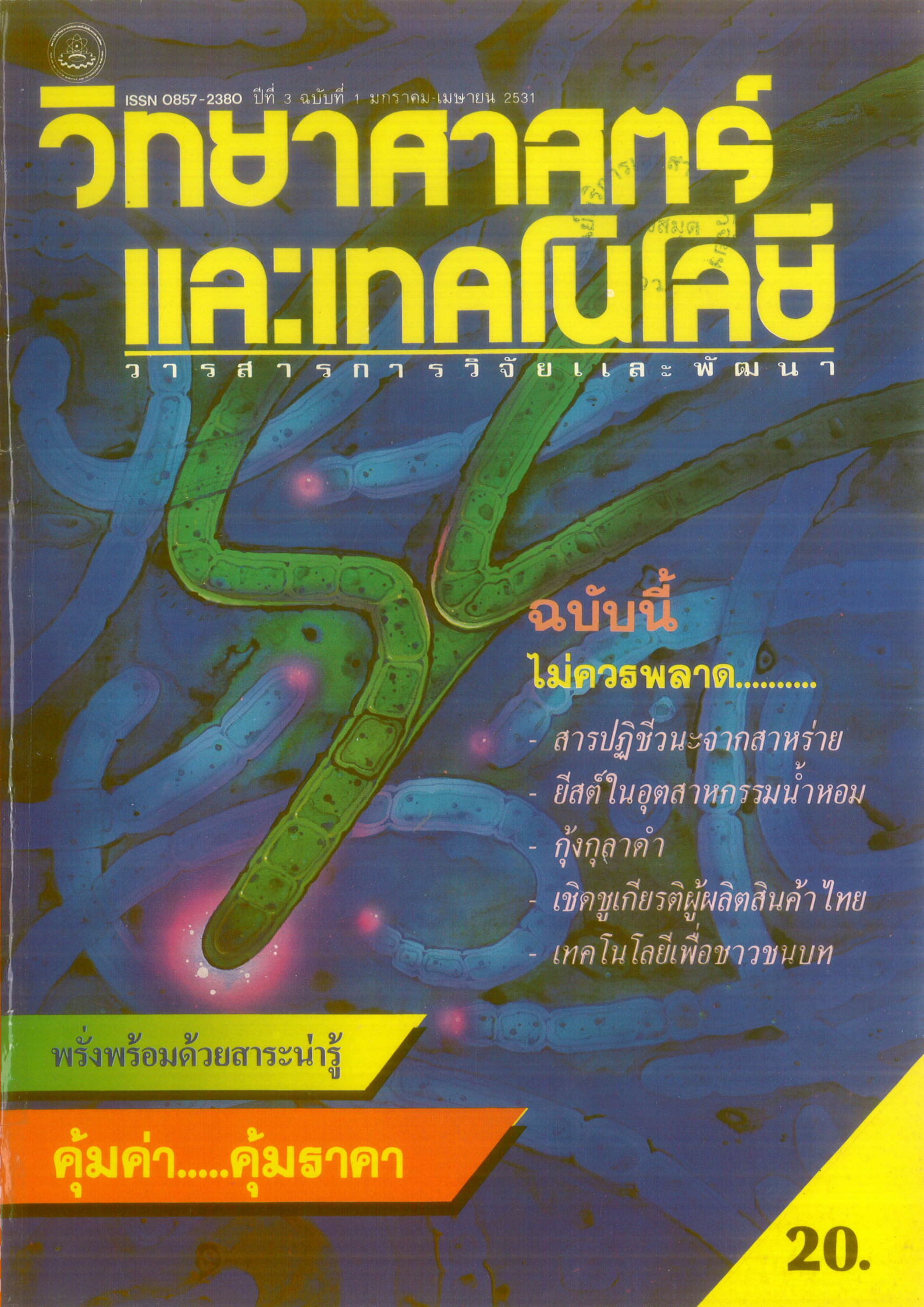
ISSN 0857-2380 ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2531

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา



ฉบับนี้ ไม่ควรพลาด.....

- สารปฏิชีวนะจากสาหร่าย
- ยีสต์ในอุตสาหกรรมน้ำหอม
- กุ้งกุลาดำ
- เชิดชูเกียรติผู้ผลิตสินค้าไทย
- เทคโนโลยีเพื่อชาวชนบท

พรั่งพร้อมด้วยสาระน่ารู้

คุ้มค่า.....คุ้มราคา

20.

LUXURY BY DESIGN

American Standard

AMERICAN STANDARD
NO. 1 IN SANITARYWARE

สสส.251

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

คณะผู้จัดทำ

ใหม่

TISTR 1016

PERSONAL COMPUTER

SPECIFICATIONS

Microprocessor:	Intel 8088-2
Co-processor:	Intel 8087-2 (Optional)
Clock Rate:	4.77 or 8 MHz Hardware/Software Selectable
Operating System Supported:	MS-DOS, CP/M 86, CCP/M
Memory:	8K System ROM 640K User RAM
Keyboard:	84 Full-stroke Keys Low Profile Keytops 10 Function Keys Auto Repeat Capslock Indicator Num Lock Indicator
Disk Drive:	Dual 5 1/4-inch Disk Drives 360K Bytes Formatted Double-side, Double-density MFM Recording Mode Disk Speed 300 rpm Transfer Rate 250KB/sec Head Setting Time 15 ms Track-to-Track Seeking Time 6 ms
Power Supply:	Input Power 190-260 VAC, 50 Hz Rating 150 Watt
Expansion:	8 IBM XT Compatible Expansion Slots
Display:	Monochrome/Graphic With 14 inches Flat Monochrome Monitor 25 Lines × 80 Columns (Alpha) 720 × 348 Dots (Graphics)

OPTIONAL ACCESSORIES

Hard Disks:	10, 20 or 32 MB Hard Disks Subsystem
Color:	Color/Graphic With 14 inches RGB Monitor
MODEM:	300/1200 bps Hayes Compatible (Internal)
Printers:	Wide Range of Standard Dot Matrix Printers
Other:	25-Line Thai/Monochrome/Graphic Display Adapter Plotters, Mouse etc.

ผลิตและรับประกันโดย

MANUFACTURED AND GUARANTEED BY
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

จัดจำหน่ายโดย

Eminent

EMINENT AIR (THAILAND) CO., LTD.
บริษัท อีมิแน้นท์แอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
40/23 สุขุมวิท 105 (ลาซาล) บางนา พระโขนง กทม. 10260
โทร. 3933201, 3938144, 3938140

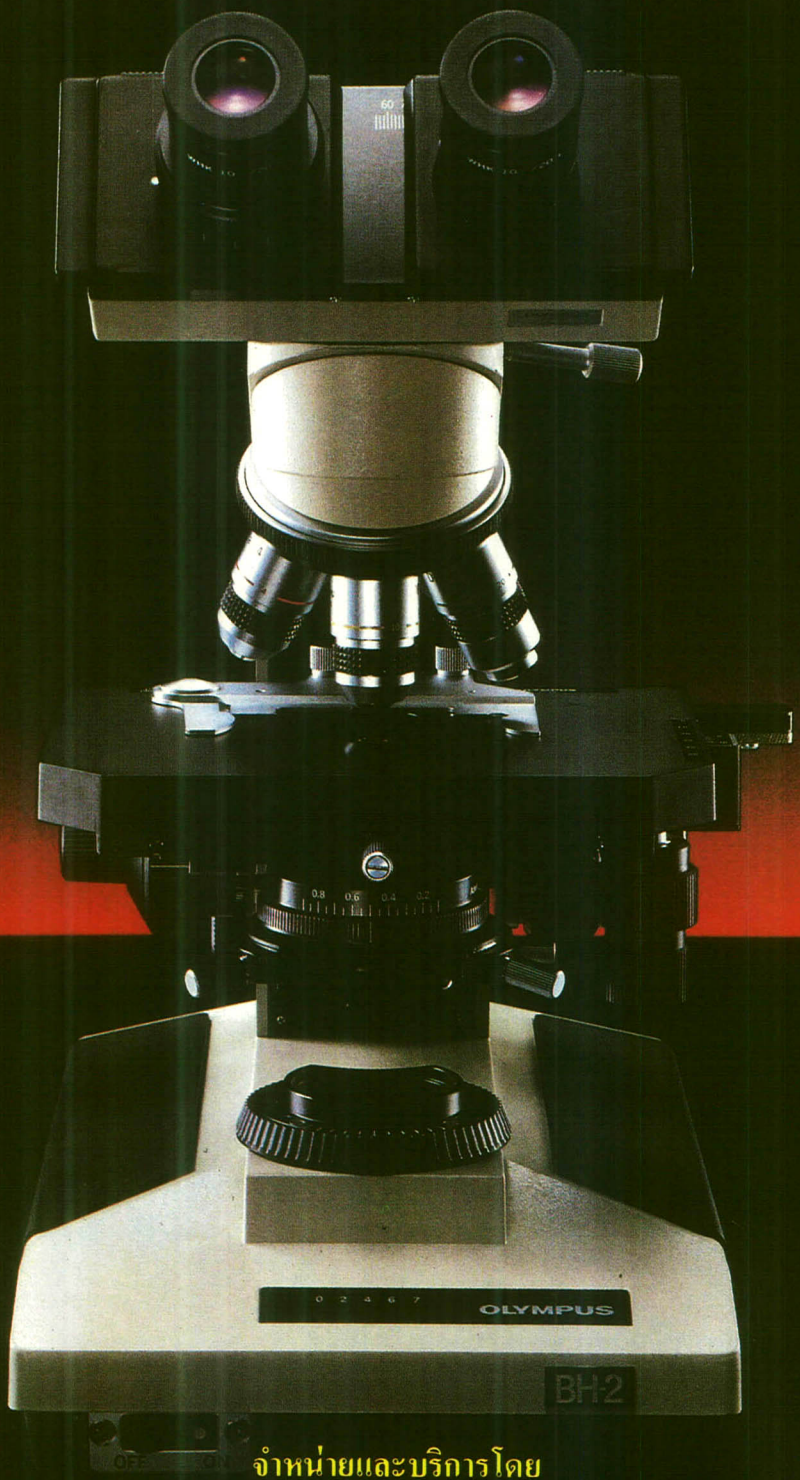
สารบัญ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2531

OLYMPUS®

กล้องจุลทรรศน์ที่มียอดจำหน่ายมากที่สุดในประเทศไทย



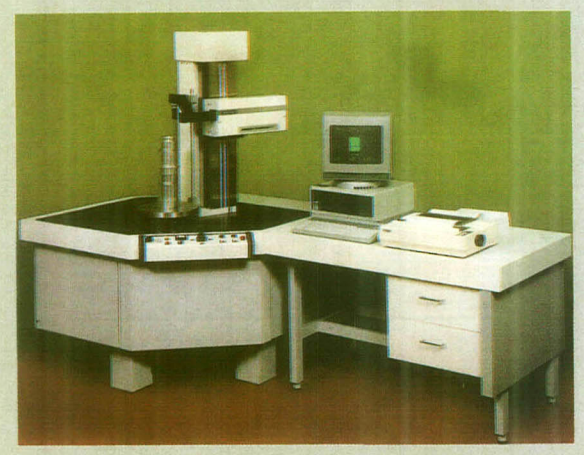
จำหน่ายและบริการโดย

รัชมอร์

111 ทองหล่อซอย 5 สุขุมวิท 55 กรุงเทพฯ 10110 โทร. 391-6122 โทรเลขย่อ : รัชมอร์ กรุงเทพฯ

Rank Taylor Hobson

Roundness & form measurement



BUEHLER

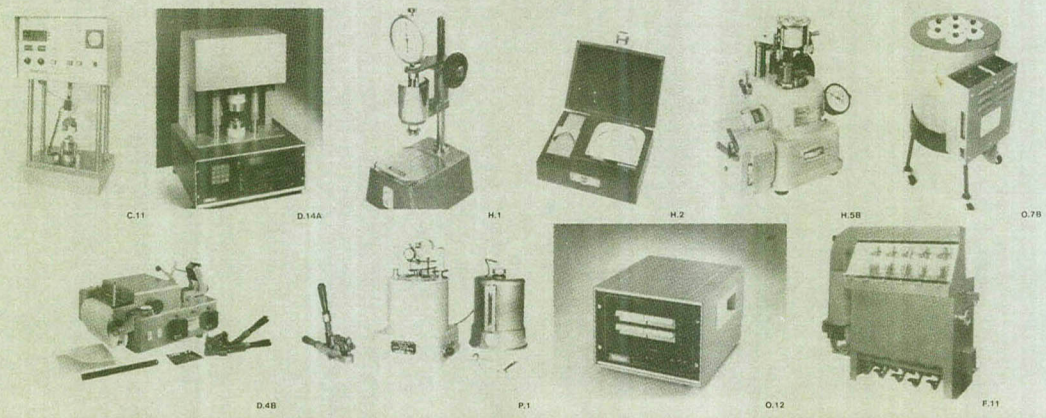
INSTRON

6000 SERIES

AIRFLOW

THE GAUGE OF A PROFESSIONAL

Wallace
Test Equipment



BBC
BROWN BOVERI

ผู้แทนจำหน่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์, อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
และเครื่องมือทดสอบคุณภาพเยี่ยม จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลก
พร้อมบริการหลังการขายโดยช่างผู้ชำนาญ

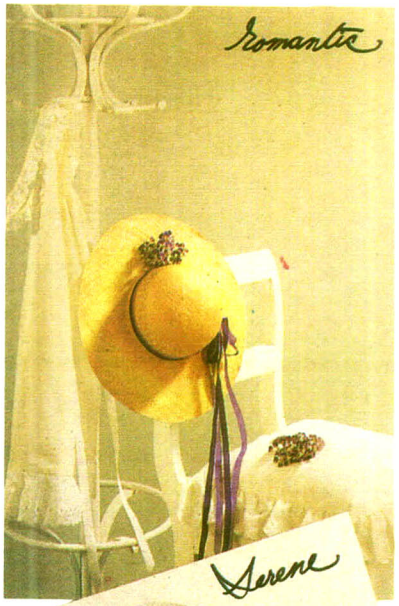
บริษัท บีบีซี บราวน์ โบเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด

189 สุขุมวิท 21 (อโศก) โทร. 258-0379, 258-0287

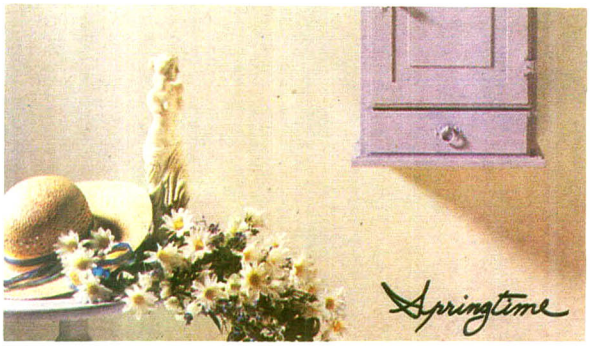
Strax. The mood makers.

We know the importance to project different moods for different locations. Enough reason why Jotun offers Strax Silkmatt 08 and Strax Matt Deluxe 03 Vinyl – Acrylic Paints.

Strax Matt Deluxe 03 with its quality low sheen finish has always been an all-time favourite among painters and home owners. **Strax Silkmatt 08** has a higher gloss, a beautiful "eggshell" finish to produce a dashing new effect, which is also the most suitable as a topcoat for **Jotafibre** network of wallcovering.



Let your imagination run wild. Choose from 32 beautiful colours to create a mood, change an atmosphere. Specify Strax for all your painting needs and they'll be making moods for your environment as you want them to be.

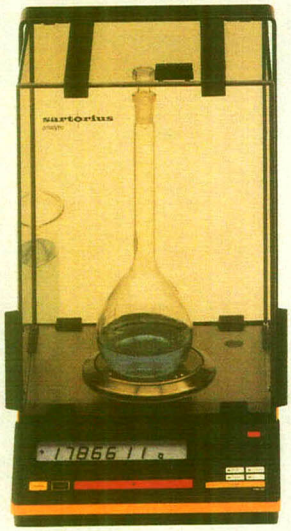


Strax. The finest Vinyl-Acrylic paint.

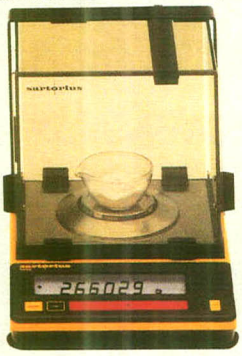
JOTUN

Jotun Thailand Ltd. P.O.Box 1853 Bangkok., Tel. 250-0563-8

sartorius



- เครื่องชั่งไฟฟ้าทุกชนิด
- เครื่องชั่งเพชรพลอย
- แผ่นกรองของเหลว, ยา



Carbolite

- เตาเผาทุกแบบ

(MUFFLE FURNACE)

BROOKFIELD

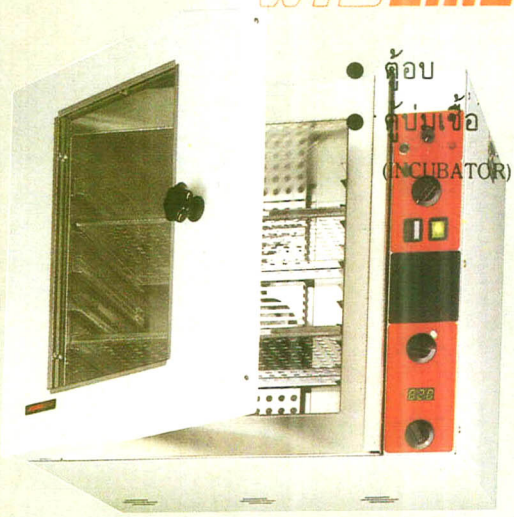
เครื่องวัดความหนืด

(VISCOMETER)

SGH SCHOTT GERÄTE

- VISCOSITY METER
- pH METER
- CONDUCTIVITY METER

WTB binder



- ตู้อบ
- ตู้บ่มเชื้อ

(INCUBATOR)

Gerhardt

- เครื่องกลั่นหาโปรตีนทุกแบบ
- เครื่องวิเคราะห์อาหาร
- HEATING MANTLE

ผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียว

บริษัท ไซแอนติฟิคโปรโมชั่น จำกัด

3813 ถนนพระราม 4 พระโขนง กรุงเทพฯ 10110

โทร. 392-7603, 392-7608, 392-6400, 390-0827

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เจ้าของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 พหลโยธิน บางเขน กท. 10900 โทร. 579-1121

ที่ปรึกษา

นายวิชิตวงศ์ ณ ป้อมเพ็ชร
นายสมิทธิ์ คำเพิ่มพูล
นายสันทัด โรจนสุนทร
นายเย็นใจ เลาหวณิช

ผู้จัดการ

นายพงศ์พัน วรสุนทโรสถ 579-5244

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางวัลย์ลดา หงส์ทอง 579-3511
นายดิเรก รอดสวาสดิ์ 579-8581

บรรณาธิการ, ผู้พิมพ์, ผู้โฆษณา

นายประพันธ์ บุญกลิ่นขจร 579-0254

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางนงพงา จิตรกร 579-3511

กองบรรณาธิการ

น.ส.พูนศุข อัตถะสัมปุณณะ
นางลดาวัลย์ โชติมงคล
นางสุนันทา รามัญวงศ์
นายสมศักดิ์ ศุภรรัตน์

ฝ่ายศิลป์

นายดิเรก รอดสวาสดิ์
นายจิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาต
นายเรวัต วิบูลย์ศิริชัย
นายสุเทพ โลหะจรูญ
นายคุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน

ฝ่ายภาพ

นายอำนวย มั่งมีศรี
นายสมศักดิ์ ศรีสุทธิยากร

ฝ่ายจัดพิมพ์

นายวัฒนา วิสารทานนท์
นายอำพน สว่างพันธ์

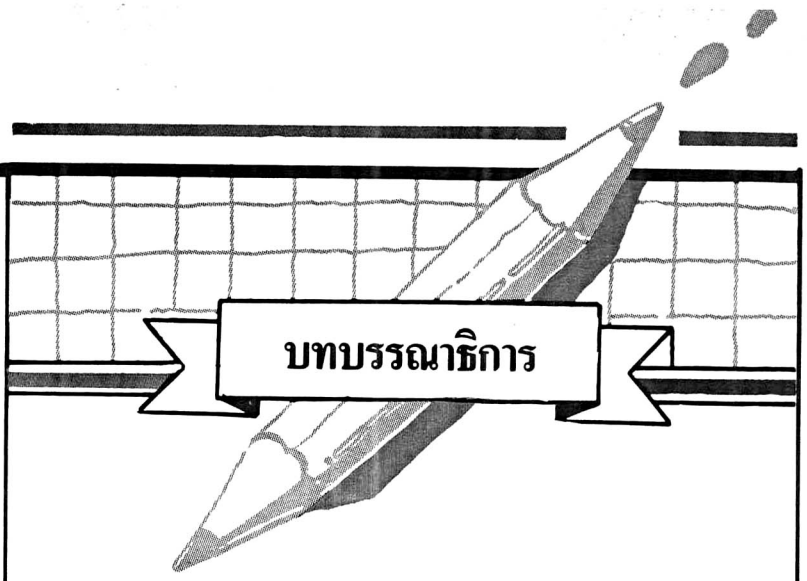
ฝ่ายการเงิน

นางสุวิมล วีระนนท์

ฝ่ายประชาสัมพันธ์

นางนิรมล เรียบร้อยเจริญ
นายสาคร ชนะไพฑูรย์

พิมพ์ที่ **ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันนี่พับลิชชิ่ง** 549/1 ซอยเสนานิคม 1 ถนน พหลโยธิน กท. 10900 โทร. 5793352, 5791933



บทบรรณาธิการ

วารสาร **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ขอ **สวัสดีปีใหม่ 2531** กับท่านผู้อ่านและผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน

* *

วารสาร **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ฉบับนี้ ถือกำเนิดเมื่อ มกราคม 2529..... เราขออนุญาตฉลองวันเกิดให้แก่ตนเองอย่างเงียบ ๆ ในหัวใจของพนักงาน วท. ทุกคน

เราเริ่มต้นด้วยจำนวนพิมพ์ 2,000 เล่ม แล้วเพิ่มเป็น 3,000 เล่ม ในปัจจุบันนี้ พอจะอนุโลมเอาได้กระมังว่านี่คือสัญญาณที่บอกว่าเรากำลังเติบโต

และจะเติบโตต่อไปอีก เราสัญญา

* *

เราจะเติบโตต่อไปอีก

เติบโตต่อไปเพื่อปฏิบัติหน้าที่ของเราให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นเป็นทวีคูณ

เราได้กำหนดบทบาทของตัวเองให้ปฏิบัติตนเป็น **สิ่งเร้า**

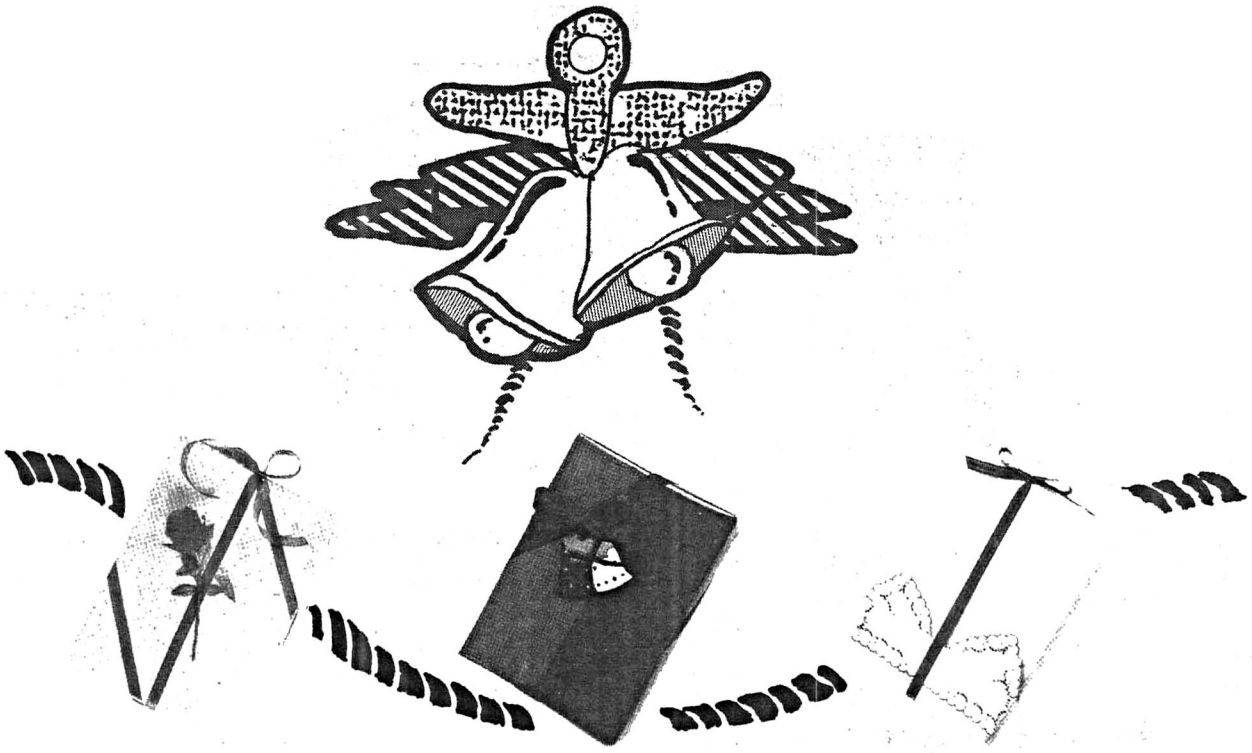
เร่งเร้าให้คนไทยทุกผู้ทุกนามเกิดจิตสำนึกถึงความจำเป็นรีบด่วนที่จะต้องนำเอาเทคโนโลยีมาใช้เป็นอาวุธสู้รบตบมือกับความยากจน.... ความยากจนของประชาชนและของบ้านเมือง

ณ วันแรกของ พ.ศ. 2531 เราขอประกาศว่า ประเทศไทยใน พ.ศ. นี้ หมดสิทธิ์แล้วที่จะใช้แต่วาจาไพเราะหูเป็นโอสถรักษาอาการไข้ที่มีความยากจนเป็นสมุฏฐาน

เราเชื่อว่า วาจาแสนหวานและสำนวนแสนซึ้งนั้นไม่ต่างอะไรกับเวทมนตร์คาถา

เทคโนโลยี ต่างหาก คือโอสถที่ตรงกับอาการไข้ของประเทศไทยนับตั้งแต่เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว.

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร



2531 — 1988

มกราคม 1 JANUARY						
S	M	T	W	TH	F	ST
31					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

กุมภาพันธ์ 2 FEBRUARY						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29					

มีนาคม 3 MARCH						
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

เมษายน 4 APRIL						
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

พฤษภาคม 5 MAY						
S	M	T	W	TH	F	ST
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

มิถุนายน 6 JUNE						
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
25	26	27	28	29	30	

กรกฎาคม 7 JULY						
31					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

สิงหาคม 8 AUGUST						
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

กันยายน 9 SEPTEMBER						
S	M	T	W	TH	F	ST
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

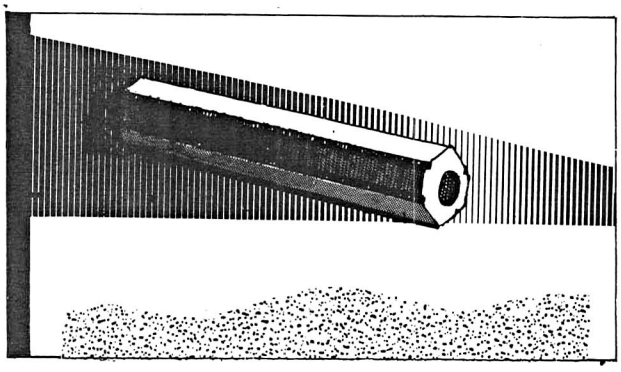
ตุลาคม 10 OCTOBER						
30	31					1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

พฤศจิกายน 11 NOVEMBER						
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

ธันวาคม 12 DECEMBER						
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้

·นารา พิทักษ์อรรณพ·
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
บางเขน, กท. 10900



บทนำ

ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้ในปริมาณมหาศาล ซึ่งสามารถจัดเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น แกลบ, ขี้เลื่อย, กากอ้อย, ขุยมะพร้าว, ฟางข้าว, เปลือกและลำต้นถั่วต่าง ๆ , ซังและลำต้นข้าวโพด รวมทั้งลำต้นและเหง้ามันสำปะหลัง เป็นต้น. วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยเฉพาะค่าความร้อนสูงพอที่จะนำไปแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนได้ ดังนั้นจึงควรที่จะได้นำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานให้มากที่สุด. ถึงแม้วัสดุเหลือใช้บางประเภท เช่น กากอ้อย และแกลบ ได้ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงบ้างแล้วก็ตาม, แต่ในบางท้องที่วัสดุเหลือใช้เหล่านี้ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นปัญหาในการกำจัดอย่างยิ่งแก่โรงงานผู้ผลิต.

ในสภาวการณ์ด้านฟืนและถ่านไม้ของประเทศปัจจุบันนี้ การขาดแคลนฟืนและถ่านไม้ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักของชาวชนบทและผู้มีรายได้น้อยในเมือง รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ. ทั้งนี้เนื่องจากป่าไม้ถูกทำลาย โดยมิได้มีการปลูกทดแทนให้เพียงพอ, ประกอบกับการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวของอุตสาหกรรม ทำให้การขาดแคลนฟืนและถ่านไม้ รวมทั้งราคาเพิ่มมากขึ้น ย่อมทำให้เกิดผลกระทบต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจและต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศอย่างมาก. ดังนั้น จึงจำเป็นต้องช่วยกันแก้ปัญหา เช่น การพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อนำทรัพยากรพลังงานที่มีในประเทศ โดยเฉพาะวัสดุเหลือใช้ที่มีในปริมาณมาก มาแปรรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่ามากขึ้น เช่น การผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งแทนฟืนไม้หรือเผาเป็นถ่าน ก็สามารถกล่าวได้ว่า เป็นการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนฟืนและถ่านไม้ รวมทั้งช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าอีกด้วย.

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง

วัสดุเหลือใช้ที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง ได้แก่ วัสดุที่เป็นลิกโนเซลลูโลส เช่น แกลบ, ขี้เลื่อย, กากอ้อย ฯลฯ, ทั้งนี้ เพื่อให้ลิกนินที่มีอยู่ในวัสดุเหล่านั้นทำหน้าที่เป็นตัวประสาน เมื่อถูกทำให้ร้อน และช่วยทำให้วัสดุดังกล่าวเกาะกันเป็นแท่งได้ดี

ปริมาณของวัสดุเหลือใช้

ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งขั้นอุตสาหกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณของวัตถุดิบหรือวัสดุเหลือใช้ ที่จะนำมาอัดให้เป็นแท่ง. ทั้งนี้เพราะ ปริมาณของวัตถุดิบเป็นตัวกำหนดที่สำคัญ ที่จะบอกให้ทราบถึงว่าการผลิตนั้น ๆ มีความคุ้มทุนต่อการลงทุนหรือไม่. สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกจาก 80.4 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2517/18 เป็น 109.7 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2527/28 ย่อมแสดงถึงจำนวนผลผลิตการเกษตรและวัสดุเหลือใช้การเกษตร ที่มีปริมาณสูงตามขึ้นไปด้วย.

ตารางที่ 1. พื้นที่การเพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณวัสดุเหลือใช้ ในปี 2527/28.

เลขที่	พืช	พื้นที่เพาะปลูก (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	วัสดุเหลือใช้	
				ส่วนที่เป็นวัสดุเหลือใช้	ปริมาณ (1,000 ตัน)
1	ข้าว	62,329	19,905	แกลบ	5,200
				ฟางข้าว	17,900
2	ข้าวโพด	11,355	4,227	ซังและลำต้นข้าวโพด	8,500
3	มันสำปะหลัง	9,230	19,263	ลำต้นมันสำปะหลัง	7,700
4	อ้อย	3,425	25,055	กากอ้อย	7,500
5	ถั่วเขียว	3,280	352	ใบและลำต้นถั่วเขียว	900
6	มะพร้าว	2,510	1,128	เปลือกมะพร้าว	1,200
7	ข้าวฟ่าง	1,838	374	ลำต้นข้าวฟ่าง	1,300
8	ถั่วเหลือง	1,253	246	ลำต้นถั่วเหลือง	750
9	ฝ้าย	450	100	ลำต้นฝ้าย	200
	รวม	95,670	70,850		51,150

ตารางที่ 1 แสดงถึงพื้นที่การเพาะปลูกของพืชเกษตรกรรมหลัก, ผลผลิตและปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรในปี พ.ศ. 2527/28. เห็นได้ว่า ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งจากการปลูกพืชหลักของประเทศเพียง 9 ชนิด มีมากกว่า 50 ล้านตันต่อปี. การนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น มีความหนาแน่นต่ำ จึงต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บมาก และเสียค่าขนส่งสูง ทำให้การใช้งานถูกจำกัดอยู่เฉพาะในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งผลิต, อีกทั้ง ประสิทธิภาพของการเผาไหม้วัสดุดังกล่าวค่อนข้างต่ำ. ดังนั้น การนำวัสดุเหลือใช้ที่มีเป็นปริมาณมาก รวมทั้งมีข้อจำกัดตามที่ได้กล่าวแล้ว มาอัดเป็นแท่งในรูปของเชื้อเพลิงแข็ง เพื่อใช้ทดแทนไม้ฟืน จึงเป็นไปได้มากในทางปฏิบัติ.

คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือใช้

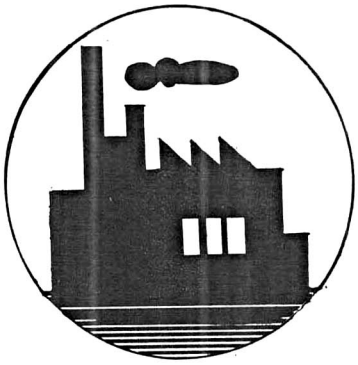
วัสดุเหลือใช้ที่กล่าวถึงในที่นี้ ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ, ขี้เลื่อย เป็นต้น ซึ่งมีเป็นปริมาณมาก. วัสดุดังกล่าวเป็นสารอินทรีย์ที่ยากต่อการเน่าสลาย, มีค่าความร้อนสูงพอที่จะนำมาอัดเป็นแท่ง เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้ฟืนได้ดี. ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมที่สำคัญ.

ตารางที่ 2. คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของวัสดุเหลือใช้.

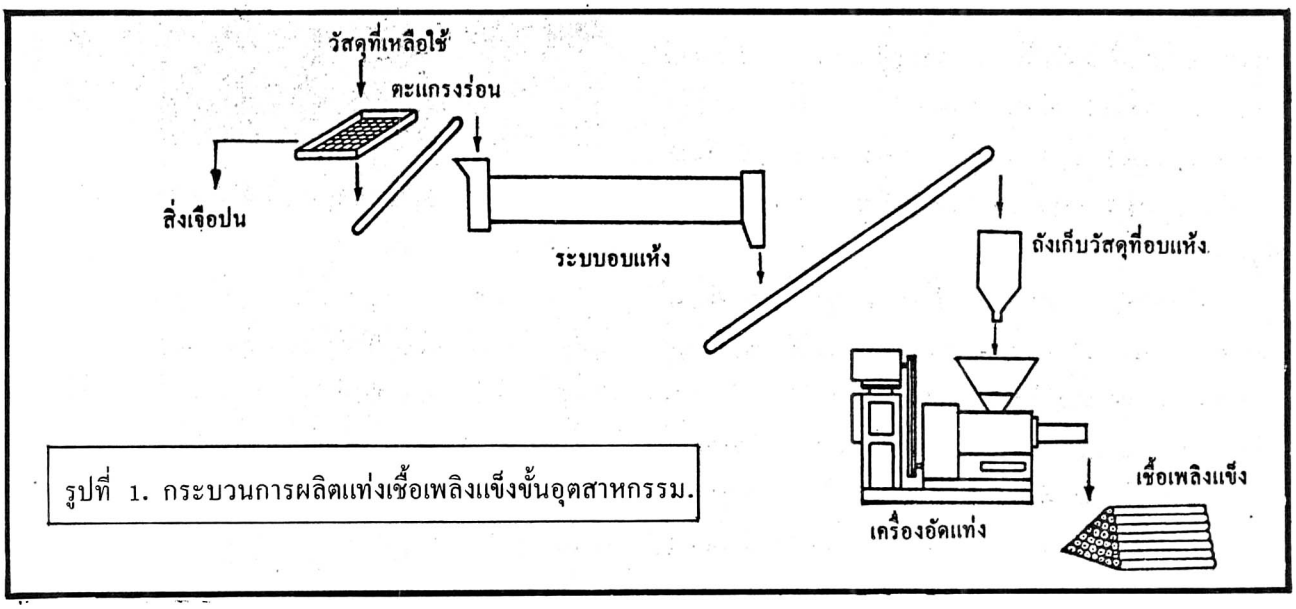
ตัวอย่าง	สารระเหย %	ถ่านคงตัว %	เถ้า %	กำมะถัน %	ค่าความร้อน กิโลแคลอรี/กก.
แกลบ	62.7	17.4	20.0	0.14	3,860
ฟางข้าว	74.4	18.3	7.3	N.A	4,300
ขี้เลื่อย	75.4	22.4	2.0	0.20	4,750
กากอ้อย	73.9	17.6	8.5	0.3	4,440
ต้นมันสำปะหลัง	76.2	19.1	4.7	1.3	4,300
เหง้ามันสำปะหลัง	75.0	17.0	8.0	0.28	4,050
ซังข้าวโพด	76.1	21.8	2.1	N.A	4,540
ขุยมะพร้าว	63.3	29.4	7.1	0.06	4,380
กะลามะพร้าว	73.7	25.5	0.7	0.03	4,830
ต้นถั่วเหลือง	72.5	19.1	8.4	–	4,150
ผักตบชวา	58.9	15.3	25.8	1.19	3,010

หมายเหตุ : รายงานตามสภาพน้ำหนักแห้ง (moisture free basis)

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งขั้นอุตสาหกรรม



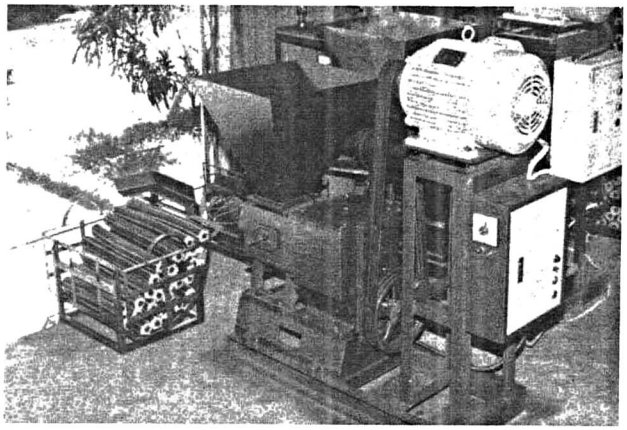
ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ขั้นอุตสาหกรรมนั้น นอกจากจะคำนึงถึงวัตถุดิบที่ใช้แล้ว อุปกรณ์ที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในขั้นตอนการผลิต ได้แก่ เครื่องอัดแท่ง และ ระบบอบแห้ง, รองลงมาได้แก่ เครื่องย่อยขนาด และ เครื่องร่อน.รูปที่ 1แสดงกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งขั้นอุตสาหกรรม.



รูปที่ 1. กระบวนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งขั้นอุตสาหกรรม.

เครื่องอัดแท่ง

เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ ที่ได้พัฒนาและจัดสร้างโดยสาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ดังแสดงในรูปที่ 2 เป็นเครื่องอัดที่มีระบบป้อนชนิดสกรู



รูปที่ 2. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้.

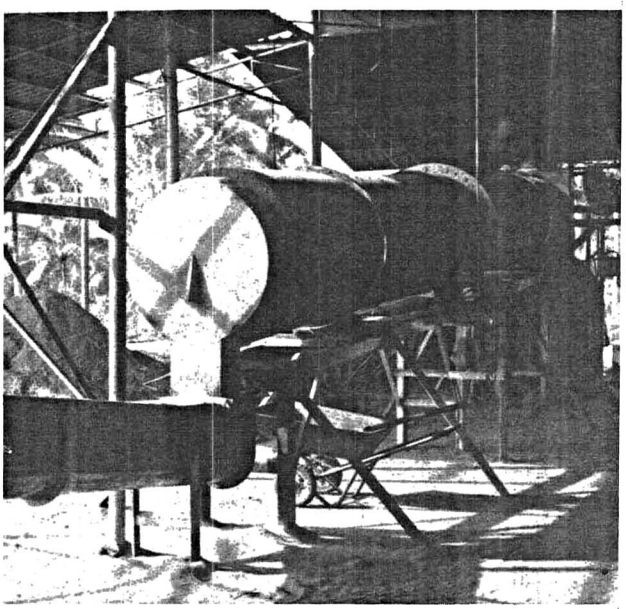
เกลียวตัวหนอน มีความทนทานต่อการเสียดสีที่อุณหภูมิสูง, หมุนด้วยความเร็ว 280 รอบ/นาที, ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 3 สาย, ขนาด 15 แรงม้า, ความเร็ว 1,450 รอบ/นาที, ทดรอบด้วยสายพานและระบบเฟืองเฉียง ที่ต่อตรงกับสกรูอัด. เมื่อป้อนวัสดุเหลือใช้เข้าเครื่องอัดโดยผ่านถังป้อนที่ติดตั้งอยู่เหนือสกรูแล้ว, จะถูกสกรูอัดติดกับผนังกระบอกอัดด้วยแรงดันประมาณ 600 กก./ตร.ซม. เมื่อวัสดุเหลือใช้ถูกอัดเป็นแท่งเคลื่อนผ่านกระบอกอัดที่มีความยาว 28–30 ซม., แท่งเชื้อเพลิงแข็งจะได้รับความร้อนจากแผ่นทำความร้อนขนาด 1 กิโลวัตต์ 3 ตัว ที่พันเรียงกันอยู่โดยรอบกระบอกอัด. แท่งเชื้อเพลิงแข็งจะเคลื่อนออกจากกระบอกอัด และเมื่อสัมผัสกับรางเหล็กฉาก ที่ติดตั้งไว้ปลายกระบอกอัดซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความยาว ก็จะหักออกเป็นท่อนตามความยาวที่ต้องการ.

เครื่องอัดแท่งสามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้หลายชนิด เช่น แกลบ, ขี้เลื่อย, กากอ้อย, ฟางข้าว, ขุยมะพร้าว, เปลือกและลำต้นถั่ว เป็นต้น. เครื่องอัดแท่งดังกล่าวมีกำลังการผลิต 2.5–3.0 ตัน/วัน, สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชม. โดยไม่ต้องเปลี่ยนสกรูอัด และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประสานใด ๆ ทั้งสิ้น. การติดตั้งเครื่องอัดแบบนี้สะดวกง่ายดายและใช้เนื้อที่ประมาณ 2.0–2.5 ตร.ม./เครื่อง.

ระบบอบแห้ง

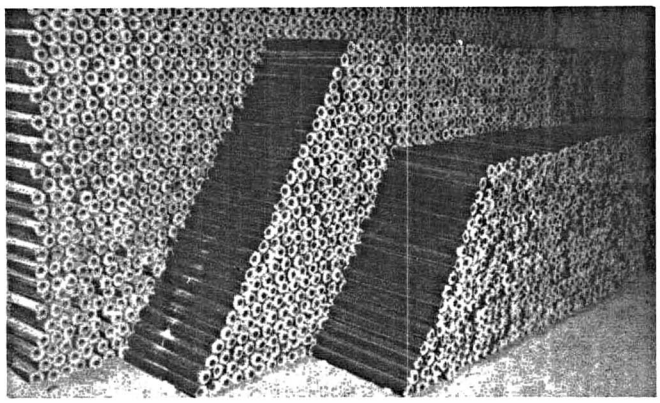
ในกรณีที่วัสดุเหลือใช้ที่ต้องการอัดเป็นแท่ง มีความชื้นสูงเกิน 10% เช่น ขี้เลื่อยหรือกากอ้อย จำเป็นที่จะต้องมีระบบอบแห้ง. ระบบอบแห้งที่ วท.ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนั้นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ เครื่องร่อน, ระบบลำเลียงชนิดสายพาน, เครื่องอบแห้งชนิดหมุน, เตาเผา และระบบควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น.

ได้ทำการออกแบบเครื่องอบแห้งชนิดหมุนขึ้นพิเศษมีลักษณะเป็นท่อสองชั้น โดยการพัฒนามิให้วัสดุที่จะอบสัมผัสกับอากาศร้อนโดยตรง, ทั้งนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมความร้อนของวัสดุเหลือใช้ที่เป็นทรัพยากรเชื้อเพลิง ซึ่งอาจเกิดการลุกติดไฟในระหว่างการอบแห้งได้. รูปที่ 3 แสดงระบบอบแห้งวัสดุเหลือใช้ที่มีความชื้นสูง.



รูปที่ 3. ระบบอบแห้งวัสดุเหลือใช้ที่มีความชื้นสูง.

ในการทำงานของเครื่องอบแห้งดังกล่าว เศษวัสดุเหลือใช้หรือแท่งเชื้อเพลิงแข็งที่ผลิตได้ จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตา ทำให้เกิดอากาศร้อนไหลผ่านเข้าสู่ท่อชั้นในของเตาอบแห้ง, และถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อให้แก่วัสดุที่ต้องการอบ ซึ่งถูกป้อนเข้าสู่ท่อชั้นนอก หลังจากผ่านการร่อนแล้ว. ที่ปลายท่อชั้นในเมื่ออากาศร้อนที่อุณหภูมิลดลง หลังจาก



รูปที่ 5. แท่งเชื้อเพลิงแข็งมีลักษณะสม่ำเสมอเรียงเป็นกองสูงได้.

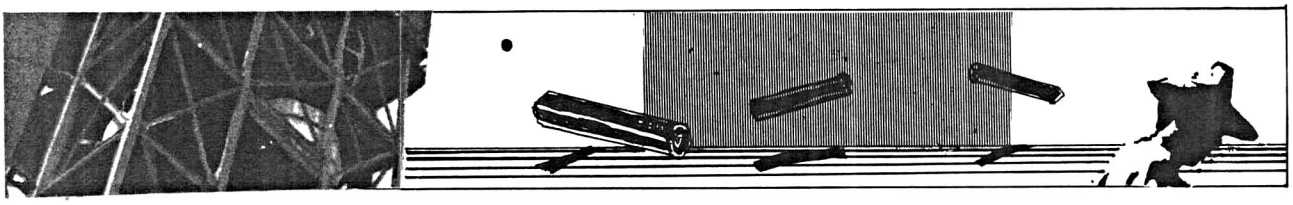
ตารางที่ 3. แสดงคุณสมบัติของฟืนจากแกลบ, ฟืนจากขี้เลื่อย และฟืนไม้แสม.

คุณสมบัติ	ฟืนจากแกลบ	ฟืนจากขี้เลื่อย	ฟืนไม้แสม
ความชื้น, %	5.9	5.7	8.0
ถ่านคงตัว, %	20.4	24.9	22.8
สารระเหย, %	62.1	72.5	73.3
เถ้า, %	17.5	2.6	3.9
ค่าความร้อน, กิโลแคลอรี/กก.	3,900	4,820	4,390
ความหนาแน่น, กก./ลบ.ม.	1,325	1,257	810
อุณหภูมิสูงสุด, °ซ.	900	900	950
ระยะเวลาการลุกไหม้, ชม.	3.0	4.0	1.7

สำหรับค่าความร้อนของแท่งฟืนจากแกลบ ดังแสดงในตารางที่ 3 คือ 3,900 กิโลแคลอรี/กก.นั้น เมื่อนำมาคำนวณกับค่าความหนาแน่น 1,325 กก./ลบ.ม. จะให้ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรสูงถึง 5,167,500 กิโลแคลอรี/ลบ.ม., ในขณะที่ฟืนไม้มีค่าความร้อนเพียง 3,555,900 กิโลแคลอรี/ลบ.ม. หรือเพียง 68.8% ของฟืนจากแกลบ. ทั้งนี้เพราะฟืนไม้มีค่าความหนาแน่นเพียง 810 กก./ลบ.ม. ดังนั้น ในการเผาไหม้ฟืนแกลบที่มีปริมาณเท่ากับฟืนไม้, ฟืนแกลบย่อมให้ความร้อนที่มากกว่า และระยะเวลาที่ยาวนานกว่า.

ตลาดของแท่งเชื้อเพลิงแข็ง

เนื่องจาก แท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ มีลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับฟืนไม้, ดังนั้น การวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการผลิตฟืนจากวัสดุเหลือใช้ จึงต้องอาศัยข้อมูลสภาวะการตลาดของฟืนไม้หรือจากสภาวะของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศ. รูปที่ 6 แสดงการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศระหว่างปี พ.ศ. 2516–2525 ซึ่งเห็นได้ชัดว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงจากประมาณ 43.2% ของพื้นที่ป่าไม้ทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2516



การถ่ายเทให้แก่ผนังท่อและวัสดุแล้ว จะไหลวกกลับผ่านวัสดุเพื่อระบายความชื้นออกนอกเตาอบแห้งทางปล่องที่ติดตั้งไว้.

การผลิตเชื้อเพลิงแข็ง

ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งขั้นอุตสาหกรรม สามารถกล่าวเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ :

1. การตรวจสอบความชื้น จำเป็นต้องควบคุมให้มีความชื้น ไม่เกิน 10%. ในกรณีที่เป็นแกลบที่ผ่านออกจากการสีข้าวโดยตรง สามารถนำมาอัดได้ โดยไม่ต้องอบแห้ง, ร่อน หรือย่อยขนาด.

2. การย่อยขนาดและร่อน เพื่อให้วัสดุเหลือใช้ที่มีขนาดยาว เช่น กากอ้อย ฟางข้าว มีขนาดเล็กลง เหมาะสมกับการป้อนเข้าเครื่องอัด, จึงควรต้องย่อยและร่อนเสียก่อน.

3. การอบแห้ง วัสดุเหลือใช้ เช่น ขี้เลื่อย, กากอ้อย หรือขุยมะพร้าว ซึ่งมีความชื้นสูง, ควรอบให้แห้งเพื่อให้มีความชื้นตามความเหมาะสม.

4. สภาวะที่เหมาะสม ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็ง มีองค์ประกอบหลักที่ควรคำนึงถึง เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ :

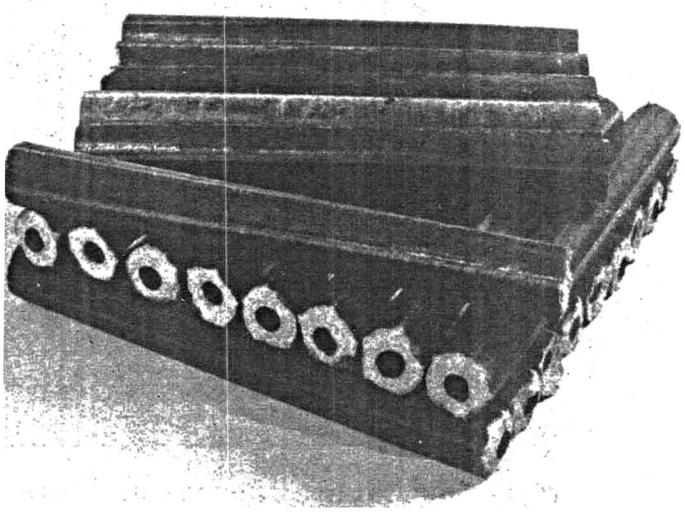
4.1 **ความชื้น** โดยทั่วไปวัสดุเหลือใช้ควรมีความชื้นไม่เกิน 10%, ทั้งนี้ เพื่อให้วัสดุดังกล่าวเกาะกันเป็นแท่งได้ง่าย ไม่มีรอยแตกร้าว และมีความแข็งแรงพอเพียง สามารถขนส่งได้โดยไม่แตกหัก.

4.2 **อุณหภูมิ** อุณหภูมิของเครื่องทำความร้อนที่เหมาะสม ควรอยู่ในช่วง 260–300°ซ. ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถทำให้วัสดุเหลือใช้ เช่น แกลบ, ขี้เลื่อย, และกากอ้อยเกาะกันเป็นแท่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด.

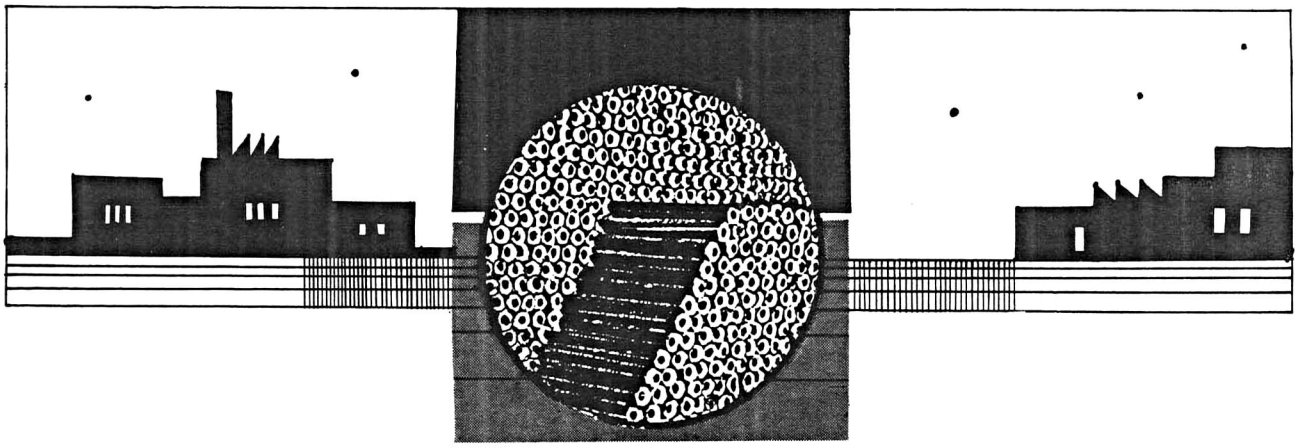
4.3 **ความดัน** ความดันในกระบอกอัด เกิดจากการที่สกรูอัดหมุนดันให้วัสดุที่ป้อนเข้าเครื่องอัด ติดกับผนังกระบอกอัด. นอกจากนี้ ความดันยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเกลียวอัด, ความสูงของเกลียว, ความเร็วของสกรูตลอดจนระยะห่างระหว่างผนังกระบอกอัดกับสกรู. เมื่อวัสดุถูกสกรูหมุนดันให้ติดกับกระบอกอัด ซึ่งรับความร้อนจากแผ่นให้ความร้อนจะทำให้เกิดการเกาะตัวกัน, และแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับแท่งฟืนที่กำลังเคลื่อนตัวออกจะช่วยทำให้เกิดความดันที่เหมาะสม ทำให้วัสดุเกิดการอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น.

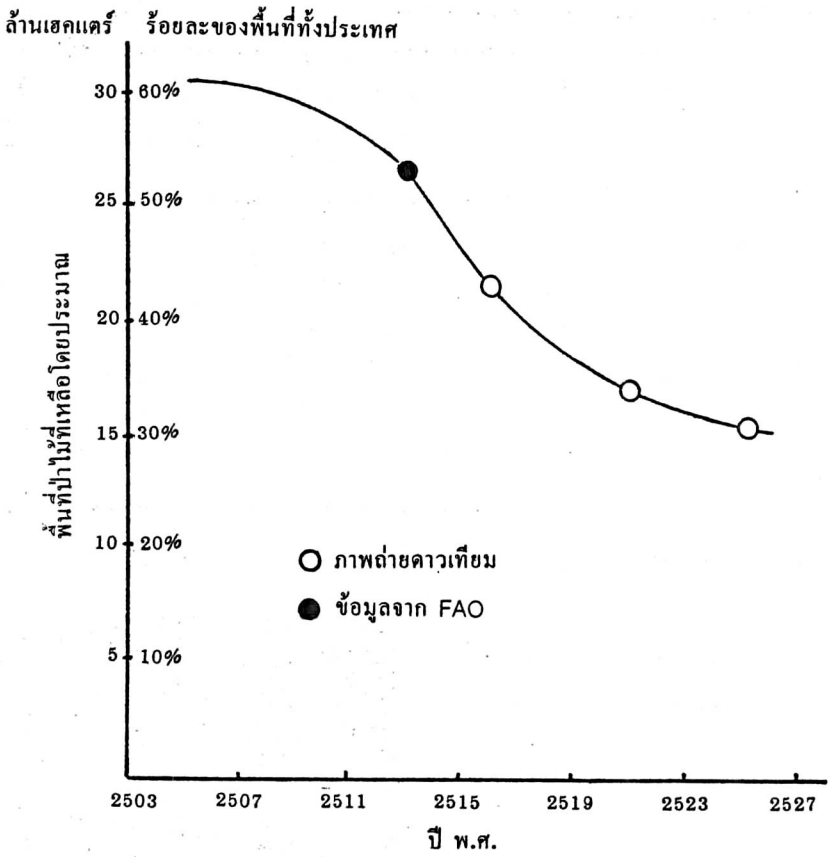
คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงแข็ง

แท่งเชื้อเพลิงแข็ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. ยาว 50 ซม. น้ำหนักประมาณ 1.3 กก. ใช้เวลาในการผลิตแท่งละ 30–50 วินาที และใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 0.12 กิโลวัตต์–ชม./แท่ง. แท่งเชื้อเพลิงแข็งที่ผลิตได้โดย วท. มีลักษณะสม่ำเสมอ และแข็งแรงพอเพียงที่จะเรียงเป็นกองสูงได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5. ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของแท่งฟืนแกลบ, ฟืนขี้เลื่อย และฟืนไม้แสม.



รูปที่ 4. ลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงแข็ง.

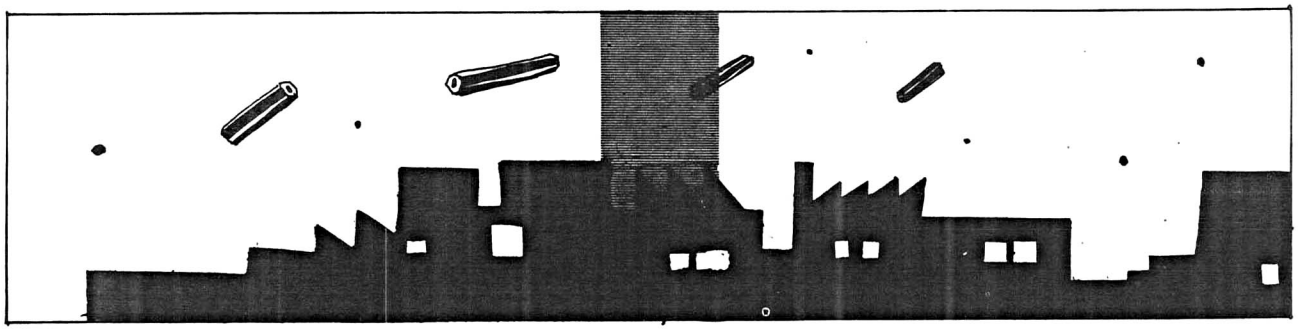




รูปที่ 6. การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503-25.

เหลือเพียงประมาณ 30.5% ในปี พ.ศ. 2525. เมื่อนึกถึงความจำเป็นในการที่จะต้องอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ที่เหลือไว้เพื่อรักษาดุลยภาพสิ่งแวดล้อมแล้ว คาดว่า การผลิตฟืนไม้จะลดลงเรื่อย ๆ, แม้จะมีการปลูกป่าทดแทน แต่ก็เป็นการยากที่จะทำได้พอเพียงกับความต้องการที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มของพลเมือง และการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม.

สำหรับด้านอุปสงค์ของฟืนไม้นั้น ไม่สามารถจะทราบปริมาณที่แน่นอนได้ ทั้งนี้เพราะเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่มีการซื้อขาย เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และเพื่อการแปรรูปเป็นถ่านจำหน่าย. อีกส่วนหนึ่งไม่มีการซื้อขาย เป็นการจัดหาขึ้นเองตามครอบครัวชนบทซึ่งมีเป็นปริมาณมากทุกปี. ส่วนการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟืนและถ่านของครัวเรือนนั้น, กองแผนงาน กรมป่าไม้ ประมาณว่า คนไทยที่อาศัยในเขตเทศบาลจะต้องใช้ฟืนตั้งแต่ 382.3 ถึง 3,702.8 กก./ปี/คน, ในเขตสุขาภิบาลตั้งแต่ 460.2 ถึง 1,869.1 กก./ปี/คน, ส่วนคนที่ตั้งครัวเรือนในชนบทต้องการฟืนตั้งแต่ 991.2 ถึง 6,131.3 กก./ปี/คน ดังแสดงในตารางที่ 4.ปริมาณการใช้ถ่านเชื้อเพลิงของครัวเรือนโดยเฉลี่ยทั้งประเทศจะอยู่ในช่วง 62.4 ถึง 210.7 กก./ปี/คน. ถ้ารวมฟืนที่ใช้ผลิตถ่าน



ตารางที่ 4. การใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิงในประเทศไทยปี 2526.

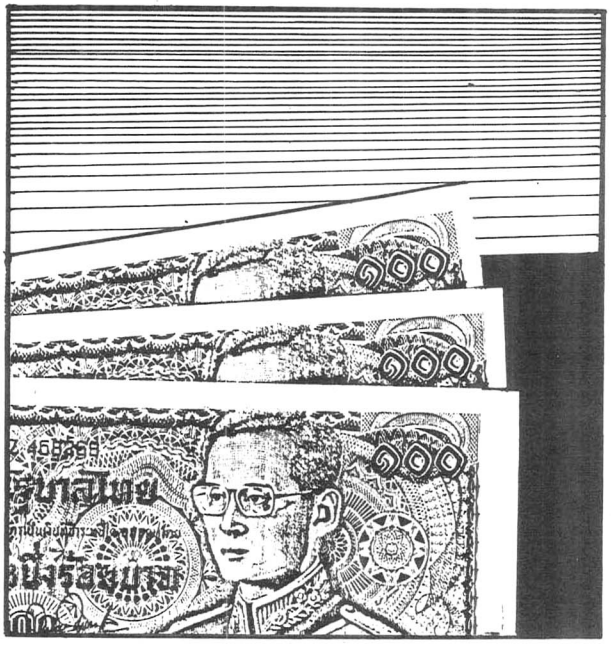
พื้นที่	ปริมาณการใช้ฟืน, กก./ปี/คน			ปริมาณการใช้ถ่าน, กก./ปี/คน			ร้อยละของการใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิง		
	เทศบาล	สุขาภิบาล	ชนบท	เทศบาล	สุขาภิบาล	ชนบท	เทศบาล	สุขาภิบาล	ชนบท
ภาคใต้	382.3	460.2	1,090.3	87.4	78.3	62.4	79.0	90.3	99.1
ภาคเหนือ	1,819.5	764.6	1,012.4	151.4	153.6	142.2	83.5	94.1	98.3
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,647.9	1,161.1	1,302.7	131.9	210.7	108.1	89.9	97.6	98.2
ภาคตะวันออก	594.7	1,869.1	1,253.2	128.8	135.1	96.2	48.5	77.9	89.5
ภาคกลาง	3,702.8	474.4	6,131.3	128.5	169.7	183.0	63.9	69.7	92.1
กทม.	1,260.2	–	991.2	108.1	–	80.3	40.9	–	69.7

ที่มา : รายงาน "ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟืนและถ่านของครัวเรือน", 2527, ฝ่ายเศรษฐกิจป่าไม้, กองแผนงาน กรมป่าไม้

ด้วยแล้วจำนวนการใช้ไม้ฟืนจะเพิ่มสูงขึ้น. นอกจากนี้ยังพบว่าครัวเรือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มต้องการใช้ฟืนมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 89.9 ถึง 98.2. ส่วนค่านิยมเฉลี่ยการใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงรองลงมาได้แก่ ภาคเหนือ, ภาคใต้ และภาคกลาง ตามลำดับ. แสดงว่าเชื้อเพลิงประเภทฟืนและถ่านยังอยู่ในความต้องการ และนิยมใช้กันมาก ในชุมชนนอกเขตเทศบาล รวมทั้งในชนบท.

นอกจากนี้ มีโรงงานอุตสาหกรรมอีกหลายชนิด ที่กำลังประสบปัญหาการขาดแคลนไม้ฟืนอย่างมาก เช่น โรงบ่มใบยาสูบ, โรงงานหล่อหลอมโลหะ, โรงงานอาหารสัตว์ ฯลฯ ต้องหันไปใช้เชื้อเพลิงจากลิกไนต์และน้ำมันเตา เป็นต้น. ทำให้เชื่อได้แน่ว่า อุปสงค์ของฟืนไม้มีมาก หรือกล่าวได้ว่าสูงกว่าอุปทานของวัสดุเหลือใช้. ดังนั้น การยอมรับเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ของผู้ใช้ฟืนไม้ ย่อมเป็นไปได้ไม่ยากนัก, หากผู้ผลิตจะสามารถผลิตให้ได้สม่ำเสมอและเพียงพอ ตลอดจนจำหน่ายในราคาที่ใกล้เคียงกับฟืนไม้.

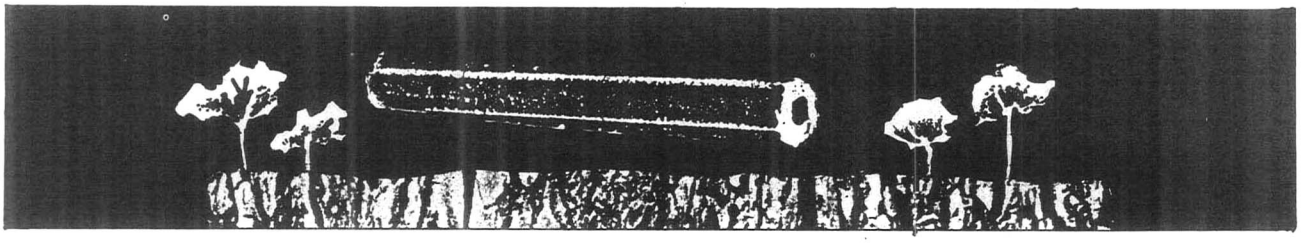
อนึ่ง เรื่องราคาของฟืนไม้นั้น ขึ้นกับค่าขนส่งจากแหล่งผลิต, อุปทานของไม้และราคาของน้ำมันเตา, พบว่าในบางแหล่งฟืนไม้มีราคาสูงถึงประมาณ 700 บาท/ลบ.ม.



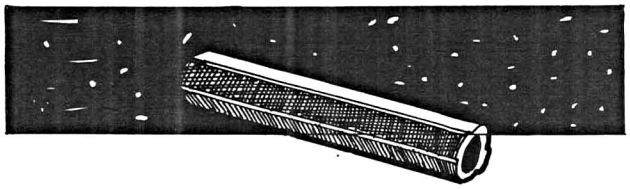
ความคุ้มทุนในการผลิต

การลงทุน

โดยอาศัยการศึกษาความคุ้มทุนในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบ พบว่าในการลงทุนผลิตสำหรับโรงงานขนาด 4 เครื่องอัด จะต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 564,800 บาท ดัง



รายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 5. จะเห็นได้ว่าเงินลงทุนประมาณ 63.7% เป็นค่าเครื่องอัด และประมาณ 17.7% เป็นค่าอาคารโรงงาน.



ตารางที่ 5. การลงทุนสำหรับโรงงานขนาด 4 เครื่องอัด.

รายการ	ราคาโดยประมาณ, บาท
1. ที่ดินสร้างโรงงาน 50 ตร.วา ตร.วาละ 600 บาท	30,000
2. ค่าปรับปรุงที่ดิน 10% ของราคาที่ดิน	3,000
3. อาคารโรงงาน	100,000
4. เครื่องจักรและอุปกรณ์	
4.1 เครื่องอัด 4 เครื่อง เครื่องละ 90,000 บาท	360,000
4.2 เครื่องทำความร้อน 800 วัตต์ 12 ตัว ตัวละ 400 บาท	4,800
4.3 สกรูอัด 4 ตัว ตัวละ 2,000 บาท	8,000
4.4 เครื่องสูบน้ำขนาด 0.5 แรงม้า 1 เครื่อง	2,000
4.5 ค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้า	10,000
5. เงินทุนดำเนินงาน (คิด 1 เดือนของราคาขาย)	47,000
รวมเงินลงทุน	564,800

สำหรับต้นทุนในการผลิตแท่งฟืนจากแกลบนั้น แบ่งออกได้เป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผัน ดังแสดงในตารางที่ 6. เนื่องจากในอัตราการผลิตปกติ จะผลิตแท่งฟืนแกลบได้ 563,000 แท่ง/ปี คิดเป็นต้นทุนในการผลิตฟืนแกลบทั้งสิ้น 0.78 บาท/แท่ง, ทั้งนี้ไม่รวมราคาวัตถุดิบแกลบและค่าขนส่ง.

ตารางที่ 6. ต้นทุนการผลิตต่อแท่ง.

รายการ	จำนวนเงิน บาท/แท่ง
ต้นทุนคงที่	
1) ค่าเสื่อมราคา	0.07
2) ค่าดอกเบี้ยเงินลงทุน	0.18
3) ค่าบำรุงรักษา	0.01
4) ค่าแรงงาน 3 คน	0.11
5) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	0.01
รวมต้นทุนคงที่	0.38
ต้นทุนแปรผัน	
1) ค่าเชื้อมพอกสกรูอัด	0.11
2) ค่ากระแสไฟฟ้า	0.25
3) ค่าอะไหล่เครื่องทำความร้อน	0.04
4) ราคาแกลบ	0.0
รวมต้นทุนแปรผัน	0.40
รวมต้นทุนการผลิตทั้งหมด	0.78

หมายเหตุ : กำลังการผลิต 563,000 แท่ง/ปี

จุดคุ้มทุนในการผลิต

โรงงานขนาด 4 เครื่องอัด ถ้าผลิตอัตราปกติ 8 ชม./วัน และ 300 วัน/ปี จะมีกำลังการผลิต 563,000 แท่ง. ในเชิงการค้า จุดคุ้มทุนในการผลิตจะต้องต่ำกว่ากำลังการผลิตปกติ มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายในการผลิตจะสูงขึ้น เนื่องจาก ความสึกหรอของเครื่องอัดและค่าล่วงเวลา.

จุดคุ้มทุนในการผลิตจะขึ้นกับต้นทุนในการผลิต และราคาจำหน่ายฟืนแกลบ ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ที่ราคาจำหน่าย 1.00 บาท/แท่งฟืนแกลบ จุดคุ้มทุนในการผลิตจะตกประมาณ 64% ของกำลังการผลิตปกติ. ถ้าจำหน่ายฟืนแกลบได้ในราคา 1.10 บาท/แท่ง หรือ 638 บาท/ลบ.ม. ซึ่งใกล้เคียงกับราคาฟืนไม้แล้ว มีจุดคุ้มทุนในการผลิตประมาณ 55% ของกำลังการผลิต. เห็นได้ชัดว่า การผลิตฟืนแกลบในเชิงการค้า มีโอกาสที่จะทำกำไรได้มาก.

ตารางที่ 7. จุดคุ้มทุนของการผลิตที่ราคาจำหน่ายต่าง ๆ กัน.

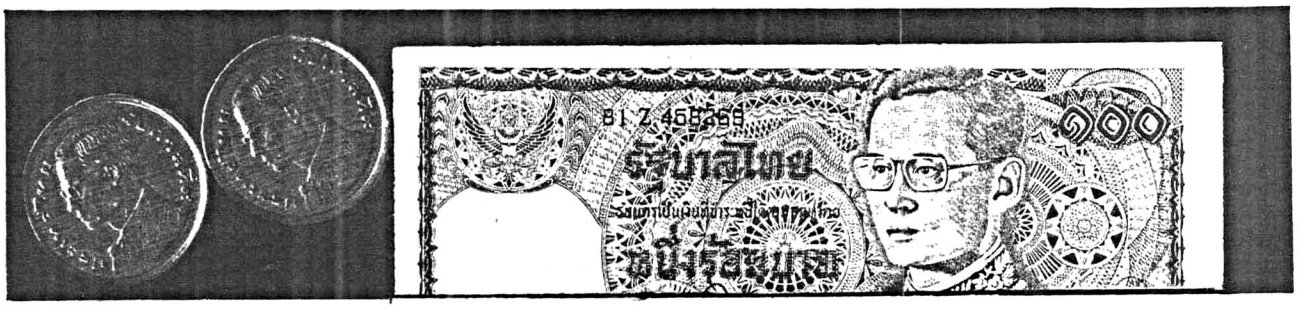
ราคาจำหน่าย (บาท/แท่ง)	จุดคุ้มทุนในการผลิต (แท่ง/ปี)	กำลังการผลิตปกติ (%)
0.78	563,000	100
0.90	432,921	76.90
1.00	360,780	64.08
1.10	309,247	54.93
1.20	270,596	48.06
1.30	240,533	42.72
1.40	216,482	38.45

อัตราตอบแทนของการลงทุน

การวัดอัตราตอบแทนการลงทุนจะใช้ค่า internal rate of return (IRR) เป็นเกณฑ์ และในการคำนวณ IRR จะใช้ข้อมูลพื้นฐานดังนี้ :

1. ให้ระยะถอนทุนคืนภายใน 5 ปี
2. โรงงานผลิตเต็มที่ 300 วัน ให้ได้ฟืนแกลบอย่างน้อย 563,000 แท่ง/ปี
3. ให้อัตราตอบแทนการลงทุน สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้

อย่างไรก็ตาม ค่าอัตราตอบแทนการลงทุน จะเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบต่าง ๆ ของต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่าย. ตารางที่ 8 แสดงการแปรผันของค่าอัตราตอบแทนการลงทุนตามราคาจำหน่าย, ค่าไฟฟ้า, ค่าแรงงาน และค่าวัตถุดิบแกลบ. จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่า ถ้าถือค่าที่ 30% เป็นเกณฑ์ ค่าวัตถุดิบจะต้องไม่เกิน 80 บาท/ตัน. มูลค่าวัตถุดิบนี้เป็นค่าสุทธิ คือ รวมค่าขนส่งด้วย. เนื่องจากราคาแกลบ 80 บาท/ตัน นี้เป็นราคาที่ค่อนข้างต่ำมาก แสดงว่า โรงงานผลิตจะต้องอยู่ใกล้กับโรงสี หรืออยู่ในโรงสี ทำให้การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบมีความคุ้มทุนแน่นอนขึ้น.

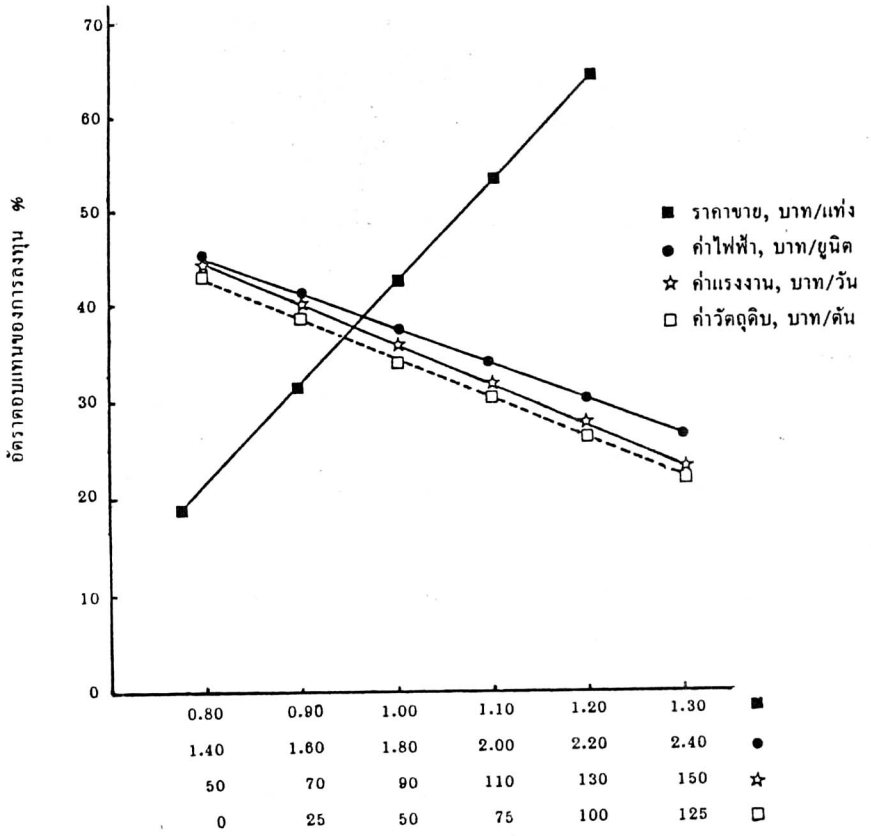


ตารางที่ 8. ผลขององค์ประกอบต่าง ๆ ของต้นทุนต่ออัตราตอบแทนของการลงทุน.

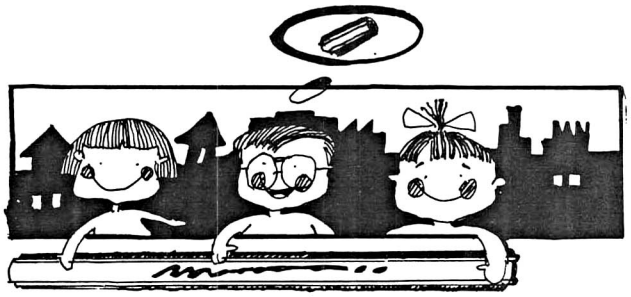
ราคาจำหน่าย, บาท/แท่ง	0.78	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30
อัตราตอบแทน, %	18.65	32.02	42.86	53.50	64.00	74.38
ค่าไฟฟ้า, บาท/ยูนิต	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40
อัตราตอบแทน*, %	44.77	41.21	37.61	33.93	30.19	26.55
ค่าไฟฟ้า, บาท/แท่ง	0.2351	0.2684	0.3022	0.3358	0.3694	0.4030
ค่างแรงงาน, บาท/วัน	50	70	90	110	130	150
อัตราตอบแทน*, %	44.20	40.02	35.91	31.76	27.55	23.27
ค่าแรงงาน, บาท/แท่ง	0.0959	0.1343	0.1726	0.2110	0.2464	0.2877
ค่าวัตถุดิบ, บาท/ตัน	0	25	50	75	100	125
อัตราตอบแทน*, %	42.86	38.78	34.65	30.53	26.42	22.24
ค่าวัตถุดิบ, บาท/แท่ง	0	0.0377	0.0753	0.1130	0.1506	0.1883

* เมื่อราคาจำหน่าย 1.00 บาทต่อแท่ง

รูปที่ 7. การเปลี่ยนแปลงของอัตราตอบแทนของการลงทุนตามปัจจัยการผลิตต่าง ๆ.



ระยะเวลาคืนทุน



ตารางที่ 9 แสดงระยะเวลาคืนทุนของโรงงานผลิตฟืนแกลบขนาด 4 เครื่องอัด โดยคิดอัตราดอกเบี้ยธนาคาร 18%.

ตารางที่ 9. ระยะเวลาคืนทุน.

ปีที่	รายได้สุทธิ (บาท)	PWF 18%	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)	รายได้สุทธิสะสม (บาท)
1	263,416	0.847	223,113	223,113
2	263,416	0.718	189,133	412,246
3	263,416	0.609	160,420	572,666
4	263,416	0.516	135,923	708,589
5	576,286	0.437	251,837	960,426

เห็นได้ว่าเงินลงทุนมีค่าอยู่ระหว่างปีที่ 2 และ 3 ของรายได้สุทธิสะสม ซึ่งสามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้ดังนี้ :

$$\frac{\text{จำนวนปีที่ 3 – จำนวนปีที่คืนทุน(n)}}{3-2} = \frac{\text{รายได้สุทธิ (ปีที่ 3) – เงินลงทุน}}{\text{รายได้สุทธิ (ปีที่ 3 – ปีที่ 2)}}$$

$$3 - n = \frac{572{,}666 - 564{,}800}{572{,}666 - 412{,}246}$$

$$n = 2.95 \text{ ปี}$$

ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปี.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ดังนี้คือ :

1. ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้มากกว่า 50 ล้านตัน/ปี ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นพลังงานทดแทนได้ โดยเฉพาะการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง เพื่อทดแทนฟืนและถ่านไม้.

2. ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ขั้นอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่สำคัญคือ เครื่องอัดแท่ง, เครื่องอบแห้ง, เครื่องย่อยขนาด, เครื่องร่อน และระบบควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น.

3. องค์ประกอบหลักที่สำคัญในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ ได้แก่ ความชื้นและขนาดของวัตถุดิบ, อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดแท่ง และความดันในกระบอกอัด.

4. แท่งเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบให้ค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรสูงกว่าค่าความร้อนต่อหน่วยปริมาตรของไม้ฟืนถึง 31.2%.

5. ตลาดของแท่งเชื้อเพลิงแข็งค่อนข้างแน่นอนมากขึ้นในเมื่อพื้นที่ป่าของประเทศลดลงมาก การปลูกป่าทดแทนไม่เพียงพอ, ความต้องการฟืนและถ่านไม้ของครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมยังมีปริมาณมาก.

6. การลงทุนผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบ สำหรับขนาดโรงงาน 4 เครื่องอัด เป็นเงิน 564,800 บาท โดยการผลิตที่อัตราปกติคือ 563,000 แท่ง/ปี คิดเป็นต้นทุนผลิตฟืนแกลบ 0.78 บาท/แท่ง.

7. ถ้าจำหน่ายแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบในราคาที่ใกล้เคียงกับฟืนไม้แล้ว จะทำให้จุดคุ้มทุนในการผลิตเป็นเพียง 55% ของกำลังการผลิต, เห็นได้ชัดว่า การลงทุนผลิตฟืนจากแกลบมีโอกาสกำไรได้มาก.

8. ตามขนาดโรงงานผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบที่กล่าวแล้ว เมื่อคิดอัตราดอกเบี้ยธนาคาร 18% ต่อปี ทำให้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปี.

เอกสารอ้างอิง

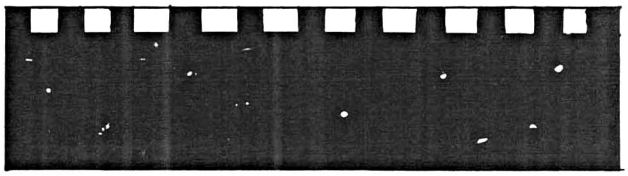
พิทักษ์อรรณพ, นารา และคณะ. 2524. "การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบในเชิงการค้า" เอกสารประกอบการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2523–24 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. (กรุงเทพฯ)

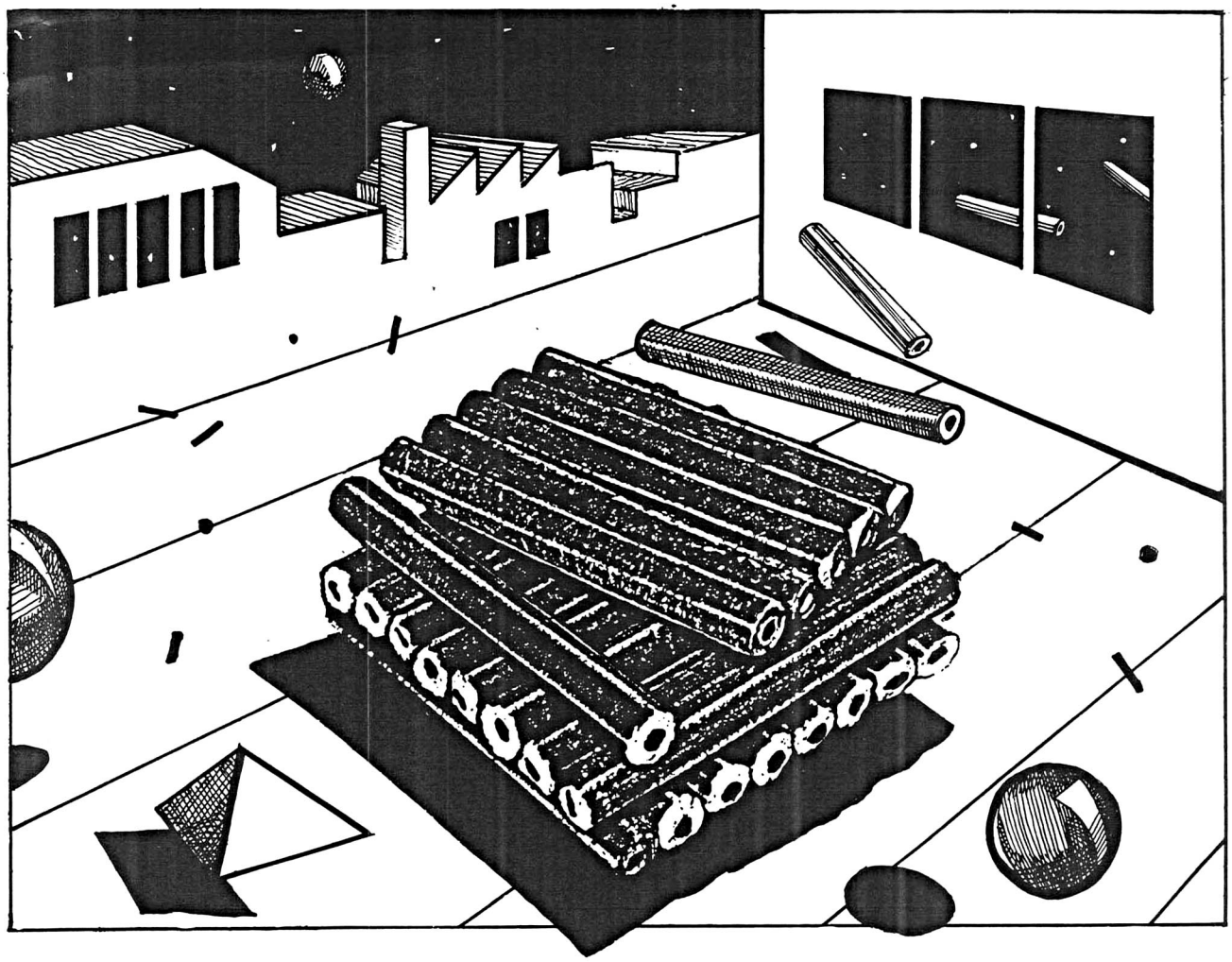
สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2528. "รายงาน–ความเหมาะสมในการผลิตฟืนแกลบ." (กรุงเทพฯ)

สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2528. "รายงานลับเฉพาะ–การจัดตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากขี้เลื่อยขั้นอุตสาหกรรม". (กรุงเทพฯ)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2528. "สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2527/28" ศูนย์สถิติการเกษตร. (กรุงเทพฯ)

Zaror, C.A. and Pyle, D.L. 1984. Agro-industrial wastes in Thailand: A survey and assessment of treatment methods. Bangkok.





ยีสต์ ในอุตสาหกรรมน้ำหอม*

พรสวรรค์ ดิษยบุตร

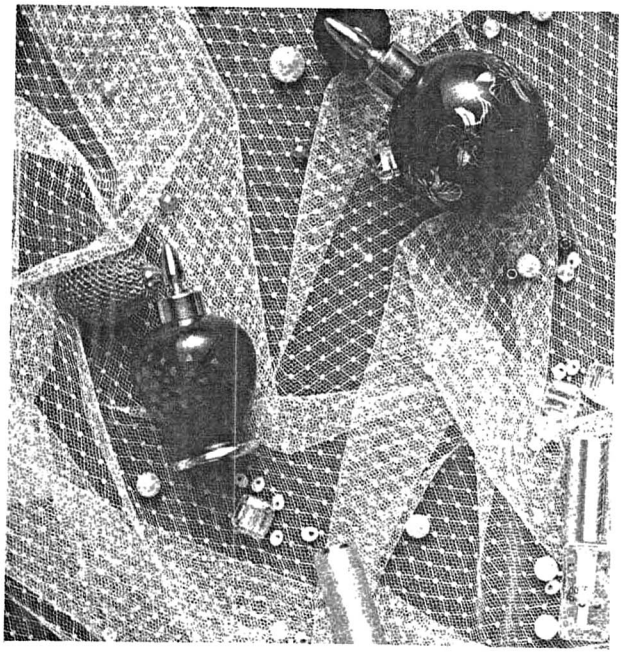
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

บางเขน กท. 10900

ในอุตสาหกรรมน้ำหอม วัตถุดิบธรรมชาติที่มีราคาแพงลิบลิ่วคือสารธรรมชาติจากชะมด (natural musk ; civet) เป็น volatile oil สีเหลืองถึงน้ำตาล จากต่อมสร้างกลิ่นทั้งตัวผู้และตัวเมีย ของ *Moschus moschiferous* Linné (Family Moschidae) และจาก *Viverra civetta* Schreber และ *V. zibetha* Schreber (Family Viverridae) ในน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสาร cyclic ketone เรียกว่า muskone ($C_{16}H_{30}O$), resin, cholesterin, protein, fat etc., muskone หรือ civetone จะเป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญของชะมด

ในการผสมสูตรน้ำหอม ผู้ปรุง (perfumer) จะใช้สารให้กลิ่นของชะมดเป็น fixative ทำให้น้ำหอมมีกลิ่นติดทนนานและมีความกลมกลืนของส่วนประกอบต่าง ๆ และยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหลายชนิดด้วย โดยมีประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้ส่งออกรายสำคัญ แต่เนื่องจากมีราคาแพงมาก และต้องฆ่าสัตว์เพื่อเอาต่อม (sac) นี้ ชมรมอนุรักษ์สัตว์ได้มีการต่อต้านมากขึ้น จึงได้มีการพยายามสังเคราะห์สารเคมีเลียนแบบ muskone ทำให้ราคาลดลง แต่คุณภาพก็ยังสู้ของธรรมชาติไม่ได้

ผู้ที่ประสบความสำเร็จอีกรายหนึ่งในการสังเคราะห์ คือ บริษัท Nippon Mining ได้ค้นพบยีสต์ (yeast) ชนิดหนึ่งที่ทำปฏิกิริยากับพาราฟินในน้ำมัน ให้กรด dicarboxylic ที่เปลี่ยนเป็น cyclopentadecanon ซึ่งเป็นสารสำคัญใน musk ได้โดยง่าย และมีความสำคัญมากในขณะนี้ เพราะองค์การ CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species) ควบคุมการค้าขาย musk deer อย่างเข้มงวด การสังเคราะห์แบบนี้จะง่ายและสะดวกกว่าวิธีเดิม ราคาอยู่ระหว่าง 150,000–200,000 เยน หรือ 1,030–1,376 ดอลลาร์ต่อกิโลกรัม กระบวนการสังเคราะห์นี้ได้รับรางวัลจาก Academic Society of Oil's Prize for Technological Improvement โดยทางบริษัทจะสร้างโรงงานใหม่เพื่อผลิตสารนี้โดยเฉพาะ และจะผลิตได้ประมาณ 3–4 ตัน/ปี.

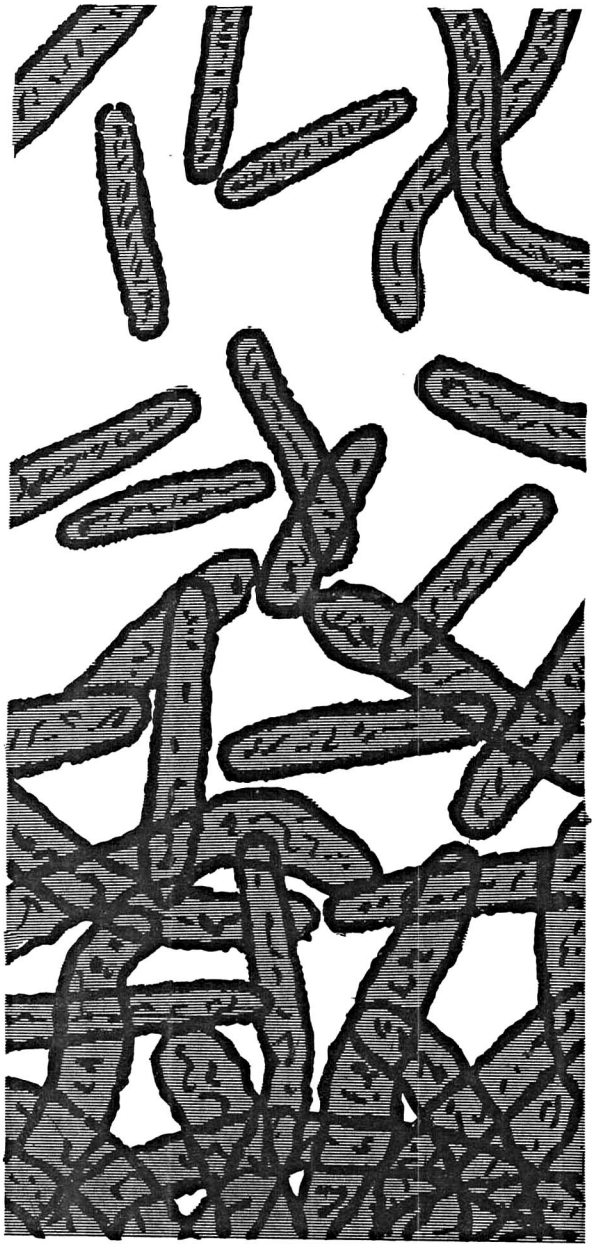


* เรียบเรียงจาก Look Japan, August 1987

การสร้างและปลดปล่อยสารปฏิชีวนะจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Scytonema* No. 11

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และ
อาภารัตน์ เชษฐสุมน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย บางเขน กท. 10900



บทคัดย่อ

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Scytonema* No. 11 ซึ่งแยกได้จากดินนาจังหวัดพิษณุโลก สามารถผลิตสารชนิดหนึ่งซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำและปลดปล่อยออกจากเซลล์ลงสู่อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว ทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีสีม่วง น้ำสีม่วง (อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารสีม่วงละลายอยู่) มีช่วงการดูดกลืนแสงมากที่สุด (maximum absorption) ที่ 534 nm จากการทดลองทางชีวเคมีของสารสีม่วงนี้ พบว่า มีคุณสมบัติเป็น algicide สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Anabaena siamensis* และ *Anabaena lutea* นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็น bacteriocide คือ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด แบคทีเรียที่นำมาทดสอบมี 2 สายพันธุ์ จากสกุล *Bacillus* คือ *Bacillus cereus* และ *B. subtilis* 2 สายพันธุ์ จากสกุล *Staphylococcus* คือ *Staphylococcus aureus* และ *S. capitis* จากกลุ่ม enterobacteria อีก 1 สายพันธุ์ คือ *Escherichia coli* ผลจากการทดลองพบว่า สารสีม่วงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ที่ศึกษา จากข้อมูลดังกล่าวนี้ควรที่จะทำการทดลองต่อเนื่องโดยวิเคราะห์และจำแนกสารสีม่วงว่าเป็นสารที่มีองค์ประกอบอย่างไรและจะคุ้มทุนหรือไม่ถ้าจะผลิตสารปฏิชีวนะนี้ในระดับอุตสาหกรรม

Extracellular Production of Antibiotic Substance(s) from *Scytonema* No. 11

Pongtep Antarikanonda
Aparat Chetsumon

Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bang Khen, Bangkok 10900, Thailand

Abstract

The blue-green algae, *Scytonema* No. 11, was isolated from the paddy soil of Phitsanulok province. It was observed that the alga was able to produce violet substance(s) in liquid medium. This violet colored solution showed maximum absorption at 534 nm, and exhibited inhibitory effects towards algae and bacteria. It inhibited the growth of *Anabaena siamensis* and *Anabaena lutea,* as well as five species of bacteria tested, including two species of the Genus *Bacillus; B. cereus* and *B. subtilis,* two species of the Genus *Staphylococcus; S. aureus* and *S. capitis,* and one enterobacteria; *Escherichia coli.*

The scientific importance and significance of this observation require studies in more detail. The isolation and analysis of the active components of the unknown violet colored antibiotic substance(s), produced by *Scytonema* No. 11, may lead to its being profitably produced on an industrial scale.

คำนำ

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (blue-green algae) เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในแง่การใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ แต่ประโยชน์ของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวนั้นยังมีอีกมากมาย เช่น ประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยา ใช้เป็นอาหารเสริม และที่น่าสนใจอีกด้านหนึ่งคือทางด้านการแพทย์

ในปัจจุบันยาปฏิชีวนะหลายชนิดได้จากสาหร่าย เรียกว่า cyanophycin หรือ marinamycin ซึ่งสารเหล่านี้มี

คุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ ได้หลายชนิด (พงศ์เทพ 1986)

Mason และคณะ (1982) พบว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ *Scytonema hofmanni* สร้างสารปฏิชีวนะซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวชนิดอื่น สารปฏิชีวนะที่พบนี้คือ cyanobacterin ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 430 และมีสูตร $C_{23}H_{23}O_6Cl$ สารนี้ยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้

หลายชนิด แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของ nonphotosynthetic bacteria และ protozoa ได้

เกี่ยวกับการสร้างสารปฏิชีวนะของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวยังมีผู้ศึกษาน้อยมาก กลุ่มทำงานวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ *Scytonema* No. 11 ซึ่งแยกได้จากดินนาจังหวัดพิษณุโลก สร้างสารชนิดหนึ่งและปลดปล่อยลงสู่อาหารเลี้ยงสาหร่ายนั้นทำให้อาหารมีสีม่วง สารนี้มีคุณสมบัติเป็น algicide คือสามารถยับยั้งการเจริญของสาหร่ายชนิดอื่น นอกจากนี้ยังแสดงคุณสมบัติเป็น bacteriocide อีกด้วย คือสามารถยับยั้ง

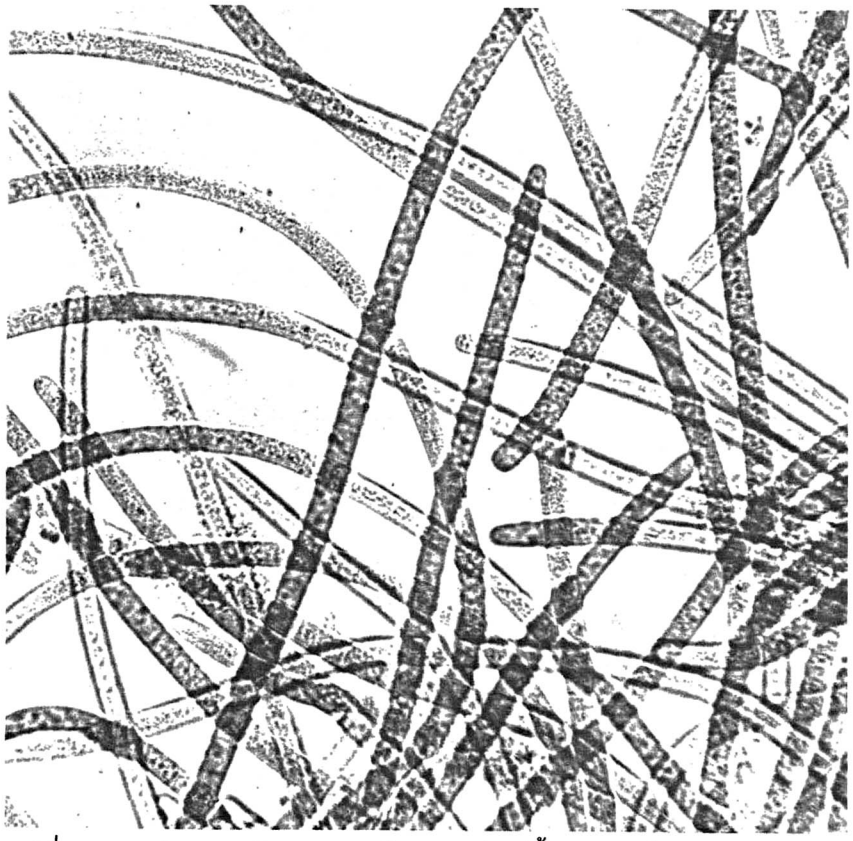
การเจริญของแบคทีเรียบางชนิด จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สารสีม่วงเป็นที่น่าสนใจ และได้ทำการศึกษารายละเอียดของสารนี้ ขั้นแรกของการศึกษาคือหาความยาวช่วงคลื่นที่ดูดจากเชื้อ จุ่มกระดาษกรองลงในสารแสงได้ดีที่สุด (maximum absorbance) ของน้ำสีม่วง หาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย สีน้ำเงินแกมเขียวบางชนิด จากผลการทดลองทั้งหมดเห็นได้ว่า เราอาจจะนำสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว มาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ได้อีกแขนงหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เลี้ยงสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Scytonema* No. 11 (รูปที่ 1) ในอาหารสำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Antarikanonda 1980) จนกระทั่งอาหารเลี้ยงสาหร่ายมีสีม่วงเข้ม แยกสาหร่ายออกจากอาหารเลี้ยงโดยการกรองผ่านกระดาษกรอง No. 1 นำสารละลายดังกล่าวไปตรวจ โดยเครื่อง Spectrophotometer (Spectronic UV 240) ตั้งแต่ความยาวคลื่น 190 ถึง 700 nm

ทดลองการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Anabaena siamensis* และ *Anabaena lutea* โดยเติมสารละลายสีม่วงลงในฟลาสก์ ขนาด 250 มล. ซึ่งบรรจุอาหารเหลวปริมาตร 100 มล. เติมสารละลายสีม่วงให้มีค่าความขุ่น หรือ optical density (O.D.) ที่ 534 nm เท่ากับ 0, 0.55, 0.065, 0.075 และ 0.115 เติมสาหร่ายที่ต้องการทดสอบลงในฟลาสก์ที่มีสารละลายสีม่วง นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าแบบแกว่ง ด้วยอัตราเร็ว 200 รอบต่อนาที วัดการเจริญเติบโตของสาหร่ายโดยดูค่าความขุ่นที่ 1,000 nm ทุก ๆ 24 ชม.

การทดลองการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบมี 2 สายพันธ์ จากสกุล *Bacillus* คือ *Bacillus cereus* และ *B. subtilis* 2 สายพันธุ์จากสกุล *Staphylococcus* คือ *Staphylococcus aureus* และ *S. capitis* จากกลุ่ม Enterobacteria อีก 1 สายพันธุ์ คือ *Escherichia coli* ทำให้เชื้อกระจายทั้งบนอาหาร ในจานเลี้ยงเชื้อโดยวิธี spread plate ตัดกระดาษกรอง No. 3 เป็นแผ่นกลมเล็ก ๆ ทำให้ปราศ



รูปที่ 1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Scytonema* No. 11 กำลังขยาย 600 เท่า

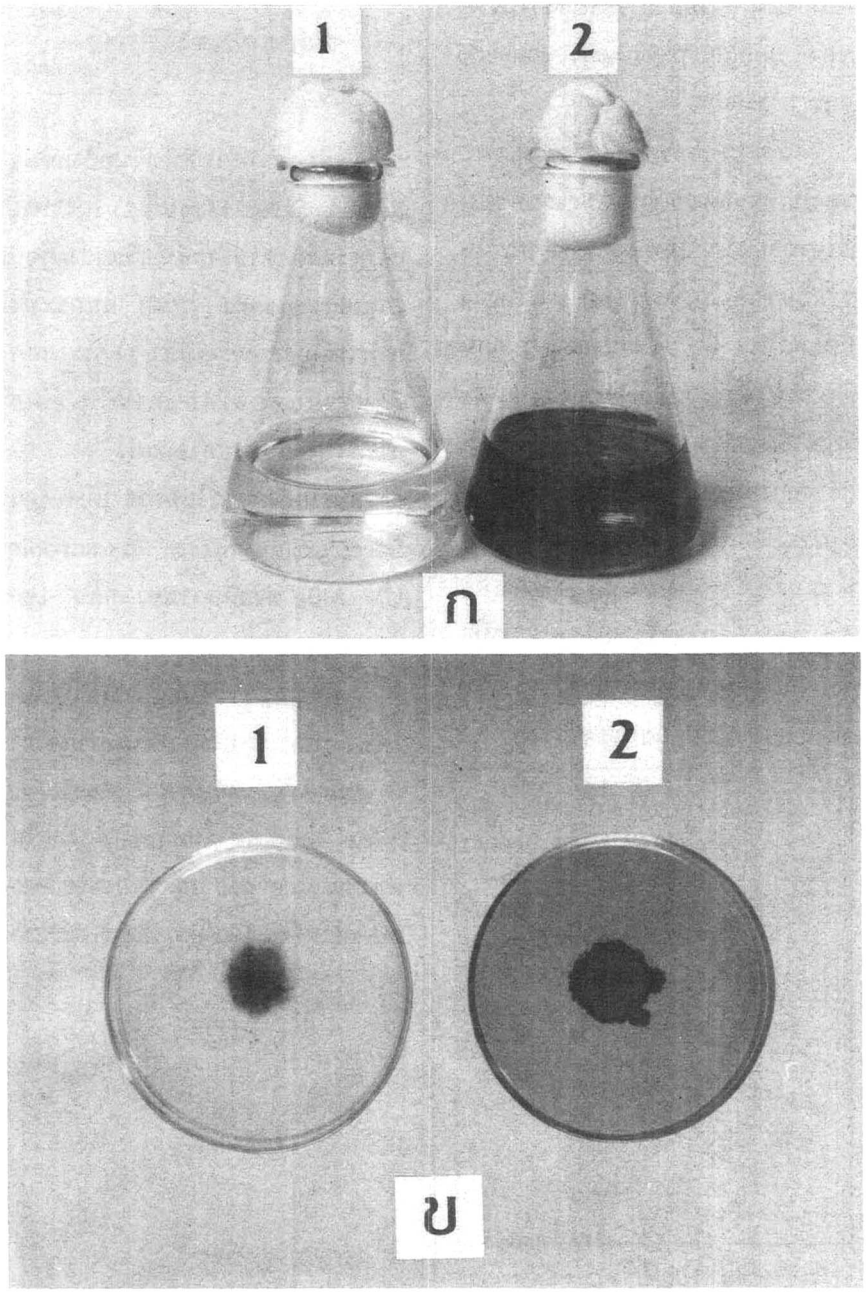
จากเชื้อ จุ่มกระดาษกรองลงในสารละลายสีม่วงที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ วางแผ่นกระดาษกรองบนอาหารในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จานละ 3 จุด (B, C และ D) จุ่มแผ่นกระดาษกรองลงในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว วางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จานละ 1 จุด (A) บ่มเชื้อที่ 30°ซ. 24 ชม. ตรวจดูความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียโดยสารสีม่วงจากสาหร่าย *Scytonema* ถ้าสารละลายสีม่วงมีคุณสมบัติสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้จะเกิดโซนใสรอบ ๆ แผ่นกระดาษกรอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการเลี้ยงสาหร่าย *Scytonema* No. 11 ในอาหารเลี้ยงสาหร่าย (ทั้งอาหารเหลวและอาหารแข็ง) พบว่า สาหร่ายนี้สร้างสารสีม่วงและปลดปล่อยออกสู่อาหารทำให้มีสีม่วง (รูปที่ 2) จึงได้ทำการแยกสาหร่ายออกจากสารละลาย และนำไปศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ

จากผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านการดูดซับแสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ พบว่า สารละลายสีม่วงนี้ดูดซับแสงได้ดีที่สุด (maximum absorbance) ที่ความยาวช่วงคลื่น 543 นาโนเมตร (แสดงในรูปที่ 3)

การศึกษาผลของสารสีม่วงจากสาหร่าย *Scytonema* No. 11 ต่อการเจริญของสาหร่าย 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena siamensis* และ *A. lutea* (แสดงในรูปที่ 4 และ 5) ปรากฏว่าสารสีม่วงมีผลยับยั้งการเจริญของสาหร่าย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mason และคณะ (1982) คือ สาหร่ายที่ได้รับสารสีม่วงตั้งแต่ระดับที่มีความเข้มข้นที่ O.D. ตั้งแต่ 0.055 มีผลให้การเจริญเติบโตช้ากว่าสาหร่ายที่ไม่ได้รับสารสีม่วง ผลของสารสีม่วงต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายจะเห็นเด่นชัดหลังจากวันที่ 4 ของการทดลองในสาหร่ายสายพันธุ์ *A. siamensis* และเมื่อสาหร่ายได้รับสารสีม่วงที่ระดับความเข้มข้นสูง (O.D. = 0.115) การเจริญของสาหร่ายสายพันธุ์ *A. lutea* (รูปที่ 4) จะถูกยับยั้งมากที่สุด

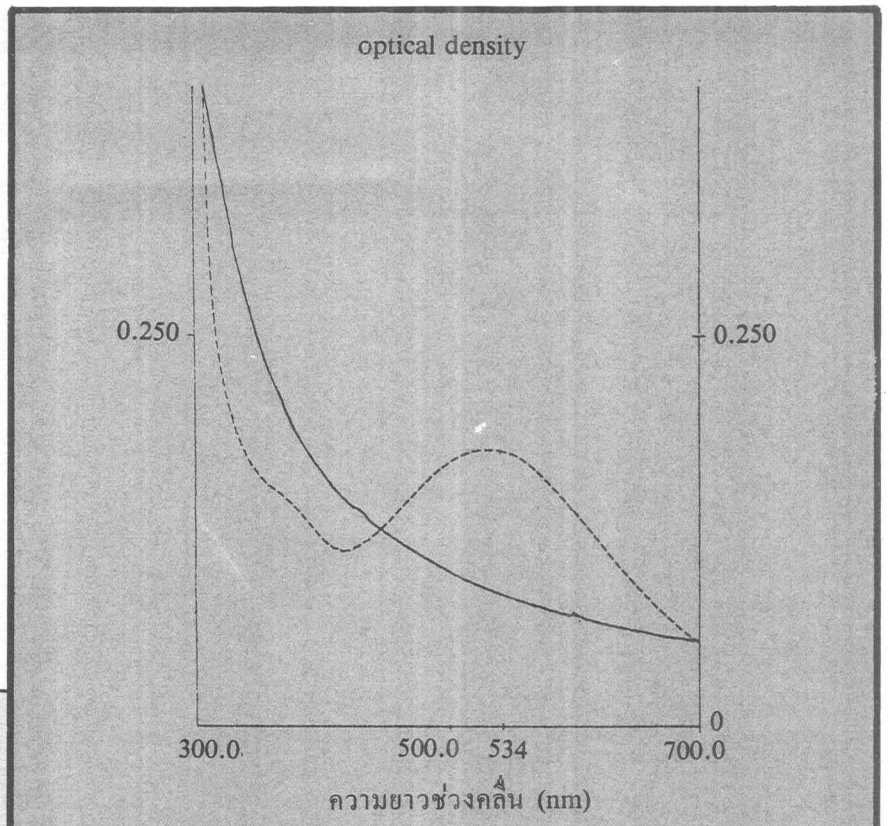


รูปที่ 2 การปลดปล่อยสารสีม่วงลงในอาหารเหลวของ *Scytonema* No. 11 เปรียบเทียบกับ *Nostoc* sp. ซึ่งไม่ปลดปล่อยสารสีม่วงนี้
ก. อาหารเหลว
ข. อาหารแข็ง
1 *Nostoc* sp. 2 *Scytonema* No. 11

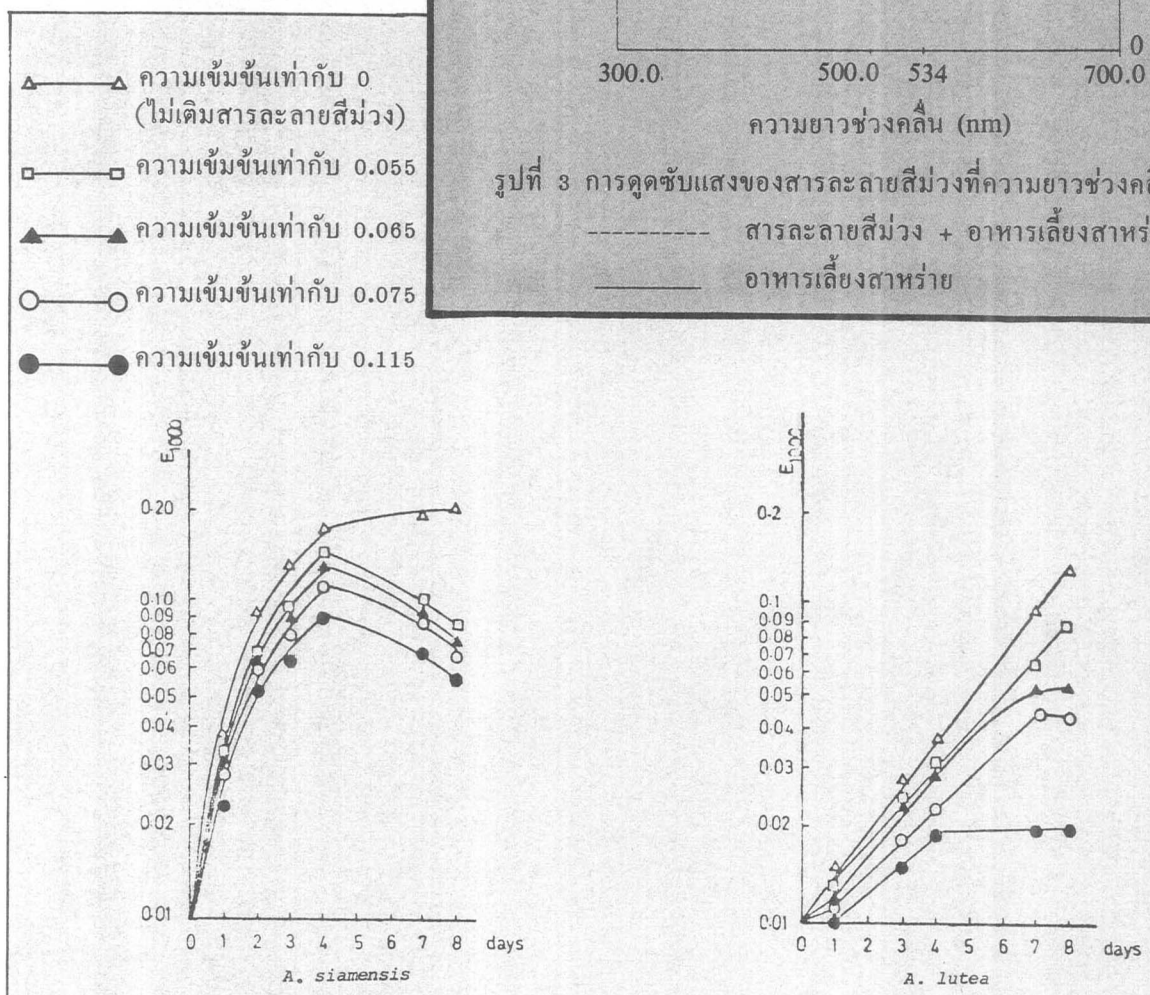
การทดลองผลของสารสีม่วงต่อการเจริญของแบคทีเรีย 5 สายพันธุ์ โดยตรวจสอบการเกิดโซนใสรอบ ๆ แผ่นกระดาษกรอง คือแบคทีเรียชนิดไหนที่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตจะเกิดโซน

ใสรอบๆ แผ่นกระดาษกรอง ผลการทดลอง แสดงในรูปที่ 6 พบว่า แบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ถูกยับยั้งการเจริญโดยสารสีม่วงแตกต่างกัน คือ *Staphylococcus aureus* ≈ *Staphylococcus capitis* > *Bacillus subtilis* > *Bacillus cereus* ≈ *Escherichia coli*

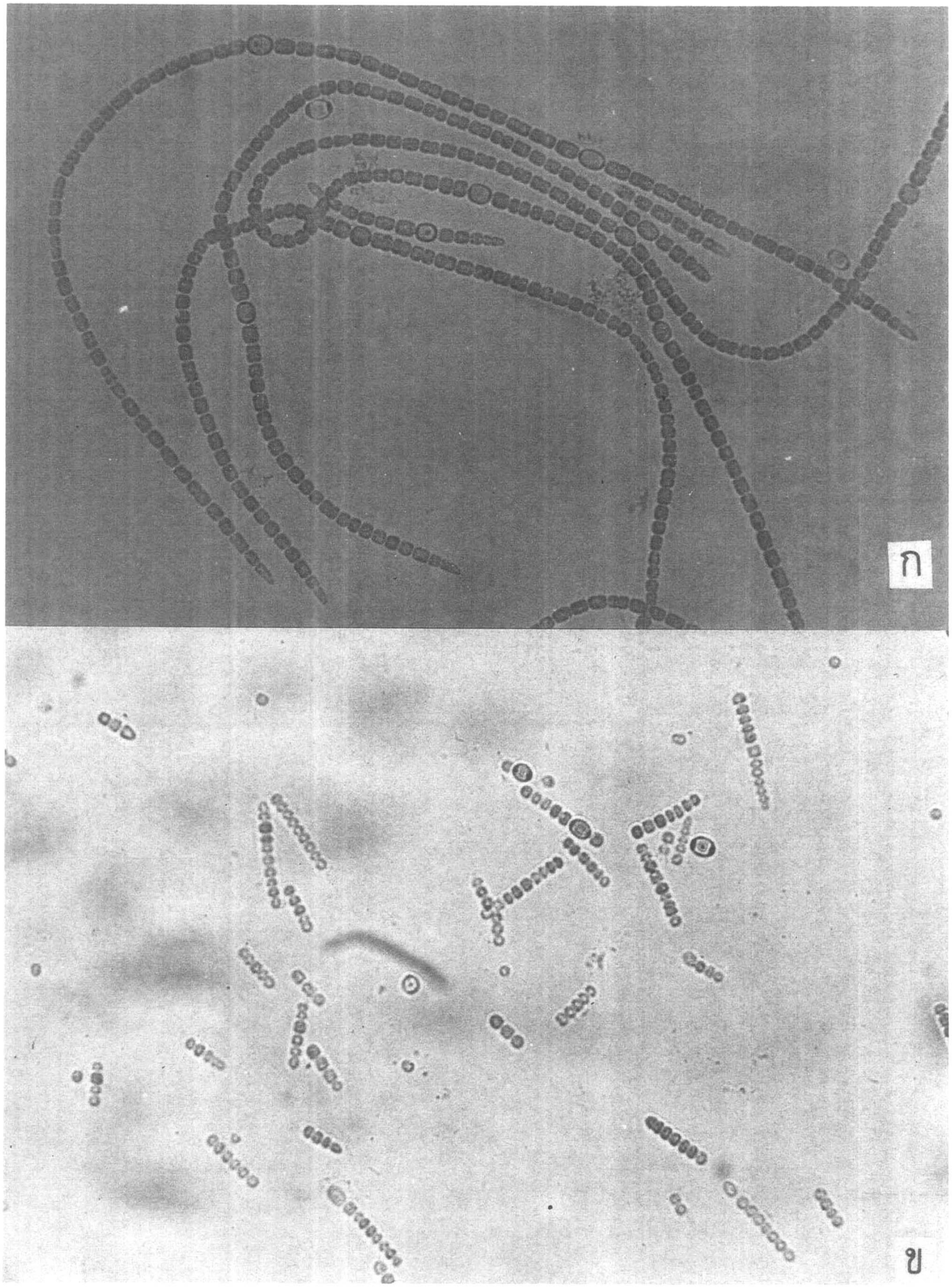
การทดลองดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป ในขณะนี้กำลังศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยทำการวิเคราะห์และจำแนกองค์ประกอบของสารสีม่วงนี้ และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม การผลิตสารนี้เพื่อใช้เป็นยาปฏิชีวนะ



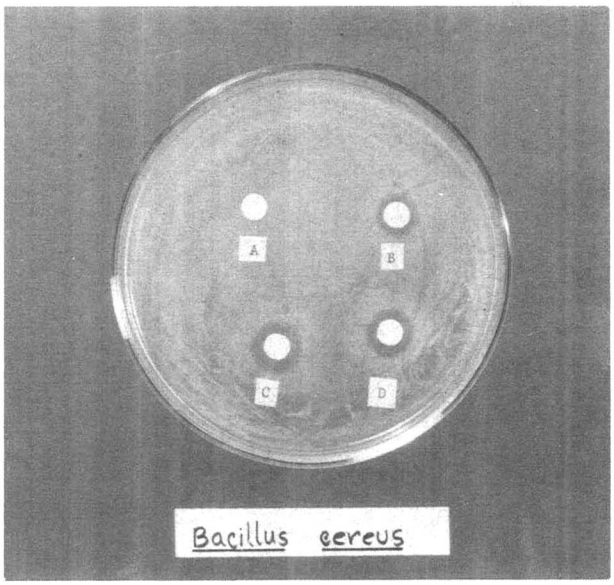
รูปที่ 3 การดูดซับแสงของสารละลายสีม่วงที่ความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ
---------- สารละลายสีม่วง + อาหารเลี้ยงสาหร่าย
———— อาหารเลี้ยงสาหร่าย



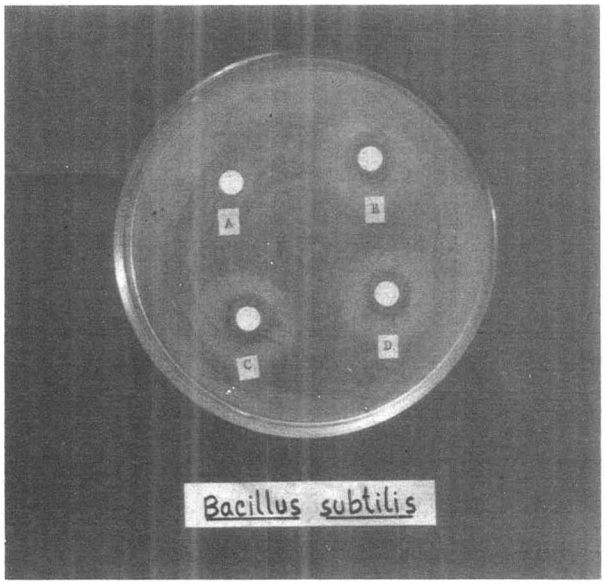
รูปที่ 4 ผลของสารละลายสีม่วงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญของ *A. siamensis* และ *A. lutea*



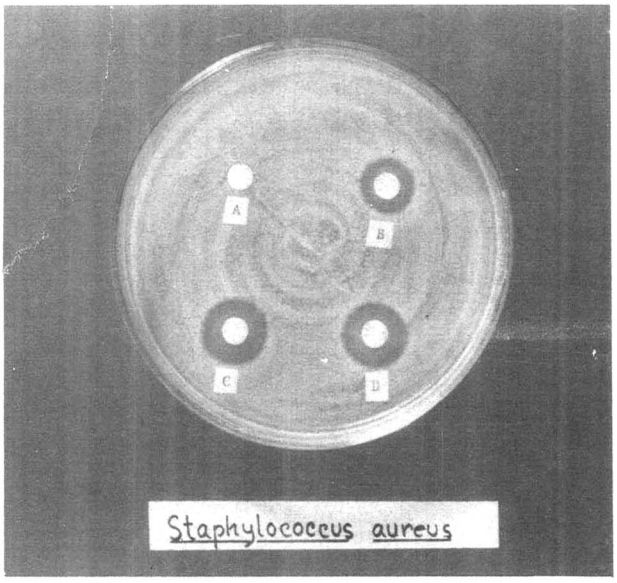
รูปที่ 5 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสาหร่าย *A. lutea* กำลังขยาย 600 เท่า
ก. เลี้ยงในสภาวะปกติ ข. เลี้ยงในอาหารซึ่งเติมสารละลายสีม่วง



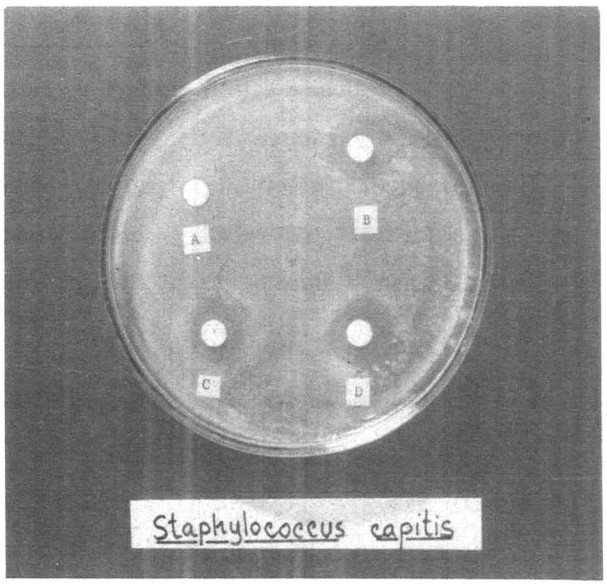
1



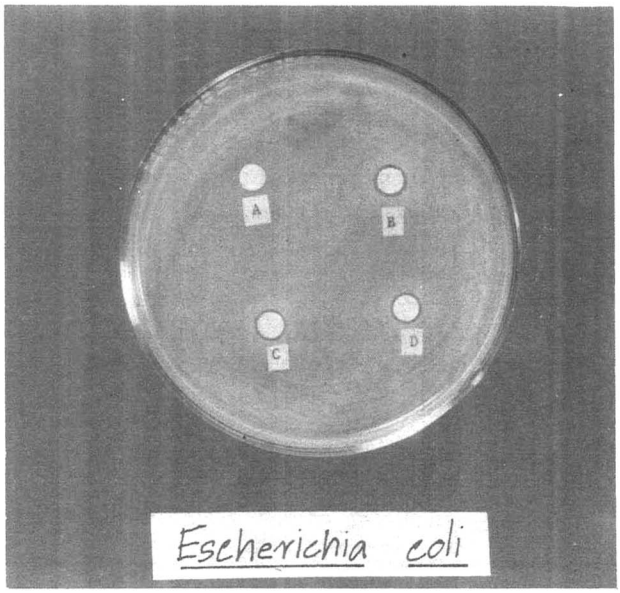
2



3



4



5

รูปที่ 6 การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยสารละลายสีม่วง

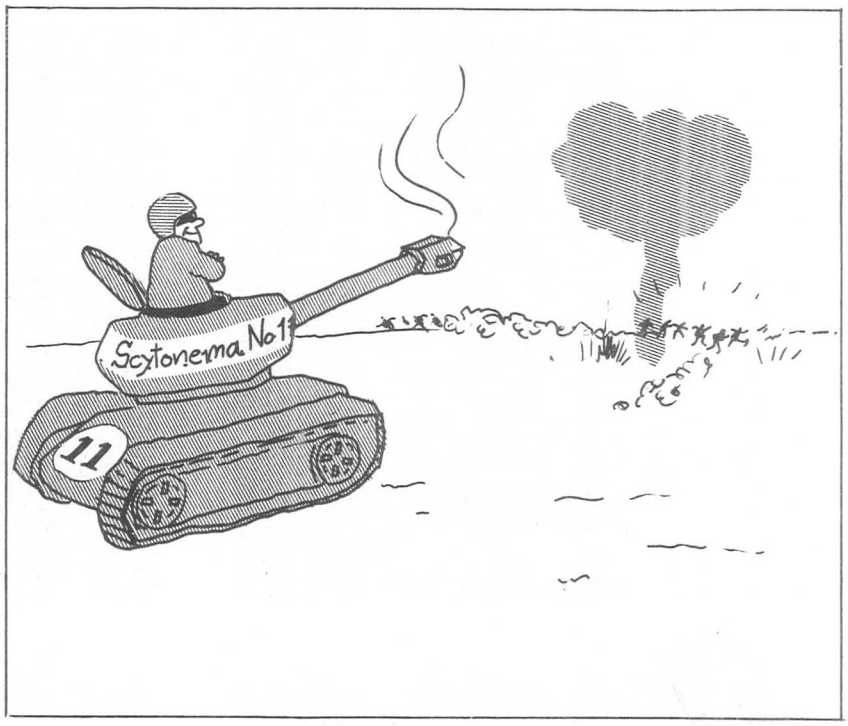
A = กระดาษกรองจุ่มน้ำกลั่น

B, C และ D = กระดาษกรองจุ่มสารละลายสีม่วง

1. *Bacillus cereus*
2. *B. subtilis*
3. *Staphylococcus aureus*
4. *S. capitis*
5. *Escherichia coli*

สรุป

จากการแยกสาหร่ายจากดินนาทั่วประเทศ พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Scytonema* No. 11 ซึ่งแยกได้จากดินนาจังหวัดพิษณุโลก สามารถผลิตสารชนิดหนึ่งและปลดปล่อยออกจากเซลล์ลงสู่อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว ทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีสีม่วง สารละลายสีม่วงนี้ (อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารสีม่วงละลายอยู่) มีช่วงการดูดกลืนแสงมากที่สุด (maximum absorption) ที่ 534 nm จากการทดลองทางชีวเคมีของสารสีม่วงนี้ พบว่า มีคุณสมบัติเป็น algicide สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Anabaena siamensis* และ *Anabaena lutea* นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็น bacteriocide คือ สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด. แบคทีเรียที่นำมาทดสอบมี 2 สายพันธุ์ จากสกุล *Bacillus* คือ *Bacillus cereus* และ *B. subtilis* 2 สายพันธุ์ จากสกุล *Staphylococcus* คือ *Staphylococcus aureus* และ *S. capitis* จากกลุ่ม Enterobacteria อีก 1 สายพันธุ์ คือ *Escherichia coli* ผลจากการทดลองพบว่า สารสีม่วงสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่ศึกษา.



เอกสารอ้างอิง

อันตะริกานนท์, พงศ์เทพ และ คณะ 1986. เอกสารประกอบคำบรรยาย เรื่อง : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสาหร่ายเพื่อประยุกต์ใช้ในทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

Antarikanonda, P. 1980. Morphological, physiological and biochemical studies with the effectively N_2-fixing blue-green alga (Cyanobacterium) *Anabaena* sp. TA 1. Gottingen. 111 p.

Mason, C.P.; Edwards, K.P.; Carlson, R.E. and Wood, J.M. 1982. Isolation of chlorine-containing antibiotic from fresh-water cyanobacterium *Scytonema hofmanni*. Science *215*: 400-402.

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิท

IBM PC/XT/AT Compatible

- 640 KB, 2 DISK DRIVES, MONOCHROME MONITOR ชุดละต่ำกว่า 26,000.- บาท
- 1 MB, 2 DISK DRIVES (360 KB, 1.2 MB), MONOCHROME MONITOR ชุดละต่ำกว่า 41,000.- บาท
- แถมดิสเก็ท, หนังสือ โปรแกรม และระบบภาษาไทย 25 บรรทัด ฟรี มีระบบบัญชีภาษาไทยให้เลือก
- แถมการอบรมคอมพิวเตอร์ 20-32 ชั่วโมง โดยสถาบันอบรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ซี ยู บี) เลือกโปรแกรมเรียนได้
- บริษัทฯ มี เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ทั้ง EPSON และ NEC, Tape Backup, Plotter, Digitizer, ปากกาสำหรับเครื่อง Plotter แบบเติมหมึกได้, ฮาร์ดดิสก์ขนาดต่าง ๆ, Hard Card, อุปกรณ์สำหรับเครื่องพิมพ์, หนังสือคู่มือไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- รับซ่อมเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทุกชนิด

บริษัท คอมพ์ทาวน์ จำกัด 9/1-2 ข้าง อ.ต.ก. ถนนกำแพงเพชร

บางเขน กรุงเทพฯ 10900 โทร. 270-1113, 279-3808

S+E

Complete Range of Carbon Products

ผลิตและรับจ้างทำ

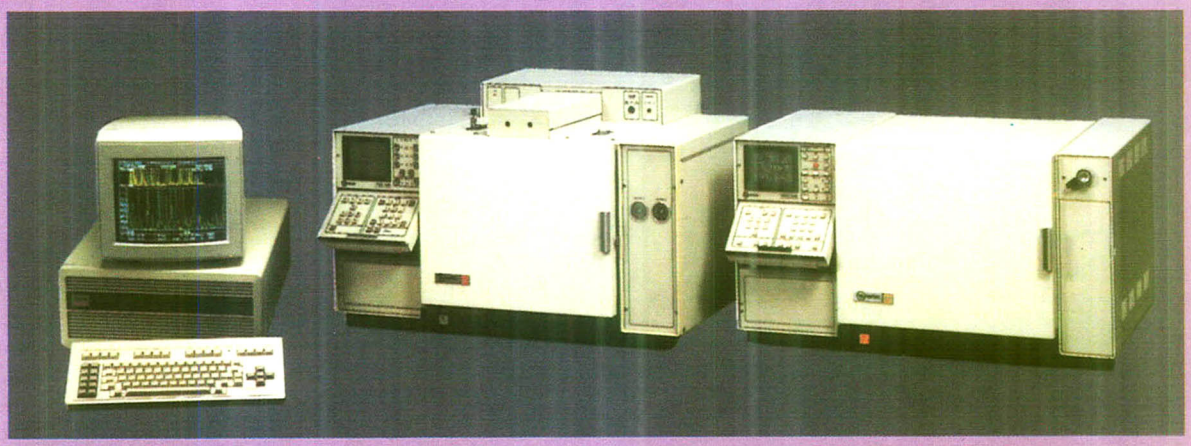
- Carbon brushes สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด
- Carbon สำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
- Carbon สำหรับงานวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
- รายละเอียด โปรดติดต่อ

บริษัท ยูไนเต็ดคาร์บอน โปรดักส์ จำกัด

varian

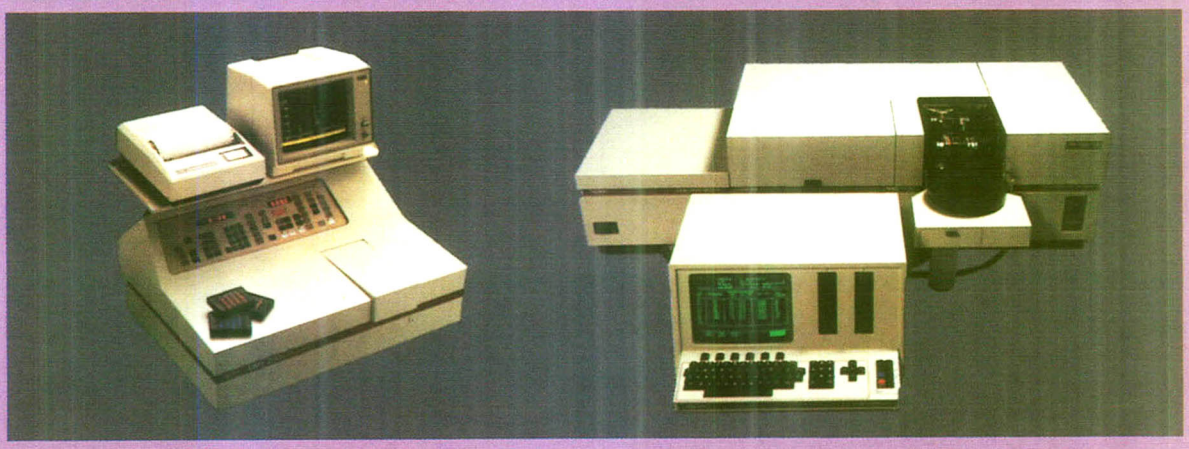
Varian is your full-line company for analytical instrumentation

The Chromatography Product Line *includes the three series of liquid chromatographs, three series of gas chromatographs and the DS-650 Series of chromatography data systems.*



Our UV-Vis Spectrophotometers *range from a low-cost, routine assay unit to high-performance systems for R&D.*

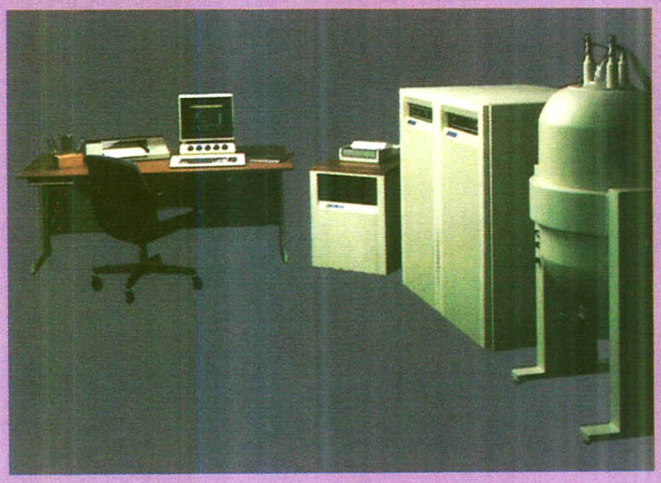
Atomic Absorption Spectrometers *offer unparalleled performance for flame, furnace, and hydride generation methodologies.*

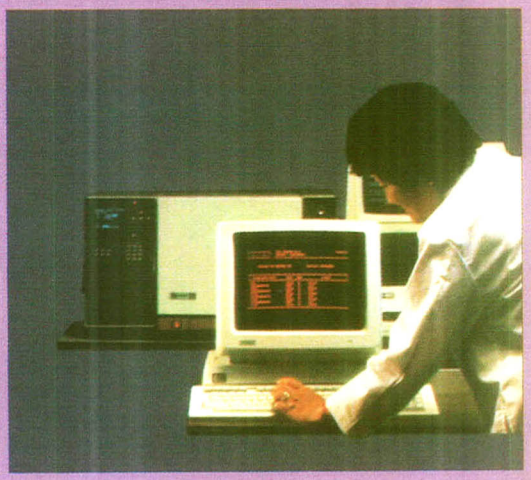


NMR Spectrometers *range from low-cost CW models to superconducting FT research systems with 200-, 300-, 400-, 500- and 600-MHz magnets.*

The Laboratory Information Management System *combines LIMS/DM software with the reliable VAX™ computer to give you a powerful new tool for managing lab activities.*

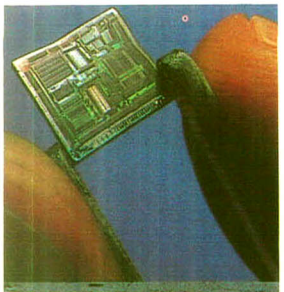
™VAX is a registered trademark of Digital Equipment Corporation.





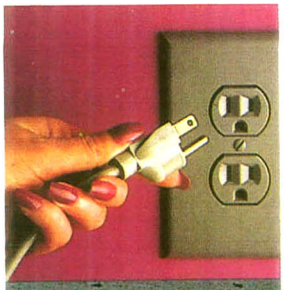
บริษัท ไทยยูนีค จำกัด
THAI UNIQUE CO., LTD.

80–82 ถนนประชาธิปไตย กรุงเทพ 10200
80-82 Pracharthipatai Road, Bangkok 10200
โทร. 2829749 2801787–8



The MICRO 3000 uses the same state-of-the-art NMOS III VLSI technology as our most powerful HP 3000s.

Hewlett-Packard and your Value-Added Reseller work together to provide the right combination of hardware and software for your business.



No special power requirements—just plug the MICRO 3000 into an ordinary wall outlet. And there's no need for a special air-conditioned computer room, either.

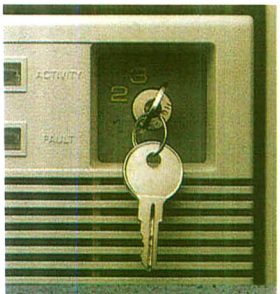
The HP3000 is one of the broadest families of compatible mini computers available today. It ranges from small distributed office systems to data base hosts that can handle large business computing needs.

When you make a capital investment in a computer system, you're investing in your future. Since change is the one thing you can predict with confidence, the computer system you select now should be able to accommodate your needs as they change and grow.

That's why providing a growth path for customers was an original, basic design premise of the HP 3000. We've done that by continual research and development to incorporate the latest technology into the HP 3000. And by our on-going commitment to software compatibility and hardware upgradability.

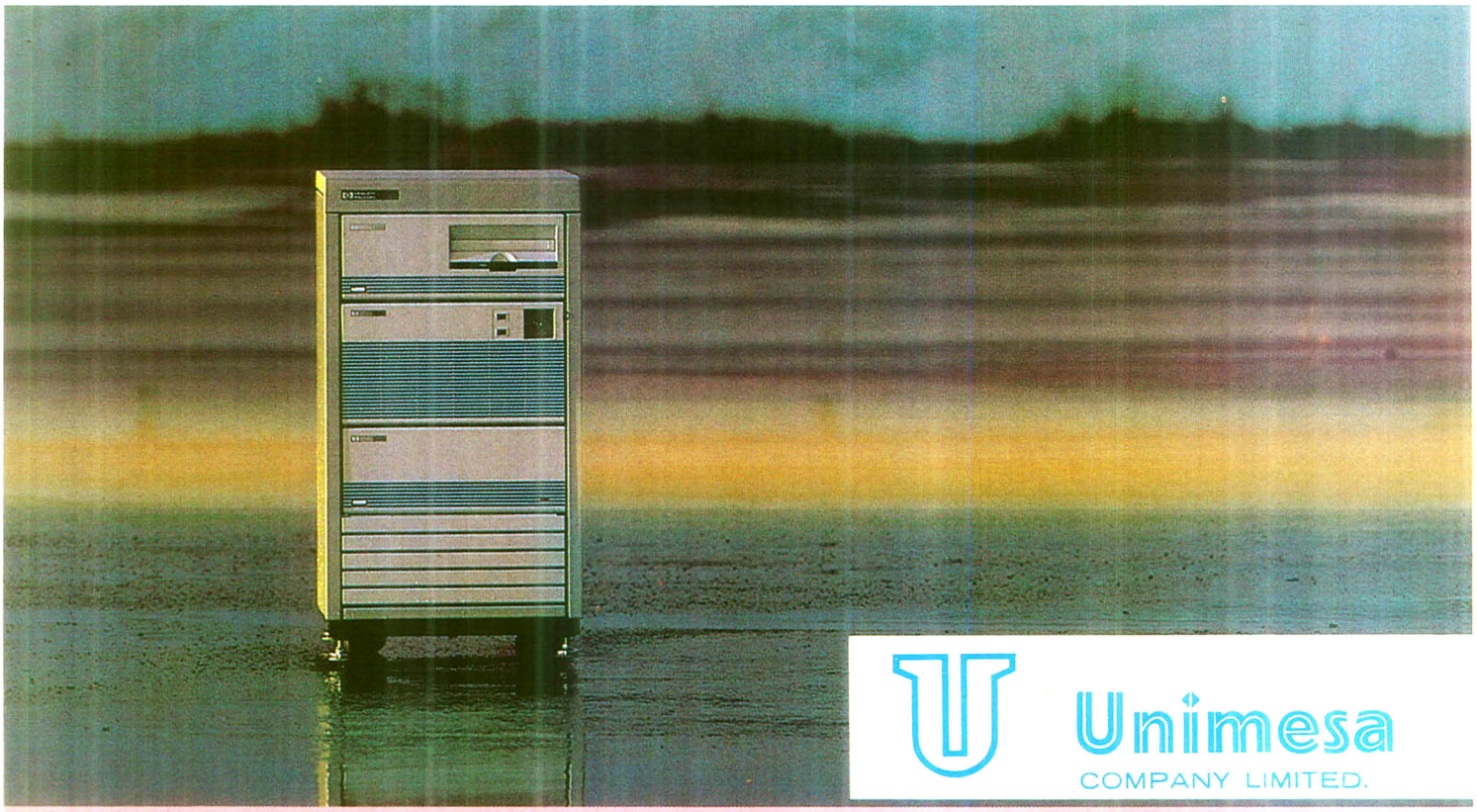
So whether you plan to support two users or several hundred, you'll find an HP 3000 that fits your needs today , and a full range of choices for your future growth.

HEWLETT PACKARD



Start making your business more productive from the very first day—with a complete MICRO 3000 "turnkey" solution.

Simple menus make day-to-day operation easy. No need for highly trained, specialized personnel.



Unimesa
COMPANY LIMITED.

บริษัท ยูนิเมซ่า จำกัด 30 ถ.พัฒน์พงศ์ ต. สุริวงศ์ อ. บางรัก กรุงเทพฯ 10500 โทร. 234-0991-3, 235-5727

การเชิดชูเกียรติผู้ผลิตสินค้าไทย และสินค้าไทย

เย็นใจ เลาหวณิช

ศจี ปิยะพงศ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แห่งประเทศไทย

บางเขน กท. 10900

ในปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี คือ ปัจจัยหลักที่จะนำไปสู่การพึ่งตนเองทางเศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศ การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีการทุ่มเทการลงทุนไปในการวิจัยและพัฒนา และการสร้างความสัมพันธ์อย่างแน่นแฟ้นระหว่างการวิจัยและพัฒนา กับ การผลิตของชาติ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรม การเกษตร พลังงาน และอื่น ๆ จะก่อให้เกิดการผลิตสินค้าไทยที่แท้จริง ซึ่งจะมีความแตกต่างไปจากสินค้าอื่น ๆ ที่ผลิตในประเทศไทยเนื่องจากสินค้าไทยควรหมายถึง สินค้าที่ผลิตโดยทางเทคโนโลยีที่ไทยกำกับเองได้

โดยที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน มีหน้าที่ความรับผิดชอบในเรื่องการส่งเสริมและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้สามารถนำไปแก้ไขปัญหาทางเศรษฐกิจ สังคม และเพื่อพัฒนาประเทศได้อย่างจริงจัง ดังนั้นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) จึงได้หามาตรการเพื่อสนับสนุนผู้ผลิตสินค้าไทย เพื่อเป็นการยกย่องโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าไทยที่มีคุณภาพ มาตรฐาน และสามารถเป็นตัวอย่างอันดีให้แก่ผู้ผลิตสินค้าไทยให้เกิดการริเริ่มสร้างสรรค์ต่อการพัฒนาสินค้าไทย การเชิดชูเกียรติสินค้าไทยนี้ จะเป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการเพิ่มขีดความสามารถในการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี

2. ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

3. ก่อให้เกิดการประหยัดค่า royalty ที่จะต้องจ่ายเพื่อซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

4. กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในหมู่คนไทยและในประเทศไทย

การดำเนินการเชิดชูเกียรติครั้งนี้ นับเป็นการดำเนินการในครั้งแรก ซึ่งจะเป็นตัวอย่างให้คนไทยเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพึ่งตนเองต่อไป การดำเนินงานในเรื่องนี้ วท. ได้ออกข้อบังคับว่าด้วยหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงงานผู้ผลิตสินค้าไทย และสินค้าไทยไว้ดังนี้คือ ผู้ผลิตสินค้าจะต้องเป็นผู้ผลิตสินค้าทันสมัยมีคุณภาพและผลิตโดยเทคโนโลยีที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ หรือได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากต่างประเทศอย่างเป็นระบบ และเป็นสินค้าที่ผลิตโดยเทคโนโลยีที่คนไทยสามารถควบคุม และกำกับได้

ส่วนสินค้าไทยซึ่งจะได้รับประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพว่าเป็น "สินค้าคุณภาพไทยทำ" ต้องเป็นสินค้าทันสมัย มีคุณภาพที่ผลิตโดยได้รับการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศไทย หรือเป็นสินค้าที่ผลิตโดยได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศอย่างเป็นระบบ และสินค้าที่ผลิตโดยเทคโนโลยีที่คนไทยกำกับเองได้

การเลือกสรรผู้ผลิตสินค้าไทยที่มีคุณภาพและมาตรฐานในครั้งแรกในปี 2530 มีผู้ผลิตจำนวน 4 ราย ที่ได้รับการเชิดชูเกียรติ โดยมีพิธีมอบโล่เชิดชูเกียรติผู้ผลิตสินค้าไทยและประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพ "สินค้าคุณภาพไทยทำ" (THAI-MADE QUALITY PRODUCT) ผู้ผลิตที่ได้รับการเชิดชูเกียรติสามารถใช้ตราประทับบนสินค้าเพื่อส่งเสริมการจำหน่ายได้ พิธีดังกล่าวได้จัดให้มีขึ้น ในวันพุธที่ 19 สิงหาคม 2530 ซึ่งเป็นช่วงเวลาระหว่างสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2530 ณ อาคารสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เป็นประธานในพิธี

โรงงานที่ได้รับการเชิดชูเกียรติในครั้งแรกนี้ ประกอบด้วยโรงงานต่อไปนี้คือ

1. บริษัท ไวน์มันด์ แอนด์ ซไนเดอร์ จำกัด

ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2516 ผู้ผลิตเครื่องมือ เครื่องจักรสำหรับใช้ในการผลิตหลอดอะลูมิเนียม กระป๋องสเปรย์ และภาชนะ บรรจุที่ทำด้วยโลหะและไม่มีตะเข็บ เช่น กระป๋องสเปรย์ กระป๋องเครื่องดื่ม

บริษัทฯ ได้เริ่มต้นพัฒนาเครื่องจักรด้วยการผลิตชิ้นส่วนของเครื่องมือที่ไม่ยากขึ้นมาก่อน สำหรับส่วนที่ยากได้สั่งเข้ามาเพื่อนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการพัฒนาต้นแบบ เมื่อได้ทดลองใช้งานดูปรากฏว่าใช้งานได้ดี จึงทำการผลิตเพื่อการใช้งานจริงต่อไป

การผลิตเครื่องจักรของบริษัทฯ ได้ทำทุกส่วนของเครื่อง ยกเว้นประเภท มอเตอร์ ลูกปืน อุปกรณ์ไฟฟ้า นอกนั้นเป็นการผลิตในประเทศไทยทั้งหมด

เครื่องมือเครื่องจักรที่ผลิตได้นี้ ผลิตขึ้นมาเพื่อส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ การจำหน่ายภายในประเทศมีเพียง 10% เท่านั้น ประเทศต่าง ๆ ที่ส่งไปจำหน่ายมี 15 ประเทศ เช่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ปากีสถาน ฮ่องกง เกาหลี ไต้หวัน อังกฤษ สวิตเซอร์แลนด์ ออสเตรเลีย มาเลเซีย เวเนซูเอลา เม็กซิโก บราซิล อาร์เจนตินา เป็นต้น

คณะทำงานของบริษัทฯ ซึ่งเป็นคนไทยมีความสามารถในการกำกับ ควบคุมเทคโนโลยีตลอดจนการซ่อมแซมเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว การผลิตผลิตภัณฑ์ ประเภทเครื่องจักรของบริษัทฯ นั้น วิศวกรชาวไทยสามารถ คำนวณและออกแบบชิ้นส่วนต่างๆได้ทั้งหมด และมีการควบคุมคุณภาพโดยช่างคนไทย

บริษัทฯ นี้ได้รับรางวัลผู้ผลิตสินค้าไทยดีเด่น ประจำปี 2530 ของกระทรวงอุตสาหกรรม

2. บริษัท ที.เอ็ม.ซี. อุตสาหกรรม จำกัด

ก่อตั้ง เมื่อปี 2516 เป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทไฮดรอลิก ทุกประเภท โดยใช้แผ่นเหล็กจากต่างประเทศ

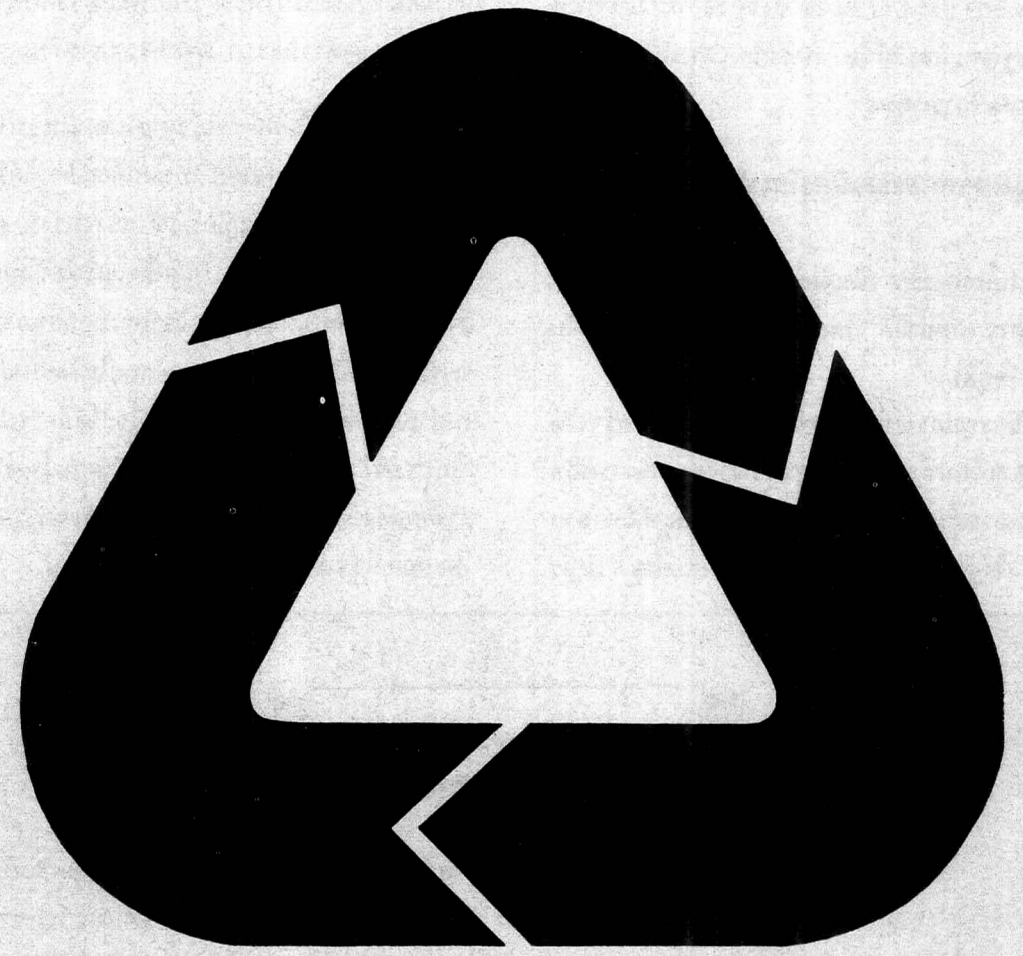
ในการผลิตเครื่องไฮดรอลิก บริษัทฯ ออกแบบโดยวิศวกรชาวไทย แล้วจึงตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ โดยขอความร่วมมือจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี หลังจากออกแบบและตรวจสอบแล้วจึงสร้างต้นแบบของเครื่องไฮดรอลิก แล้วทดสอบโดยการใช้งานยกสินค้าจริง หลังจากนั้นจึงส่งต้นแบบไปให้ลูกค้าทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจ ต่อจากนั้นโรงงานจึงสร้างเครื่องจักรเครื่องใหม่ให้ลูกค้านำไปใช้งานจริง การออกแบบของผลิตภัณฑ์คำนึงถึงมาตรฐานDIN เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีการทดสอบเครื่องจักรที่สร้าง เสร็จแล้วว่าได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ จึงจะส่งให้ลูกค้า

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต วิศวกรชาวไทยสามารถซ่อมแซม และแก้ปัญหากระบวนการผลิตได้โดยตลอด ผลิตภัณฑ์ของโรงงานส่งจำหน่ายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ที่ส่งไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศก็มีอยู่บ้าง

3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ว.เทรดดิ้ง

ก่อตั้งเมื่อปี 2524 เป็นผู้ผลิตผลไม้เชื่อมอบแห้ง ประกอบด้วยมะม่วง ขนุน ลำไย พุทรา ฝรั่งและมะกอกน้ำ โดยใช้ผลไม้ที่ผลิตภายในประเทศเป็นวัตถุดิบ

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดสร้างขึ้นภายในประเทศไทย ส่วนความรู้ในกระบวนการผลิต โรงงาน



สินค้าคุณภาพไทยทำ

THAI-MADE QUALITY PRODUCT

นี้ได้รับการถ่ายทอดจากผลการวิจัยและพัฒนาจาก วท. ทั้งหมด นอกจากนี้ วท.ยังให้ความช่วยเหลือในด้านเทคนิคเพื่อปรับปรุงเครื่องจักรบางตัวให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งแก้ปัญหาการผลิตอื่น ๆ ด้วย

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานนี้ ส่งไปจำหน่ายใน ฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ และหลายประเทศในทวีปยุโรปแล้ว ผลิตภัณฑ์ของโรงงานฯ ได้รับรางวัลผลิตภัณฑ์ดีเด่น (product award) ประจำปี 2529 ซึ่งจัดโดยหนังสือพิมพ์เส้นทางเศรษฐกิจ และได้รับ Health Certificate จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

4. บริษัท อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ จำกัด

ก่อตั้งเมื่อปี 2527 เป็นผู้ผลิตกระเทียมแคปซูลสกัดเข้มข้น ชนิดละลายน้ำได้ โดยใช้กระเทียมซึ่งผลิตได้ในประเทศเป็นวัตถุดิบ

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต สามารถสร้างได้ภายในประเทศเกือบทั้งหมด ความรู้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดได้รับการถ่ายทอดจากผลการวิจัยและพัฒนาจาก วท. และ วท. ได้ออกแบบกระบวนการของการผลิต รวมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาในการผลิตให้ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา จนโรงงานสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานในขณะนี้ จำหน่ายในประเทศไทย และอยู่ระหว่างการส่งไปจำหน่ายยังประเทศตะวันออก-กลาง และแคนาดา ผลิตภัณฑ์นี้ได้รับการทดสอบทางด้านเภสัชวิทยาว่า สามารถลดไขมันในหลอดเลือดของสัตว์ทดลอง และมีผลการทดลองทางคลีนิคในเรื่องสรรพคุณแล้ว จึงได้ขึ้นทะเบียนอาหารควบคุมพิเศษไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

โรงงานที่ได้กล่าวแล้วทั้งหมด มีส่วนได้เสริมสร้างและพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศสมควรได้รับการยกย่องว่าเป็นโรงงานที่มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ต่อการพัฒนาสินค้าไทย จะเป็นตัวอย่างให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคอื่น ๆ หันมาสนับสนุนและชื่นชมกับความสามารถของคนไทยและจะส่งเสริมให้มีการวิจัยค้นคว้าหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นในประเทศต่อไป การดำเนินงานนี้จะได้มีการปฏิบัติต่อเนื่องเป็นประจำ โดยจะไม่มีการจำกัดจำนวนโรงงานที่จะได้รับการยกย่องเชิดชูเกียรติ แต่จะได้มีการพิจารณาอย่างรอบคอบโดยคณะกรรมการซึ่ง วท. ได้แต่งตั้งขึ้น.

สินค้าคุณภาพไทยทำ

หลักเกณฑ์ในการเลือกผู้ผลิตสินค้าไทย : จะต้องเป็นผู้ผลิตสินค้าทันสมัยมีคุณภาพผลิตขึ้นด้วยเทคโนโลยีที่เกิดจากผลการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ หรือจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่คนไทยกำกับและควบคุมได้โดยสมบูรณ์ ผู้ผลิตสินค้าไทยจะได้รับโล่เชิดชูเกียรติ

สำหรับตัวสินค้าไทยนั้น จะได้รับประกาศนียบัตรเชิดชูเกียรติ เรียกว่า "สินค้าคุณภาพไทยทำ" (THAI-MADE QUALITY PRODUCT) โดยผู้ผลิตมีสิทธิใช้ตราเชิดชูเกียรติ มีลักษณะเป็นรูป 3 เหลี่ยม ประกอบด้วยลูกศร 3 ลูก วิ่งตามกันในลักษณะเวียนขวา (ทักษิณาวัตร) ซึ่งมีความหมายที่สำคัญ คือ

1. เป็นสินค้าคุณภาพสูง
2. เป็นสินค้าที่มีราคาแข่งขันได้ในตลาด
3. เป็นสินค้าทันสมัยและน่าใช้

ทิศทางของการเวียนขวา นั้น หมายถึงการพัฒนาคุณภาพทั้ง 3 ประการ โดยไม่หยุดยั้ง ลักษณะซึ่งเป็นตรารูปสามเหลี่ยมด้านเท่า มีความหมายถึงความมั่นคงและน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์นั้น ตราเชิดชูเกียรตินี้สามารถใช้เพื่อส่งเสริมการจำหน่ายโดยเฉพาะ.

คุณภาพแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันที่อบไล่สารละลายเฮกเซนแล้ว

วีระศักดิ์ อนัมบุตร ไพจิตร จันทรวงศ์
วิไลศรี ลิมปพยอม และ วีระ ทองประไพ

กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร บางเขน กท. 10900

บทคัดย่อ

การทดลองผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน (defatted soybean flour) จากแผ่นถั่วเหลือง (soybean flake) ซึ่งสกัดน้ำมันออกด้วยสารละลายเฮกเซน (hexane) พบว่าแผ่นถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันออกแล้ว เมื่ออบเพื่อไล่สารละลายเฮกเซนออก ที่อุณหภูมิ 50–80°ซ. ใช้เวลา 30–90 นาที ภายใต้ความดัน 400 มม.ปรอท ที่อุณหภูมิ 70°ซ. เวลา 30 นาที จะได้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันที่มีโปรตีนสูงสุด และที่อุณหภูมิ 80°ซ. เวลา 30 นาที จะได้ค่าโปรตีนต่ำสุด การใช้อุณหภูมิแตกต่างกันร่วมกับระยะเวลาต่าง ๆ กัน มีผลร่วมกันที่จะทำให้ได้ปริมาณโปรตีนแตกต่างกันในทางสถิติ สำหรับค่าดัชนีการละลายของโปรตีนในน้ำ (protein dispersibility index หรือ PDI) เมื่ออบที่อุณหภูมิ 70°ซ. เวลา 90 นาที จะได้ค่า PDI สูงสุด และที่อุณหภูมิ 80°ซ. เวลา 90 นาที จะได้ค่าต่ำสุด และพบว่าค่า PDI ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแตกต่างกันในช่วงอุณหภูมิ 50–80°ซ. เวลา 30–90 นาทีตามลำดับ นอกจากนี้การทดลองไม่แสดงผลว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างค่าโปรตีนและค่า PDI ไม่ว่าจะใช้อุณหภูมิและระยะเวลาการอบเท่าใด

DEFATTED SOYBEAN FLOUR QUALITY AS AFFECTED BY DESOLVENT PROCESS

VIRASAK ANUMBUTR, PAICHIT CHANDRAWONG
WILAISRI LIMPHAPAYOM AND WEERA THONGPRAPAI
Agricultural Chemistry Division, Department of Agriculture
Bang Khen, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

Soybean flake made from dehulled soybean was oil-extracted by n-hexane. The meal was subjected to desolvent process at 50-80°C under pressure at 400 mmHg for 30-90 minutes. It was found that the maximum (66.94%) and minimum (57.13%) defatted soybean protein was obtained by using temperature at 70°C and 80°C for 30 minutes respectively. Time and temperature had significant correlation on percent protein but not on protein dispersibility index (PDI). At 70°C and 80°C for 90 minutes the PDI was highest (96.58%) and lowest (84.80%) respectively.

คำนำ

ความรู้เรื่องโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่ใช่สิ่งใหม่ ในระยะเวลา 20 ปีเศษที่ผ่านมา สหรัฐอเมริกาและอีกบางประเทศได้พัฒนาการผลิตแป้งถั่วเหลืองเพื่อการบริโภคเป็นอย่างมาก ตั้งแต่ปี 1960 จนถึงปัจจุบัน การผลิตแป้งถั่วเหลืองได้เพิ่มขึ้นจากปีละ 120 ล้านปอนด์ เป็นปีละ 3 พันล้านปอนด์ เพื่อตอบสนองการนำไปทำผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จากการวิจัยและพัฒนาการผลิตแป้งถั่วเหลืองชนิดนี้ในโรงงานขนาดเล็กของกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ทำให้ได้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน (defatted soybean flour) เพื่อผลิตเนื้อเทียมได้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้นอกจากจะลดปัญหาการนำเข้าจากสหรัฐอเมริกาแล้วยังจะช่วยบำบัดภาวะทุพโภชนาการให้แก่ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ซึ่งยังขาดอาหารโปรตีนอยู่อีกเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชนบทยากจน ซึ่งเป็นชนกลุ่มใหญ่ของประเทศอีกด้วย

การผลิตแป้งถั่วเหลืองในระยะเริ่มแรก เป็นเพียงผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมัน ส่วนแป้งหรือกากนำไปเป็นอาหารสัตว์จึงไม่ใช่สำหรับการบริโภค ต่อมาได้มีการปรับปรุงวิธีการผลิตโดยการแยกเอาเปลือกออกก่อน ผ่านเข้าเครื่องรีดแผ่น (flaker) แล้วสกัดน้ำมันด้วยสารละลายเฮกเซน (hexane) หลังจากสกัดน้ำมันออกแล้ว อบไล่สารละลายภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศต่ำ เพื่อมิให้โปรตีนสลายตัว จะได้กากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูง จึงนำไปบดเป็นแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน แป้งนี้จะถูกนำเข้าเครื่องบีบอัด (extruder) ระบบอุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของแป้งให้มีลักษณะเป็นเนื้อสัตว์ที่เชื่อมโยงกัน มีเยื่อใยคล้ายเนื้อที่เรียกว่าเนื้อเทียมหรือ textured vegetable proteins (TVP) (Smith 1975)

นอกจากนี้แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันยังสามารถนำไปทำโปรตีนแยกส่วนหรือเรียกว่า soy protein isolate (SPI) และโปรตีนเข้มข้น หรือเรียกว่า soy protein concentrate (SPC) เพื่อทำเนื้อเทียมคุณภาพสูงที่ปราศจากแป้งได้อีกด้วย (Wilding 1974) โปรตีนเหล่านี้เมื่อนำมาประกอบเป็นอาหารให้อยู่ในรสนิยมและระบบการบริโภคของคนไทย ปรากฏว่าได้รับความนิยมและเรียกร้องให้มีการผลิตและการจำหน่ายมากขึ้นในประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้งดการบริโภคเนื้อสัตว์ (มังสวิรัติ) จะมีความต้องการอาหารโปรตีนประเภทนี้เป็นอย่างมาก เพราะโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันนี้ให้คุณค่าโปรตีนเป็น 3 เท่าของโปรตีนในเนื้อสัตว์ แต่ราคาถูกกว่ามาก

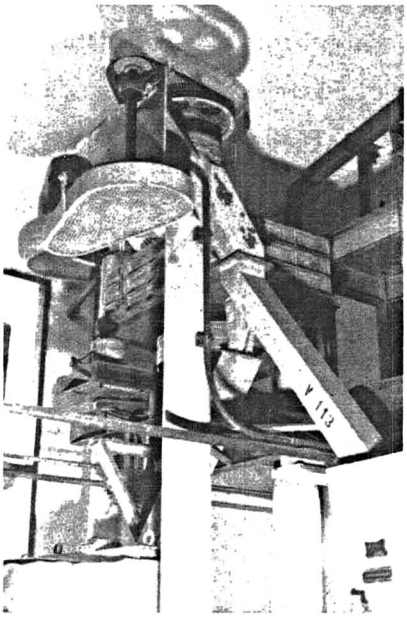
ปัจจุบันโรงงานที่ผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันในทางการค้ายังไม่มีในประเทศไทย จึงยังไม่มีผู้ใดผลิตแป้งชนิดนี้ นอกจากที่กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตรเท่านั้น ซึ่งเป็นโรงงานสกัดน้ำมันพืชขนาดเล็กมีกำลังผลิตวันละ 200 กก. โรงงานนี้ได้รับการดัดแปลงและเพิ่มเติมให้มีระบบไล่สารละลายด้วยอุณหภูมิต่ำ (low temperature desolventizer) ทำให้สามารถผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันได้และมีคุณภาพทัดเทียมกับแป้งที่สั่งซื้อจากสหรัฐอเมริกา

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

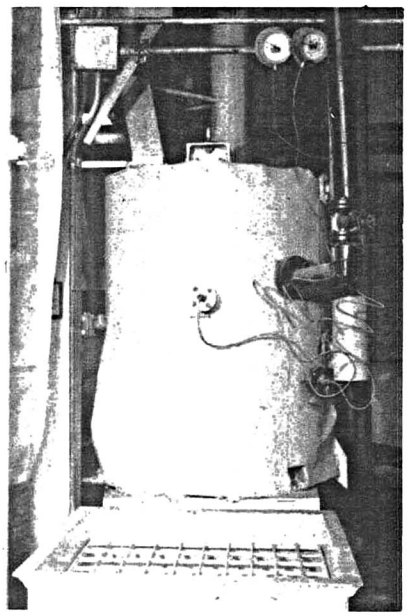
คัดเลือกเมล็ดถั่วเหลืองใหม่ที่มีคุณภาพสูง กล่าวคือความชื้นต่ำ ขนาดของเมล็ดสม่ำเสมอ และมีเมล็ดเสียปะปนน้อยที่สุด นำมาทำความสะอาดโดยผ่านเครื่องแยกสิ่งปลอมปน (sifter) แยกเอาเมล็ดลีบ เศษพืช ดินและฝุ่นละอองออกให้หมด ผ่านเข้าเครื่องแยกโลหะ (magnetic separator) เพื่อแยกเศษโลหะที่อาจติดมากับเมล็ดถั่วเหลือง เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจักร (รูปที่ 1) จากนั้นจึงผ่านเข้าเครื่องอบเพื่อปรับสภาพของเมล็ดถั่วเหลืองให้เหมาะกับการที่จะกะเทาะเปลือก โดยอบที่อุณหภูมิ 80°ซ. เวลา 1 ชั่วโมง ปรับความชื้นอยู่ระหว่าง 8–10% (รูปที่ 2) แล้วจึงนำไปผ่านเครื่องกะเทาะเปลือก (dehuller) ด้วยโม่หินหมุนด้วยมอเตอร์ บดให้เมล็ดถั่วเหลืองแตกออกเป็น 2 ซีก เปลือกก็จะหลุดออกจากเมล็ด แล้วใช้พัดลม (blower) เป่าแยกเอาเปลือกออกจากเมล็ดถั่วเหลือง (รูปที่ 3) จากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองเข้าเครื่องรีดแผ่น (flake roller, รูปที่ 4) ให้แผ่นถั่วเหลือง (soybean flake) มีความหนา 0.30–0.35 มม. (วัดด้วยไมโครมิเตอร์) เพื่อให้ถั่วเหลืองมีผิวสัมผัสกับสารละลายเฮกเซน ได้มากขึ้น

ลำเลียงแผ่นถั่วเหลือง ไปสกัดน้ำมันที่เครื่อง solvent extractor ซึ่งเป็นระบบแช่และหมุนเวียนสารละลายด้วยปั๊มที่อุณหภูมิ 50–55°ซ. เวลา 4 ชม. สารละลายเฮกเซนจะละลายน้ำมันจากแผ่นถั่วเหลืองผสมกันระหว่างถั่วเหลืองกับสารละลาย ซึ่งเรียกว่ามิสเซลลา (miscella) เมื่อมิสเซลลามีความเข้มข้นถึง 30% เปลี่ยนสารละลายเฮกเซนใหม่เข้าไปละลายน้ำมันจากแผ่นถั่วเหลืองอีก จะต้องเปลี่ยนสารละลายรวม 3 ครั้ง ใช้เวลาทั้งสิ้น 4 ชม. ในการสกัดน้ำมัน แล้วจึงอบไล่สารละลายที่ตกค้างอยู่ใน

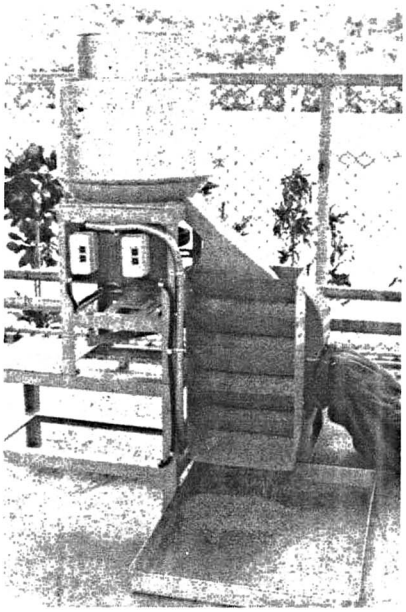
แผ่นถั่วเหลือง ในถัง extractor ซึ่งติดระบบไล่สารละลาย อุณภูมิต่ำที่ 50°ซ., 60°ซ., 70°ซ. และ 80°ซ. โดยใช้เวลา 30, 45, 60, 75 และ 90 นาที ตามลำดับ ภายใต้ความดัน 400 มม.ปรอท ทุกวิธีการทดลอง



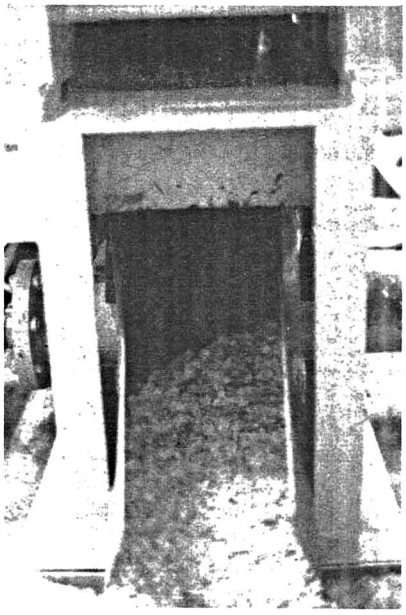
รูปที่ 1. เครื่องแยกสารปลอมปนและแยกโลหะด้วยระบบแม่เหล็ก (sifter and magnetic separator)



รูปที่ 2. เครื่องอบลดความชื้น (cooker)



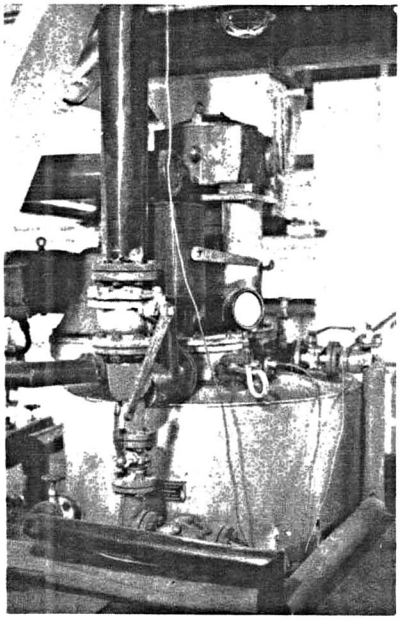
รูปที่ 3. เครื่องกะเทาะเปลือก (dehuller) และเครื่องเป่าลม (blower)



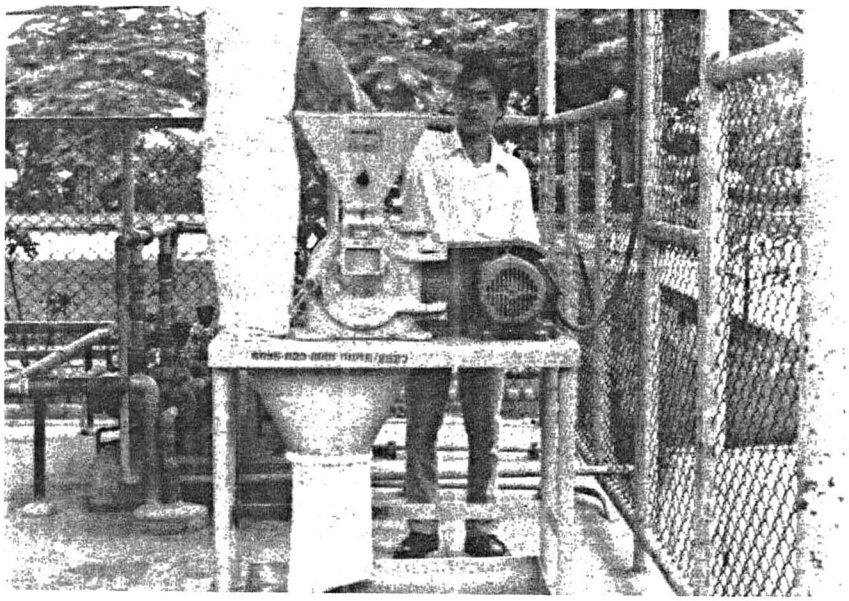
รูปที่ 4. เครื่องรีดแผ่นถั่วเหลือง (flake roller)

การควบคุมการให้ความร้อนในการอบไล่สารละลายเฮกเซน ในแผ่นถั่วเหลืองและในขั้นตอนการผลิต จะเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมคุณภาพและคุณสมบัติทางโภชนาการ โดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งขึ้นต่อปริมาณความร้อนที่ใช้ในการอบ (Keller 1974) การใช้ความร้อนและปริมาณความชื้นในการอบไล่สารละลายเป็นสาเหตุทำให้โปรตีนในกากถั่วเหลืองไม่ละลายน้ำ และจะละลายได้เพียงเล็กน้อยเมื่ออบที่อุณหภูมิ 127°ซ. นาน 2.5 ชม. ที่ 100% ความชื้นสัมพัทธ์ ความเปลี่ยนแปลงสีของแผ่นถั่วเหลืองที่ผ่านการอบไล่สารละลายแล้ว จะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสูญเสียสภาวะทางธรรมชาติของโปรตีน (Beckel 1942)

จากการทดลอง ได้นำกากถั่วเหลืองที่อบไล่สารละลายแล้วนี้ไปวิเคราะห์ค่าโปรตีน และวิเคราะห์ค่าดัชนี การละลายของโปรตีนในน้ำ (PDI) โดยวิธี AOCS ที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ สภาวะอุณหภูมิและระยะเวลา เพื่อนำผลไปคำนวณทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ split plot design ให้อุณหภูมิเป็น main plot และระยะเวลาเป็น sub plot



รูปที่ 5. ถังสกัดน้ำมันออกจากแผ่นถั่วเหลืองพร้อมระบบไล่สารละลายอุณหภูมิต่ำ (solvent extractor with low temperature desolventizer system)



รูปที่ 6. เครื่องบดแผ่นถั่วเหลือง (pulverizer) ให้เป็นแป้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลของการทดลองอบไล่สารละลายเฮกเซน ที่ค้างอยู่ในแผ่นถั่วเหลืองภายหลังจากสกัดน้ำมันออกแล้ว โดยให้ความดันคงที่ ที่ 400 มม.ปรอท ให้อุณหภูมิและระยะเวลาการอบเป็นตัวเปลี่ยนแปลง จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อวิเคราะห์หาค่าโปรตีนทุก ๆ 15 นาที ที่ระดับอุณหภูมิ 50°ซ., 60°ซ., 70°ซ. และ 80°ซ. ใช้เวลาอบเพิ่มจาก 30 นาที จนถึง 90 นาที พบว่ามีค่าโปรตีนเปลี่ยนแปลงระหว่าง 57.13–66.94% เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เมื่ออบที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ระยะเวลาในการอบต่างกันจะทำให้ค่าโปรตีนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์หาค่า PDI (ตารางที่ 2) พบว่ามีค่าระหว่าง 84.80–96.58% เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแตกต่างกัน ค่า PDI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับตารางที่ 3 เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างแป้งถั่วเหลืองที่ผลิตได้กับแป้งถั่วเหลืองที่สั่งจากสหรัฐอเมริกา และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจาก Smith (1980)

จากผลการทดลองเปรียบเทียบค่าโปรตีนที่ได้จากตารางที่ 1 จะเห็นได้

ตารางที่ 1. ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) โปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน เมื่ออบด้วยอุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน

อบที่อุณหภูมิ (°ซ.)	ระยะเวลา (นาที)					เฉลี่ย
	30	45	60	75	90	
50	62.26	62.99	64.23	63.07	61.86	62.88
60	62.34	59.10	63.20	64.00	64.93	62.71
70	66.94	64.68	64.38	63.23	62.45	64.34
80	57.13	58.23	58.45	62.83	61.35	59.60
เฉลี่ย	62.17	61.25	62.57	63.28	62.65	

CV อุณหภูมิ = 15.2%

CV เวลา = 3.6%

LSD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากระยะเวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิเดียวกัน

5% = 3.44 และ 1% = 4.75

LSD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากอุณหภูมิแตกต่างกัน ที่ระยะเวลาเดียวกันหรือต่างกัน

5% = 9.95 และ 1% = 17.64

ค่ามาตรฐานของโปรตีนควรเกิน 50% (Smith 1980)

ว่าเมื่ออบที่อุณหภูมิ 70°ซ. เวลา 30 นาที จะมีค่าโปรตีนสูงสุด (66.94%) เมื่อเปรียบเทียบกับการอบที่อุณหภูมิ 70°ซ. นาน 90 นาที จะมีค่าต่างกันอยู่ 4.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าโปรตีนจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติไม่ว่าจะอบที่อุณหภูมิใด จากตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบ PDI เมื่ออบที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าอุณหภูมิที่อบไม่สูงมากพอที่จะทำให้ค่า PDI ลดลง การอบนานถึง 90 นาที ค่า PDI ก็ยังคงสูงโดยไม่แตกต่างกันกับการอบด้วยอุณหภูมิต่ำ ซึ่งการอบเป็นเวลานานจะช่วยไล่สารละลาย n-hexane และความชื้นที่ยังคงตกค้างในกากถั่วเหลือง

โปรตีนและปริมาณเปอร์เซ็นต์ดัชนีการละลายของโปรตีน (PDI) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน เพราะถ้าหากค่า PDI ต่ำกว่า 50% แล้ว จะไม่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม หรือนำไปทำผลิตภัณฑ์โปรตีนอื่นที่ต่อเนื่องจากแป้งถั่วเหลืองได้ การลดปริมาณความชื้นในแป้งถั่วเหลืองมีความจำเป็นมาก เพราะแป้งถั่วเหลืองที่ผลิตได้อาจจะยังไม่ได้นำเข้ากระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นในทันที อาจต้องทิ้งไว้ระยะหนึ่ง จนกว่ามีความพร้อมและเหมาะสมในการแปรรูป จึงต้องพยายามหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตให้มีคุณภาพคงที่ได้นานที่สุด การใช้เวลาอบนานถึง 90 นาที เป็นการลดความชื้นได้ดีที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะคงคุณภาพได้นานนับปี แป้งถั่วเหลืองที่สั่งจากต่างประเทศต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 3 เดือน

ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์ดัชนีการละลายของโปรตีน (PDI) จากแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันเมื่ออบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน

อบที่อุณหภูมิ (°ซ.)	ระยะเวลา (นาที)					เฉลี่ย
	30	45	60	75	90	
50	90.84	86.03	91.93	96.25	91.57	91.32
60	88.11	91.45	86.73	91.28	89.03	89.32
70	85.76	89.04	90.33	95.56	96.58	91.46
80	90.91	85.57	88.17	86.01	84.80	87.09
เฉลี่ย	88.91	88.02	89.29	92.27	90.50	

CV อุณหภูมิ = 8.8%

CV เวลา = 5.6%

ตารางที่ 3. ค่าเปรียบเทียบระหว่างแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันจากสหรัฐอเมริกา กับแป้งถั่วเหลืองที่ผลิตได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ตัวอย่างแป้งถั่วเหลือง	โปรตีน (%)	PDI (%)	น้ำมัน (%)	ความชื้น (%)	Crude fiber	Ash
ผลิตในไทย	66.68	95.45	0.26	7.58	3.8	6.99
ผลิตจากสหรัฐฯ	46.81	81.39	0.41	9.85	–	–
ค่ามาตรฐาน	50	50	1	9	3	–

สรุป

จากผลการทดลองหาสภาวะต่าง ๆ ในการผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน พอสรุปได้ว่า การอบแผ่นถั่วเหลืองพร่องไขมัน ที่ 70°ซ. เป็นเวลา 90 นาที ความดัน 400 มม.ปรอท จะเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ให้ค่า PDI สูงที่สุด (96.58%) สำหรับโรงงานขนาดทดลองของกองเกษตรเคมี

การผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน นับเป็นเรื่องใหม่ในประเทศไทยในขณะนี้ จากการทดลองทั้งในโรงงานและห้องปฏิบัติการมาเป็นเวลา 3 ปี ทำให้ได้อุณหภูมิ เวลาการอบ และวิธีการที่เหมาะสมในการผลิต จึงทำให้ได้แป้งถั่วเหลืองมีคุณภาพสูงกว่าของต่างประเทศ เพราะใหม่และสดกว่า การปฏิบัติงานในโรงงานต้องใช้เวลาและเทคนิคในการปรับแต่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมในการผลิต อนึ่งโรงงานที่มีอยู่นี้ค่อนข้างเก่ามีจุดอ่อนที่บกพร่องอยู่ตลอดเวลา มีความยุ่งยากกว่าการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ การปฏิบัติงานแต่ละครั้งต้องลงทุนสูง ใช้วัตถุดิบจำนวนมากเกินกว่า 1 ตันขึ้นไป จึงจะแสดงผลได้

งานวิจัยการผลิตนี้ต้องตรวจสอบผลการปฏิบัติควบคู่กันไปกับการวิจัยในห้องปฏิบัติการตลอดเวลา เพื่อปรับสภาวะให้เหมาะสมที่สุด นับว่าได้ประสบความสำเร็จในด้านการวิจัยการผลิตเป็นอย่างดี ซึ่งโดยปกติกรรมวิธีการผลิตและเทคโนโลยีต่าง ๆ จะเป็นความลับในทางการค้าทั้งสิ้น ผลการวิจัยนี้พร้อมที่จะถ่ายทอดไปสู่ภาคเอกชนเพื่อให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ในประเทศได้ทันที งานนี้ไม่เพียงแต่จะเชื่อมโยงผลผลิตทางการเกษตรไปสู่อุตสาหกรรมได้อย่างครบวงจรเท่านั้น ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าและราคากากถั่วเหลืองที่เคยใช้เฉพาะเป็นอาหารสัตว์ในราคาถูกประมาณ กก.ละ 7 บาท มาเป็นแป้งถั่วเหลืองที่มีราคาสูงขึ้นในราคา กก.ละ 33–36 บาท ซึ่ง เมื่อผลิตเป็นเนื้อเทียมแล้วจะมีราคา กก.ละ 60 บาท

ผลงานวิจัยนี้นอกจากจะช่วยให้เกิดมีอุตสาหกรรมใหม่ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการว่างงานแล้ว ยังจะช่วยแก้ปัญหาภาวะขาดแคลนอาหารโปรตีนในเขตชนบทยากจน รวมทั้งจะช่วยให้ผู้นิยมรับประทานอาหารมังสวิรัติ ได้มีอาหารโปรตีนอย่างเพียงพอในราคาถูกอีกด้วย ขณะนี้คณะผู้วิจัยได้ประสานงานกับโครงการพัฒนาพื้นที่เพื่อความมั่นคง โดยส่งแป้งถั่วเหลืองไปเข้าเครื่อง extruder ที่โรงงานผลิตอาหารในโครงการหลวง อ.ละหานทราย จ.บุรีรัมย์ เพื่อให้มีการใช้โปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันในท้องที่นี้ก่อน และจะขยายตัวออกไปในอนาคต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและสถานีทดลองพืชไร่ของกรมวิชาการเกษตร ต่าง ๆ ที่ได้ให้เมล็ดถั่วเหลืองมาใช้ในการทดลองในโรงงาน เพื่อผลิตแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันและทดลองกลั่นใสน้ำมันในโรงงาน ได้แก่ สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง สถานีทดลองพืชไร่เลย ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และขอขอบคุณ คุณเสาวณีย์ พิสิฏฐพันธ์ และคุณสุธีรภรณ์ สิริสิงห์ ฝ่ายวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงาน ที่ได้คำนวณค่าโปรตีน และ PDI ของแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมันในทางสถิติ.

เอกสารอ้างอิง

Beckel, A.C., Bull, W.C. and Hopper, T.H. 1942. Heat denaturation of proteins in soybean meal. Ind. Eng. Chem. Vol. 34,No.8.

Kellor, R.L. 1974. Defatted soy flour and grits, J. Am. Oil Chem. Soc. *51* (1): 77A-80A.

Smith, O.B. 1975. Textured vegetable proteins. World Soybean Research Conference, University of Illinois, August 3-8, 1975.

Smith, O.B. 1980. The production of meat analogs for solving protein deficiency problems. Paper presented in ASEAN workshop on extruder technology., Kasetsart University, Bangkok.

Wilding, M.D. 1974. Textured proteins in meats and meat like products. J. Am. Oil Chem. Soc. *51* (1): 128 A-130 A.

น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร

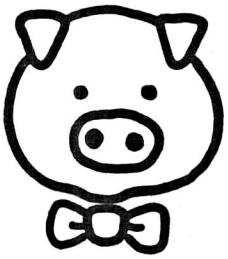
สุชาติ ทีฆกุล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง

ประเทศไทย บางเขน กท. 10900

บทคัดย่อ

หลักสุขาภิบาลที่ดีอย่างหนึ่งของการเลี้ยงสุกร คือหมั่นทำความสะอาดสุกรและคอกสุกรอย่างสม่ำเสมอ น้ำทิ้งจากการล้างดังกล่าวมีมลสารหลายชนิด โดยเฉพาะมลสารอินทรีย์ที่ตรวจวัดในรูป BOD, สารปรอท (Hg) และสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ น้ำทิ้งฟาร์มเลี้ยงสุกรมีค่า BOD เฉลี่ย 3,015 มก./ล. สูงกว่าค่า BOD ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปที่ไม่เน่าเสีย ซึ่งมีค่าไม่เกิน 4 มก./ล. ถึง 753 เท่า ปรอทมีค่าเฉลี่ย 0.0023 มก./ล. และสารกำจัดศัตรูพืชมีค่าเฉลี่ย 0.0002 มก./ล. อยู่ในเกณฑ์ต่ำไม่มีปัญหาต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา BOD ที่มีค่าสูง จำเป็นต้องควบคุมแก้ไข แนวทางแก้ไขปัญหาที่เสนอแนะมี 3 วิธี คือ (1) ใช้ทำปุ๋ย (2) ใช้วิธีกำจัด (3) ใช้ผลิตแก๊สชีวภาพ ซึ่งกากส่วนเหลือจากระบบนำไปเป็นปุ๋ยได้อีกด้วย ดังนั้นแนวทางที่ 3 จึงน่าจะเหมาะสมที่สุดทั้งในด้านสุขาภิบาลและเศรษฐศาสตร์



บทนำ

แหล่งกำเนิดน้ำทิ้งที่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แหล่งกำเนิดที่มีจุดกำเนิดแน่นอน ได้แก่ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งชุมชน และแหล่งกำเนิดที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอนได้แก่ น้ำทิ้งจากพื้นที่การเกษตร ซึ่งน้ำทิ้งจากพื้นที่การเกษตรในปัจจุบันนี้เป็นแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งที่สำคัญประเภทหนึ่งของปัญหามลพิษที่มีต่อแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศ ทั้งนี้เพราะพื้นที่การเกษตรมีอาณาบริเวณกว้างและกระจัดกระจาย การเกษตรที่สำคัญ ๆ ที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะได้แก่ พื้นที่นาข้าว บ่อเลี้ยงปลา และฟาร์มเลี้ยงสุกร เป็นต้น มลสารสำคัญ ๆ ที่เกิดจากการเกษตรได้แก่ สารอินทรีย์ ทำให้เกิดการเน่าเสีย และปรอท และสารกำจัดศัตรูพืช ก่อให้เกิดปัญหาสารมลพิษ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เมื่อน้ำทิ้งการเกษตรดังกล่าวถูกระบายลงสู่แม่น้ำโดยตรงหรือผ่านลำคลองต่าง ๆ ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำ ดังนั้นการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแม่น้ำจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดเหล่านี้ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณมลสารต่อหน่วยน้ำทิ้งต่าง ๆ ของกิจกรรมประเภทนี้

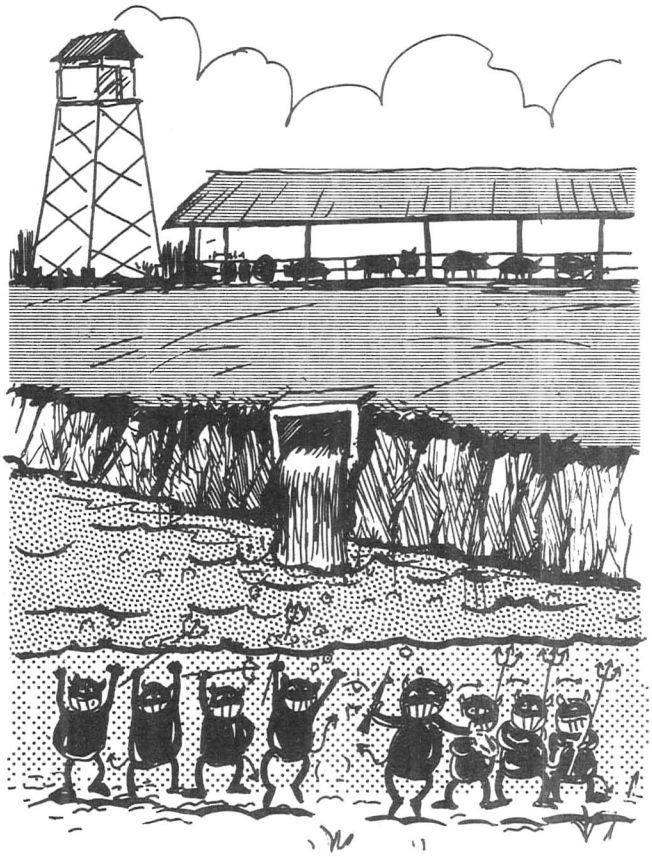
บทความฉบับนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ซึ่งเป็นกิจกรรมการเกษตรที่สำคัญประเภทหนึ่ง โดยจะเน้นถึงปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งสุกรและที่เกิดจากการทำความสะอาดฟาร์มสุกร ขอบเขตความรุนแรงและแนวทางในการควบคุมแก้ไขปัญหา

WASTE-WATER EFFLUENT FROM PIG FARMING

SUCHART TEEKAKUL
Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bang Khen, Bangkok 10900, Thailand

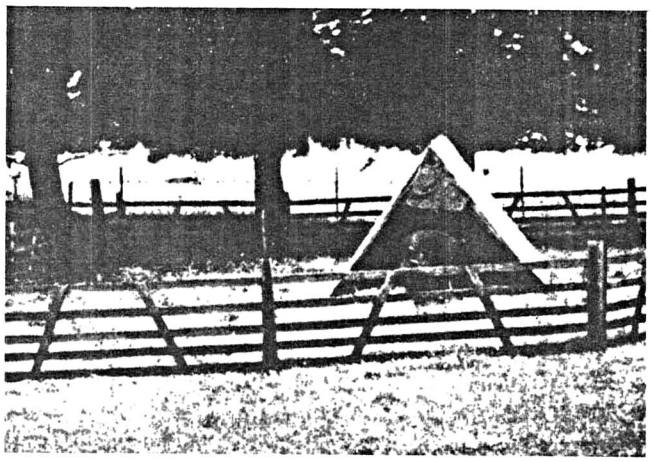
ABSTRACT

One of the requirements for good sanitation with respect to pig farming is the regular cleaning of pigs and pig-pens. The wastewater generated from the cleaning process consists of many pollutants especially organic pollutants in the form of BOD, and chemical toxic substances such as mercury (Hg) and pesticides. These pollutants may cause the deterioration of, and toxicity in the natural receiving water body. The average BOD of the pig-farm wastewater was estimated at 3,015 mg/l which was considerably higher by about 753 times than that of the non-polluted natural surface water which was estimated at less than 4 mg/l. The average Hg and pesticides were estimated at 0.0023 and 0.0002 mg/l respectively. Their concentrations were however considerably low and did not cause any harmful effect when discharged into the natural surface water. However with regard to the high BOD in the wastewater effluent, an appropriate control measure is required, three alternatives are proposed; (1) direct use as farm manure; (2) treatment and disposal; (3) biogas production and using waste sludge as manure. However, it is recommended that the third alternative is the most appropriate from both the sanitation and economic points of view.



การศึกษาสำรวจ

น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นเกิดจากน้ำล้างทำความสะอาดสุกรและคอกสุกรนั่นเอง ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ทำการศึกษาสำรวจ 2 แห่ง คือ สมบูรณ์ฟาร์ม ต.ท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม และโรงสีไฟศรีแสงฟ้า ต.มะขามล้ม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี โดยแต่ละแห่งได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำใช้และน้ำทิ้งที่จุดน้ำทิ้งรวมทุก 5 นาที ครั้งละ 250 มล. ตลอดระยะเวลาการล้าง (ทั้งนี้เพราะช่วงระยะเวลาการล้างคอกสุกรกินเวลาไม่นานนักประมาณ 1–2 ชม. แล้วแต่ปริมาณสุกร) รวมตัวอย่างเข้าด้วยกันเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) ในถังแกลลอนและในขณะเก็บตัวอย่างน้ำทำการวัดอัตราการใช้น้ำด้วย โดยใช้ภาชนะรองรับน้ำจากปลายท่อฉีดน้ำล้าง จับเวลาเพื่อวัดอัตราการใช้น้ำและบันทึกระยะเวลาการใช้น้ำทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการล้าง พร้อมทั้งบันทึกจำนวนสุกร ข้อมูลดังกล่าวจากการวัดสามารถคำนวณปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด/วันได้ การสำรวจเก็บข้อมูลกระทำเดือนละครั้ง แห่งละ 1 วัน ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 5 เดือน หรือ 5 ครั้ง ตามช่วงระยะเวลาการเลี้ยงสุกรขุนก่อนจับจำหน่าย



ตัวอย่างน้ำแต่ละแห่งที่เก็บได้ในถังแกลลอน เขย่าให้เข้ากันดี วัดค่า pH แล้วแบ่งใส่ขวดโพลีเอทธีลีน เพื่อเก็บรักษาคุณภาพ ดังนี้

1 ลิตร	แช่เย็นสำหรับวิเคราะห์หาค่า BOD, SS, TS
1 ลิตร	เก็บรักษาด้วย H_2SO_4 เข้มข้น สำหรับวิเคราะห์หาค่า COD
1 ลิตร	แช่เย็นสำหรับวิเคราะห์หาค่าสารกำจัดศัตรูพืช (pesticide)
250 มล.	เก็บรักษาด้วย HNO_3 เข้มข้น สำหรับวิเคราะห์หาปรอท (Hg)
250 มล.	เก็บรักษาด้วย 40 มก. $HgCl_2$/ลิตร แช่เย็นสำหรับวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน (amm.N, organic N) และฟอสฟอรัส (PO_4^{-3} - P)

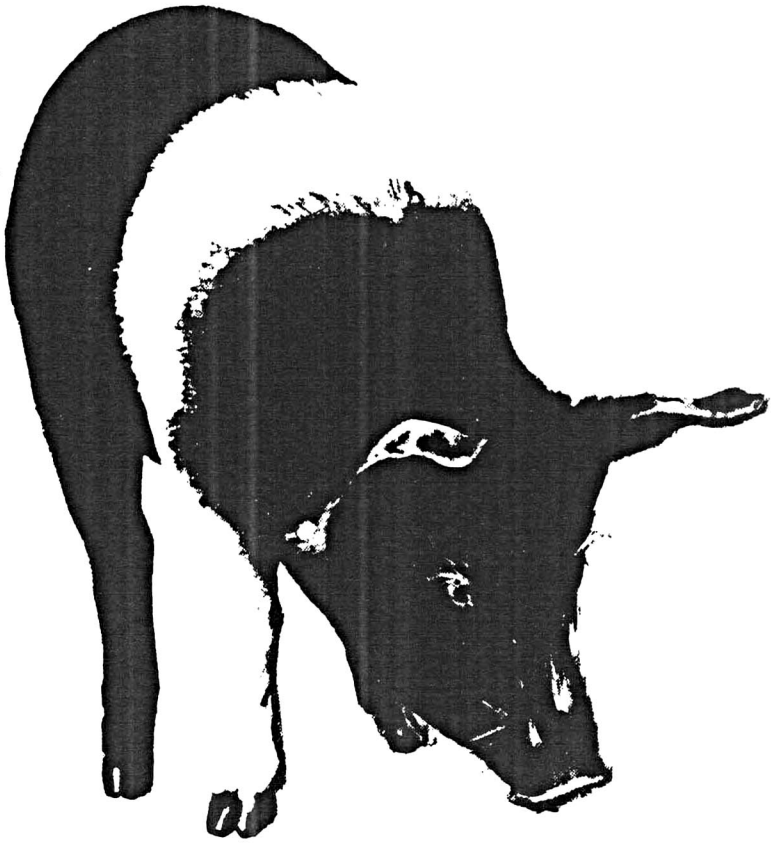
ตัวอย่างน้ำทั้งหมดนำกลับมาวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการของ วท. ยกเว้นค่าสารกำจัดศัตรูพืช ได้นำส่งไปวิเคราะห์ที่กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการศึกษาสำรวจ

1. การทำความสะอาดคอกสุกร

หลักการสุขาภิบาลสำหรับฟาร์มสุกรจะต้องหมั่นทำความสะอาดสุกรและคอกสุกร และบริเวณโดยรอบคอกให้สะอาดอยู่เสมอไม่ให้เฉอะแฉะ ซึ่งจะทำให้เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นการสร้างคอกสุกรจะต้องจัดคอกให้ได้รับแสงแดดส่องโดยทั่วถึง ทำให้คอกแห้งตลอดเวลา และทางเข้าออกคอกสุกรควรมีบ่อน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับจุ่มเท้าสุกร เพราะการสุขาภิบาลที่ดีเป็นการป้องกันการเกิดโรคทางหนึ่งด้วย

การทำความสะอาดคอกสุกรจะแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น ฟาร์มสุกรขนาดเล็กที่อยู่ห่างไกลหรือขาดแคลนแหล่งน้ำมักจะไม่ฉีดน้ำล้างทำความสะอาดคอก หากแต่จะทำความสะอาดโดยการเก็บกวาดมูลสุกรออกจากคอกเท่านั้น ในกรณีเช่นนี้จะไม่เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำ หากแต่จะเกิดปัญหาแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ง่าย เพราะขาดหลักสุขาภิบาลที่ดี ส่วนฟาร์มสุกรที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำหรือไม่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจะทำความสะอาดคอกสุกรด้วยการฉีดน้ำล้างคอกทุกวัน เช่น ฟาร์มสุกร ที่ อ.นครชัยศรี อ.สามพราน เป็นต้น ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำจะทำความสะอาดคอกโดยการเก็บมูลสุกรทุกวัน และฉีดล้างคอกเท่าที่จำเป็นประมาณ 3–4 เดือน/ครั้ง เช่น ฟาร์มสุกรที่ อ.เมืองนครปฐม เป็นต้น การประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรทั้งหมดในพื้นที่หนึ่ง จึงกระทำได้ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากการทำความสะอาดคอกสุกรแตกต่างกันและความถี่ในการทำความสะอาดก็แตกต่างกันด้วยดังกล่าวแล้ว ดังนั้นในขั้นต้นนี้จึงประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรได้ต่อตัวต่อวัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณสารมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรที่จะมีผลต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ



ตารางที่ 1. ปริมาณและคุณลักษณะน้ำใช้และน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร "โรงสีไฟศรีแสงฟ้า"

คุณลักษณะ		น้ำใช้[1]	น้ำทิ้ง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย
1. pH		6.79	6.7	6.2-7.4
2. COD	mg/l	33.6	9,114	7,126-11,825
3. BOD	mg/l	4.71	3,090	2,400-3,750
4. Settleable solids	ml/l	trace	97	60-120
5. SS	mg/l	109	6,314	4,850-7,540
6. TS	mg/l	243	8,006	6,276-9,484
7. TVS	mg/l	74	5,605	4,616-6,676
8. Total Kjeldahl-N	mg/l	2.84	308.4	205-392.5
9. PO_4^{-3}-P	mg/l	0.475	1.13	0.5-2.3
10. Total Hg	mg/l	0.00202	0.00254	0.0004-0.0076
11. Pesticides				
∝ BHC	ppb	-	0.0115	0.00-0.0577
Lindane	ppb	-	-	-
Heptachlor	ppb	0.0060	0.0938	0.00-0.4688
Hept. epoxide	ppb	0.0060	0.0123	0.00-0.0617
Aldrin	ppb	0.0223	-	-
Dieldrin	ppb	0.0318	0.0545	0.00-0.1662
Endrin	ppb	0.0135	0.0402	0.00-0.2011
DDTR	ppb	0.0089	0.1426	0.00-0.4792
O,P'DDE	ppb	-	-	-
P,P'DDE	ppb	0.0089	0.0640	0.00-0.1667
O,P'TDE	ppb	-	-	-
P,P'TDE	ppb	-	-	-
O,P'DDT	ppb	-	0.0625	0.00-0.3125
P,P'DDT	ppb	-	0.0161	0.00-0.0804
ปริมาณน้ำใช้และน้ำทิ้ง	ม.^{3}/ตัว/วัน	0.0384	0.0384	0.031-0.050

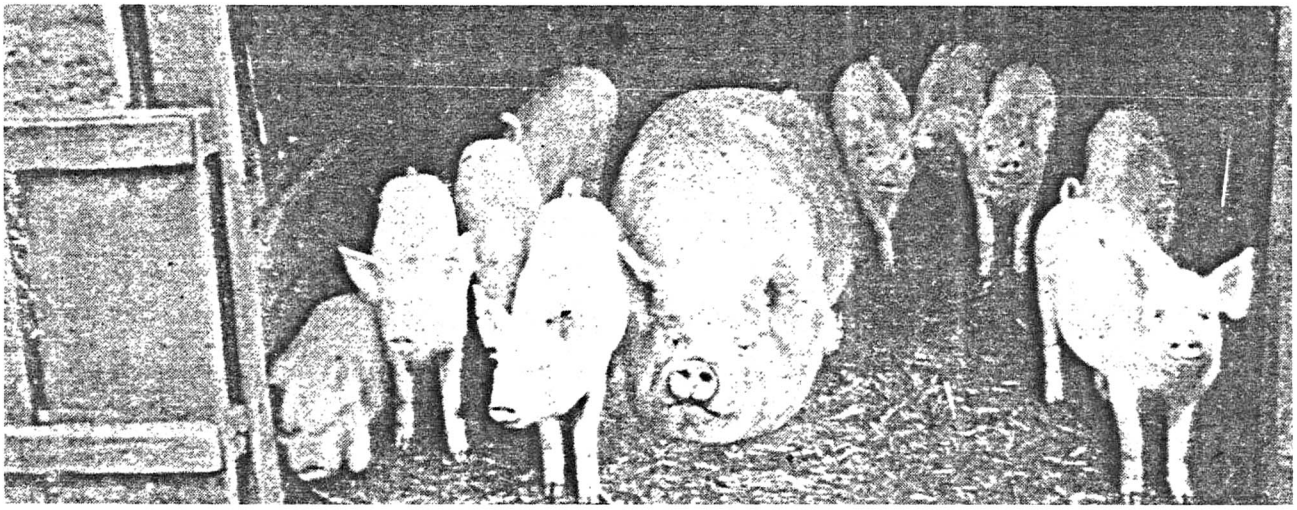
หมายเหตุ :(1) น้ำซลประทาน

pH = ความเป็นกรด-ด่าง
COD (chemical oxygen demand) = ปริมาณความสกปรกที่คิดในรูปของปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์
BOD (biochemical oxygen demand) = ปริมาณความสกปรกที่คิดในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์
Settleable solids = ตะกอนหนัก
SS (suspended solids) = ปริมาณสารแขวนลอย
TS (total solids) = ปริมาณสารทั้งหมด
TVS (total volatile solids) = ปริมาณสารระเหยทั้งหมด
Total Kjeldahl - N = ไนโตรเจนทั้งหมด
PO_4^{-3} - P = ฟอสฟอรัส
Total Hg = ปริมาณปรอททั้งหมด
Pesticides = สารกำจัดศัตรูพืช

ตารางที่ 2. ปริมาณและคุณลักษณะน้ำใช้และน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร "สมบุญฟาร์ม"

คุณลักษณะ		น้ำใช้[1]	น้ำทิ้ง	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย
1. pH		7.17	7.28	6.8-7.8
2. COD	mg/l	16	7,675	5,240-12,880
3. BOD	mg/l	0.87	2,940	1,700-4,600
4. Settleable solids	ml/l	trace	56.4	28-100
5. SS	mg/l	72	5,765	3,230-9,833
6. TS	mg/l	373	7,519	4,202-11,844
7. TVS	mg/l	106.7	4,006	3,020-8,274
8. Total Kjeldahl-N	mg/l	0.83	323.4	84-751
9. PO_4^{-3} -P	mg/l	0.80	3.39	1.05-6.4
10. Total Hg	mg/l	0.00053	0.00208	0.0004-0.0073
11. Pesticides				
∝ BHC	ppb	0.0093	0.0162	0.00-0.0646
Lindane	ppb	-	-	-
Heptachlor	ppb	0.0651	0.0260	0.00-0.1302
Hept. epoxide	ppb	-	-	-
Aldrin	ppb	-	-	-
Dieldrin	ppb	0.0530	0.0695	0.0348-0.1442
Endrin	ppb	-	-	-
DDTR	ppb	0.0264	0.0365	0.00-0.0930
O,P'DDE	ppb	0.0264	-	-
P,P'DDE	ppb	-	0.0047	0.00-0.0186
O,P'TDE	ppb	-	-	-
P,P'TDE	ppb	-	-	-
O,P'DDT	ppb	-	-	-
P,P'DDT	ppb	-	0.0319	0.00-0.0930
ปริมาณน้ำใช้และน้ำทิ้ง	ม.^{3}/ตัว/วัน	0.0300	0.0300	0.0166-0.0570

หมายเหตุ : (1) = น้ำบาดาล, ผลวิเคราะห์ สารกำจัดศัตรูพืช เพียง 1 ครั้ง



2. ปริมาณมลสาร

ปริมาณและคุณลักษณะน้ำใช้และน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร "โรงสีไฟศรีแสงฟ้า" อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ "สมบุญฟาร์ม" อ.สามพราน จ.นครปฐม แสดงไว้ในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบจากคุณลักษณะน้ำของฟาร์มทั้งสองจะเห็นได้ว่าปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจากน้ำทิ้งฟาร์มสุกรขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำที่ใช้ทำความสะอาดคอกสุกรด้วย กล่าวคือ คุณภาพน้ำที่ใช้ล้างคอกสุกรที่มีคุณภาพต่ำจะทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรมีคุณภาพต่ำตามไปด้วย น้ำใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรโรงสีไฟศรีแสงฟ้าเป็นน้ำจากคลองชลประทานมีคุณภาพโดยทั่วไปต่ำกว่าน้ำใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรสมบุญฟาร์มซึ่งเป็นน้ำบาดาล จึงทำให้น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโรงสีไฟศรีแสงฟ้า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าน้ำทิ้งจากสมบุญฟาร์ม อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในแง่ของมลพิษที่เกิดจากฟาร์มสุกรโดยตรงแล้ว คุณลักษณะน้ำทิ้งจะไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เพราะความแตกต่างที่เกิดขึ้นมีผลเนื่องมาจากคุณภาพน้ำใช้ต่างกันนั่นเอง

ส่วนปริมาณน้ำใช้และน้ำทิ้ง/ตัว/วัน ซึ่งเป็นค่าเดียวกันของฟาร์มเลี้ยงสุกรทั้ง 2 แห่ง มีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ ของฟาร์มโรงสีไฟศรีแสงฟ้ามีค่า 0.0384 ม.^{3}/ตัว/วัน และของสมบุญฟาร์มมีค่า 0.0300 ม.^{3}/ตัว/วัน หรือคิดค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 แห่งได้ 0.0342 ม.^{3}/ตัว/วัน จึงคาดว่าตัวเลขเฉลี่ยจำนวนนี้น่าจะใช้เป็นข้อมูลในการประเมินน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรทั้งหมดที่ทำความสะอาดคอกสุกร โดยการฉีดน้ำล้างได้

ปัญหามลพิษที่สำคัญที่จะกล่าวถึงในการศึกษานี้คือ ปริมาณ BOD, ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งปนติดอยู่ในเศษอาหารเลี้ยงสุกร การประเมินปริมาณ BOD, ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืช ใช้คำนวณปริมาณ BOD, ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืช ในน้ำใช้และน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร โดยคิดปริมาณน้ำใช้และน้ำทิ้งมีค่าเท่ากันดังกล่าวแล้ว ดังนั้นปริมาณมลสารทั้งสามชนิดที่เพิ่มขึ้นในน้ำทิ้งคือ ปริมาณ BOD, ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืช ที่เกิดจากการล้างคอกสุกร และคำนวณหาค่าปริมาณ BOD, ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืชต่อหน่วย

ค่าปริมาณ BOD/ตัว/วัน ของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโรงสีไฟศรีแสงฟ้า เมื่อหักปริมาณ BOD ในน้ำใช้ออกแล้วจะมีค่า 0.11848 กก./ตัว/วัน และในทำนองเดียวกัน ค่าปริมาณ BOD/ตัว/วัน ของน้ำทิ้งจากสมบุญฟาร์ม มีค่า

0.08823 กก./ตัว/วัน ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อคิดเฉลี่ยทั้ง 2 แห่ง จะได้ค่าเป็น 0.10335 กก./ตัว/วัน หรือ 103.36 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งน่าจะใช้เป็นค่าปริมาณ BOD/ตัว/วัน ในการประเมินปริมาณ BOD ที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงจำนวนสุกร ลักษณะและปริมาณการใช้น้ำทำความสะอาดคอกด้วย สำหรับปริมาณ BOD/ตัว/วัน ของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ประเมินได้นี้คิดเทียบเป็นปริมาณ BOD/คน/วัน ถึง 5 คน ปริมาณ BOD/คน/วัน เท่ากับ 20 กรัม[1]

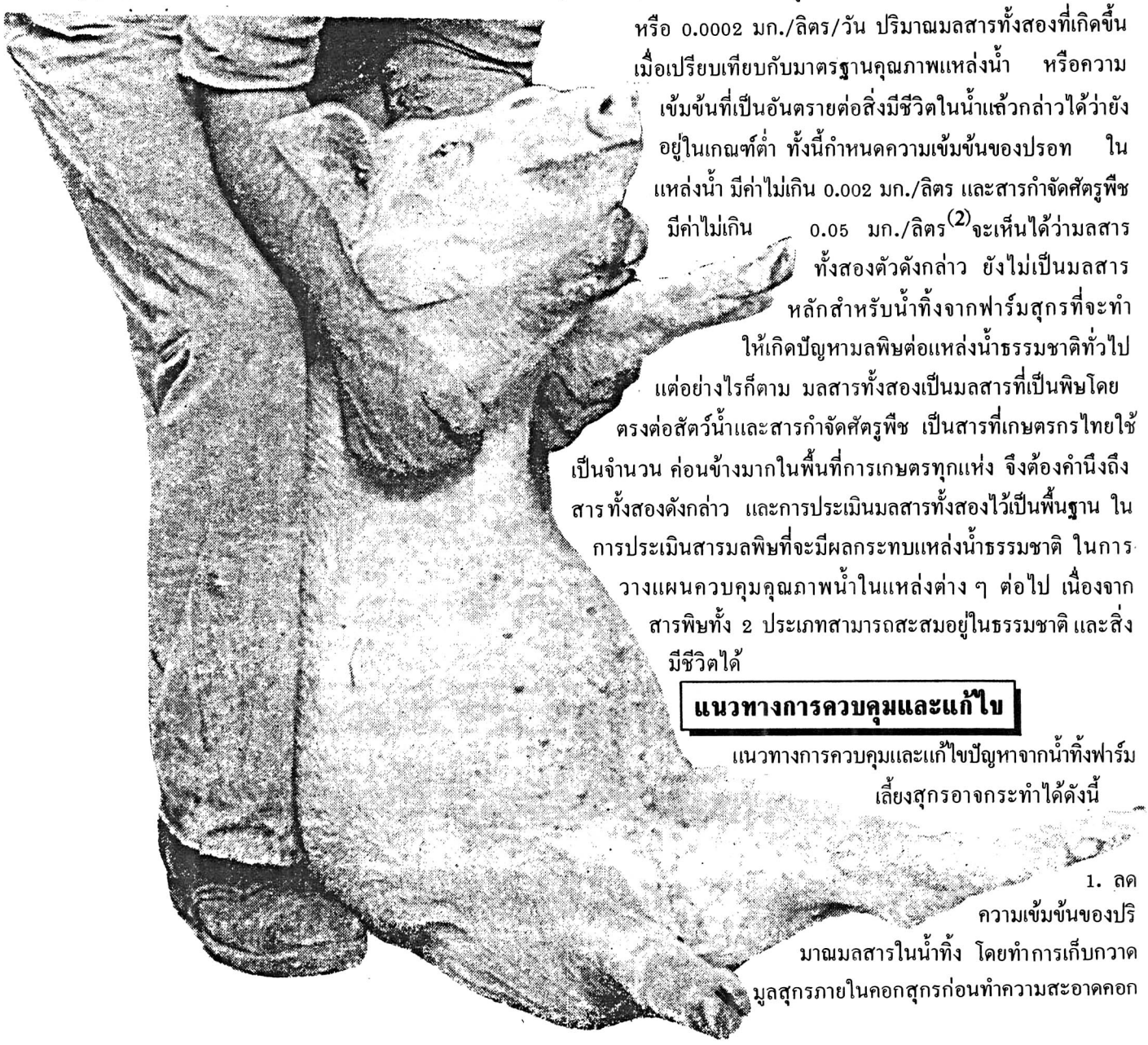
ปริมาณปรอท/ตัว/วัน สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกันกับค่าปริมาณ BOD โดยคำนวณตัวเลขค่าปริมาณปรอท/ตัว/วัน ที่แท้จริงของน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรทั้งสองแห่งได้คือ ฟาร์มเลี้ยงสุกร "โรงสีไฟศรีแสงฟ้า" มีค่าปริมาณปรอท/ตัว/วัน 0.019968 มก./ตัว/วัน และ "สมบุญฟาร์ม" มีค่า 0.0465 มก./ตัว/วัน ค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 แห่ง 0.0332 มก./ตัว/วัน

จากตารางที่ 1 และ 2 สามารถประเมินปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช แต่ละชนิดต่อตัวต่อวันที่เกิดจากการฉีดน้ำล้างทำความสะอาดคอกสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกรทั้งสองได้ตามตารางที่ 3 ปริมาณสาร และชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช ที่เกิดจากน้ำทิ้งจากฟาร์มทั้งสองแตกต่างกันเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะแหล่งน้ำใช้ต่างกัน สัดส่วนของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงสุกรและแหล่งอาหารต่างกัน อย่างไรก็ตาม ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชที่พบคล้ายกัน แต่พบชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำทิ้งจากฟาร์ม โรงสีไฟศรีแสงฟ้ามากกว่า สารกำจัดศัตรูพืชที่เพิ่มมากขึ้นจากการทำความสะอาดคอกสุกรคือพวก Heptachlor, O,P′ DDT และ P,P′ DDT

ขอบเขตความรุนแรงของปัญหา

จากผลการศึกษาดังกล่าว ปริมาณมลสารที่สำคัญ ๆ ที่เกิดจากฟาร์มสุกรที่จะมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาตินั้น ปริมาณ BOD ที่เกิดขึ้นนับว่าเป็นปริมาณมลสารที่จะเป็นปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติมากที่สุด ค่าเฉลี่ย BOD ในน้ำทิ้งฟาร์มสุกรทั้งสองแห่ง (หักค่า BOD ในน้ำใช้) 3,012.2 มก./ลิตร (หรือ 103,017 มก./ตัว/วัน) เป็นค่าสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งที่กระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมมีค่า BOD สูงสุดเพียง 60 มก./ลิตร และสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทยที่กำหนดโดย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติที่กำหนดให้แหล่งน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้มีค่า BOD ไม่เกิน 4 มก./ลิตร เท่านั้น จะเห็นได้ว่าปริมาณ BOD ในน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรสามารถก่อให้เกิดการเน่าเสียในแม่น้ำลำคลองได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งรับน้ำทิ้งที่มีขีดความสามารถในการรองรับน้ำต่ำ เช่น คู คลองที่มีขนาดเล็ก ถึงแม้ปริมาณการใช้น้ำของฟาร์มสุกรจะต่ำกว่าอุตสาหกรรมก็ตาม แต่ปริมาณ BOD ที่เกิดขึ้นทั้งหมดถูกระบายลงแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง มิได้ผ่านการบำบัด และปริมาณสุกรที่กระจัดกระจายอยู่จำนวนมากตามลุ่มน้ำ โดยเฉพาะลุ่มน้ำท่าจีนนั้นทำให้ปัญหาความรุนแรงของมลพิษเพิ่มมากขึ้นได้เช่นกัน

ส่วนปริมาณปรอทที่เกิดขึ้นจากฟาร์มสุกรทั้งสองคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 0.0332 มก./ตัว/วัน หรือ 0.0013 มก./ลิตร/วัน และสารกำจัดศัตรูพืช ที่เกิดขึ้นเฉลี่ยได้ 0.0064 มก./ตัว/วัน หรือ 0.0002 มก./ลิตร/วัน ปริมาณมลสารทั้งสองที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ หรือความเข้มข้นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำแล้วกล่าวได้ว่ายังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทั้งนี้กำหนดความเข้มข้นของปรอท ในแหล่งน้ำ มีค่าไม่เกิน 0.002 มก./ลิตร และสารกำจัดศัตรูพืชมีค่าไม่เกิน 0.05 มก./ลิตร[2] จะเห็นได้ว่ามลสารทั้งสองตัวดังกล่าว ยังไม่เป็นมลสารหลักสำหรับน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรที่จะทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป แต่อย่างไรก็ตาม มลสารทั้งสองเป็นมลสารที่เป็นพิษโดยตรงต่อสัตว์น้ำและสารกำจัดศัตรูพืช เป็นสารที่เกษตรกรไทยใช้เป็นจำนวน ค่อนข้างมากในพื้นที่การเกษตรทุกแห่ง จึงต้องคำนึงถึงสารทั้งสองดังกล่าว และการประเมินมลสารทั้งสองไว้เป็นพื้นฐาน ในการประเมินสารมลพิษที่จะมีผลกระทบแหล่งน้ำธรรมชาติ ในการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแหล่งต่าง ๆ ต่อไป เนื่องจากสารพิษทั้ง 2 ประเภทสามารถสะสมอยู่ในธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตได้



แนวทางการควบคุมและแก้ไข

แนวทางการควบคุมและแก้ไขปัญหาจากน้ำทิ้งฟาร์มเลี้ยงสุกรอาจกระทำได้ดังนี้

1. ลดความเข้มข้นของปริมาณมลสารในน้ำทิ้ง โดยทำการเก็บกวาดมูลสุกรภายในคอกสุกรก่อนทำความสะอาดคอก

ตารางที่ 3. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช ที่เกิดจากน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร

สารกำจัดศัตรูพืช	โรงสี ศรีแสงฟ้า (1) ppb	สมบูรณ์ฟาร์ม (2) ppb	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช × 10^{-9} กก./ตัว/วัน		
			ศรีแสงฟ้า (3)	สมบูรณ์ฟาร์ม (4)	เฉลี่ย
∝BHC	0.0115	0.0069	0.4416	0.2070	0.3243
Lindane	-	-	-	-	-
Heptachlor	0.0878	-	3.3715	-	1.6857
Hept. epoxide	0.0063	-	0.2419	-	0.1210
Aldrin	-	-	-	-	-
Dieldrin	0.0227	0.0165	0.8717	0.4950	0.6834
Endrin	0.0267	-	1.0253	-	0.5127
DDTR					
O,P′DDE	-	-	-	-	-
P,P′DDE	0.0551	0.0047	2.1158	0.1410	1.1284
O,P′TDE	-	-	-	-	-
P,P′TDE	-	-	-	-	-
O,P′DDT	0.0625	-	2.4000	-	1.2000
P,P′DDT	0.0161	0.0319	0.6182	0.9570	0.7876

หมายเหตุ : (1) จากข้อมูลในตารางที่ 1 ผลต่างของค่าเฉลี่ยน้ำทิ้ง - น้ำใช้

(2) จากข้อมูลในตารางที่ 2 ผลต่างของค่าเฉลี่ยน้ำทิ้ง - น้ำใช้

(3) 0.0115 ไมโครกรัม/ล. × 38.4 ล./ตัว/วัน = 0.4416 ไมโครกรัม/ตัว/วัน

(4) 0.0069 ไมโครกรัม/ล. × 30 ล./ตัว/วัน = 0.207 ไมโครกรัม

ส่วนมูลสุกรสามารถนำไปทำปุ๋ยได้โดยตรงหรือนำไปหมักในหลุมที่ขุดไว้โดยนำเศษไม้ใบหญ้าปิดให้มิดชิด แต่การทำปุ๋ยด้วยวิธีนี้จะใช้เวลานานเป็นแรมเดือน มีปัญหาเรื่องกลิ่นและเชื้อโรค จึงอาจจะไม่เหมาะสมหากการจัดการไม่ดีพอ

2. น้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรแต่ละฟาร์มมีแหล่งระบายแน่นอน ดำเนินการกำจัดน้ำทิ้งด้วยวิธีที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทำได้ในทางเทคนิค โดยเฉพาะระบบกำจัดแบบชีววิธี แต่ในทางปฏิบัติการกำจัดแบบชีววิธีจำเป็นต้องใช้พื้นที่และเงินลงทุน อาจจะไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง เมื่อคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจและความคุ้มทุนของเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของฟาร์ม

3. การนำมูลสุกรไปผลิตแก๊สชีวภาพ เป็นวิธีลดความเข้มข้นของ ปริมาณมลสารในน้ำทิ้งเช่นเดียวกับข้อ 1 โดยมูลสุกร 6 ตัว สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ประมาณ 1.2 ม.^{3}/วัน(3) ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่มีปริมาณสุกรจำนวนมากก็สามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ปริมาณที่มากซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนเชื้อเพลิงที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้การผลิตแก๊สชีวภาพยังมีกากตะกอนบางส่วนเหลือและ/หรือไหลล้นจากระบบ สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้อีกด้วย วิธีดังกล่าวนี้จะมีปัญหาเรื่องกลิ่นและเชื้อโรคน้อยลงมากอีกทั้งถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลมากกว่า เมื่อเทียบกับ 2 วิธีแรก ดังนั้นจะเห็นว่าวิธีที่ 3 น่าจะเป็นไปได้ทั้งในแง่เศรษฐศาสตร์และสุขาภิบาลสำหรับใช้ในการจัดการกับปัญหาน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร.

เอกสารอ้างอิง

(1) รายงาน "การจัดทำแผนควบคุมคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน" NEB PUB 1981-006

(2) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทย เสนอโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(3) รายงาน "การผลิตก๊าซชีวภาพแบบใช้ตัวกลางไม้รวก" ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กบ อกหนาม

จารุจินต์ นภีตะภัฏ

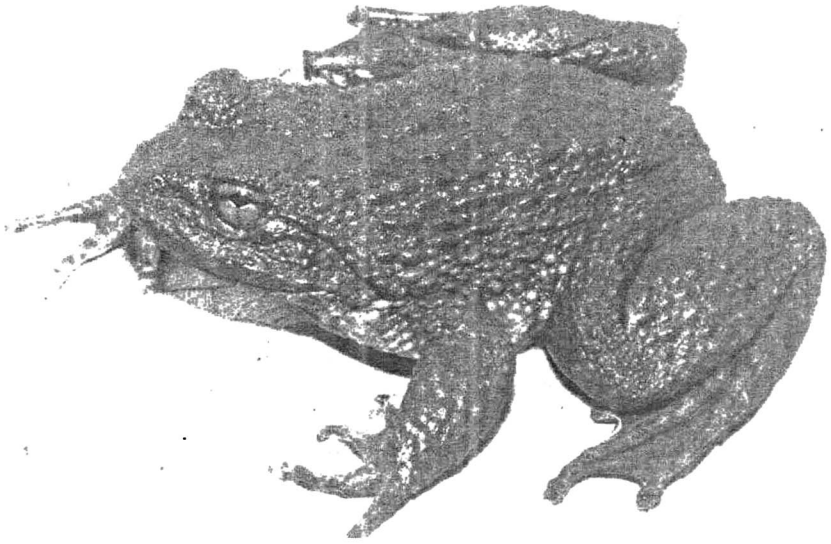
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
บางเขน กท. 10900

เมื่อกล่าวถึงการศึกษาด้านชีววิทยา โดยเฉพาะด้านสัตววิทยาที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำแล้ว ยังนับได้ว่าในประเทศไทยอยู่ในขั้นแรกเริ่มดำเนินการเท่านั้น หลายบริเวณในประเทศยังไม่เคยได้รับการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ ในขณะเดียวกันการแผ้วถางทำลายป่าต้นน้ำลำธารได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในอัตราที่น่าตกใจยิ่งจนขณะนี้มีพื้นที่ป่าธรรมชาติอยู่เพียงประมาณ 20% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศเท่านั้น จึงเป็นที่น่าวิตกว่าสัตว์ป่าที่น่าสนใจหลายชนิดอาจจะสูญพันธุ์หมดไปจากประเทศไทย ก่อนที่เราจะมีโอกาสได้สำรวจพบ อีกประการหนึ่งการพัฒนาประเทศไทยในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และการพลังงานนั้น ในบางกรณีก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ที่มีความสำคัญในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมธรรมชาติที่ทรงคุณค่าอย่างยิ่งต่อชีวิตมนุษย์ในอนาคต และเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่หาได้ยากหลายชนิด พื้นที่ป่าที่ยังคงเหลืออยู่ในปัจจุบันก็ยังได้รับผลกระทบหลายประการจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้มีสภาพเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว และหมดสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในที่สุด

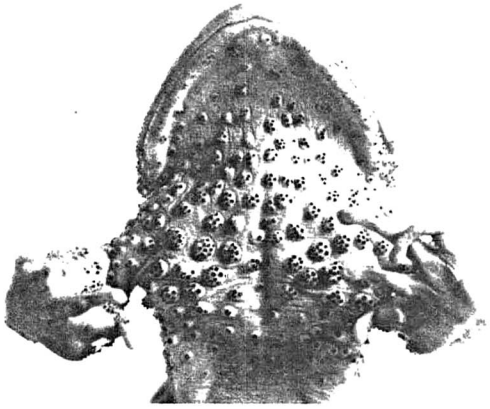
เพื่อเป็นการชี้ให้เห็นถึงสัตว์ป่าชนิดที่ได้รับการค้นพบในประเทศไทยเมื่อไม่นานมานี้ และกำลังจะลืมเลือนไปจากความทรงจำของสาธารณชนประกอบกับเป็นสัตว์ในจำพวกสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำซึ่งไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จึงขอถือโอกาสนี้แนะนำให้รู้จักสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่พบเฉพาะในประเทศไทยคือ กบอกหนาม

กบอกหนาม (spiny-breasted frog) จัดเป็นกบที่อยู่ในวงศ์ Ranidae สกุล *Rana* และในสกุลย่อย *Paa* มีลักษณะแตกต่างจากกบนาที่นิยมใช้เนื้อเป็นอาหารมาก และพบอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวในประเทศไทย

กบชนิดนี้ค้นพบเป็นครั้งแรกของโลกในปี พ.ศ. 2504 โดยนักวิทยาศาสตร์ไทย ณ บริเวณเขาสอยดาวใต้ อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยที่มีลักษณะลำตัวหยาบเป็นปุ่มปมทั่วไป ในครั้งแรกจึงคิดว่าเป็นคางคกชนิดหนึ่ง แต่เมื่อนำมาศึกษาดูลักษณะโดยละเอียดแล้ว จึงทราบว่าเป็นกบชนิดหนึ่งที่มีลักษณะแปลกไปกว่ากบชนิดอื่น ๆ ที่พบในประเทศ ต่อมาด้วยความร่วมมือทางด้านวิชาการจาก ดร.รอเบิร์ต อิงเกอร์ (Dr. Robert Inger) แห่งพิพิธภัณฑ์ฟิลด์ เมืองชิคาโก สหรัฐอเมริกา จึงพบว่ากบชนิดนี้เป็นกบชนิดใหม่ของโลก และได้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rana fasciculispina* Inger, 1970 คือได้รับการตีพิมพ์ชื่ออย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2517 ในเอกสารชื่อ Fieldiana, Zoology ปีที่ 51 เล่มที่ 14 หน้า 169–



174 โดยชื่อชนิด (specific name) ได้มาจากลักษณะที่มีหนามสีดำบนหน้าอกของตัวผู้ที่โตเต็มที่รวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งแตกต่างจากกบชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน ปัจจุบันตัวอย่างต้นแบบ (holotype) เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์สัตว์ของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ตัวอย่างเลขที่ 513–1385



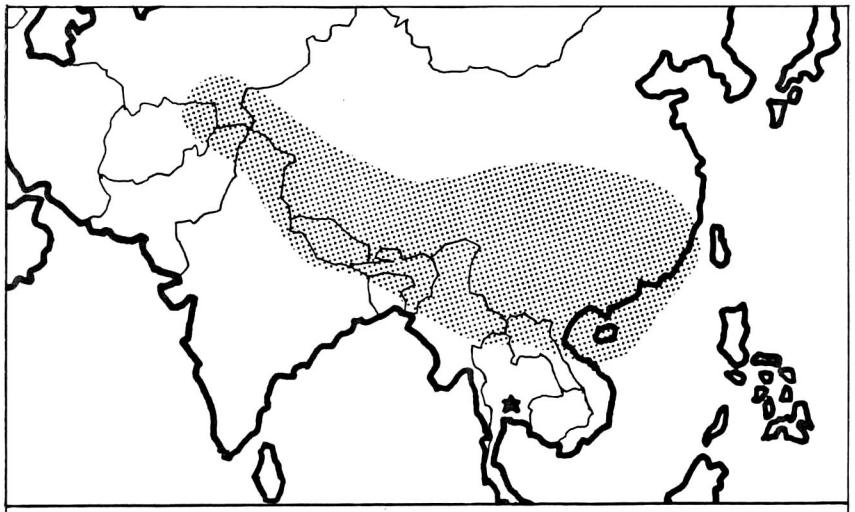
กบในกลุ่มสกุลย่อย *Paa* นี้เป็นกบที่ทุกชนิดปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในลำธารน้ำไหลเชี่ยวบนยอดเขาสูง จึงพบมีแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างเริ่มจากแคว้นบาลูคิชสถานของประเทศโซเวียตรัสเซีย อัฟกานิสถาน เรื่อยมาทางทิศตะวันออก ตามแนวเทือกเขาหิมาลัย ผ่านแคว้นแคชเมียร์ อุตรประเทศของอินเดีย ธิเบต เนปาล จนถึงอัสสัม และพม่าตอนเหนือ ต่อมาจึงแผ่ขึ้นไปถึงประเทศจีนทิศตะวันตกและทิศใต้ ต่อเนื่องไปถึงฮ่องกงและเข้ามายังส่วนเหนือของเวียดนามเรื่อยลงมาจนถึงบริเวณตอนกลางของเวียดนาม กบในกลุ่มสกุลย่อยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 26 ชนิด

ในประเทศไทยมีกบในกลุ่มย่อยนี้ 2 ชนิด ชนิดที่สองเพิ่งค้นพบในบริเวณภูเขาชายแดนระหว่างประเทศไทยกับพม่าในเดือนเมษายน พ.ศ. 2530 เนื่องจากจับได้กบวัยอ่อนเพียงตัวเดียว จึงยังไม่อาจหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่แน่นอนได้ในขณะนี้ อาจจะเป็นชนิด *Rana phrynoides* Boulenger, 1917 หรือ *Rana bourreti* Dubois, 1986 ก็ได้

กบอกหนามที่พบที่เขาสอยดาวใต้นี้อาศัยอยู่ตามลำธารหินอัคนีที่มีน้ำไหลแรง และพื้นท้องน้ำเป็นหินอัคนีสีเขียวเข้มเกือบดำที่มีผิวเรียบ เนื่องจากถูกกระแสน้ำพัดพามาจากต้นน้ำ ลำธารเหล่านี้อยู่ในบริเวณป่าดิบชื้น มีน้ำไหลตลอดปี แต่ปริมาณน้ำน้อยลงในฤดูแล้ง ตัวเมียมีไข่ขนาดใหญ่ สีขาว เชื่อว่ามันวางไข่ใต้ก้อนหินใหญ่ ๆ ในลำธาร เช่นเดียวกับกบชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน ลูกกบขนาดเล็ก ๆ ชอบเกาะอยู่บนก้อนหินติดกับระดับน้ำ ค่อนข้างว่องไว ว่ายน้ำหนีไปตามก้อนหินได้รวดเร็ว เวลาจวนตัวจะพุ่งตัวลงไปในสายน้ำเชี่ยวให้กระแสน้ำพัดพาไประยะหนึ่งก่อนจะว่ายวกเข้าฝั่ง แล้วเกาะก้อนหินอีกครั้งหนึ่ง

กบขนาดใหญ่จะอาศัยอยู่สูงขึ้นไปตามลำธาร โดยเฉพาะบริเวณใกล้น้ำตกที่มีหินขนาดใหญ่เรียงซ้อนกัน ออกหากินในเวลากลางคืน ตาของมันสะท้อนแสงวาวเมื่อกระทบแสงไฟฉาย ชีววิทยาอื่น ๆ ยังไม่ได้มีการศึกษาดีนัก ทราบแต่เพียงว่ากบชนิดนี้ผสมพันธุ์ในฤดูหนาว ประมาณเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นนิยมกินเนื้อกบชนิดนี้มาก

อนึ่งบริเวณที่พบกบชนิดนี้อยู่บนเทือกเขาที่ทอดต่อมาจากทิวเขาในประเทศเขมร ทิวเขานี้วางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงใต้ จึงอาจจะพบกบชนิดนี้ในบริเวณภาคตะวันตกของประเทศเขมรบริเวณที่ติดต่อกับประเทศไทยอีกก็ได้ การสำรวจสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในอนาคตคาดว่าอาจจะพบกบในกลุ่มนี้อีกบนยอดเขาอื่น ๆ ในประเทศไทย ลาว และเขมร.



เขตแพร่กระจายของกบในสกุล *Rena* สกุลย่อย *Paa*
★ จุดที่ค้นพบกบอกหนาม

สภาพการใช้งานและความต้องการเครื่องจักรกลเกษตรในประเทศไทย

เกรียงศักดิ์ ศิริพงษาโรจน์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
บางเขน กท. 10900

ความนำ

การผลิตและการใช้เครื่องทุ่นแรงการเกษตรได้มีมาเป็นเวลานานแล้ว โดยเริ่มแรกจากผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรแบบดั้งเดิม เช่น จอบ เสียม คันไถ ผาลไถ ต่อมาได้นำเอาเครื่องจักรเข้ามาใช้ในกิจการเกษตรจนกระทั่งเกิดการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรขึ้นมาใช้เองในประเทศไทยเมื่อ 20 กว่าปีก่อน โดยเริ่มต้นจากรถไถเดินตาม และติดตามด้วยเครื่องสี เครื่องนวดข้าว และปั๊มน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานราชการหลายแห่งทั้งที่เกี่ยวข้องโดยตรงและโดยทางอ้อมได้ให้ความสนใจมุ่งศึกษาและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรขึ้นมาหลายกรณี อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรในประเทศยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและเป็นไปอย่างเชื่องช้า ทั้งนี้เพราะเราขาดการวางแผนหลัก ขาดการกำหนดเป้าหมาย รูปแบบ และกลยุทธ์ในการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรโดยเฉพาะ

การศึกษาในแง่อุปสงค์–อุปทานเครื่องจักรกลเกษตรเป็นงานส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องศึกษาควบคู่กับการศึกษาในแง่วิศวกรรม เพื่อการจัดทำแผนหลัก หรือแผนแม่บทในการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตร และเพื่อให้สามารถคาดการณ์ถึงสภาพหรือภาวะในอนาคตของเครื่องจักรกลเกษตรในประเทศไทยก็ต้องอาศัยสภาพข้อเท็จจริงจากภาวะการผลิต การใช้และการตลาดของเครื่องจักรกลเกษตรทั้งในอดีตและปัจจุบันเป็นตัวบ่งชี้

บทความนี้กล่าวถึงเฉพาะการศึกษาในด้านอุปสงค์หรือด้านผู้บริโภค ซึ่งก็คือเกษตรกรนั่นเอง โดยศึกษาถึงศักยภาพ

ความต้องการ สภาพการใช้งาน ตลอดจนทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อเครื่องจักรกลเกษตรว่ามีลักษณะอย่างไร สามารถเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรเพียงใด นอกจากนี้ยังศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้เครื่องจักรกลเกษตร ทั้งนี้เพื่อใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มความต้องการใช้เครื่องจักรกลเกษตรของเกษตรกรในอนาคต

พฤติกรรมในการซื้อ การใช้งาน การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลเกษตร

1. พฤติกรรมในการซื้อและการใช้งาน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการซื้อเครื่องจักรกลเกษตรจากการสำรวจภาคสนามโดยใช้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 384 ตัวอย่าง สำรวจเกษตรกรในเขตเกษตรเศรษฐกิจทั้ง 19 เขตทั่วประเทศ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ซื้อเครื่องจักรกลเกษตรโดยเงินสดถึงร้อยละ 81.25 รองลงมาซื้อผ่าน ธ.ก.ส. (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร) ร้อยละ 11.02 และซื้อโดยผ่อนส่งกับตัวแทนจำหน่ายร้อยละ 7.73 เมื่อพิจารณารูปแบบการซื้อในแต่ละภาคพบว่า เกษตรกรภาคกลางซื้อโดยใช้เงินสดสูงกว่าภาคอื่น ๆ โดยมีร้อยละของการซื้อด้วยเงินสดสูงถึงร้อยละ 92.73 รองลงมาคือ ภาคเหนือ ใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 76.12, 71.05 และ 64.22 ตามลำดับ

เครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรซื้อมาใช้งานมีทั้งของเก่าและของใหม่ เกษตรกรร้อยละ 80.6 ซื้อของใหม่มาใช้งานและร้อยละ 19.4 ซื้อของเก่ามาใช้งาน เครื่องจักรกลเกษตรของเก่าที่ซื้อมาจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 3.7 ปี

สำหรับหลักการในการเลือกซื้อเครื่องจักรกลเกษตร เกษตรกรยังไม่มีหลักการในการเลือกซื้อ ส่วนใหญ่จะซื้อตามกัน กล่าวคือ เคยเห็นเพื่อนบ้านซื้อเครื่องจักรกลเกษตรประเภทและชนิดนั้นมาใช้ได้ผลดีก็ซื้อชนิดและประเภทนั้นมาใช้บ้าง จากการสำรวจพบว่าเกษตรกรซื้อเครื่องจักรกลเกษตรแบบซื้อตามคนอื่นถึงร้อยละ 73.4 รองลงมาซื้อโดยพิจารณาถึงคุณภาพ ราคา และลักษณะการใช้งานร้อยละ 17.8, 3.7 และ 3.5 ตามลำดับ

จากผลการสำรวจถึงระยะเวลาที่เกษตรกรได้เริ่มนำเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้งาน พบว่าโดยเฉลี่ยทั้งประเทศจะอยู่ในระยะประมาณ 5.6 ปีมาแล้ว หมายความว่า เกษตรกร

รู้จักการใช้เครื่องจักรกลเกษตรมานานแล้ว โดยที่ภาคกลางมีค่าอายุใช้งานเฉลี่ยสูงถึง 10.3 ปี รองลงมาคือ ภาคเหนือ ภาคใต้, และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่าเฉลี่ย 7.9, 6.8 และ 5.5 ปี ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าเกษตรกรภาคกลางได้ใช้เครื่องจักรกลเกษตรก่อนภาคอื่น ๆ และเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือรู้จักการใช้เครื่องจักรกลเกษตรหลังภาคอื่น ๆ เมื่อพิจารณาถึงสภาพการใช้งานของเครื่องจักรกลเกษตรถือครองอยู่พบว่า ยังอยู่ในสภาพดีร้อยละ 76.0 สภาพพอใช้ร้อยละ 22.4 และอยู่ในสภาพเลวร้อยละ 1.6

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาของการใช้งานของเครื่องจักรกลเกษตร พบว่า อายุใช้งานโดยรวม (ใช้ส่วนตัวและรับจ้าง) ของเครื่องจักรกลเกษตรสามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่มีการใช้งานมากกว่า 3 เดือน (90 วัน) ได้แก่ รถอีแต๋น รถไถสี่ล้อใหญ่ เครื่องนวดข้าว รถไถสี่ล้อเล็ก กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่มีระยะเวลาการใช้งานระหว่าง 2–3 เดือน (60–90 วัน) ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ รถไถเดินตาม กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มที่มีระยะเวลาการใช้งานระหว่าง 1–2 เดือน (30–60 วัน) ได้แก่ เครื่องหยอดเมล็ด ปั๊มหอยโข่ง รถสาลี่พ่วง เครื่องพ่นยา ท่อพญานาค เครื่องจักรกลเกษตรที่มีระยะเวลาใช้งาน

ในรอบ 1 ปี สูงสุดคือ รถอีแต๋น เฉลี่ย 161 วัน หรือตกประมาณ 5 เดือนกว่า โดยใช้ส่วนตัวประมาณ 112 วัน รับจ้าง 49 วัน ทั้งนี้เพราะรถอีแต๋นสามารถใช้ขนของหรือปัจจัยการผลิตเข้าสู่ไร่นา ใช้ขนผลิตผลเกษตรออกจากไร่นา ใช้บรรทุกสิ่งของ หรือบุคคลไปตลาด และใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในหมู่บ้าน เช่น การพัฒนาวัด โรงเรียน ถนน เป็นต้น นอกจากการใช้งานดังกล่าวแล้วเกษตรกรผู้เป็นเจ้าของสามารถนำไปรับจ้างบรรทุกสิ่งของให้กับเกษตรกรรายอื่นอีกด้วย โดยคิดอัตราค่าบรรทุกประเภทสิ่งของและระยะทาง เครื่องจักรกลเกษตรที่มีระยะเวลาใช้งานสูงรองลงมาคือ รถไถสี่ล้อใหญ่ เครื่องนวดข้าว ซึ่งระยะเวลาใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปรับจ้างมากกว่าใช้ส่วนตัว

สำหรับฤดูกาลการใช้เครื่องจักรกลเกษตรแต่ละชนิดแสดงดังแผนภาพที่ 1 โดยที่รถอีแต๋นมีการใช้งานตลอดทั้งปี นอกนั้นมีการใช้เป็นฤดูกาลกล่าวคือ รถไถเดินตามมีการใช้งานมากในช่วงเดือนมิถุนายน–กรกฎาคม เพราะเป็นช่วงฤดูการเพาะปลูกข้าว นอกจากใน 2 เดือนดังกล่าวแล้ว มีการใช้กันอย่างประปรายในเดือนสิงหาคม–ตุลาคม ซึ่งจะใช้ในการสูบน้ำ ลากรถพ่วงและนวดข้าว และในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์–มีนาคม จะใช้ไถนาสำหรับข้าวนาปรัง สำหรับท่อพญานาค ปั๊มหอยโข่ง และเครื่องสูบน้ำมีใช้มากในช่วงเดือนมิถุนายน–กรกฎาคม เพราะเป็นช่วงฤดูทำนา และใช้ประปรายในช่วงสิงหาคม–กันยายน และกุมภาพันธ์–มีนาคม เพราะเป็นช่วงสูบน้ำเข้าและออกจากนาหรือพื้นที่เพาะปลูก ส่วนรถไถ 4 ล้อเล็กและใหญ่ มีการใช้มากในช่วงเดือนกรกฎาคม–สิงหาคม และมิถุนายน–กันยายน นอกนั้นใช้ประปรายในช่วงเตรียมพื้นที่เพาะปลูกต้นฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง เครื่องนวดข้าว และสีฝัดมีใช้มากในช่วงเดือนมกราคม–กุมภาพันธ์ และมีใช้ประปรายในช่วงเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม และกุมภาพันธ์ เครื่องฉีดยาปราบศัตรูพืชมีใช้มากในช่วงเดือนพฤษภาคม–มิถุนายน ใช้ประปรายในช่วงเดือนกรกฎาคม–สิงหาคม เพื่อปราบศัตรูพืชก่อนปลูกและในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต สำหรับเครื่องสีข้าวโพดและข้าวฟ่างมีใช้มากในช่วงพฤศจิกายน–ธันวาคม และมีใช้ประปรายในเดือนมกราคม

2. การดูแลรักษาและซ่อมแซม

โดยปกติทั่วไปทางผู้ผลิตและผู้แทนจำหน่ายในท้องถิ่นจะรับประกันและซ่อมฟรีให้ในช่วงปีแรก ๆ พร้อมทั้งแนะนำวิธีการดูแลรักษาเครื่องจักรกลเกษตรให้แก่เกษตรกรควบคู่ไปด้วย แต่ทั้งนี้ต้องอยู่ในเงื่อนไขของการใช้งานตามปกติ ไม่ใช่เกิดจากการละเลยหรือสะเพร่าในการใช้งานของเกษตรกรเอง

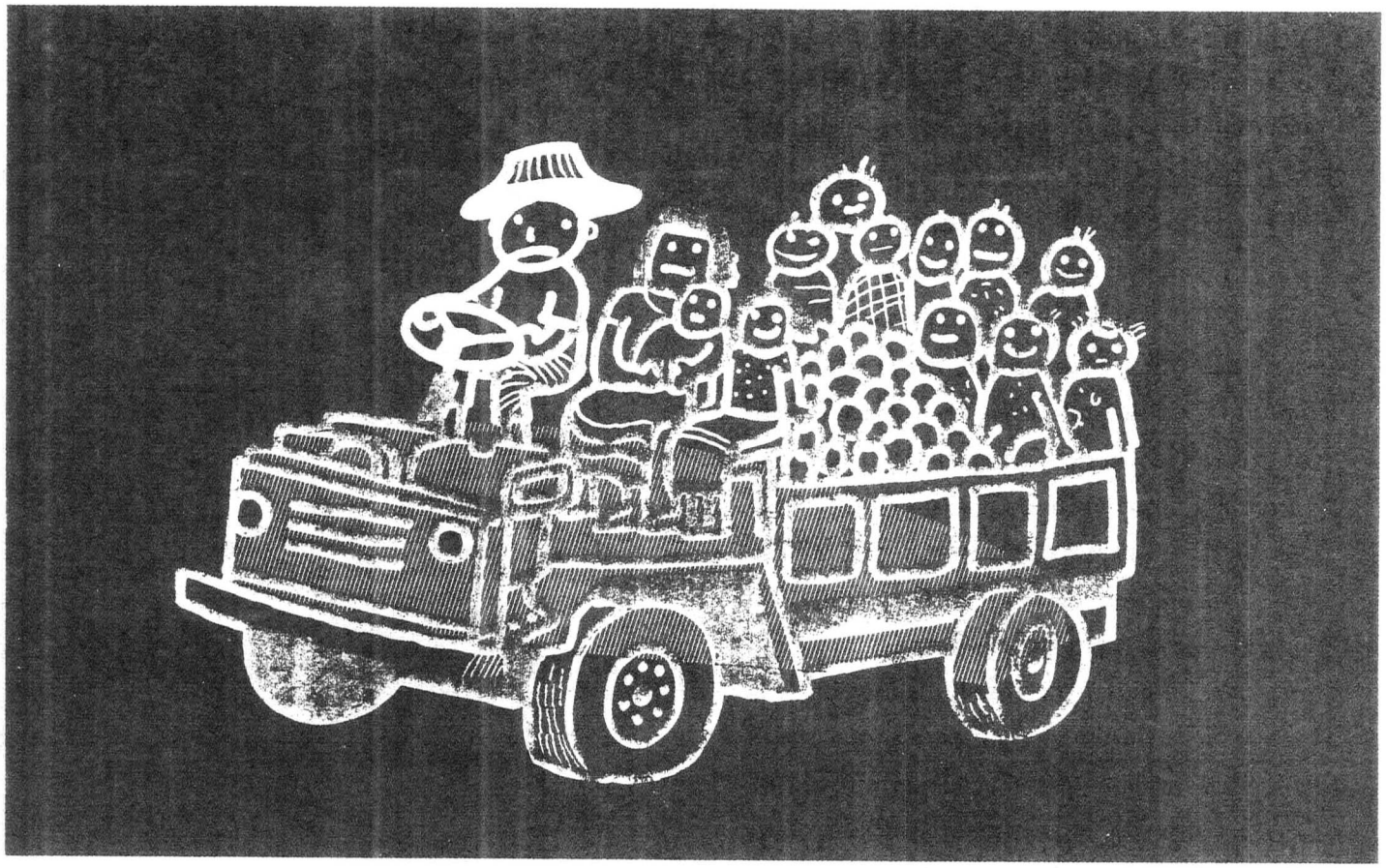
การดูแลรักษาและซ่อมแซมไม่ค่อยมีปัญหามากนัก เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่รู้จักบำรุงรักษาและซ่อมแซมเอง ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนอะไหล่ หรือซ่อมส่วนที่เสียเล็ก ๆ

แผนภาพที่ 1 ฤดูกาลของการใช้งานเครื่องจักรกลเกษตรแต่ละชนิด

ประเภทเครื่องจักรกลเกษตร	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
รถไถเดินตาม												
ท่อพญานาค												
ปั๊มหอยโข่ง												
เครื่องสูบน้ำ												
รถไถนั่ง 4 ล้อเล็ก												
รถไถ 4 ล้อใหญ่												
รถอีแต๋น												
เครื่องนวดข้าว												
เครื่องฉีดยาปราบศัตรูพืช												
เครื่องสีข้าวโพด ข้าวฟ่าง												
เครื่องสีฝัด												

หมายเหตุ _____ ใช้มาก ..... ใช้น้อย

ที่มา : จากการสำรวจ



น้อย ๆ ทั้งนี้ยกเว้นงานซ่อมใหญ่ เช่น ยกเครื่องใหม่หรืองานที่ต้องอาศัยการเชื่อมหรือกลึงก็จะนำไปให้ร้านซ่อมหรือโรงงานผู้ผลิตในท้องถิ่นซ่อมให้ จากการสำรวจเกษตรกรผู้ใช้เครื่องจักรกลเกษตร พบว่า เมื่อเกิดกรณีเครื่องขัดข้องขึ้นมาจะนำไปให้ร้านซ่อมให้ร้อยละ 49.2 ซ่อมเองร้อยละ 27.7

สำหรับข้อบกพร่องและข้อขัดข้องเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่พบจากการสอบถามเกษตรกร พบข้อบกพร่องและข้อขัดข้องเกี่ยวกับเครื่องยนต์ โซ่ ลูกปืน ระบบล้อและเพลามากที่สุด รองลงมาคือ อะไหล่หายาก และจากการสอบถามถึงความต้องการจะให้มีการปรับปรุงเครื่องจักรกลเกษตรในเรื่องอะไรบ้าง พบว่า เกษตรกรผู้ใช้ต้องการให้มีการปรับปรุงในเรื่องเครื่องยนต์มากที่สุดร้อยละ 42.9 รองลงมาคือ โซ่ ซีล เพลา และสายพาน ร้อยละ 26.6 และให้ปรับปรุงลักษณะของตัวโครงสร้างภายนอกร้อยละ 20.8

ปัญหาในการดูแลรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักรกลเกษตร จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรจำนวนมากนำน้ำมันเครื่องที่เสื่อมคุณภาพแล้วกลับไปใช้ใหม่ นอกจากนี้คุณภาพของอะไหล่ที่ซื้อมาใช้ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ชำรุดง่ายต้องเปลี่ยนอะไหล่บ่อย ๆ เป็นเหตุให้เกษตรกรต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

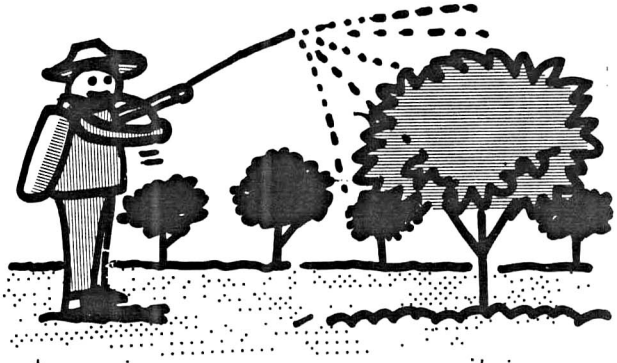
ความต้องการและทัศนคติของเกษตรต่อเครื่องจักรกลเกษตร

1. ความต้องการและแนวโน้ม

เกษตรกรที่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรอาจจะเป็นเจ้าของเองหรือว่าจ้าง ในการเป็นเจ้าของเองอาจจะเป็นเจ้าของคนเดียวหรือเป็นเจ้าของร่วม การเป็นเจ้าของร่วมอาจเป็นเจ้าของรวมกับญาติหรือในรูปกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์การเกษตร จากผลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติปี 2526 พบว่าสัดส่วนของการเป็นเจ้าของขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของเครื่องจักรกลเกษตร กล่าวคือ เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเจ้าของเครื่องจักรกลเกษตรขนาดเล็กที่มีราคาถูก เช่น รถไถ 2 ล้อ (รถไถเดินตาม) เครื่องสูบน้ำ เครื่องปลูกหรือหยอดเมล็ด เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช แต่สำหรับเครื่องจักรกลขนาดใหญ่และมีราคาแพง เช่น รถไถสี่ล้อ เครื่องนวด มีเกษตรกรเป็นเจ้าของเองน้อยมากเพียงร้อยละ 6.39 และร้อยละ 5.99 ของจำนวนรถไถสี่ล้อและเครื่องนวด ตามลำดับ

เครื่องจักรกลเกษตรที่นิยมใช้กันมากและแพร่หลายได้แก่ เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชชนิดใช้มือโยก ซึ่งในปี 2528 มีถึง 1,112,062 เครื่อง ทั้งนี้เพราะราคาถูกและจำเป็นสำหรับเกษตรกรมาก นิยมใช้รองลงมาคือ เครื่องสูบน้ำ ในปี 2528 มีถึง 614,791 เครื่อง เพราะการสูบน้ำเข้านา และใช้รดน้ำพืชในฤดูแล้งเป็นสิ่งจำเป็นมาก เครื่องจักรกลเกษตรที่นิยมใช้รองลงมาจากเครื่องสูบน้ำคือ รถไถเดินตาม ในปี 2528 มีถึง 402,082 เครื่อง ทั้งนี้เพราะรถไถเดินตามราคาค่อนข้างถูก ขนาดเล็ก ง่ายแก่การใช้งานได้หลายอย่างทั้งเตรียมดิน ขนส่ง สูบน้ำ และนวดข้าว นิยมใช้รองลงมาจากรถไถเดินตาม คือ เครื่องพ่นยาชนิดใส่เครื่องยนต์ซึ่งมีใช้ถึง 106,211 เครื่อง ในปี 2528

เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการใช้จะเห็นว่าเครื่องจักรกลเกษตรมีแนวโน้มการใช้สูงขึ้นทุกชนิด แสดงว่าการใช้เครื่องจักรกลเกษตรนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะ

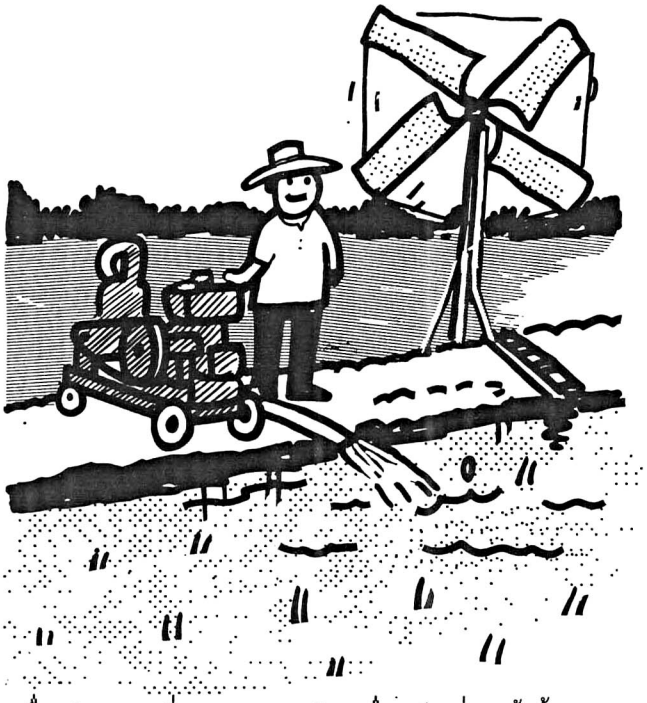


เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชแบบใช้มือโยก ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยถึงปีละ 47.43 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ภาคใต้มีอัตราเพิ่มสูงที่สุด รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคกลาง ตามลำดับ และเครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชชนิดใช้เครื่องยนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นรองลงมาจากชนิดใช้มือโยก ซึ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละ 24.39 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ภาคกลางมีแนวโน้มการใช้เพิ่มสูงที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 30.93 ต่อปี รองลงมาคือ ภาคใต้และภาคเหนือ น้อยที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7.76 ต่อปี การที่เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชทั้งสองชนิดนี้มีแนวโน้มการใช้เพิ่มในอัตราสูงเพราะเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูก และมีความจำเป็นในการปราบศัตรูพืชซึ่งมีแนวโน้มการระบาดมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่น แมลง เชื้อรา วัชพืช และโรคพืชต่าง ๆ และการใช้เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชในภาคใต้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด เพราะเกษตรกรนำไปใช้พ่นยาปราบศัตรูพืชในสวนยางพาราและสวนผลไม้กันมากขึ้น

อัตราการใช้เพิ่มรองลงมาจากเครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช คือ เครื่องจักรกลที่ใช้เตรียมดิน ได้แก่ รถแทรกเตอร์ และรถไถเดินตาม ซึ่งมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 19.50 และ 17.28 ต่อปี ตามลำดับ โดยเฉพาะรถแทรกเตอร์มีอัตราการเพิ่มในแต่ละภาคไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก การที่รถแทรกเตอร์มีอัตราการเพิ่มค่อนข้างสูงเป็นเพราะการขยายตัวของเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่ และพืชสวนค่อนข้างสูง รถแทรกเตอร์นี้เหมาะสมที่จะใช้บุกเบิกพื้นที่เพาะปลูกใหม่ และใช้เตรียมพื้นที่ที่เป็นดินแข็ง นอกจากนี้ยังใช้กับเครื่องหยอดเมล็ดพืชและเครื่องใส่ปุ๋ยอีกด้วย สำหรับอัตราการใช้เพิ่มของรถไถเดินตามในภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นในอัตราสูงถึงร้อยละ 29.92, 28.70 และ 27.70 ต่อปี ตามลำดับ ส่วนภาคกลางมีอัตราการใช้เพิ่มเพียงร้อยละ 8.79 ต่อปี เท่านั้น

เครื่องจักรกลเกษตรอีกชนิดหนึ่งที่มีอัตราการใช้เพิ่มค่อนข้างสูงคือ เครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้นทั้งประเทศเฉลี่ยร้อยละ 16.02 ต่อปี โดยที่ภาคใต้มีอัตราการใช้เพิ่มสูงสุดถึงร้อยละ 22.26 ต่อปี สำหรับภาคอื่นอัตราการใช้เพิ่มไม่แตกต่างกัน

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรถึงความต้องการเครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรยังไม่มี ปรากฏว่าเกษตรกรต้องการ



เครื่องดำนามากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะในการดำนาและเก็บเกี่ยวข้าวต้องใช้แรงงานมากและใช้เวลานานเป็นผลให้เกษตรกรต้องจ่ายค่าแรงสูง เครื่องจักรกลเกษตรที่เกษตรกรต้องการรองลงมาจากสองประการแรกคือ เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นยา (ทั้งใช้เครื่องยนต์และใช้มือโยก) เครื่องตัดหญ้า รถไถ 4 ล้อ เครื่องนวดข้าว เครื่องเก็บเกี่ยว รถอีแต๋น รถลากพ่วง (รถสาลี่) เครื่องหยอดเมล็ด เครื่องขุดมันสำปะหลัง และเครื่องสีข้าว ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในกิจกรรมเกษตร 6 ประเภท คือ เตรียมดิน ปลูก กำจัดศัตรูพืช รดน้ำ ขนส่ง นวด และเก็บเกี่ยว พบว่า เกษตรกรใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการเตรียมดินมากที่สุดร้อยละ 39.18 รองลงมาคือใช้ในการขนส่ง รดน้ำ กำจัดศัตรูพืช นวดและเก็บเกี่ยว และปลูกร้อยละ 25.18, 16.66, 8.42, 7.62 และ 0.18 ตามลำดับ

2. ทัศนคติของเกษตรกรต่อเครื่องจักรกลเกษตร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรถึงเหตุผลสำคัญที่ตัดสินใจซื้อเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้งาน เกษตรกรเห็นว่าเครื่องจักรกลเกษตรสามารถทำงานได้รวดเร็วทันการ และทุ่นแรงในการผลิตได้มากกว่าใช้แรงสัตว์หลายเท่าตัว เหตุผลรองลงมาคือ ความสะดวกสบายในการใช้งานและดูแลรักษา นอกจากนี้เหตุผลที่สำคัญอีกข้อหนึ่งในการตัดสินใจซื้อเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้งานคือ การที่เคยเห็นเพื่อนบ้านใช้แล้วได้ผลดีก็เลยซื้อมาใช้

สำหรับเหตุผลที่เกษตรกรคิดว่าไม่คุ้มในการซื้อเครื่องจักรกลเกษตรมาใช้งาน ได้แก่ ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ต้องซ่อมแซมบ่อย ชำรุดและเสียบ่อย กิจกรรมที่ทำมีน้อย ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้เครื่องจักรกลเกษตร

ปัจจัยอันอาจมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลเกษตรนั้นมีหลายอย่าง ตามแต่ชนิดของเครื่องจักรกล แต่ปัจจัยที่สำคัญสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ปัจจัยแรกเป็นปัจจัยภายนอกฟาร์มที่อยู่นอกเหนือการควบคุมหรือจัดการโดยเกษตรกรเอง เช่น ราคาเครื่องจักรกลเกษตร นโยบายการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลเกษตรของรัฐ นโยบายพัฒนาการเกษตร ปัจจัยอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ ปัจจัยภายในฟาร์ม ซึ่งเกษตรกรพอจะสามารถควบคุมหรือจัดการได้ เช่น รายได้ของเกษตรกรเอง จำนวนแรงงานในครอบครัว หรือการจ้างแรงงาน เป็นต้น

จากการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ อันอาจมีอิทธิพลต่อการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลเกษตรแต่ละชนิด โดยการ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบลิเนียร์รีเกรสชัน (linear regression analysis) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ระยะเวลา 10 ปี (2518–2528) ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. รถไถเดินตาม

พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำรถไถเดินตามมาใช้งานของเกษตรกร คือ ราคาเครื่องจักรกลเกษตร รายได้ทางการเกษตรต่อคน พื้นที่ชลประทานที่แล้วเสร็จ และอัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 99.17 โดยมีปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด คือ พื้นที่ชลประทานที่สร้างแล้วเสร็จ รองลงมาคือ อัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด ราคาเครื่องจักรกลเกษตร และรายได้ทางการเกษตรต่อคน (R^{-2} = 0.9917, $r_3 > r_4 > r_1 > r_2$)

2. รถไถ 4 ล้อ

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำรถไถ 4 ล้อ มาใช้งานของเกษตรกร คือ ราคาเครื่องจักรกลเกษตร และอัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 98.17 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ ราคาเครื่องจักรกล และรองลงมาคือ อัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด (R^{-2} = 0.9817, $r_1 > r_2$)

3. รถแทรกเตอร์

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำรถแทรกเตอร์มาใช้งานของเกษตรกรคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด และพื้นที่ถือครองทางการเกษตรสูงถึงร้อยละ 99.32 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด รองลงมาคือ พื้นที่ถือครองทางการเกษตร (R^{-2} = 0.9932, $r_1 > r_2$)

4. เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชมาใช้งานของเกษตรกร คือ ปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด พื้นที่ถือครองทางการเกษตร และราคาเครื่องจักรกลเกษตรสูงถึงร้อยละ 99.15 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด รองลงมาคือ ปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

พื้นที่ถือครองทางการเกษตร และราคาเครื่องจักรกล (R^{-2} = 0.9915, $r_2 > r_1 > r_3 > r_4$)

5. เครื่องสูบน้ำ

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเครื่องสูบน้ำมาใช้งานของเกษตรกรคือราคาเครื่องจักรกล และอัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 98.44 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด รองลงมาคือ ราคาเครื่องจักรกลเกษตร (R^{-2} = 0.9944, $r_2 > r_1$)

6. เครื่องสีฝัด

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเครื่องสีฝัดมาใช้งานของเกษตรกรคือ ราคาเครื่องจักรกล รายได้ทางการเกษตรต่อคน และอัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 98.59 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ รายได้ทางการเกษตรต่อคน รองลงมาคือ อัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด และราคาเครื่องจักรกลเกษตร (R^{-2} = 0.9895, $r_2 > r_3 > r_1$)

7. เครื่องสีข้าวโพด

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเครื่องสีข้าวโพดมาใช้งานของเกษตรกรคือ รายได้ทางการเกษตรต่อคน และอัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 98.75 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ รายได้ทางการเกษตรต่อคน รองลงมาคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด (R^{-2} = 0.9875, $r_1 > r_2$)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความต้องการใช้เครื่องจักรกลเกษตรของเกษตรกร ปี 2530-2534

ประเภท	ปี พ.ศ.										ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี
	2530		2531		2532		2533		2534		
	จำนวน	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	จำนวน	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	จำนวน	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	จำนวน	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	จำนวน	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง	
รถไถเดินตาม	498,854	-	529,799	5.84	565,810	6.36	596,560	5.15	638,001	6.49	5.96
รถไถ 4 ล้อ	60,066	-	60,159	0.15	67,843	11.33	71,999	5.77	75,149	4.19	5.36
รถแทรกเตอร์	112,467	-	118,078	4.75	126,129	6.38	131,750	4.27	142,263	7.39	5.69
เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช	2,076,775	-	2,109,839	1.58	2,194,491	3.86	2,227,802	1.49	2,363,553	5.74	3.17
เครื่องสูบน้ำ	1,244,233	-	1,296,592	4.04	1,391,891	6.85	1,444,381	3.63	1,582,359	8.72	5.81
เครื่องสีฝัด	114,826	-	120,216	4.48	126,317	4.83	131,727	4.11	138,499	4.89	4.58
เครื่องสีข้าวโพด	15,707	-	16,403	4.24	17,250	4.91	17,945	3.87	18,946	5.28	4.58
เครื่องนวดข้าว	53,974	-	56,261	4.06	61,293	8.21	63,579	3.59	71,355	10.89	6.69

8. เครื่องนวดข้าว

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเครื่องนวดข้าวมาใช้งานของเกษตรกรคือ พื้นที่เพาะปลูกข้าว และอัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 95.43 โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดคือ อัตราส่วนแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด รองลงมาคือ พื้นที่เพาะปลูกข้าว ($R^{-2} = 0.9543, r_2 > r_1$)

พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้เครื่องจักรกลเกษตร

จากการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้เครื่องจักรกลเกษตรสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในอนาคต ซึ่งในการพยากรณ์นี้อาศัยสมการรีเกรสชัน โดยการหาสมการแนวโน้ม (trend line) ของตัวแปรอิสระ (independent variable) เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ ปีที่พยากรณ์คือปี 2530–2534 (ตามระยะเวลาของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6) ผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการพยากรณ์จะเห็นว่าอัตราการเพิ่มของความต้องการใช้เฉลี่ยต่อปีที่สูงสุด คือ เครื่องนวดข้าว รองลงมาคือ รถไถเดินตาม เครื่องสูบน้ำ รถแทรกเตอร์ รถไถ 4 ล้อ เครื่องสีข้าวโพด เครื่องสีฝัด และเครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช ตามลำดับ

สรุป

เกษตรกรไทยรู้จักใช้เครื่องจักรกลเกษตรมาเป็นเวลานานแล้ว เครื่องจักรกลส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นเครื่องจักรกลแบบง่าย ๆ เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก็ไม่สลับซับซ้อน ราคาถูกง่ายแก่การใช้งานและดูแลรักษา ซึ่งก็เหมาะสมกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรไทย อย่างไรก็ตาม ในด้านการใช้งานและดูแลรักษานั้นยังมีปัญหาบางประการที่ควรจะได้รับการแก้ไขคือ เกษตรกรขาดความรอบรู้ในการใช้งานเครื่องจักรกลเกษตรที่เหมาะสมกับกำลังเครื่อง ยังมีการดูแลรักษาที่ไม่ถูกต้อง ขาดความรอบรู้ในการซ่อมแซม อะไหล่ที่ซื้อมาใช้ไม่ได้มาตรฐานตามต้องการ ขาดข้อมูลและขาดหลักการในการเลือกซื้อเครื่องจักรกลเกษตร

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการใช้เครื่องจักรกลเกษตรแตกต่างกันตามชนิดของเครื่องจักรกล และปัจจัยที่สำคัญอันมีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้เครื่องจักรกลเกษตรโดยรวมได้แก่ ราคาเครื่องจักรกลเกษตร รายได้ทางการเกษตรต่อคน พื้นที่ชลประทานที่แล้วเสร็จ อัตราส่วนของแรงงานเกษตรต่อประชากรทั้งหมด พื้นที่ถือครองทางการเกษตร ปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและพื้นที่เพาะปลูกข้าว ดังนั้นถ้าหากจะพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเกษตรให้บรรลุตามเป้าหมาย จะต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงปัจจัยดังกล่าวให้สอดคล้องกันไปด้วย

กล่าวโดยสรุป อนาคตเครื่องจักรกลเกษตรของไทยยังแจ่มใสอยู่ โดยเฉพาะเครื่องมือเตรียมดิน ได้แก่ รถไถเดินตาม ทั้งนี้เพราะเป็นเครื่องมือเตรียมดินที่มีราคาค่อนข้างถูก ง่ายแก่การใช้งานและใช้ในงานเกษตรได้หลายอย่าง ภาค

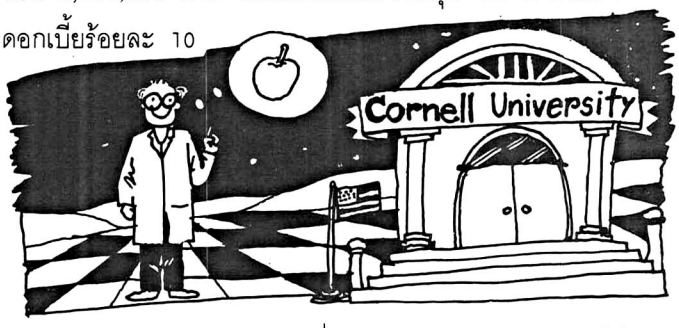
ที่คาดว่าจะมีอัตราการใช้รถไถเดินตามมากขึ้นคือ ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้รถแทรกเตอร์และรถไถ 4 ล้อ ก็ยังมีความต้องการในอัตราที่ค่อนข้างสูงอยู่ เพราะการขยายตัวของเนื้อที่เพาะปลูกพืชไร่และพืชสวนค่อนข้างสูง รถแทรกเตอร์และรถไถ 4 ล้อนี้เหมาะสมที่จะใช้บุกเบิกพื้นที่เพาะปลูกใหม่ และใช้ในการเตรียมพื้นที่ที่เป็นดินแข็ง นอกจากนี้ยังใช้พ่วงกับเครื่องหยอดเมล็ดพืชและเครื่องนวดเมล็ดพืชอีกด้วย อัตราความต้องการใช้รถแทรกเตอร์และรถไถ 4 ล้อ ในแต่ละภาคจะไม่แตกต่างกัน รองลงมาจากเครื่องมือเตรียมดินคือ เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช เพราะเป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่มีราคาถูกง่ายแก่การใช้งานและดูแลรักษา และมีความจำเป็นในการปราบศัตรูพืชซึ่งมีแนวโน้มการระบาดมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะภาคใต้ มีแนวโน้มที่จะใช้มากที่สุด นอกจากนี้เครื่องจักรกลเกษตรอีกชนิดหนึ่งที่มีแนวโน้มความต้องการใช้สูงไม่แพ้เครื่องมือเตรียมดินและเครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืชคือ เครื่องสูบน้ำ ทั้งนี้เพราะความจำเป็นในการที่จะนำน้ำมาใช้ในการเพาะปลูก โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ทางภาคใต้มีแนวโน้มที่จะใช้มากที่สุด สำหรับเครื่องนวดข้าว เครื่องสีข้าวโพด และเครื่องสีฝัด ก็มีแนวโน้มความต้องการใช้ รองลงมาจากเครื่องจักรกลเกษตรดังกล่าว.

ในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แก๊สเชื้อเพลิงจากกากผลไม้

กากวัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมักทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการกำจัดทิ้งและมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อมนั้น ปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ โดยอาศัยกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียในสภาวะไร้ออกซิเจน แปรรูปกากวัตถุดิบที่เหลือทิ้งให้เป็นแก๊สชีวภาพและปุ๋ย ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านพลังงานและเกษตรกรรม รวมทั้งแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้เป็นอย่างดี

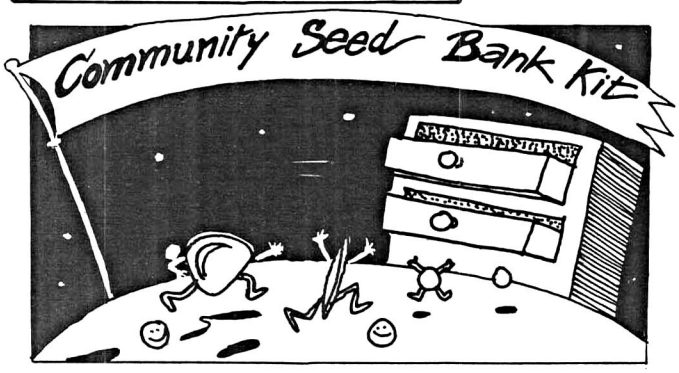
ในสหรัฐอเมริกาซึ่งมีการปลูกแอปเปิ้ล และมีอุตสาหกรรมการผลิตน้ำแอปเปิ้ลอย่างกว้างขวาง ทำให้มีกากแอปเปิ้ลเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก Dr. Stephen P. Etheridge แห่งมหาวิทยาลัย Cornell ได้ทดลองหมักกากแอปเปิ้ลในสภาวะไร้ออกซิเจนทั้งในขั้นห้องปฏิบัติการและโรงงานนำทาง พบว่า การหมักที่อุณหภูมิสูงในช่วง thermophillic ให้ผลดีที่สุดคือสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้วันละ 1.8 ลิตร ที่อัตราการเติมวัตถุดิบแห้งวันละ 3 กรัมต่อลิตรของถังหมัก และย่อยวัตถุดิบได้ร้อยละ 88 ส่วนความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจของกระบวนการแปรรูปกากแอปเปิ้ล จำนวน 10,000 ตันต่อปี จะต้องใช้ถังหมักขนาด 1,500 ลบ.ม. แบบชนิดที่เรียกว่า plugflow ต้องใช้เงินลงทุนไม่เกิน 460,000 เหรียญสหรัฐฯ หรือ 11,960,000 บาท (1 เหรียญสหรัฐฯ = 26 บาท) ให้ผลตอบแทนปีละ 110,000 เหรียญสหรัฐฯ หรือ 2,860,000 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 4.5 ปี ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10



สำหรับประเทศไทย ซึ่งมีอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้กระป๋อง และน้ำผลไม้สำเร็จรูปอยู่มากมายหลายประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมผลิตสับปะรดกระป๋อง พบว่ามีเปลือกและไส้แกนกลางเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดทิ้งเช่นกัน วท.จึงได้ทำการศึกษาและทดลองนำเปลือกและไส้แกนกลางมาหมักในสภาวะไร้ออกซิเจนในขั้นห้องปฏิบัติการที่ช่วงอุณหภูมิต่างกัน ผลการศึกษาที่อัตราการเติมวัตถุดิบแห้งวันละ 2 กรัมต่อลิตรของถังหมัก ที่อุณหภูมิในช่วง thermophillic ได้แก๊สชีวภาพวันละ 1.8 ลิตรต่อลิตรของถังหมัก และย่อยวัตถุดิบได้ร้อยละ 92 สำหรับความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจนี้ยังอยู่ในขั้นศึกษาวิจัย นอกจากนี้ยังมีวัตถุดิบเหลือทิ้งอีกหลายชนิด เช่น ฝุ่นข้าว เปลือกมันสำปะหลัง เป็นต้น ที่สามารถผลิตเป็นแก๊สชีวภาพได้ และมีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางทั้งที่ วท. และหน่วยงานอื่นภายในประเทศ.

....ธเนศ อุทิศธรรม

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชของชุมชน



ปัจจุบันนี้มีหน่วยงานของประเทศเนเธอร์แลนด์ มีชื่อว่า "เงินทุนการพัฒนาชนบทนานาชาติ" (Rural Advancement Fund International หรือ RAFI) และเงินบริจาค NGO (NGO chartered) ได้จัดทำอุปกรณ์ชุดสำหรับแจก เรียกว่า "อุปกรณ์ชุดธนาคารเชื้อพันธุ์พืชของชุมชน" (The "Community Seed Bank Kit") อุปกรณ์ชนิดนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อให้นักส่งเสริมการเกษตรใช้ โดยมีจุดมุ่งหมายในการเก็บอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมทางพืชของโลก ด้วยการเก็บรวบรวมเมล็ดเชื้อพันธุ์พืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรวบรวมโดยเกษตรกรรายย่อย

การผันแปรของพืชลักษณะต่าง ๆ มีความสำคัญในการใช้ผสมพันธุ์ ในระยะสิบปีที่ผ่านมา พืชสายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีลักษณะดีนั้นได้เกิดความเสียหายและกำลังจะสูญหายไป อันเนื่องจากการนำพืชสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงมาปลูกในพื้นที่ใหญ่ ๆ ตัวอย่างเช่น ในประเทศอินเดียเมื่อห้าสิบปีที่ผ่านมา เกษตรกรได้นำพันธุ์ข้าวมากกว่า 30,000 สายพันธุ์มาปลูก ในปัจจุบันนี้มีการคาดการณ์ว่า ก่อนที่จะถึงศตวรรษหน้าจะมีพันธุ์ข้าวเหลือเพียง 10 สายพันธุ์ ที่เกษตรกรจะนำมาปลูกในพื้นที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การปลูกข้าวทั้งหมด

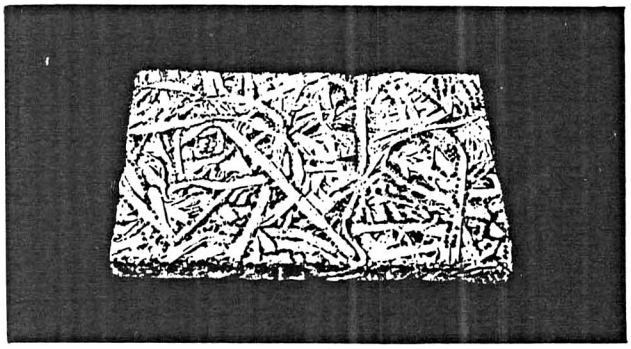
ถึงแม้ว่าคณะกรรมาธิการประสานงานว่าด้วยแหล่งพันธุกรรมทางพืชนานาชาติ (International Board for Plant Genetic Resources หรือ IBPGR) จะได้ทำหน้าที่ประสานงานในการเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์พืชทั่วโลก เพื่อการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืชแบบถาวร หรือแบบระยะยาว ก็ยังมีปัญหาในด้านวิชาการและการจำหน่ายจ่ายแจกอยู่

อุปกรณ์ชุดธนาคารเชื้อพันธุ์พืชของชุมชนนี้ จะช่วยสนับสนุนแก่สถาบันต่าง ๆ ที่ดำเนินงานด้านการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมของพืช อุปกรณ์ชุดนี้ มีคำแนะนำการอนุรักษ์พืชป่าที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านเส้นใยและสมุนไพร รวมทั้งวัชพืชซึ่งทนทานต่อศัตรูพืชต่าง ๆ นอกจากนี้ อุปกรณ์ชุดนี้ยังมีคำอธิบายวิธีการสำรวจและการจัดระบบการเก็บรวบรวมอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืช รวมทั้งวิธีการจำแนกแยกแยะเชื้อโรคพืชของเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นด้วย

สำหรับในประเทศไทย ได้มีการจัดตั้ง "ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชแห่งชาติ" (The National Genebank of Thailand หรือ NGT) ในปี พ.ศ. 2527 โดยได้รับเงินสนับสนุนจาก IBPGR ดำเนินงานโดย สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการเกษตร (สวก.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ธนาคารนี้ตั้งอยู่ภายในบริเวณของ วท. เลขที่ 196 ถนนพหลโยธิน บางเขน กท. 10900 มีเนื้อที่ใช้เก็บตัวอย่างพืชได้มากกว่า 50,000 ตัวอย่าง ทำการอนุรักษ์แบบระยะปานกลาง หรือการอนุรักษ์เพื่อใช้งาน (คงความงอกได้ 10-20 ปี) และแบบระยะยาว หรือแบบถาวร (คงความงอกได้มากกว่า 20 ปี) สามารถให้บริการการอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์พืชทั่ว ๆ ไปแก่หน่วยงานทั่วประเทศ นอกจากนี้ยังสามารถให้บริการการเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวโพด ข้าวฟ่าง แก่ประเทศต่าง ๆ ในภาคพื้นเอเชียอาคเนย์ และการให้บริการการอนุรักษ์เมล็ดเชื้อพันธุ์ถั่วพูแบบถาวรแก่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกด้วย ปัจจุบันนี้ได้ดำเนินการเก็บอนุรักษ์เมล็ดเชื้อพันธุ์พืชทั้งแบบระยะปานกลางและแบบระยะยาว แบ่งเป็นพืชรวม 8 กลุ่ม คือ พืชอาหารสัตว์ พืชถั่วกินได้ ธัญพืช พืชน้ำมัน พืชผัก ไม้โตเร็ว พืชสมุนไพรและพืชป่า รวมทั้งสิ้นมากกว่า 2,000 ตัวอย่าง (accession) และจะเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต.

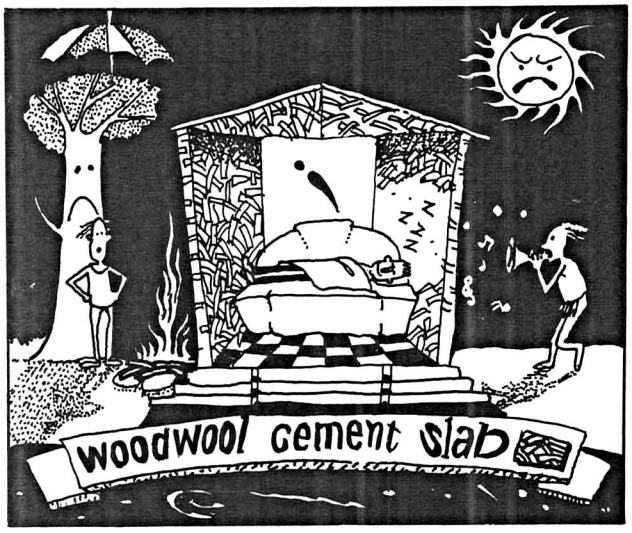
.....ศรีวรรณ โฉมเฉลา

แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์



ประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศ มีความต้องการสูงในวัสดุก่อสร้างราคาถูกและใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ ความขาดแคลนเช่นว่านี้ทำให้มีการนำเข้าอย่างเสรีของวัสดุก่อสร้างจากต่างประเทศ ทำให้เกิดปัญหากับโครงการพัฒนาหลายโครงการ TDRI จึงได้พัฒนากระบวนการในการผลิตแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์ (woodwool cement slab) และตั้งโรงงานขึ้นในประเทศแซมเบีย

ปัจจุบันมีการผลิตและการใช้แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์อย่างแพร่หลายแล้วทั่วโลกโดยผลิตจากส่วนผสมของฝอยไม้และซีเมนต์ ส่วนผสมจะถูกอัดให้เป็นรูปร่างขึ้นมา มีความหนาและขนาดตามต้องการ กลายเป็นวัสดุน้ำหนักเบาที่ใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ มีคุณสมบัติเป็นฉนวนอย่างดี สามารถดูดซึมเสียง กันเสียงสะท้อน และเป็นวัสดุทนไฟ นอกจากนั้นยังสามารถเลื่อยและตอกตะปูได้ตามต้องการ จากคุณลักษณะเหล่านี้จึงเป็นวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับใช้กับโรงเรียน อาคารสาธารณะ อาคารที่พักอาศัยต่าง ๆ ที่ต้องการให้เป็นอาคารราคาถูก และมีคุณสมบัติที่เป็นฉนวน กันเสียงสะท้อน และทนไฟ



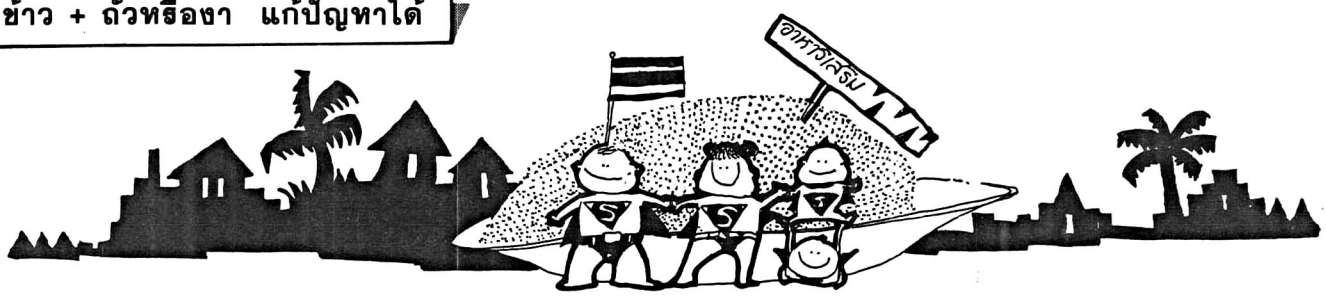
แผ่นอัดดังกล่าว โดยทั่วไปผลิตขึ้นจากโรงงานขนาดใหญ่ซึ่งใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติในการผลิต มีกำลังผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 400 แผ่น/ชั่วโมง แผ่นอัดแต่ละชิ้นมีขนาด 2,400 × 600 × 50 มม. จากผลงานของ TDRI ได้ก่อให้เกิดโรงงานผลิตขนาดย่อม ซึ่งใช้กำลังคนเป็นหลักในการผลิต สามารถผลิตได้ 20 แผ่น/ชั่วโมง ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งออกแบบโดย TDRI กับกระบวนการผลิตในเชิงการค้าแบบเดิม ๆ คือ การผลิตของ TDRI มีจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ของประเทศกำลังพัฒนา โดยใช้เทคโนโลยีง่าย ๆ ในการผลิตแทนที่จะใช้เทคโนโลยีชั้นสูงซึ่งต้องการเงินลงทุนจำนวนมาก เครื่องจักรกลก็ลดลงมาจนเหลือเพียงเท่าที่จำเป็น พวกอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่ก็ออกแบบให้สามารถผลิตได้เองในระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นการช่วยลดการนำเข้าเครื่องจักรอุปกรณ์เหล่านี้ลงได้

วัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดธรรมดา น้ำ สารเคมี และไม้ สารเคมีนั้นมีหลายชนิด แต่ที่นิยมกันมากคือ แมกนิเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ และโซเดียมซิลิเกท สารเคมีเหล่านี้มีคุณสมบัติเหมาะสม ราคาถูกและหาได้โดยทั่วไป ใช้ช่วยบำรุงรักษาเนื้อไม้ และช่วยในการแข็งตัวของซีเมนต์

กระบวนการผลิตเริ่มต้นด้วยการฉีกเศษไม้ซึ่งเป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยเครื่องมือพิเศษเพื่อให้เป็นฝอยไม้ หลังจากนั้นใส่น้ำยาเคมีเข้าไปแล้วจึงนำไปผสมซีเมนต์ ตอนแรกผสมน้ำกับซีเมนต์ให้เข้าดีเสียก่อน ส่วนฝอยไม้ภายหลังจากใส่น้ำยาเคมีแล้ว จะถูกนำมาปั่นจนมีปริมาณความชื้นที่คงตัว เพื่อไม่ให้คายน้ำหรือดูดซึมน้ำเข้าไปอีกเมื่อผสมกับซีเมนต์เหลว จากนั้นซีเมนต์เหลวและฝอยไม้จะถูกนำมาผสมกันด้วยสัดส่วนที่ถูกต้อง แล้วจ่ายส่วนผสมลงไปในแม่แบบไม้ ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษ และอัดให้ได้ความหนาตามต้องการ แผ่นอัดนี้จะถูกอัดบรรจุอยู่ในแม่แบบ 1 คืน เพื่อให้ซีเมนต์แข็งตัวในระยะต้น วันต่อมาจึงเอาแผ่นอัดออกจากแม่แบบได้ หลังจากนั้นอีก 14-28 วัน ก็พร้อมที่จะนำออกขายได้.

.....พูนเพิ่ม วัฒนวงษ์คีรี

ข้าว + ถั่วหรืองา แก้ปัญหาได้



ในปี 2523 เด็กวัยก่อนเรียนในประเทศไทย จำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่ง ประสบปัญหาทุพโภชนาการในด้านโปรตีนและพลังงาน (protein-energy malnutrition, PEM) ดังนั้น สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล จึงได้พัฒนาสูตรอาหารอย่างง่าย ๆ จากข้าวและถั่วต่าง ๆ เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้แก่เด็กวัยก่อนเรียน อาหารเสริมนี้เป็นส่วนผสมง่าย ๆ ที่สามารถทำขึ้นเองได้ในบ้านสำหรับใช้ภายในครอบครัวหรือชุมชน ส่วนประกอบมีข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทยเสริมด้วยแหล่งโปรตีนราคาถูก เช่น ถั่วเหลือง และถั่วเขียว และแหล่งแคลอรีที่ให้พลังงานเช่น งา หรือถั่วลิสง เป็นต้น

ส่วนประกอบดังกล่าวเมื่อคั่วและบดแล้วนำมาผสมตามอัตราส่วน อาหารเสริมนี้บรรจุในถุงขนาด 100 กรัม หรือ 250 กรัม ซึ่งขนาดบรรจุ 100 กรัม เมื่อบริโภคจะให้พลังงานประมาณ 450 กิโลแคลอรี และอาหารเสริมนี้สามารถเก็บไว้ได้ 6-8 สัปดาห์

ในการทดลองกับหมู่บ้านต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลของการบริโภคอาหารเสริมนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนของเด็กที่มีสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 45 เป็นร้อยละ 79 ภายในระยะเวลา 8 เดือน ซึ่งขณะนี้กระทรวงสาธารณสุขได้นำไปรณรงค์เผยแพร่ในภาคอื่น ๆ ต่อไป

ปัจจุบันนี้ โลกมีเด็กมากกว่าพันล้านคนในประเทศที่กำลังพัฒนาต่างๆ กำลังประสบภาวะทุพโภชนาการในรูปแบบต่าง ๆ กัน แต่ปัญหาการขาดแคลนโปรตีนและพลังงาน (PEM) นับเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด.

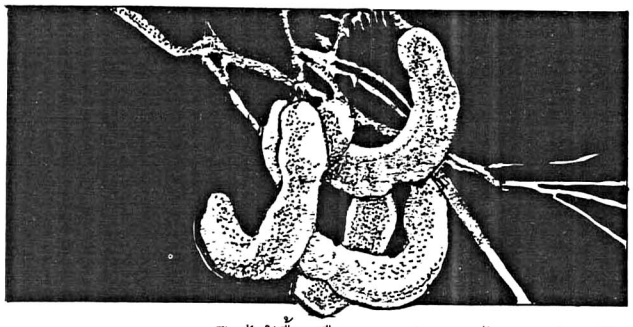
.....อินทราวุธ ฉัตรเกษ

แคปซูล ฮัลโหล ฮัลโหล

หลายท่านคงจะได้เคยใช้โทรศัพท์ในตู้โทรศัพท์สาธารณะกันมาแล้ว ส่วนมากจะพบว่าในขณะที่พูด ท่านมักจะต้องเอามืออุดหูไว้ข้างหนึ่งเพื่อจะได้ยินเสียงจากคู่สนทนาของท่าน และเวลาท่านโต้ตอบก็ต้องตะโกนพูดด้วยเสียงอันดังเพื่อให้ทางโน้นได้ยิน นับเป็นวิบากกรรมอย่างหนึ่งซึ่งพลอยทำให้คนข้างเคียงแถว ๆ นั้นต้องรับรู้เรื่องของท่านไปด้วย แต่ต่อไปนี้จะมีตู้โทรศัพท์เก็บเสียง เรียกว่า "Hello Capsule" ผลิตโดยบริษัท นิฮอน โตกุซุ โตริโอ เริ่มออกวางจำหน่ายแล้วเมื่อกลางปี 2530 ตัวตู้ทำด้วยวัสดุที่สามารถป้องกันเสียงและดูดซับเสียงได้ทั้ง ผนัง เพดาน และพื้น ซึ่งจะลดเสียงภายในได้ประมาณ 20 เดซิเบล ซึ่งเป็นระดับเสียงธรรมชาติที่ค่อนข้างเบา (ระดับเสียงในดิสโก้เธค ประมาณ 100 เดซิเบล) และป้องกันไม่ให้เสียงลอดออกไปข้างนอกได้ ตู้นี้ออกแบบสำหรับใช้ภายในอาคารโดยเฉพาะ ส่วนราคานั้น 750,000 เยน หรือ 5,355 ดอลลาร์ คิดเป็นเงินไทยก็ประมาณ 130,000 บาท (เท่านั้นเอง!) สำหรับท่านที่ต้องการความสงบเงียบและนุ่มหู.

.....พรสวรรค์ ดิษยบุตร

พันธุ์มะขามหวาน



มะขามหวานเป็นไม้พื้นเมืองของประเทศไทย ปลูกกันมากว่า 75 ปี เช่นในภาคเหนือได้แก่ ลำปาง แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ ภาคเหนือตอนล่างได้แก่ เพชรบูรณ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ อุบลราชธานี สกลนคร นครพนม เลย ร้อยเอ็ด มหาสารคาม ศรีษะเกษ นครราชสีมา และภาคกลางมี สระบุรี สมุทรสาคร ราชบุรี และนครปฐม เป็นต้น สาเหตุที่ทำให้มะขามมีรสหวาน เพราะเนื้อมะขามมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูง ขณะเดียวกันก็มีเปอร์เซ็นต์ของกรดอินทรีย์ที่ทำให้เปรี้ยวน้อย ลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกันไปตามลักษณะของต้น ใบ ยอดอ่อน ฝัก เปลือกฝัก เนื้อ รก เมล็ด รส และกลิ่น มะขามที่จัดว่าเป็นมะขามหวานจะมีน้ำตาลอยู่ระหว่าง 35-45% และมีกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) 2-4% พันธุ์ต่าง ๆ พอประมวลได้ดังนี้ :

มะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์

พันธุ์หมื่นจง ต้นแม่พันธุ์อยู่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ต้นแม่มีอายุ 78 ปี เจ้าของเดิมคือ หมื่นจงประชากิจ มีลักษณะ ฝักโค้ง ขนาดฝักปานกลาง เนื้อสีน้ำตาล รสหวานสนิท มีน้ำตาล 45.2% กรดทาร์ทาริก 1.90%

พันธุ์นายหยัดหรือพันธุ์สีทอง ต้นแม่พันธุ์อยู่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ต้นแม่มีอายุ 47 ปี โดยนายหยัด กองมูล ได้นำเมล็ดพันธุ์หมื่นจงมาเพาะ 23 เมล็ด ปรากฏว่าได้ มะขามหวานเพียงต้นเดียว ที่มีลักษณะฝักใหญ่ โค้ง เปลือกฝักหนา เนื้อรสหวาน มีน้ำตาล 42.0% กรดทาร์ทาริก 1.90% ต่อมามีผู้นำมาขยายพันธุ์ขายในภาคกลาง เจ้าของเดิมไม่พอใจ ผู้ขยายพันธุ์จึงเปลี่ยนชื่อเป็นพันธุ์สีทอง เพราะเห็นเนื้อมีสีเหลืองเหมือนทองคำ

พันธุ์ศรีชมภู ต้นแม่พันธุ์เดิมอยู่ในเวียงจันทร์ประเทศลาว (เป็นของขุนนางลาว ชื่อ ขุนนิยม) นายตา คำเที่ยง ได้นำเมล็ดมาปลูกที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2481 ได้มะขามหวานเพียงต้นเดียว ต่อมาปี พ.ศ. 2503 ครูอุดม ศรีชมภู ได้ทาบกิ่งขยายพันธุ์จากต้นของนายตา คำเที่ยง และตั้งชื่อว่าพันธุ์ศรีชมภู ลักษณะฝักใหญ่ กลม ยาว ตรง เปลือกฝักบาง เนื้อหนา รสหวานสนิท มีน้ำตาล 45.0% กรดทาร์ทาริก 2.25%

พันธุ์ขันตี ต้นแม่พันธุ์อยู่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ครูนิยม เหมพนม ตั้งชื่อให้ลุงขันตี แก้ววงษ์ เจ้าของเดิม ลักษณะฝักใหญ่ ยาว ตรง และรสหวาน

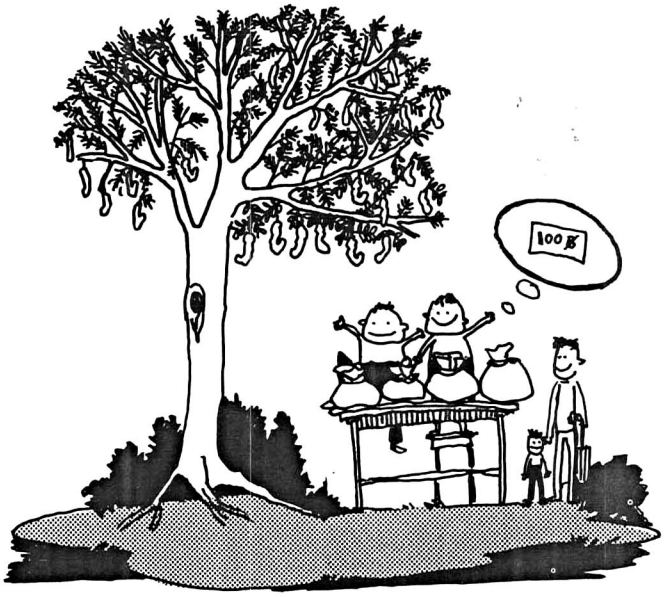
พันธุ์ปากดุก ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านปากดุก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ แม่พันธุ์อายุ 53 ปี ลักษณะฝักตรง สั้น ขนาดฝักปานกลาง เนื้อรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีน้ำตาล 39.0% กรดทาร์ทาริก 3.1%

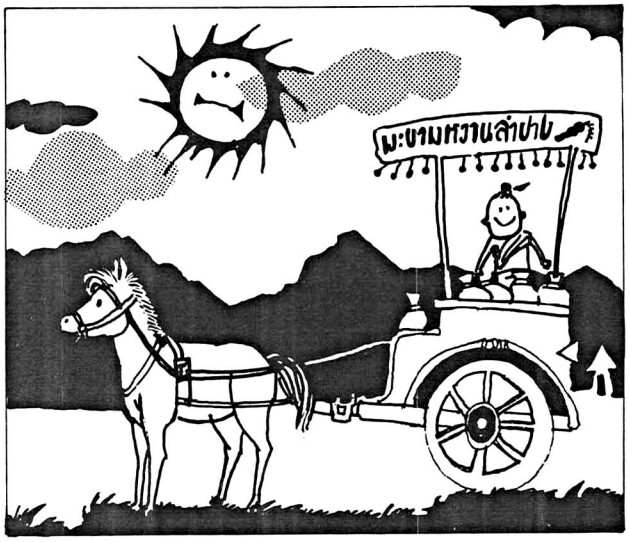
พันธุ์นายไหมหรือพันธุ์อินทผาลัม ต้นแม่พันธุ์อยู่ตำบลสักหลง อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะฝักเล็ก สั้น โค้งน้อย เนื้อแตกแยกจากกัน รสชาติพอใช้ได้ มีน้ำตาล 36.5% กรดทาร์ทาริก 3.04%

พันธุ์น้ำผึ้ง เป็นของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะฝักเล็ก โค้งงอเกือบเป็นวงกลม รสหวานสนิท เป็นพันธุ์เบา

พันธุ์นายหวาน อยู่ตำบลนาเฉลียง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ รสหวานพอใช้

พันธุ์หลักแตก เป็นพันธุ์ที่กลายมาจากพันธุ์นายหยัด (สีทอง) เนื้อแยกจากกัน เยื่อหุ้มเมล็ดนุ่มหวานพอใช้ มีน้ำตาล 36.5% กรดทาร์ทาริก 3.04%





มะขามหวานจังหวัดลำปาง

พันธุ์ครูโตหรือพันธุ์ทูลเกล้า ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านหนองหนาว ตำบลแจ้ห่ม อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ต้นแม่อายุ 38 ปี รสหวานสนิท มีน้ำตาล 43.6% กรดทาร์ทาริก 2.10%

พันธุ์นายคำปัน ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านสาแพะ ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ต้นแม่อายุ 49 ปี ฝักยาว โต รสหวานสนิท

พันธุ์ป้าชุ่ม ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านใหม่เหล่ายาว ตำบลแจ้ห่ม อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง แม่พันธุ์มี 2-3 ต้น แต่ละต้นอายุกว่า 65 ปี

มะขามหวานจังหวัดอุบลราชธานี

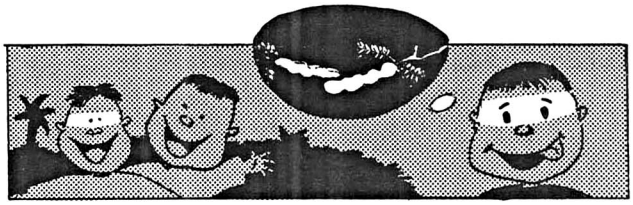
พันธุ์ไผ่ใหญ่ ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านไผ่ใหญ่ อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี มีน้ำตาล 27.0% กรดทาร์ทาริก 1.46%

พันธุ์พระโรจน์ ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านพระโรจน์ อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี

พันธุ์มหาจรูญ ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านแสนสำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

พันธุ์ครูอินเขมราฐ ต้นแม่พันธุ์อยู่ตำบลพระลาน อ.เขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี แม่พันธุ์อายุ 39 ปี

พันธุ์ครูบัวพัน ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านบัวเทิง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เนื้อมะขามมีสีน้ำตาลเกาะสีขาวคล้ายรา มีรสชาติหวานหอม



พันธุ์คุณเปี๊ยก ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านคำนกเปล้า อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เป็นพันธุ์ที่ขยายมาจากพันธุ์ไผ่ใหญ่ มีกลิ่นหอมหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อแตกเมล็ดล่อน มีน้ำตาล 36.0% กรดทาร์ทาริก 3.64%

มะขามหวานจังหวัดสกลนคร

พันธุ์บ้านนานกเค้า ต้นแม่พันธุ์อยู่บ้านนานกเค้า ตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ต้นแม่อายุ 51 ปี

มะขามหวานจังหวัดเลย

พันธุ์บ้านฟากเลย มีกลิ่นหอมหวาน เหมือนขนมปัง ฝักค่อนข้างเล็ก เนื้อเหนียว เมล็ดล่อน รสหวานสนิท

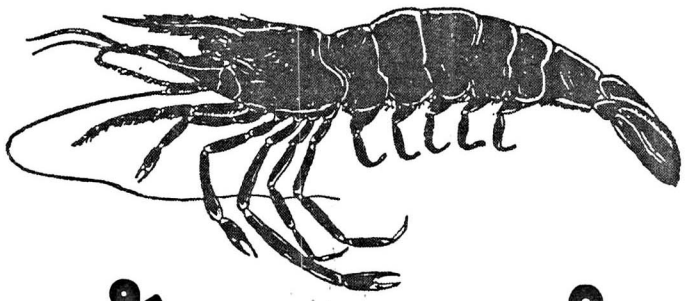
มะขามหวานจังหวัดนครพนม

เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อมาก รสหวาน มีปลูกในแถบหมู่บ้านนาแก หมู่บ้านนาโสด และหมู่บ้านส้มป่อย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

มะขามหวานของภาคกลาง

ส่วนมากได้พันธุ์มาจากจังหวัดเพชรบูรณ์ มีปลูกที่อำเภอกระทุ่มแบน, อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร, อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี, อำเภอสามพราน, อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม.

.....สมร พรมเพ็ชร์



การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เรียบเรียงโดย ยุพา ศีติสาร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
บางเขน กรุงเทพ กท. 10900

คำนำ

ปัจจุบันนี้กิจการประมงทะเลกำลังประสบปัญหาการขาดแคลนสัตว์ทะเลตามธรรมชาติ เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีด้านเครื่องมือประมงช่วยให้การจับสัตว์ทะเลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นการประกาศขยายเขตน่านน้ำทางเศรษฐกิจของประเทศเพื่อนบ้านได้แก่ อินเดีย พม่า มาเลเซีย และเวียดนามออกมาอีกเป็น 200 ไมล์ทะเล ทำให้อาณาบริเวณเรือประมงไทยที่จะจับสัตว์น้ำได้แคบลงมีผลให้เรือประมงไทยได้รับความกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง การแก้ปัญหาวิธีหนึ่งคือหันมาทำการประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามชายฝั่งทะเล เนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่กว้างไกลและเหมาะสมที่จะทำได้ สัตว์ทะเลที่เกษตรกรให้ความสนใจได้แก่การเลี้ยงกุ้ง ส่วนใหญ่ที่เลี้ยงได้แก่กุ้งแชบ๊วยและกุ้งกุลาดำ ซึ่งเกษตรกรเห็นว่าพอจะทดแทนกันได้กับการจับจากทะเล นอกจากนั้นเนื้อกุ้งแช่แข็งยังเป็นที่นิยมของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ กุ้งที่ควรจะได้มีการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงกันอย่างจริงจังคือ กุ้งกุลาดำ ซึ่งเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่ได้ผลผลิตต่อไร่สูง และมีราคาดีกว่ากุ้งทะเลชนิดอื่น ๆ

กุ้งกุลาดำ

กุ้งชนิดนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า giant tiger prawn หรือชื่อวิทยาศาสตร์ ***Penaeus monodon*** Fabricius เป็นกุ้งที่ชอบอาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะเป็นโคลนปนทราย หรือตามลำคลองที่มีป่าชายเลนและน้ำไหลลงสู่ทะเลที่เป็นดินปนทราย กุ้งกุลาดำมีความทนทานต่อความเปลี่ยนแปลงของอัตราความเค็มของน้ำได้สูงและเป็นเวลานาน เป็นสัตว์ที่กินเนื้อสัตว์อื่น ๆ หรือของเน่าเปื่อยเป็นอาหาร มีการวางไข่ในทะเลลึกได้ตลอดปี สามารถโตได้รวดเร็วเมื่อนำมาเลี้ยงในนา

ลักษณะของนากุ้ง

การทำนากุ้งแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

1. การเลี้ยงแบบธรรมชาติ (extensive system) เป็นวิธีการแบบเดิมที่ทำกันมาเป็นเวลานาน โดยผู้เลี้ยงจะปล่อยน้ำทะเลเข้าในนาที่เตรียมไว้ ลูกกุ้งวัยอ่อนชนิดต่าง ๆ พร้อมด้วยสัตว์และพืชทะเลขนาดเล็กซึ่งเป็นอาหารของลูกกุ้งจะติดเข้ามาพร้อม ๆ กัน และนอกจากนี้ยังมีลูกปลาทะเลตัวเล็ก ๆ ตลอดจนลูกปูทะเลด้วย เกษตรกรจะกักเก็บน้ำนี้ไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะระบายน้ำออก และเปิดให้น้ำใหม่เข้ามาเป็นประจำเพื่อป้องกันน้ำเสีย การทำนากุ้งโดยวิธีนี้ไม่มีระยะเวลาที่แน่นอนขึ้นอยู่กับเกษตรกรจะตัดสินใจว่าจะจับกุ้งขายได้เมื่อใด โดยทั่ว ๆ ไปจะเป็นระยะเวลาประมาณ 45–60 วัน ก็จะจับกุ้งขายได้ การจับอาจทำเป็นระยะจนกว่ากุ้งจะหมด หรือจะจับครั้งเดียวหมดได้ การเลี้ยงแบบนี้จะให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากกุ้งจะถูกปลาและปูทะเลที่ติดเข้ามาพร้อมกันจับกินเป็นอาหาร แต่ผลพลอยได้อื่นคือ กุ้งชนิดต่าง ๆ รวมทั้งปลาและปูทะเลดังกล่าวก็จะจับขายได้ด้วย

2. การเลี้ยงแบบผสมผสาน (semi-intensive system) เป็นการพัฒนาการทำนากุ้งจากแบบธรรมชาติ โดยมีการซื้อลูกกุ้งจากแหล่งเพาะฟักมาปล่อยเสริมในนากุ้งในอัตราส่วนที่เหมาะสม พร้อมกันนั้นก็ให้อาหารเสริม ซึ่งได้แก่ปลาสดบดผสมรำข้าว เนื้อหอยแมลงภู่ หรือหอยแครง หรืออาจเป็นอาหารสำเร็จรูปที่อุดมด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง มีการกำจัดศัตรูของกุ้งก่อนที่จะปล่อยลูกกุ้งลงในนา การเลี้ยงแบบนี้จะช่วยให้กุ้งเจริญเติบโตได้เร็วขึ้นมีขนาดใหญ่ขายได้ราคาดีและมีผลผลิตต่อไร่สูงคุ้มกับการลงทุน เกษตรกรรายย่อยนิยมการเลี้ยงแบบนี้มาก ดังที่ปรากฏในหลาย ๆ จังหวัด เช่น สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี สมุทรปราการ ระยอง จันทบุรี ตราด และในอีกหลาย ๆ จังหวัดในภาคใต้ เช่น สุราษฎร์ธานี สงขลา ฯลฯ

3. การเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive system) เป็นการเลี้ยงที่ได้นำเอาหลักวิชาการมาใช้เต็มรูปแบบ เช่น การเตรียมบ่อ การให้อาหาร การใส่ปุ๋ย การกำจัดศัตรู การควบคุมระดับน้ำ และการปล่อยลูกกุ้งจากการเพาะฟักลงในนากุ้ง นิยมเลี้ยงกันในรูปแบบอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องลงทุนในอัตราสูง จำนวนเนื้อที่มากกว่า 25 ไร่ขึ้นไป และเป็นบริเวณที่ไฟฟ้าเข้าถึงเพราะต้องอาศัยไฟฟ้ามาช่วยสำหรับเครื่องพ่นอากาศลงในนา ระยะเวลาการเลี้ยงกินเวลาประมาณ 6 เดือน ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าแบบอื่น ๆ

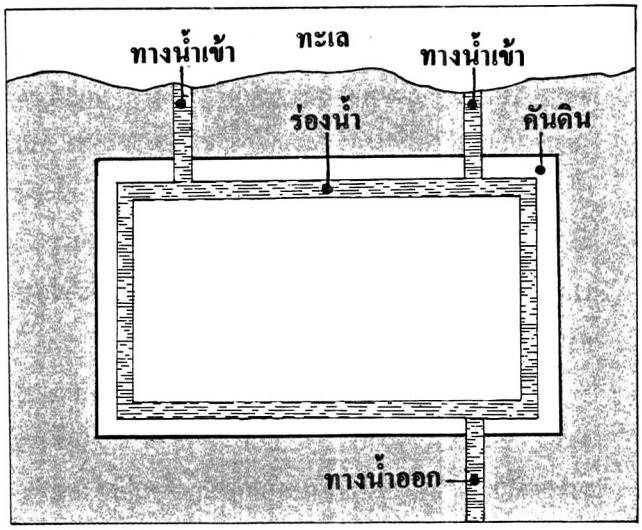
บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกรรายย่อยซึ่งเหมาะที่จะทำนากุ้งแบบผสมผสาน ฉะนั้นจึงจะให้รายละเอียดเน้นหนักไปในด้านการทำนากุ้งด้วยวิธีดังกล่าวแล้ว

การเลือกสถานที่

ก่อนจะทำการเลี้ยงกุ้ง สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงก็คือสถานที่ ปัจจัยสำคัญในการเลือกก็คือต้องเป็นบริเวณที่ราบแถบป่าชายเลนที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในระยะที่น้ำขึ้นเต็มที่ เพราะบริเวณดังกล่าวจะอุดมไปด้วยอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อลูกกุ้ง ตั้งอยู่ห่างจากฝั่งทะเลพอสมควรเพื่อป้องกันความเสียหายจากกระแสคลื่นในฤดูมรสุม พื้นดินควรเป็นดินปนทราย ดินโคลน หรือเลนก็สามารถทำนากุ้งได้ แต่ต้องมีการปรับปรุงพื้นที่ให้ดี และขึ้นอยู่กับวิธีการเลี้ยงด้วย นอกจากนี้ควรอยู่ไม่ไกลจนเกินไปจากแหล่งที่มีลูกกุ้งจำหน่าย

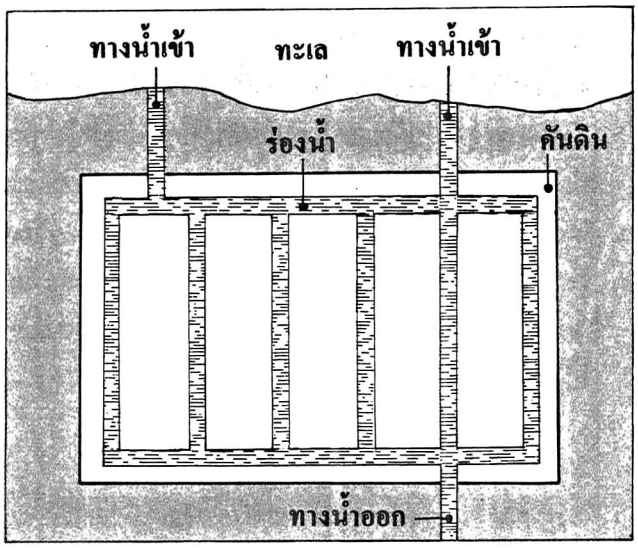
การสร้างบ่อ

ขนาดของบ่อไม่ควรจะให้มีขนาดใหญ่จนเกินไป เพราะกุ้งจะได้รับอาหารไม่ทั่วถึงกัน เกษตรกรรายหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาครจัดทำนากุ้งในขนาดกว้าง 20 ม. ยาว 120 ม. ลึก 50 ซม. ตรงบริเวณลานดินกลางบ่อ และร่องน้ำตามแนวคันดินทั้ง 4 ด้าน ลึก 1 ม. ปรากฏว่าการเลี้ยงได้รับผลดี ถ้าบ่อเลี้ยงกุ้งมีเนื้อที่กว้างมาก อาจแบ่งเป็นช่วง ๆ ดังแผนผังที่แสดงไว้ทั้ง 2 แบบ (รูปที่ 1 และ 2)



รูปที่ 1 แผนผังนากุ้งขนาดเล็ก

หากพื้นที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ได้ระบุไว้ ควรทำคันดินและร่องน้ำกั้นเป็นช่อง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังนากุ้งขนาดใหญ่เกินกว่า 25 ไร่ขึ้นไป

ประตูน้ำเข้าควรมี 2 ด้าน เพื่อรับน้ำให้ได้เต็มที่ด้านตรงข้ามมีประตูระบายน้ำออก ขนาดของประตูควรมีขนาดความกว้าง 80 ซม. ถึง 2 ม. สำหรับนากุ้งที่มีขนาด 25 ไร่ หากพื้นที่มากกว่านี้ควรเพิ่มจำนวนประตูน้ำตามความจำเป็น ร่องน้ำที่สร้างขนานกับคันดินควรมีความกว้างประมาณ 2 ม. ถึง 2.50 ม. ความลึก 1 ม. เพื่อเป็นที่อาศัยของกุ้งเวลาที่น้ำบนลานดินตอนกลางมีปริมาณน้ำลดลง ประตูระบายน้ำควรสร้างให้แข็งแรง โดยอาจใช้วิธีสร้างด้วยคอนกรีต หรือวางด้วยท่อซีเมนต์

นากุ้งที่ดีควรต้องคำนึงถึงทิศทางลมด้วย คือไม่ควรตั้งในทิศทางที่ขวางทางลม เนื่องจากลมช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ผิวน้ำ และช่วยป้องกันการเซาะพังของตลิ่งและประตูน้ำด้วย

การเตรียมบ่อปล่อยกุ้ง

ก่อนเริ่มเลี้ยงกุ้งต้องทำความสะอาดบ่อให้เรียบร้อย โดยระบายน้ำออกจากบ่อให้หมดหลังจากนั้นโรยด้วยปูนขาวให้ทั่วบ่อในอัตรา 50–100 กก. ต่อไร่ หรือจะใช้โล่ติ๊นในอัตราส่วน 1 กก. ต่อน้ำ 100 ลบ.ม. เพื่อฆ่าปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในบ่อให้หมดไป หลังจากปลาตายแล้วเก็บปลาตัวใหญ่ออกจากบ่อ สำหรับปลาตัวเล็กปล่อยทิ้งไว้ให้เป็นปุ๋ย ระบายน้ำเข้าทิ้งไว้ 5–7 วัน เพื่อให้ฤทธิ์ของโล่ติ๊นสลายตัว ถ้าใช้ปูนขาวต้องทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน หลังจากนั้นจึงระบายน้ำเข้าบ่อ โดยใช้อวนตาถี่ปิดกั้นตรงประตูทางเข้าเพื่อกันศัตรูของกุ้ง ถ่ายน้ำเข้าออกประมาณ 2–3 วัน เพื่อให้แน่ใจว่าฤทธิ์ของโล่ติ๊น หรือปูนขาวหมดไปแล้ว

การสร้างคอกพักลูกกุ้งในระยะแรกลงบ่อ ใช้มุ้งสีเขียวตาถี่กั้นคร่อมร่องน้ำ บริเวณใกล้ ๆ ประตูน้ำเข้า พื้นที่ของแต่ละคอกประมาณ 100–200 ตร.ม. จำนวนคอกที่จะสร้างเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณลูกกุ้งที่จะปล่อย

การปล่อยกุ้งลงในคอก

การปล่อยลูกกุ้งลงในคอกในนากุ้ง ควรทำเวลาเช้าหรือเย็น เพราะเวลากลางวันอุณหภูมิจะสูงกว่าปกติ อันจะทำให้ลูกกุ้งเป็นอันตรายได้ จำนวนลูกกุ้งที่จะปล่อยประมาณ 400 ตัว/ตร.ม. ค่อย ๆ ปรับอุณหภูมิและความเค็มของน้ำในถุงใส่ลูกกุ้งและในคอกเลี้ยงลูกกุ้งให้ใกล้เคียงกัน โดยลอยถุงใส่กุ้งในน้ำในคอกสักพักหนึ่ง เปิดปากถุงให้น้ำจากในคอกค่อย ๆ ไหลเข้าถุงทีละน้อย เมื่อลูกกุ้งเริ่มว่ายออกจากถุงก็เทลงในคอกได้

การให้อาหารกุ้ง

อาหารของกุ้งสามารถให้ได้ในทันทีที่ปล่อยกุ้งออกจากถุง การให้อาหารควรใส่ในยอขนาดเล็ก หรือกระบะสังกะสี โดยกำหนดให้จุดให้อาหารห่างกันจุดละประมาณ 7–10 ม. ไม่ควรให้อาหารโดยการหว่านลงในลานดิน เพราะกุ้งจะได้อาหารไม่ทั่วถึง และทำให้มีอาหารตกค้างอยู่ได้ซึ่งมีส่วนทำให้น้ำเสียเร็วขึ้น อาหารที่ให้คือปลาบด หรือหอยกะพงทุบ หรืออาหารเม็ดในอัตรา 100% ของน้ำหนักกุ้ง เมื่อเลี้ยงไปได้ 15 วัน ลดปริมาณลงคือให้ในปริมาณเพียง 10% ของน้ำหนักกุ้ง การดูแลลูกกุ้งในคอกในนาใช้เวลาประมาณ 1 เดือน จึงรื้อคอกออก

กุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยงในคอกในนามักจะมีอัตราการตายประมาณ 40–50% ของจำนวนลูกกุ้งที่ปล่อยลงไปและยิ่งกว่านั้นระหว่างที่ดูแลอยู่ในคอกลูกกุ้งจะตายไปอีกประมาณ 10–20% ฉะนั้นกุ้งที่เหลือครั้งสุดท้ายจะมีประมาณ 35–50% ของกุ้งที่ปล่อยไปทั้งหมด การเลี้ยงแบบนี้ควรมีจำนวนกุ้งประมาณ 2–3 ตัว/ตร.ม.

เมื่อรื้อคอกที่ทำไว้ออกแล้ว มีขั้นตอนในการดูแลต่อไปดังนี้คือ

1. จัดเตรียมปลาบด หรืออาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นอาหารสำหรับกุ้ง โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เช้า และเย็น ในอัตรา 3–5% ของน้ำหนักรวมของกุ้ง

2. ควรบรรจุอาหารลงในกระบะ หรือยอขนาดเล็กนำไปวางไว้ตรงจุดต่าง ๆ ของนากุ้ง ไม่ควรใช้วิธีหว่าน ตำแหน่งที่ให้อาหารควรกำหนดให้แน่นอนเพื่อกุ้งจะเกิดความคุ้นเคยและสามารถหาอาหารกินได้ง่าย ตรวจสอบดูว่าอาหารพอหรือไม่โดยทิ้งเวลาไว้ประมาณ 3 ชม. ถ้าอาหารยังเหลือให้ลดปริมาณอาหารลง ถ้าหมดก็ให้เพิ่มเติม

3. ถ่ายน้ำในนาออกให้มากเท่าที่จะทำได้ในระยะที่น้ำขึ้นในระดับสูงสุด หรืออาจใช้เครื่องสูบน้ำช่วยก็ได้ พยายามรักษาระดับน้ำเหนือลานดินให้สูงประมาณ 30–50 ซม. อยู่เสมอ

การจับกุ้ง

เมื่อเลี้ยงกุ้งได้ประมาณ 3–3 $\frac{1}{2}$ เดือน กุ้งก็โตพอจะจับขายได้ กุ้งอาจมีขนาดแตกต่างกัน การจับจะจับทีเดียวหมดก็ได้ หรือจะคัดขนาดเฉพาะตัวที่มีขนาดใหญ่ก่อนก็ได้ เวลาที่จะทำการจับควรทำในเวลากลางคืนช่วงน้ำแห้ง หรือตอนเช้ามืด กุ้งที่เลี้ยงมานานตามระยะเวลาดังกล่าวจะมีขนาดเฉลี่ย 40–60 ตัว/กก. จำหน่ายได้ในราคา กก.ละ 130–170 บาท ถ้าต้องการให้ขายได้ราคาดี ควรเลี้ยงไว้นานประมาณ 6 เดือน

อาหารสำเร็จของกุ้ง

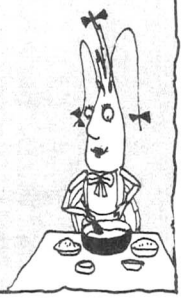
การเลี้ยงกุ้งในสมัยปัจจุบันนั้น ส่วนประกอบสำคัญที่จะให้กุ้งเจริญได้ดี คืออาหาร กุ้งกินอาหารเป็นประจำทุกวัน ปริมาณของอาหาร คุณภาพของอาหาร และต้นทุนมีความสำคัญมากที่จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงมีกำไรมากขึ้น สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดสุราษฎร์ธานีได้ทดลองคิดสูตรอาหารสำเร็จของกุ้งได้เป็น 2 สูตร สำหรับเกษตรกรจะทำเก็บไว้ใช้ โดยไม่ต้องเป็นภาระที่จะต้องเตรียมปลาสดบดทุก ๆ วัน สูตรอาหารดังกล่าวมีดังนี้คือ

อาหารสูตรที่ 1

โปรตีน 34%	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก
กุ้งป่น	5
ปลาป่น	2
กากถั่วเหลือง	2
รำ	10
กล้วยหอม	1

อาหารสูตรที่ 2

โปรตีน 32%	สัดส่วนโดยน้ำหนัก
ปลาป่น	50
รำละเอียด	30
ปลายข้าว	10
กากมะพร้าวแห้ง	5
แป้งมัน	5



ขั้นตอนการทำอาหารมีดังนี้คือ

1. บดอาหารให้เป็นชิ้นเล็กไม่ต้องให้ละเอียดจนเกินไป
2. ผสมอาหารตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ให้เข้ากันดี เติมน้ำลงไปประมาณ 10–30% ของน้ำหนักอาหาร หรือพอปั้นเป็นก้อนได้
3. นำเข้าเครื่องอัดเม็ด
4. นำไปนึ่งให้สุกโดยใช้ระยะเวลานานประมาณ 10–20 นาที
5. อาหารเม็ดที่ได้นำไปผึ่งแดดให้แห้งเก็บไว้ใช้เลี้ยงกุ้งต่อไป

ต้นทุนการผลิต

ค่าใช้จ่ายในการทำนากุ้งมีหลายประเภทที่จะต้องคำนึงถึง ได้แก่ต้นทุนในการเตรียมบ่อ พันธุ์กุ้ง อาหาร เครื่องสูบน้ำและน้ำมัน ค่าดูแลและบำรุงรักษา เหล่านี้เป็นต้น ต้นทุนทั้งหมดขึ้นอยู่กับการอยู่รอดของลูกกุ้ง จากรายงานของเกษตรกรผู้หนึ่งซึ่งทำนากุ้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เมื่อปี 2528 โดยทำนากุ้งเป็นเนื้อที่ 55 ไร่ แบ่งเป็นนา 8 แปลง ทำการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา ให้ข้อมูลว่า

ถ้าอัตราการอยู่รอดของลูกกุ้งสูง จะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ ต้นทุนตกกก.ละ 40 บาท

ถ้าอัตราการอยู่รอดของลูกกุ้งต่ำ จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ต้นทุนตกกก.ละ 130 บาท ตามปกติอัตราการรอดจะประมาณ 30–40%

ในรอบ 1 ปี สามารถเลี้ยงกุ้งได้ 3 ครั้ง รายได้ทั้งหมดเมื่อหักค่าใช้จ่ายต่าง ๆ แล้วประมาณ 2 แสนกว่าบาท นับว่าเป็นรายได้ที่น่าพอใจและหากได้มีการพัฒนาการเลี้ยงให้ดีขึ้น เช่น การดูแลลูกกุ้งให้มีอัตราการอยู่รอดเกินกว่า 50% ก็จะทำให้ผลผลิตมีอัตราสูงกว่านี้

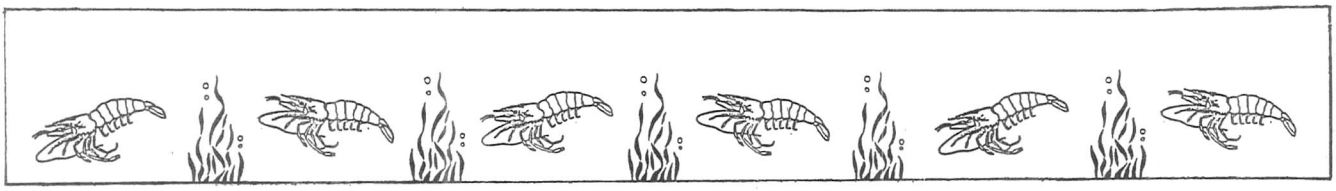
ปัญหาในการทำนากุ้งกุลาดำ

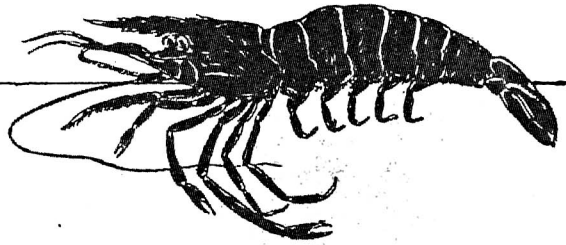
โดยทั่วไปแล้วการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่ามีปัญหาน้อยมาก จากการศึกษาของสถาบันวิจัยประมงทะเลที่มีอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ รวมทั้งจากคำบอกเล่าของเกษตรกร ปัญหาที่ประสบอยู่ได้แก่

1. การขาดแคลนลูกกุ้ง เพราะเกษตรกรยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงเองได้ ถึงแม้ว่าจะมีภาคเอกชนเริ่มดำเนินการบ้างแล้ว แต่ปริมาณที่เพาะได้ก็ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ
2. การบุกรุกที่ป่าไม้ชายเลน เป็นการทำลายที่อาศัยของลูกกุ้งวัยอ่อนในทางอ้อม
3. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดมลภาวะกับน้ำที่จะระบายเข้านากุ้ง
4. ลูกกุ้งที่สั่งซื้อมามักจะตายในระหว่างการเดินทางในอัตราที่สูง

ปัจจุบันนี้ เกษตรกรจะหาซื้อลูกกุ้งได้จากสถานีวิจัยประมงทะเลดังกล่าวได้แก่

1. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัด สุราษฎร์ธานี
2. สถานีพัฒนาการเลี้ยงกุ้งทะเล จังหวัดนครศรีธรรมราช
3. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
4. สถานีพัฒนาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม จังหวัดสงขลา
5. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา
6. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดสตูล
7. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดภูเก็ต
8. สถานีพัฒนาการเลี้ยงหอย จังหวัดพังงา
9. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดสมุทรสาคร
10. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดฉะเชิงเทรา
11. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดระยอง
12. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดจันทบุรี.





เอกสารประกอบการเรียบเรียง

1. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2529. สถิติผลผลิตการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล 2526–2528 ฝ่ายสถิติการประมง กรมประมง. เอกสารฉบับที่ 6, 35 หน้า

2. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2530. เอกสารคำแนะนำการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบปล่อยเสริม และแบบความหนาแน่นสูง. สถานีประมงน้ำกร่อย จังหวัดสุราษฎร์ธานี กรมประมง, 11 หน้า

3. กรมประมง, ฝ่ายประชาสัมพันธ์. 2530. การคัดเลือกพันธุ์กุ้งทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยง. เดลิไทม์ ฉบับพิเศษ 81 เพื่อนักพัฒนา 14(3424) : 58–60

4. พัวพันธ์, ปนัดดา; ขำเขียว, ละออง; เจริญสุข, ศศิธร; เจตนเสน, โรม และสงขะสะโรช, ธีระพงษ์. 2528. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 30(3) : 74–79

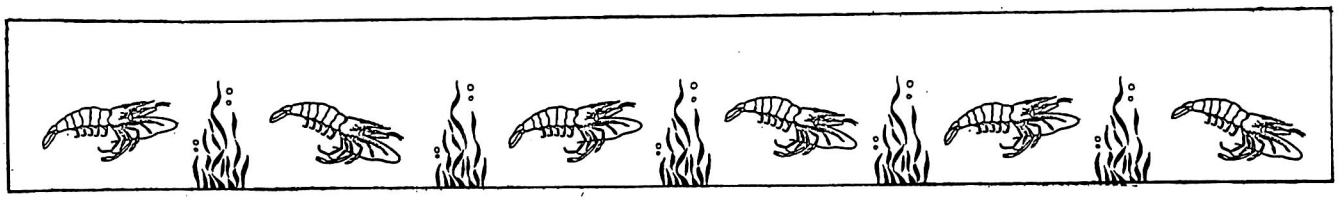
5. แม่โจ้ 30. 2530. บทบาท "กรมประมง" ที่มีต่อการพัฒนาอาชีพเลี้ยงกุ้งทะเล. ข่าวพาณิชย์, 5 สิงหาคม, : 8–9

6. สาโชค, กาญจนวรรณ. 2525. กุ้งทางออกของประมงไทย. จุลสารธนาคารกรุงเทพ จำกัด 3 : 41–59.

7. ศิริกุล, บุญส่ง. 2519. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อที่จังหวัดจันทบุรี. วารสารการประมง 29(4) : 479–492.

8. เหมะประสิทธิ์, นิพนธ์; สัมมาวุฒิ, ศุภชัย และ ขันดม, สมประสงค์. 2527. การทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้เนื้อปลาสดและอาหารผสมที่จังหวัดสมุทรสาคร (Intensive monoculture of *Penaeus monodon* Fabricius using ground trash fish feed and artificial feed). กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เอกสารวิชาการฉบับที่ 3, 24 หน้า

9. Varikul, Vanich. 1985. Shrimp culture. Southeast Asian Fisheries Development Center, SAFIS Extension Manual Series no. 19, 34 p.



บริษัท กรุงเทพเอ็นยิเนียริ่งคอนซัลแตนท์ จำกัด

136 ซอยอินทามระ 18 ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 2770604, 2773634, 2770149, 2774528

สำรวจ - ออกแบบ

· สนามบิน · อาคาร · โรงงาน · ถนน ·
· คลองส่งน้ำ · ท่าเรือ · สนามกอล์ฟ ·
· กำจัดน้ำเสีย ·

เจาะสำรวจ - วิเคราะห์วิจัยด้านปฐพีวิศวกรรมและธรณีวิทยา

· อาคาร · โรงงาน · เขื่อน · แร่

ควบคุมงานก่อสร้าง

· อาคาร · โรงงาน · สะพาน · ท่าเรือ ·
· สนามบิน · ถนน ·

วท. บันทึก

รวบรวมโดย กรีฎา อนุพันธ์ และวิยะดา เจริญรัชต์

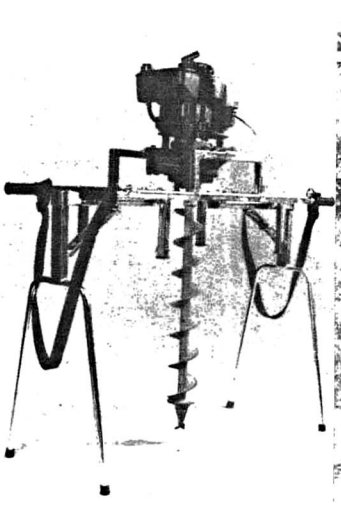
อีสานจะเขียวด้วยเทคโนโลยี

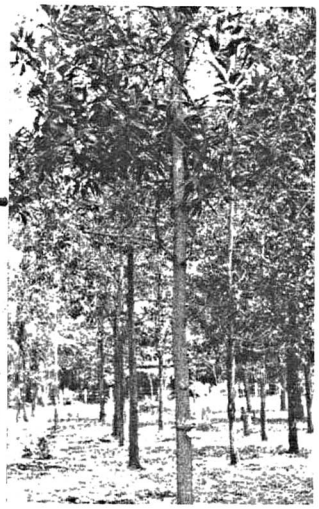
ภาคอีสานเคยอุดมสมบูรณ์ มีฝนตกต้องตามฤดูกาล แต่บัดนี้ ธรรมชาติได้เปลี่ยนแปลงไปมากเป็นเหตุให้แห้งแล้ง ทำให้ความเป็นอยู่ของประชาชนในภาคนี้แร้นแค้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงมีพระราชดำริที่จะให้มีการพัฒนาอย่างจริงจังและต่อเนื่องให้อีสานเขียวขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง จึงทำให้เกิดโครงการน้ำพระทัยจากในหลวงซึ่งเป็นโครงการตามพระราชดำริขึ้น ในการนี้ หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ร่วมมือกันอย่างเต็มที่เริ่มจากปี 2530

วท. ได้นำผลงานที่เป็นเทคโนโลยีอันเกิดจากการวิจัยและพัฒนาขึ้นเองโดย วท. โดยเฉพาะที่สามารถสนับสนุนการพัฒนาภาคอีสานมาจัดทำเป็นนิทรรศการและเทปวีดีโอเพื่อแสดงต่อคณะบุคคลสำคัญหลายคณะ เมื่อวันที่ 8 กันยายน 2530 ผู้บัญชาทหารบก พลเอกชวลิต ยงใจยุทธ และคณะได้เข้าเยี่ยมชมกิจการและนิทรรศการของ วท. อย่างทั่วถึงและด้วยความสนใจอย่างยิ่ง

เทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์อันเกิดจากผลงานวิจัยและพัฒนาของ วท. ที่จัดนิทรรศการประกอบด้วย :

– เทคโนโลยีการพัฒนาการกักเก็บน้ำเพื่อป้องกันการซึมออกตามผิวดิน





– ฝายยางกักเก็บน้ำซึ่งออกแบบและผลิตในประเทศไทย

– เครื่องกรองน้ำกร่อย สำหรับกรองน้ำกร่อยในหมู่บ้านภาคอีสานให้เป็นน้ำดื่ม

– เครื่องปลูกป่า เป็นเครื่องแบบหิ้วหาม น้ำหนักเบา เหมาะสำหรับการใช้งานในทุกภูมิประเทศ มีประสิทธิภาพในการปลูกป่าได้ชั่วโมงละ 100 ต้น

– ไม้โตเร็ว กระถินเทพาเป็นไม้โตเร็วที่เหมาะสมกับภาคอีสานซึ่งโดยปกติดินมีคุณภาพต่ำ

– ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินอีสาน ผลิตจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีที่จะช่วยสนับสนุนในการพัฒนาเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ประชาชนในภาคอีสานอีกจำนวนหนึ่ง เช่น การทำรำข้าวให้อยู่ตัว การผลิตอาหารสัตว์จากมันสำปะหลัง การใช้เทคโนโลยีดินซีเมนต์ในการสร้างบ้าน เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่เป็นเทคโนโลยีที่พร้อมจะนำไปพัฒนาอีสานทั้งสิ้น

อีสานจะเขียวได้ก็ต้องอาศัยทั้งความร่วมมืออย่างจริงจังจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนและการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ได้อย่างเหมาะเจาะ วท. พร้อมเสมอที่จะให้การสนับสนุนเพื่อให้อีสานเขียวอย่างที่ทุกคนหวังไว้.

กลุ่มสุราทิพย์ใส่ใจกับมลพิษทางเสียงและกลิ่น

ร่างกายของคนเราย่อมมีขีดจำกัดในการได้รับเสียงและกลิ่น หากในบริเวณใดมีเสียงและกลิ่นมากเกินปกติก็จะเกิดมลภาวะเป็นพิษทางเสียงหรือกลิ่น ซึ่งจะมีอันตรายต่อสุขภาพของคนในบริเวณนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณใกล้ ๆ โรงงานอุตสาหกรรมมักจะเกิดมลพิษดังกล่าว จนในบางครั้งก็เกิดการเรียกร้องจากประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้ ๆ โรงงานนั้น

วท. มีหน่วยงานบริการวิจัย การทดสอบและวิเคราะห์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรม ทั้งในด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และการปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงาน ตลอดจนการศึกษาความเหมาะสมของโครงการลงทุน และการศึกษาเพื่อกำหนดมาตรการลดปัญหามลภาวะของสิ่งแวดล้อม

เมื่อเร็ว ๆ นี้ กลุ่มสุราทิพย์ จำกัด ได้ขอรับบริการจาก วท. ให้ทำการศึกษาสำรวจปัญหาเสียงและกลิ่นอันเกิดจากโรงงานสุราของกรมสรรพสามิตใน 12 จังหวัด คือ ภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ อุตรดิตถ์ และนครสวรรค์ ภาคตะวันออก–เฉียงเหนือที่จังหวัดขอนแก่น บุรีรัมย์ อุบลราชธานี และ

หนองคาย ภาคตะวันออกที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี ภาคกลางที่จังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี และภาคใต้ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทราบความดังของเสียงและระดับความรุนแรงของกลิ่นที่เกิดจากการดำเนินงานของโรงงาน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในลักษณะของมาตรการในการลดปัญหามลภาวะทางเสียงและกลิ่นในกรณีที่ตรวจพบว่ามีปัญหา ในการดำเนินการสำรวจนั้นคณะทำงาน วท. ประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิศวกรสิ่งแวดล้อม นักเคมีและช่างเทคนิค การลงนามในบันทึกข้อตกลงได้มีขึ้นที่ วท. เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2530 ใช้เวลาดำเนินการประมาณ 1 เดือน.

ราชบุรีจับมือกับ วท. ลุ้นเทคโนโลยีไทยทำ

การวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมตามอุดมการณ์พึ่งตนเอง

เทคโนโลยีสมัยใหม่หากได้นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมในชนบทจะเป็นการช่วยพัฒนาชนบทได้ดีและรวดเร็วขึ้น ดังนั้น จังหวัดราชบุรีและ วท.จึงได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงระหว่างกันเรื่องการร่วมมือในการพัฒนาผลการวิจัยและพัฒนาไปสู่การผลิตและการใช้ประโยชน์ เมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2530 ณ วท. ตามบันทึกข้อตกลงดังกล่าว วท.จะทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตผลงานวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และจังหวัดราชบุรีจะเป็นผู้นำผลงานไปสู่การประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ โดยที่จะได้มีภาคเอกชนเป็นผู้สร้างระบบเครือข่ายการตลาดเพื่อนำผลงานวิจัยและพัฒนาของ วท.ไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิผล

ในขั้นต้น วท.ได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารหมักสำหรับโคจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และถ่ายทอดวิธีการเลี้ยงโคให้แก่เกษตรกรที่อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี โดยที่เกษตรกรเป็นผู้ลงมือผลิตอาหารและเลี้ยงโคด้วยตนเอง เจ้าหน้าที่ของ วท.เป็นผู้ให้คำแนะนำและปรึกษาอย่างใกล้ชิด การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวจะช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์ และอีกทั้งเป็นผลให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดี เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังสามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนโปรตีนในชนบทและเพิ่มคุณภาพอาหารโปรตีนได้อีกด้วย

วท.มีโครงการที่จะพัฒนาผลงานวิจัยในลักษณะดังกล่าวร่วมกับจังหวัดอื่น ๆ อีกต่อไป.

PRODUCTION OF ADHESIVE FROM TAPIOCA STARCH AND CASHEW NUT SHELL LIQUID ON LABORATORY SCALE

Kannika Sthapitanonda,
Chaiwat Khunasopa,
Jurailuck Vorathumrong and Pravet Lauhasiri

Thailand Institute of Scientific
and Technological Research
Bang Khen, Bangkok 10900, Thailand

การผลิตกาวจากแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในระดับห้องปฏิบัติการ

กรรณิการ์ สถาปิตานนท์,
ชัยวัฒน์ คุณโสภา,
จุไรลักษณ์ วรธำรง และ ประเวศ เลาหศิริ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
บางเขน, กท. 10900

ABSTRACT

Tapioca starch and cashew nut shell liquid (CNSL) when cross-linked together with formaldehyde in the presence of alkali yielded a high viscous dark brown adhesive. The mixture was heated about 1 hour at 95° - 97°C then thinned down with xylene and continued heating for 1 hour. After mixing with driers, the product became air-drying adhesive which was suitable for plywood. The experiment was conducted at a laboratory level with a possibility to scale up into a pilot-scale production.

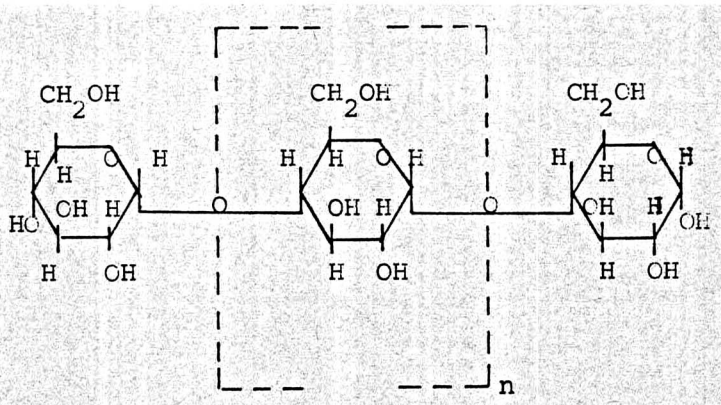
บทคัดย่อ

แป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (cashew nut shell liquid, CNSL) สามารถเกิดปฏิกิริยาร่วมกับ formaldehyde ในสภาวะของด่าง ได้ผลิตภัณฑ์จำพวกกาวที่มีความหนืดสูงและมีสีน้ำตาลไหม้, โดยการทำให้ส่วนผสมร้อนที่อุณหภูมิ 95° – 97°ซ. ประมาณ 1 ชม., แล้วลดความหนืดด้วย xylene และทำให้ร้อนต่อไปอีก 1 ชม. หลังจากเติมสารเร่งแห้ง (drier) แล้วจะได้กาวที่แห้งในสภาวะปกติ มีความเหมาะสมสำหรับใช้กับแผ่นไม้อัด. การทดลองนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการซึ่งมีลู่ทางขยายระดับงานไปสู่การผลิตต้นแบบ.

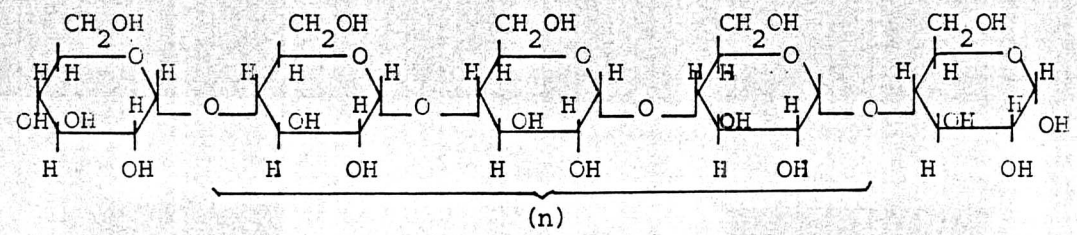
คำนำ

รายงานนี้เป็นผลการทดลองเพื่อหาลู่ทางการใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ร่วมกัน.

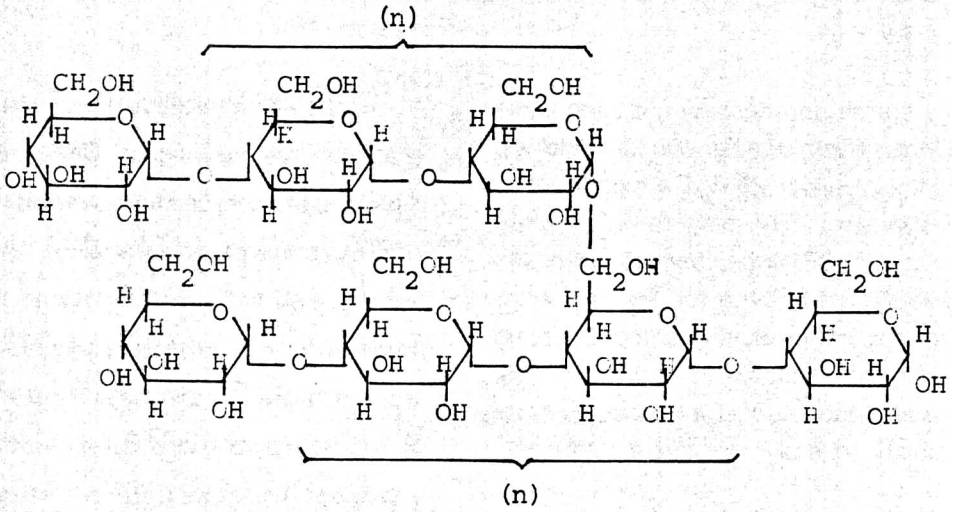
มันสำปะหลัง ที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์, พันธุ์ที่ปลูกมากซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐาน คือพันธุ์ระยอง 1 มีแป้งอยู่ร้อยละ 18, พันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่คือพันธุ์ หป.4 มีแป้งสูงถึงร้อยละ 23 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) 2526). แป้งมันสำปะหลัง (tapioca, cassava, manihot flour/starch) เป็นส่วนที่ได้จากหัวมันสำปะหลัง มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 1 (Gibbons and Wondoloski 1980), ประกอบด้วย amylose และ amylopectin ซึ่งเป็นสารประกอบพวก polymeric polyhydroxy compound ที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว (Skeist 1977), สูตรโครงสร้างแสดงในรูปที่ 2.



รูปที่ 1. สูตรโครงสร้างของแป้ง.



Amylose



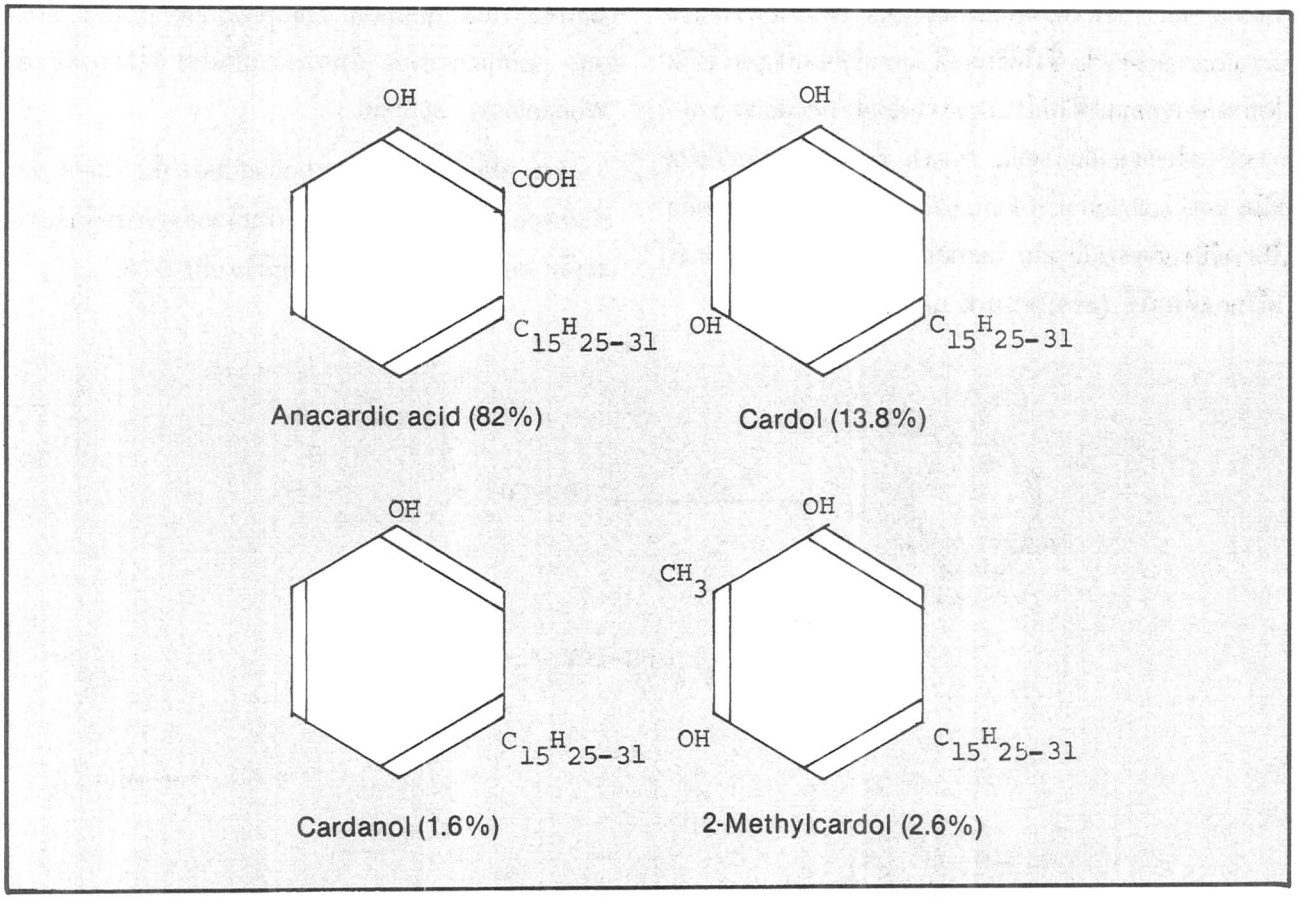
Amylopectin

รูปที่ 2. สูตรโครงสร้างของ amylose และ amylopectin.

น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (cashew nut shell liquid, CNSL) ได้มาจากการบีบหรือสกัดส่วนที่เป็นเปลือกซึ่งห่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. CNSL มีอยู่ในเปลือกประมาณร้อยละ 25–30 โดยน้ำหนัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2522), เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง ประกอบด้วยสารพวก phenol ซึ่งเป็นอันตรายต่อผิวหนัง, แต่สามารถเปลี่ยนให้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทกาวที่มีประโยชน์ได้โดยกรรมวิธีทางเคมี. กาวนี้เป็น phenolic resin ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (Skeist 1977) คือ :

1. Resole resin ได้จากปฏิกิริยาของ phenol กับ formaldehyde โดยมี NaOH เป็น catalyst.

2. Novolac ได้จากปฏิกิริยาของ phenol กับ formaldehyde และ amine.



รูปที่ 3. สูตรโครงสร้างขององค์ประกอบของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.

แป้งมันสำปะหลัง และ CNSL ต่างก็มีองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาวและต่างก็เกิดปฏิกิริยาได้กับ formaldehyde, ดังนั้นแป้งมันสำปะหลัง และ CNSL จึงอาจรวมกันแล้วเกิดปฏิกิริยากับ formaldehyde กลายเป็นกาวที่ติดแน่นได้. เหตุผลที่สนับสนุนแนวความคิดนี้คือ :

1. Formaldehyde-starch products ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหนียว (resinous products) ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง hydroxy groups ของ starch และ formaldehyde. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ขึ้นกับสภาวะของปฏิกิริยา เช่น ในสภาวะเป็นกรดใช้อุณหภูมิต่ำจะได้ water-resistance formaldehyde-starch compounds ซึ่งเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว. ในสภาวะเป็นกรด ใช้อุณหภูมิสูง ให้ความดันด้วย แต่ใช้ alkali-treated starch จะได้กาวที่เหนียวมากขึ้น เป็นต้น (Walker 1964).

2. Phenol-formaldehyde products เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวมากกว่า formaldehyde-starch products, ได้จากปฏิกิริยาระหว่าง hydroxy groups ของ phenol และ formaldehyde (Turner 1967). ในสภาวะที่มีกรดหรือด่างเป็น catalyst, formaldehyde ทำหน้าที่เป็น coupling agent ทำให้โมเลกุลของ phenol ต่อกันจนกลายเป็น resin (Gibbons and Wondoloski 1980).

3. Carbohydrate-phenol resin เป็น soluble liquid resin ได้จากปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ phenol โดยมี aldehyde หรือสารประกอบที่มี nitrogen เช่น diamine อยู่ด้วย. Diamine ทำหน้าที่เป็น coupling agent ให้โมเลกุลของ carbohydrate ต่อกับ phenol (Gibbons and Wondoloski 1980).

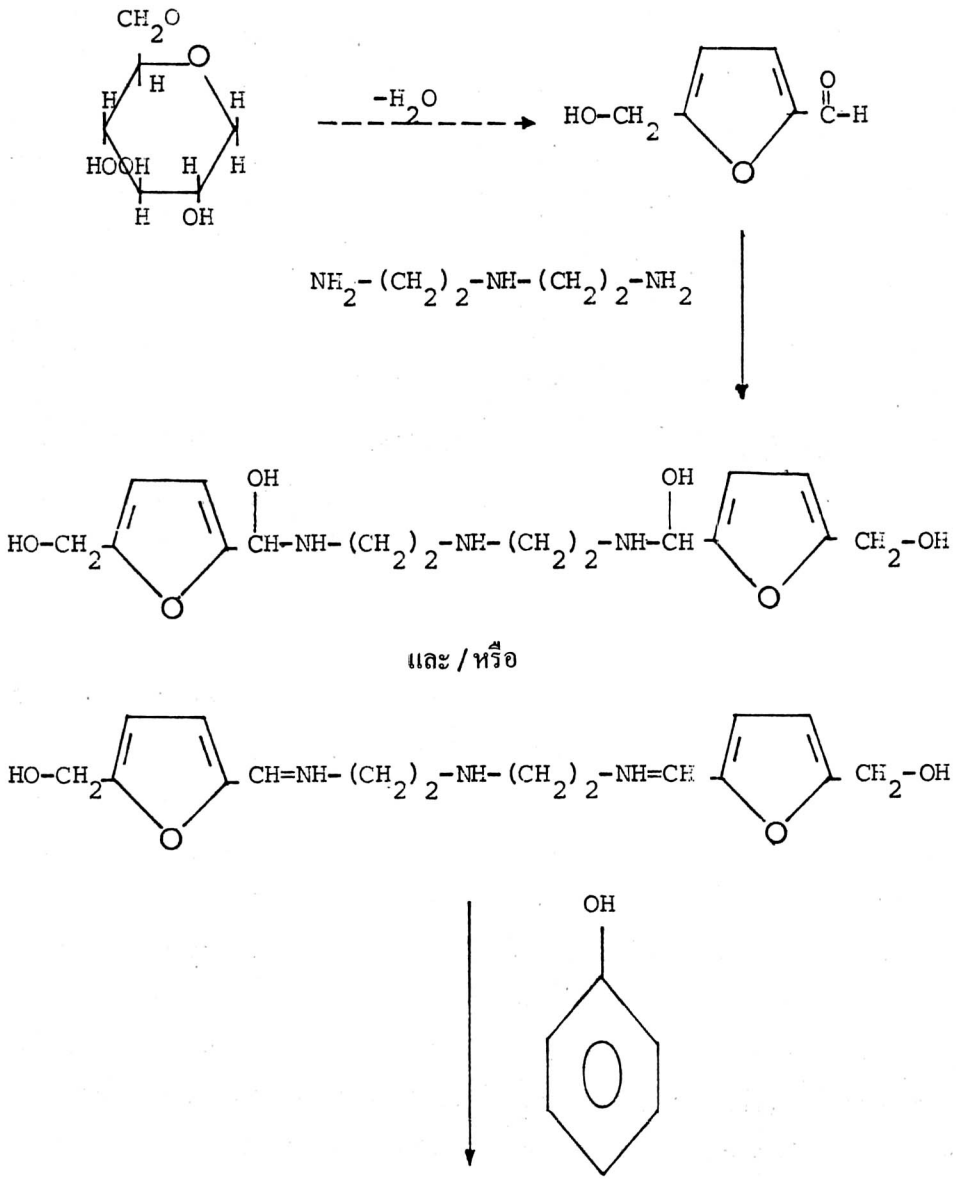
4. CNSL มีสารประกอบพวก phenol อยู่มากกว่าร้อยละ 90. วท.เคยทดลองผลิตเป็นวาร์นิชมาแล้วโดยใช้ paraformaldehyde ซึ่งได้รับผลดี และบริษัทผลธัญญะจำกัดได้นำผลการทดลองนี้ไปปรับปรุงการผลิตต่อในระดับอุตสาหกรรม (อรัญยะนาคและคณะ 2524). ส่วน formaldehyde ชนิด 38% solution หรือ formalin นั้น วท.ก็ได้ทดลองผลิตเป็นวาร์นิชแล้วเช่นเดียวกัน โดยทดลองในระดับห้องปฏิบัติการได้รับผลดีพอใช้ (สถาปิตานนท์ และคณะ 2527).

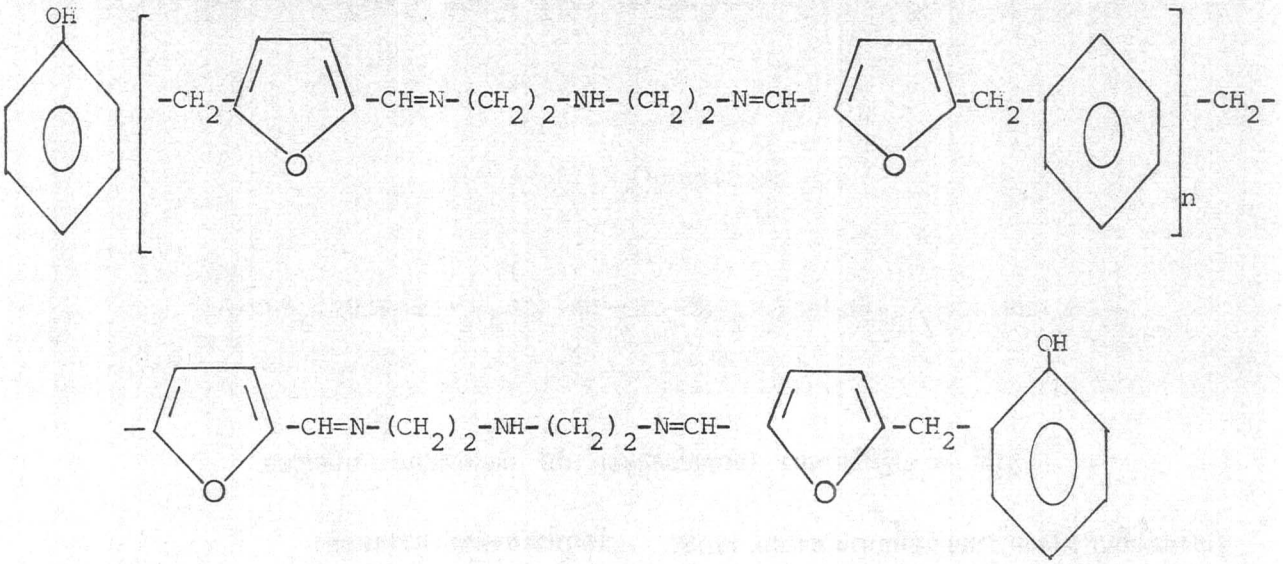
แป้งมันสำปะหลัง และ CNSL จึงควรเกิดปฏิกิริยาได้ resin ด้วย.

กระบวนการผลิต resin โดยใช้สารประกอบจำพวก carbohydrate, phenol, amine และ formaldehyde นี้ อาจเริ่มจากวิธี carbohydrate hydrolysis โดยใช้กรดแก่ เช่น H_2SO_4 แล้วจึงได้ทำปฏิกิริยาต่อไปกับ phenol ก็ได้.

ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่อาจเกิดในกระบวนการผลิต resin โดยใช้สารประกอบจำพวก carbohydrate, phenol, amine และ formaldehyde ในสภาวะเป็นด่าง (Gibbons and Wondoloski 1980) คือ :

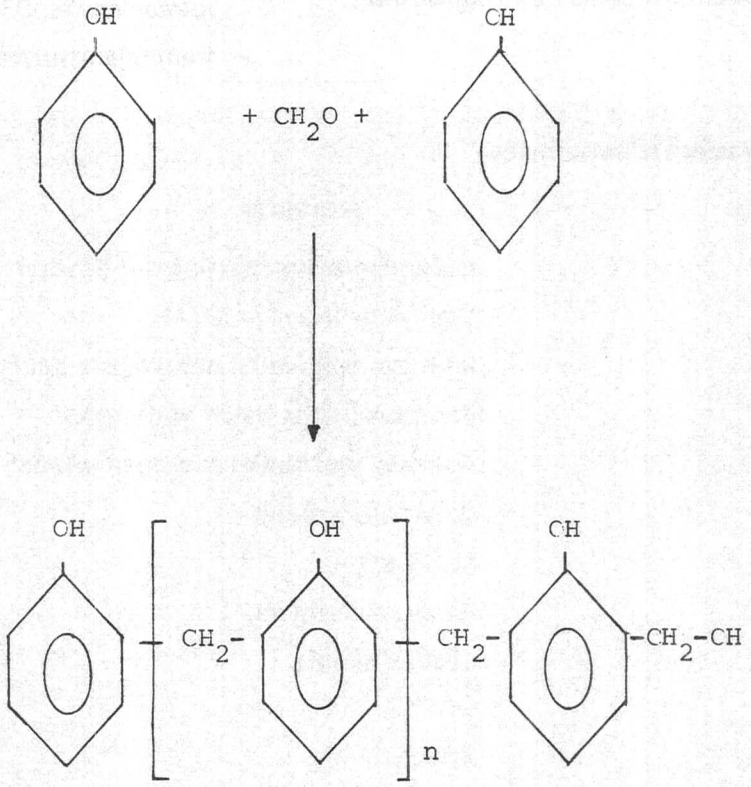
1. ปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ diethylene triamine (DTA) ใช้ dextrose เป็นตัวอย่างของปฏิกิริยาโดยจะเกิด dehydration ก่อนทำปฏิกิริยากับ DTA.



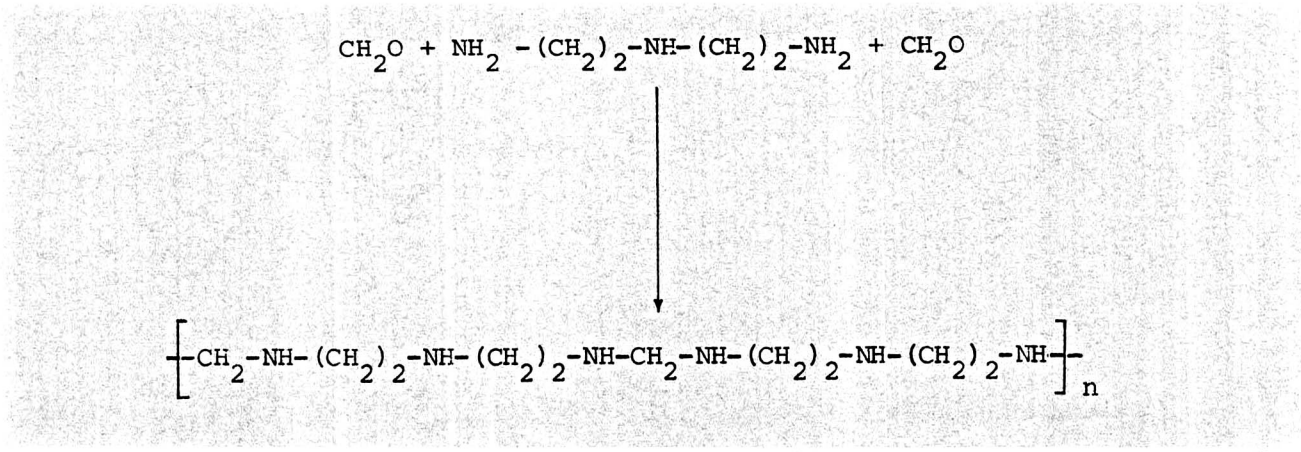


รูปที่ 4. ปฏิกิริยาของ carbohydrate กับ diethylene triamine (DTA).

2. Formaldehyde เป็น coupling agent.



รูปที่ 5. ปฏิกิริยาของ formaldehyde กับ phenol.



รูปที่ 6. ปฏิกิริยาของ formaldehyde กับ diethylene triamine.

รายงานนี้เป็นสรุปผลการทดลองเพื่อหาส่วนผสม, สภาวะและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับขยายระดับงานไปสู่การผลิตต้นแบบ. ในการผลิตกาวจากแป้งมันสำปะหลัง, CNSL, formaldehyde และ DTA ได้ใช้วิธีการทดลอง 3 วิธี คือ :

1. วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน.
2. วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกิริยากับแป้งมันสำปะหลังและ DTA.
3. วิธีเริ่มด้วย starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกิริยากับ CNSL และ DTA.

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อศึกษาและวิจัยกรรมวิธี, ส่วนผสม และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกาวสำหรับขยายงานไปสู่การผลิตต้นแบบ.

ขอบเขตของการทดลอง

- ทดลองวิจัยและผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ ขนาดวัตถุดิบและสารเคมีรวมกันประมาณ 200 กรัม/การทดลอง.
- วัตถุดิบ แป้งมันสำปะหลังชนิดคุณภาพดี, CNSL, formaldehyde, DTA และ xylene.
- ทดสอบคุณภาพบางประการของผลิตภัณฑ์.

ความหมายของรหัสที่ใช้ในการทดลอง

อักษร	ความหมาย
C	น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)
D	Diethylene triamine (DTA)
F	Formalin ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วย ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก
$F^{0.00}$	Formalin ซึ่งไม่มี NaOH ละลายอยู่ด้วย
$F^{0.50}$, $F^{0.75}$, $F^{1.00}$	Formalin ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วยร้อยละ 0.50, 0.75, 1.00 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ
H	6N. H_2SO_4
P	Paraformaldehyde
S	แป้งมันสำปะหลัง
W	น้ำ
X	Xylene

ตัวเลขที่อยู่ล่างขวาของอักษรในรหัส หมายถึง ปริมาณเป็นกรัม

เครื่องหมาย – หมายถึง ผลการทดลองที่มิได้มีการยืนยันเนื่องจากมีผลการทดลองอื่นที่ดีกว่าผลการทดลองนี้

การทดลองและผลการทดลอง

วัตถุดิบและเคมีภัณฑ์

1. แป้งมันสำปะหลัง ซุปเปอร์ ไฮ-เกรด ตราเจดีย์ ของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลสินสวัสดิ์, กทม. มีคุณสมบัติดังตารางที่ 1.
2. น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL) ที่ใช้ทดลองได้มาจากการผลิตโดย วท. และโดยบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด. มีคุณสมบัติดังตารางที่ 2.
   2.1 ผลิตโดย วท.ได้จากการบีบเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วย screw expeller เป็นเปลือกที่ได้มาจากบริษัทแอกโกรบิซิเนสอินเตอร์จำกัด, กทม. โดยการต้มเมล็ดก่อนกะเทาะเปลือกด้วยมือ.
   2.2 ผลิตโดย บริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด ใช้เปลือกที่ได้มาจากการต้มเมล็ดก่อนกะเทาะเปลือกด้วยมือ.
3. Formaldehyde solution ชนิด 37-41% (formalin) ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตในประเทศไต้หวัน โดยบริษัทตั้งเซ่งฮวดจำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย.
4. Sodium hydroxide (NaOH) ชนิด flake ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตในประเทศเบลเยี่ยม โดย บริษัทวิทยาศรมจำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย.
5. Diethylene triamine (DTA) ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดย บริษัทเชลล์ประเทศไทยจำกัด เป็นผู้จัดจำหน่าย.
6. Xylene ระดับที่ใช้ในอุตสาหกรรม จากบริษัทเอสโซ่เคมีประเทศไทยจำกัด.

ตารางที่ 1. คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

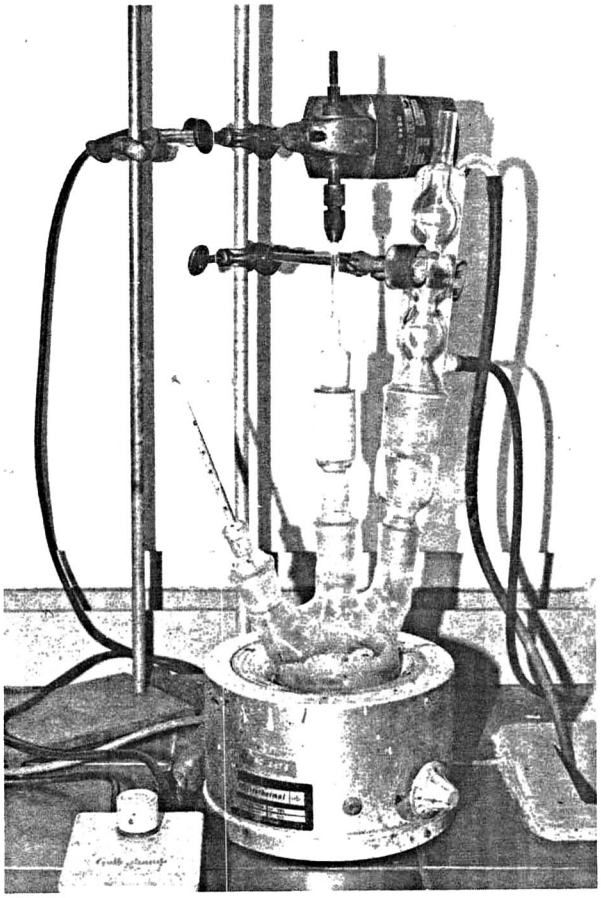
คุณสมบัติ	แป้งมันสำปะหลังตราเจดีย์
ความชื้น ร้อยละ	13.82
แป้ง ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	86.50
เถ้า ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.17
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash) ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.02
โปรตีน ร้อยละ (ของน้ำหนักเมื่ออบแห้ง)	0.07
เยื่อ ลบ.ซม. ต่อน้ำหนักแป้ง 50 กรัม ก่อนอบแห้ง	< 0.13
ความเป็นกรด-ด่าง	4.70
ความละเอียด แป้งที่ค้างบนตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร ร้อยละ	0.29

ตารางที่ 2. คุณสมบัติของน้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (CNSL)

คุณสมบัติ	ผลิตโดย วท.	ผลิตโดยบริษัทฯ
Refractive index ที่ 25°ซ.	1.52	1.52
Specific gravity, 25/25°ซ.	1.01	1.01
Iodine value, กรัม ไอโอดีน/100 กรัม น้ำมัน	280.87	280.39
Viscosity ที่ 25°ซ., หน่วยเครบส์	71.00	80.50
Non-volatile matter ที่ 205°ซ., 30 นาที ร้อยละของน้ำหนัก	11.62	11.87
Loss on heating ที่ 205°ซ., 30 นาที ร้อยละของน้ำหนัก	88.38	88.13

เครื่องมือ

1. ขวดแก้ว 3 คอ ก้นกลม จุ 500 ลบ.ซม. ขนาดคอ 29/32.
2. เครื่องควบแน่นสูง 30 ซม. ขนาดคอ 29/32 ใช้น้ำที่อุณหภูมิห้องหล่อ.
3. เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับวัดอุณหภูมิ 50–200°ซ.
4. เครื่องกวนแบบใช้มอเตอร์ของ บริษัทคาร์ลคอล์บจำกัด ประเทศเยอรมนี ใช้กำลังไฟฟ้า 25 วัตต์, มีความเร็ว 450 รอบต่อนาที, ใบพัดทำด้วยแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม.
5. เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าชนิดหลุมของบริษัทคาร์ลคอล์บจำกัด ประเทศเยอรมนี ใช้กำลังไฟฟ้า 300 วัตต์.



รูปที่ 7. เครื่องมือสำหรับทดลองผลิตกาว.

วิธีการและผลการทดลอง

ดำเนินการทดลองผลิตกาว 3 วิธี ดังนี้ :

1. **วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน**

1.1 การเตรียมกาว

ตัวอย่างการเตรียมกาวรหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$ ใช้ CNSL ที่ผลิตโดย วท.จำนวน 100 กรัม กวนกับแป้ง 15 กรัม

ให้เข้ากันด้วยมือ, แล้วเติม formalin 45 กรัม ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วยร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก. ใส่ส่วนผสมลงในขวดแก้วก้นกลม วางในเครื่องทำความร้อน, ติดตั้งเครื่องควบแน่น, เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องกวน ให้ความร้อนพร้อมกับกวน. ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง แสดงไว้ในตารางที่ 5. เมื่อทำปฏิกิริยาไปประมาณ 60 นาที จึงเติม xylene 60 กรัม เพื่อลดความหนืดซึ่งจะทำให้อุณหภูมิลดลงเล็กน้อย, ยังคงกวนและให้ความร้อนต่อไปเป็นเวลา 60 นาที จึงหยุดให้ความร้อน. กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°ซ. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กาว มีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 220 กรัม.

1.2 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 1.1 ใช้รหัสต่าง ๆ กัน. เติมสารเร่งแห้งต่อไปนี้คือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.750% Pb, ทิ้งไว้ 16 ชม. จึงนำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวตาม มอก.360–2523 โดยทาไม้ประกบกันแล้วทิ้งไว้ 4 วัน ก่อนทดสอบ. ปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง, formalin, NaOH, DTA และ xylene มีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว ดังผลการทดลองในตารางที่ 3. ความแข็งแรงของรอยต่อของกาวขนาด 28.1 kg/cm^2 ของรหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$ มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินงานในขั้นต่อไป เนื่องจากมีความแข็งแรงมาก และต้นทุนของวัตถุดิบไม่สูง. นอกจากนั้นยังแห้งเร็วด้วยคือ แห้งที่ผิวใน 5 นาที และแห้งแข็งใน 5 ชม.

ตารางที่ 3. แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง, formalin, NaOH, DTA และ xylene ที่มีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

การทดลองที่	รหัส	ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว kg/cm^2
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งมันสำปะหลัง	
1	$C_{100}S_{10}F_{45}X_{60}$	27.1
2	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$	28.1
3	$C_{100}S_{20}F_{45}X_{60}$	21.9
4	$C_{100}S_{25}F_{45}X_{60}$	22.6
5	$C_{100}S_{30}F_{45}X_{60}$	21.9
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ formalin	
6	$C_{100}S_{15}F_{25}X_{60}$	24.7
7	$C_{100}S_{15}F_{35}X_{60}$	25.3
8	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$	28.1
9	$C_{100}S_{15}F_{55}X_{60}$	27.4
10	$C_{100}S_{15}F_{65}X_{60}$	18.8
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ NaOH	
11	$C_{100}S_{15}F_{45}^{0.00}X_{60}$	27.7
12	$C_{100}S_{15}F_{45}^{0.25}X_{60}$	28.1
13	$C_{100}S_{15}F_{45}^{0.50}X_{60}$	25.7
14	$C_{100}S_{15}F_{45}^{0.75}X_{60}$	21.9
15	$C_{100}S_{15}F_{45}^{1.00}X_{60}$	15.7

ตารางที่ 3. (ต่อ)

การทดลองที่	รหัส	ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว kg/cm^2
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ DTA	
16	$C_{100}S_{15}F_{45}D_{0.0}X_{60}$	28.1
17	$C_{100}S_{15}F_{45}D_{0.5}X_{60}$	26.0
18	$C_{100}S_{15}F_{45}D_{1.0}X_{60}$	27.4
19	$C_{100}S_{15}F_{45}D_{1.5}X_{60}$	27.8
	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ xylene	
20	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{20}$	24.7
21	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{40}$	27.7
22	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$	28.1
23	$C_{100}S_{15}F_{45}X_{80}$	19.5

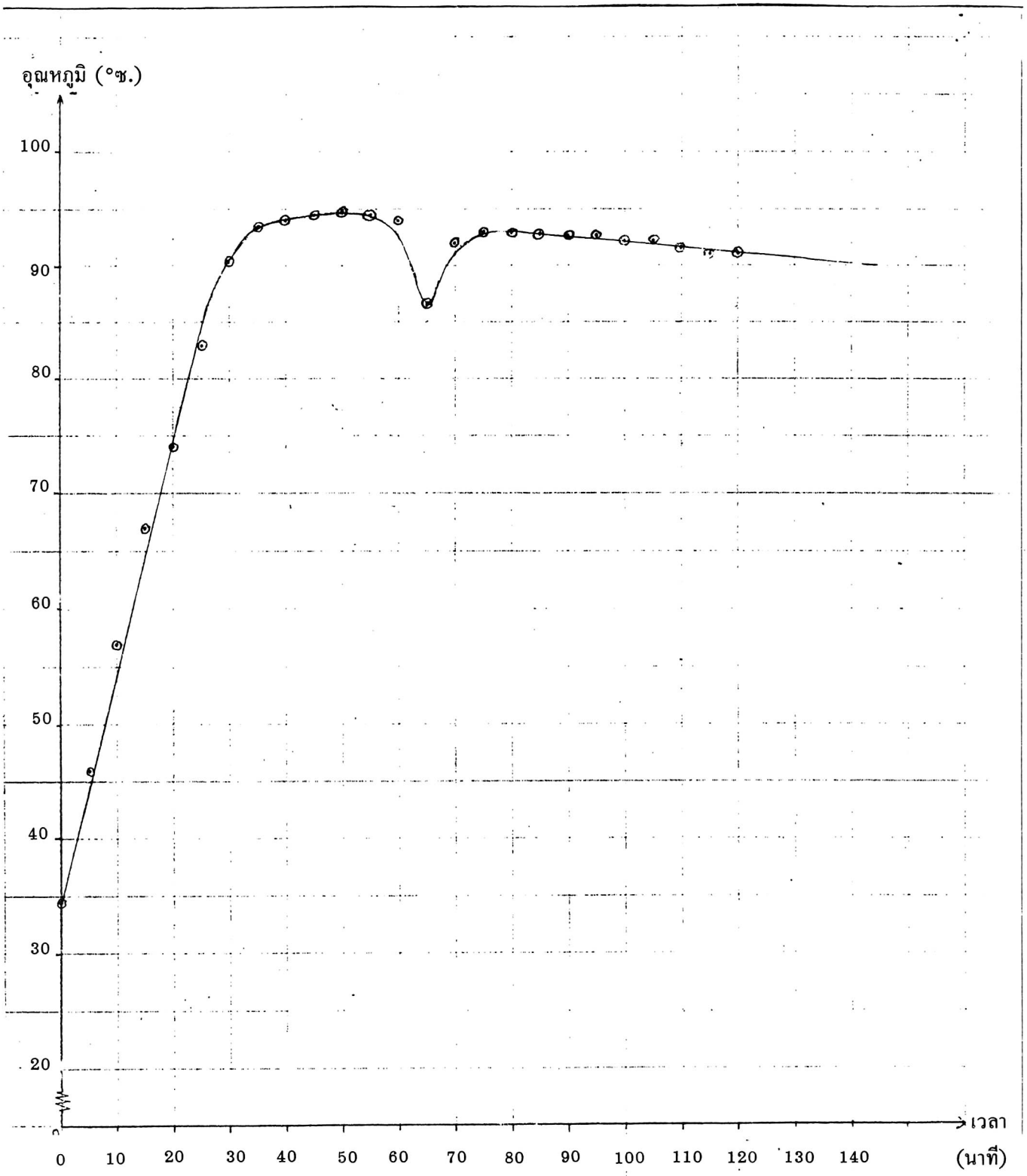
1.3 การทดลองเพื่อหาระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 1.1 ใช้รหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$ โดยมีระยะเวลาที่แตกต่างกันเฉพาะช่วงก่อนเติม xylene และหลังจากเติม xylene, ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4. พบว่าระยะเวลา 60 นาทีก่อนเติม xylene และหลังจากเติม xylene แล้วยังคงกวนต่อไปอีก 60 นาที จะได้กาวที่มีความแข็งแรง 28.1 kg/cm^2 ดังการทดลองที่ 2. การหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1.2.

ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของปฏิกิริยามีผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

การทดลองที่	ระยะเวลาเมื่อเติม xylene (นาที)		ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว (kg/cm^2)	ระยะเวลาเมื่อแห้ง	
	ก่อนเติม	หลังเติม		แห้งที่ผิว (นาที)	แห้งแข็ง (ชั่วโมง)
1	30	30	21.1	–	–
2	60	60	28.1	5	5
3	90	90	22.6	–	–

จากการทดลองที่ 2 ได้แสดงระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาไว้ในตารางที่ 5 และรูปที่ 7.



รูปที่ 8. แสดงระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาของกาวรหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$.

ตารางที่ 5. ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขณะเกิดปฏิกิริยาของกาวรหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$

เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ.)	เวลา(นาที)	อุณหภูมิ(°ซ.)
0	34.5	เติม xylene	
5	46.0	65	86.5
10	57.0	70	92.0
15	67.0	75	93.0
20	74.0	80	93.0
25	83.0	85	93.0
30	90.5	90	92.8
35	93.5	95	92.8
40	94.0	100	92.0
45	94.5	105	92.0
50	94.8	110	91.5
55	94.5	115	91.0
60	94.0	120	91.0

2. วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกิริยากับแป้งมันสำปะหลัง และ DTA

2.1 การเตรียมกาว

แบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเตรียมวาร์นิช และช่วงหลังจากเติมแป้งดังตัวอย่างการเตรียมกาวรหัส $(C_{100}F_{12.5})S_{10}F_{12.5}D_1X_{20}$. เริ่มด้วยการเตรียมวาร์นิชก่อนตามรหัสภายในวงเล็บ, ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯ จำนวน 100 กรัม ผสมกับ formalin 12.5 กรัม ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ด้วยร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก, ใส่ส่วนผสมลงในขวดแก้วก้นกลม วางในเครื่องทำความร้อน. ติดตั้งเครื่องควบแน่น, เทอร์โมมิเตอร์และเครื่องกวน. ให้ความร้อนพร้อมกับกวนเป็นเวลา 30 นาที โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้น 33–35°ซ. และอุณหภูมิสุดท้าย 91–97°ซ. ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนผสมที่ใช้. ระยะเวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิสุดท้ายประมาณ 30 นาที. หลังจากนั้นปิดเครื่องทำความร้อน กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงเป็น 70°ซ. จึงเริ่มช่วงเวลาหลังจากเติมแป้ง. เติมแป้ง 10 กรัม, formalin 12.5 กรัม, DTA 1 กรัม และ xylene 20 กรัม. เปิดเครื่องทำความร้อนกวนตลอดเวลาอีก 30 นาที แล้วหยุดให้ความร้อน. กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°ซ. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือกาว มีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 150 กรัม.

2.2 การทดลองเพื่อหาปริมาณสารเร่งแห้ง (drier) ซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลองนี้ใช้กาวรหัส $(C_{100}F_{12.5})S_{10}F_{12.5}D_1X_{20}$. เตรียมตาม ข้อ 2.1 นำมาเติมสารเร่งแห้งในปริมาณแตกต่างกัน ทิ้งไว้ 16 ชม. หลังจากนั้นจึงนำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาว ตาม มอก.360–2523 โดยทาไม้ประกบกันแล้วทิ้งไว้ 15 วันก่อนทดสอบ. ปรากฏว่ากาวมีลักษณะแห้งและมีความแข็งแรงแตกต่างกันตามปริมาณสารเร่งแห้งที่เติมดังแสดงไว้ในตารางที่ 6. สารเร่งแห้งที่ใช้คือสารละลาย 10% cobalt naphthenate, สารละลาย 10% manganese naphthenate และสารละลาย 32% lead naphthenate. พบว่ากาวแข็งแรงที่สุดเมื่อใช้สารเร่งแห้งตามการทดลองที่ 1 จึงใช้ปริมาณของสารเร่งแห้งนี้สำหรับการทดลองต่อไป นั่นคือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.750% Pb.

ตารางที่ 6. ผลการทดลองหาสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลองที่	สารเร่งแห้ง (drier)			ความแข็งของรอยต่อของกาว kg/cm^2
	Co (%)	Mn (%)	Pb (%)	
1	0.075	0.200	0.750	38.19
2	0.075	0.300	0.800	19.11
3	0.080	0.500	1.500	17.66
4	0.080	0.500	1.600	25.64

2.3 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 2.1 ใช้รหัสและช่วงเวลาของปฏิกิริยาแตกต่างกัน. เติมสารเร่งแห้งตามการทดลองที่ 1 ข้อ 2.2 ทิ้งไว้ 16 ชม. จึงนำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวตาม มอก.360-2523 โดยทาไม้ประกบกัน แล้วทิ้งไว้ในเวลาแตกต่างกันก่อนนำมาทดสอบ. พบว่ากาวรหัส $(C_{100}F_{15})S_{10}F_{15}D_1X_{20}$ ในการทดลองที่ 1 และ 2 ของตารางที่ 7 มีค่าความแข็งแรงฯ หลังจากทิ้งไว้ 7 วัน 40.5 kg/cm^2, แต่เมื่อทิ้งไว้นานถึง 40 วัน ค่าความแข็งแรงฯ ลดลงเป็น 21.21 kg/cm^2 และกาวมีสภาพค่อนข้างเปราะ.

2.4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกาวที่ใช้ CNSL จากแหล่งผลิตแตกต่างกัน

เตรียมกาวตามข้อ 2.1 รหัส $(C_{100}F_{15})S_{10}F_{15}D_1X_{20}$ ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯ และที่ผลิตโดย วท. นำกาวที่ผลิตได้มาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวทำนองเดียวกันกับข้อ 2.3 พบว่ากาวที่ใช้ CNSL ที่ผลิตโดย วท. มีค่าความแข็งแรง 21.86 kg/cm^2 และแห้งช้ามาก, คือเกินกว่า 7 วัน. ส่วนกาวที่ใช้ CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯ มีค่าความแข็งแรงถึง 40.51 kg/cm^2 แต่ก็แห้งไม่เร็วนักคือใช้เวลาประมาณ 7 วัน.

3. วิธีเริ่มด้วย starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกิริยากับ CNSL และ DTA

3.1 การเตรียมกาว

แบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง starch hydrolysis และช่วงหลังจากเติม CNSL ดังตัวอย่างการเตรียมกาว รหัส $(S_{80}W_{80}H_{15})C_{100}P_{20}D_{2.5}X_{10}$. เริ่มด้วยการทำ starch hydrolysis ก่อนตามรหัสภายในวงเล็บ. ใช้แป้งมันสำปะหลังจำนวน 80 กรัม กวนกับน้ำ 80 กรัม จนเข้ากัน. เติม 6N. H_2SO_4 15 กรัม ใส่ส่วนผสมลงในขวดแก้วก้นกลมวางในเครื่องทำความร้อน. ติดตั้งเครื่องควบแน่น, เทอร์โมมิเตอร์และเครื่องกวน ให้ความร้อนพร้อมกับกวนเป็นเวลา 60 นาที โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้น 33-35°ซ. และอุณหภูมิสุดท้าย 91-97°ซ. ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนผสมที่ใช้. ระยะเวลาที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิสุดท้ายประมาณ 30 นาที. หลังจากนั้นปิดเครื่องทำความร้อน กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงเป็น 70°ซ. จึงเริ่มช่วงเวลาหลังจากเติมCNSL. เติมCNSL ที่ผลิตโดยบริษัทฯ จำนวน 100 กรัม, paraformaldehyde 20 กรัม, DTA 2.5 กรัม และ xylene 10 กรัม. เปิดเครื่องทำความร้อน กวนตลอดเวลาอีก 60 นาที แล้วหยุดให้ความร้อน, กวนต่อไปจนอุณหภูมิลดลงมาที่ 80°ซ. จึงนำผลิตภัณฑ์ออก. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ กาวมีสีน้ำตาลไหม้ ปริมาณ 300 กรัม.

ตารางที่ 7. การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและระยะเวลาของปฏิกิริยาซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลองที่	รหัส	ช่วงเวลาของปฏิกิริยา(นาที)		ความแข็งแรงฯหลังจากทาไม้ประกบกันแล้วทิ้งไว้		ลักษณะของกาว
		เตรียมวาร์นิช	หลังจากเติมแป้ง	เวลาที่ทิ้งไว้(วัน)	ความแข็งแรง (kg/cm^2)	
1	$(C_{100}F_{15})S_{10}F_{15}D_1X_{20}$	30	30	7	40.51	เนื้อไม่ค่อยละเอียด มีฟองอากาศเล็กน้อย.
2	$(C_{100}F_{15})S_{10}F_{15}D_1X_{20}$	30	30	40	21.21	เนื้อไม่ค่อยละเอียด มีฟองอากาศเล็กน้อย.
3	$(C_{100}F_{12.5})S_{10}F_{12.5}D_1X_{20}$	30	40	3	15.61	เหลว มีแป้งเหลือ.
4	$(C_{100}F_{12.5})S_{10}F_{12.5}D_1X_{20}$	30	45	3	16.58	เหลว มีแป้งเหลือ.
5	$(C_{100}F_{12.5})S_{10}F_{12.5}D_1X_{20}$	30	50	3	20.65	เหลว มีแป้งเหลือ.

3.2 การทดลองเพื่อหาส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้ง (drier) ซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

เตรียมกาวตามข้อ 3.1 ใช้รหัสแตกต่างกัน แล้วนำมาเติมสารเร่งแห้งในปริมาณแตกต่างกันทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง. นำมาหาค่าความแข็งแรงของรอยต่อของกาวตาม มอก. 360-2523, โดยทาไม้ประกบกัน แล้วทิ้งไว้ 13 วันก่อนทดสอบ. ปรากฏว่ากาวมีลักษณะแห้งและมีความแข็งแรงแตกต่างกันตามส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้ง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8. สารเร่งแห้งที่ใช้คือ สารละลาย 10% cobalt naphthenate, สารละลาย 10% manganese naphthenate และสารละลาย 32% lead naphthenate.

ตารางที่ 8. ผลการทดลองเพื่อหาส่วนผสมและปริมาณสารเร่งแห้งซึ่งทำให้ได้กาวที่แข็งแรง

การทดลองที่	รหัส	สารเร่งแห้ง (drier)			ความแข็งแรงของรอยต่อของกาว kg/cm^2
		% Co	% Mn	% Pb	
1	$(S_{80}W_{80}H_{15})C_{100}P_{20}D_{2.5}X_{10}$	0.075	0.200	0.750	25.93
		0.075	0.300	0.800	24.25
		0.080	0.500	1.500	26.72
		0.080	0.500	1.600	26.29
2	$(S_{80}W_{60}H_{10})C_{100}P_{15}D_{2.5}X_{20}$	0.075	0.200	0.750	20.72
		0.075	0.300	0.800	—
		0.080	0.500	1.500	23.48
		0.080	0.500	1.600	23.29
3	$(S_{80}W_{60}H_{10})C_{100}P_{15}D_{2}X_{20}$	0.075	0.200	0.750	17.28
		0.075	0.300	0.800	17.28
		0.080	0.500	1.500	15.43
		0.080	0.500	1.600	22.86

กาวที่ได้ตามรหัสของ 3 การทดลองนี้ มีลักษณะคล้ายกัน คือ เหลว, เนื้อไม่หยาบ, ไม่มีฟองอากาศ และแห้งภายใน 1-2 วัน. ส่วนผสมที่ดีพอใช้ คือ ส่วนผสมของการทดลองที่ 1. สำหรับสารเร่งแห้งควรเป็น 0.080% Co, 0.500% Mn และ 1.500% Pb.

4. การวิเคราะห์และทดสอบ

4.1 วัตถุดิบ

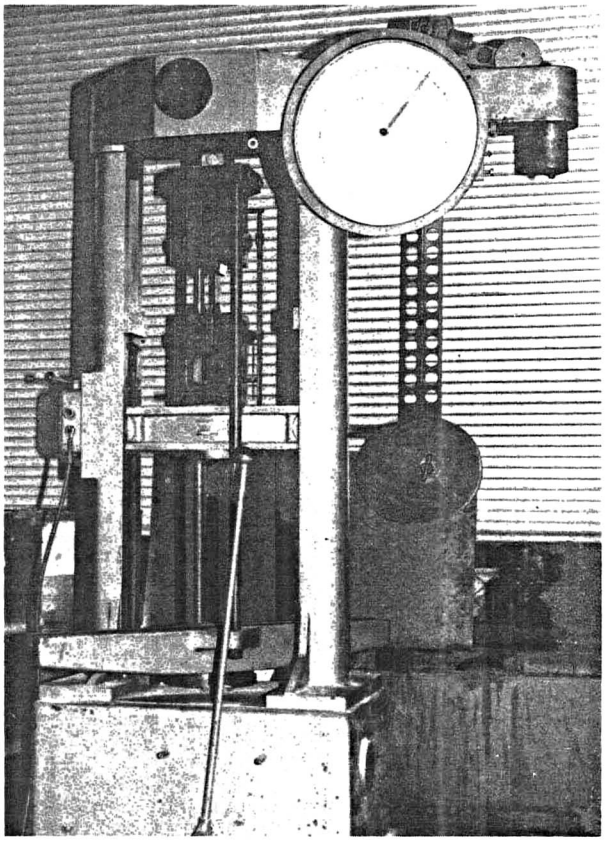
4.1.1 แป้งมันสำปะหลัง - วิเคราะห์ตาม มอก.274-2521.

4.1.2 CNSL - วิเคราะห์ตาม IS 840-1964

4.2 ผลิตภัณฑ์

4.2.1 กาว

- ระยะเวลาการแห้ง ทดสอบตาม มอก.285-2524 เล่ม 9 และเล่ม 10.
- ความแข็งแรงของรอยต่อ เตรียมแผ่นทดสอบตาม มอก.360-2523 แล้วทดสอบแรงดึงโดยใช้เครื่องมือ ชื่อ Lohmann - V. Tarnogrocki, Essen ผลิตในประเทศเยอรมนี.



รูปที่ 9. เครื่องมือสำหรับทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อของกาว

วิจารณ์

1. CNSL

การทดลองในตอนต้นได้ใช้ CNSL ของบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด ซึ่งผลิต CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มาจาก :

- การกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักร.
- การกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยคั่วก่อนกะเทาะ.
- การกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยต้มก่อนกะเทาะ.

CNSL ที่ได้มาจากเปลือกซึ่งกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักรนั้นเมื่อนำมาทดลองทำเป็นกาว ปรากฏว่าไม่สามารถทำเป็นกาวได้. เข้าใจว่า CNSL ได้เกิด polymerization ไปแล้ว เพราะการกะเทาะเมล็ดด้วยเครื่องจักรต้องใช้ความร้อนสูงในขณะคั่วเมล็ดก่อนกะเทาะ. ส่วนการกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยคั่วก่อนกะเทาะนั้น เป็นการคั่วในกระทะธรรมดา อุณหภูมิไม่สูงมาก, CNSL ที่ได้อาจยังไม่เกิด polymerization น่าจะทำเป็นกาวได้ แต่บริษัทฯมิได้นำมาใช้ทดลองในเรื่องนี้. สำหรับ CNSL ที่ได้มาจากเปลือกซึ่งกะเทาะด้วยมือโดยต้มก่อนกะเทาะนั้น บริษัทฯสามารถผลิต CNSL ให้มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาวได้, ซึ่งอาจเป็นเพราะกรรมวิธีผลิตที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก. แต่ต่อมาบริษัทฯ ได้หยุดการผลิต CNSL การทดลองในตอนต่อไปจึงใช้ CNSL ที่ผลิตใน วท.โดยใช้เปลือกที่ได้มาจากการต้มก่อนกะเทาะด้วยมือ ซึ่งเป็น CNSL ที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว.

2. วิธีการทดลอง

ได้นำผลการทดลองผลิตวาร์นิชจาก CNSL (สถาปิตานนท์และคณะ 2527) มาเป็นแนวทางในการกำหนดกรรมวิธี, ส่วนผสม, อุณหภูมิและระยะเวลาของปฏิกิริยา, รวมทั้งการใช้ปริมาณ drier เพื่อช่วยให้กาวแห้งได้ในสภาวะปกติด้วย.

วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน มีความสะดวกในทางปฏิบัติ สามารถควบคุมสภาวะของปฏิกิริยาได้, และต้นทุนการผลิตไม่สูง จึงเหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อขยายระดับการผลิตต่อไป. การทดลองครั้งนี้พบว่า DTA มิได้ช่วยให้กาวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง, จึงได้เลือกส่วนผสมที่ไม่มี DTA อยู่ด้วย แต่มีความแข็งแรงพอใช้ คือ รหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$ สำหรับทดลองเพื่อเก็บข้อมูลโดยละเอียด.

วิธีทำเป็นวาร์นิชก่อนทำปฏิกิริยากับแป้งมันสำปะหลังและ DTA นั้น ได้กาวที่มีความแข็งแรงมาก เนื่องมาจาก CNSL ที่ผลิตโดยบริษัทไทยเอโกรอุตสาหกรรมจำกัด มีคุณภาพเหมาะสมสำหรับปฏิกิริยานี้. แต่ลักษณะของกาวยังไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและสภาวะของปฏิกิริยาที่เป็น 2 ช่วง ซึ่งยุ่งยากในการควบคุมให้กาวมีคุณภาพสม่ำเสมอได้ จึงต้องปรับปรุงวิธีนี้ต่อไปอีก.

วิธีเริ่มด้วย starch hydrolysis ก่อนทำปฏิกิริยากับ CNSL และ DTA ต้องใช้ paraformaldehyde เพราะทำให้ได้กาวที่มีความข้นเหลวเหมาะสมสำหรับใช้งาน. กาวที่ได้มีความแข็งแรงพอใช้ แต่สภาวะของปฏิกิริยาที่เป็น 2 ช่วง มีความยุ่งยากในการควบคุมให้กาวมีคุณภาพสม่ำเสมอได้ จึงต้องปรับปรุงวิธีนี้ก่อนการทดลองเพื่อขยายระดับการผลิตต่อไป.

3. ผลิตภัณฑ์

กาวนี้แห้งในสภาวะปกติได้เนื่องจากเติม drier. อาจทำให้แห้งได้โดยการอบ แต่เนื้อกาวจะเปราะ แรงยึดเกาะต่ำ ความ

แข็งแรงจึงน้อย. การที่กาวแห้งได้เร็วก็มีปัญหาในการเก็บ เพราะถ้าเก็บไว้นานกาวจะแข็งตัวจนใช้งานไม่ได้.

สรุป

1. CNSL ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับทำเป็นกาว คือ CNSL ที่ได้มาจากเปลือกซึ่งกะเทาะเมล็ดด้วยมือโดยการต้มก่อนกะเทาะ.

2. กาวที่มีความแข็งแรงพอใช้ ต้นทุนการผลิตไม่สูง และ กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก คือ กาวรหัส $C_{100}S_{15}F_{45}X_{60}$, เป็นส่วนผสมของ CNSL 100 ส่วน, แป้งมันสำปะหลัง 15 ส่วน, formalin ซึ่งมี NaOH ละลายอยู่ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก จำนวน 45 ส่วน และ xylene 60 ส่วน. วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตคือ วิธีผสมวัตถุดิบทั้งหมดพร้อมกัน, ระยะเวลาก่อนเติม xylene 60 นาที อุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิสุดท้ายประมาณ 34–95°ซ. โดยกวนส่วนผสมตลอดเวลาเมื่อเติม xylene แล้ว และยังคงให้ทำปฏิกิริยาต่อไปอีก 60 นาที ที่อุณหภูมิ 91–93°ซ. สำหรับปริมาณสารเร่งแห้งที่ใช้ คือ 0.075% Co, 0.200% Mn และ 0.75% Pb.

เอกสารอ้างอิง

Gibbons, J.F. and Wondoloski, L. 1980. Carbohydrate-phenol based condensation resins incorporating nitrogen-containing compounds. Can. 1090026 (Cl.c07H 7/04).

Skeist, I. 1977. Handbook of Adhesives. p. 192-193, (Van Nostrand Reinhold Co. : New York.)

Turner, G.P.A. 1967. Introduction to Paint Chemistry. 1st edition, (Chapman and Hall Ltd. : London.)

Walker, J.F. 1964. Formaldehyde. 3rd edition, p. 272-274, (Reinhold Publishing Corporation, Chapman and Hall Ltd. : London.)

สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2522. รายงานการสัมมนาเรื่องมะม่วงหิมพานต์สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 34 : 66–67, 71.

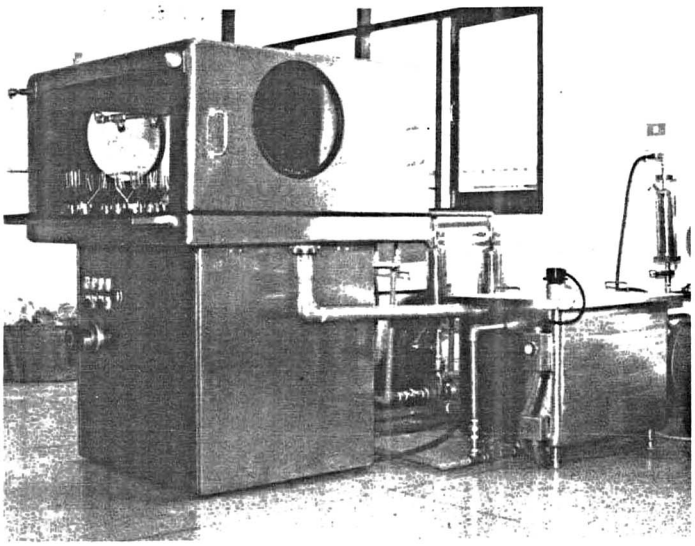
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 2526. การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง. หน้า 115. (กรุงเทพฯ.)

สถาปิตานนท์, กรรณิการ์ ; บุญศิริ, พัชรี และ มั่นสกุล , สุภัทรา 2527. การทำวาร์นิชจากน้ำมันดิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในระดับห้องปฏิบัติการ, วท.; กทม. (รายงานฉบับที่ 2, โครงการวิจัยที่ บ. 23–21.)

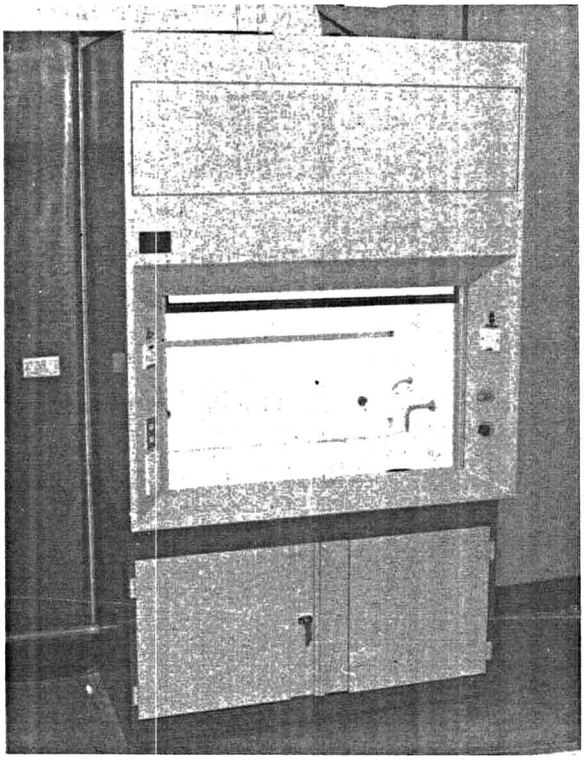
อรัญยะนาค, ศิลปชัย ; สถาปิตานนท์,กรรณิการ์ และ มั่นสกุล, สุภัทรา 2524. การทำวาร์นิชจากน้ำมันดิบจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในระดับกึ่งโรงงานต้นแบบ. วท. ; กทม. (รายงานฉบับที่ 1, โครงการวิจัยที่ บ. 23–21.)

GENERAL SERVICE & APPARATUS

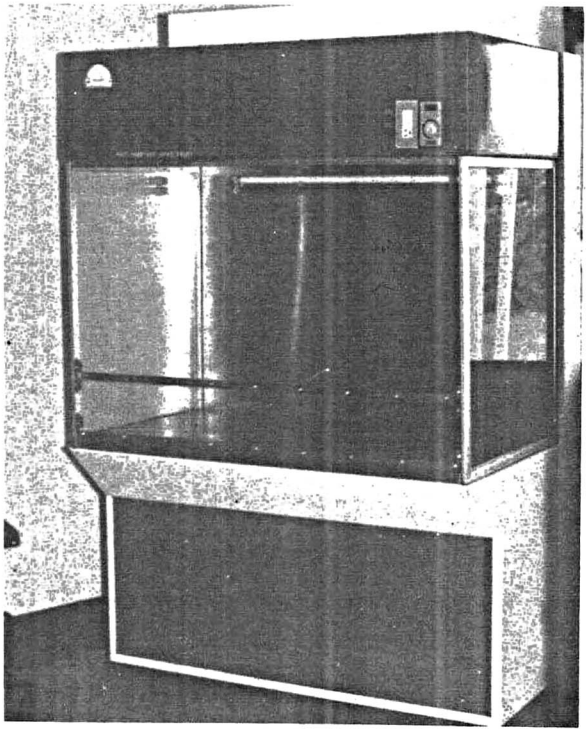
GENSA



"GENSA" Rotary Rinser for Infusion Bottles.



"GENSA" Fume Hood "ADD-AIRTYPE"

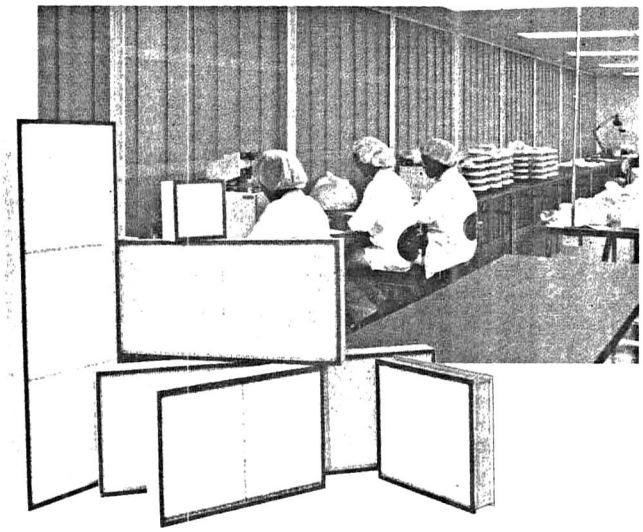


"GENSA" Virlical Laminar Flow "Standing Type"

ALFCO
Aluminum Filter Company

FINAL AIR™ FILTERS

HIGH EFFICIENCY PARTICULATE AIR FILTERS



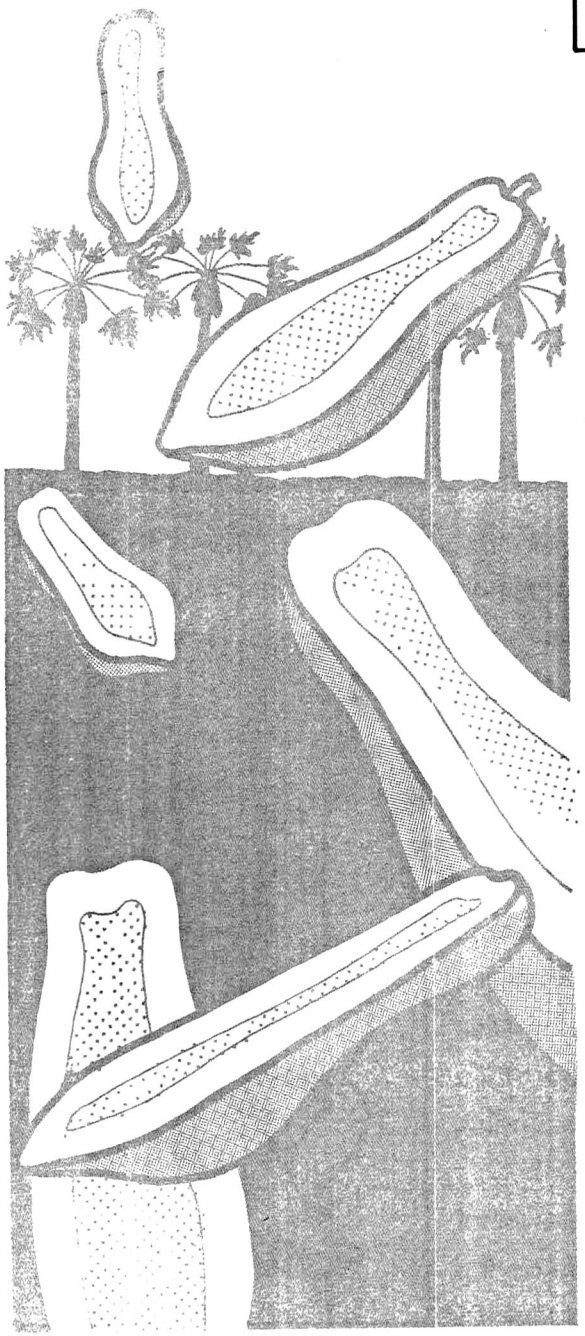
บริษัท เกนซ่า จำกัด

550/371 ซอยโพธิ์ปั้น ถนนอโศก ดินแดง เขตห้วยขวาง กทม. 10310 TEL. 245-8481 245-5453

ข่าวเทคโนโลยี
สำหรับชาวชนบท

ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 37 มกราคม 2531

รวบรวมโดย พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง



การเก็บยางมะละกอเพื่อทำปาเปนดิบ

มะละกอเป็นผลไม้ที่คนไทยนิยมรับประทานกันมานานทั้งผลสุกและผลดิบ เป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมาก เช่น เนื้อมะละกอสุกนั้นนอกจากจะใช้รับประทานแล้วยังใช้ทำซอสมะเขือเทศ ซอสใส่ในปลากระป๋อง ทำผลไม้กระป๋องเป็นต้น ส่วนมะละกอดิบนำมาดองใส่กระป๋องผสมกับผักชนิดอื่นใช้รับประทานกับข้าวต้ม รากและก้านใช้เป็นยาสมุนไพรขับปัสสาวะใบใช้เป็นยาขับพยาธิแก้ไข้ แก้โรคเหน็บชา สำหรับยางจากเปลือกมะละกอดิบและจากก้านใบนั้นมีเอนไซม์ปาเปน (papain) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการช่วยย่อยโปรตีน

ประโยชน์ของปาเปนมีมากมายหลายอย่าง นอกจากจะใช้หมักเนื้อให้นุ่มแล้วยังมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมฟอกหนังสัตว์ โรงงานอาหารกระป๋องจำพวกเนื้อสัตว์และปลา โรงงานผลิตเบียร์ โรงงานผลิตอาหารและผลไม้กระป๋อง และโรงงานผลิตเวชภัณฑ์ เช่น ยาระบายอ่อน ๆ ยาช่วยย่อยอาหาร สำหรับผู้ที่เป็นโรคกระเพาะ ฯลฯ

ประเทศที่ผลิตปาเปนเป็นอันดับสูงสุดได้แก่ ศรีลังกา แอฟริกาตะวันออก และคองโก ส่วนประเทศที่นำเข้าปาเปนสูงได้แก่สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เบลเยี่ยม ฝรั่งเศส สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี เดนมาร์ก เป็นต้น หากประเทศไทยสามารถผลิตปาเปนที่มีคุณภาพดีได้เป็นจำนวนมาก ก็จะสามารถส่งไปขายยังต่างประเทศเป็นการลดดุลการค้าและนำเงินตราเข้าประเทศ

การเก็บรวบรวมยางมะละกออย่างง่าย ๆ เพื่อผลิตเป็นปาเปนดิบให้มีคุณภาพดี ควรเก็บจากผลมะละกอดิบที่แก่เต็มที่ มีอายุนับจากการติดผลถึงวันกรีดยางอยู่ระหว่าง 70 ถึง 100 วัน อย่าให้ยางถูกลม แสงแดด หรือ อยู่ในที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่า 70° ซ. และต้องไม่ให้สัมผัสกับโลหะเช่น เหล็ก หรือสังกะสีเพราะจะทำให้ยางมีสีคล้ำ เนื่องจากปาเปนดิบที่มีคุณภาพดีควรมีสีขาวงาช้างหรือขาวเหลือง

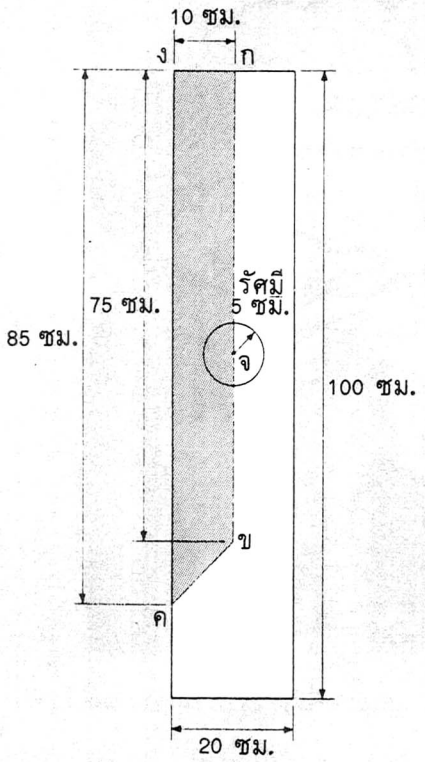
กรรมวิธีในการกรีดยางมะละกอนั้น แต่เดิมใช้มีด สเตนเลสหรือพลาสติกที่คมกรีดจากด้านหัวของผล หรือส่วนที่อยู่ติดกับก้านผลลงมาตามยาวจนถึงปลายส่วนผล แล้วใช้ภาชนะเช่น ถาดอะลูมิเนียมหรือถ้วยแก้วรองรับยาง แต่วิธีนี้ไม่สะดวกต่อการกรีดยางจำนวนมากหรือกรีดยางจากมะละกอต้นสูง ๆ ดังนั้น สถาบันผลิตผลเขตร้อน (Tropical Products Institute) จึงได้พัฒนาและประดิษฐ์เครื่องมือสำหรับใช้ในการกรีดและเก็บยางมะละกอซึ่งเหมาะที่จะใช้เก็บยางทั้งในปริมาณที่น้อยและมากโดยสร้างจากวัสดุที่หาง่ายทั่วไปในท้องถิ่น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การทำมีดกรีดยาง (tapping knife)

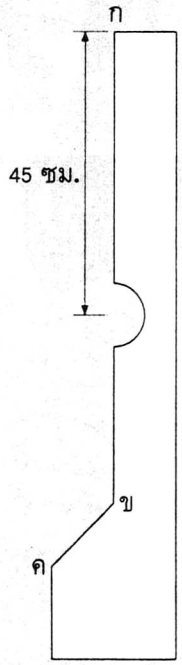
1. เลือกแท่งไม้ที่มีน้ำหนักเบาและเหนียวสำหรับทำด้ามกรีด ให้มีความยาวพอเหมาะกับความสูงของต้นมะละกอ มีขนาดกว้างประมาณ 1 ซม.
2. บากปลายไม้ด้านหนึ่งสำหรับสอดแผ่นใบมีดโกน โดยหันด้านคมลงและให้ใบมีดยื่นออกมาประมาณ 3 มม.
3. ติดใบมีดให้แน่นด้วยกาวหรือซีเมนต์กันน้ำ

การทำถาดเก็บยาง (collecting tray)

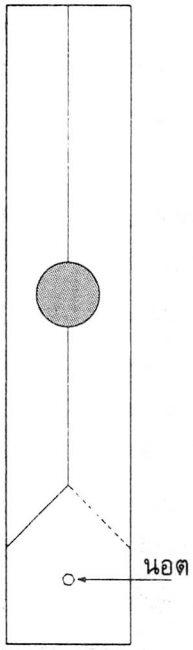
1. ใช้ไม้สำหรับประกบลำต้น 2 ชิ้น แต่ละชิ้นยาวประมาณ 100 ซม. กว้าง 20 ซม. และหนา 1 ซม. บานไม้แต่ละชิ้นกำหนดจุด ก ข ค และ ง ให้ กข, คง และ กจ ยาว 75 ซม. 85 ซม. และ 45 ซม. ตามลำดับ (ดูภาพประกอบ)
2. ใช้ จ เป็นจุดศูนย์กลางสร้างวงกลมรัศมี 5 ซม. จากจุด ก ถึง จ ควรมีระยะห่างประมาณ 45 ซม. เพื่อที่ถาดรองรับจะได้มีเนื้อที่กว้างพอที่จะรองรับยาง
3. เลื่อยตามแนวเส้น ก-ข-ค และส่วนที่เป็นครึ่งวงกลม ตัดส่วน กขคง ทิ้ง
4. นำแผ่นยาง 2 ชิ้น ยาวประมาณ 16 ซม. กว้าง 1 ซม. บุรอบครึ่งวงกลมของไม้ประกบทั้ง 2 ชิ้น เพื่อกันมิให้ลำต้นมีบาดแผล
5. วางแผ่นไม้ทั้ง 2 ชิ้นให้อยู่ในลักษณะคล้ายกรรไกร เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. บนแผ่นไม้ทั้ง 2 ให้ห่างจากขอบล่าง 10 ซม. และอยู่บนแนวเส้น กข (ดูภาพประกอบ) ใส่นอตขนาดยาว 2.5 ซม.
6. ติดขอบถาดทำด้วยไม้ไผ่ หรือลวดโดยโค้งให้เป็นรูปวงกลมที่มีปลายซ้อนเหลื่อมกันกว้างพอที่จะกางไม้ประกบเหมือนกรรไกรได้ เย็บติดด้วยลวดบนไม้ประกบ กรุผ้าใบหรือผ้าพลาสติกรอบขอบถาดสำหรับรองรับยาง เย็บติดโดยใช้เส้นด้ายที่มีความเหนียวแข็งแรง
7. ใช้ยางอีกชั้นหนึ่งพันรอบวงกลมประกบลำต้น เหลือปลายทั้ง 2 ข้างเพื่อช่วยพยุงให้ถาดกระชับกับลำต้น
8. ติดขาหยั่งพับได้ 3 ขา ใต้แผ่นไม้ประกบเพื่อประคองถาด



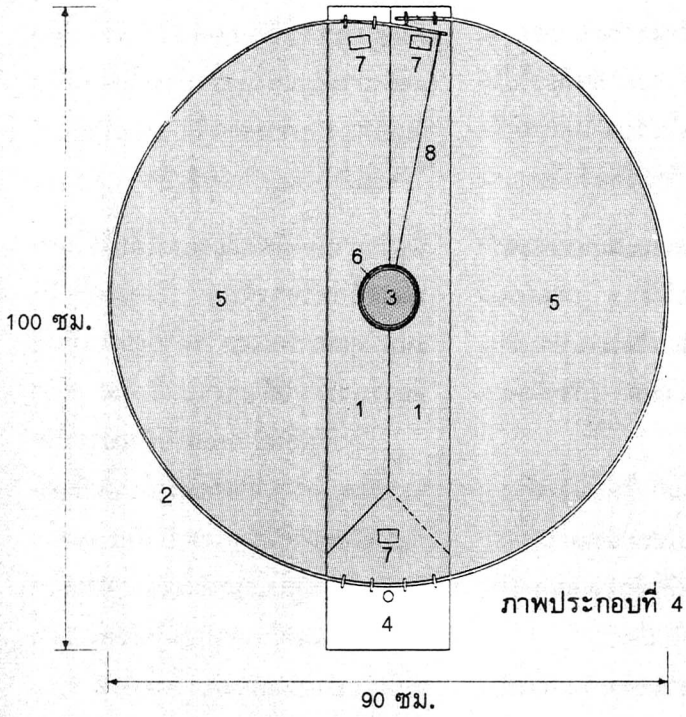
ภาพประกอบที่ 1



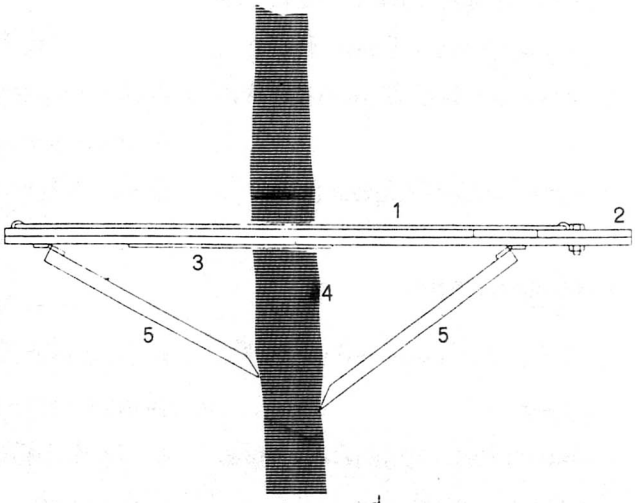
ภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบที่ 5

1. ถาด
2. ด้ามจับ
3. แผ่นยาง
4. ลำต้นมะละกอ
5. ขาหยั่งยึดถาด

1. ไม้ประกบ
2. ขอบถาด
3. ลำต้นมะละกอ
4. ด้ามจับ
5. ถาดผ้าใบหรือผ้าพลาสติก
6. ขอบยาง
7. ติดขาหยั่งเพื่อประคองถาด
8. ส่วนเกยของถาด

การทำถาดเก็บยาง (collecting tray)

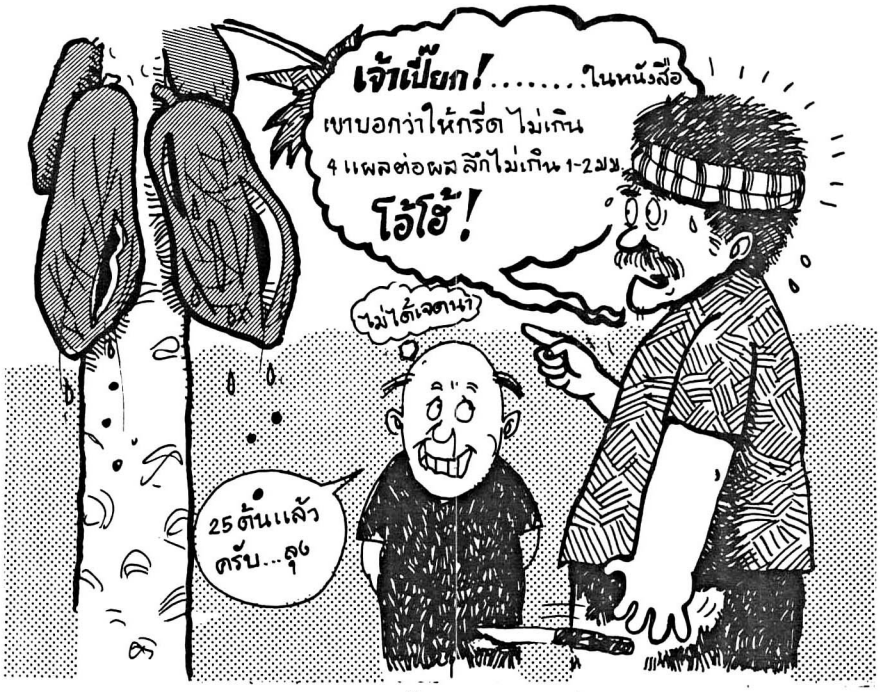
การทำกล่องเก็บยางมะละกอ (collecting box)

กล่องเก็บยางมะละกอจะต้องใช้จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

1. ตัดแผ่นไม้อัดที่มีความหนาประมาณ 1 ซม. ออกเป็นชิ้น ๆ ดังนี้
   ก. ขนาด 52 ซม. x 25 ซม. จำนวน 1 ชิ้น (ใช้เป็นพื้นด้านล่าง)
   ข. ขนาด 52 ซม. x 26 ซม. จำนวน 2 ชิ้น (ใช้เป็นด้านข้าง)
   ค. ขนาด 25 ซม. x 25 ซม. จำนวน 2 ชิ้น (ใช้เป็นด้านหัว-ท้าย)
   ง. ขนาด 52 ซม. x 27 ซม. จำนวน 1 ชิ้น (ใช้เป็นฝา)
2. ประกอบไม้ดังกล่าวเข้าเป็นกล่อง จะได้กล่องขนาดความยาว 50 ซม. กว้าง 25 ซม. และลึก 25 ซม. โดยตอกตะปูด้านหัว-ท้ายและพื้นล่าง
3. ติดฝากล่องโดยใช้บานพับที่ทำด้วยผ้าใบ
4. บุภายในกล่องด้วยถุงพลาสติก

การเก็บยางมะละกอ

1. เล็มใบบริเวณผลที่จะทำการกรีดยางออก
2. ติดถาดเก็บยางรอบลำต้นต่ำจากผลประมาณ 60 ซม.
3. กรีดแผลแนวตั้งบริเวณผลประมาณ 4 แผล แต่ละแผลต้องไม่ให้ลึกเกินกว่า 1-2 มม. ยางจะไหลลงสู่ถาดเก็บ เมื่อยางหยุดไหลแล้ว 2-3 นาที ขูดยางออกจากถาดด้วยช้อนไม้ ใส่ไว้ในถุงพลาสติกในกล่องเก็บยางกล่องที่ 1 ที่วางไว้ในที่ร่ม
4. ขูดยางที่แข็งตัวบนผลมะละกอและเก็บลงในกล่องที่ 2 ยางในกล่องที่ 2 นี้จะมีปริมาณปาเปนน้อยกว่าและมีคุณภาพต่ำกว่ากล่องแรก



5. เช็ดผลมะละกอให้สะอาดด้วยฟองน้ำชุบสารกำจัดเชื้อรา

ข้อระวังในการเก็บยางมะละกอ

1. ควรกรีดผลมะละกอที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุกในเวลาเช้าระหว่าง 5.00-9.00 น. การกรีดยางสามารถจะทำต่อเนื่องไปได้สำหรับวันที่อากาศไม่ร้อน ไม่ควรกรีดยางในวันที่อากาศร้อนจัดหรือมีลมแรง

2. การกรีดยางมะละกอแต่ละครั้งควรกรีดครั้งละไม่เกิน 4 แผลต่อผล ให้แผลห่างเท่า ๆ กัน เว้นระยะประมาณ 3 วันให้กรีดอีก 4 แผล กรีดทั้งหมดรวม 16 แผล

3. ต้องดูแลอย่าให้แมลงต่าง ๆ หรือเศษใบไม้ลงไปปะปนในยาง

4. เช็ดใบมีดที่ใช้กรีดเสมอ เพื่อไม่ให้มีก้อนยางติดใบมีด

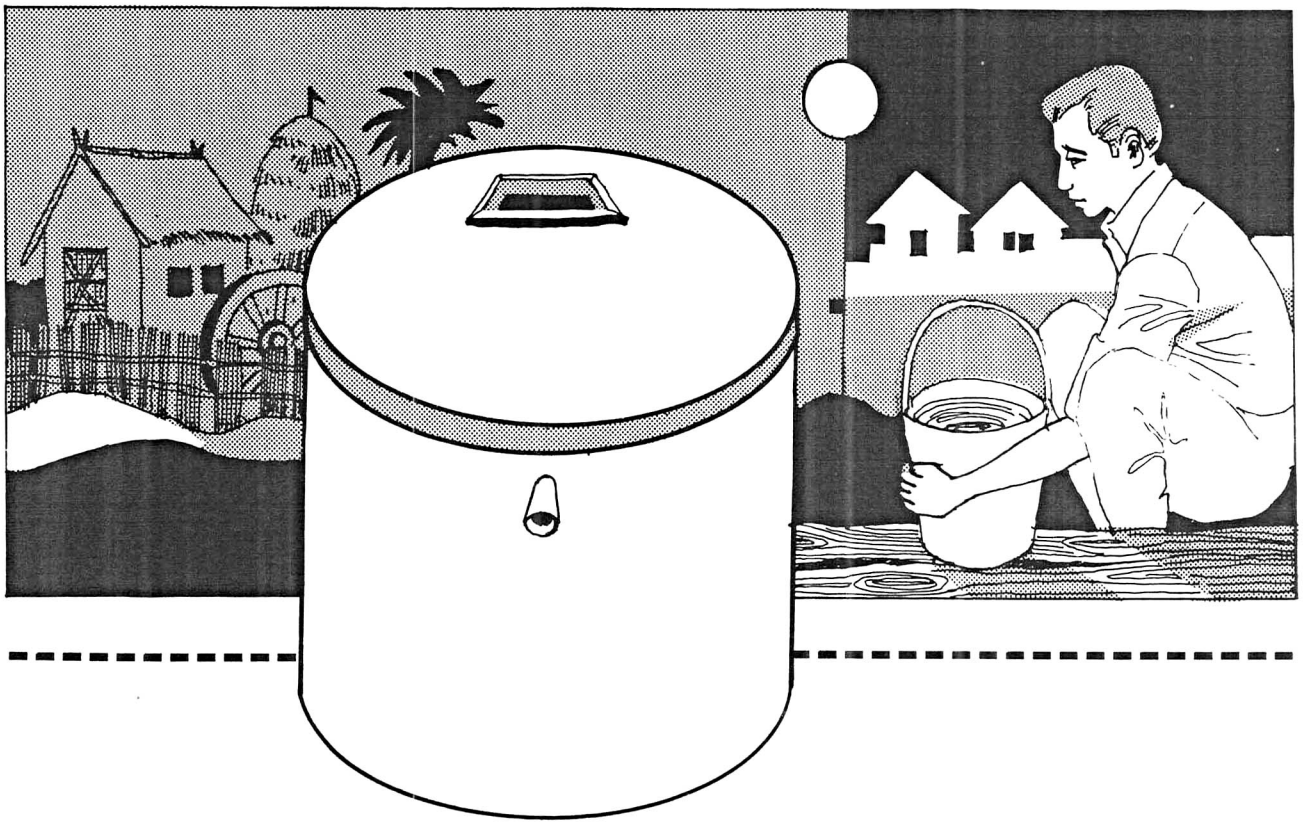
5. เมื่อเสร็จงานแต่ละวัน ควรล้างถาดและเครื่องมือต่าง ๆ ให้สะอาดด้วยน้ำ

6. ควรระวังไม่ให้ยางมะละกอสัมผัสกับโลหะเช่นเหล็ก หรือทองแดง

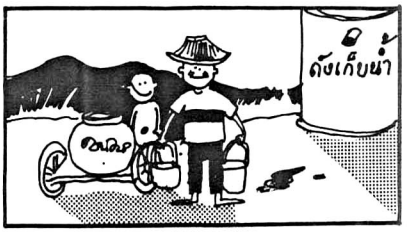
การเก็บยางมะละกอด้วยอุปกรณ์และวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะได้ยางมะละกอที่มีลักษณะคล้ายนมสด มีกลิ่นคาว นำไปทำให้แห้งโดยการผึ่งแดดหรืออบให้แห้งในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งวิธีนี้จะได้ปาเปนดิบที่มีคุณภาพดีกว่า มีความสามารถในการย่อยโปรตีนสูงกว่าวิธีแรกคือวิธีนำไปผึ่งแดด การอบแห้งควรจะกระทำทันทีในวันที่เก็บรวบรวมยางได้ ปาเปนดิบที่ได้จะมีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาว ต่อจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดและเก็บไว้ในถุงพลาสติกหรือถุงดีบุก ปิดปากถุงให้แน่น คุณภาพของสารน้ำย่อยปาเปนที่ดีควรประกอบด้วยปาเปนร้อยละ 16-30

การผลิตปาเปนภายในประเทศจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยประการสำคัญคือ รัฐบาลจะต้องจัดหาตลาดให้เกษตรกรและมีราคาประกันที่เหมาะสมสำหรับปาเปนและควรมีอุตสาหกรรมอาหารมารองรับด้วย หากรัฐบาลสามารถจัดหาสิ่งเหล่านี้เพื่อเกษตรกรได้แล้ว เชื่อแน่ว่าการผลิตปาเปนจะสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างดี.

ถังเก็บน้ำฝนแบบปูนฉาบเสริมลวด



เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าประชากรประมาณ 17 ล้านคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรในภาคอื่น ๆ ของ



ประเทศ ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่ง ได้แก่ การขาดแคลนน้ำซึ่งเกิดจากการมีระยะฝนแล้งเป็นเวลายาวนานถึง 7–8 เดือน และสภาพดินเป็นดินทรายหรือดินตะกอนปนทราย ซึ่งทำให้ไม่สามารถเก็บน้ำไว้ได้

ดังนั้นการแก้ไขปัญหาของชาวชนบทด้านน้ำดื่มจึงมุ่งไปที่การเก็บกักน้ำฝนไว้บริโภค คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้ศึกษาและพัฒนาถังเก็บน้ำฝนที่มีความคงทน และง่ายต่อการก่อสร้าง

แทนการเก็บน้ำฝนด้วยโอ่งซีเมนต์ซึ่งต้องการพื้นที่สำหรับวางโอ่งมากกว่าแบบปูนฉาบเสริมลวด ถังน้ำฝนแบบปูนฉาบเสริมลวดนี้มีราคาถูก มีความคงทน และก่อสร้างง่าย ไม่ต้องการช่างฝีมือแต่ประการใด เหมาะสำหรับใช้ในครัวเรือนและสถานที่ชุมชน เช่น วัดและโรงเรียน

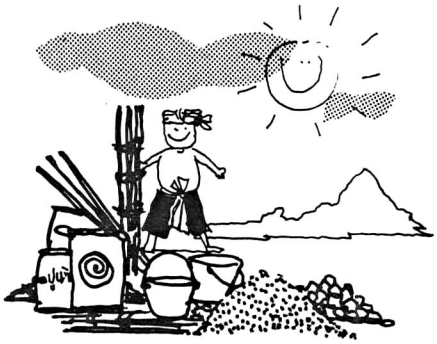
วัสดุอุปกรณ์

ลวดเบอร์ 14 (ø 2.1 มม.) สำหรับถังน้ำขนาด 6 ลบ.ม.

ลวดเบอร์ 11 (ø 3.2 มม.) สำหรับถังน้ำขนาด 12 ลบ.ม.

หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำสะอาด

ดินเหนียว ท่อเหล็ก ก๊อกน้ำ เหล็กเส้น ไม้ไผ่



ขั้นตอนการก่อสร้าง

1

ถากหน้าดินออก 5 ซม. เป็นวงกลมให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของถัง 25 ซม. ใส่หินและทรายรองพื้น 5 ซม. พร้อมทั้งกระทุ้งให้แน่น และราดน้ำให้ชุ่ม

2

เทคอนกรีตฐาน ชั้นแรกหนาประมาณ 2/3 ของความหนาของฐาน แล้ววางเหล็กเสริม คอนกรีตใช้อัตราส่วน ปูน:ทราย:หิน = 1:2:3

4

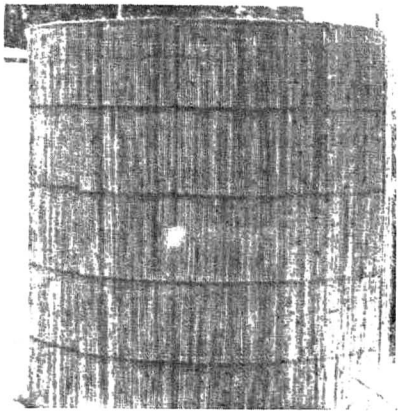
ประกอบแบบโครงเหล็กบุไม้ไผ่บนฐาน

6

ฉาบดินเหนียวทั่วแบบ

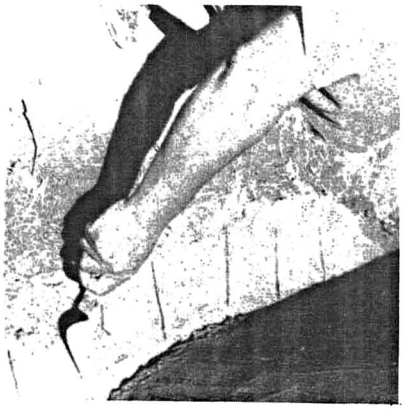
3

เทคอนกรีตพื้นฐานชั้นที่สองและตบแต่งผิวหน้า



5

ใช้ลวดผูกยึดให้แน่น โดยยึดแบบด้วยโครงเหล็กวงกลมทั้งด้านบนและด้านล่างของแบบ เพื่อให้แบบแข็งแรงไม่สั่นคลอน



7

ทำความสะอาดบริเวณรอบฐานของผนัง โดยใช้เกรียงเหล็กขูดดินเหนียวที่ติดค้างออกให้หมด

8

เริ่มฉาบปูนชั้นแรก ให้ได้ความหนาเท่ากับครึ่งหนึ่งของความหนาของผนังที่ต้องการ ปูนฉาบใช้อัตราส่วน ปูน : ทราย = 1 : 3 เมื่อปูนฉาบชั้นแรกเริ่มหมาด ผูกลวดแนวตั้งและแนวนอนโดยจัดระยะห่างของลวดให้เป็นตามแบบ

9

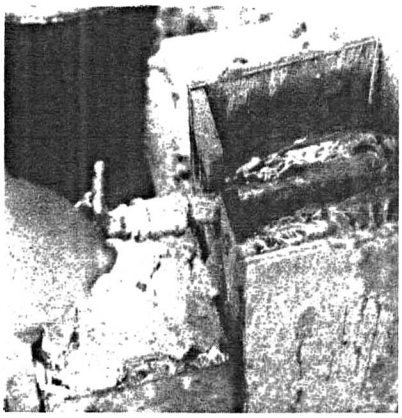
ฉาบปูนชั้นที่สอง ให้ได้ความหนาเท่ากับอีกครึ่งหนึ่งของความหนาของผนังที่ต้องการ

10

ตกแต่งผิวของผนัง แล้วทำการบ่มด้วยการคลุมผนังด้วยแผ่นพลาสติก

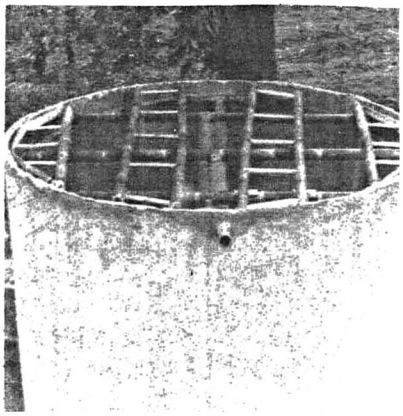
11

ถอดแบบหลังจากฉาบผนังเสร็จแล้ว 2 วัน ทำความสะอาดผิวภายใน ทาด้วยน้ำปูน



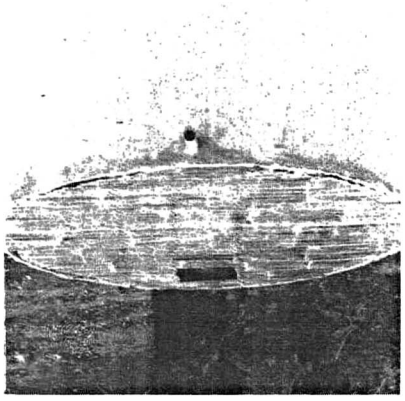
12

ใส่ก๊อกน้ำ ท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำ และทำบัวที่ผนังทั้งด้านนอกและด้านในที่ฐาน



13

ทำหลังคาโดยใช้ท่อนไม้ไผ่เป็นเสา คาน และตง สำหรับค้ำยัน

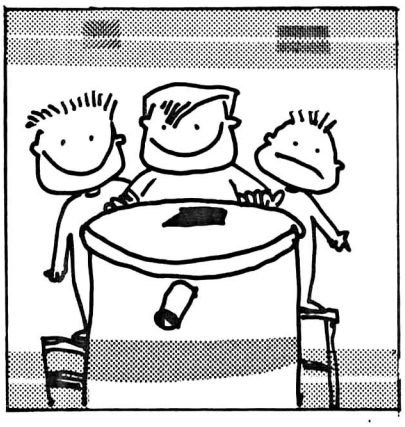


14

ใช้ไม้ไผ่สับฟากเป็นพื้นสำหรับเทคอนกรีต

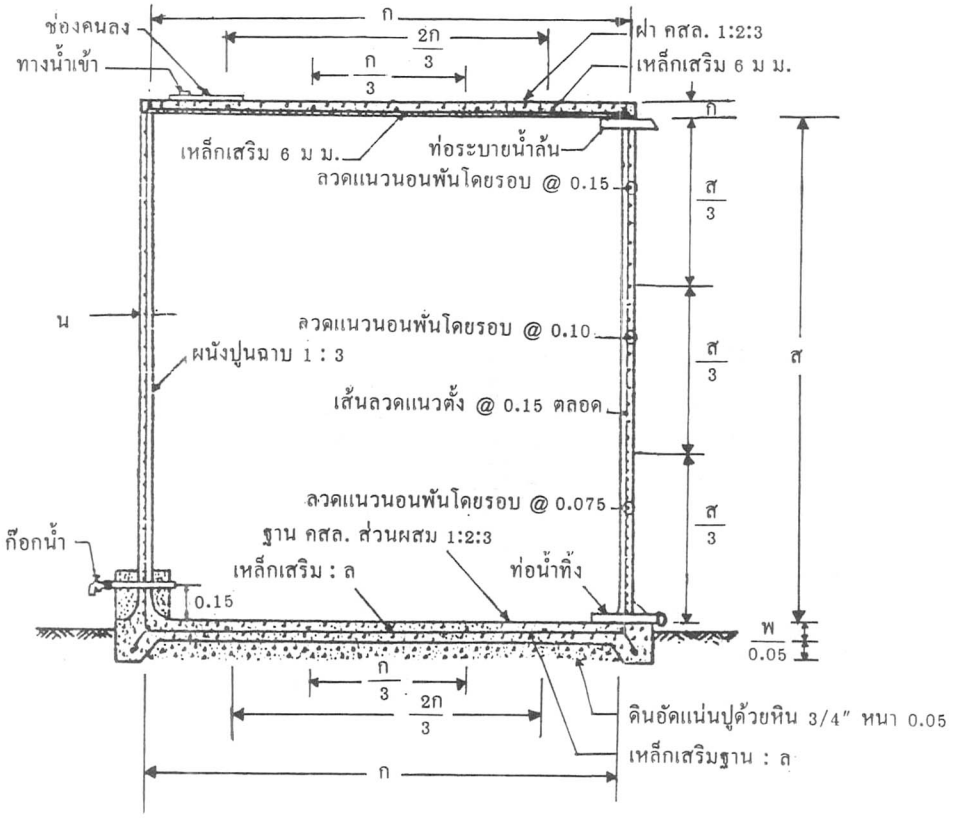
15

วางเหล็กเสริม และเทคอนกรีตให้ได้ความหนาที่ต้องการ

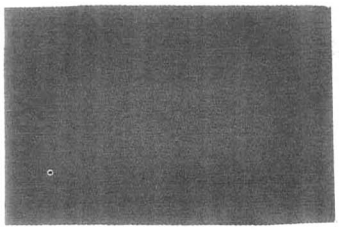
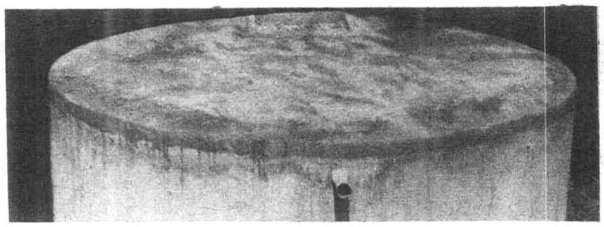
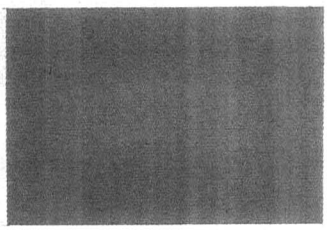


รายละเอียดของถังเก็บน้ำฝนแบบปูนฉาบเสริมลวด

สัญลักษณ์	6 ลบ.ม.	12 ลบ.ม.
ก คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของถัง	2.00 ม.	2.50 ม.
ค คือ ความหนาของหลังคา	5 ซม.	6 ซม.
น คือ ความหนาของผนัง	5 ซม.	6 ซม.
ห คือ ความหนาของฐาน	7.5 ซม.	10 ซม.
ล คือ ขนาดของเหล็ก	6 ซม.	9 มม.
ส คือ ความสูงของถัง	2.00 ม.	2.50 ม.



ถังเก็บน้ำฝนแบบปูนฉาบเสริมลวดนี้กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในหลายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่นที่จังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดขอนแก่น ถังน้ำขนาด 6 ลบ.ม. และ 12 ลบ.ม. มีราคาค่าก่อสร้างประมาณ 1,500 บาท และ 2,800 บาท (ราคา พ.ศ. 2529) ซึ่งถูกกว่าการสร้างถังด้วยวัสดุอื่น ๆ เช่นถังคอนกรีตเสริมเหล็ก ถังเฟอร์โรซีเมนต์ และถังก่ออิฐถือปูนมาก เป็นที่คาดหมายว่าถังเก็บน้ำฝนแบบปูนฉาบเสริมลวดนี้จะช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่มในชนบทได้เป็นอย่างดี ผู้สนใจขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติม โปรดติดต่อขอคู่มือการก่อสร้างได้ที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น.

การสกัด ORYZANOL จากน้ำมันรำดิบขั้นกึ่งโรงงานต้นแบบ

ศศิธร วสุวัต, ปัทมา สุนทรศารทูล, ภัทรา ลาภิกานนท์, ธัญพร สรรกำเนิด, อุบลวรรณ พงศ์ประยูร และ เตือนตา เสมาทอง

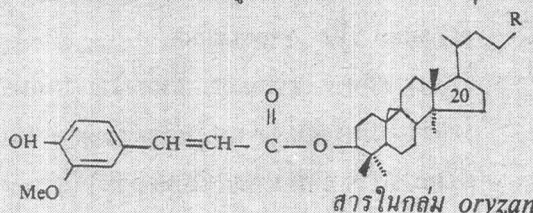
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

บางเขน กท. 10900

บทคัดย่อ

การทดลองสกัดสาร oryzanol จากน้ำมันรำดิบ โดยใช้สารละลาย aqueous methanol ใน potassium hydroxide พบว่าได้ผลผลิต oryzanol ที่มีลักษณะเป็นผงสีนวล มีความบริสุทธิ์ 85%. เมื่อนำไปทำให้บริสุทธิ์โดยวิธี column chromatography โดยใช้ petroleum ether: hexane = 30:70 เป็น eluting solvent จะได้ oryzanol ที่มีความบริสุทธิ์ 100% เป็นผงสีขาว.

จากข้อมูลทาง spectroscopy (MS., H́-NMR) และ Mixed m.p. เปรียบเทียบกับ standard γ-oryzanol พบว่า oryzanol ที่สกัดได้มีสูตรโครงสร้างเป็นชนิด γ-isomer



สารในกลุ่ม oryzanol

จากการสกัด oryzanol ขั้นกึ่งโรงงานต้นแบบได้ผลผลิต oryzanol ที่ความบริสุทธิ์ 83–85%, 0.47% yield.

มีรายงานว่า oryzanol มีคุณสมบัติทางชีวภาพเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต สามารถนำมาใช้ทางอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและอุตสาหกรรมอาหาร. นอกจากนี้ยังพบว่า oryzanol ยังมีคุณสมบัติทางยาด้วย (Takashi 1978; Morita 1977).

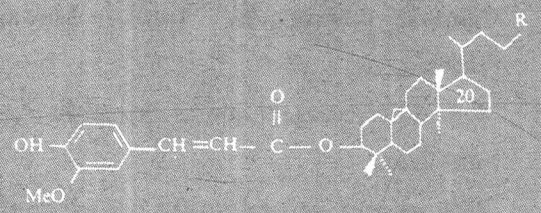
PRODUCTION OF ORYZANOL FROM RICE BRAN OIL ON SEMI-PILOT SCALE

Sasithorn Wasuwat, Pattama Soontornsaratune, Pattra Lapikanon, Dhunyporn Sankamnoed, Ubonwan Pongprayoon and Tuanta Semathong

Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Bang Khen, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

Laboratory and semi-pilot experimental batches for the extraction of oryzanol from crude rice bran oil had been made in TISTR by employing the method as described by Azagami (1968) with slight modification. The results indicated that 85% oryzanol could be purified to 100% pure by column chromatography, using petroleum ether: hexane = 30:70 as eluting solvent to obtain white powder.



Oryzanol group

Oryzanol was proved to be γ-isomer, which is biological active form, by spectroscopic techniques (MS, H́-NMR), and mixed m.p. with standard γ-oryzanol.

คำนำ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) โดยสาขาวิจัยอุตสาหกรรมเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ได้จัดทำโครงการบริการวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณ oryzanol ในน้ำมันรำบริโภคชนิดที่ทำให้บริสุทธิ์, น้ำมันรำดิบ และจากวัสดุเหลือใช้ทิ้งเปล่า (soda food) ให้แก่โรงงานผลิตน้ำมันรำ, บริษัทน้ำมันบริโภคไทยจำกัด ตั้งแต่ พ.ศ. 2524. จากการวิจัยพบว่ามี oryzanol ในอัตราส่วนร้อยละ 0.08, 1.4 และ 2.4 โดยน้ำหนัก ในน้ำมันรำบริสุทธิ์, น้ำมันรำดิบ และในวัสดุเหลือใช้ทิ้งเปล่าคือ soda food ตามลำดับ. ในขั้นนี้ได้จัดทำโครงการวิจัยพัฒนาการผลิต oryzanol จากน้ำมันรำดิบขั้นกึ่งโรงงานต้นแบบ เพื่อศึกษาผลผลิตที่จะหาลู่ทางนำ oryzanol มาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมที่เหมาะสมได้ต่อไป.

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

- น้ำมันรำดิบ จากบริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด
- ตัวทำละลายอินทรีย์

  Chloroform AR grade จากบริษัท J.T. Baker Chemical

  Diethyl ether reagent grade จากบริษัท May and Baker

  Benzene AR grade จากบริษัท Mallinckrodt

  Hexane reagent grade จากบริษัท May and Baker

  Pet. ether reagent grade จากบริษัท May and Baker

  95% ethanol จากองค์การสุรา กรมสรรพสามิต

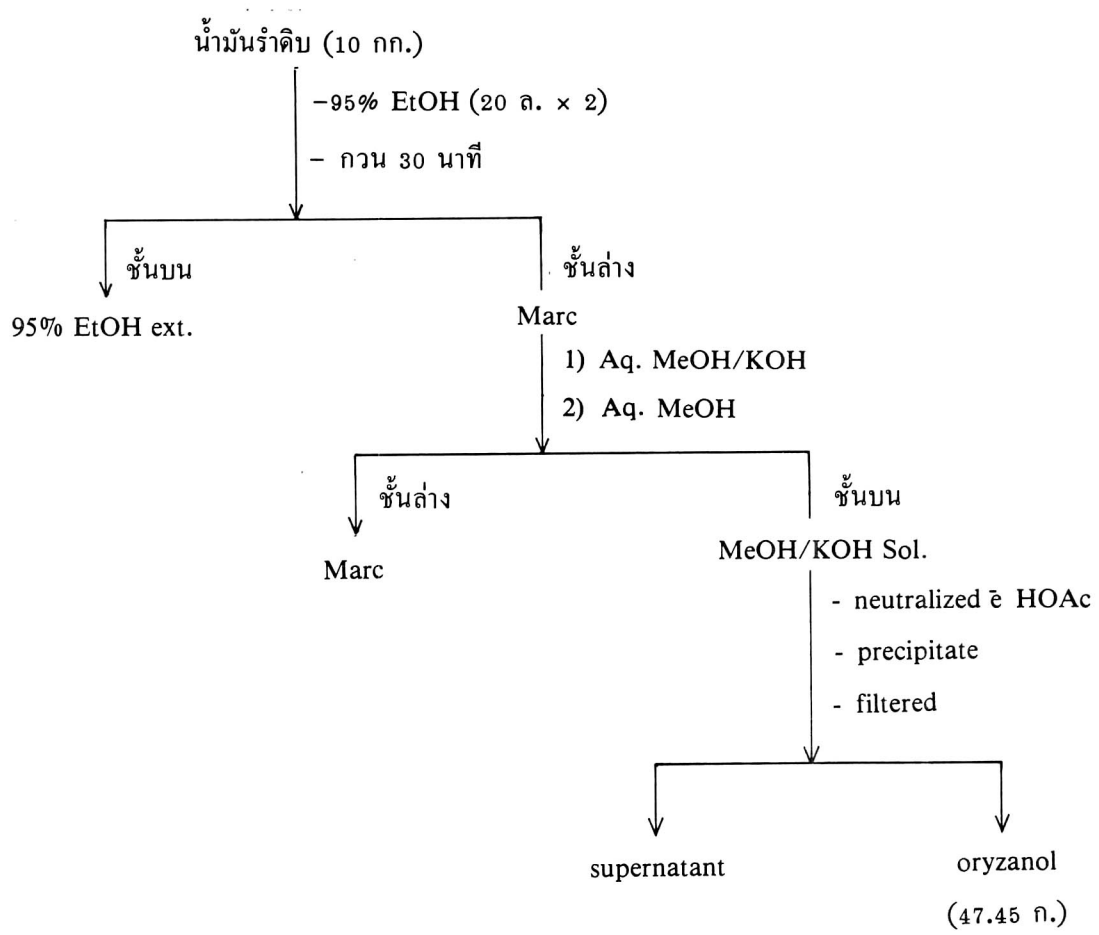
  MeOH commercial grade
- สารเคมี
- Potassium hydroxide reagent grade
- Glacial acetic acid lab-grade จากบริษัท BDH

  Silica gel Art. 7729 ของ E. Merck AG. Darmstadt

  Silica gel 60 GF_{254} Art.7730 ของ E. Merck AG. Darmstadt
- Spectrophotometer U.V. light 200-340 nm. ของ Beckman Model DBG
- Mass spectrometer HP 5985B GC/MS System ของบริษัท Hewlett-Packard, U.S.A.
- $\acute{H}$-NMR 80 MHz Fourier Transform NMR, Varian FT-80 A Spectrometer ของบริษัท Varian U.S.A.
- ถัง stainless steel ขนาดบรรจุ 50 ล.
- เครื่องกวนไฟฟ้าชนิดมีใบพัด

วิธีการทดลอง

1. ทำการทดลองแยกสกัด oryzanol จากน้ำมันรำดิบ โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Azagami (1968).
2. ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ oryzanol จากส่วนสกัดหยาบ ด้วยวิธีของ Tanaka (1971) พบว่าได้ oryzanol ความบริสุทธิ์ 85%.
3. ทำการแยก oryzanol จากส่วนสกัดหยาบด้วยวิธี column chromatography โดยใช้ silica gel เป็น adsorbent, และไล่ด้วย 30% petroleum ether ใน hexane ต่อจากนั้นนำมาทำให้บริสุทธิ์ โดย recrystallization ด้วย MeOH ที่อุ่น จะได้ oryzanol ที่ความบริสุทธิ์ 100% ลักษณะเป็นผงสีขาว.
4. ศึกษาสูตรโครงสร้างและชนิด isomer ของ oryzanol ที่ความบริสุทธิ์ 100% ที่ผลิตได้ โดยข้อมูลทาง mass spectrometry และ $\acute{H}$-NMR พบว่าเป็น oryzanol ชนิด γ-oryzanol.
5. จากการสกัด oryzanol ขั้นกึ่งโรงงานต้นแบบ โดยใช้น้ำมันรำดิบ 10 กก. สกัดด้วย 95% EtOH ครั้งละ 20 ล. 2 ครั้ง โดยใช้ใบพัดกวนให้สารละลายทำปฏิกิริยากันอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 30 นาที. ปล่อยให้แยกชั้น แล้วนำชั้นล่างมาเติมด้วย aq. MeOH ใน KOH (60 ล., 160 ก.) และคนด้วยใบพัดให้เข้ากันเป็นเวลา 30 นาที. ทำให้เป็นกลางด้วย glacial acetic acid จะได้ตะกอน. เมื่อกรองและทำให้แห้งโดยระบบสุญญากาศ จะได้ oryzanol เป็นผงสีนวล 47.4 ก. (yield = 0.47%) ดังตารางต่อไปนี้.

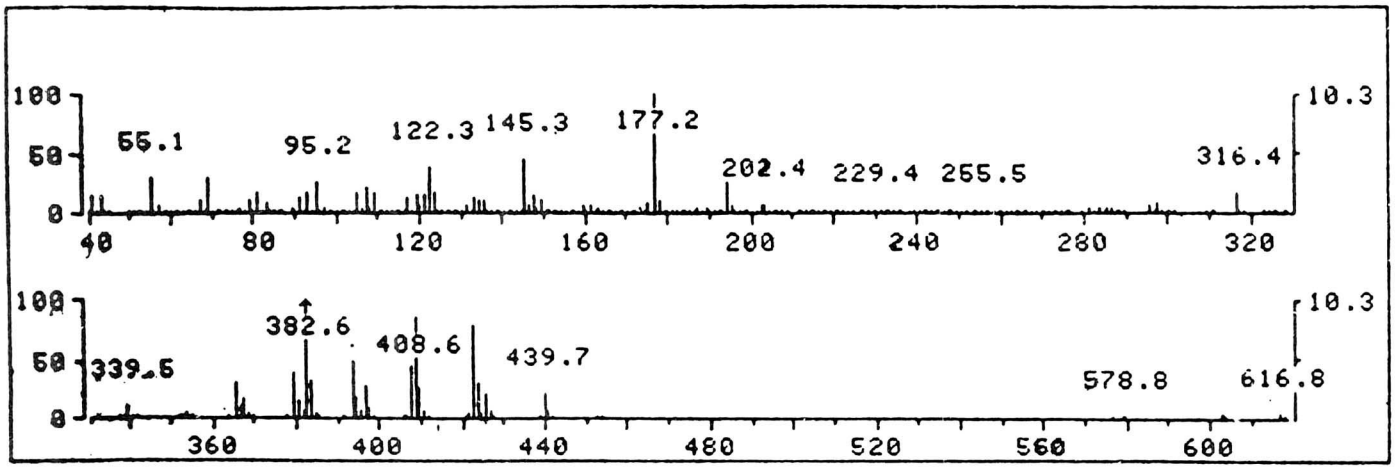


สรุปผล วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

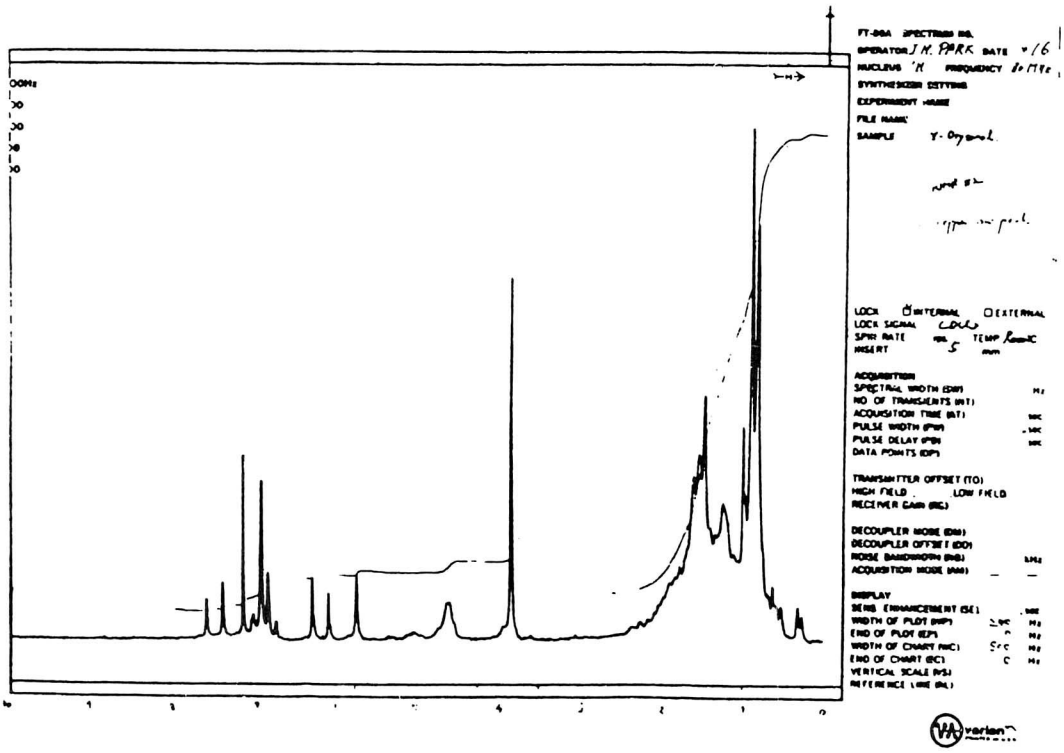
ผลสรุป

1. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ oryzanol ในน้ำมันรำดิบ พบว่ามี 1.13%.
2. สกัด oryzanol ความบริสุทธิ์ 85% ได้ 0.45% .
3. ทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี column chromatography โดยใช้ silica gel เป็น adsorbent และ 30% petroleum ether ใน hexane เป็นตัวไล่ได้ oryzanol ความบริสุทธิ์ 100% ได้ผลผลิต 0.3% .
4. Oryzanol ที่สกัดได้นี้ เมื่อได้ศึกษาสูตรโครงสร้างโดยเทคนิคทาง spectroscopy (MS.,H-NMR) (รูปที่ 1, 2) และตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีพบว่าเป็น γ-oryzanol ซึ่งเป็น isomer ที่มีรายงานว่ามีคุณสมบัติทางชีววิทยา เป็นสารเร่งความเจริญเติบโต, สามารถใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง, อุตสาหกรรมอาหารและมีคุณสมบัติทางยา.
5. การสกัด oryzanol ขั้นกึ่งโรงงานต้นแบบ ความบริสุทธิ์ 83–85% ได้ 0.47% (% recovery = 41.6).

136 RET. TIME: 8.20 TOT ABUND = 21479. BASE PK/ABUND: 177.2/ 2203.



รูปที่ 1. แสดง Mass spectrum ของγ-oryzanol.



รูปที่ 2. แสดง H-NMR ของγ-oryzanol.

วิจารณ์และเสนอแนะ

1. ผลงานวิจัยนี้แสดงว่ากรรมวิธีที่พัฒนาเพื่อการทดลองผลิตขั้นห้องปฏิบัติการนี้ สามารถสกัด bio-active isomer oryzanol ได้.
2. เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตข้าว และมีรำข้าวซึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันรำข้าวอยู่แล้วในปัจจุบัน, จึงสมควรทำการวิจัยนี้ต่อเพื่อศึกษาลู่ทางที่เหมาะสมในการพัฒนาให้เกิดอุตสาหกรรมผลิต oryzanol เพื่อใช้ประโยชน์ในทางเร่งความเจริญเติบโตของร่างกาย และประโยชน์อื่น ๆ ทางด้านเครื่องสำอางตามความเหมาะสม.
3. ผลงานนี้จะได้ทำการประเมินค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อศึกษาความเหมาะสมทางอุตสาหกรรมเบื้องต้น, และปรับปรุงให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงการค้าได้ต่อไป.

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด ที่มอบความไว้วางใจให้ วท. ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนจัดหาวัตถุดิบให้. ขอขอบคุณ นายปาคจูง ฮิล แห่งสถาบันวิจัยพืชพรรณธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยแห่งชาติโซล เกาหลี ที่เอื้อเฟื้อ run S. และ H-NMR ของ γ-oryzanol.

เอกสารอ้างอิง

Azagami, S. 1968. Japan Kokai. 68, 24, 043, (Cl 30A31).
Morita, S. 1977. Japan Kokai. 77, 117, 412.
Takashi, S. 1978. Japan Kokai. 78, 64, 208.
Tanaka, A. 1971. Yukagaku. 20, 11.

สหยูเนี่ยน

บริษัท ในเครือสหยูเนี่ยน เขตบางชัน

- **สายยางยืด เส้นยาง และแถบยาง**
  Elastic Webbing-Braid, Rubber Thread & Tape

- **รับจ้างออกแบบ และสร้างแม่พิมพ์**
  ฉีดและตกแต่งชิ้นส่วนพลาสติก
  เพื่อการอุตสาหกรรมเครื่องไฟฟ้า และยานยนต์
  และเครื่องสุขภัณฑ์ ฯลฯ

- **เทปใส เทปพิมพ์ พีพีเทป เมนดิ้งเทป เทปกระดาษ**
  ไม่ใช้น้ำ เทปกาวย่น และแกนกระดาษขนาดต่าง ๆ

บริษัท ยูเนี่ยนไพโอเนียร์ จำกัด	**โทร. 5170105-8**
บริษัท ยูเนี่ยนพลาสติก จำกัด	**โทร. 5170109-14**
บริษัท ยูเนี่ยนไทย-นิจิบัน จำกัด	**โทร. 5170101-2**

นิคมอุตสาหกรรมบางชัน มีนบุรี กทม. 10510

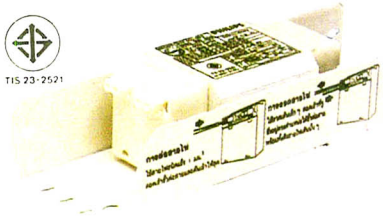
พบโฉมใหม่ของหลอดนีออนฟิลิปส์

ชื่อฟิลิปส์ หมายถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ของฟิลิปส์ทุกชนิดโดยเฉพาะในด้านอุปกรณ์ให้แสงสว่างที่ก้าวหน้าไปไกลกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันอย่างเห็นได้ชัด

หลอดนีออนฟิลิปส์

เทคโนโลยีล้ำหน้ากว่าใครด้วยวงแหวนพิเศษป้องกันขั้วหลอดดำ จึงให้แสงสว่างเต็มที่ตลอดทั่วทั้งหลอด และยังมีสารพิเศษ Zr 2 เคลือบอยู่ที่ไส้หลอด

ควรใช้หลอดนีออนฟิลิปส์
กับบัลลาสต์และสตาร์เตอร์ฟิลิปส์
เพื่อประสิทธิภาพและความทนทาน



บัลลาสต์รุ่นใหม่หุ้มด้วยพลาสติกใส

ช่วยให้หลอดใช้ได้นานเกินคุ้ม

เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและอายุใช้งานนานคุ้มค่า ฟิลิปส์ขอแนะนำให้ท่านใช้ควบคู่กับบัลลาสต์ฟิลิปส์ที่ทนทานขดลวดทนความร้อนได้ถึง 130°C รวมทั้งสตาร์เตอร์ฟิลิปส์แข็งแรง ทนทาน จุดหลอดให้ติดได้รวดเร็วทันใจ ใช้ระบบขั้วอีเล็กโตรดที่เป็นโลหะคู่พร้อมด้วยคาปาซิเตอร์ เพื่อลดการรบกวนคลื่นไฟฟ้า, วิทยุหรือโทรทัศน์ได้อีกด้วย

PHILIPS

แสงฟิลิปส์ ส่องสว่างนานวัน

ฟิลิปส์ คุ้มค่ากว่า

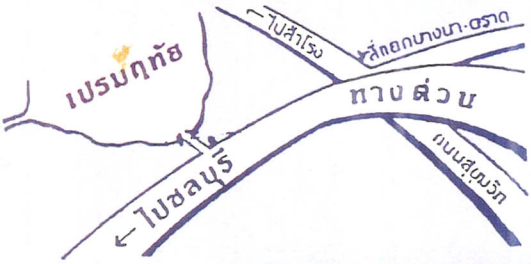
ด่วน
มีจำนวนจำกัด

เปิดแล้วรุ่นพิเศษ

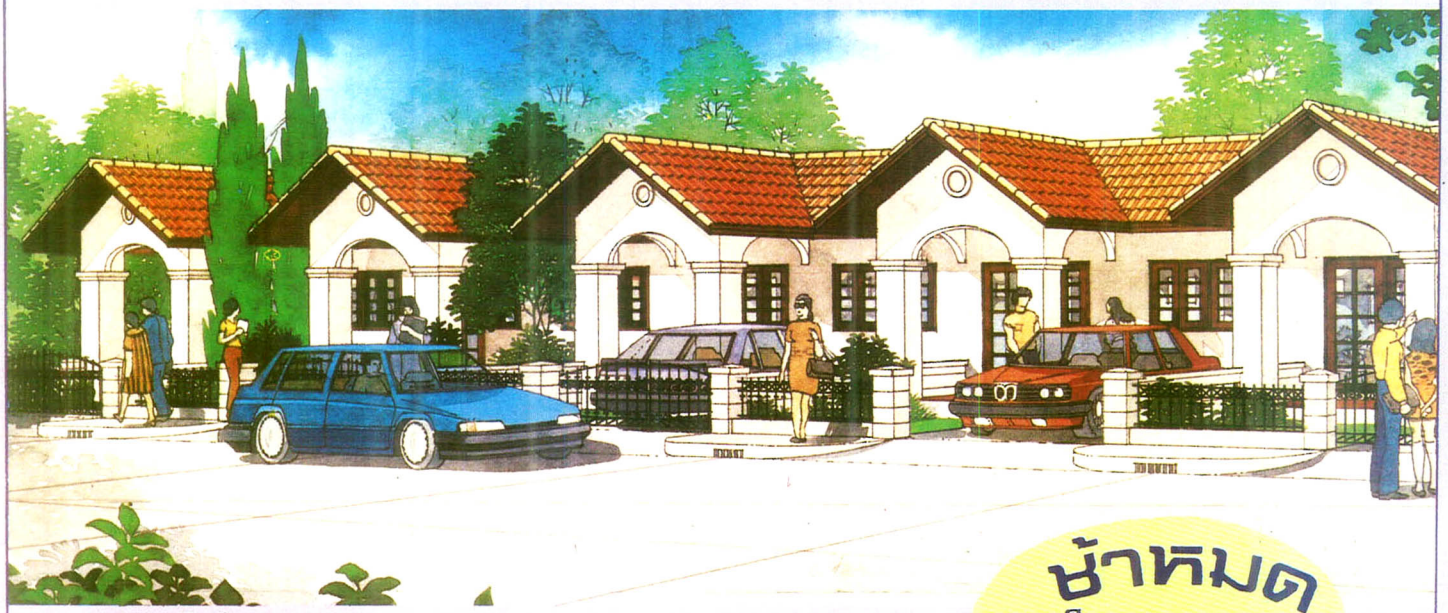
190,000 บาท.เท่านั้น

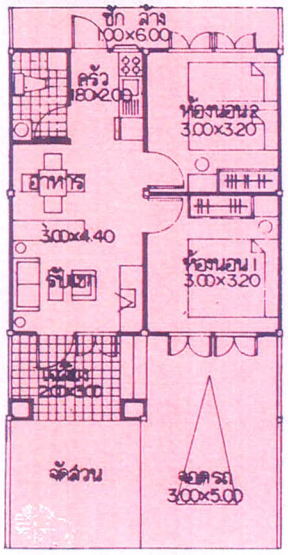
บ้านใหม่ ติดถนนใหญ่ บางนา

ใกล้มหาวิทยาลัย มีรถเมล์ผ่านหลายสาย



บ้าน เปรมฤทัย





จอง 1,000 บาท

เป็นเจ้าของได้

ราคาถูกอย่างไม่เคยทำมาก่อน

2 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ ห้องครัว

ห้องรับแขก

ออกแบบสวยงาม ทันสมัย

แข็งแรง

ถนน น้ำ ไฟ การคมนาคม

สะดวกสบาย

ช้าหมด

รีบเป็นเจ้าของด่วน

ผ่อนดาวน์ได้ ไม่เสียดอกเบี้ย

เปรมฤทัยสร้างบ้านราคาถูก

รุ่นพิเศษ

ติดถนนใหญ่ บางนา - ตราด

สนใจติดต่อสอบถามได้ที่.

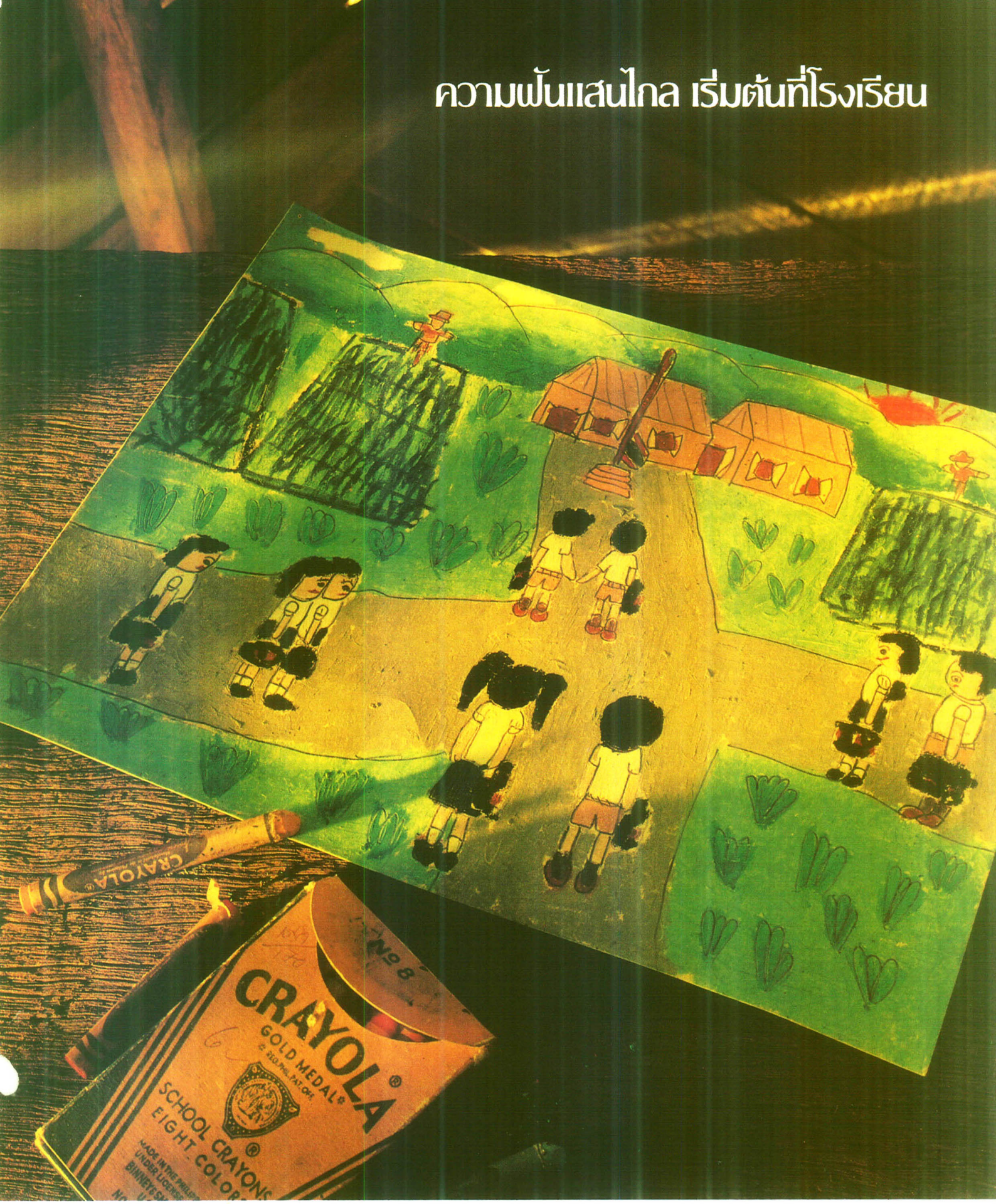
หจก.บ้านและที่ดินเปรมฤทัยคลองเตย โทร. 249-8984-7, 249-0236-9

สำนักงานขายลาดพร้าว 64 โทร. 5142917, 5387892

สำนักงานขายพระโขนง โทร. 3915512

ได้รับอนุญาตจัดสรรที่ดินที่ จส.2/35,74,75,93,94,96,97,101,120,123,126,204

โดยห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านและที่ดินเปรมฤทัย นายสุนทร เปรมฤทัย ประธานกรรมการ นางสัดดา เปรมฤทัย กรรมการผู้จัดการ ทุนจดทะเบียน 30,000,000 บาท



"โตขึ้น หนูจะเป็นพยาบาล"
"แต่ฉันอยากเป็นนักบิน....."
เด็ก ๆ เกิดมาพร้อมกับความใฝ่ฝัน
เด็ก ๆ มีสิทธิ์ที่จะวาดภาพอนาคตอย่างสวยงาม
แต่อะไรเล่า....ที่จะช่วยให้ฝันของเด็ก ๆ เป็นไปได้
อะไรเล่า.....ที่จะช่วยนำทางให้เด็ก ๆ
ไปสู่จุดมุ่งหมาย ถ้าไม่ใช่การศึกษา.....
เอสโซ่ตระหนักว่า ความรู้คือประทีป
เราจึงพยายามช่วยให้เด็ก ๆ ในชนบทมีโรงเรียน
เล็ก ๆ สักหลังใกล้บ้าน โดยสนับสนุนโครงการ
สร้างโรงเรียนในชนบท เอสโซ่ภูมิใจที่ได้เป็น
ส่วนเล็ก ๆ บนเส้นทาง
อนาคตที่เด็ก ๆ ใฝ่ฝัน

Esso
บริษัทในเครือเอ็กซอน

An Affiliate of Exxon Corporation

Furniture

The Best Steel Furniture System

ศูนย์รวมเฟอร์นิเจอร์เหล็กทุกชนิด ตู้เซฟ-
นิรภัย ตลอดจนครุภัณฑ์ทุกชนิด มีทุกแบบ
เหมาะกับงานสำนักงานและราชการทุกชนิด
คุณภาพดี ราคาเยา บริการเยี่ยม

LUCKY STEEL FURNITURE ® King-Dom ®

หจก.บริพัตรเซฟ แอนด์ สตีล เฟอร์นิเจอร์

180-2, 621-3 ถนนบริพัตร ปากทางเข้าตลาดปีระกา กทม. 10100

โทร. 222-5136-7, 222-5110, 221-7548, 222-8555

คุณภาพอาหาร เพื่อคุณภาพชีวิต

ทุกวันนี้ บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด ได้รับความเชื่อถือ
และไว้วางใจอย่างยิ่งในการผลิตอาหารนม ที่ได้คุณภาพมาตรฐาน
นมข้นหวานตรามะลิ นมสดยูเอชที นมผงตรามะลิ นมข้นจืดตรามะลิ เนยสดออร์คิด
ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์อาหารนมมีคุณภาพอาหาร เพื่อคุณภาพชีวิต

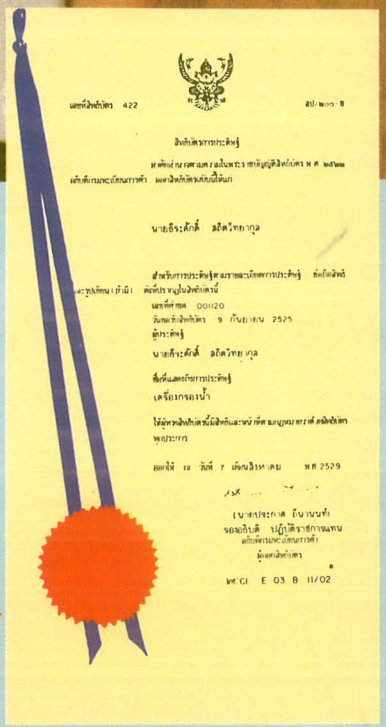
"เราภูมิใจที่ท่านมีสุขภาพดี"

THE THAI DAIRY INDUSTRY CO. LTD.

บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด

197/1 อาคารสีลม ชั้น 5 ถนนสีลม กรุงเทพฯ 10500 โทร. 234-3681-6

สุขภาพแข็งแรง มีค่าเหนือสิ่งอื่นใด



ถนอมสุขภาพด้วย
เครื่องกรองน้ำดื่ม "วิค" (VIK)

ด้วยเทคโนโลยีเหนือชั้นและก้าวล้ำ
จนได้รับสิทธิบัตร (ส.บ.ท. 422)

คุ้มครองตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522

เครื่องกรองน้ำ "วิค" (VIK) (สแตนเลสท่อคู่) กรองน้ำสะอาด บริสุทธิ์ ดื่มได้ทันทีไม่ต้องต้ม ขจัดกลิ่น, สี, คลอลีน, สนิม, ตะกอนหินปูน และสารที่เป็นพิษ จนได้รับเกียรติให้ร่วมแสดงในงาน

- SCI–TECH'86 "จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย"
- เทคโนโลยีแฟร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)
- เกษตรแฟร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

ระวัง! ของปลอม

TR

ห.จ.ก. ที.อาร์.สยาม
107 กล้วยเหนือ สุขุมวิท 57
คลองตัน พระโขนง กรุงเทพฯ
โทร. 3910724, 3910273–4, 3926896