได้ดีจนกระทั่งสังกะสีถูกใช้ไปหมด กล่าวคือไปรวมกับซัลไฟด์เป็นสังกะสีซัลไฟด์ อัตราส่วนที่ 1 ของ Zn : S = 2.04 (พรรณสวัสดิ์ 2525)

5) การเจือจางน้ำเสีย : ถ้ามีน้ำเพียงพอ อาจนำไปใช้เจือจางน้ำเสียให้มีปริมาณความเข้มข้นซัลไฟด์น้อยลงได้ วิธีนี้ใช้ได้กับการแก้ไขปัญหาคั่วครวในเส้นท่อที่มีน้ำไหลช้า เช่นในช่วงแรกของการใช้งานของระบบระบาย ซึ่งมีปริมาณน้ำไหลอยู่น้อยกว่าปริมาณที่ได้ออกแบบไว้ น้ำที่นำมาเจือจางมีผลกระทบต่อสามประการคือ เพิ่มความเร็วของน้ำ ลดความเข้มข้นบีโอดีและลดความเข้มข้นของซัลไฟด์

6) การใช้ปูนขาว : การใช้ปูนขาวสัปดาห์ละครั้งหรือสองครั้ง สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดกลิ่นไขเน่าได้ ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วง 5,000-10,000 มก./ลบ.ดม. โดยเติมนานประมาณ 30-60 นาที ต่อการใช้แต่ละครั้ง (พรรณสวัสดิ์ 2525)

7) ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ : สามารถกระทำได้โดยควบคุมให้อัตราการไหลของน้ำเสียในท่อมี่ค่าสูงพอเพียงที่จะไม่ให้เกิดการสะสมตัวของสารอินทรีย์ ที่สามารถตกตะกอนได้ และไม่สูงเกินไปจนพัดพาเอาผลผลิตที่เกิดจากปฏิกิริยาความต่างศักย์ ซึ่งเกาะจับผิววัสดุป้องกันการกัดกร่อนหลุดออกไป ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.6-3.0 ม./วินาที นอกจากนั้นอาจกระทำได้โดยการลด turbulence ในเส้นท่อ

### 3.2 การป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดกร่อนวัสดุอันเนื่องมาจากลักษณะน้ำเสียประเภทสารอนินทรีย์

- 1) ใช้วัสดุที่ไม่เกิดการกัดกร่อน เช่น แอสเบสตอสซีเมนต์, พลาสติก (PVC, PE) หรือวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน (แต่ราคาแพง) เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม, ทองแดง, ทองเหลือง, หรือโลหะผสมระหว่างทองแดงและดีบุก (bronze)
- 2) ใช้วัสดุเคลือบเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของวัสดุ เช่น การชุบด้วยสังกะสี หรืออะลูมิเนียม หรือเคลือบด้วยอีพอกซี (epoxy) และทาสีกันการกัดกร่อน
- 3) บำบัดน้ำเสียโดยการปรับสภาพพีเอชให้เป็นกลาง (pH = 7) โดยการใช้ปูนขาว (Ca(OH)<sub>2</sub>) โซดาไฟ (NaOH) หรือกรดกำมะถัน (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) และ กรดเกลือ (HCl) แล้วแต่กรณีว่าน้ำทิ้งมีสภาพเป็นกรดหรือด่าง
- 4) ลดอุณหภูมิของน้ำเสีย
- 5) กำจัดพวกคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

**เอกสารอ้างอิง**

พรรณสวัสดิ์, ธงชัย. 2525. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อม, หน้า 99-105.

รัตสุข, เสริมพล และ กลินสุนทร, ไชยยุทธ. 2524. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน (Treatment of Liquid Waste of Industrial and Domestic Origins). สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

วุทธิเสถียร, ณรงค์. 2529. การปรับสภาพน้ำในอุตสาหกรรมและหม้อไอน้ำ โดยการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอชเร็นการพิมพ์.

Barnes, D., Barnes, P.J. Bliss, B.W. Gould and H.R. Vallentine. 1981. Water and Wastewater Engineering System. Pilman Press-Bath., Great Britain, pp. 123-127.

Degremont. 1979. Water Treatment Handbook 1979. John Wiley and Sons Inc. New York, pp. 47-50.

Design and Constructions of Sanitary and Storm Sewer. 1969. Manual of Practice No. 9. ASCE, WPCF, New York, pp. 119-140.

National Clay Pipe Institute. 1968. Clay Pipe Engineering Manual. Washington D.C., pp. 31-33.

Pomeroy, R. 1982. Hydrogen Sulfide : The Real Killer, Deeds and Date. pp. 10-11.



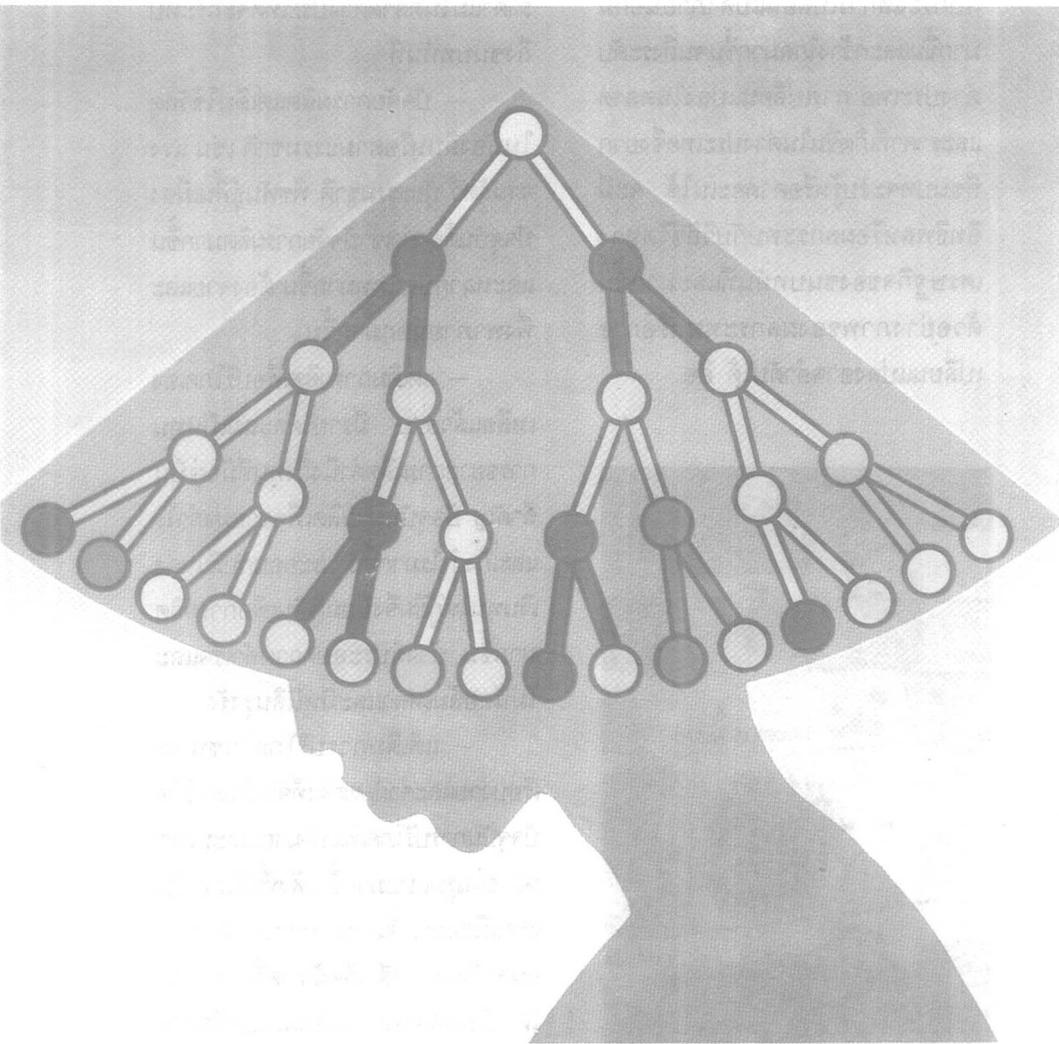
# ชนบทไทย

## ในท่ามกลางกระแสการพัฒนาประเทศ

สมศักดิ์ สุภรณ์รัตน์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900



จากนั้นก็เข้าสู่สังคมอุตสาหกรรมใหม่แล้วกลายเป็นสังคมอุตสาหกรรมในที่สุด กระแสแนวคิดหรือความเชื่อดังกล่าวเป็นผลจากการยึดถือรูปแบบกระบวนการที่ผ่านมาของประเทศอุตสาหกรรมเป็นต้นแบบ ดังปรากฏเป็นข้อสรุปว่าประเทศอุตสาหกรรมคือประเทศที่พัฒนาแล้ว ในเอเชียก็ถือว่าญี่ปุ่นได้บรรลุความสำเร็จของการพัฒนาอุตสาหกรรมและเป็นประเทศพัฒนา ประเทศไทยในระยะที่ผ่านมาติดอยู่ในกระแสการพัฒนาดังกล่าวและมีผลกระทบก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชนบทหลายประการ ทั้งในด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจิตใจคนในชนบท และรวมทั้งสังคมชนบท

### เทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป

เทคโนโลยีชนบทได้เปลี่ยนแปลงไป มีการนำเอาเทคโนโลยีหรือผลผลิตจากเทคโนโลยีจากภายนอกสูงขึ้นไปตามลำดับ มีผลให้ชนบทมีรายจ่ายเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ได้สั่งสมมาแต่อดีตไม่ได้รับการสืบต่อหรือต่อยอด และมีแนวโน้มว่าจะถูกกลืน

### บทนำ

ในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมาได้เกิดกระแสแนวคิดหรือความเชื่อกันในหลายประเทศว่าการก้าวเดินไปเป็นประเทศพัฒนาคือ การปรับเปลี่ยนจากสังคมเกษตรดั้งเดิมเป็นสังคมเกษตรก้าวหน้า

หายไปมากที่สุด ตัวอย่างภาพการเปลี่ยนแปลงอาจลำดับได้ดังนี้

- แต่เดิมใช้แรงงานคนและสัตว์ในการเพาะปลูก ปัจจุบันใช้เครื่องจักรการเกษตรมากขึ้น เช่น รถไถ เครื่องสูบน้ำ ซึ่งไม่สามารถผลิตเองได้ในชนบท หากแต่ต้องนำเข้าและต้องพึ่งพาน้ำมันที่ซื้อจากภายนอกอีกด้วย

- พันธุ์พืช สัตว์ แต่เดิมเป็นพันธุ์ท้องถิ่นหรือพื้นเมือง ปัจจุบันเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น จึงนิยมใช้พันธุ์พืชใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งมักต้องการน้ำและปุ๋ย รวมทั้งวิธีการจัดการที่รัดกุมมากกว่าเดิม ในบางครั้งทนทานโรคน้อยกว่าพันธุ์พื้นเมือง

- แต่เดิมการใช้ปุ๋ยไม่มากนัก และมักเป็นปุ๋ยธรรมชาติ ปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์มากขึ้น

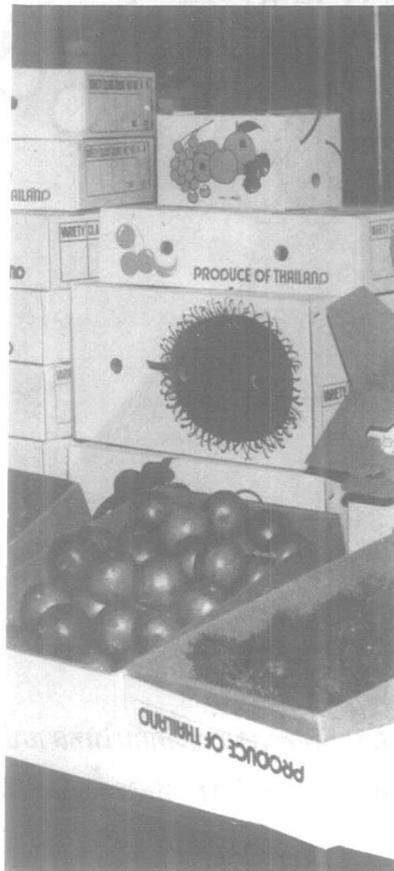
- การใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชมากขึ้นกว่าเดิม มีผลต่อสุขภาพของคนชนบทและต่อสภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม

- ภูมิปัญญาหรือทักษะที่ได้สั่งสมมาแต่อดีตไม่ได้รับการสืบทอด และมีแนวโน้มจะหมดไป เช่น ความรู้เกี่ยวกับสมุนไพร การรักษาโรคแผนโบราณ ความรู้เกี่ยวกับการหมัก ความรู้เกี่ยวกับโลหะ

- การผลิตโดยโรงงานอุตสาหกรรมหลายประการในชุมชนมีผลให้ทักษะของชาวบ้านในชนบทหมดไปเรื่อย ๆ จากทำเองมาเป็นซื้อซึ่งถูกกว่า เช่น เครื่องนุ่งห่ม เดิมมีการทอผ้าในหมู่บ้านเพื่อใช้เองหรือขายให้เพื่อนบ้าน ปัจจุบันจะซื้อสำเร็จรูปหรือซื้อผ้ามาตัดกระโปรงหรือถังน้ำเดิมเป็นถังสังกะสีหรือถังไม้ที่ยาด้วยชันหรือยางไม้ทำเองได้ในชนบทหรือตัวเมืองใกล้ชนบท ปัจจุบันเป็นกระโปรงพลาสติกจากโรงงานอุตสาหกรรม

## เศรษฐกิจพึ่งพิงภายนอก

เศรษฐกิจชนบทก็ได้รับผลกระทบและเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องจากการแสวงหาการพัฒนาการผลิตในชนบทนับวันแต่จะผูกพันกับตลาดภายนอกมากขึ้น สลับซับซ้อนและยุ่งยากมากขึ้น ไม่ว่าจะผลผลิตของชนบทที่จะขายหรือปัจจัยการผลิตที่ชนบทจำเป็นต้องใช้ทั้งที่เป็นเงินทุน เทคโนโลยีและแม้แต่วัตถุดิบ การผูกพันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงภายนอกมีมากขึ้นและกว้างไกลมากขึ้นจนถึงระดับต่างประเทศ การเปลี่ยนแปลงในตลาดและราคาที่เกิดขึ้นในต่างประเทศซึ่งยากที่ชนบทจะรับรู้หรือคาดคะเนได้ จะมีอิทธิพลหรือผลกระทบกับวิถีชีวิตทางเศรษฐกิจของชนบททันทีและมากขึ้น ตัวอย่างภาพของผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงอาจลำดับได้ คือ



- การผลิตในชนบทแต่เดิมเพื่อการบริโภคเองเป็นส่วนใหญ่ เหลือแล้วจึงขายเป็นรายได้ ปัจจุบันมุ่งผลิตเพื่อขายเป็นหลักจึงผูกพันกับตลาดและราคามากขึ้น ตลาดนับวันแต่จะขยายขอบเขตกว้างไกลขึ้นจากตลาดท้องถิ่นเป็นตลาดภายในประเทศ จนถึงตลาดต่างประเทศ เช่น มั่นสำปะหลัง ตลาดกลายเป็นส่วนสำคัญของชีวิตทางเศรษฐกิจของคนชนบทมากขึ้น หากมีการเปลี่ยนแปลงราคาแม่ในตลาดต่างประเทศจะกระทบถึงชนบททันที

- ปัจจัยการผลิตแต่เดิมใช้วัสดุในท้องถิ่นหรือตามธรรมชาติ เช่น แรงงานสัตว์ ปุ๋ยธรรมชาติ พืชพันธุ์พื้นเมือง ปัจจุบันต้องนำเข้าปัจจัยการผลิตมากขึ้น และหลากหลายประเภทมากขึ้น ต้องจ่ายและพึ่งพาภายนอกมากขึ้น

- แต่เดิมการผลิตเพื่อบริโภคเองเหลือแล้วขาย มีรายได้สะสมเป็นทุนการขยายการผลิตค่านึงถึงทุนที่มีอยู่เป็นสำคัญ ปัจจุบันมุ่งผลิตเพื่อขายมุ่งกำไรและเก็งกำไรมากขึ้น ประกอบกับมีแหล่งเงินทุนให้กู้ยืมจึงนิยมกู้เงินเพื่อการผลิตมากขึ้น บ้างก็ประสบความสำเร็จและไม่น้อยล้มเหลวและมีหนี้สินรุงรัง

- แต่เดิมการบริโภคในชนบทเรียบง่ายและจำกัดแต่สิ่งที่จำเป็นต่อชีวิต ปัจจุบันการบริโภคเพิ่มปริมาณและหลากหลายในรูปแบบมากขึ้น สิ่งที่บริโภคเป็นแบบเมืองมากขึ้น เช่น รถยนต์ จักรยานยนต์ โทรทัศน์สี เสื้อผ้า เครื่องสำอาง โดยเป็นผลจากการเลียนแบบหรือการโฆษณาที่เข้าถึง รวมทั้งบริการของรัฐ เช่น ไฟฟ้าเอื้ออำนวยมากขึ้น มีผลให้หลายครัวเรือนที่ไม่คำนึงถึงความพอดีหรือสมดุลของรายรับและรายจ่าย ตกเป็นหนี้สินมากขึ้น

## ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมไทย

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชนบทที่ได้รับผลกระทบจากกระแสการพัฒนาที่ผ่านมา ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ก็เสื่อมโทรมไปเป็นอันมาก แต่เดิมชนบทผูกพันและพึ่งพาธรรมชาติในท้องถิ่นเป็นหลัก เมื่อตกอยู่ในกระแสการพัฒนา ก่อให้เกิดการเร่งรัดใช้ธรรมชาติกันอย่างขาดความระมัดระวัง ขาดการบำรุงรักษาและฟื้นฟู ผลก็คือทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมยากแก่การพึ่งพาตัวอย่างผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงอาจลำดับได้ คือ

— แต่เดิมป่าไม้อุดมสมบูรณ์ ชนบทใช้เป็นแหล่งหาอาหารและยารักษาโรค ทั้งที่เป็นพืชผลไม้ที่กินได้ สมุนไพร ลำสัตว์ป่าเป็นอาหาร รวมทั้งการใช้ไม้เพื่อทำฟืนและถ่านหุงต้มอาหาร เป็นวัสดุก่อสร้างบ้านเรือนเพื่ออยู่อาศัย ปัจจุบันป่าไม้ลดความอุดมสมบูรณ์ลงไปมาก แหล่งหาอาหาร ยารักษาโรค พลังงาน และวัสดุก่อสร้าง ที่ได้มาจากธรรมชาติลดน้อยหรือหมดไป ปัจจุบันจึงไม่อาจพึ่งพาของฟรีจากธรรมชาติได้อีกต่อไป

— แต่เดิมแหล่งต้นน้ำลำธารมีสภาพดีด้วยมีป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันป่าเสื่อมโทรม ลำธารสายเล็กสายน้อยเหือดแห้งและตื้นเขิน มีผลต่อการสึกกร่อนของดิน ต่อการตื่นขึ้นของแม่น้ำสายสำคัญ มีผลกระทบต่อการใช้น้ำในการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

— แต่เดิมน้ำในแม่น้ำลำคลองสะอาดจนชาวชนบทสามารถใช้บริโภคอุปโภคได้อย่างปลอดภัย ปัจจุบันคุณภาพของแม่น้ำหลายสายเสื่อมโทรมเนื่องจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม จากแหล่งชุมชน และรวมทั้งจาก



พื้นที่การเกษตรเองด้วย

— แต่เดิมดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ ปัจจุบันได้เร่งการผลิตด้วยการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีผลต่อคุณภาพดินและต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยมากขึ้นตามลำดับ

— แต่เดิมการใช้ยาปราบศัตรูพืชยังน้อย หากแต่ใช้กระบวนการตามธรรมชาติที่พืชสัตว์จะจำกัดปริมาณกันเองตามธรรมชาติ รวมทั้งการปลูกพืชแต่เดิมมีลักษณะหลากหลายคละเคล้ากัน ไม่ปลูกพืชประเภทเดียว (monocrop) ซึ่งง่ายต่อการเกิดศัตรูพืช และต้องใช้ยาปราบศัตรูพืชมากขึ้น มีผลต่อสุขภาพคนในชนบท รวมทั้งมีพิษตกค้างในพืชและสัตว์ และเข้าสู่คนทั้งในชนบทและเมือง

### จิตใจสับสน

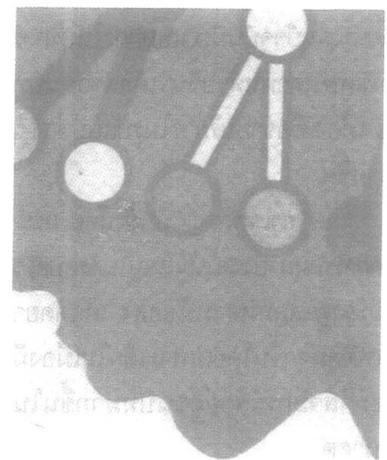
จิตใจคนในชนบทรวมทั้งคนในเมืองก็ได้รับผลกระทบจากกระแสการพัฒนาไม่น้อย แปรเปลี่ยนจากการยึดมั่นในความดีความมีคุณธรรมและยึดมั่นในศีลธรรม เป็นนิยมชมชอบด้านวัตถุมากขึ้น หวาดระแวงและสับสนมากขึ้น ตัวอย่างภาพการเปลี่ยนแปลงได้แก่

— แต่เดิมคนไทยส่วนใหญ่รวมทั้งคนในชนบท นับถือความดี และความซื่อสัตย์ และการเสียสละ ปัจจุบันมีแนว

โน้มการนับถือความมีเงิน มีเกียรติ และอำนาจมากขึ้น โดยไม่คำนึงแม้แต่หน่อยว่ามีพื้นฐานจากความดี ความซื่อสัตย์ และเสียสละหรือไม่

— แต่เดิมคนไทยโดยเฉพาะชนบทมีน้ำใจเอื้ออารีต่อผู้มาเยือน แม้คนแปลกหน้าหรือต่างถิ่น ปัจจุบันการตื่นรับต่อผู้มาเยือน การหลอกลวงและคดโกงก็มากขึ้น อันเป็นผลมาจากกระแสการพัฒนา ทำให้จิตใจหวาดระแวงกันมากขึ้น ความมีน้ำใจและเอื้ออารีลดลง

— แต่เดิมคนดีศึกษาธรรมะ ผู้สูงอายุในหมู่บ้านสามารถสอนสั่งคนรุ่นหลังให้มีความประพฤติดี ประกอบอาชีพที่ดีและสุจริตด้วยความขยันหมั่นเพียร ปัจจุบันผู้คนห่างไกลธรรมะ ไร้หลักศีลธรรม ขาดความเข้าใจในความจริงแห่งชีวิต ติดอยู่ในวัตถุ ยังผลให้จิตใจอ่อนแอและสับสน





### สังคมปริวรร

สังคมชนบทก็มีการเปลี่ยนแปลงไปไม่น้อยในหลายด้าน อันเป็นผลโดยตรงของอิทธิพลที่มาจากเมือง ตัวอย่างภาพการเปลี่ยนแปลงได้แก่

— เดิมครอบครัวใหญ่ช่วยกันทำมาหากิน มีความสัมพันธ์ภายในครอบครัวดี ปัจจุบันหนุ่มสาวเข้าเมืองเพื่อศึกษาหรือหางานทำในเมือง มีผลให้โครงสร้างและความสัมพันธ์ทางครอบครัวเปลี่ยนไป

การพนันแม้มีมาแต่โบราณแต่ก็จำกัดในประเภทของการพนันและปริมาณการเล่น แต่ปัจจุบันด้วยกระแสการพัฒนา ความอยากมีฐานะโดยโชคช่วยทำให้การพนันมีมากขึ้นกว่าเดิม

— โสเภณีแม้มีมาแต่อดีต แต่โดยสังคมปัจจุบันมีรูปแบบการให้บริการที่พิเศษหลากหลายขึ้น เด็กสาวชนบทเข้าเมืองเพื่อขายบริการในรูปแบบต่าง ๆ มากขึ้น

— ยาเสพติดแต่เดิมยังมีน้อย กระแสการพัฒนาส่งผลให้ผู้ใหญ่ในครอบครัวมีเวลาดูแลลูกหลานน้อยลง เด็กติดยาเสพติดมากขึ้นโดยเฉพาะเด็กในเมืองมีโอกาสจะกระจายสู่ชนบทมากขึ้นในอนาคต

### อนาคตที่มองเห็น

กระแสการพัฒนาที่ผ่านมาแม้ว่าจะก่อให้เกิดผลในทางที่ดีขึ้น โดยเฉพาะในด้านวัตถุ แต่ก็ยังมีผลกระทบในทางลบไม่น้อยดังได้กล่าวแล้ว ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้ชนบทต้องพึ่งพิงภายนอกสูงขึ้น และตกอยู่ในสภาพเลือนลหายไร้ทิศทาง

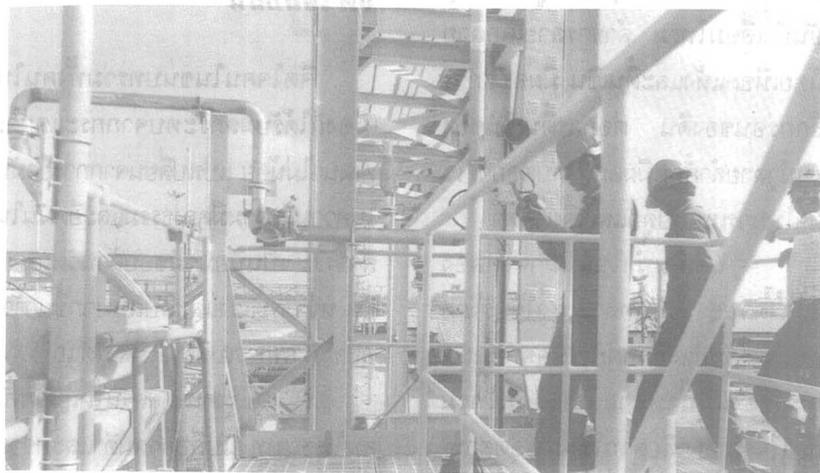
แนวโน้มในอนาคตของกระแสการพัฒนาในวันแต่ละขั้นและรุนแรงยิ่งขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะแนวโน้มที่ประเทศไทยกำลังก้าวเดินไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ กระแสดังกล่าวจะเข้มข้นและรุนแรงยิ่งขึ้น เพราะไม่เพียงแต่เป็นความจำเป็นหรือความต้องการของประเทศกำลังพัฒนาเท่านั้น หากแต่เป็นกระแสความต้องการและความพยายามของประเทศอุตสาหกรรมที่ต้องการเคลื่อนย้ายหรือกระจายโรงงานอุตสาหกรรมออกจากประเทศตนไปยังประเทศอื่น โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย

สิ่งที่พึงชี้ถึงความต้องการและความพยายามของประเทศอุตสาหกรรมที่ต้องการเคลื่อนย้ายโรงงานอุตสาหกรรมไปสู่ประเทศอื่นรวมประเทศไทยด้วย อาจลำดับได้ดังนี้

(1) ประเทศอุตสาหกรรม พบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมนับวันแต่ละรุนแรงและหลากหลายยิ่งขึ้น นอกจากเป็นผลเสียต่อคุณภาพชีวิตของประชากรประเทศตนแล้ว ยังต้องมีค่าใช้จ่ายสูงในการป้องกันรักษาหรือฟื้นฟูสภาพให้ดีขึ้นเดิม การเคลื่อนย้ายโรงงานอุตสาหกรรมไปสู่ประเทศอื่น มีค่าใช้จ่ายเพื่อปิดป่าปัญหาสิ่งแวดล้อมออกนอกประเทศตนเท่านั้น หากยังเป็นการโยนภาระค่าใช้จ่ายด้านนี้ให้แก่ประเทศอื่นด้วย

(2) ประเทศอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีล้ำหน้ากว่าประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย แม้แต่เทคโนโลยีอุตสาหกรรมไปสู่ประเทศอื่นก็สามารถควบคุมเทคโนโลยีได้และเมื่อเห็นว่าการเทคโนโลยีเก่าหรือล้าสมัยเพราะค้นพบหรือพัฒนาก้าวหน้าได้ขึ้นอีกก็สามารถถ่ายทอดหรือขายต่อได้ ประเทศที่กำลังพัฒนาที่รับโรงงานอุตสาหกรรมมากก็จะอยู่ในสภาพที่ต้องพึ่งพาทางเทคโนโลยีตลอดไป

(3) ด้วยประสบการณ์และระยะเวลาที่นานกว่า ประเทศอุตสาหกรรมเชื่อว่าสามารถควบคุมตลาดได้ดีกว่า



ประเทศกำลังพัฒนาที่จะกลายเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ การเคลื่อนย้ายอุตสาหกรรมไปสู่ประเทศกำลังพัฒนาจึงเป็นเพียงเคลื่อนย้ายหน่วยผลิตหรือหาทำเลที่ตั้งโรงงานใหม่

(4) แม้ต้องนำทุนไปลงในประเทศกำลังพัฒนาจำนวนมาก แต่ประเทศอุตสาหกรรมก็มีความเชื่อว่าสามารถถ่ายเทเงินทุนกลับสู่ประเทศตนอย่างได้เปรียบ

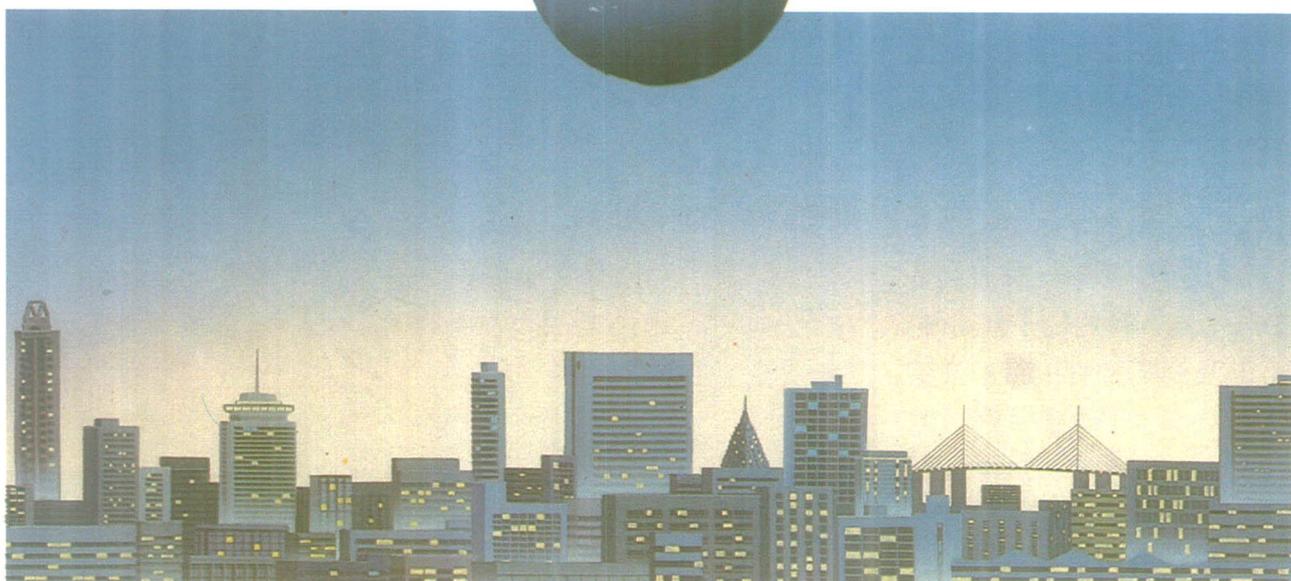
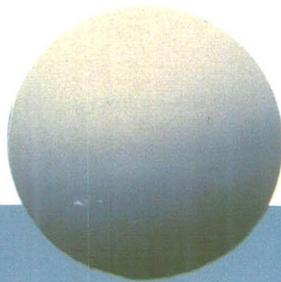
(5) ประเทศอุตสาหกรรม สามารถใช้ทรัพยากรท้องถิ่นของประเทศกำลังพัฒนาได้ในราคาถูกกว่าและสะดวกกว่าใช้ในประเทศตน ทั้งที่ดิน แรงงาน วัตถุดิบ รวมทั้งบุคลากรของประเทศอุตสาหกรรมที่ส่งมาประจำเพื่อบริหารหรือควบคุมก็สามารถดักดวงใช้ประโยชน์ทรัพยากรหรือการบริการท้องถิ่นได้เต็มที่ด้วยรายได้ที่สูงกว่าคนท้องถิ่น



## รูปแบบที่แปลกใหม่

ชุมชนชนบทไม่อาจอยู่อย่างโดดเดี่ยว หากแต่ต้องสัมพันธ์กับภายนอก จึงไม่อาจหลีกเลี่ยงจากกระแสการพัฒนาหรือการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ปัญหาสำคัญจึงอยู่ที่ว่าชุมชนชนบทควรดำรงอยู่ในรูปแบบใดจึงจะสามารถอยู่ได้ด้วยดีท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงและมีความสัมพันธ์กับภายนอกในลักษณะที่เท่าทันไม่เสียเปรียบจนเกินไป ในกระแสการพัฒนาที่นับวันแต่จะรุนแรงเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ ชนบทไทยจำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถในการที่จะดำรงอยู่ได้ด้วยดี มีภูมิคุ้มกันตัวเองจากผลกระทบในทางลบหรือผลเสียที่ส่งมา สามารถปรับเปลี่ยนสภาพการณ์จากร้ายให้กลายเป็นดี สามารถใช้ประโยชน์สถานการณ์ที่เอื้ออำนวยหนุนเสริม

พัฒนาการของชุมชนให้ดีขึ้น ต้องสร้างขีดความสามารถในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารการเปลี่ยนแปลงภายนอกมากขึ้น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบและอย่างมองการณ์ไกล สามารถใช้ประโยชน์ข้อมูลในการวางแผน การตัดสินใจและการปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ในขณะเดียวกันองค์ภวภาครัฐและภาคเอกชนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการสนับสนุนชุมชนชนบทให้มีขีดความสามารถมากขึ้น รวมทั้งปกป้องหรือควบคุมมิให้กระแสการเปลี่ยนแปลงในทางลบเข้าไปบั่นทอนความพยายามในการพึ่งตนเองของชุมชนชนบท รวมทั้งต้องสร้างมาตรการหรือการปฏิบัติการที่สอดคล้องประสานกันให้การพึ่งตนเองสอดคล้องกันในทุกระดับ ไม่เพียงชุมชนระดับหมู่บ้าน หากรวมถึงระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ภาค และประเทศ.



# ข่าวเทคโนโลยี

## สำหรับชาวชนบท

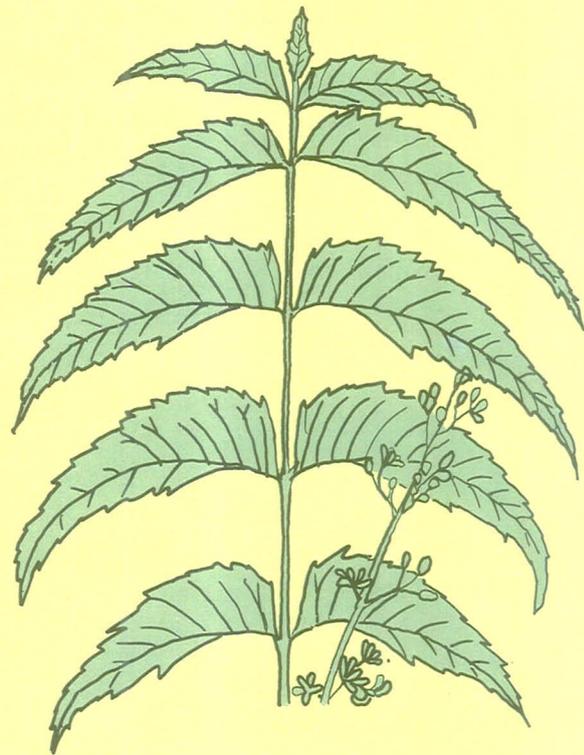
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย  
รวบรวมโดย พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง

ฉบับที่ 46 มกราคม 2534

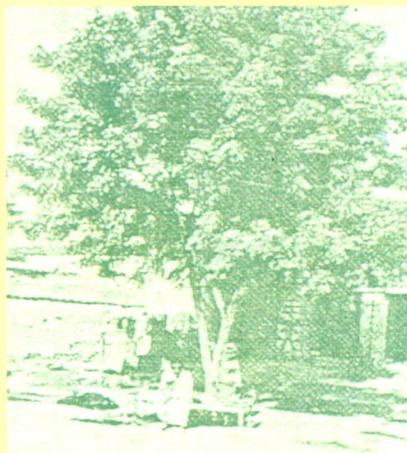
### ยาฆ่าแมลงทำจาก “สะเดา” (*Azadirachta indica*)

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในหลาย ๆ ประเทศที่กำลังพัฒนาที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับอันตรายจากการใช้สารปราบศัตรูพืชหรือยาฆ่าแมลงที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารเคมี เนื่องจากเกษตรกรไม่มีความรู้ในวิธีการใช้สารเคมีอย่างเพียงพอและไม่รู้จักป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่ตนเองและแก่ผู้บริโภค เช่นการตัดหรือเก็บพืชผักผลไม้ออกขายแก่ผู้บริโภค โดยยังมีสารพิษของยาฆ่าแมลงตกค้างอยู่ ทำให้ผู้บริโภคที่ล้างทำความสะอาดพืชผักผลไม้เหล่านั้นไม่ดีพอจะเกิดการสะสมสารพิษในร่างกาย ทำให้เกิดอันตรายได้

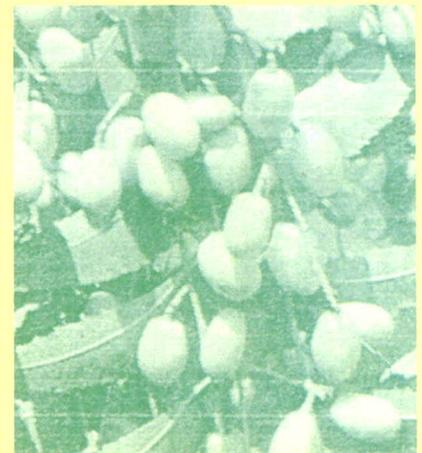
ในประเทศที่พัฒนาแล้วได้มีการห้ามใช้สารพิษบางอย่างที่มีพิษสูงสลายตัวช้า มีฤทธิ์กว้าง เช่น อลด์ริน ดีดีที ดิลดริน เอนดริน และท็อกซาฟีน แต่ในประเทศที่กำลังพัฒนายังมีการใช้กันอย่างกว้างขวาง สารเคมีเหล่านี้ก่อให้เกิดมลพิษ ทำให้ศัตรูพืชดื้อยาและยังมีราคาแพงอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงมีหลายหน่วยงานสนใจศึกษาค้นคว้าสารปราบศัตรูพืชที่สกัดได้โดยตรงจากพืช ซึ่งมีพิษน้อยกว่าสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น สารไพรีทรัม และสารนิโคติน แต่ก็ยังมีราคาแพงอยู่ และใช้ได้เฉพาะแมลงศัตรูพืชบางชนิดเท่านั้น จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันในหมู่เกษตรกร สารสกัดที่ได้จากพืชเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชสำหรับ



ใบสะเดาใช้ทำยาฆ่าแมลงได้

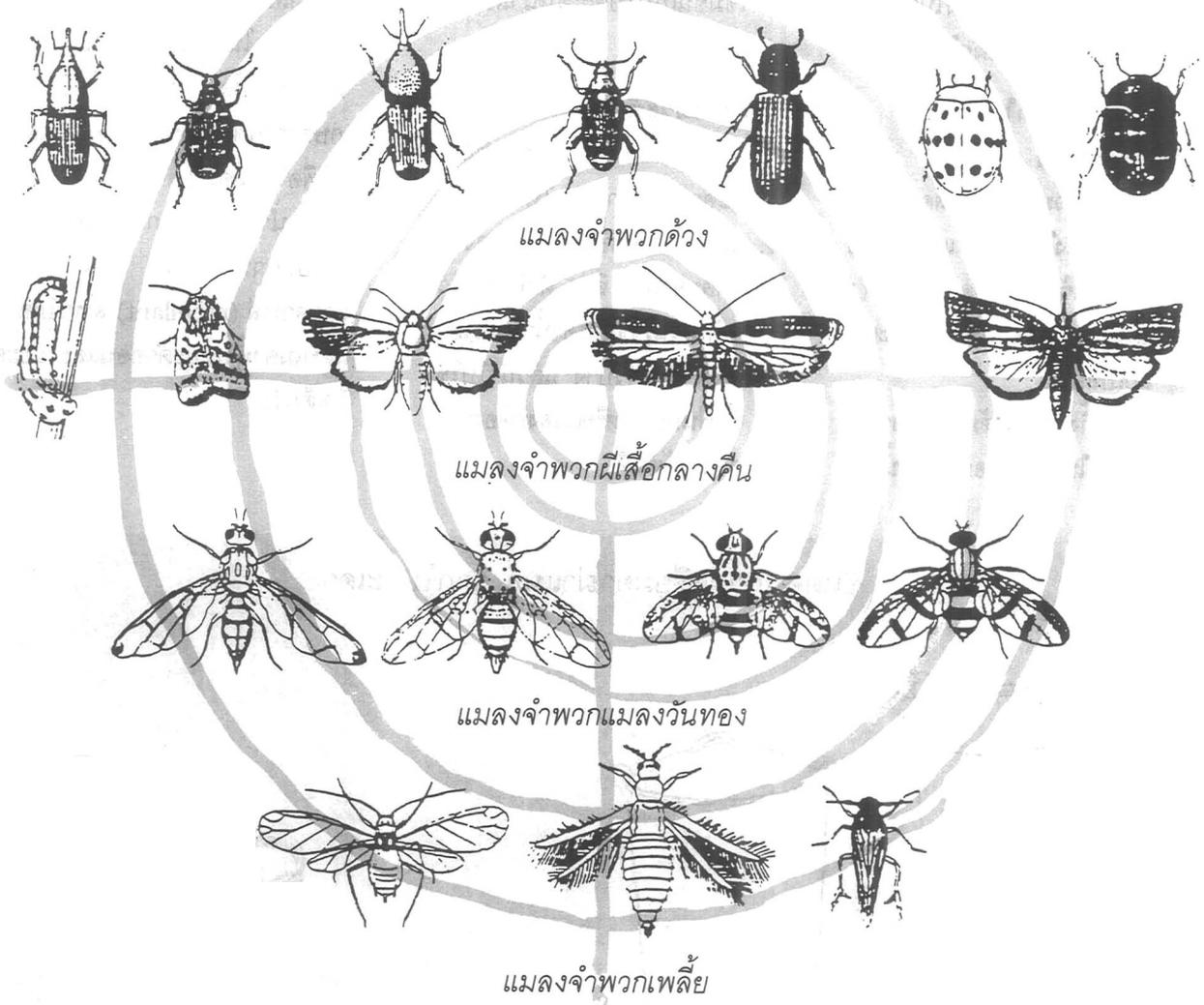


ต้นสะเดาให้ผลเมื่ออายุได้ 3-5 ปี



ผลสะเดาจะสุกประมาณเดือน ก.พ.-มี.ค.

ตัวอย่างแมลงศัตรูพืชที่ใช้ยากำจัดแมลงจากสะเดาปราบได้ผลดี



เกษตรกรในเขตยากจนของประเทศที่กำลังพัฒนานั้นควรจะมีราคาถูก พืชที่จะนำมาสกัดจะต้องเป็นพืชที่ปลูกในท้องถิ่นนั้น ๆ ได้และให้ผลผลิตสูง กรรมวิธีการทำยาฆ่าแมลงจะต้องไม่ยุ่งยากและสารที่ได้ควรจะมีฤทธิ์ต่อแมลงมากพอสมควร แต่มีพิษน้อยต่อคนและสัตว์อื่น ๆ เช่น ปลา นก ผึ้ง ฯลฯ

จากเอกสารเผยแพร่ของสถานีวิทยุทางการเกษตรแห่งแคนาดาได้กล่าวถึงการใช้เมล็ดสะเดาและใบสะเดาสำหรับผลิตยาฆ่าแมลงที่เป็นศัตรูพืชในระดับชาวบ้านที่เกษตรกรในประเทศอินเดียและในประเทศแถบทวีปแอฟริกันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีกรรมวิธีการผลิตง่าย ๆ ดังนี้คือ

1. ยาฆ่าแมลงจากเมล็ดสะเดา  
วิธีเตรียม

1. เก็บรวบรวมผลสะเดาสุกให้ได้เป็นจำนวนมากตามที่ต้องการ แล้วนำผลสะเดาสุกมาแช่น้ำ ล้างขจัดส่วนที่เป็นเนื้อออกให้เหลือแต่เมล็ด
2. นำเมล็ดที่ล้างสะอาดแล้วไปผึ่งแดดนานเป็นเวลา 3-4 วัน หมั่นกลับเมล็ดบ่อย ๆ เพื่อเมล็ดสะเดาจะได้แห้งทั่วถึงกัน
3. เก็บเมล็ดสะเดาแห้งที่ได้ไว้ในตะกร้าหรือถุงที่ไม่อับอากาศในห้องที่มีอุณหภูมิปกติและไม่ชื้นห้องมืด เก็บไว้จนกว่าจะต้องการใช้

4. เตรียมน้ำสะอาดสำหรับผสมยาฆ่าแมลงตามจำนวนที่ต้องการ
5. นำเมล็ดสะเดาที่สะอาดปราศจากฝุ่นผงหรือเชื้อรามาทำหรือบดให้ละเอียด ผสมกับน้ำในอัตราส่วนดังนี้คือ เมล็ดสะเดาบด 50 กรัม หรือ 1/2 ชีด ต่อน้ำ 1 ลิตร เมื่อผสมแล้วให้คนให้เข้ากัน ปิดฝาทิ้งค้างไว้ 1 คืน ปล่อยให้เมล็ดสะเดาอ่อนก้น แล้วจึงกรองด้วยผ้าขาวบาง รินน้ำใส่ถังพ่นอัดลมฉีดพ่นกับพืชผักที่มีหนอนหรือแมลงศัตรูพืชโดยฉีดพ่นให้ถูกตัวหนอนโดยตรง หนอนจะตายภายในเวลา 24 ชม.

หากเกษตรกรท่านใดไม่มีเครื่องฉีดพ่นยาฆ่าแมลง อาจจะใช้บัวรดน้ำหรือใช้กิ่งเสดามัดเป็นกำจุ่มในน้ำยานี้ประพรมลงไปบนใบพืชผักให้ทั่วก็ได้

## 2. ยาฆ่าแมลงจากใบสะเดา

### วิธีเตรียมวิธีที่ 1

1. เก็บรวบรวมใบสะเดาสดจำนวน 1 กก. ล้างให้สะอาด แล้วใส่หม้อต้มโดยใช้น้ำสะอาด 5 ลิตร (1 แกลลอน) ต้มจนกระทั่งใบสะเดาสุกเปื่อย
2. ปลดยंत्रังไว้ให้น้ำต้มใบสะเดายกลง ตักใบสะเดาออก กรองน้ำใบ

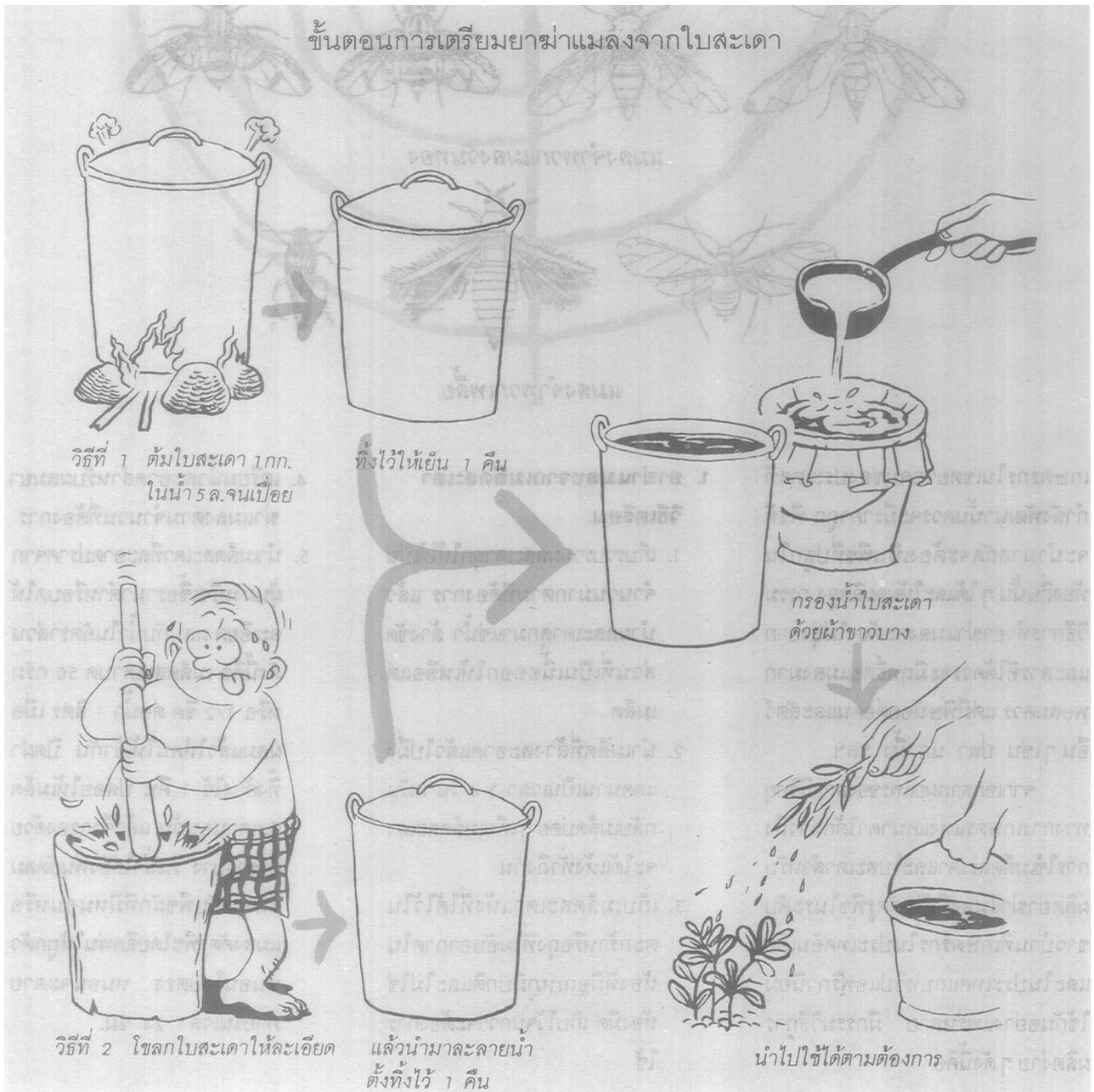
สะเดาด้วยผ้าขาวบาง เสร็จแล้วนำไปใช้ฉีดพ่นได้ทันที หากน้ำยาเข้มข้นเกินไปจะเติมน้ำสะอาดลงไปอีกก็ได้

### วิธีเตรียมวิธีที่ 2

1. นำใบสะเดาสดหนัก 1 กก. ที่ล้างสะอาดแล้วมาโขลกให้ละเอียด
2. ผสมใบสะเดาที่โขลกไว้แล้วลงในน้ำสะอาด 5 ลิตร ตั้งทิ้งค้างไว้ 1 คืน วันรุ่งขึ้นกรองน้ำใบสะเดาโดยใช้ผ้าขาวบาง แล้วนำไปใช้ฉีดพ่นหนอนหรือแมลงที่ต้องการกำจัดได้ทันที

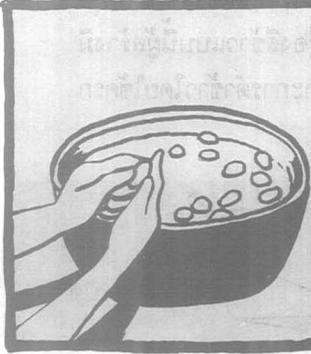
อนึ่ง การใช้เมล็ดสะเดาบดจะได้ผลดีกว่าการใช้ใบสะเดา แต่การใช้ใบสะเดาสะดวกกว่าในแง่ที่มีให้เก็บใช้ได้ตลอดปี ในขณะที่เมล็ดสะเดาจะเก็บใช้ได้เพียงปีละ 1 ครั้งเท่านั้น ดังนั้นเกษตรกรจึงควรเก็บรวบรวมเมล็ดสะเดาไว้เพื่อใช้ตลอดปี

น้ำยาที่ได้จากเมล็ดสะเดาใช้ได้ทั้งเป็นสารฆ่าแมลง (insecticide) และสารไล่ (repellent) สำหรับหนอนและแมลงทั้งระยะตัวอ่อนและระยะตัวโตเต็มวัย



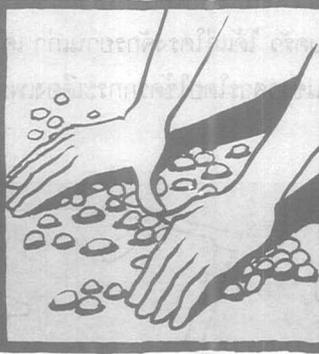
ขั้นตอนการเตรียมยาฆ่าแมลงจากเมล็ดสะเดา

1



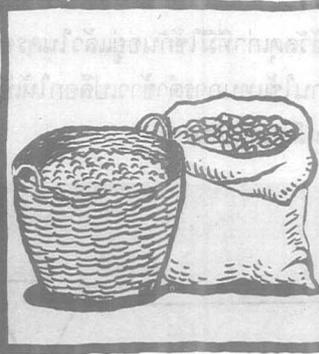
ล้างผลสะเดาสุกจนเหลือแต่เมล็ด

2



นำเมล็ดไปล้างแดดอ่อน ๆ ให้แห้ง หมั่นกลับเมล็ดบ่อย ๆ

3



เก็บเมล็ดที่แห้งดีแล้วในถุงหรือภาชนะที่อากาศถ่ายเทได้ดี

4



เตรียมน้ำละลายตามปริมาณที่ต้องการจะใช้

5



โขลกเมล็ดสะเดาให้ละเอียดเป็นผง

6



เทผสมลงในน้ำในอัตราส่วนเมล็ดสะเดาปน 50 ก. ต่อน้ำ 1 ลิ.

7



ตั้งทิ้งไว้ให้นอนก้น 1 คืน แล้วนำมารองเอาฝุ่นผงออก

8



รินน้ำยาที่ได้ไปใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชได้ทันที

ในประเทศไทยเรานั้น มีต้นสะเดา ขึ้นอยู่มากมาย คนไทยเราได้เคยใช้ ประโยชน์ ส่วนต่าง ๆ ของสะเดามา ช้านานแล้ว เช่น ใช้ใบและดอกสะเดา รับประทานกับน้ำปลาหวาน ใช้ลำต้น ทำฟืน หรือใช้เป็นไม้สำหรับก่อสร้างที่ ทนต่อปลวก น้ำมันที่ได้จากการหีบ เมล็ดนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่อง ยนต์และใช้ทำสบู่ ส่วนที่เป็นกากของ เมล็ดนั้นใช้ทำปุ๋ย อาหารสัตว์ ฯลฯ เกษตรกรของไทยและหน่วยงานราชการ บางแห่งก็ได้เคยใช้เมล็ดสะเดาสกัดทำ ยาฆ่าแมลงแล้วทั้งในระดับชาวบ้านและ ในระดับห้องปฏิบัติการวิจัย กรรมวิธี

การผลิตยาฆ่าแมลงระดับชาวบ้านอย่าง ง่าย ๆ จากเมล็ด และใบสะเดาที่เกษตรกร ในประเทศที่กำลังพัฒนาอื่น ๆ นิยมใช้ ตามที่ได้เสนอมานี้จึงเป็นกรรมวิธีการ ผลิตยาฆ่าแมลงอีกวิธีหนึ่งที่ราคาถูก ใช้ กำจัดแมลงหลายชนิดได้ผลดี และไม่ เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยง และ สิ่งแวดล้อม ซึ่งเกษตรกรไทยสามารถ จะนำวิธีการผลิตเหล่านี้ไปทดลองปฏิบัติ ในเรือกลสวนไร่นาของตนเพื่อหลีกเลี่ยง จากการใช้สารพิษฆ่าแมลงราคาแพงที่ เคยเสียเงินซื้อตั้งแต่ก่อน

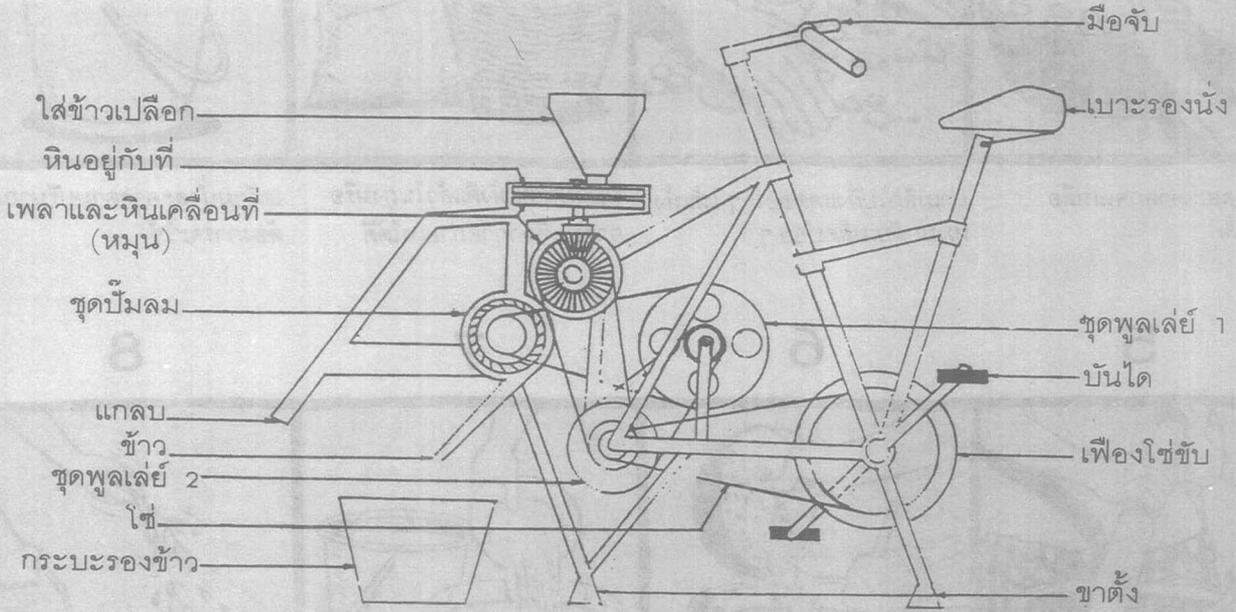
อย่างไรก็ดี จุดอ่อนของการใช้ สมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืชมีข้อจำกัด

อยู่หลายอย่าง นอกจากมีความคงทน ต่ำ สลายตัวเร็วเมื่อสัมผัสแสงแดดและ น้ำแล้ว ยังออกฤทธิ์ไม่รวดเร็วทันใจเท่า สารเคมีสังเคราะห์ นอกจากสะเดาแล้ว ยังมีพืชชนิดอื่น ๆ ที่มีสรรพคุณออกฤทธิ์ ฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้กันมาแต่ โบราณเช่น รากเหง้าขมิ้นชัน หางไหล (โลติ้น)-ว่านน้ำ ผักคูน ดอกยี่โถ เมล็ด ลางสาด ข่า ตะไคร้หอม สาบเสือและ ยาสูบ เป็นต้น

Developing Countries Farm Radio Network Package

## จักรยานสีข้าว รพช.

จักรยานสีข้าว รพช. เป็นความพยายามของกลุ่มวิศวกรเครื่องกล ประจำสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) จังหวัดศรีสะเกษ ในอันที่จะคิดสร้างเครื่องสีข้าวแบบครอบครัวที่ใช้เทคโนโลยีอย่างง่าย ๆ และไม่ต้องใช้เงินทุนมากในการสร้างเพราะใช้วัสดุเก่าที่มีใช้กันอยู่แล้วในครอบครัว ได้แก่โครงจักรยานเก่า เครื่องสีข้าวแบบนี้ผู้สร้างมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ชาวบ้านใช้แทนการตำข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารโดยใช้ครกกระเดื่องเพราะการตำข้าวโดยใช้ครกนี้จะได้เมล็ดข้าวสารที่มีเมล็ดแตกหักมาก



### วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. โครงจักรยาน (อาจใช้โครงจักรยานเก่าหรือใช้เหล็กท่อ $\varnothing 1\frac{1}{2} \times 6$ เมตร)	จำนวน 1 ชุด
2. โซ่จักรยาน	" 1 ชุด
3. เฟืองท้ายจักรยาน	" 2 ชุด
4. เฟืองหน้าจักรยาน	" 1 ชุด
5. ชุดบันไดปั่น	" 1 ชุด
6. อานจักรยาน	" 1 ชุด
7. พูลเลย์ $\varnothing 2"$	" 2 ชุด
8. พูลเลย์ $\varnothing 4"$	" 1 ชุด
9. พูลเลย์ $\varnothing 5\frac{1}{4}"$	" 1 ชุด
10. แผ่นหินเจียร์มือ	" 2 ชุด
11. สายพาน	" 3 ชุด
12. พูลเลย์ $\varnothing 6"$	" 1 ชุด
13. พูลเลย์ $\varnothing 8\frac{3}{4}"$	" 1 ชุด
14. ชุดพัดลมเป่า	" 1 ชุด
15. อื่น ๆ (เช่น เหล็กแผ่นทำโครงห้องสีข้าว ทำท่อลมเป่าแกลบ เหล็กกลมตันทำเพลลา หินเจียร์ นอต แหวนรอง สีนํ้า เฟืองดอกจอก (ใช้ของเก่า) และลวดเชื่อม	

## การทำงานของจักรยานสีข้าว สพข.

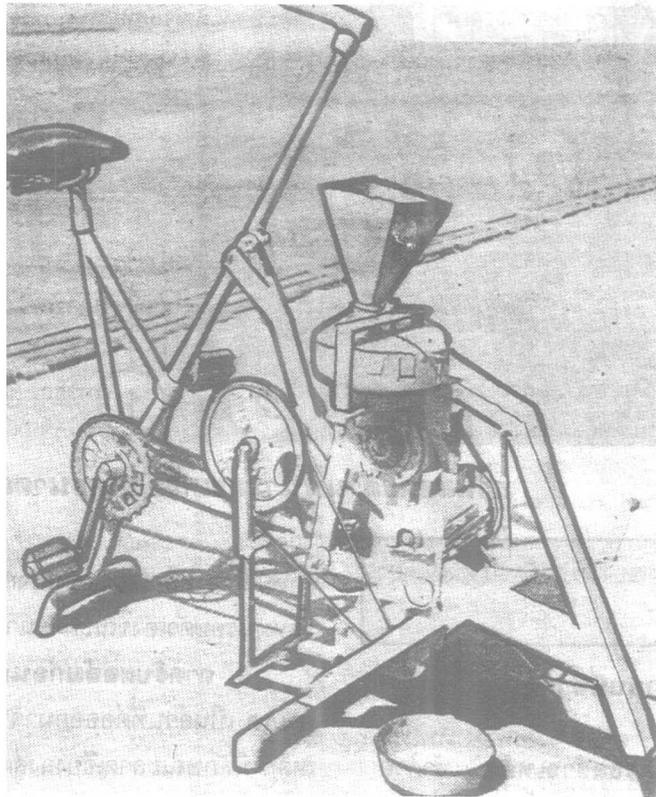
- ใช้แรงงานคนปั่นจักรยาน 1 คน
- ระบบส่งกำลังใช้โซ่ และเฟืองหน้า หลัง ของจักรยาน พูลเลย์ สายพาน และเฟืองดอกจอก เป็นตัวส่งผ่านกำลังไปยังระบบสีข้าว
- ระบบสีข้าว ใช้แผ่นหินเจียรมือ ขนาด ๒ 18 ซม. จำนวน 2 แผ่น ประกบกัน ให้แผ่นที่หนึ่งอยู่กับที่ และแผ่นที่ 2 หมุนได้โดยใช้แรงจากการปั่นจักรยาน
- เมื่อปั่นจักรยาน แรงหมุนจะส่งผ่านระบบส่งกำลัง ไปยังระบบสีข้าวทำให้แผ่นหินเจียรมือหมุนบดข้าวเปลือกที่อยู่ระหว่างแผ่นหินเจียรมือทั้ง 2 จนกระทั่งเปลือกออกเป็นข้าวสาร รำ แกลบ และข้าวเปลือกบางส่วนที่กระเทาะไม่หมด หลังจากนั้นจะถูกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกมาข้างนอก ผ่านลงไปตามท่อส่งข้าวสาร ซึ่งมีลมจากพัดลมเป่าให้แกลบ รำ และข้าวสับแยกออกจากข้าวสาร ซึ่งจะตกลงมายังที่รองรับเป็นข้าวสารที่ได้จากการสีข้าว

จักรยานสีข้าวนี้สามารถสีข้าวได้ประมาณ 1 ลิตร ต่อ 3 นาที ข้าวสารที่สีได้จะไม่แตกหรือหักเหมือนกับการใช้ครกกระเดื่องตำและมีลักษณะเป็นข้าวหอมมีสีเหลืองแก่ปนน้ำตาล ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาก แต่หากต้องการข้าวขาวอย่างที่มีนิยมบริโภคกันทั่วไปก็สามารถเพิ่มระบบขัดข้าวให้ขาวภายในโครงจักรยานสีข้าวเดิมอีก 1 ชุดได้ ซึ่งจะมีผลช่วยลดเปอร์เซ็นต์ข้าวเปลือกที่สีไม่หมดลงได้อีกด้วย และจะได้ข้าวที่แตกหักน้อย จัดเป็นข้าว 5%-7% ได้

อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ รพข. จังหวัดศรีสะเกษ ได้ทดลองใช้เครื่องสีข้าวแบบใช้จักรยานถีบ เป็นระยะเวลา นานพอสมควรแล้ว จึงได้ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องสีข้าวขึ้นมาใหม่ให้มีประสิทธิภาพในการสีข้าวดียิ่ง ๆ ขึ้น คือ แทนที่จะใช้คนปั่นจักรยานแบบเดิม มาใช้มอเตอร์หมุนแทน เนื่องจากเครื่องสีข้าวแบบใช้มอเตอร์ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่นี้มีขนาดเล็กกะทัดรัด สามารถจะนำเคลื่อนที่ไปสีข้าวตามจุดต่าง ๆ ได้สะดวก

เครื่องสีข้าวแบบใช้มอเตอร์นี้จะใช้มอเตอร์ขนาดครึ่งแอมป์เป็นตัวขับเคลื่อน มีน้ำหนักเพียง 50 กก. ขนาดความสูง 100 ซม. กว้าง 50 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางของหินขัด 4 นิ้ว ในการสีข้าวจะเสียค่าไฟฟ้าเพียงชั่วโมงละ 2.50 บาทเท่านั้น

เครื่องสีข้าวแบบนี้จะสีข้าวเปลือกได้ครั้งละ 15 ลิตร เมื่อสีออกมาแล้วจะได้ข้าวสาร 7.5 ลิตร รำ 1.5 ลิตร นอกนั้นเป็นแกลบ ในขณะที่สีข้าวให้



เปลือกข้าวหลุดออกมานั้น หินกากเพชร ในเครื่องยังสามารถขัดข้าวให้ขาวอีกด้วย

ผู้สนใจขอทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องสีข้าวทั้งสองชนิดที่กล่าวมา

แล้ว โปรดติดต่อฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท จังหวัดศรีสะเกษ

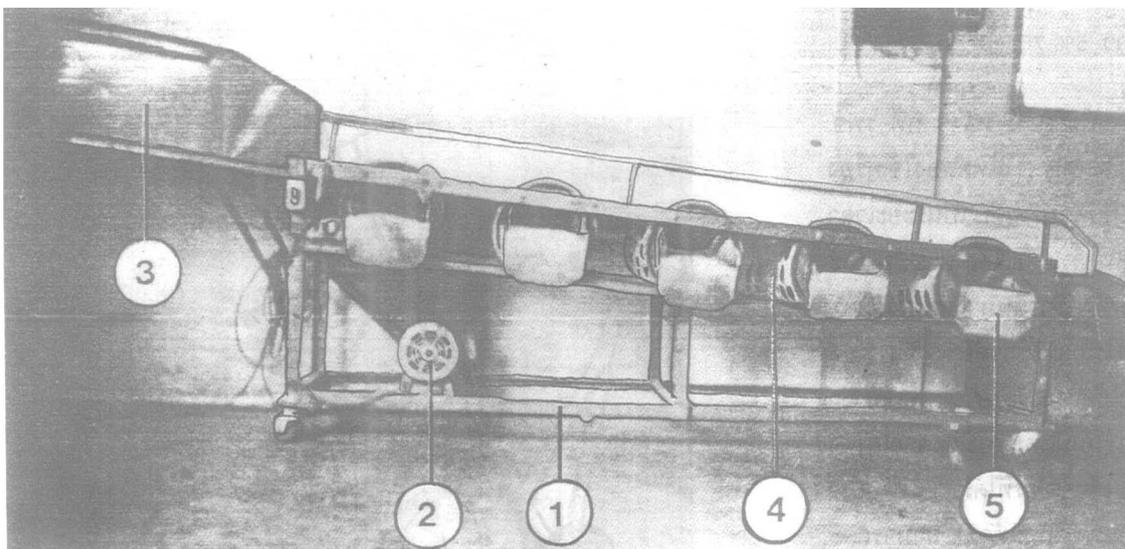
## เครื่องคัดขนาด ส้มเขียวหวาน

การปลูกส้มในประเทศไทยได้ขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง เนื่องจากส้มเป็นไม้ผลที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนต่อไร่สูง และประชาชนนิยมบริโภคส้มสดกันมาก นอกจากนั้นแล้วยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกไปจำหน่ายต่างประเทศปีละหลายสิบล้านบาท และยังมีเส้นทางที่จะแปรรูปเป็นอุตสาหกรรมที่ได้จากผลผลิตส้มอีกด้วย ประเทศที่สั่งซื้อส้มได้แก่ ฮองกง มาเลเซีย สิงคโปร์ ญี่ปุ่น บรูไน ศรีลังกา เป็นต้น จากการสำรวจสถิติการปลูกไม้ผล ไม้

ยืนต้น ปีการเพาะปลูก 2528 2529 และสถิติการเกษตรของประเทศ ปีการเพาะปลูก 2529/30 พบว่าในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 600,000 ไร่ ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่ปลูกส้มเขียวหวานเสีย 267,220 ไร่ ซึ่งสามารถให้ผลผลิตแล้วประมาณ 518,000 ตัน แหล่งที่ปลูกส้มมากได้แก่สวนบางมด และเขตทุ่งหลวงรังสิต จังหวัดปทุมธานี และมีการปลูกในจังหวัดนครนายก และสระบุรีอีกด้วย

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลส้มจะถูกนำมาคัดขนาดก่อนส่งจำหน่ายไปยังผู้บริโภค ส้มขนาดใหญ่จะมีราคาสูง ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกส้มและพ่อค้าคนกลางผู้

จำหน่ายส้มจึงจำเป็นต้องคัดขนาดส้มเสียก่อน ยังมีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการคัดขนาดส้มให้เป็นไปตามมาตรฐาน เนื่องจากต้องใช้ความชำนาญด้วยมือและสายตาที่แม่นยำ อีกทั้งการคัดขนาดส้มแบบนี้จะกระทำได้ล่าช้าเสียเวลา ดังนั้นนักวิชาการของศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวานขึ้นเพื่อช่วยในการคัดขนาดส้มให้ได้มาตรฐานและประหยัดเวลา



ภาพแสดงด้านหน้าของเครื่องคัดขนาดส้ม ตะแกรงทรงกระบอก

รายละเอียดของเครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน

### ส่วนประกอบที่สำคัญ

1. โครงสร้างเหล็ก ทำด้วยเหล็กฉาก ขนาด 7.5 นิ้ว ทำหน้าที่ยึดส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ที่ฐานติดลูกล้อ 4 อัน เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

2. ต้นกำลัง เป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 0.5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านสายพานวี

ทำหน้าที่ขับเคลื่อนตะแกรงทรงกระบอกให้หมุนรอบตัวเองขณะคัดขนาด

3. ถาดรับผลส้มก่อนการคัดขนาด เป็นส่วนที่ต่อออกมาจากโครงเหล็ก มีลักษณะลาดเอียงลงสู่ตะแกรงคัดขนาด ที่กันถาดบนรวมป้องกันความเสียหายของผลส้มจากการกระแทก

4. ตะแกรงคัดขนาด จำนวน 4 อัน ทำด้วยไม้อัดหุ้มด้วยอะลูมิเนียมทำเป็นทรงกระบอกกลวง แต่ละอันมีขอบบนทรงกระบอกขนาดเดียว คือมี

เส้นผ่านศูนย์กลาง 51, 56, 60, 67 และ 70 มม. ตามลำดับ

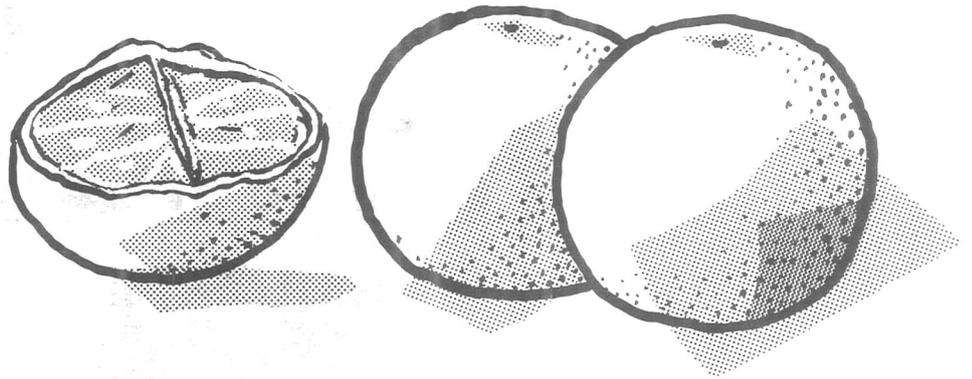
5. รางรองรับผลส้มหลังการคัดขนาด จำนวน 6 ราง อยู่ภายในตะแกรงทรงกระบอกกลวง จำนวน 5 ราง อีกหนึ่งรางต่อออกไปจากโครงเหล็กสำหรับรองรับผลส้มเบอร์ใหญ่สุดที่ปลายรางมีประตูเปิดปิดยึดได้ด้วยสปริงเพื่อควบคุมการบรรจุ

ส้มที่ถูกป้อนเข้ามาจะไหลตามทางลาดเข้าสู่ตะแกรงทรงกระบอกอัน

แรก ส้มที่มีขนาดเล็กกว่าช่องตะแกรง จะตกลงสู่ช่องว่างข้างล่าง ส้มที่มีขนาดใหญ่กว่าช่องตะแกรงก็จะเคลื่อนที่ตาม การหมุนของตะแกรงอันต่อไป จนกว่าส้มจะถูกคัดหมด

### วิธีการทำงาน

คณะผู้วิจัยของศูนย์เครื่องจักรกล การเกษตรแห่งชาติ ได้ทำการคัดขนาด ส้มเขียวหวานพันธุ์บางมด และพันธุ์ เหลืองทองที่สุ่มมาจากสวนในเขตห้วยพลู รังสิต บางมด บางเลน ผลการทดสอบ พบว่าเครื่องคัดขนาดส้มแบบตะแกรง ทรงกระบอกมีประสิทธิภาพการคัดขนาด เฉลี่ย 87.5% สามารถคัดส้มเขียวหวาน ได้ชั่วโมงละ 1.5 ตัน ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.32 กิโลวัตต์ ด้วยประสิทธิภาพการ คัดขนาดที่สูงดังกล่าวจึงทำให้เครื่องคัด ส้มชนิดนี้เป็นที่นิยมแพร่หลาย อย่างไรก็ตามเครื่องคัดขนาดส้มนี้ยังมีปัญหา



อยู่บ้าง กล่าวคือ ส้มผลโตจะเคลื่อนไป ตามการหมุนของตะแกรงได้ยาก เพราะ ผลโตจะมีลักษณะแบนมากกว่าผลเล็ก ทำให้เกิดการสะสมเป็นครั้งคราวบริเวณ พื้นลาดเอียงระหว่างตะแกรง ทำให้ ประสิทธิภาพการคัดขนาดเสียไปบ้าง การคัดขนาดส้มต่อเนื่องยังมีปัญหาเรื่อง

การขนย้ายส้มที่คัดขนาดไปบรรจุ หรือ ขนย้ายตะแกรงบรรจุส้ม ซึ่งงานดังกล่าว ในปัจจุบันใช้แรงงานมาก เกษตรกร และผู้ประกอบการการคัดส้มจำหน่าย ต่างรอคอยการแนะนำเอาเครื่องจักรกล ง่าย ๆ ไปใช้ในขบวนการคัดขนาด



ผู้สนใจขอทราบรายละเอียด ของเครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน โปรดติดต่อ

ดร.บัณฑิต จริโมภาส ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

## เทคโนโลยีสำหรับชาวนบพ

เล่ม 1,2,3,4 และ 5

วท.ได้จัดพิมพ์รวมเล่ม **ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวนบพ**

แล้ว 5 เล่ม...เล่ม 1 ราคา 30 บาท...เล่ม 2,3,4 และ 5 เล่มละ 50 บาท

เนื้อหาสาระเพียบ...สั่งซื้อได้ที่ :

**ศูนย์บริการเอกสารการวิจัย**

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

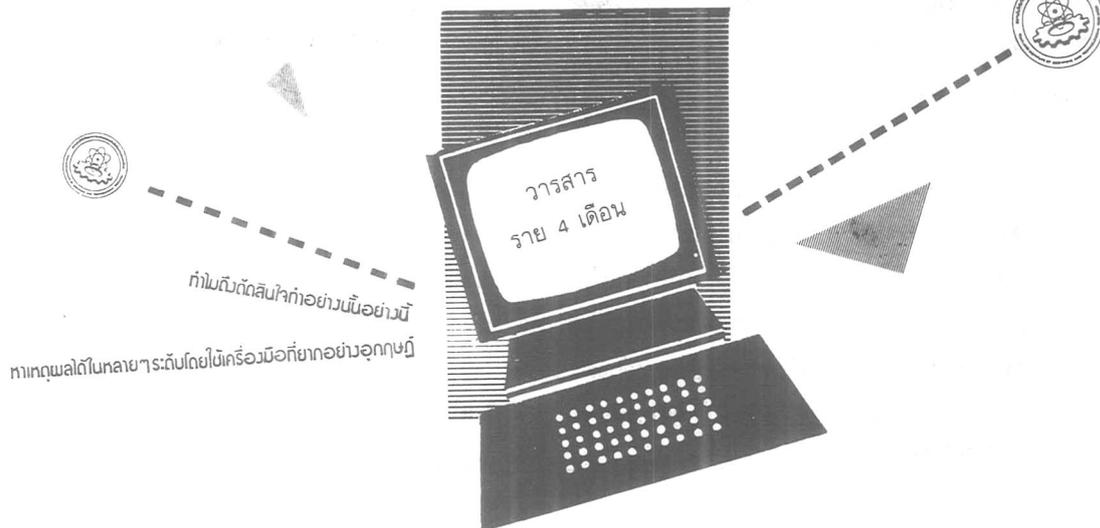
406 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900 โทร. 0-2654-4000 โทรสาร 0-2654-4001

(ธนาณัติ/ตั๋วแลกเงินสั่งจ่าย ป.ณ.บางเขน กทม. 10900 ในนาม หัวหน้ากองคลัง)

ISSN 0857-2380

# วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

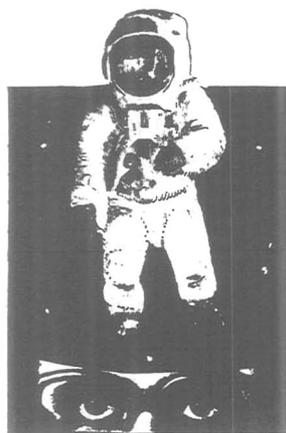


► แพร์หลายในวงการ บริหาร การศึกษา ธุรกิจ และการประกอบการที่เกี่ยวข้อง ◀  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งภาครัฐและเอกชน

วางจำหน่ายฉบับละ 20 บาท

บอกรับเป็นสมาชิกปีละ 60 บาท (รวมค่าส่งในประเทศ)

**ส่งบทความไปให้พิจารณาพิมพ์เผยแพร่**  
**ส่งจดหมายสอบถาม แนะนำ ตี ชม ฯลฯ**  
**สนใจลงโฆษณา**



ติดต่อ : ผู้จัดการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

196 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร  
กทม. 10900

โทร. 5791121-30



# ข้อมูลการหีบห่อ เพื่อการส่งออก

# PACKDATA

## PACKDATA คืออะไร

PACKDATA คือข้อมูลเกี่ยวกับการหีบห่อ ซึ่ง International Trade Centre (ITC) ได้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ส่งออกในประเทศที่กำลังพัฒนา และประเทศสมาชิกของ Asian Packaging Federation (APF) เช่น อินเดีย อินโดนีเซีย สาธารณรัฐเกาหลี ปากีสถาน มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม ศรีลังกา สิงคโปร์ และประเทศไทย ได้รับรู้ถึงข้อมูลด้านการหีบห่อ ทั้งด้านเทคนิคและด้านการค้า ข้อมูลดังกล่าวเป็นระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจากจะสามารถสนองตอบต่อความต้องการของประเทศที่กำลังพัฒนาแล้ว ยังเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมอีกด้วย



สนใจโปรดติดต่อ **ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย**  
**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**

# เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนางานบท



หนังสือปกแข็งขนาด เอ4 พิมพ์สี กระจาษาอาร์ต  
หนา 171 หน้า รวบรวม 60 เทคโนโลยีไว้ด้วยกัน

จัดทำได้ไม่บ่อยนัก

อยากได้เป็นกรรมสิทธิ์ ติดต่อ ...

**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**  
**196 พหลโยธิน บางเขน กรุงเทพฯ 10900**



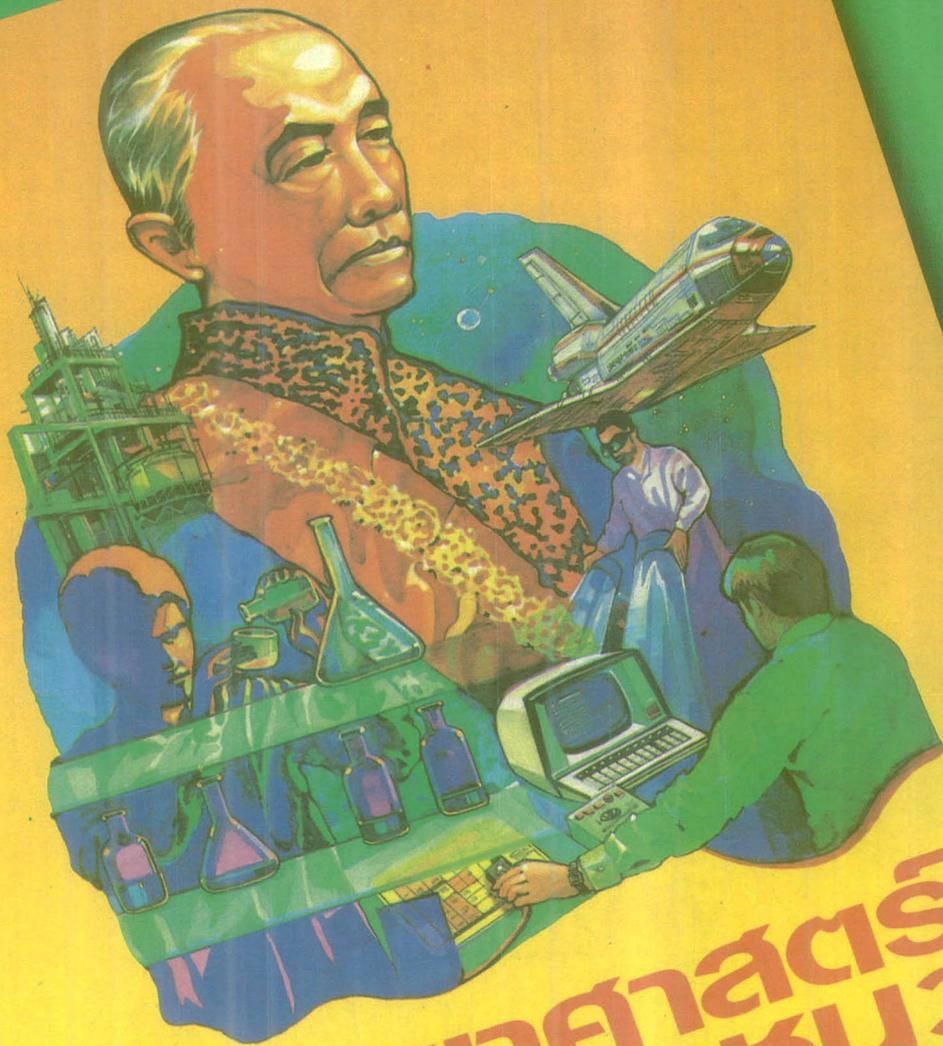
# คุณภาพอาหาร เพื่อคุณภาพชีวิต

ทุกวันนี้ บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด ได้รับความเชื่อถือและไว้วางใจอย่างยิ่งในการผลิตอาหารนมที่ได้คุณภาพมาตรฐาน นมข้นหวาน นมข้นจืด นมสดยูเอชที นมผงชนิดละลายได้ทันที เนยสด นมสดสเตอริไลส์ นมสดพาสเจอร์ไรส์ ภายใต้เครื่องหมายการค้าตรามะลิ ตราออร์คิด นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังมีผลิตภัณฑ์กะทิสำเร็จรูปตราฮาวาย และโยเกิร์ตตราโยเพลท เหล่านี้ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพอาหารเพื่อคุณภาพชีวิต

สุขภาพดีทั่วไทย



บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด



# วิทยาศาสตร์ สำหรับเยาวชน 3

รวบรวมบทความ **“วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน” 100 เรื่อง**  
ปกสีส้ม ขนาด เอ 4

จัดทำปีละ 1 ฉบับ..เท่านั้น ในราคาเล่มละ **35** บาท.

สนใจ... อยากได้เป็นเจ้าของ... ติดต่อ..

➔ **...กองบรรณาธิการวิทยาศาสตร์**

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

196 พหลโยธิน บางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทร. 5791121 - 30 ต่อ 1230

ผู้นำในด้านการผลิตไถนาชนิดนั่งขับสี่ล้อ ได้รับเครื่องหมาย  
รับรองคุณภาพ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง  
ประเทศไทย



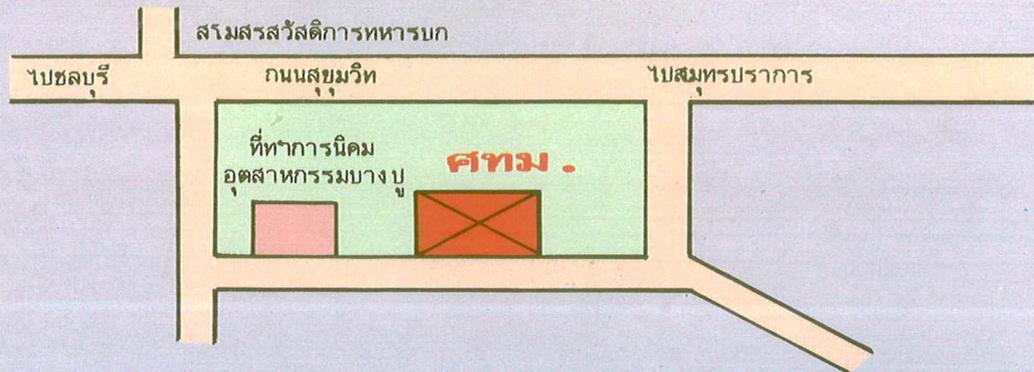
- ปี 29 รางวัลผู้ผลิตสินค้าไทยดีเด่น จากสมาคมนิยมไทย
- ปี 31 รางวัลผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดีเด่นจาก  
กระทรวงอุตสาหกรรม
- ปี 31 รางวัลที่ 2 การแข่งขันไถนา ชนิดนั่งขับสี่ล้อ  
จัดโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- ปี 32 รางวัลสินค้าคุณภาพไทยทำ จากสถาบันวิจัย  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

### โรงงานจักรวาลยนต์

76 หมู่ 6 ต.วังน้อย อ.วังน้อย จ.อยุธยา โทร.5771776, (035) 271234

โซว์รูม

65 หมู่ 4 ถนนพหลโยธิน ต.ลำไทร อ.วังน้อย จ.อยุธยา โทร.(035) 271222 - 271235



# สำนักงานใหม่

ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
บริเวณนิคมอุตสาหกรรมบางปู อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ  
โทรศัพท์ 323-1965

ให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัด ในอุตสาหกรรม  
และบริการทดสอบ วิเคราะห์ ผลิตภัณฑ์และสินค้า  
ตามมาตรฐาน สมอ. และ มาตรฐานของประเทศ  
ผู้นำเข้า

อุตสาหกรรมไทยก้าวหน้า ช่วยกันรักษาคุณภาพและมาตรฐาน

ผลงานของการศึกษา วิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มิใช่ทำกันออกมาได้ง่าย ๆ ต้องใช้กำลังสมอง กำลังกาย กำลังใจ เวลา และทุนทรัพย์มิใช่น้อย หากไม่มีการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ ผลงานนั้นก็แทบจะไร้ค่า ขอให้วารสาร "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" ได้รับเกียรติเผยแพร่ผลงานของท่าน

ส่งผลงานวิจัยและความคิดเห็นทางวิชาการไปพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร

"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" ที่ **บรรณาธิการ "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"**  
**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**  
**196 พหลโยธิน บางเขน กท. 10900**



บทความของท่านพิมพ์ในฉบับใด ท่านจะได้เป็นสมาชิกฟรีตั้งแต่ฉบับนั้น เป็นเวลา 1 ปี .... นี่เป็นสิ่งตอบแทนเล็กน้อย ๆ สำหรับท่าน

แต่เหนือสิ่งอื่นใด... สิ่งตอบแทนมูลค่ามหาศาลที่ท่านได้รับคือความภาคภูมิใจที่ท่านได้ตอบแทนแผ่นดินเกิดของท่านด้วยผลงานที่มีส่วนพัฒนาประเทศชาติ... สิ่งนี้สุดที่จะประเมินค่าได้.

