ISSN 0857-2380 ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2538

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

CYBERSPACE

เข้าสู่ไซเบอร์สเปซ

ฉลองครบรอบทศวรรษที่ 1 ของวารสาร ฯ

อีก 2 ชม. ข้างหน้า อัฒจันทร์ Hussey ที่คุณเห็น จะเปลี่ยนให้สถานที่นี้เป็นงานมอเตอร์โชว์

นั่นอาจจะเป็นเรื่องแปลกสำหรับคนอื่น แต่ถ้าเป็นอัฒจันทร์ Hussey ประดิษฐกรรมอันล้ำหน้าจากอเมริกาแล้วล่ะก็ คุณจะได้เห็นการเก็บอัฒจันทร์ขนาด 10,000 ที่นั่งให้เสร็จภายในเวลาไม่ถึง 30 นาที เป็นเรื่องธรรมดา เพราะ Hussey มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถพับเก็บและเปิดออกใช้งานด้วยระบบรีโมทคอนโทรล เพียงแค่คุณใช้ปลายนิ้วสัมผัสเบา ๆ Hussey ก็ทำงานได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังติดตั้งได้ง่าย หรือเคลื่อนย้ายให้เข้ากับสถานที่ได้ทุกรูปแบบจนคุณพอใจ เหมาะสำหรับสถาปนิก และเจ้าของโครงการ ซึ่งต้องการออกแบบพื้นที่ให้เป็นสถานที่อเนกประสงค์ เช่น สนามกีฬา ศูนย์แสดงสินค้า คอนเสิร์ตฮอลล์ หอประชุม ฯลฯ ในสถานที่เดียวกัน ด้วยเหตุผลเหล่านี้ จึงทำให้ Hussey เป็นที่นิยมไปทั่วโลก และติดตั้งตามสถานที่สำคัญ ๆ หลายแห่ง เช่น พิธีสถาปนาประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกา สนามกีฬาโอลิมปิกของอเมริกา ญี่ปุ่น และอีกหลายประเทศทั่วโลก

นอกจากนี้ Hussey ยังดีไซน์เก้าอี้ไว้หลายแบบ หลากรุ่น ให้คุณได้เลือกสรรให้เข้ากับทุก ๆ สถานที่ และเก้าอี้ทุกตัวได้ผ่านการออกแบบเป็นพิเศษให้นั่งสบาย ทนทานใช้งานได้ยาวนาน และดูแลรักษาง่าย

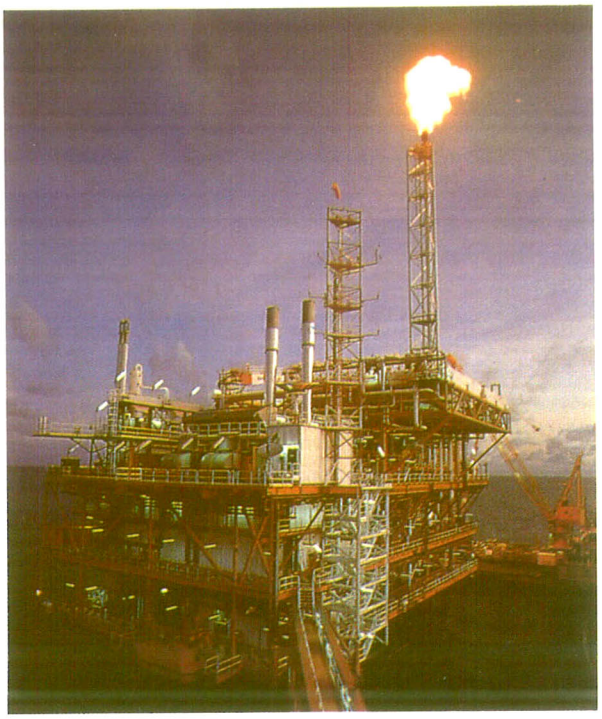
ตั้งแต่วันนี้ Hussey ได้เปิดบริการออกแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คำปรึกษาสำหรับผู้ที่ต้องการออกแบบพื้นที่ใช้งาน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่สกุลไทย

Hussey SINCE 1835

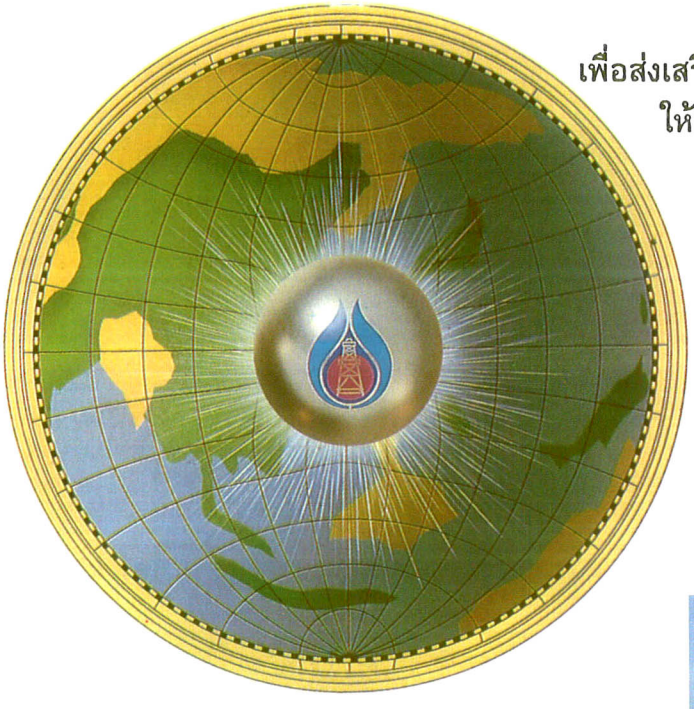
เลือก Hussey สำหรับงานต่อไป เพื่อให้คุณใช้สถานที่ได้อย่างคุ้มค่า

ผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย สำนักงานใหญ่ 16/1 ถนนบรมราชชนนี แขวงบางบำหรุ เขตบางบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทร. 433-0100-7

สกุลไทย



ตลอดระยะเวลา 9 ปีที่ผ่านมา ปตท.สผ. ได้มีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมการพลังงานของประเทศอย่างต่อเนื่อง เราพัฒนาองค์กรและธุรกิจให้เจริญรุดหน้า เพื่อส่งเสริมการสำรวจ พัฒนา และผลิตปิโตรเลียม ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศ และบัดนี้ เราพร้อมแล้วกับการก้าวสู่ทศวรรษที่สอง อันเป็นทศวรรษแห่งการมุ่งสู่การเป็น บริษัทสำรวจและผลิตปิโตรเลียม ที่มีประสิทธิภาพแห่งภูมิภาค



10 ปี ปตท.สผ.

"สู่ทศวรรษแห่งการสรรค์สร้างพลังงาน"

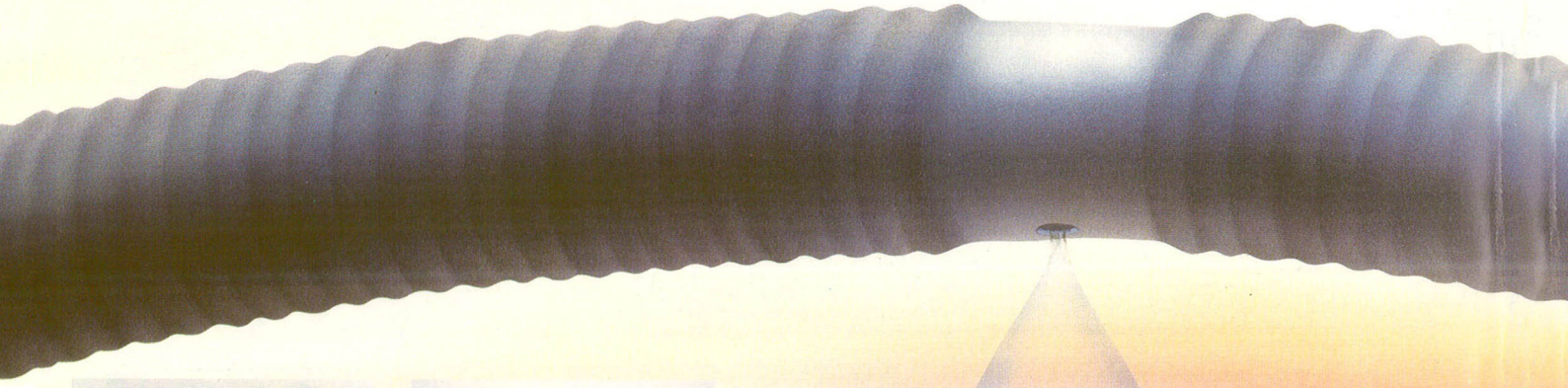
บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

งางวัลเกียรติยศ ผลิตภัณฑ์ยอดเยี่ยม ประจำปี 2535
ประเภทท่อน้ำหยดเพื่อการเกษตร

ท่อน้ำหยด อะโกรดริป

อะโกรดริป เป็นท่อน้ำหยดที่ได้รับการออกแบบด้วยเทคโนโลยีล่าสุด
จากเยอรมันนี เพื่อให้ได้ระบบน้ำหยดที่สมบูรณ์แบบ ใช้กับการเพาะปลูกพืชของท่าน
ช่วยให้การให้น้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดอย่างคุ้มค่า
อะโกรดริปเป็นท่อน้ำหยดสองชั้น ผนังเป็นท่อเกลียวไส้ไก่ขนาดเล็ก
มีหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำให้สม่ำเสมอในแต่ละจุดหยดและ
ในทุกภูมิประเทศ มีให้เลือกจุดหยดระหว่าง 30.60.90 และ 120 ซม. ตามต้องการ

AGRODRIP



การวางท่อน้ำหยด แบบเส้นตรง

การวางท่อน้ำหยด แบบวงเดียว

การวางท่อน้ำหยด แบบวงต่อวง

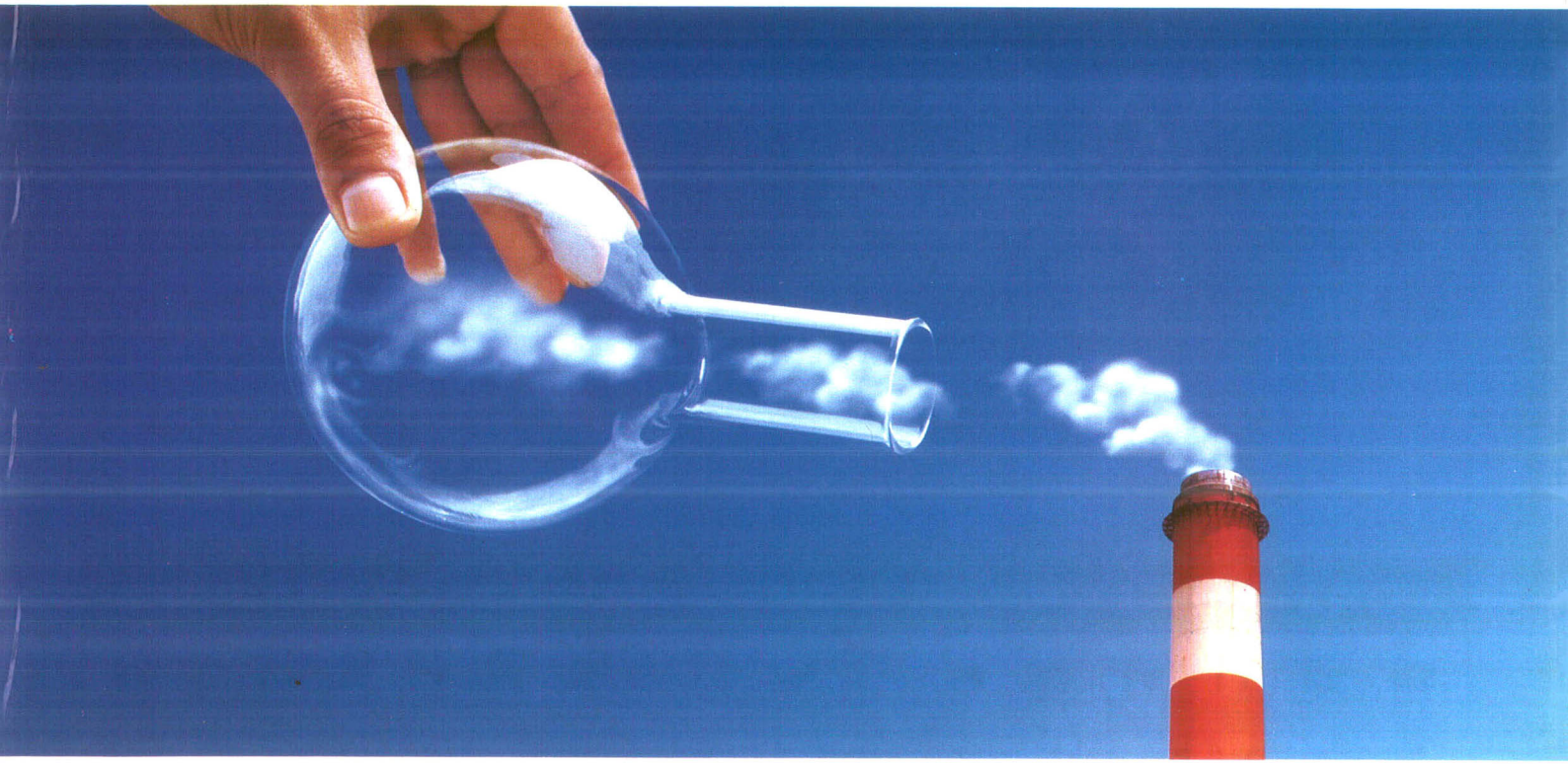
การวางท่อน้ำหยด แบบเส้นตรง

ท่อน้ำหยดเพื่อการเกษตร
เทคโนโลยีชั้นสูงจากประเทศเยอรมันผลิตในประเทศไทย

ผลิตและจำหน่ายโดย
บริษัท อะโกร-พลาสติกโปรดักส์ จำกัด
77/95 อาคารซีบีเฮ้าส์ ถนนอำนวยสงคราม เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทร. 241-2323, 241-4472 ต่อ 18 สายตรง 243-0241 แฟกซ์ 243-0241

ตัวแทนจำหน่าย
ภาคเหนือ บริษัท อะโกร-แพลนนิ่ง จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร. (053) 225-682, 541-301 **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ร้านโชทองค้าข้าว อ.เมือง จ.ขอนแก่น (ตรงข้ามวิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น) โทร. (043) 238-317, 237-742 **ภาคกลาง** หจก. ไฮ-ยิลด์ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ โทร. 259-1256 **ภาคใต้** สหกรณ์การเกษตรจังหวัดนราธิวาส จำกัด อ.เมือง จ.นราธิวาส โทร.(073) 511-378 สำนักงานกรมชลประทานที่ 12 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โทร. (074) 246-377 หจก. ตุลามาเก็ตติ้ง อ. เมือง จ. ชุมพร โทร. (077) 502-484 โฟนลิ้ง 152 ต่อ 117370

เผยกระบวนการแปรรูป ขยะอากาศ ให้เป็นเชื้อเพลิง



อีกความพยายามของเรา ที่จะประหยัดเชื้อเพลิง และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

แทนที่จะปล่อยไอเสียให้ล่องลอยสูญเปล่าในอากาศ เรากลับนำไอเสียซึ่งมีความร้อนสูงถึง 550 องศาเซลเซียส มาใช้แทนเชื้อเพลิงในการต้มน้ำของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง

เราเรียกการผลิตไฟฟ้าแบบนี้ว่า ระบบความร้อนร่วม ซึ่งใช้อยู่แล้วที่โรงไฟฟ้าบางปะกง เป็นระบบที่ประกอบด้วยโรงไฟฟ้า 2 ชนิด คือ โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส และโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ

เมื่อโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า ไอเสียจากการเผาไหม้จะถูกนำไปใช้ต้มน้ำ ซึ่งไอน้ำจากการต้มน้ำดังกล่าว จะไปดันเครื่องกังหันไอน้ำโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น แต่กลับสามารถผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นถึง 50 %

ไฟฟ้าเพื่อทุกชีวิตไทย ใช้อย่างรู้คุณค่า

WorldPhone 1800

ใหม่

ERICSSON

PH 337

เบาที่สุด ในระบบเวิลด์โฟน 1800 ดิจิตอล

หนักที่สุด ในประสิทธิภาพ

ใหม่ล่าสุดจากตระกูลอีริคสัน **อีริคสัน PH 337** ในระบบเวิลด์โฟน 1800 ดิจิตอล ที่พัฒนาให้มีน้ำหนักเบาที่สุด แต่ประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด ด้วยเสาอากาศที่มีอัตราขยายสูง (High-gain Antenna) ทำให้รับ-ส่งสัญญาณได้ชัดเจนในทุกสถานที่ ไม่เกิดสัญญาณรบกวนขณะเคลื่อนไหว ทั้งยังโค้งอ่อนได้ ไม่หักชำรุด ที่สำคัญ คุณสามารถพูดต่อเนื่องได้นานถึง 4 ชั่วโมง* นอกจากนี้ คุณจะได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีที่เหนือชั้นใหม่ล่าสุด ด้วยคุณสมบัติพิเศษมากมาย เช่น • หูฟังให้เสียงคมชัด ตัดเสียงรบกวนรอบข้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ • ปรับเสียงเรียกเข้าได้หลายระดับ • แสดงชื่อและหมายเลขที่เรียกเข้าบนจอโทรศัพท์ (CLI-Calling Line Identification)** • ล็อคเครื่องอัตโนมัติ ป้องกันการลักลอบใช้เครื่อง • ฝากข้อความอัตโนมัติ • พักสายเมื่อต้องการโทรออก (Call Hold) • รับสายเรียกซ้อน (Call Waiting) • ระงับการโทรออกหรือเรียกเข้า (Call Barring) • โอนสายเรียกเข้าไปยังหมายเลขอื่น (Call Forwarding) • เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องโทรสารได้***

อีริคสัน PH 337 สุดยอดมือถือที่เบาและเล็กที่สุดในโลก ในระบบเวิลด์โฟน 1800 ดิจิตอล

บริษัท อีริคสัน คอมมิวนิเคชั่นส (ประเทศไทย) จำกัด 99/349 ถ.แจ้งวัฒนะ ดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210 โทร. 576-1199 แฟกซ์ 576-1539

CPS CELLULAR PRODUCTS & SERVICES CO., LTD

บริษัท เซลลูล่าร์ โปรดักส์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด
183 อาคาร ภัทรธนกิจ ชั้น 3 ถ.สุขุมวิท คลองเตย กรุงเทพฯ 10110
โทร. 252-5628, 252-7369, 252-8474, 252-6891, 251-1373 แฟกซ์ 255-2401

SAMART CORPORATION

บริษัท สามารถ คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
555 อาคารรสา ชั้น 25 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ศูนย์ลูกค้าสัมพันธ์ โทร. 937-0401-4 แฟกซ์ 937-0405

** เมื่อใช้กับแบตเตอรี่ ชนิดพลัส ** สำหรับชื่อและหมายเลขที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ *** เมื่อใช้ร่วมกับอุปกรณ์เพิ่มเติม และขึ้นกับเครือข่ายที่เปิดบริการ*

ผู้นำการสื่อสารโทรคมนาคมระบบ DIGITAL ของโลก ERICSSON

จัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล

รุดหน้าด้วยเทคโนโลยี สื่อสารรูปแบบต่าง ๆ

บริษัท จัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทแม่ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2525 โดยกลุ่มที่ปรึกษาคนไทยซึ่งทรงคุณวุฒิและมีประสบการณ์สูงทั้งในด้านวิศวกรรมและการจัดการมาเป็นเวลานาน จากการเริ่มต้นดำเนินการให้บริการและคำปรึกษาด้านวิศวกรรมมาเป็นเวลานานกว่า 10 ปี ปัจจุบัน บริษัทฯ ได้เจริญรุดหน้าขึ้น จนเป็นบริษัทระดับแนวหน้าในธุรกิจสื่อสารโทรคมนาคมที่มีความเชี่ยวชาญในด้านโครงงานวิศวกรรมแบบเบ็ดเสร็จ(Turn-key) ซึ่งรวมถึงการออกแบบระบบ การคัดเลือกและการติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของระบบ

ผลงานที่ผ่านมาของบริษัทฯ ได้แก่การติดตั้งสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ NMT-470MHz โดยติดตั้งเป็นจำนวนมากกว่า 70 สถานีทั่วประเทศ และมีจำนวนช่องสัญญาณรวม มากกว่า 1,650 ช่องสัญญาณ นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังเป็นผู้จำหน่ายและติดตั้งระบบ Digital Data Network ซึ่งเป็นระบบส่งข้อมูลความเร็วสูง และระบบ Videoconference ซึ่งเป็นระบบประชุมทางไกลด้วยจอภาพ รวมทั้งระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมที่ใช้สื่อสารระหว่างประเทศ เช่น ระบบ International Business Service (IBS) ระบบ Intermediate Data Rate (IDR) และระบบ Autotracking ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินธุรกิจในแขนงต่างๆ

บริษัท จัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) ยังได้เข้าไปถือหุ้นในบริษัทศูนย์บริการวิทยาการ อินเตอร์เนต จำกัด (Internet Knowledge Service Center Co., Ltd. หรือ INTERNET KSC) ซึ่งเป็นบริษัทที่เข้าไปร่วมทุนกับการสื่อสารแห่งประเทศไทย เพื่อดำเนินงานทางด้าน Internet ซึ่งเป็นการให้บริการข้อมูลโดยผ่านเครือข่ายระบบคอมพิวเตอร์ที่มีฐานข้อมูลทั่วโลก เช่นข้อมูลทางด้านการแพทย์ การศึกษา เป็นต้น ปัจจุบันมีผู้ใช้บริการ Internet มากกว่า 50 ล้านคน ใน 91 ประเทศ การเข้าถือหุ้นในบริษัท INTERNET KSC นี้ ทางบริษัท จัสมินฯ จะเข้าร่วมในการบริหารงานของบริษัท INTERNET KSC และเชื่อมั่นว่า ด้วยศักยภาพของบริษัท จัสมินฯ จะทำให้บริษัท INTERNET KSC สามารถขยายเครือข่ายด้าน customer ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว โดยใช้โครงข่ายปัจจุบันที่บริษัทฯ มีอยู่ เช่น ทางด้านเคเบิ้ลใยแก้วนำแสง เทคโนโลยีสื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นต้น

บริษัท จัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน)
Jasmine International Public Company Limited

333 หลักสี่พลาซ่า ชั้น6 อาคาร2 ถนนแจ้งวัฒนะ เขตดอนเมือง กทม. 10210
TEL.. 576 0200-9, 576 0422-6 FAX. 576 0198-9

GOOD THING S COME

IN GLASS

TGI

THAI GLASS INDUSTRIES PUBLIC COMPANY LIMITED

15 หมู่ 1 ถนนราษฎร์บูรณะ เขตราษฎร์บูรณะ

กรุงเทพฯ 10140 โทร. 427-0060

เจ้าของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900
โทร. 579-1121-30.579-5515.579-0160

พิมพ์ที่ หจก.พรีเมีย เมย์ ออฟเซ็ท
โทร. 412-3223,412-4699
จัดจำหน่าย โดย
บริษัท สามัคคีสาร (ดอกหญ้า) จำกัด

บทบรรณาธิการ

วารสาร **"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"**ปรากฏโฉมออกเผยแพร่เป็นฉบับแรกเมื่อ มกราคม 2529 ดังนั้นฉบับนี้ (กันยายน 2538) จึงเป็นฉบับครบรอบ 10 ปี

ในฐานะ**บรรณาธิการ ผู้พิมพ์ ผู้โฆษณา** ของวารสารฉบับนี้จากเริ่มต้นจนจบทศวรรษที่ 1 อันเป็นทศวรรษแห่งการต่อสู้การทดสอบความอดทนและความแน่วแน่ในอุดมการณ์ทั้งของตนเองและของผู้ร่วมงาน อยากจะกล่าวแต่เพียงว่า เราได้สอบผ่านทุกประเด็นด้วยคะแนนที่น่ายินดีพอสมควร

"วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"กระจายไปถึงลาวเขมรพม่า....ยอดสมาชิกและผู้อ่านสูงขึ้นเรื่อยๆ.....สมาชิกรายหนึ่งไปทำงานที่รัสเซียขอให้เราส่งวารสารไปให้ถึงที่นั่น ออกค่าส่งมาให้อีกต่างหากเล่มละร้อยกว่าบาท..... สมาชิกบางรายขอที่จะเป็นสมาชิกรวดเดียว 10 ปีเลย จะได้ไม่ต้องเป็นกังวลกับการจ่ายค่าสมาชิกรายปี ฯลฯ

สิ่งเหล่านี้เป็นโอสถบำรุงหัวใจของผมกับผู้ร่วมงานทุกคนและถือว่าเป็นความภาคภูมิใจของ วท. ด้วยประการหนึ่ง

ฉบับต่อไป (มกราคม 2539) จะเป็นฉบับขึ้น**ทศวรรษที่ 2** ซึ่งมีบรรณาธิการคนใหม่มาดูแลรับผิดชอบ หลายสิ่งหลายอย่างคงจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในกระแสของการพัฒนา

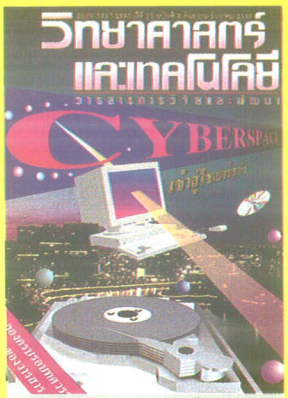
ไม่ว่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรมากน้อยเพียงใด ที่เชื่อได้อย่างแน่นอนคือ

คุณภาพเกินราคา.....เอกลักษณ์ของเรา

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร


REGENCY
Regency
FINEST GRAPES
V.S.O.P.
REGENCY
BRANDY
International
Food Europe Award
DISTILLED AND BOTTLED BY
SUWANNAPHOOME DISTILLERY CO.,LTD.
รสนิยมมีระดับ รีเจนซี่ บรั่นดีไทย

สารบัญ



หน้าปกโดย ดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน
จุลเดช อร่ามศรี

CALL US FOR ALL YOUR NEEDS

Our products include :

Sewing Accessories

Zippers : Metal, Nylon, and Molded Plastics.
Buttons : Polyester, Nylon, Metal Plated, Coconut, Wood and Bamboo.
Sewing Threads : Polyester, Cotton Bonded Nylon, Cotton Wrap, polyester Wrap, Core Spun, and Rayon Embroidery.

Yarns and Fabrics

Finished fabrics, Yarn dyed fabric, Woven and Knitted Greige fabrics in Cotton, Polyester, Polyester / Cotton, Polyester / Viscose, Viscose / Cotton, and Interlining fabrics.

Garment and Knitwear

Brand names : Grandslam, Van Heusen and Wolsey.

Rubber Products

Elastic Braids and Webbing, Rubber Blocks, Rubber Strips, Rubber Thread, Cellophane Tape , OPP Tape, Kraft Tape and others.

Plastic Products

Electrical Appliance parts, Automobile and Motorcycle parts, Sanitaryware, Stainless Steel Vacuum Bottle and many more.

Footwear

We manufacture quality sports shoes for various famous brand names.

SAHA-UNION PUBLIC COMPANY LIMITED
1828 Sukhumvit Road Phrakanong Bangkok 10250 Thailand
Tel. (662) 311-5111, 332-5600 Fax :(662) 332-3123,331-5668
Telex : 82928, 20094 SAHAUNI TH

ขอต้อนรับเข้าสู่ไซเบอร์สเปซ

ดารณี ประภาสะโนบล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จตุจักร กทม. 10900

ในปี 2538 นี้ รัฐบาลไทยได้ประกาศให้เป็นปีเทคโนโลยีสารสนเทศไทย หรือ Thailand IT Year 1995 ทั้งนี้เนื่องจากในปีพุทธศักราช 2539 เป็นปีมหามงคลยิ่งของปวงชนชาวไทย คือเป็นปีที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจะทรงครองราชย์ครบ 50 ปีซึ่งยาวนานที่สุดในประวัติศาสตร์ไทยและประวัติศาสตร์โลก อีกทั้งองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเป็นผู้นำในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการประกอบพระราชกรณียกิจมาโดยตลอด

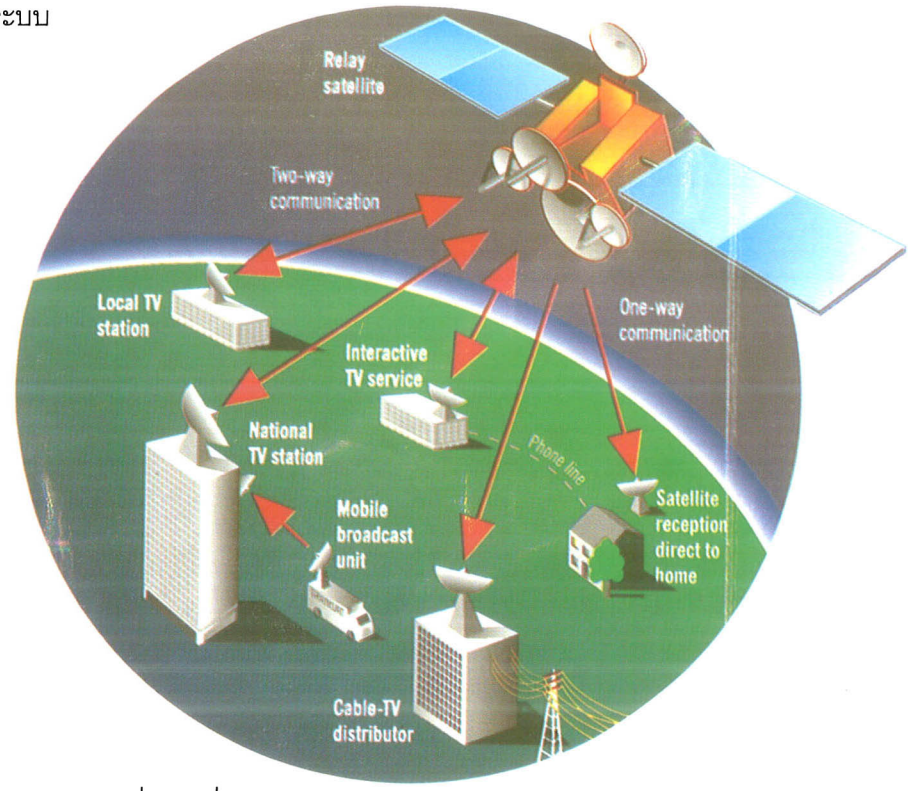
นับตั้งแต่ต้นปี 2538 ได้มีกิจกรรมส่งเสริมปีเทคโนโลยีสารสนเทศไทย 2538 และมีการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ประชาชนและเยาวชน เพื่อยกระดับความรู้ ความเข้าใจ และสร้างความตื่นตัวในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง จนถึงขณะนี้คำว่าเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมาจากภาษาอังกฤษว่า Information Technology หรือเรียกย่อๆว่า IT (ไอที) ย่อมเป็นที่คุ้นหูประชาชนทั่วไปแล้ว

เมื่อได้คุ้นกับ IT หรือ Information Technology แล้ว คำต่อไปที่จะได้ยินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ ไซเบอร์สเปซ (Cyberspace) ขณะนี้ยังเป็นคำที่ค่อนข้างจะเป็นที่รู้จักกันเฉพาะในหมู่ผู้สนใจคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย แต่ในต่างประเทศนั้น ไซเบอร์สเปซเป็นคำที่คุ้นเคยกันทั่วไป ไม่ได้จำกัดเฉพาะในหมู่ผู้สนใจคอมพิวเตอร์ แต่ประชาชนและเยาวชนก็คุ้นเคยเป็นอย่างดี และยังแตกออกไปเป็นคำอื่นๆ ด้วย เช่น Cyberholic, Cyberstation และอื่น ๆ อีกมาก

ไซเบอร์สเปซคืออะไร

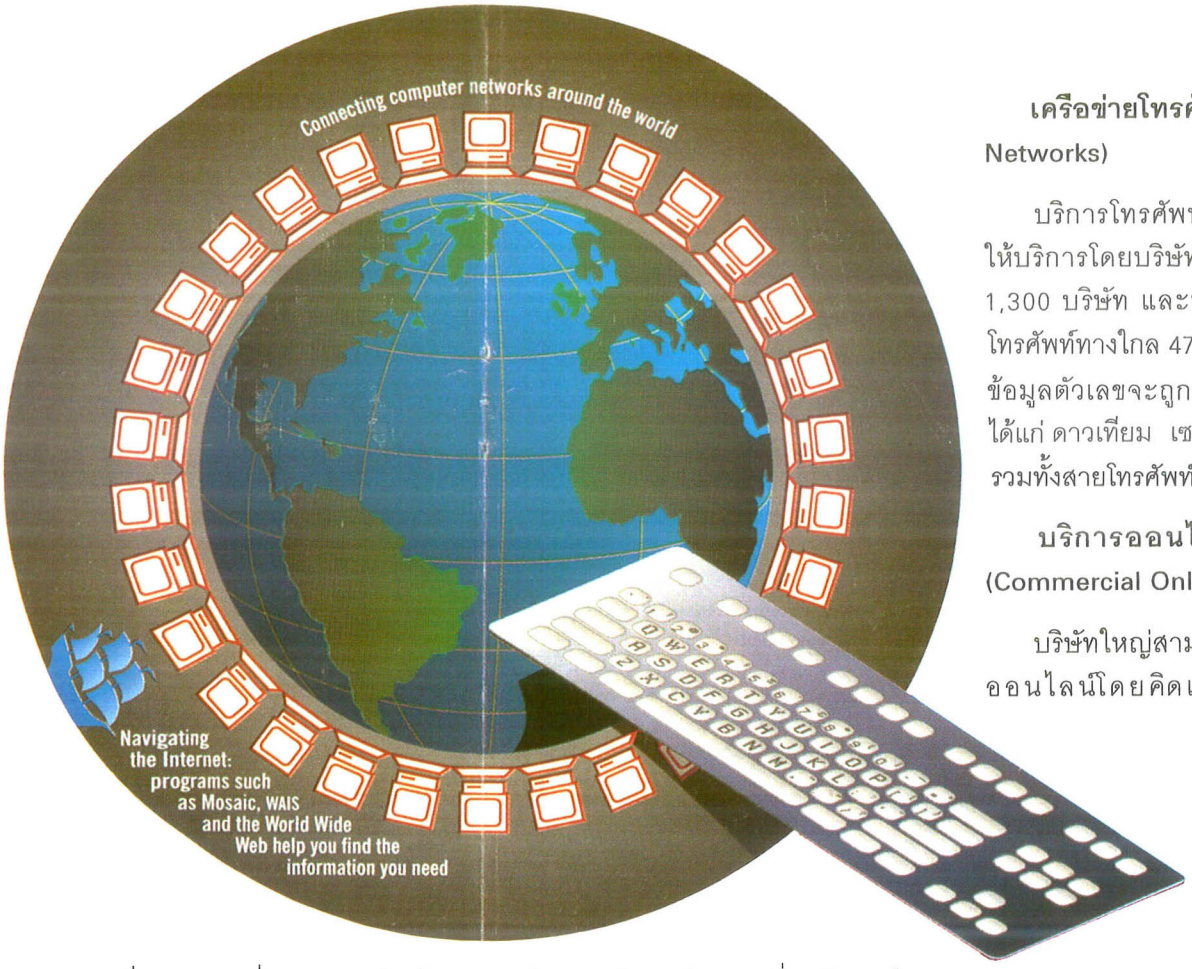
ไซเบอร์สเปซประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหลายล้านตัวที่ติดต่อกันโดยใช้โมเด็มผ่านสายโทรศัพท์ไปยังบริษัทที่ให้บริการออนไลน์ ข่ายงานคอมพิวเตอร์ต่างๆ ระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ของสำนักงาน และ Internet ตลอดจนบริการติดต่อสื่อสารไร้สาย เช่น ระบบไมโครเวฟ ดาวเทียมสื่อสาร หรือจะพูดง่ายๆ ก็คือ ไซเบอร์สเปซ เป็นโลกที่ผู้คนใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสารกัน เช่น การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

อาจกล่าวได้ว่า Internet คือไซเบอร์สเปซจนกว่าจะมีสิ่งที่ดีกว่ามาแทนที่ Internet เป็นคำที่ใช้เรียกเครือข่ายทั่วโลก (global network) ที่ติดต่อกันระหว่างข่ายงานคอมพิวเตอร์มากกว่า 46,000 ระบบ ผู้ใช้สามารถเข้าไปใน Internet โดยใช้คอมพิวเตอร์เรียกผ่านระบบคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นเข้าไปใน Internet ได้ เมื่อเข้าไปใน Internet แล้ว ผู้ใช้ก็สามารถติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดต่ออยู่กับ Internet และทำงานที่ต้องการ เช่น ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลต่างๆ การรับส่งแฟ้มข้อมูล และอ่านข่าวต่างๆ ที่มีผู้ส่งเข้ามาในระบบ



Internet เริ่มต้นเมื่อ 20 ปีก่อนโดยเป็นโครงการทดลองของกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา ซึ่งได้แยกออกมาเป็นอิสระในปี พ.ศ. 2527 และได้แพร่กระจายอย่างรวดเร็วระหว่างการขยายตัวในการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในปัจจุบันคน 30 ถึง 40 ล้านคน ใน 160 ประเทศ สามารถใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ผ่าน Internet ได้ ในประเทศญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ และบางส่วนของยุโรป จำนวนผู้ใช้ Internet เพิ่มขึ้นถึง 1,000 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ที่ผ่านมา

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ Internet เป็นที่นิยมอย่างรวดเร็วก็คือ โครงสร้างของ Internet มีลักษณะเป็นแบบรากหญ้า (grassroots structure) คือเป็นการติดต่อกันแบบหลายคนถึงหลายคน (many-to-many) ระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะเป็นแบบลำดับชั้น (hierarchical) และจะทำงานด้วยซอฟต์แวร์ซึ่งมีลิขสิทธิ์ โดยมีผู้ควบคุมระบบมีอำนาจสิทธิ์ขาดแบบเผด็จการ สำหรับ Internet นั้นจะตรงกันข้าม คือเป็นระบบเปิด (nonproprietary) ไม่มีผู้ใดเป็นเจ้าของ ไม่มีหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งควบคุมดูแลการทำงานจะเป็นเหมือนประชาคม (commune) ซึ่งมีสมาชิก 4.8 ล้านคน (ซึ่งจะเรียกว่า hosts)



เครือข่ายโทรศัพท์(Telephone Networks)

บริการโทรศัพท์ในสหรัฐอเมริกาให้บริการโดยบริษัทท้องถิ่นประมาณ 1,300 บริษัท และบริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์ทางไกล 475 บริษัทเสียงและข้อมูลตัวเลขจะถูกส่งผ่านสื่อต่าง ๆ ได้แก่ ดาวเทียม เซลลูลาร์ และเคเบิล รวมทั้งสายโทรศัพท์ธรรมดา

บริการออนไลน์แบบการค้า (Commercial Online Services)

บริษัทใหญ่สามบริษัทที่ให้บริการออนไลน์โดยคิดเงินคือ America Online, CompuServe และ Prodigy บริษัทเหล่านี้จะให้ซอฟต์แวร์ที่ให้ติดต่อสื่อสารโดยไม่คิดเงิน และยอมให้ทดลองใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่งสำหรับผู้สมัครใหม่ บริการเหล่านี้มีการควบคุมและจัดการที่ดีกว่าบริการที่ไม่คิดเงิน เช่น Internet

สื่อกลางที่ติดต่อกันในไซเบอร์สเปซยังคงเป็นตัวอักษรถึงแม้ว่าจะเริ่มมีกราฟฟิกรูปภาพ หรือ วิดีโอปรากฏขึ้นบ้าง แต่ส่วนใหญ่แล้วผู้คนที่ยังติดต่อกันโดยคำต่างๆ ที่พิมพ์และปรากฏบนจอภาพ ทุกๆ คนสามารถเข้าสู่ไซเบอร์สเปซได้ถ้ามีอุปกรณ์พร้อม และมีสิทธิ์จะใช้ได้ คือเป็นสมาชิกของหน่วยงานหรือบริษัทที่ให้บริการติดต่อ Internet เมื่อท่านเข้าสู่ไซเบอร์สเปซแล้ว ทุกๆ คนจะได้รับความนับถือเท่าๆกัน ผู้คนจะสนใจท่านเฉพาะความคิดและความสามารถที่แสดงออกซึ่งความคิดนั้นๆ สถานะอื่นๆ ของท่าน เช่น ความร่ำรวย อำนาจ ความสวยงามจะถูกถอดหายไปเมื่อเข้าสู่ในไซเบอร์สเปซ ถึงกับมีการ์ตูนในหนังสือพิมพ์ New Yorker เขียนไว้ว่า บน Internet ไม่มีใครรู้ว่าท่านเป็นสุนัข

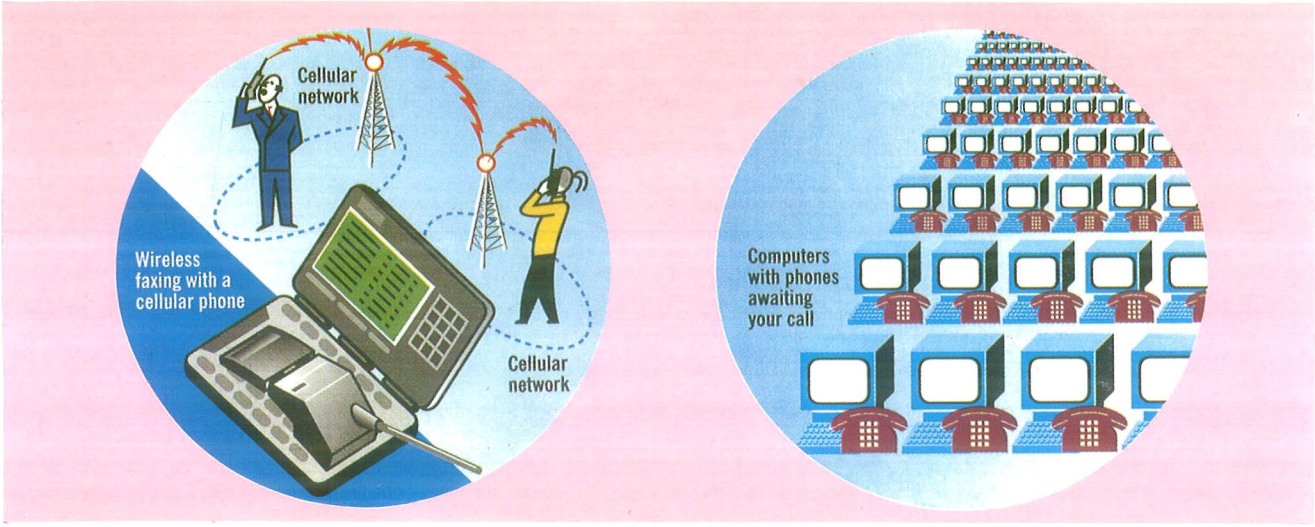
ไซเบอร์สเปซมีองค์ประกอบต่างๆ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่เปรียบเสมือนกลุ่มดาวเคราะห์ในเอกภพ ซึ่งมีความสำคัญในการเชื่อมโยงเครือข่ายสื่อสารขนาดใหญ่ด้วยกัน ได้แก่

Computer Bulletin Boards

Bulletin-Board Systems (BBS) มีอยู่เป็นแสนๆ ระบบ ส่วนใหญ่จะเป็นเพียงคอมพิวเตอร์ซึ่งมีโทรศัพท์ต่ออยู่ด้วย ผู้ใช้สามารถติดต่อผ่านโมเด็มและสายโทรศัพท์เข้าไปค้นหาข้อมูลต่างๆ ได้ เช่น บัตรรายการหนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับหุ้น ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ตามแต่ละระบบจะให้บริการ ก่อนหน้านี้ BBS แต่ละ BBS จะแยกจากกันแต่ในปัจจุบันสามารถจะติดต่อถ่ายทอดข้อมูลระหว่างกันได้

Internet

Internet ได้อธิบายไว้แล้วในตอนต้นว่าเป็นคำที่ใช้เรียกเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้าด้วยกันทั่วโลก เมื่อผู้ใช้เข้าไปใน Internet แล้ว ก็สามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ที่เผยแพร่อยู่ในระบบ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยต่างๆ บริษัทที่ให้บริการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น DIALOG ซึ่งสามารถจะค้นหาข้อมูลได้ทุกๆ สาขาวิชา แต่จะต้องเป็นสมาชิกก่อน และจ่ายเงินทุกครั้งที่ใช้บริการตามอัตราที่บริษัทกำหนดไว้เป็นต้น



โทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Satellite & Broadcast Television)

ดาวเทียมจะส่งโปรแกรมโทรทัศน์จากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งทั่วโลก และส่งไปยังบ้านเราโดยจานดาวเทียม เสาอากาศ และสายเคเบิล ขณะที่แนวความคิดของการเลือกโปรแกรมโทรทัศน์ได้โดยผู้ดูกำลังเป็นความจริง อุตสาหกรรมโทรทัศน์อาจใช้วิธีการถ่ายทอด (transmission) ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้ชมสามารถพูดโต้ตอบกับโทรทัศน์ได้ และในที่สุดโทรทัศน์ก็จะยิ่งคล้ายคอมพิวเตอร์มากขึ้นๆ ซึ่งปัจจุบันมีศัพท์เรียกว่า "Teleputer"

เครือข่ายเคเบิล (Cable Networks)

บริษัทที่ให้บริการเคเบิลทีวีเชื่อว่าพวกเขาจะเป็นผู้ให้บริการที่เลือกได้ในศตวรรษหน้า โดยที่การเชื่อมต่อของ coaxial cable จากแต่ละบ้านไปสู่เครือข่ายหลักซึ่งเป็นเส้นใยนำแสง (optical fibre) ความจุสูง จะเปลี่ยนจากการแพร่ภาพ (broadcast) แบบทางเดียวไปสู่บริการสองทาง เทคโนโลยีไฟเบอร์ออปติกสามารถส่งข้อมูลไปยังบ้าน 500 หลัง โดยใช้เคเบิลเพียงเส้นเดียว จากเคเบิลนี้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลกลับไปเพื่อเลือกเล่นเกมส์พร้อมๆกันหลายคน ออกเสียงเลือกตั้ง หรือใช้งาน video-on-demand ได้

เครือข่ายเซลลูลาร์ (Cellular Networks)

เครือข่ายดิจิตัลเซลลูลาร์ เป็นรูปแบบการสื่อสารที่ใหม่ที่สุดและเติบโตเร็วที่สุด ข้อดีของเทคโนโลยีไร้สายคือความคล่องตัวซึ่งเหมาะกับฝ่ายขายที่เคลื่อนที่อยู่เรื่อยๆ ฝ่ายขายสามารถส่งใบสั่งสินค้าไปที่คลังสินค้าโดยตรงจากลูกค้า หรือใช้โทรศัพท์มือถือ และเครื่องแฟกซ์ขนาดเล็กส่งข้อความ บริษัทบัตรเครดิตใช้การสื่อสารแบบไร้สาย สำหรับการอนุมัติวงเงินอย่างรวดเร็วให้แก่ผู้ใช้บัตรเครดิต เทคโนโลยีเซลลูลาร์นี้เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลสั้นๆ เช่น เลขบัตรเครดิต ซึ่งต้องใช้ในการตรวจสอบบัตรเครดิต

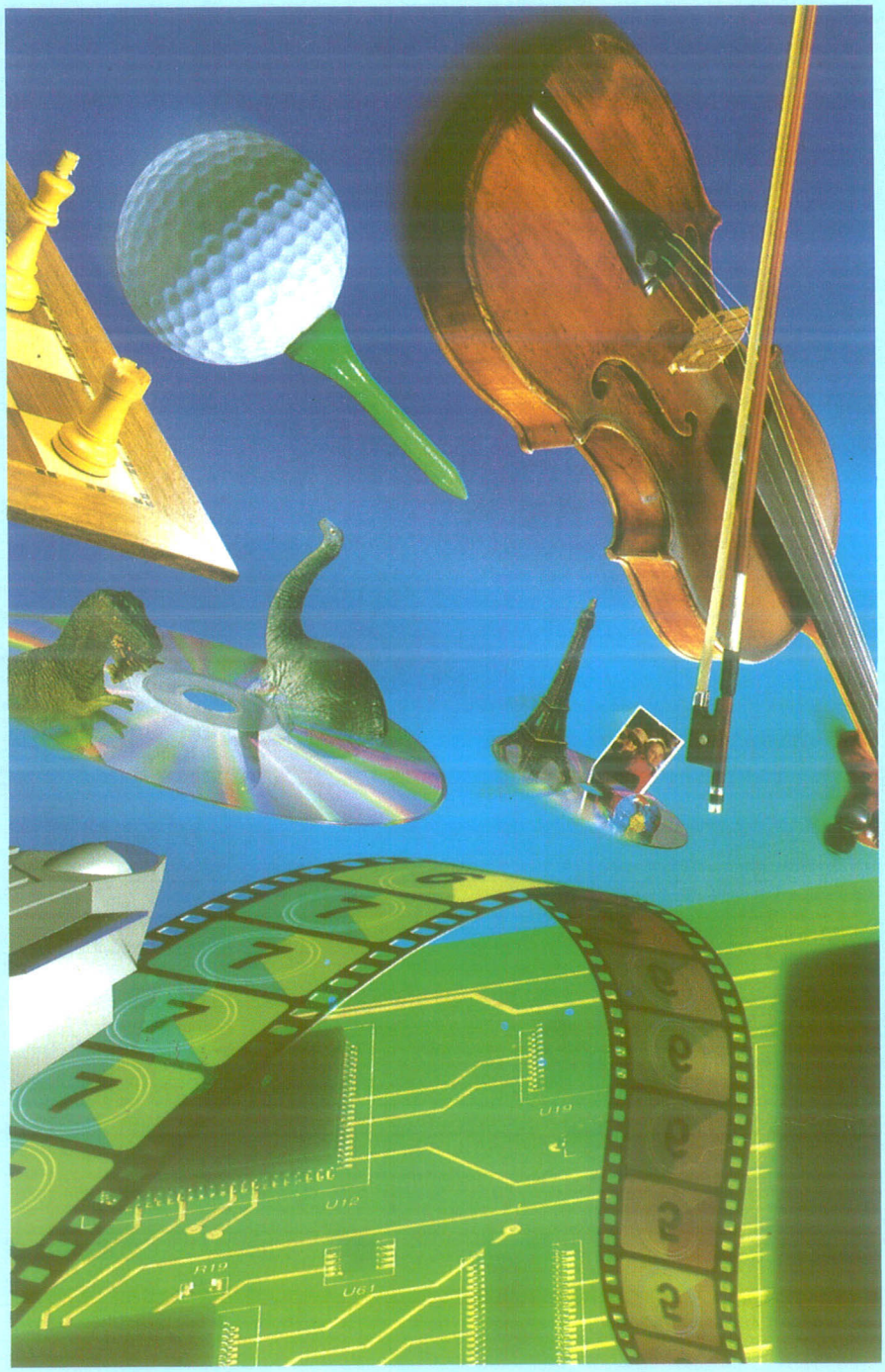
เรื่องของไซเบอร์สเปซที่กล่าวถึงนี้กำลังได้รับความนิยม ในสหรัฐอเมริกาอย่างสูงสุด สำหรับประเทศไทย สภาวะเช่นนี้คงจะเกิดขึ้นในไม่ช้า ผู้ที่ได้ไปในงาน IT Week ที่จัดขึ้นระหว่างวันที่ 20-23 กรกฎาคม 2538 ที่ผ่านมา ย่อมประจักษ์แจ้งในความสนใจและตื่นตัวของชาวไทยที่มีต่อเทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบกับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นในการเข้าสู่ไซเบอร์สเปซ โดยเฉพาะโมเด็มมีราคาถูกลงประมาณ 3 เท่า หน่วยงานที่ให้บริการในการเข้าถึง Internet ก็มีทั้งภาครัฐและเอกชน ปัจจัยเหล่านี้ ทำให้ผู้ที่ต้องการเข้าไปสำรวจไซเบอร์สเปซทำได้อย่างง่ายดาย ทั้งจากสำนักงาน และที่บ้าน เพียงแต่มีคอมพิวเตอร์ โมเด็ม โทรศัพท์ และสมาชิกภาพของหน่วยที่ให้บริการ Internet เท่านั้น ก็สามารถเข้าไปท่องไซเบอร์สเปซได้ เช่นเดียวกับพลโลกนับล้านคนที่กำลังทำอยู่ในขณะนี้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน แล้วท่านล่ะเตรียมพร้อมหรือยังที่จะเผชิญกับไซเบอร์สเปซซึ่งกำลังขยายอาณาเขตกว้างขึ้นตลอดเวลา.

สิทธิเสรีภาพของการสื่อสาร ในยุคข้อมูลข่าวสาร

นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กทม. 10900

นับจากที่มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็นการใช้ดาวเทียม เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร หรือแม้แต่โทรศัพท์มือถือก็ตาม ทำให้มนุษย์เราเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า ยุคสารสนเทศ หรือยุคข้อมูลข่าวสาร (information age) อย่างแท้จริง จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปทั่วโลก ถึงขั้นที่เรียกว่า โลกาภิวัตน์ (globalization) ภาวการณ์เช่นนี้ ด้านหนึ่งนับเป็นเรื่องดีสำหรับประชาชนที่ส่วนใหญ่จะมีโอกาสรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้รวดเร็วและก้าวหน้าอย่างเท่าเทียมกัน แต่อีกด้านหนึ่งที่เป็นผลลบ และเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วในต่างประเทศก็คือ ผู้ใช้บริการสื่อสารข้อมูลข่าวสารด้วยการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่นี้ มีสิทธิเสรีภาพในการสื่อสารมากน้อยแค่ไหน มากมายไร้ขีดจำกัดจริงหรือ

เรื่องนี้เกิดขึ้นในแคนาดา เมื่อนาย Laurence Godfrey นักวิชาการชาวอังกฤษ ได้ออกข่าวว่าจะฟ้องร้องเรียกค่าเสียหายจากมหาวิทยาลัย 6 แห่งในแคนาดาและสหรัฐอเมริกา ในฐานะที่มีส่วนส่งเสริมให้เกิดการหมิ่นประมาท เนื่องจากนาย Godfrey ซึ่งเดิมทีเคยทำงานอยู่ในสภาวิจัยแห่งชาติแคนาดา ระหว่างปี ค.ศ. 1984-1992 และยังเป็นอาจารย์สอนวิชาฟิสิกส์อยู่ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศนั้น ได้รับไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ electronic mail (E-mail) ซึ่งมีเนื้อหาโจมตีเรื่องส่วนตัวของนาย Godfrey ส่งผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า ระบบ internet ทำให้ชื่อเสียงของนาย Godfrey เสื่อมเสีย แพร่หลายไปในหมู่ผู้ใช้บริการของระบบเครือข่ายนี้



นาย Godfrey ได้ทำจดหมายแจ้งไปยังมหาวิทยาลัยทั้ง 6 แห่ง ให้มีการเซ็นเซอร์การส่งข้อความทาง E-mail ซึ่งเข้าข่ายหมิ่นประมาท เขาให้เหตุผลว่า มหาวิทยาลัยในฐานะตัวกลางของการส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ของตนควรเข้ามามีส่วนในการรับผิดชอบตรงจุดนี้บ้าง แม้ทางมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นสถาบันวิชาการอาจเห็นว่าการเซ็นเซอร์ข้อความเป็นการก้าวก่ายสิทธิเสรีภาพในการพูดและแสดงความคิดเห็น แต่ความเสื่อมเสียชื่อเสียงของผู้รับนั้นเป็นเรื่องสำคัญ เพราะข้อความที่นาย Godfrey ได้รับผ่านทาง E-mail นั้น ทำให้ภาพลักษณ์ของเขาตกต่ำเสียหายทั้งในสายตาของนักศึกษา อาจารย์และผู้ร่วมงานด้วยกัน นาย Godfrey ยังย้ำว่าถ้าสถานีวิทยุกระจายเสียงยังถูกฟ้องร้องเรื่องกระจายเสียงเผยแพร่ข้อความหมิ่นประมาทได้ ทำไมสถาบันการศึกษาหรือสถาบันอื่นๆ ที่เชื่อมโยงระบบกับเครือข่าย Internet จึงจะถูกฟ้องร้องไม่ได้

ข้อความ E-mail ที่ส่งแพร่ออกมาแล้วทำให้นาย Godfrey โกรธก็คือมีการกล่าวหาว่า นาย Godfrey ซึ่งเป็นคนอังกฤษดูถูกชาวแคนาดาว่าเป็นประเทศที่มีแต่นักวิชาการไร้คุณภาพ ระดับการทำงานก็ไร้คุณภาพเช่นกัน ทำให้แวดวงนักวิชาการแคนาดาเป็นเดือดเป็นแค้นทั่วกัน

ส่วนทางมหาวิทยาลัยได้ชี้แจงว่าพร้อมที่จะแก้ข้อกล่าวหาในทุกกรณี และเปิดเผยว่า นาย Godfrey มีปัญหากับมหาวิทยาลัยในเรื่องของการละเมิดไม่ปฏิบัติงานให้ครบตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา แต่จะเรียกเงินทดแทน และยังเป็นฝ่ายใช้การส่ง E-mail ทางเครือข่าย Internet โจมตีมหาวิทยาลัยก่อน

นอกจากนั้น ทางฝ่ายมหาวิทยาลัยได้เห็นพ้องกับผู้ใช้บริการอื่นๆ ที่เป็นสมาชิก Internet ว่าการตรวจสอบเซ็นเซอร์ข้อความที่ส่งผ่าน Internet ถือเป็นการละเมิดเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น และมหาวิทยาลัยก็ไม่จำเป็นต้องเข้าไปรับผิดชอบกับข้อมูลข่าวสารที่ป้อนเข้ามาในเครือข่ายดังกล่าวด้วยมหาวิทยาลัยบางแห่งมีความเห็นว่าไม่มีใครจะสามารถตีความ ข้อความที่ส่งได้ว่าเข้าข่ายหมิ่นประมาทหรือไม่ นอกจากจะให้ศาลเป็นผู้ตัดสิน

ในเรื่องนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายเองก็ยังไม่สามารถตัดสินได้ว่าใครถูกใครผิด เพราะกฎหมายที่จะนำมาใช้ตัดสินคดีแบบนี้ยังคลุมเครือไม่ชัดเจน นักกฎหมายจึงมีความเห็นว่า ควรจะต้องมีการแก้ไขกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเหล่านี้ให้ชัดเจน ในประเด็นที่ว่า มหาวิทยาลัยในฐานะที่เป็นสถาบันทางการศึกษาควรได้รับการคุ้มครองมากน้อยแค่ไหน การใช้ช่องทางคือเครื่องคอมพิวเตอร์ในการสื่อสารเช่นนี้ ผู้ที่อยู่ในฐานะบุคคลที่สามหรือตัวกลาง จะต้องรับผิดชอบต่อข้อความที่มีผู้ส่งเพื่อโจมตีหรือหมิ่นประมาทผู้รับหรือไม่ ถ้าต้องรับ จะต้องรับผิดชอบมากน้อยเพียงใด

นักกฎหมายยังเสนอความเห็นด้วยว่า ในข้อกฎหมายดังกล่าว ควรมีบทที่ว่าด้วย การรับประกันที่ครอบคลุมถึงความรับผิดชอบของบุคคลที่สาม และควรมีการออกข้อตักเตือนผู้ใช้ให้ตระหนักถึงข้อความที่จะส่งด้วยว่า เข้าข่ายหมิ่นประมาทหรือไม่

กล่าวโดยสรุปแล้วก็คือ จะต้องมีการแก้ไขกฎหมายให้สอดคล้องตามกันกับการพัฒนาของโลกยุคข้อมูลข่าวสารที่ดำเนินไปอย่างรวดเร็วสะดวกสบายไร้ขีดจำกัด ให้มีข้อจำกัดเสียบ้าง มิฉะนั้นแล้ว อาจมีการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลซึ่งกันและกันจนวุ่นวายไร้ขีดจำกัดเช่นกัน.

แปลและเรียบเรียงจากวารสาร Nature ฉบับ 23 มีนาคม 1995

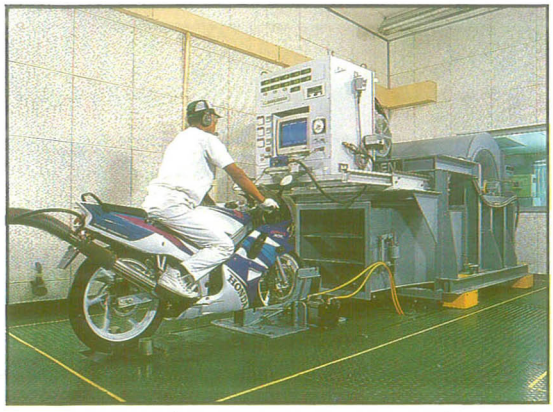
ด้วยความมุ่งมั่นของ **TAC** ระบบสื่อสารไร้สายจะไม่เพียงแค่ส่งสัญญาณคำพูดถึงกัน แต่ยังส่งความอบอุ่นกลับคืนคุณด้วย อาจมีหลายครั้งที่เวลางานได้เบียดบังเอาเวลาแห่งความสุขของครอบครัวไป แต่ด้วยพัฒนาการที่กว้างไกลของการสื่อสารโทรคมนาคม ช่วงว่างที่ห่างเหินนี้จึงสามารถเชื่อมโยงถึงกันอย่างแนบแน่น แทค ในฐานะผู้นำระบบสื่อสารไร้สายครบวงจร WorldPhone,WorldRadio,WorldPage WorldData , GPS (Global Positioning System -ระบบบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม) ภูมิใจที่บริการของเรา มีส่วนเกื้อหนุนให้คุณและครอบครัวอยู่ร่วมกันอย่างอบอุ่นและมีความสุข

TAC
TOTAL ACCESS COMMUNICATION CO., LTD.

แทค สื่อสารไร้สาย ชีวิตยุคใหม่ของคุณ

"เราพัฒนาสร้างสิ่งที่ดีที่สุดให้ลูกค้า ซึ่งไม่ใช่แค่เรื่องคุณภาพ แต่รวมถึงความใส่ใจต่อสังคม"

นายประกิจ ชุณหชา
ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์
บริษัท ไทยฮอนด้าแมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด



ศูนย์ทดสอบมลภาวะภายในโรงงานไทยฮอนด้า

ในมุมมองของฮอนด้า ความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ไม่เพียงแต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีแก่ลูกค้า แต่รวมถึงความเอาใจใส่ต่อสังคม พื้นฐานแห่งความคิดนี้ได้นำมาถ่ายทอดสู่ผลิตภัณฑ์ฮอนด้าในอันที่จะให้ประโยชน์แก่การใช้งานและรับใช้สังคมให้มากที่สุด เราจึงพัฒนาและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอย่างเข้มงวด เพื่อให้มั่นใจว่ารถจักรยานยนต์ของเรามีคุณภาพและเอื้อประโยชน์สอดคล้องกับสังคม ฮอนด้าได้จัดสร้างศูนย์ทดสอบมลภาวะซึ่งเป็นศูนย์ปฏิบัติการเอกชนแห่งแรกในกลุ่มอาเซียน จากการมีศูนย์ตรวจสอบมลภาวะนี้จะทำให้รถจักรยานยนต์ที่ค้นคว้าพัฒนาและผลิตในประเทศไทยจะได้รับการตรวจสอบคุณภาพอย่างละเอียดถี่ถ้วน ก่อนที่จะนำออกจากโรงงานสู่มือผู้ใช้
การผลิตรถจักรยานยนต์บนพื้นฐานการอนุรักษ์ความงดงามของสิ่งแวดล้อมคือความตั้งใจของเรา และนี่คืออีกก้าวหนึ่งของความผูกพันของเราต่อผู้ใช้และสังคม

สนับสนุนโดย

กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมการขนส่งทางบก
กระทรวงคมนาคม

HONDA

THAI PLASTIC AND CHEMICALS PUBLIC COMPANY LIMITED

The Pioneer Manufacturer & Supplier of PVC in Thailand and the Largest PVC Producer in South-East Asia

RAW MATERIALS FOR PVC PLASTICS PRODUCTION

▲ PVC compounds for cable insulation and sheathing
▲ PVC compounds for hose and soft profile ▲ PVC compounds for shoes and sandals
▲ PVC compounds for blow moulding ▲ PVC colour master batches ▲ Caustic Soda (NaOH 50%)
▲ PVC specialty compounds for medical uses, tubing for blood transfusion sets and others, medical tools, shrinkable film, rigid profiles, etc.

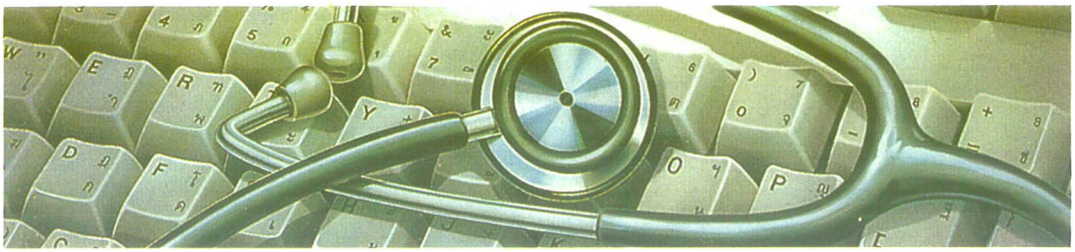
TPC

THAI PLASTIC AND CHEMICALS PUBLIC COMPANY LIMITED

WE SET THE PVC STANDARD FOR THAI PEOPLE

5th Floor, the Head Office Building of the Bank of Asia Public Company Limited,
191 South Sathorn Road, Khet Sathorn, Bangkok 10120
Tel. (66-2) 287-2985 Fax. (66-2) 287-2983 Telex. 21279 PLASTIC TH

ทันสมัยด้านวิทยาการ



เพียบพร้อมด้านบริการ

อาคารใหม่ 12 ชั้น ก้าวใหม่ของโรงพยาบาลธนบุรี

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

บริษัท โรงพยาบาลธนบุรี จำกัด
THE THONBURI HOSPITAL CO., LTD.

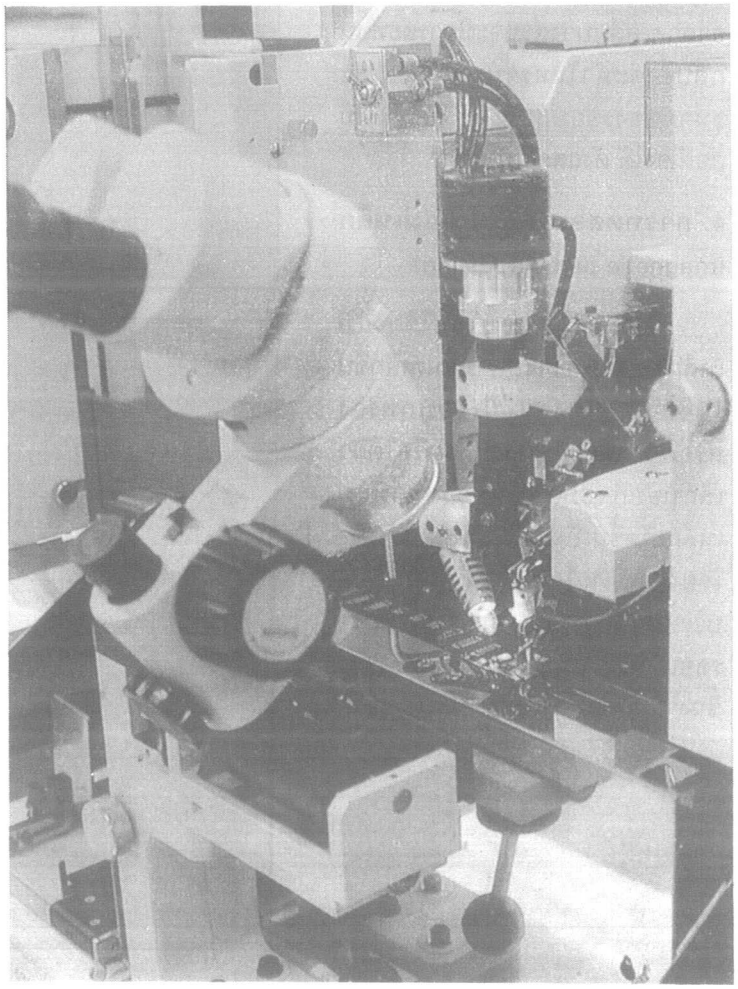
34/1 ซอยโรงเรียนแสงศึกษา ถนนอิสรภาพ บางกอกน้อย กทม. 10700 โทร. 412-0020, 411-0401-7

34/1 SOI SAENGSUKSA ISSARAPHAP RD. BANGKOK-NOI, BANGKOK 10700 THAILAND. TEL. 412-0020, 411-0401-7

การเลือกวิธีตรวจสอบแบบไม่ทำลายในงานอุตสาหกรรม

เรวัฒน์ เหล่าไพบูลย์,วิทวัส สุพานิช*
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000
*สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900

เทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลายที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องใช้การตรวจสอบแบบไม่ทำลายหลายวิธีประกอบกันเพื่อประเมินผลให้ถูกต้องและแม่นยำขึ้น ในแต่ละวิธีในการตรวจสอบแบบไม่ทำลายมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป ฝ่ายตรวจสอบจะต้องเลือกวิธีการตรวจสอบให้เหมาะสมเพื่อให้เป็นไปตามแผนงานที่ฝ่ายผลิตกำหนดไว้ การตรวจสอบแบบไม่ทำลายที่ใช้โดยทั่วไปมีดังนี้

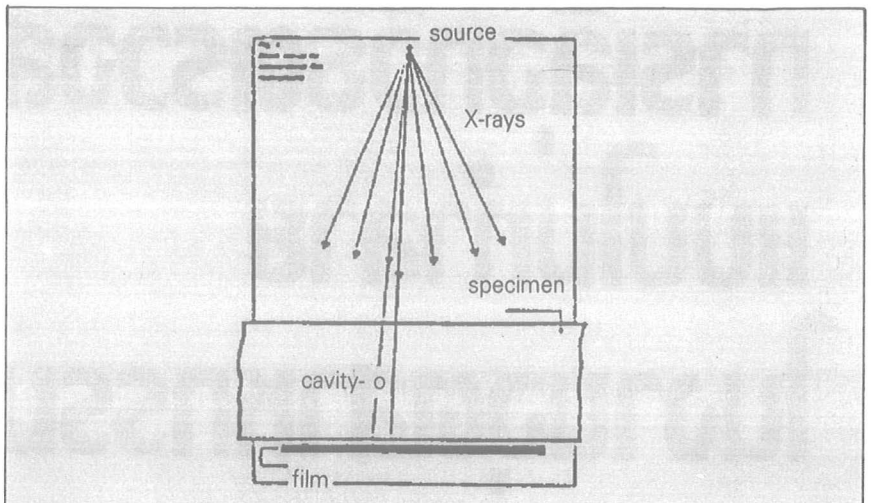


1. การทดสอบโดยการตรวจพินิจ (visual testing)

การตรวจสอบโดยการตรวจพินิจหรือการใช้สายตาตรวจดูรอยบกพร่องมักจะใช้ควบคู่กับการตรวจสอบโดยวิธีอื่น การตรวจสอบโดยวิธีนี้อาจใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นช่วย เช่น แว่นขยาย เกจวัดรอยเชื่อม เพื่อความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. การทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี (radiographic testing)

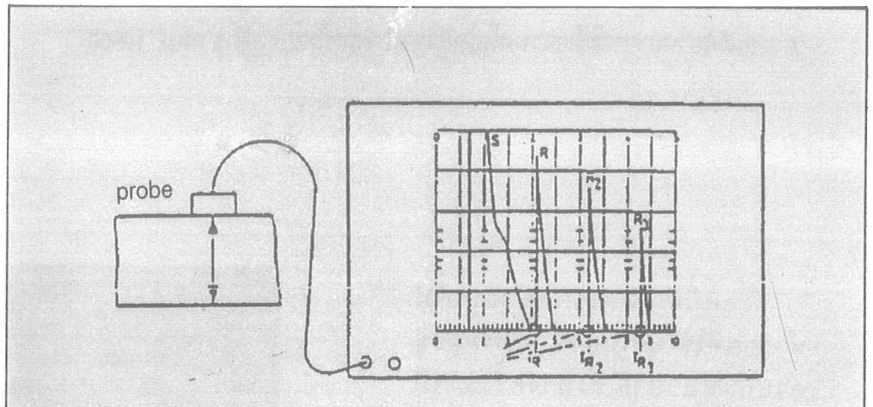
หลักการทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสีคือ การให้รังสีผ่านชิ้นงานที่จะตรวจสอบ ถ้าชิ้นงานมีรอยบกพร่อง เช่น มีโพรงอากาศภายใน รังสีที่ผ่านบริเวณนี้ก็จะมากกว่าบริเวณอื่น ส่วนใหญ่การวัดปริมาณรังสีจะให้รังสีทำปฏิกิริยากับฟิล์ม เมื่อทำการล้างฟิล์มจะปรากฏความแตกต่าง ของความเข้มของฟิล์มที่เกิดจากรอยบกพร่องให้เห็น ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี

3. การทดสอบโดยใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิก (ultrasonic testing)

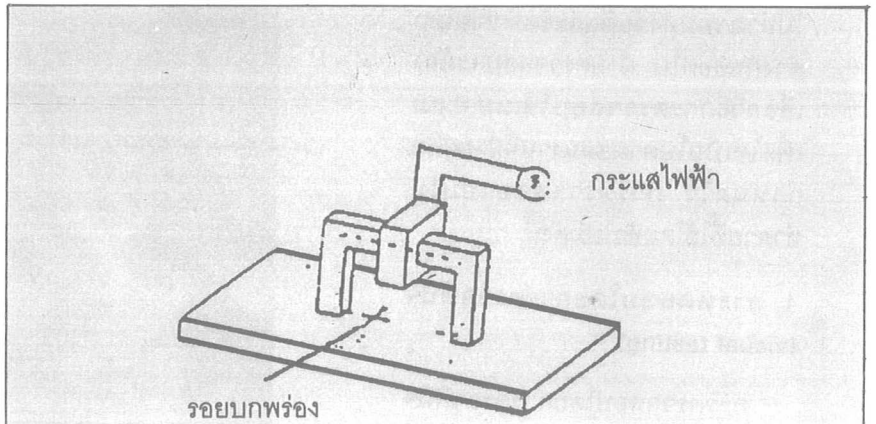
หลักการตรวจสอบโดยใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกคือ การส่งคลื่นเสียงอัลตราโซนิกเข้าไปในชิ้นงานที่จะตรวจสอบ เมื่อคลื่นกระทบกับผิวที่มีคุณสมบัติต่างกันเช่นโลหะกับอากาศ คลื่นบางส่วนจะมีการสะท้อนกลับซึ่งจะทำให้ทราบตำแหน่งและขนาดของรอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องได้ ดังแสดงในรูปที่ 2



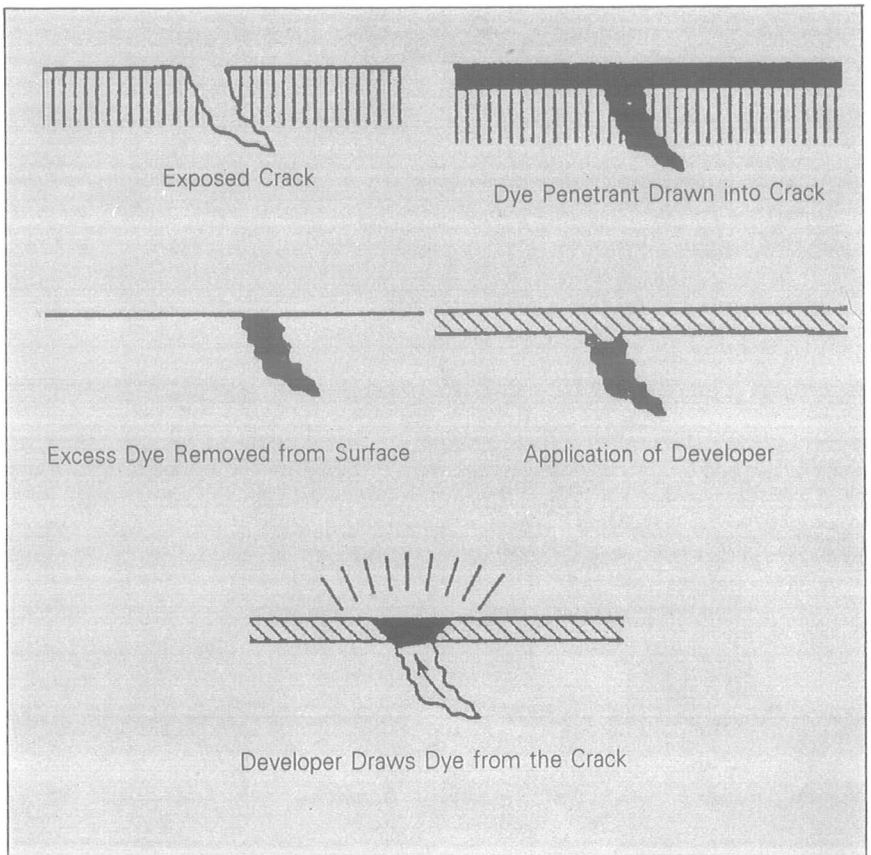
รูปที่ 2 หลักการทดสอบโดยใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิก

4. การทดสอบโดยใช้ผงแม่เหล็ก (magnetic particle testing)

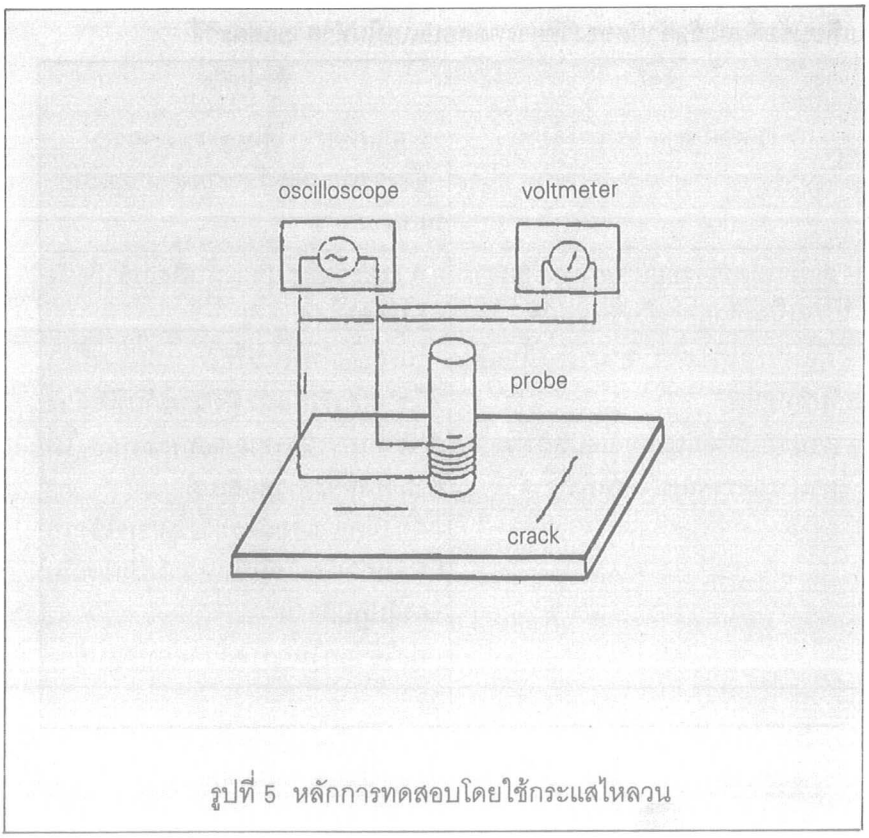
หลักการทดสอบโดยใช้ผงแม่เหล็กคือ การสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นในชิ้นงาน ชิ้นงานที่มีรอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องที่ผิวหรือใต้ผิวเล็กน้อยก็จะมีการรั่วของสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นเป็นขั้วเหนือและใต้ เมื่อโรยผงแม่เหล็กลงไปก็จะเกาะอยู่บริเวณที่มีการรั่วนี้ ซึ่งจะเป็นข้อบ่งชี้รอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องของชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 หลักการทดสอบโดยใช้ผงแม่เหล็ก



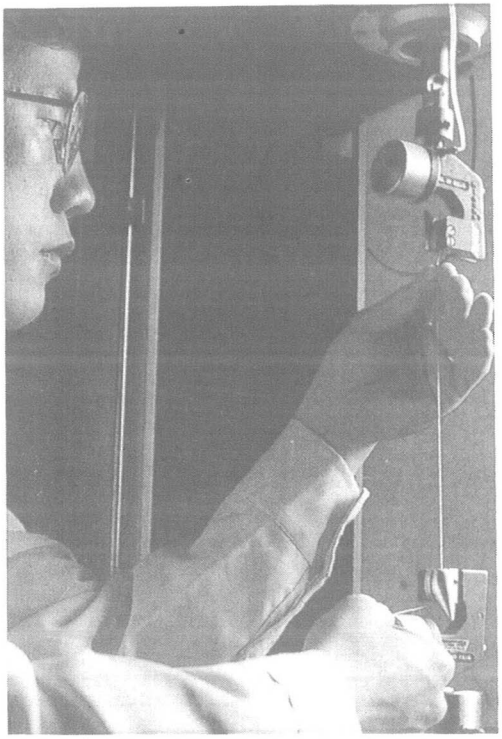
รูปที่ 4 หลักการทดสอบโดยใช้การแทรกซึมของของเหลว



รูปที่ 5 หลักการทดสอบโดยใช้กระแสไหลวน

5. การทดสอบโดยใช้การแทรกซึมของของเหลว (liquid penetrant testing)

หลักการทดสอบโดยใช้ การแทรกซึมของของเหลวคือ การใช้สารแทรกซึมเข้าสู่รอยบกพร่องบนผิวของชิ้นงานโดยวิธี capillary action หลังจากนั้นเช็ดสารแทรกซึมที่บริเวณผิวออกและใช้สาร developer ซับดึงสารแทรกซึมที่อยู่ในรอยบกพร่องออกมาให้เห็นด้วยตา ดังแสดงในรูปที่ 4



6. การทดสอบโดยใช้กระแสไหลวน (eddy current testing)

หลักการทดสอบโดยใช้กระแสไหลวนคือ การใช้สนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนขึ้นในชิ้นงานที่เป็นตัวนำไฟฟ้า และเกิดเป็นเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ซึ่งเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะประสานหรือต้านกับเส้นแรงแม่เหล็กของหัวตรวจสอบทำให้ค่า impedance ของหัวตรวจสอบเปลี่ยนแปลงซึ่งจะสังเกตได้จาก เข็มวัดหรือ oscilloscope ดังแสดงในรูปที่ 5

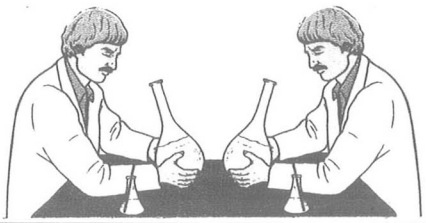
เทคนิคการทดสอบแบบไม่ทำลายของแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายแต่ละวิธี

วิธีการตรวจสอบ	ข้อดี	ข้อจำกัด
1) การทดสอบโดยการตรวจพินิจ	- การตรวจสอบสามารถทำได้ง่าย	- สามารถตรวจได้เฉพาะบริเวณผิว - ผู้ตรวจสอบต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ
2) การทดสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสี	- สามารถตรวจรอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องที่อยู่ภายในชิ้นงานได้ - ผลการตรวจสอบสามารถเห็นและเก็บรักษาได้ - สามารถใช้ได้กับวัสดุเกือบทุกชนิด - สามารถตรวจสอบได้พื้นที่กว้าง	- การตรวจสอบจำเป็นต้องเข้าถึงทั้งสองด้านของชิ้นงาน - ในรอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องที่มีขนาดเล็ก และตั้งฉากกับทิศทางการฉายรังสี เช่น lamination ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ - ต้องมีความระมัดระวังในการใช้งานกับต้นกำเนิดรังสีเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน - ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบค่อนข้างสูง

ในวงการ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำตาลเพนโตส

นักวิทยาศาสตร์ไทยแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยวิจัยพบการผลิตแอลกอฮอล์จากน้ำตาลเพนโตส จะทำให้การผลิตแอลกอฮอล์จากผลิตผลการเกษตรมีประสิทธิภาพสูง ทำให้ได้แอลกอฮอล์มากขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีที่ใช้กันอยู่เดิม

เพนโตสเป็นน้ำตาลที่โครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยคาร์บอน 5 ตัว เป็นน้ำตาลที่พบอยู่ทั่วไปในพืชรวมทั้งวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร น้ำตาลเพนโตสนี้ยังสามารถแยกย่อยออกไปได้หลายชนิด อย่างเช่นน้ำตาลไซโลสที่ **ผศ.ดร.หรรษา ปุณณะพยัคฆ์** และ **รศ.ดร.มุกดา คูหิรัญ** ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ น้ำตาลไซโลส เป็นน้ำตาลที่แทรกอยู่ตามผนังเซลล์ของพืชบกทั่วๆ ไป เช่น ต้นข้าวโพดมีน้ำตาลไซโลส 15.5% ฟางข้าวสาลีมี 21% เป็นต้น

ส่วนกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ด้วยวิธีที่ใช้กันอยู่ในทุกวันนี้คือการใช้ยีสต์หมักน้ำตาลกลูโคส ซึ่งน้ำตาลกลูโคสนี้เป็นส่วนประกอบของเซลลูโลสซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์พืช ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่มากนี้ให้เป็นแอลกอฮอล์ ส่วนกากที่เหลือก็ถือว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้ง นำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป อันที่จริงในกากที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งนั้นยังมีน้ำตาลไซโลสอยู่เป็นจำนวนมาก

การวิจัยครั้งนี้พบว่า ยีสต์ แพชโซเลน แทนโนฟีลัส *(Pachsolenh tannophilus)* สามารถใช้น้ำตาลไซโลสได้ และให้ผลผลิตเป็นแอลกอฮอล์ (เอทานอล) ด้วยกระบวนการหมักในอุณหภูมิ 30-35°ซ. และสภาวะกึ่งใช้อากาศ (semiacrodic) ยีสต์ชนิดนี้แยกเชื้อได้จากน้ำยางของเปลือกไม้ที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

จากกระบวนการหมักสองขั้นตอน ซึ่งโดยขั้นตอนแรกได้เอทานอลจากกลูโคส และขั้นตอนที่สองได้จากไซโลสนี้ ทำให้ผลผลิตเอทานอลได้มากขึ้นจากวัสดุการเกษตรเท่าเดิม

เอาเอทานอลบริสุทธิ์ 1 ส่วน ผสมกับเบนซินธรรมดา 9 ส่วน ก็จะได้แกสโซฮอลล์ใส่ถังน้ำมันรถ วิ่งกันฉิวเหมือนกับน้ำมันซุปเปอร์

หรือเอาเอทานอล 1 ส่วน ผสมด้วยน้ำหรือโซดาตามสัดส่วนที่ชอบ ก็จะได้เครื่องดื่มที่ทำให้เมากันได้เละอย่างง่ายดาย.

.....ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร

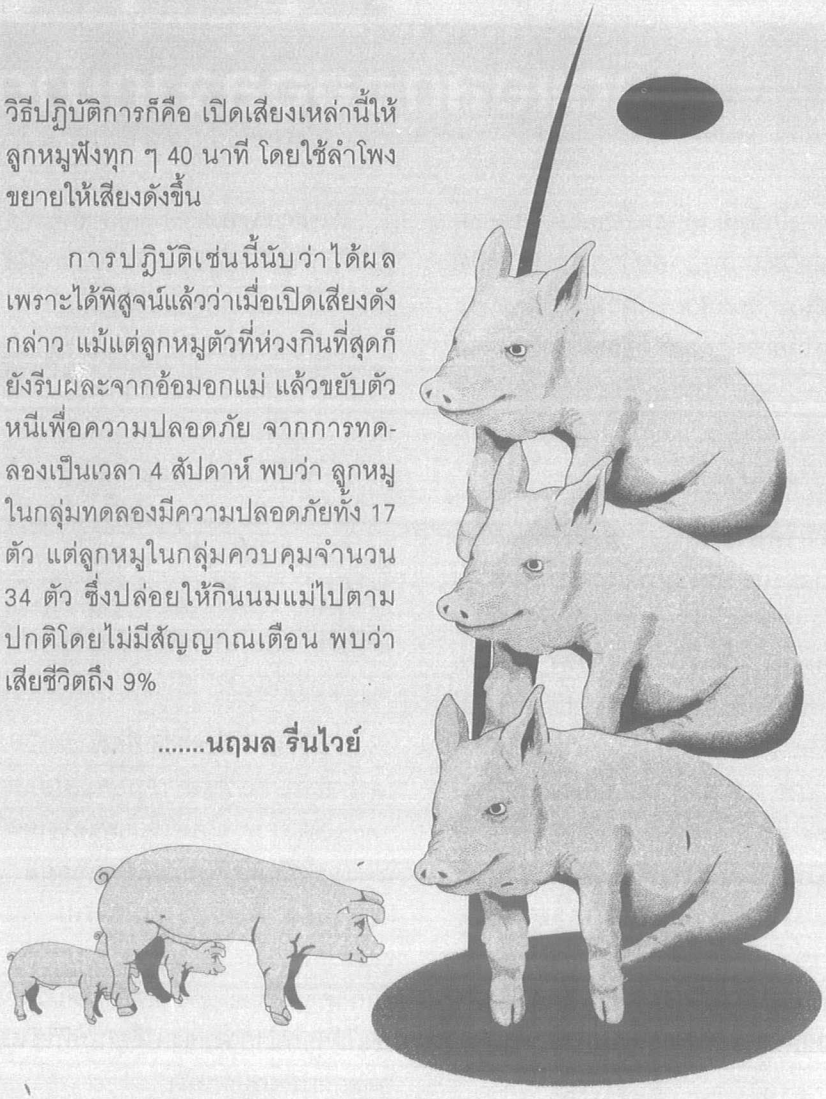
ช่วยลูกหมูด้วย

ปัญหานี้แม้จะเป็นเรื่องหมู ๆ แต่ก็ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่นมากพอดู เรื่องนี้เกิดขึ้นในเล้าหมู เมื่อพบว่าลูกหมูที่เพิ่งลืมตาดูโลกใหม่ๆ ได้ประมาณ 2 สัปดาห์ จะมีอยู่ 10% ที่เสียชีวิตลงเนื่องจากถูกแม่หมูทับตายในขณะที่กำลังดูดนม การถูกแม่หมูทับนี้เกิดขึ้นขณะที่แม่หมูพลิกตัวตะแคงจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

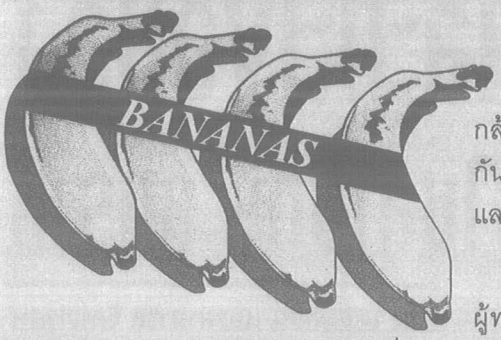
ทางกระทรวงเกษตร ป่าไม้ และการประมงของญี่ปุ่น จึงหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว จากการสังเกตพบว่าลูกหมูที่ตายก่อนเวลาอันควร มักจะเป็นประเภทเห็นแก่กิน ไม่ยอมละปากจากนมแม่ขณะที่แม่พลิกตัว ดังนั้น วิธีการแก้ไขของนักวิจัยที่ได้ผลคือ การนำเสียงประกอบ (sound effect) เข้ามาช่วย ขณะที่แม่หมูเลี้ยงดูลูก เสียงประกอบนี้ เป็นเสียงที่อัดบันทึกลงเทปแบบเมดเลย์ ประกอบด้วยเสียงร้องคำรามของแม่หมู เสียงดูดนมดังจ๊วบจ๊าบเซ็งแซ่ และเสียงร้องดังด้วยความตื่นกลัวของลูกหมู วิธีปฏิบัติการก็คือ เปิดเสียงเหล่านี้ให้ลูกหมูฟังทุก ๆ 40 นาที โดยใช้ลำโพงขยายให้เสียงดังขึ้น

การปฏิบัติเช่นนี้นับว่าได้ผล เพราะได้พิสูจน์แล้วว่าเมื่อเปิดเสียงดังกล่าว แม้แต่ลูกหมูตัวที่ห่วงกินที่สุดก็ยังรีบผละจากอ้อมอกแม่ แล้วขยับตัวหนีเพื่อความปลอดภัย จากการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ลูกหมูในกลุ่มทดลองมีความปลอดภัยทั้ง 17 ตัว แต่ลูกหมูในกลุ่มควบคุมจำนวน 34 ตัว ซึ่งปล่อยให้กินนมแม่ไปตามปกติโดยไม่มีสัญญาณเตือน พบว่าเสียชีวิตถึง 9%

.....นฤมล รื่นไวย์



กล้วยอินทรีย์จากออสเตรเลีย



ในการตอบสนองต่อผู้บริโภคที่มีความต้องการบริโภคกล้วยที่มีรสชาติดีและปราศจากสารเคมี ดังนั้น บริษัท Daiei ซึ่งเป็นซุปเปอร์มาร์เก็ตที่ใหญ่ที่สุดในประเทศญี่ปุ่น และมีเครือข่ายทั่วประเทศได้สั่งซื้อกล้วยอินทรีย์ ซึ่งปราศจากสารเคมีจากรัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีขนส่งทางอากาศตรงจากรัฐควีนสแลนด์สู่โอซากา ประเทศญี่ปุ่น เมื่อถึงโอซากากล้วยเหล่านั้นจะสุกพอดี ผู้บริโภคนิยมบริโภคกล้วยซึ่งเป็นสินค้าตัวใหม่นี้มาก ถึงแม้จะมีราคาค่อนข้างสูง

จากการสำรวจของบริษัท Daiei พบว่า ผู้บริโภคชาวญี่ปุ่นมีความนิยมกล้วยที่มีรสหวานมากขึ้น ขนาดเต่งอวบ สำหรับบุคคลทั่ว ๆ ไปนั้น คุณภาพของกล้วยที่ดีนั้นคือมีเนื้อแน่นและรูปร่างอวบ ด้วยเหตุนี้ ชาวญี่ปุ่นจึงชอบบริโภคกล้วยของไต้หวัน ยิ่งไปกว่านั้นจากการสำรวจของบริษัท Daiei ได้แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคได้ให้ความสนใจอย่างมากสำหรับกล้วยที่ปลูกโดยไม่ใช้ยาปราบศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี

เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าวบริษัท Daiei จึงได้ร่วมมือกับผู้ปลูกกล้วยรายหนึ่งในรัฐควีนสแลนด์ ซึ่งได้ปลูกกล้วยโดยไม่ใช้สารเคมีอย่างสิ้นเชิง สถานที่ผลิตอยู่ใกล้กับอุทยานแห่งชาติและมีสภาพดินธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์เป็นเยี่ยม การผลิตกล้วยนั้น ได้ปลูกหมุนเวียนในไร่ต่างๆ กันเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีและรักษาสภาพการปลูกที่ดีเอาไว้

ผู้ผลิตรายนี้ยังได้จดทะเบียนเป็นผู้ทำฟาร์มเลี้ยงไก่ในประเทศออสเตรเลียและได้เลี้ยงไก่ใต้ต้นกล้วย เพื่อให้มีวิธีการกำจัดศัตรูพืชและการใช้ปุ๋ยโดยวิธีธรรมชาติ การกำจัดศัตรูพืชนั้นยังได้รับจากการปลูกกระทกรกฝรั่งและพืชอื่น ๆ ควบคู่กันไปกับการปลูกกล้วย ด้วยวิธีการเหล่านั้น ผู้ผลิตจึงได้รับการรับรองว่าเป็นฟาร์มอินทรีย์ในประเทศออสเตรเลีย

ด้วยวิธีการขนส่งทางอากาศทำให้บริษัท Daiei สามารถขนส่งกล้วยจากสถานที่ผลิตถึงโกดังที่โอซากาภายในเวลา 45 ชั่วโมง หลังจากออกจากไร่ การทำให้กล้วยสุกในระยะสุดท้ายเกิดขึ้นหลังจากนั้น 6-10 วัน ในห้องซึ่งสร้างขึ้นเป็นพิเศษ ก่อนที่จะนำกล้วยเหล่านี้ออกสู่ตลาดค้าปลีก การขนส่งทางอากาศช่วยรักษาคุณภาพของกล้วยและช่วยให้บริษัทสามารถจัดตารางการขนส่งที่แน่นอน ปริมาณของน้ำตาลของกล้วยที่ผลิตในประเทศออสเตรเลียนี้สูงกว่ากล้วยอื่นๆ ที่จำหน่ายในญี่ปุ่นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ กล้วยที่ผลิตโดยวิธีอินทรีย์จากประเทศออสเตรเลียนี้ขายปลีกในราคา 35 เยนต่อ 100 กรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ผลิตในไต้หวันมีราคา 32 หรือ 33 เยนต่อ 100 กรัม แต่ผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย สำหรับผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่า

บริษัท Daiei ได้ขายกล้วยอินทรีย์ภายใต้คำแนะนำแบบสมัครใจสำหรับการผลิตผัก และผลไม้อินทรีย์ที่จัดทำโดยกระทรวงเกษตร ป่าไม้ และการประมงของญี่ปุ่น ปัจจุบันบริษัทนี้มีผลิตภัณฑ์จำนวน 23 ชนิด และกล้วยเป็นหนึ่งในห้าของผลิตภัณฑ์ซึ่งปราศจากยากำจัดศัตรูพืช ภายใต้โครงการของรัฐบาล บริษัท Daiei ได้อำนวยการผลิตทุกขั้นตอนจากการปลูกจนกระทั่งถึงการขนส่ง รวมทั้งการเก็บข้อมูลและทดสอบ เพื่อที่จะให้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชในระดับที่สามารถจะตรวจพบได้ บริษัทได้ขายผักและผลไม้อินทรีย์ภายใต้ชื่อการค้าว่า Sukoyaka หมายถึง อนามัย การขายนั้นได้เริ่มขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2537 และผู้ซื้อที่กลับมาซื้ออีกมีจำนวนเพิ่มขึ้น บริษัทได้ตั้งเป้าหมายการขายไว้ในปีแรกนี้ไว้ถึง 240 ล้านเยน หรือเท่ากับกล้วย 720 ตัน และได้วางแผนที่จะเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นอีกกว่า 3 เท่า หรือคิดเป็นเงินเท่ากับ 800 ล้านเยนในปีต่อไป ปัจจุบันได้มีการส่งกล้วยอินทรีย์จากออกสเตรเลียไปยังลูกค้า 30 ราย ในเขตคินกิ (Kinki) ของญี่ปุ่น และจะเพิ่มขึ้นเป็น 100 ราย ในเขตเดียวกันนี้ในเดือนกันยายน

สำหรับประเทศไทยซึ่งมีศักยภาพในการผลิตกล้วยหอมเพื่อการส่งออก แม้ว่าปริมาณส่งออกยังมีปริมาณน้อยอยู่ก็ตาม หากได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตกล้วยอินทรีย์นี้มาปฏิบัติก็น่าจะทำให้มีโอกาสเปิดตลาดกล้วยหอมไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นได้มากขึ้น.

.....ลักขณา พงศ์พงัน

การเพิ่มผลผลิตของ ข้าวโพดหวาน ถั่วเขียวและมะเขือม่วง โดยการใช้สารกระตุ้นราก

ปิยะ เฉลิมกลิ่น และสามารถ จิตนาวสาร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กทม. 10900

การทดลองใช้สารกระตุ้นราก ABT, NAA, IAA และ IBA ในระดับความเข้มข้น 25 และ 50 ส่วนในล้านส่วนเพื่อเพิ่มผลผลิตสำหรับข้าวโพดหวานและถั่วเขียวโดยใช้วิธีการแช่เมล็ดนาน 30 นาทีก่อนนำไปเพาะ ส่วนมะเขือม่วงใช้วิธีถอนต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์มาแช่สารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปชำลงในถุงพลาสติก แล้วย้ายกล้าลงปลูกในแปลงทดลอง การทดลองนี้ทำที่สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านบางเบิด อ.บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ ตั้งแต่วันที่ 24 มกราคม 2536 ถึงวันที่ 20 พฤษภาคม 2536 ผลปรากฏว่าการใช้สารกระตุ้นรากทุกตำรับ ช่วยเร่งให้มะเขือม่วงออกผลและเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผลผลิตของข้าวโพดหวาน ถั่วเขียวและมะเขือม่วงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร การใช้สาร ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วนเพิ่มผลผลิตของมะเขือม่วงและข้าวโพดหวานได้สูงที่สุด คือ เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.7 และ 11.1 ตามลำดับ ส่วน ABT เข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน เพิ่มผลผลิตของถั่วเขียวได้สูงที่สุด คือเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.9 ส่วนตำรับที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในลำดับรองลงมาของแต่ละพืชที่ทดลอง พบว่ามีผลแตกต่างกันออกไป

คำนำ

จากการที่ประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงมีความต้องการอาหารในปริมาณที่สูงขึ้นตามไปด้วย แต่ในปัจจุบันนี้พื้นที่สำหรับผลิตพืชผลต่าง ๆ มีเนื้อที่จำกัด แนวทางในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่โดยวิธีการต่าง ๆ จึงถูกคิดค้นและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายตามลำดับ ไม่ว่าจะเป็นพืชไร่ ไม้ผล พืชผัก หรือแม้กระทั่งไม้ดอกไม้ประดับก็ตาม สำหรับในกรณีของข้าวโพดหวาน ถั่วเขียว และมะเขือม่วง ซึ่งเป็นพืชผลที่มีปริมาณการผลิตอยู่ในเกณฑ์สูงมาก ก็มีแนวทางที่จะเพิ่มผลผลิตได้หลายวิธี อาทิเช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตสูง ให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ให้มีความทนทานต่ออากาศร้อน ทนทานต่อโรคแมลง (เฉลิมกลิ่น, 2535) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงสูตรปุ๋ยและปริมาณปุ๋ยที่จะให้ผลผลิตได้สูงสุดอีกด้วย

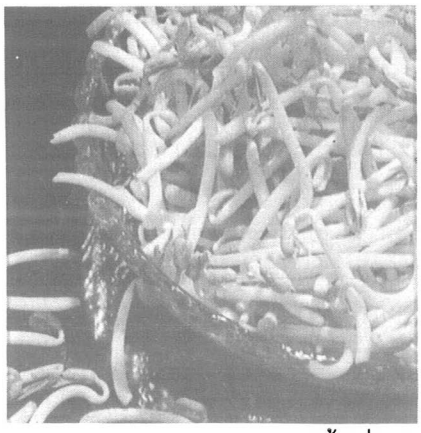
ในการใช้สารกระตุ้นราก 4 ชนิด เพื่อเพิ่มผลผลิตของผักกาดหัว อันได้แก่ NAA, IAA, IBA และ ABT โดยที่ 3 ชนิดแรกเป็นสารในกลุ่มของออกซินที่อยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ (Sigma Chemical Company, 1991) ส่วน ABT เป็นสารที่มีสมบัติเหมือนกับพวกออกซิน แต่ไม่มีการระบุสารประกอบ ผลิตโดยสถาบันป่าไม้ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 และมีการพัฒนาสูตรมาโดยลำดับ (Tao, 1992) ในการใช้สารทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวที่มีระดับความเข้มข้น 25 และ 50 ส่วนในล้านส่วนแช่เมล็ด

ผักกาดหัวเป็นเวลา 30 นาทีก่อนนำไปเพาะ ทดลองในแปลงทดลอง 4 แห่งที่มีระดับของอินทรียวัตถุในดินร้อยละ 1.46, 1.81, 2.19 และ 2.52 ตามลำดับ พบว่าการใช้สารกระตุ้นรากทุกตำรับทำให้ผลผลิตของผักกาดหัวเพิ่มขึ้นและแตกต่างทางสถิติจากตำรับควบคุมในทุกแปลงทดลอง โดยการใช้สาร ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วนให้ผลผลิตได้สูงที่สุดในทุกแปลงทดลอง อัตราการเพิ่มของผลผลิตเมื่อมีการใช้สารกระตุ้นรากทุกตำรับมีสูงที่สุดเมื่อทดลองในแปลงที่มีระดับของอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุด และอัตราการเพิ่มของผลผลิตต่ำลง เมื่อระดับของอินทรียวัตถุในดินเพิ่มมากขึ้น (เฉลิมกลิ่น, 2536)

จากแนวทางที่สารกระตุ้นรากสามารถเพิ่มผลผลิตของผักกาดหัวได้ดังกล่าวแล้ว จึงควรนำมาทดลองใช้กับพืชที่มีปริมาณการผลิตสูงมากชนิดอื่น ๆ เช่น ข้าวโพดหวาน ถั่วเขียว และมะเขือม่วง เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดในเรื่องชนิดของสารที่ใช้ ระดับความเข้มข้น ตลอดจนวิธีการใช้ที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด เพื่อให้มีผลผลิตได้สูงที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกเมล็ดที่มีขนาดสม่ำเสมอกันทั้งของข้าวโพดหวานและถั่วเขียว ส่วนมะเขือม่วงคัดเลือกจากต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ ที่มีขนาดสม่ำเสมอเช่นกัน เพื่อนำมาใช้ในการทดลองนี้ แต่ละพืชวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 9 ตำรับ คือตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร (control), ABT เข้มข้น 25,50 ส่วนในล้านส่วน, NAA เข้มข้น 25, 50 ส่วนในล้านส่วน, IAA เข้มข้น 25, 50 ส่วนในล้านส่วน, IBA เข้มข้น 25 และ 50 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ มีจำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละ



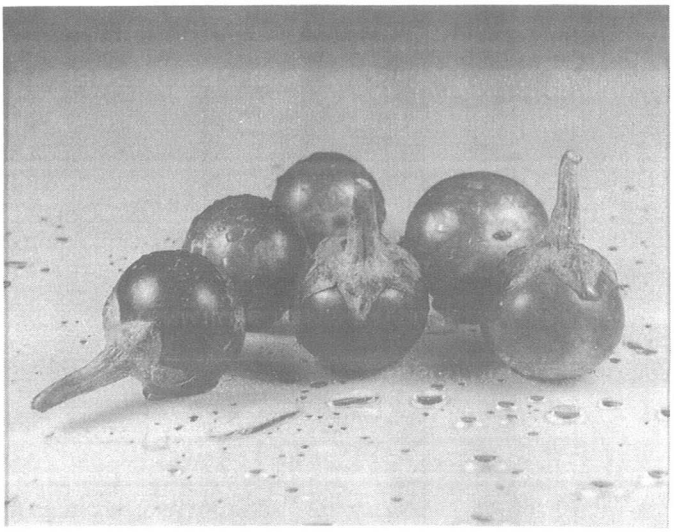
ตำรับของข้าวโพดหวานใช้พื้นที่ทดลองขนาด 6.00 x 8.75 เมตร ส่วนถั่วเขียวและมะเขือม่วงใช้พื้นที่ทดลองในแต่ละตำรับเป็น 2 x 2 เมตร นำเมล็ดของข้าวโพดหวานและถั่วเขียวที่คัดขนาดแล้ว มาแช่ในสารกระตุ้นรากแต่ละตำรับ เป็นเวลา 30 นาที นำเมล็ดออกจากสารกระตุ้นราก แล้วเพาะลงในแปลง ส่วนมะเขือม่วงทำการถอนต้นกล้าที่คัดเลือกขนาดแล้วมาใส่ในสารกระตุ้นรากเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงนำลงชำในถุงพลาสติก ตั้งไว้ในโรงเรือนจนตั้งตัวได้ดีเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จึงนำลงปลูกในแปลงด้วยระยะปลูก 0.50 x 1.00 เมตร บำรุงรักษาจนเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

ผลการทดลอง

การเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะเขือม่วง

การเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะเขือม่วง ตามขนาดที่ตลาดต้องการ มีน้ำหนักผลรวมที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละครั้งตามตารางที่ 1

ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้สารกระตุ้นรากทุกตำรับช่วยเร่งให้มะเขือม่วงออกผลและเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้น้ำหนักรวมของผลผลิตมะเขือม่วงเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ได้รับสารในทุกซ้ำที่ทำการทดลอง



ผลผลิตรวม

ผลผลิตรวมของข้าวโพดหวาน ถั่วเขียวและมะเขือม่วง เมื่อได้รับสารกระตุ้นรากในแต่ละตำรับ แสดงไว้ในตารางที่ 2

ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้ ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วนทำให้ผลผลิตของมะเขือม่วงและข้าวโพดหวานสูงที่สุด คือ 12,607 และ 9,200 กรัม ตามลำดับ ส่วน ABT เข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวสูงที่สุดคือ 924 กรัม และพบว่าในตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร ได้รับผลผลิตต่ำที่สุดในทุกแปลงทดลอง

ตารางที่ 1 น้ำหนักผลผลิตรวมที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละครั้ง

ซ้ำ/ตำรับ	น้ำหนักผลผลิตรวม (กก.) ที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละครั้ง						
	ครั้งที่ 1 25 มี.ค.	ครั้งที่ 2 31 มี.ค.	ครั้งที่ 3 6 เม.ย.	ครั้งที่ 4 12 เม.ย.	ครั้งที่ 5 18 เม.ย.	ครั้งที่ 6 24 เม.ย.	นน.รวม
1/1	-	1.51	3.05	2.90	2.00	1.50	10.96
2	0.48	1.46	1.81	4.54	2.50	1.45	12.24
3	0.85	1.24	2.75	3.99	2.48	1.68	12.99
4	1.09	1.80	3.90	2.52	2.53	1.40	13.24
5	1.43	1.51	3.61	3.23	2.81	1.10	13.69
6	0.92	1.40	3.54	2.42	2.00	2.10	12.38
7	1.05	1.74	2.96	2.78	2.61	1.83	12.97
8	0.46	1.08	3.10	3.81	3.06	1.30	12.81
9	0.53	1.26	2.76	3.26	1.98	1.21	11.00
2/1	-	1.95	2.70	2.80	1.01	0.83	9.29
2	0.56	1.74	2.99	4.03	3.24	0.43	12.99
3	1.04	1.66	3.82	5.14	3.54	0.62	13.74
4	0.66	2.06	3.06	3.30	2.00	1.32	12.40
5	0.45	1.83	3.79	2.90	1.84	0.59	11.40
6	0.95	2.05	2.82	2.62	1.18	0.75	10.37
7	0.36	1.74	3.78	2.86	1.08	0.60	10.42
8	0.68	1.83	4.11	3.40	1.03	0.37	11.42
9	0.36	2.17	4.83	2.37	1.87	0.44	12.04
3/1	-	1.40	2.40	2.30	1.60	1.20	8.90
2	0.54	1.85	3.45	2.67	1.92	0.93	11.36
3	0.62	2.03	4.18	3.01	1.02	0.62	11.09
4	0.83	1.74	3.02	3.68	2.26	0.46	11.99
5	0.64	2.45	4.23	2.91	1.01	0.73	11.97
6	0.87	1.94	3.88	2.51	1.86	0.44	11.50
7	0.34	2.61	3.23	1.99	1.49	0.86	10.52
8	0.48	1.26	2.94	3.65	2.07	0.52	10.92
9	0.75	1.63	3.03	3.20	1.57	0.48	10.66

ตารางที่ 2 ผลผลิตรวมของข้าวโพดหวาน ถั่วเขียว และมะเขือม่วง

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/แปลงย่อย) ของผลผลิตรวม		
	ข้าวโพดหวาน	ถั่วเขียว	มะเขือม่วง
1	8,280 e*	811 d	9,717 b
2	8,900 b	924 a	12,197 a
3	9,200 a	920 a	12,607 a
4	8,833 b	855 bc	12,543 a
5	8,533 cd	833 cd	12,353 a
6	8,433 de	870 bc	11,417 a
7	8,467 de	877 bc	11,303 a
8	8,733 bc	893 ab	11,717 a
9	8,567 cd	921 a	11,233 a
CV	11.47 %	12.50 %	6.83 %

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อวิเคราะห์แบบ DMRT ในแต่ละแถว

ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตำรับ

ผลผลิตของข้าวโพดหวาน ถั่วเขียว และมะเขือม่วง ในแต่ละแปลงเมื่อได้รับสารกระตุ้นรากในแต่ละตำรับ มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากตำรับที่ไม่ได้ใช้สารเป็นจำนวนร้อยละดังแสดงในตารางที่ 3

ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้ ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มผลผลิตของมะเขือม่วงและข้าวโพดหวานได้สูงที่สุดคือร้อยละ 29.7 และ 11.1 ตามลำดับ ส่วน ABT เข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน สามารถเพิ่มผลผลิตของถั่วเขียวได้สูงที่สุดถึงร้อยละ 13.9 ส่วนตำรับที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในลำดับรองลงมาของแต่ละแปลงทดลองพบว่ามีผลแตกต่างกันออกไป

วิจารณ์ผลการทดลอง

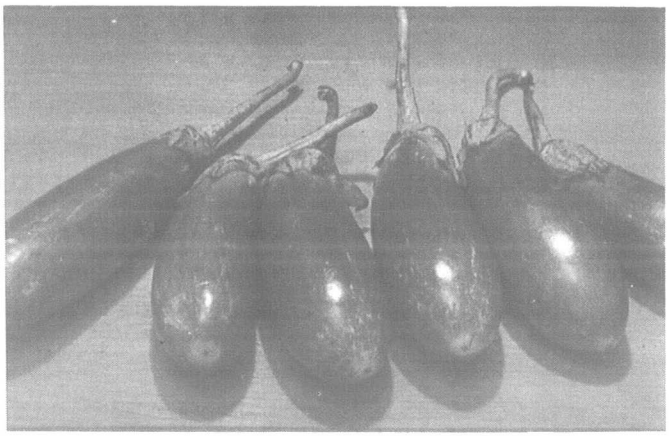
ในการเก็บเกี่ยวมะเขือม่วง มีการเก็บตามขนาดที่ตลาดต้องการโดย

ทยอยเก็บห่างกันครั้งละ 6 วัน ในการทดลองนี้พบว่าการใช้สารกระตุ้นรากทุกตำรับ ช่วยเร่งให้มะเขือม่วงติดผลและเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังทำให้น้ำหนักรวมของผลผลิตมะเขือม่วงเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับไม่ใช้สารในทุกซ้ำที่ทำการทดลอง ทั้งนี้เนื่องมาจากสารกระตุ้นรากมีผลในการเร่งให้ต้นมะเขือม่วงสร้างรากให้ยืดยาวและมีรากฝอยมากขึ้นนั่นเอง

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตรวม (ตารางที่ 2) พบว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตทุกตำรับสามารถเพิ่มผลผลิตรวมของทั้ง 3 พืชได้แตกต่างจากตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ผลผลิตของมะเขือม่วงและข้าวโพดหวานได้รับสูงที่สุด ส่วน ABT เข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน ก็ทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวได้รับสูงที่สุดเช่นกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่าระดับความเข้มข้นที่ใช้และช่วงเวลาการแช่สาร มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาของเปลือกเมล็ดและประสิทธิภาพในการดูดสารของพืชแต่ละชนิด ซึ่งมีผลอย่างสำคัญต่อการสร้างรากของพืช สมควรจะได้มีการหารายละเอียดที่เหมาะสมของแต่ละพืชในโอกาสต่อไป

ในกรณีของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตำรับ (ตารางที่ 3) พบว่า ABT สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด

หวาน และถั่วเขียวได้ใกล้เคียงกัน คือ เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.1 และ 13.4 จากตำรับไม่ใช้สารตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานการทดลองในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (Tao Wang, 1992) และเมื่อทดลองกับมะเขือม่วง พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าตำรับไม่ใช้สารถึงร้อยละ 29.7 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมะเขือม่วงทยอยออกดอกและติดผลต่อกันมาเรื่อย ๆ ในเวลาเดียวกัน เมื่อมีการเก็บผลทยอยมาตามลำดับ ต้นมะเขือม่วงจึงไม่สูญเสียอาหารสะสมภายในต้นให้แก่ผลที่ถูกเก็บเกี่ยวไปแล้ว แต่จะนำอาหารสะสมนั้นมาใช้กับผลรุ่นใหม่ต่อไป เมื่อรวมผลผลิตที่เก็บเกี่ยวทุกครั้งเข้าด้วยกันแล้ว จึงเพิ่มสูงกว่าตำรับไม่ใช้สารมากกว่าข้าวโพดและถั่วเขียว เนื่องจากข้าวโพดหวานและถั่วเขียวมีผลผลิตแก่พร้อมเพรียงกันและเก็บเกี่ยวเมื่อผลผลิตแก่เพียงครั้งเดียว



การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในการเพิ่มผลผลิตสามารถใช้ได้หลายทาง เช่น ใช้ชักนำการออกดอก ใช้เพิ่มการติดผล ตลอดจนให้เพิ่มขนาดของผล ส่วนในการทดลองนี้เป็นการใช้เพื่อกระตุ้นให้รากยืดยาวออก และมีจำนวนรากฝอยมากขึ้น ต้นพืชจึงดูดน้ำและอาหารได้มากขึ้น นั่นคือพืชสามารถนำไปสร้างการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตมากขึ้นได้ และในการทดลองนี้ยังเป็นการหาวิธีการในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ง่ายที่สุด คือการแช่เมล็ด และการแช่รากซึ่งเกษตรกรทั่ว ๆ ไปสามารถนำไปปฏิบัติและทำได้เป็นปริมาณมาก ๆ ในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้แล้วยังเป็นการใช้สารในอัตราความเข้มข้นต่ำ ถือได้ว่าเป็นการลดต้นทุนที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตของพืชได้อีกทางหนึ่ง จึงควรจะมีการทดลองซ้ำอีกเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด และเพื่อทดลองใช้กับพืชชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวางอีกด้วย

ตารางที่ 3 ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ) จากตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร

ตำรับ	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ) จากตำรับที่ไม่ได้ใช้สาร		
	ข้าวโพดหวาน	ถั่วเขียว	มะเขือม่วง
1	-	-	-
2	7.5	13.9	25.5
3	11.1	13.4	29.7
4	6.7	5.4	29.1
5	3.1	2.7	27.1
6	1.8	7.3	17.5
7	2.3	8.1	16.3
8	5.5	10.1	20.6
9	3.5	13.6	15.6

สรุป

การทดลองใช้สารกระตุ้นราก ABT, NAA, IAA, และ IBA ในระดับความเข้มข้น 25 และ 50 ส่วนในล้านส่วนกับพืช 3 ชนิด คือ ข้าวโพดหวาน ถั่วเขียว และมะเขือม่วง เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยวิธีการแช่เมล็ดนาน 30 นาที ก่อนนำไปเพาะ สำหรับข้าวโพดหวานและถั่วเขียว ส่วนมะเขือม่วงใช้วิธีถอนต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์มาแช่สารเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปชำลงถุงพลาสติก แล้วย้ายลงปลูกในแปลงทดลอง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใช้สารกระตุ้นราก ช่วยเร่งให้มะเขือม่วงออกผลและเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผลผลิตของข้าวโพดหวาน และมะเขือม่วงเพิ่มขึ้น และมีผลผลิตแตกต่างทางสถิติจากตำรับที่ไม่ได้ใช้สารในทุกพืชที่ทดลอง

2. การใช้สาร ABT เข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน เพิ่มผลผลิตของมะเขือม่วง และข้าวโพดหวานได้สูงที่สุด คือเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.7 และ 11.1 ตามลำดับ ส่วน ABT เข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน เพิ่มผลผลิตของถั่วเขียวได้สูงที่สุด คือเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.9 ส่วนตำรับที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในลำดับรองลงมาของแต่ละพืชที่ทดลองพบว่ามีผลแตกต่างกันออกไป ในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใช้สารให้ผลผลิตต่ำที่สุดในทุกแปลงทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยสิทธิพร กฤดากร ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านบางเบิด อ.บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ทดลองและช่วยเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมกลิ่น, ปิยะ.2535. แนวทางเพิ่มผลผลิตของพืช หนังสือพิมพ์แนวหน้า ฉบับวันที่ 19 ธันวาคม 2535 หน้า 19

เฉลิมกลิ่น, ปิยะ.2536. การใช้สารกระตุ้นรากเพื่อเพิ่มผลผลิตของผักกาดหัว รายงานการสัมมนาการใช้ฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง ครั้งที่ 3, 9-10 กันยายน 2536 ณ หอประชุมใหญ่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 88 หน้า

Sigma Chemical Company. 1991.Biochemicals Organic Compounds for Research and Diagnostic Reagents. St.Louis, Mo, USA. 2144 p.

Tao, Wang. 1992. ABT Rooting Powder, Principle and Application. The Chinese Academy of Forestry, Beijing.50 p.

ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนด

บุญชัย ตระกูลมหชัย ธราพงษ์ วิทิตศานต์* และกรรณิการ์ สถาปิตานนท์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ถ่านกัมมันต์เตรียมได้จากกะลาของต้นตาลโตนด (*Borresus flabellifer* Linn.) โดยใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์เป็นสารกระตุ้น ได้วิเคราะห์สมบัติต่างๆ ด้วย ได้แก่ ปริมาณเถ้า พื้นที่ผิวจำเพาะ ความสามารถในการดูดซับเมทธิลีนบลู และความสามารถในการดูดซับไอโอดีน จากการทดลองพบว่า การคาร์โบไนซ์ที่อุณหภูมิ 200 °ซ. นาน 120 นาที เพื่อให้บดได้ง่าย แล้วจึงนำมากระตุ้นที่อุณหภูมิ 500 °ซ. นาน 30 นาที โดยใช้ตัวอย่างถ่านกะลาตาลโตนดขนาด 1.68 ถึง 2.38 มม. ผสมกับสารละลายซิงค์คลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก แล้วเขย่าเป็นเวลา 72 ชม. ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติดังนี้ ค่าเถ้าร้อยละ 6.22 ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะ 1,746 ตร.ม. ต่อกรัม ค่าเมทธีลีนบลู 462.03 มก. ต่อกรัม และค่าไอโอดีน 1,194 มก. ต่อกรัม

คำนำ

ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นสารดูดซับประเภทหนึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งและสีดำ อาจอยู่ในรูปผงหรือเม็ดก็ได้ มักใช้ประโยชน์ในการกำจัดกลิ่น สี หรือก๊าซ ในอุตสาหกรรมมีการใช้ถ่านกัมมันต์อย่างแพร่หลาย วัสดุที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์มักเป็นของเหลือทิ้ง หรือมีราคาถูก มีปริมาณคาร์บอนสูง ได้แก่ ชานอ้อย ซังข้าวโพด พลาสติก ตะเกียบ หนังสือพิมพ์ ฯลฯ

ชนิดของถ่านกัมมันต์แบ่งตามเกณฑ์ต่างๆ ได้ดังนี้

แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น

- เคมี (chemical activated carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการใช้สารเคมีทำปฏิกิริยาเคมีกับผิวคาร์บอน มักเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่

*ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พญาไท กรุงเทพฯ 10300

- ฟิสิกส์ (physical activated carbon) เป็นถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการใช้ก๊าซออกซิไดซ์ มักเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็ก

แบ่งตามขนาดของรูพรุนผิว

- ขนาดเล็ก (micropore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนไม่เกิน 1.5 นาโนเมตร มักใช้ในการดูดซับก๊าซหรือไอระเหย

- ขนาดกลาง (transitional pore หรือ mesopore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนประมาณ 1.5 ถึง 100 นาโนเมตร มักใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalytic reaction)

- ขนาดใหญ่ (macropore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนใหญ่กว่า 100 นาโนเมตร มักใช้ในการฟอกสีและการผลิตยา

ถ่านกัมมันต์มักใช้ประโยชน์ในการกำจัดกลิ่น สี หรือ ก๊าซ ในอุตสาหกรรมมีการใช้ถ่านกัมมันต์อย่างแพร่หลาย หน้าที่ของถ่านกัมมันต์ในแต่ละโรงงานจะแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น

โรงงานทำน้ำตาลทรายขาว

- ใช้ในการฟอกสี
- ใช้ดูดสารพวกไนโตรจีนัสและไลอะฟิลลิก คอลลอยด์

โรงงานไขมันและน้ำมัน

- ใช้ดูดซับสิ่งปลอมปนที่มีอยู่ในน้ำมันพืช
- ใช้ดูดซับตัวยับยั้ง โดยไม่ดูดสี
- ใช้ฟอกสี

โรงงานเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

- โรงงานผลิตวิสกี้ใช้ถ่านกัมมันต์กำจัดกลิ่นและรส
- โรงงานผลิตไวน์ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

การทำให้ตัวทำละลายบริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

- การพิมพ์ ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำไซลีน และเบนซิน กลับมาใช้ใหม่
- การซักแห้ง ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำไตรคลอโรมีเทน กลับมาใช้ใหม่
- การผลิตเรยอง ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำอีเธอร์ แอลกอฮอล์ อะซิโตน กลับมาใช้ใหม่
- อุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อนำคีโตนและเบนซิน กลับมาใช้ใหม่

อุตสาหกรรมด้านอื่นๆ

- ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของก๊าซ
- ใช้ผสมลงในสีเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
- ใช้เป็นก้นกรองบุหรี่
- ใช้ฟอกสีในอุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส

วัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์

วัสดุที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์มักมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นของเหลือทิ้ง หรือมีราคาถูก
- มีปริมาณคาร์บอนสูง
- มีปริมาณสารอนินทรีย์ต่ำ
- มีความสะดวกในการนำมาใช้งาน เช่นไม่สลายตัวเมื่อเก็บ ฯลฯ
- สามารถใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพสูงได้

วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบโดยตรงมักเป็นพวกอินทรียวัตถุ (หมายถึงสารที่มีคาร์บอน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ) เป็นส่วนใหญ่ สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้

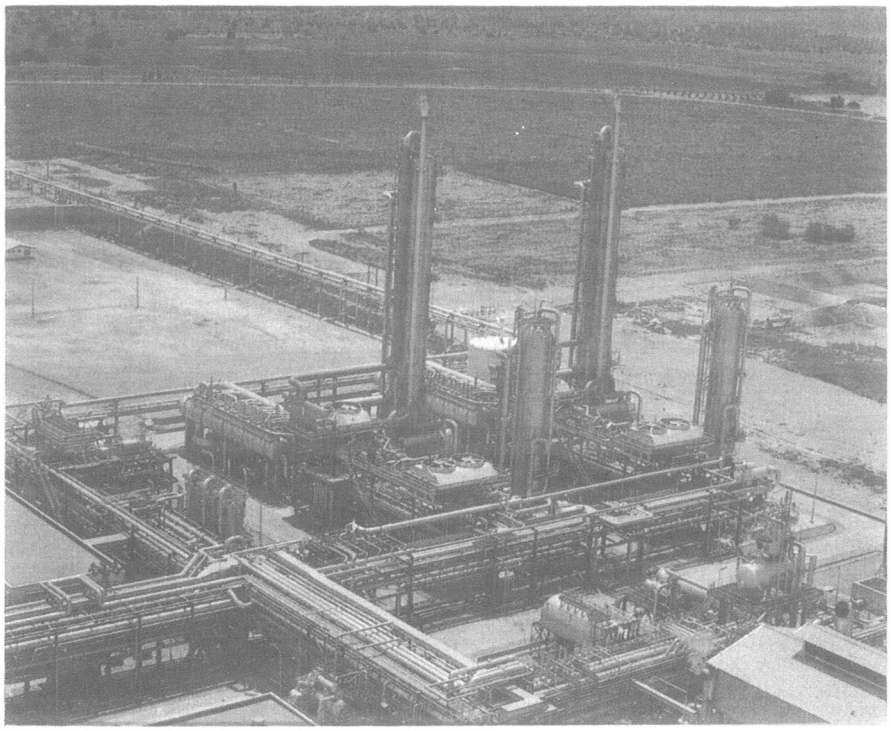
- พวกเซลลูโลสที่มาจากพืช เช่นกะลามะพร้าว ชานอ้อย หรือซังข้าวโพด เป็นต้น
- ส่วนต่างๆของสัตว์ เช่น เลือด กระดูก เป็นต้น
- พวกวัสดุที่เหลือจากการอุปโภค เช่น พลาสติก ตะเกียบ และหนังสือพิมพ์

สำหรับวัสดุในรูปถ่านที่ใช้เป็นวัตถุดิบ มักเป็นถ่านที่ได้จากการคาร์โบไนซ์อินทรียวัตถุ หรือ ถ่านสังเคราะห์ (artificial char) หรืออาจเป็นถ่านที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (natural char) เช่น ถ่านหิน ก็ได้

ตัวอย่างคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์แสดงในตารางที่ 1 (Bansel 1988) จะเห็นว่ามักเลือกใช้วัสดุที่มีค่าเถ้าต่ำ อนึ่งคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เอกสารดังกล่าวให้ข้อสังเกตไว้ว่า วัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำและสารระเหยสูง เช่น ไม้ ลิกนิน ฯลฯ มักให้ถ่านกัม

มันต์ที่มีปริมาตรของรูพรุน (pore volume) สูงและความหนาแน่นต่ำซึ่งใช้ดูดซับในสารละลายได้ดี แต่ดูดซับก๊าซได้ไม่ดี ส่วนวัสดุที่มีความหนาแน่นสูงและมีสารระเหยสูง เช่น กะลามะพร้าว ฯลฯ มักให้ถ่านกัมมันต์ที่มีปริมาตรของรูพรุนขนาดเล็ก (micropore volume) สูง สามารถใช้ดูดซับได้ทั้งในสารละลายและก๊าซ

อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ยังขึ้น อยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีก เช่นวิธีการผลิตและ สภาวะที่ใช้ เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะระบุให้แน่นอนว่าวัสดุชนิดใด จะใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมกับงานแบบใด



ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์และการใช้ประโยชน์

วัสดุ	ค่าคาร์บอน	ค่าสารระเหย	ความหนาแน่น	ค่าเถ้า	การใช้ประโยชน์
ไม้เนื้ออ่อน	40-45	55-60	0.40-0.50	0.3-1.1	การดูดซับในสารละลาย
ไม้เนื้อแข็ง	40-42	55-60	0.55-0.80	0.3-1.2	การดูดซับในสารละลาย
ลิกนิน	35-40	58-60	0.30-0.40	-	การดูดซับในสารละลาย
เปลือกลูกนัท	40-45	55-60	1.40	0.5-0.6	การดูดซับไอ
ลิกไนต์	55-70	25-40	1.00-1.35	5.0-6.0	การบำบัดน้ำเสีย
ถ่านหินเนื้ออ่อน	65-80	20-30	1.25-1.50	2.0-12	การดูดซับในสารละลายและไอ
ปิโตรเลียมโค้ก	70-85	15-20	1.35	0.5-0.7	การบำบัดน้ำเสีย
ถ่านหินเนื้อกึ่งแข็ง	70-75	10-15	1.45	5-15	การดูดซับไอ
ถ่านหินเนื้อแข็ง	85-95	5-10	1.50-1.80	2-15	การดูดซับไอ

ที่มา: Bansel (1988)

วิธีผลิตถ่านกัมมันต์

การผลิตถ่านกัมมันต์ทำได้โดยใช้วิธีการกระตุ้น(activation) คือการทำให้คาร์บอนหรือถ่านมีความสามารถในการดูดซับสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเพิ่มพื้นที่ผิว หรือการทำให้ผิวมีความว่องไวมากขึ้น Mukherjee (1947) ได้อธิบายความหมายของการกระตุ้นไว้เป็น 3 ลักษณะคือ

- เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่ว่องไว (active surface area) โดยเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้โมเลกุลบางกลุ่มหลุดออกไป และเกิดส่วนที่มีอำนาจดูดซับขึ้นมาแทน
- เป็นการเพิ่มความว่องไวในการดูดซับให้ผิวที่มีอยู่แล้ว ซึ่ง

หมายถึงทำให้อะตอมของคาร์บอนมีพลังงานศักย์สูงขึ้น โดยจัดเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ ให้มีความว่องไวในการดูดซับสูงขึ้น

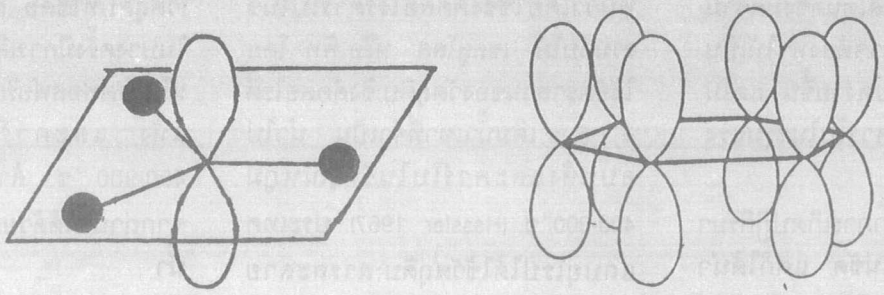
- เป็นการกำจัดอินทรียวัตถุหรืออนินทรียวัตถุต่างๆ ซึ่งเป็นสารปนเปื้อนออกจากบริเวณที่ทำหน้าที่ดูดซับ (active center)

วัตถุดิบซึ่งมักเป็นวัสดุทางการเกษตร คือเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งที่เป็นโซ่ยาวและที่เป็นวง เช่น ลิกนิน เซลลูโลส ฯลฯ เมื่อนำมาคาร์โบไนซ์ จะเกิดการสร้างวงอะโรมาติก (aromatization) โดยอะตอมคาร์บอนซึ่งเดิมสร้างพันธะโดยใช้อิเล็กตรอน จากชั้น 2s จำนวน 1 ตัว และชั้น 2p จำนวน 3 ตัว เปลี่ยนมาใช้อิเล็กตรอนจากชั้น 2s จำนวน 1 ตัว และชั้น 2p จำนวน 2 ตัว สร้างพันธะแบบซิกมา (sigma bond) กับอะตอมคาร์บอนที่อยู่ข้างเคียง 3 ตัว เรียงตัวกันเป็นรูปสามเหลี่ยมในระนาบเดียวกัน และมีอิเล็กตรอนอิสระจากชั้น 2p เหลืออีกหนึ่งตัว โคจรอยู่บนและล่างระนาบพร้อมที่เกิดพันธะแบบไพ (pi bond (sp^2 - hybridization) (แสดงในรูปที่ 1) ในที่สุดจะเกิดเป็นวงหกเหลี่ยมที่มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ (resonance) ได้ทั่วโครงสร้างซึ่งเรียกว่า วงเบนซินหรือวงอะโรมาติก วงเบนซินแต่ละวงจะเชื่อมติดกันจนมี

ลักษณะเป็นแผ่น ในโครงสร้างถ่านหรือถ่านกัมมันต์จะมีแผ่นของวงเบนซินนี้อยู่หลายแผ่น เรียงตัวกันเป็นชั้นๆ อย่างไม่เป็นระเบียบ การเรียงตัวกันเป็นชั้นๆ นี้จะเกิดแรงผลักระหว่างชั้นจากไฟอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อยู่บนและล่างของแต่ละชั้น ถ่านสร้างเสถียรภาพโดยใช้ไพอิเล็กตรอนดึงอะตอมแปลกปลอมอื่นเข้าสู่โครงสร้างและสร้างพันธะได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน หรือฟอสฟอรัส ฯลฯ แต่การดึงอะตอมออกซิเจนจากบรรยากาศจะง่ายที่สุด จึงมักพบออกซิเจนในโครงสร้างถ่านหรือถ่านกัมมันต์เสมอ ในการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยซิงค์คลอไรด์จะป้องกันไม่ให้ถ่านที่เพิ่งเตรียมได้เกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนโดยการห่อหุ้มโครงสร้างของวัตถุดิบด้วยซิงค์คลอไรด์ตั้งแต่ก่อนนำไปคาร์โบไนซ์ ผลก็คือ ไม่เกิดน้ำมันทาร์จากปฏิกิริยาการคาร์โบไนเซชัน เกิดหมู่ฟังก์ชันนัลที่เป็นกรดและมีความสามารถในการดูดซับสูงเช่น Cl, COOH ฯลฯ (Calurla et al. 1991) ทำให้ถ่านมีความไวในการดูดซับสูงขึ้น เรียกว่าถ่านกัมมันต์ ปัจจุบันยังไม่ทราบกลไกหรือขั้นตอนที่แน่นอนของการเกิดปฏิกิริยา

การผลิตถ่านกัมมันต์โดยให้สารกระตุ้นทำปฏิกิริยาเคมีกับผิวคาร์บอน และมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารเคมีที่นิยมใช้คือ ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$) นอกจากนั้นยังมีแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เป็นต้น ข้อดีของวิธีนี้คือ ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก (400-600°ซ.) แต่มีข้อเสียคือมีสารเคมีตกค้างในถ่านกัมมันต์ ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อล้างสารเคมีดังกล่าวออกรวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ก็ต้องเป็นชนิดพิเศษที่สามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ เพราะสารเคมีเหล่านี้เป็นสารกัดกร่อน

ซิงค์คลอไรด์เป็นสารดูดน้ำ (dehydrating agent) ที่นิยมนำมาใช้เป็นสารกระตุ้นในการผลิตถ่านกัมมันต์ มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ความหนาแน่น 2.91 มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 136.28 มักอยู่ในรูปไฮเดรต ส่วนคุณสมบัติอื่นได้แสดงในตารางที่ 2 ซิงค์คลอไรด์ละลายน้ำ

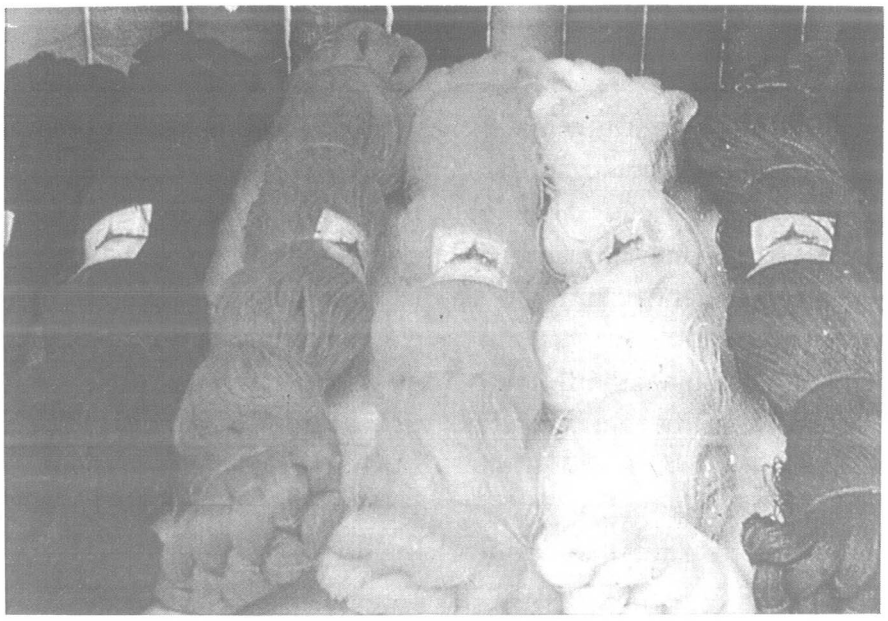


รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งของอิเล็กตรอนของคาร์บอนที่เกิดจากเอสพี-2 ไฮบริดไดเซชัน

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของซิงค์คลอไรด์

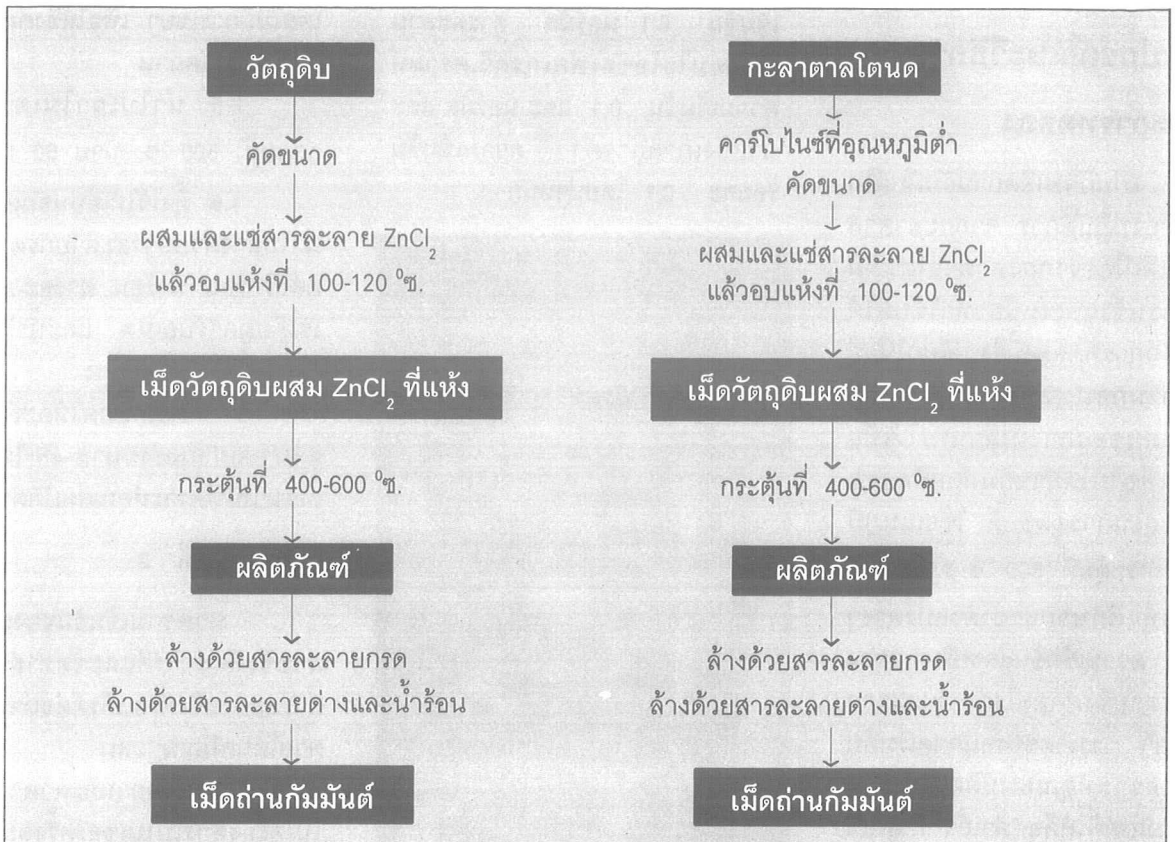
คุณสมบัติ	ค่าประมาณ
น้ำหนักโมเลกุล	136.28
จำนวนโมเลกุลของน้ำที่เกิดไฮเดรต	4,3,2.5,1.5,1,0
สี	ขาว
ความหนาแน่น	2.91
จุดเดือด (^{0}ซ.)	275
จุดหลอมเหลว (^{0}ซ.)	756
ความร้อนในการหลอมเหลว (แคลอรีต่อกรัมโมล)	5,540
ความร้อนในการระเหย (แคลอรีต่อกรัมโมล)	28,700
ความจุความร้อน (Cp) ที่ 25 ^{0}ซ. (แคลอรีต่อกรัมโมลต่อองศาเซลเซียส)	18.30
ความสามารถในการละลาย 25 ^{0}ซ. (กรัมต่อ 100 มล.)	432
ความสามารถในการละลาย 100 ^{0}ซ. (กรัมต่อ 100 มล. น้ำ)	614

ที่มา : Farnsworth (1968)



ได้ดีเมื่อมีความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ถึง 1 นอร์มัล ถ้าเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน $[ZnCl_3]$ หรือ $[ZnCl_4]^2$ และมีความเป็นกรดสูงซึ่งสามารถละลายแป้ง เซลลูโลสและสารอินทรีย์ต่างๆ ได้ เชื่อกันว่าวัตถุดิบที่นำมา ผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีใช้ซิงค์คลอไรด์ควรจะมีเซลลูโลสมาก เช่น ชานอ้อย ซึ่งจะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพสูง โดยทั่วไปขั้นตอนการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ (แสดงในรูปที่ 2) อย่างไรก็ตามสำหรับกะลาตาลโตนดซึ่งมีความแข็งและเหนียว อาจต้องทำให้เป็นถ่านก่อนเพื่อทำให้บดง่ายขึ้น แต่ไม่ควรให้สภาวะการคาร์โบไนซ์รุนแรงเกินไป

แม้ว่ากลไกการเกิดปฏิกิริยายังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ก็ได้นำซิงค์คลอไรด์มาใช้ผลิตถ่านกัมมันต์ พบว่าเคยใช้ซิงค์คลอไรร์คาร์โบไนซ์ร่วมกับไม้ เซลลูโลส หรือ พีท โดยใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบ:ซิงค์คลอไรด์ = 1:6 เติมน้ำเท่าที่จำเป็น นำไปอบแห้งและคาร์โบไนซ์ที่อุณหภูมิ 400-900°ซ. (Hassler 1967) ประเทศแถบยุโรปได้ใช้วัตถุดิบ:สารละลายซิงค์คลอไรด์เข้มข้น = 1:0.5 ถึง 4 (วัตถุดิบที่ใช้คือ ผงพีทหรือผงขี้เลื่อย) ในบางครั้งมีการเติมกรดไฮโดรคลอริกหรือกรดฟอสฟอริกด้วย แล้วนำไปอบแห้ง และคาร์โบไนซ์ที่อุณหภูมิ 400-900 °ซ. ล้างซิงค์คลอไรด์ออกจากถ่านที่ได้ด้วยสารละลายกรดและน้ำ



รูปที่ 2 ขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยซิงค์คลอไรด์

การใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นสารกระตุ้น เชื่อว่าจะทำหน้าที่ละลายเซลลูโลสและลิกนินที่มีอยู่ในวัตถุดิบออกมาทำให้เกิดรูพรุนเล็กๆ บนผิวของวัตถุดิบ เมื่อนำไปให้ความร้อนรูเล็กๆ เหล่านี้จะมีความสามารถในการดูดซับสูงเรียกบริเวณนี้ว่า active center นอกจากนี้ขณะที่ให้ความร้อนแก่ถ่าน ซิงค์คลอไรด์จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้วัตถุดิบเกิดการลุกไหม้กลายเป็นเถ้า (จึงไม่ควรใช้ความร้อนสูงกว่าจุดเดือดของซิงค์คลอไรด์) รวมทั้งช่วยในการจัดโครงสร้างของถ่านให้เหมาะสมต่อการดูดซับ จากเหตุผลดังกล่าวจึงพบว่า โดยทั่วไปขั้นตอนในการใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นสารกระตุ้นจึงมักใช้วัตถุดิบทางการเกษตรโดยไม่ต้องเปลี่ยนรูปให้เป็นถ่านก่อน ต่างกับวิธีทางกายภาพซึ่งมักใช้วัตถุดิบที่อยู่ในรูปถ่าน

Burrage (1933) ให้ความเห็นว่า การผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุที่มาจากพืช (vegeatble matter) ด้วยสารดูดน้ำ (dehydrating agent) เป็นผลมาจากความสามารถในการละลายลิกนินหรือเซลลูโลสของสารกระตุ้นที่ใช้ ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบจึงควรมีสารทั้งสองมาก ซึ่งต่อมา Mukherjee (1947) ได้ทดลองผลิตถ่านกัมมันต์จาก กะลามะพร้าว ซึ่งมีปริมาณลิกนินร้อยละ 32.4 และเปลือกถั่วลิสง ซึ่งมีปริมาณลิกนินร้อยละ 20.7 พบว่าที่สภาวะเดียวกันถ่านกัมมันต์ที่ได้จากกะลามะพร้าวมีความสามารถในการดูดซับสูงกว่าถ่านกัมมันต์ที่ได้จากเปลือกถั่วลิสง นอกจากนี้ยังพบว่า $ZnCl_2$ สามารถละลายกำมะถันออกมาจากวัตถุดิบในรูปของ ZnS ด้วย (Calurla et al. 1991)

โดยทั่วไปตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่ได้คือ ปริมาณซิงค์คลอไรด์ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการกระตุ้น

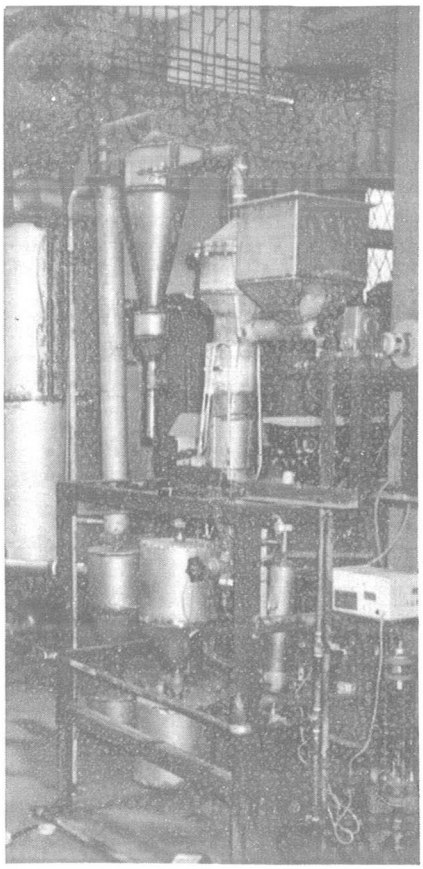
อุปกรณ์และวิธีการ

สภาวะการทดลอง

เป็นการผลิตถ่านกัมมันต์ในระดับห้องปฏิบัติการ จากกะลาตาลโตนดแต่เนื่องจากกะลาตาลโตนดมีลักษณะแข็งและเหนียวทำให้บดได้ยาก ในการทดลองนี้จึงเปลี่ยนให้อยู่ในรูปถ่านก่อน และได้หาสภาวะที่เหมาะสมของการเปลี่ยนรูปให้เป็นถ่าน เพื่อให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่ความสามารถในการดูดซับดี ใช้อุณหภูมิของการกระตุ้นที่ 500 °ซ. ระยะเวลา 60 นาที ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความเข้มข้นและปริมาณของสารละลายซิงค์คลอไรด์ ระยะเวลาการเขย่า ขนาดของอนุภาคเริ่มต้น และวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของถ่านกัมมันต์ที่ได้คือ ค่าเถ้า ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะแบบ BET ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู และค่าการดูดซับไอโอดีน

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ เครื่องบดแบบ jaw - crusher เครื่องคาร์โบไนเซอร์แบบเบดนิ่ง (fixed bed carbonization) ความจุ 18 ล. เครื่องเขย่าตามแนวราบความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เครื่อง UV-VIS spectrophotometer ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิว autosorb-1 ของ Quantachrom สหรัฐอเมริกา ชุดกรองสุญญากาศครูซิเบิลพอร์ซเลนซ์พร้อมฝา ขนาด 130 มล. ซิงค์คลอไรด์เกรดการค้า สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเกรดการค้า เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก สารละลายด่างโซเดียมคาร์บอเนต-เกรดการค้า เข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักสารละลายเมทธิลีนเกรดวิเคราะห์ ความเข้มข้น 0.3 ก./ล. สารละลายไอโอดีนเกรดวิเคราะห์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเกรดวิเคราะห์ ความเข้มข้น 0.1 และ นอร์มัล และน้ำแป้งเกรดการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก



วิธีการ

การทดลองที่ 1

หาสภาวะการผลิตถ่านกะลาตาลโตนดที่เหมาะสม

1.1 เผาถ่านกะลาตาลโตนดในเครื่องคาร์โบไนเซอร์ครั้งละ 2,000 ก โดยแปรอุณหภูมิที่ใช้คือ 200,250,300, 400 °ซ.และแปรเวลาที่ใช้คือ 1,2,3 ชม.

1.2 บดถ่านที่ได้และคัดขนาด 1.68-2.38 มม.

1.3 ชั่งถ่าน 20 ก. ในครูซิเบิล แล้วเติมสารละลายซิงค์คลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ให้อัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านเท่ากับ 3:1 (ใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์ 60 ก.)

1.4 ปิดฝาแล้วตั้งทิ้งไว้ 3 วัน โดยไม่มีการเขย่า เพื่อให้ซิงค์คลอไรด์ซึมทั่วอนุภาคถ่าน

1.5 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ. นาน 60 นาที

1.6 ทิ้งไว้ให้เย็นนอกเตา แล้วนำไปล้างด้วยสารละลายกรด ไฮ-โดรคลอริกร้อน น้ำร้อน สารละ-ลายด่างโซเดียมคาร์บอเนต และน้ำร้อน จนกระทั่งน้ำล้างเป็นกลาง

1.7 ชั่งและบดให้ละเอียดจนสามารถผ่านแร่งขนาด 45 ไมครอน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

การทดลองที่ 2

หาความเข้มข้นของสารละ-ลายซิงค์คลอไรด์และอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านกะลาตาลโตนดที่เหมาะสม

2.1 เผาถ่านกะลาตาลโตนดในเครื่องคาร์โบไนเซอร์ครั้งละ 2,000 ก. ที่อุณหภูมิ 200 °ซ.ระยะเวลา 2 ชม.

2.2 บดถ่านที่ได้และคัดขนาด 1.68-2.38 มม.

2.3 ชั่งถ่าน 20 ก.ในครูซิเบิล แล้วเติมสารละลายซิงค์คลอไรด์ โดยแปรความเข้มข้นคือร้อยละ 30,40,50,60,70 โดยน้ำหนัก และแปรอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านเป็น 2:1,3:1,4:1 (ใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์ 40,60,80 ก.)

2.4 ปิดฝาแล้วตั้งทิ้งไว้ 3 วัน โดยไม่มีการเขย่าเพื่อให้ซิงค์คลอไรด์ซึมทั่วอนุภาคถ่าน

2.5 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ. นาน 60 นาที

2.6 ทิ้งไว้ให้เย็นนอกเตา แล้วนำไปล้างด้วยสารละลายกรดไฮ-โดรคลอริกร้อน น้ำร้อน สารละลายด่างโซเดียมคาร์บอเนต และน้ำร้อน จนกระทั่งน้ำล้างเป็นกลาง

2.7 ชั่งและบดให้ละเอียดจนสามารถผ่านแร่งขนาด 45 ไมครอน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

การทดลองที่ 3 (ส่วนที่ 1)

หาผลของการเขย่าในขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนดในสารละลายซิงค์คลอไรด์และ หาขนาดอนุภาคเริ่มต้นที่เหมาะสมของถ่าน

3.1 เผาถ่านกะลาตาลโตนดในเครื่องคาร์โบไนเซอร์ครั้งละ 2,000 ก. ที่อุณหภูมิ 200°ซ. เป็นเวลา 2 ชม.

3.2 บดถ่านที่ได้และคัดขนาดเป็น 1.19-1.68,1.68-2.38 และ 2.38-3.36 มม.

3.3 ชั่งถ่าน 20 ก.ในครูซิเบิล แล้วเติมสารละลายซิงค์คลอไรด์โดยใช้ความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านเป็น 3:1 (ใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์ 60 ก.)

3.4 ปิดฝาแล้วตั้งทิ้งไว้ 3 วัน โดยมีและไม่มีการเขย่า

3.5 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ. นาน 60 นาที

3.6 ทิ้งไว้ให้เย็นนอกเตา แล้วนำไปล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกร้อน น้ำร้อน สารละลายด่างโซเดียมคาร์บอเนต และน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำล้างเป็นกลาง

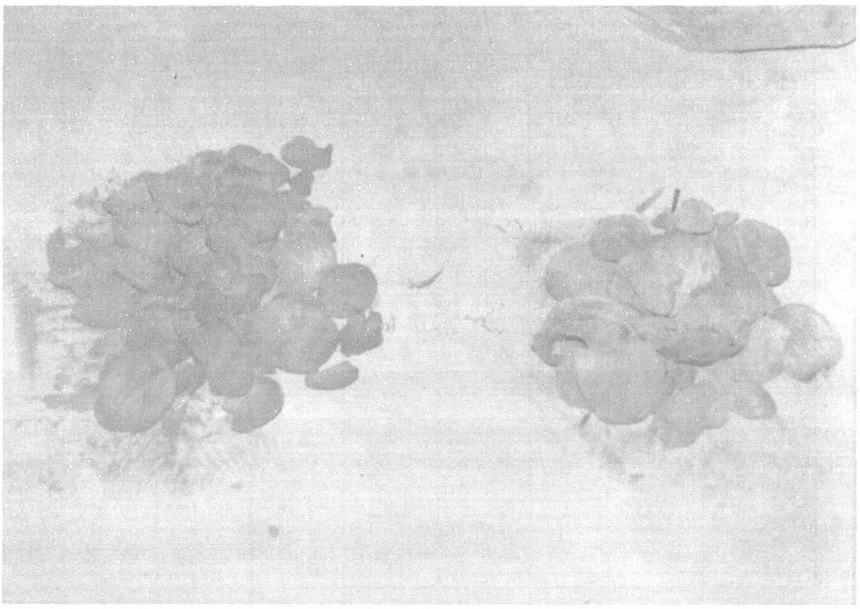
3.7 ชั่งและบดให้ละเอียดจนสามารถผ่านแร่งขนาด 45 ไมครอน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

การทดลองที่ 3 (ส่วนที่ 2)

หาเวลาที่เหมาะสมในการเขย่าสารละลายซิงค์คลอไรด์ขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนดและหาขนาดอนุภาคเริ่มต้นที่เหมาะสมของถ่าน

3.1 เผาถ่านกะลาตาลโตนดในเครื่องคาร์โบไนเซอร์ครั้งละ2,000 ก. ที่อุณหภูมิ 200 °ซ. นาน 2 ชม.

3.2 บดถ่านที่ได้และคัดขนาดเป็น 1.19-1.68,1.68-2.38 และ 2.38-3.36 มม.



(ก) (ข)

ก. ถ่านกะลาตาลโตนดที่คาร์โบไนซ์ที่ 200 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
ข. กะลาตาลโตนดก่อนเผา

3.3 ชั่งถ่าน 20 ก. ในครูซิเบิล แล้วเติมสารละลายซิงค์คลอไรด์โดยแปรความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านเป็น 3:1 (ใช้สารละลายซิงค์คลอไรค์ 60 กรัม)

3.4 ปิดฝาแล้วเขย่าเป็นเวลา 1 , 2 และ 3 วัน

3.5 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ. นาน 60 นาที

3.6 ทิ้งไว้ให้เย็นนอกเตา แล้วนำไปล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกร้อน น้ำร้อน สารละลายด่างโซเดียมคาร์บอเนต และน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำล้างเป็นกลาง

3.7 ชั่งและบดให้ละเอียดจนสามารถผ่านแร่งขนาด 45 ไมครอน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ

ผลการทดลอง

ผลของการทดลองที่ 1 เพื่อหาสภาวะการผลิตถ่านกะลาตาลโตนดที่เหมาะสม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ผลของการทดลองที่ 2 เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์และอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านกะลาตาลโตนด ที่เหมาะสมได้แสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ผลของการทดลองที่ 3 (ส่วนที่ 1) เพื่อหาผลของการเขย่าในขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนดในสารละลายซิงค์คลอไรด์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 ส่วนผลของการทดลองที่ 3 (ส่วนที่ 2) เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการเขย่าสารละลายซิงค์คลอไรด์ขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนดได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 3. คุณสมบัติของวัตถุดิบและถ่านกัมมันต์ที่ได้จากถ่านที่เตรียมที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

วัตถุดิบ	สถาวะการเตรียมวัตถุดิบ		คุณสมบัติโดยประมาณของวัตถุดิบ					คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้				
					ต่อน้ำหนักแห้ง (% นน.)							
	อุณหภูมิ (^{0}ซ.)	เวลา (ชม.)	Y (%นน.)	M (%นน.)	ASH	VCM	FC	Y (%)	ASH (%)	MB (มก./ก.)	IA (มก./ก.)	S_{BET} (ม.^{2}/ก.)
กะลา	-	-	-	8.06	1.90	80.10	18.00	-	3.22	444.80	1,208.61	1,954
ถ่านกะลา	200	1	56.82	5.10	6.22	49.35	44.43	46.09	2.33	293.27	1,110.64	1,888
	200	2	55.11	5.12	6.64	48.10	45.26	40.83	2.44	336.34	1,138.38	1,725
	200	3	52.36	5.21	6.92	45.04	48.04	35.20	3.65	326.55	1,090.37	1,436
ถ่านกะลา	250	1	54.59	4.30	3.82	42.38	53.80	35.57	1.19	282.33	1,050.61	1,391
	250	2	53.45	4.38	3.49	41.78	61.71	32.07	1.90	262.89	1,048.98	1,311
	250	3	49.37	4.42	2.68	39.65	57.97	27.80	1.27	286.59	1,040.71	1,217
ถ่านกะลา	300	1	46.36	1.74	1.85	35.00	63.15	34.38	1.08	218.93	1,145.61	935
	300	2	46.02	1.83	2.07	28.96	68.97	31.23	1.40	266.19	1,128.02	889
	300	3	42.94	2.20	2.01	27.90	70.09	25.54	0.98	225.47	1,088.75	779
ถ่านกะลา	400	1	37.88	2.05	2.02	19.88	78.10	32.69	2.34	89.18	940.15	899
	400	2	37.73	2.54	2.11	19.25	78.64	29.43	2.34	116.28	1,001.92	750
	400	3	35.54	2.30	2.21	15.07	82.72	24.63	2.47	27.77	809.31	600

ASH = ค่าเถ้า (ash) มีหน่วยเป็น ร้อยละ โดยน้ำหนัก

FC = ค่าถ่านคงตัว (fixed carbon) มีหน่วยเป็น ร้อยละ โดยน้ำหนัก

IA = ค่าไอโอดีน (iodine adsorption number) มีหน่วยเป็น มก./ก. ของถ่านกัมมันต์

M = ค่าความชื้น (moisture) มีหน่วยเป็น ร้อยละ โดยน้ำหนัก

MB = ค่าการดูดซับสารละลายเมทธิลีนบลู

S_{BET} = พื้นที่ผิวจำเพาะของรูพรุนทั้งหมด (total specific surface area) มีหน่วยเป็น ตร.ม./ก. ของถ่านกัมมันต์

VCM = ค่าสารระเหยที่เผาไหม้ได้ (volatile combustible matter) มีหน่วยเป็น ร้อยละ โดยน้ำหนัก

Y = ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (yield) มีหน่วยเป็น ร้อยละ โดยนำหนักของกะลาตาลโตนด

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของสารละลายซิงค์คลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง

$ZnCl_2$ (% นน.)	ค่าพีเอช	ความถ่วงจำเพาะ
30	4.500	1.268
40	3.868	1.368
50	3.156	1.496
60	1.983	1.663
70	0.622	1.835

สดมภ์ที่ 1 คือความเข้มข้นของ $ZnCl_2$ ที่ใช้ มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก,

สดมภ์ที่ 2 คือ ปริมาณของสารละลายที่ใช้ต่อน้ำหนักของถ่าน, **สดมภ์ที่ 3** คือ ปริมาณของเนื้อสาร $ZnCl_2$ ซึ่งหักน้ำหนักของน้ำแล้ว มีหน่วยเป็นกรัมของ $ZnCl_2$ ต่อกรัมของถ่าน

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของสารละลายซิงค์คลอไรด์และถ่านกัมมันต์ที่ได้ในการทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์และอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านกะลาตาลโตนดที่เหมาะสม

ความเข้มข้น (นน.)	อัตราส่วน $ZnCl_2$ ต่อถ่านกะลา (นน.)	นน. ของ $ZnCl_2$ (ก./ก.)	Y (%)	ASH (%)	MB (มก./ก.)	IA (มก./ก.)	S_{BET} (ม.^{2}/ก.)
0	0	0.0	-	2.53	0.32	249.50	610
30	2:1	0.6	39.40	6.20	183.74	853.19	949
	3:1	0.9	44.02	6.17	204.91	979.66	1,186
	4:1	1.2	41.02	6.10	261.00	1009.85	946
40	2:1	0.8	41.74	6.13	242.40	924.02	1,482
	3:1	1.2	44.13	6.24	231.23	1,000.15	1,574
	4:1	1.6	43.84	6.63	343.42	1,043.44	1,757
50	2:1	1.0	43.28	5.59	276.70	1,010.71	1,320
	3:1	1.5	40.83	2.44	336.34	1,138.38	1,725
	4:1	2.0	43.43	4.62	377.25	1,080.27	1,507
60	2:1	1.2	41.56	4.62	321.38	1,015.62	1,238
	3:1	1.8	41.60	3.73	401.16	1,078.36	1,703
	4:1	2.4	41.64	4.83	398.87	1,068.24	1,636
70	2:1	1.4	41.72	2.74	354.24	901.78	1,692
	3:1	2.1	42.13	4.71	417.75	1,037.54	1,464
	4:1	2.8	42.90	5.33	424.38	1,059.39	1,269

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้ในการทดลองหาผลของการเขย่าในขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนด ในสารละลายซิงค์คลอไรด์

ลักษณะการแช่	เวลาแช่ (ชม.)	Y (%)	ASH (%)	MB (มก./ก.)	IA (มก./ก.)	S_{BET} (ม.^{2}/ก.)
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 16-12 เมช (ขนาดเล็ก)						
ไม่เขย่า	72	41.85	9.70	354.26	1,121.81	1,544
เขย่า	72	41.24	8.64	441.29	1,086.94	1,455
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 12-8 เมช (ขนาดกลาง)						
ไม่เขย่า	72	42.13	4.71	417.75	1,037.54	1,464
เขย่า	72	40.99	6.22	462.03	1,094.88	1,746
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 8-6 เมช (ขนาดใหญ่)						
ไม่เขย่า	72	41.60	5.08	302.43	1,081.35	1,010
เขย่า	72	43.26	4.92	384.93	1,124.47	1,566

ขนาดเล็ก หมายถึง ขนาด 1.19-1.68 มม.
ขนาดกลาง หมายถึง ขนาด 1.68-2.38 มม.
ขนาดใหญ่ หมายถึง ขนาด 2.38-3.36 มม.

วิจารณ์และสรุป

การแปรสภาวะการเตรียมถ่านกะลาตาลโตนด

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 และกราฟการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนดด้วยซิงค์คลอไรด์ ควรใช้วัตถุดิบที่เป็นถ่านที่เตรียมจากการคาร์โบไนซ์ที่มีดีกรีของการคาร์โบไนซ์ต่ำ กล่าวคือ อุณหภูมิไม่สูงและระยะเวลาไม่นาน จากการทดลองพบว่าสภาวะการคาร์โบไนซ์ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 200°ซ. และระยะเวลา 2 ชม (หากใช้ระยะเวลาเพียง 1 ชม. ถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีคุณภาพสูงกว่าเล็กน้อยแต่บดยากกว่า) ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีค่าเถ้าร้อยละ 2.44 ค่าพื้นที่ผิวของรูพรุนทั้งหมด 1,725 ม.^{2}/ก. ค่าเมทธิลีนบลู 336.34 มก./ก. และค่าไอโอดีน 1,138.38 มก./ก.

ความเข้มข้นและปริมาณของ $ZnCl_2$

1. **ผลของความเข้มข้น**

จากตารางที่ 5 และรูปที่ 4 จะเห็นว่าความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์มีผลต่อความสามารถในการดูดซับเมทธิลีนบลูอย่างเห็นได้ชัด คือ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดซับเมทธิลีนบลูจะสูงขึ้นด้วย ส่วนผลสมที่มีต่อคุณสมบัติอื่นๆ ของถ่านกัมมันต์นั้นไม่ชัดเจน เช่นเมื่อพิจารณาพื้นที่ผิวของรูพรุน เส้นความสัมพันธ์มีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีจุดสูงสุดแตกต่างกันตามอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่าน คือสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 และ 70 สำหรับอัตราส่วน 2:1, 50 ถึง 60 สำหรับอัตราส่วน 3:1 และ 40 สำหรับอัตราส่วน 4:1 และถ้าพิจารณาผลที่มีต่อปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ ก็จะพบความแตกต่างของเส้นความสัมพันธ์ตามอัตราส่วนของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อถ่าน คือสำหรับอัตราส่วน 3:1 และ 4:1 เส้นความสัมพันธ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 30-40 จากนั้นจะลดลงและเพิ่มขึ้นโดยมีจุดต่ำสุดอยู่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 แต่สำหรับอัตราส่วน 2:1 เส้นความสัมพันธ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 30-40 เช่นเดียวกับอัตราส่วน 2:1 และ 3:1 และเมื่อความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 40 ค่าเถ้าจะลดลงอย่าง

ต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาผลต่อค่าไอโอดีน จะเห็นว่าเส้นความสัมพันธ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะคุณสมบัติในการดูดซับเมทธิลีนบลูเพียงอย่างเดียว ควรใช้สารละลายซิงค์คลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นสูงๆ เมื่อใช้ความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 50 พบว่าค่าเมทธิลีนบลูเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.7-19.3 จึงสรุปว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมคือมากกว่าร้อยละ 60 จะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าเมทธิลีนบลู 321.38-424.38 มก./ก.

2. ผลของปริมาณ

จากตารางที่ 5 และรูปที่ 5 ปริมาณของซิงค์คลอไรด์ทำให้คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์เกิดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันเป็น 3 ช่วง คือ

ปฏิกิริยาช่วงที่ 1

คือช่วงที่ปริมาณของซิงค์คลอไรด์อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 0.9 ก. $ZnCl_2$/ ก. ถ่าน เป็นช่วงที่ซิงค์คลอไรด์น้อยเกินไป ไม่สามารถห่อหุ้มผิวของถ่านได้ ปฏิกิริยาที่เกิดจึงมีปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับออกซิเจนแข่งขันกับปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับซิงค์คลอไรด์ พิจารณาปริมาณเถ้าใน

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้ในการทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการเขย่าสารละลายซิงค์คลอไรด์ขณะแช่ถ่านกะลาตาลโตนด

ลักษณะการแช่	เวลาแช่ (ชม.)	Y (%)	ASH (%)	MB (มก./ก.)	IA (มก./ก.)	S_{BET} (ม.^{2}/ก.)
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 16-12 เมช (ขนาดเล็ก)						
เขย่า	0	-	9.40	383.53	949.26	1,236
เขย่า	24	44.04	8.57	407.31	957.72	1,230
เขย่า	48	41.11	8.47	453.56	1,063.35	1,449
เขย่า	72	41.24	8.64	441.29	1,086.94	1,445
เขย่า	168	42.52	7.82	418.31	1,098.90	1,393
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 12-8 เมช (ขนาดกลาง)						
เขย่า	0	-	6.70	317.51	1,031.96	1,157
เขย่า	24	40.26	5.89	325.10	1,088.82	1,980
เขย่า	48	39.53	5.66	372.44	1,150.30	1,348
เขย่า	72	40.99	6.22	462.03	1,194.88	1,746
เขย่า	168	39.04	5.47	429.48	1,110.42	1,667
วัตถุดิบคือถ่านกะลาตาลโตนดที่เผาที่ 200 °ซ. นาน 2 ชม. ขนาด 8-6 เมช (ขนาดใหญ่)						
เขย่า	0	-	4.38	377.07	986.98	1,203
เขย่า	24	43.19	4.71	386.54	1,057.76	936
เขย่า	48	41.91	5.29	392.63	1,068.00	1,531
เขย่า	72	43.26	4.92	384.93	1,124.47	1,566
เขย่า	120	41.66	5.63	418.42	1,075.78	1,475
เขย่า	168	41.91	3.77	418.59	1,092.51	1,532

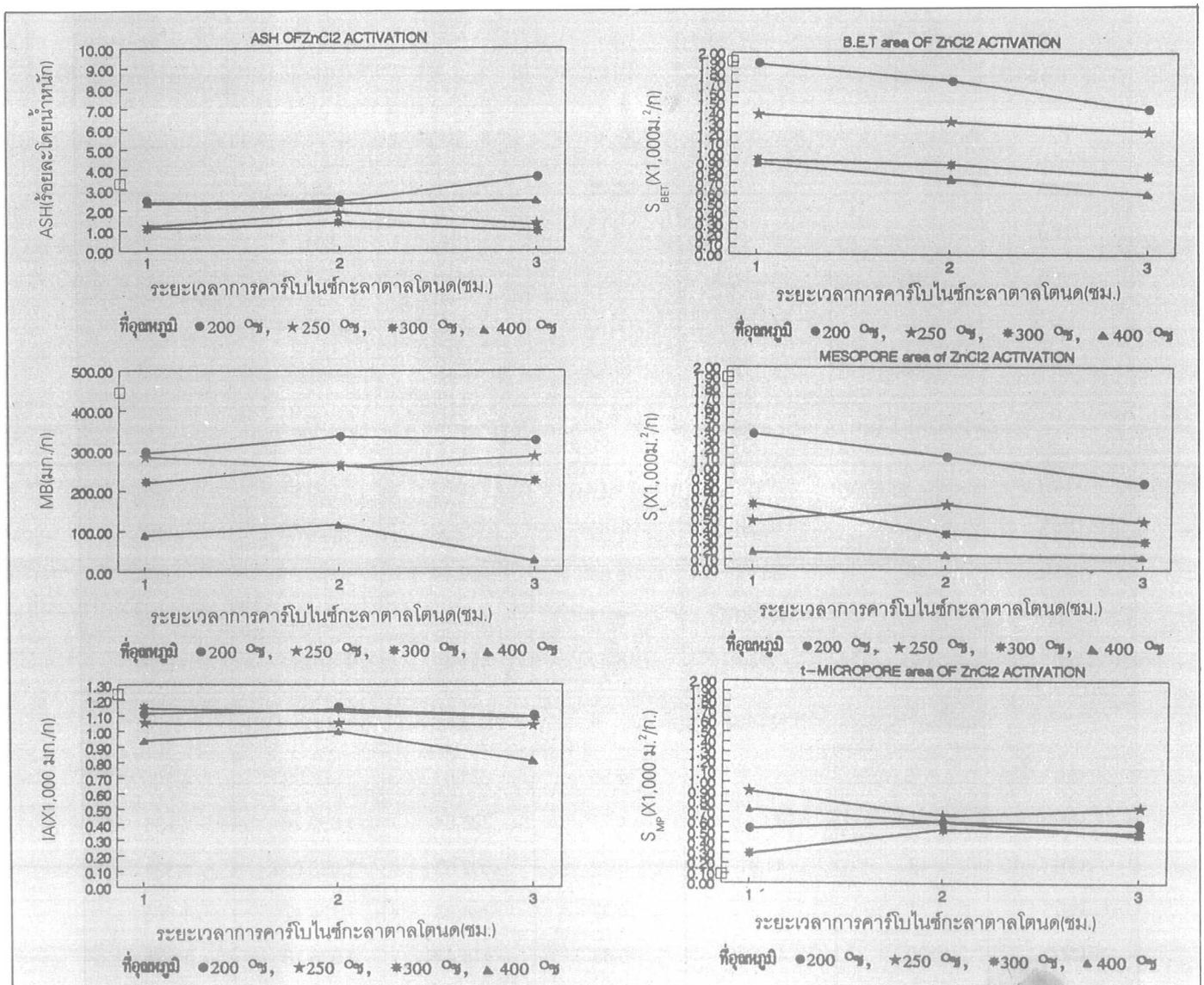
ถ่านกัมมันต์พบว่าค่าเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณซิงค์คลอไรด์เพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะคาร์บอนที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะหลุดออกจากโครงสร้าง สัดส่วนของปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์จึงสูงขึ้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติการดูดซับในของเหลว จะเห็นว่า คุณสมบัติในการดูดซับเมทธิลีนบลูและไอโอดีนมีค่าสูงขึ้น เมื่อปริมาณซิงค์คลอไรด์เพิ่มขึ้นแสดงว่ารูพรุนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนกับซิงค์คลอไรด์มีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ และช่วยดูดซับโมเลกุลที่อยู่ในสภาพของเหลวได้

ปฏิกิริยาช่วงที่ 2

คือระหว่าง 0.9 - 1.5 ก. $ZnCl_2$/ก. ถ่านเป็นช่วงที่ซิงค์คลอไรด์เกิดปฏิกิริยาได้ดีรวมทั้งป้องกันออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับถ่านได้ดีด้วย ช่วงนี้ปริมาณเถ้าจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งนี้เพราะซิงค์คลอไรด์ช่วยละลายเถ้าออกมา รวมทั้งมีอะตอมของคลอไรด์เข้าสู่โครงสร้างถ่านมากขึ้น ทำให้สัดส่วนของปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์ลดลง แสดงว่าเกิดรูพรุนเพิ่มขึ้น คุณสมบัติในการดูดซับเมทธิลีนบลูเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และการดูดซับไอโอดีนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งปริมาณของซิงค์คลอไรด์เป็น 1.0 ก. $ZnCl_2$/ก. ถ่าน แสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ จะมีรูพรุนขนาดใหญ่พอดีที่ใช้ในการดูดซับเมทธิลีนบลู หรือกล่าวได้ว่าโมเลกุลของซิงค์คลอไรด์จะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนที่อยู่ในโพรงขนาดใหญ่ได้ดีกว่าในโพรงขนาดเล็ก

ปฏิกิริยาช่วงที่ 3

คือปริมาณของซิงค์คลอไรด์มากกว่า 1.5 ก. $ZnCl_2$/ก. ถ่าน เป็นช่วงที่มีซิงค์คลอไรด์มากเกินพอซิงค์

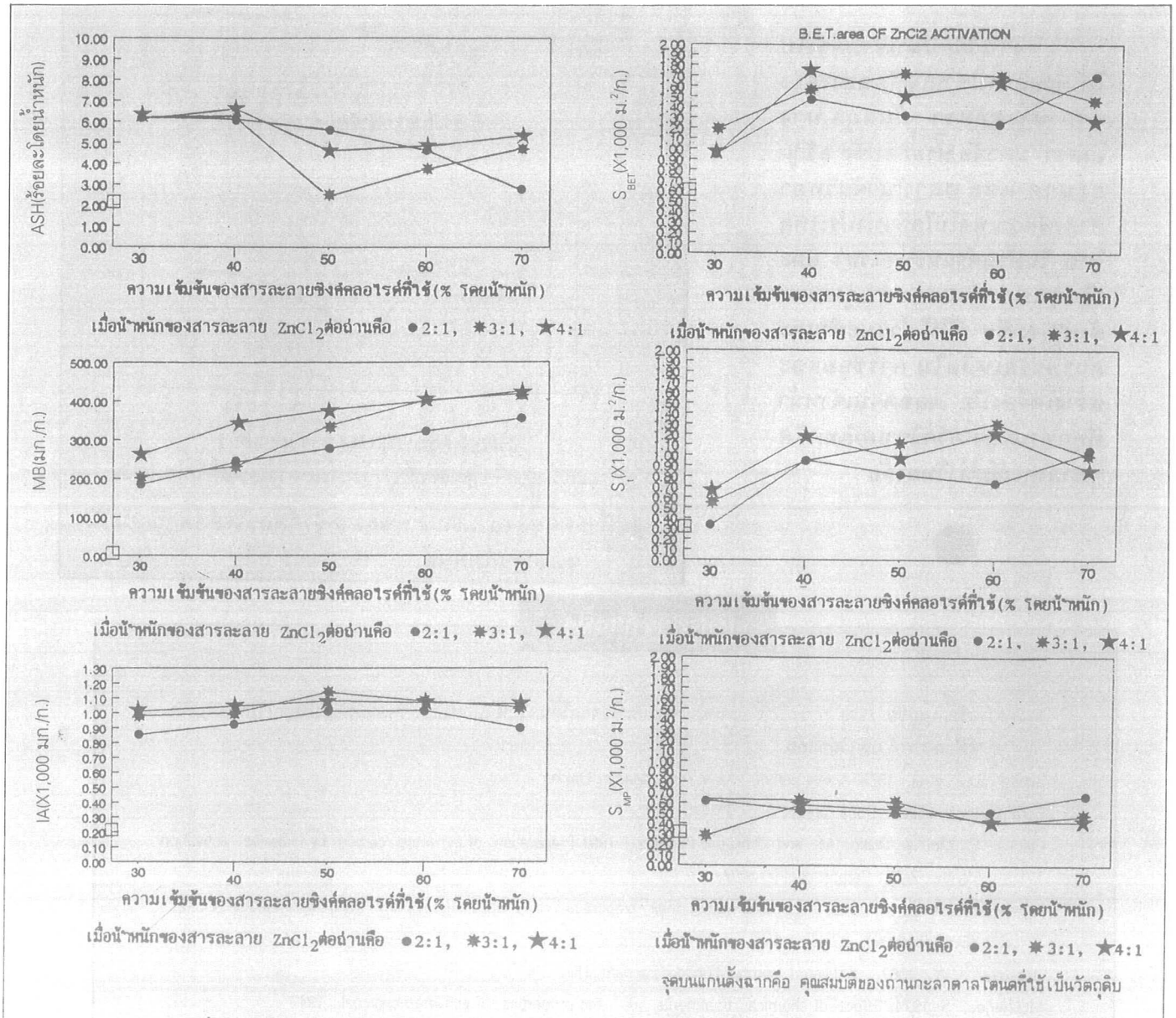


รูปที่ 3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาของการเตรียมถ่านต่อคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์

คลอไรด์จะถูกกักไว้ในช่องว่างและตามรูพรุนที่ว่องไวในการดูดซับ กลายเป็นส่วนหนึ่งของเถ้าสัดส่วนปริมาณเถ้าในถ่านกัมมันต์จึงเพิ่มขึ้นมาก เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่รูพรุน พบว่ามีแนวโน้มลดลงคาดว่าความร้อนทำให้รูพรุนเกิดการขยายตัว ปริมาณของซิงค์คลอไรด์ที่เหมาะสมคือ1.5 ก. $ZnCl_2$/ก. ถ่าน ถ่านกัมมันต์จะมีค่าเถ้าร้อยละ 2.44 พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 1,725 ม.^{2}/ก. ค่าเมทธิลีนบลู 336.34 มก./ก. และค่าไอโอดีน 1,138.38 มก./ก.

ระยะเวลาการเขย่า

จากการเปรียบเทียบผลของการเขย่าและไม่เขย่าในตารางที่ 6 จะเห็นว่า การเขย่าช่วยให้ถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติต่างๆ ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะการเขย่าวัตถุดิบที่มีขนาดกลางและใหญ่ ทั้งนี้เพราะการเขย่าสามารถช่วยให้โมเลกุลของซิงค์คลอไรด์ แพร่เข้าสู่ส่วนในของอนุภาคได้ดีขึ้น รวมทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดฟิล์มที่ต้านทานการแพร่บนผิวของถ่านด้วย จากผลการหาระยะเวลาการเขย่าที่เหมาะสมในตารางที่ 7 จะเห็นว่าระยะเวลาเขย่าที่เหมาะสมเปลี่ยนแปลงตามขนาดของอนุภาค กล่าวคือ สำหรับถ่านขนาดเล็กคือ 0 ถึง 48 ชม. ขนาดกลางและขนาดใหญ่ใช้เวลาเขย่ามากกว่า 72 ชม. ทั้งนี้ถ่านกัมมันต์ที่ได้มี ค่าเถ้าร้อยละ 4.92-8.47 พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 1,449-1,746 ม.^{2}/ก. ค่าเมทธิลีนบลู 384.93-453.96 มก./ก. ค่าไอโอดีน 1,063.35-1,194.88 มก./ก.



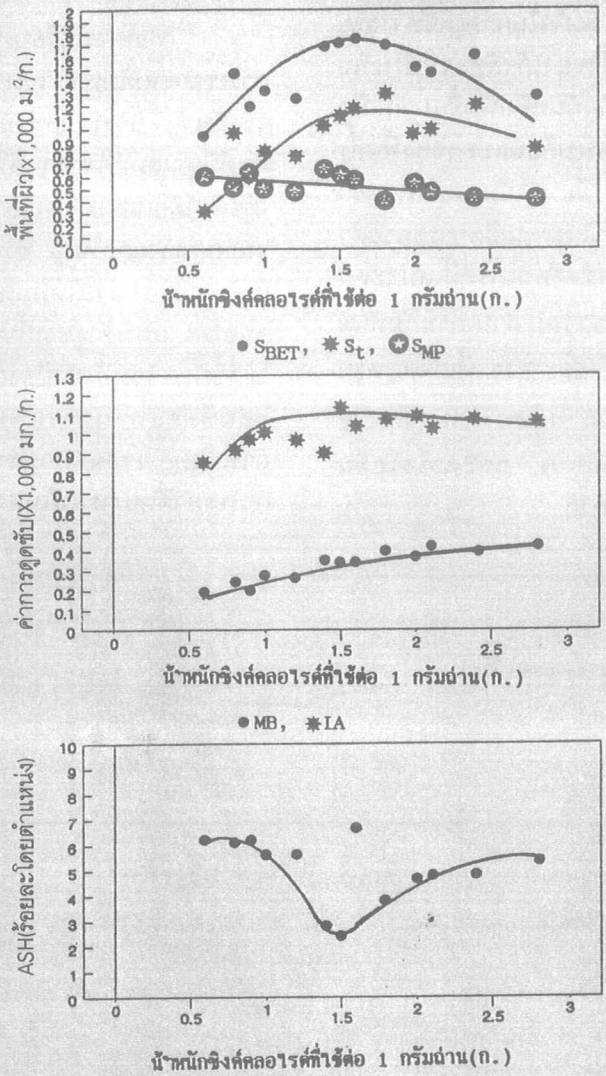
รูปที่ 4 ผลของความเข้มข้นของสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อคุณสมบัติของกัมมันต์

ขนาดของอนุภาคที่เหมาะสม

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่า ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณสมบัติสูงที่สุด คือ ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากอนุภาคขนาดกลางคือ ขนาด 1.68-2.38 มม. ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีค่าเถ้าร้อยละ 4.92-8.47 พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 1,449-1,746 ม.^{2}/ก. ค่าเมทธิลีนบลู 384.93-453.96 มก./ก. และค่าไอโอดีน 1,063.35-1,194.44 มก./ก.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก นางสุภัทรา มั่นสกุล,นางเกศรา นุตาลัย,นายศิลปชัย อรัญยะนาค และ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ในด้านคำแนะนำ เวลา และเงินทุนบางส่วนขอขอบคุณนายสังข์ ชมชื่น ที่ให้ คำแนะนำและความช่วยเหลือใน การซ่อมและสร้างเครื่องมือ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านของ ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุดบนแกนตั้งฉากคือ คุณสมบัติของถ่านกะลาตาลโตนดที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

รูปที่ 5 ผลของปริมาณสารละลายซิงค์คลอไรด์ต่อคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์

เอกสารอ้างอิง

ตระกูลมหชัย, บุญชัย. 2536. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนดในฟลูอิไดซ์เบด วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

Bansel, R.C. et al. 1988. Active carbon. New York : Marce Dekker.

Burrage, L J . 1933. Trans.Faraday Soc. *29*:445

Calurla, F. Molina - Sabio, M. and Rodriguez-Reinoso, F.1991. Preparation of activated carbon by chemical activation With $ZnCl_2$. Carbon. *29*:990-1007

Farnsworth, M. et al. 1968. Zinc chemicals, their properties and applications. New York : International Lead Zinc Research Organization

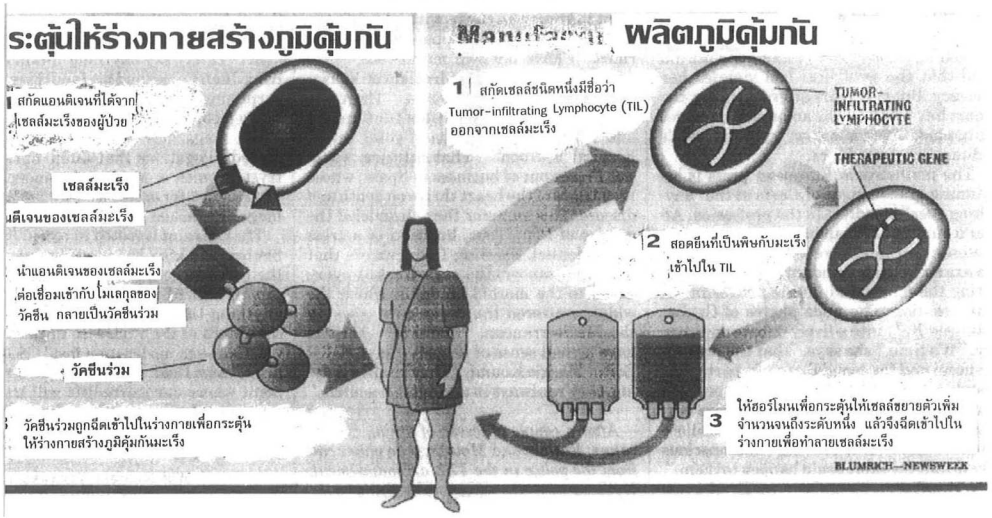
Hassler, J. W. 1967. Activated carbon. London: Leonard Hill.

Mukherjee, S. 1974. Effect of chemical treatments on the properties of activated charcoal. 1947

Suzuki, M. 1990. Adsorption engineering. Chemical Engineering Monographs Vol. 25. Tokyo: Kodansha,

ยำเทคโน

ปรุงโดย จรัส บุณยธรรมา



วัคซีนมะเร็ง

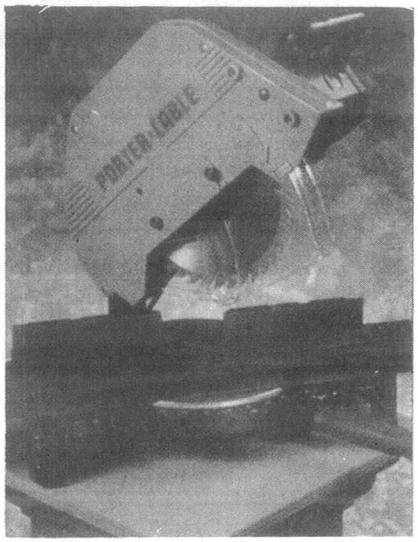
ตั้งแต่มนุษย์เรียนรู้การทำวัคซีนเพื่อป้องกันโรค มีโรคร้ายบางชนิดได้สูญพันธุ์ไปแล้วอย่างเช่นโรคฝีดาษเป็นต้น ช่วยให้เด็กที่เกิดในยุคปัจจุบันไม่ต้องปลูกฝีกันอีก อย่างไรก็ตามโรคบางชนิดเช่น มะเร็ง และเอดส์ มนุษย์ยังหาวิธีจัดการกับมันไม่ได้

โดยปกติ ร่างกายของคนเรามีภูมิคุ้มกันที่จะกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ซึ่งส่วนที่สำคัญของระบบภูมิคุ้มกันได้แก่ เม็ดเลือดขาวและแอนติบอดี กระนั้นถึงเราจะรู้กลไกนี้พอสมควร แต่ก็ยังไม่เข้าใจว่าทำไมมันไม่สามารถจัดการกับเซลล์มะเร็งหรือเอดส์ได้

โครงการวัคซีนมะเร็งจึงเริ่มอย่างจริงจังเมื่อปี พ.ศ. 2513 โดยที่นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นพบฮอร์โมนชนิดหนึ่ง ซึ่งไปช่วยกระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวขยายและแบ่งตัวได้อย่างรวดเร็ว เชื่อว่าหลังจากฉีดเข้าไปในร่างกายแล้วจะไปทำลายเซลล์มะเร็งได้มากขึ้น แต่การรักษาในตอนนั้น ยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร จนถึงปลายปี พ.ศ. 2527 จึงได้มีการสกัดเซลล์ TIL สำเร็จ

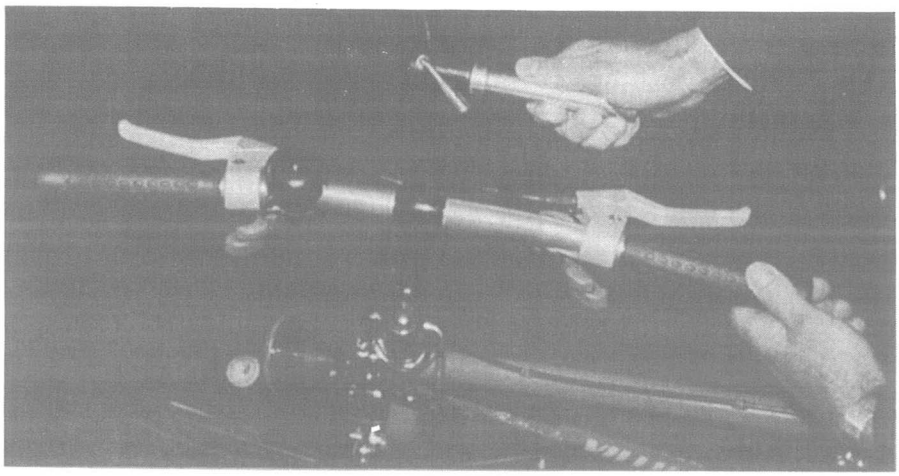
ขณะเดียวกันเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ได้พัฒนาไปไกลพอสมควร สามารถสอดสารมีพิษกับมะเร็งลงไปใน TIL ได้ อุปมาคล้ายๆกับการบรรจุหัวระเบิดเข้าไปบอมบ์เซลล์มะเร็งในร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพการรักษาดีขึ้นกว่าเก่ามาก ส่วนอีกวิธีหนึ่งสกัดแอนติเจนออกจากเซลล์ของมะเร็ง แล้วนำมาต่อหรือเชื่อมเข้ากับโมเลกุลของวัคซีน กลายเป็นวัคซีนร่วม หลังจากฉีดเข้าไปในร่างกายจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างภูมิคุ้มกันมะเร็งออกมา วิธีดังกล่าวนี้สามารถปรับเปลี่ยนตัวกระตุ้นได้หลายรูปแบบเพื่อเลือกให้เหมาะสมกับมะเร็งแต่ละประเภทไป ทำให้ประสิทธิภาพการรักษาสูงขึ้น

สงครามระหว่างมนุษย์กับมะเร็งซึ่งดูเสมือนว่ามนุษย์จะเป็นฝ่ายแพ้มาโดยตลอด ทำท่าว่ามนุษย์จะเป็นฝ่ายตีโต้กลับ และในอนาคตอาจจะสามารถปราบมันจนสูญพันธุ์ไปได้ในที่สุด



นำด้วยแสงเลเซอร์

ถ้าเลื่อยไม้บ่อยๆ คงทราบดีว่าการเลื่อยให้ตรงไม่ใช่เรื่องง่าย แม้จะใช้เครื่องจักรใบเลื่อยตัดก็ตามที อย่างไรก็ตามเครื่องจักรใบเลื่อยที่เห็นอยู่ในรูปมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว มีเครื่องกำเนิดเลเซอร์สีแดงส่องนำทางให้เลื่อยสามารถตัดได้ตรง เป็นการประยุกต์เข้าท่าดี น่าลอกเลียนแบบ



จักรยานยุคใหม่

จักรยานเป็นพาหนะที่ใช้ในการขับเคลื่อนในระยะทางสั้นๆ ถ้าระยะไกลเป็นกิโลๆ ขึ้นไปย่อมเปลี่ยนไปใช้รถยนต์แทนจะสะดวกและปลอดภัยกว่า

ครอบครัวสมัยใหม่ที่ชอบย้ายถิ่นฐานภูมิลำเนากันอยู่เสมอๆ การขนย้ายจักรยานแต่ละทีกินเนื้อที่ภายในรถไปไม่ใช่น้อย โดยเฉพาะตรงส่วนที่เป็นมือจับ แต่จักรยานยุคใหม่ที่เห็นอยู่ในภาพ ส่วนที่เป็นมือจับสามารถหมุนให้อยู่ในแนวเดียวกับจักรยาน ช่วยให้การขนย้ายเป็นไปได้โดยง่าย

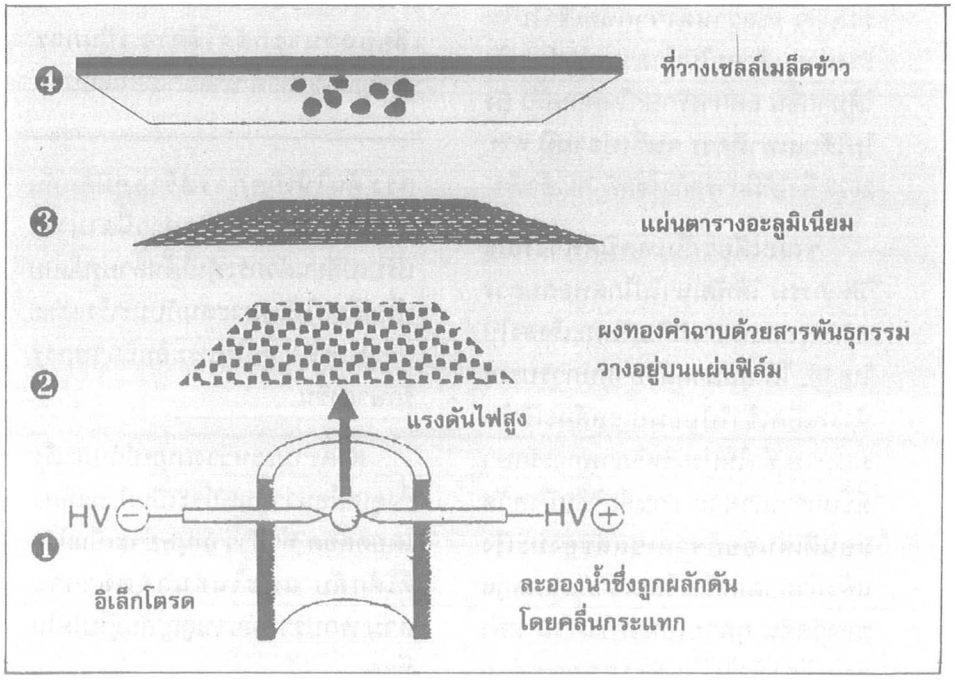
ปืนยิงกระสุนพันธุกรรม

ชาวนามักประสบปัญหาปลูกข้าวแล้วอยู่ๆ ก็เป็นโรคหรือไม่ก็แมลงลงกินหมดไปทั้งนา ปีนั้นก็ถือว่าเป็นความโชคร้าย ปีนั้นก็ต้องกู้หนี้ยืมสินเพิ่มเติม

แต่ว่าตั้งแต่นี้ไปไม่ต้องเป็นห่วงแล้ว เพราะนักวิทยาศาสตร์บอกว่าสามารถสร้างปืนยิงกระสุนพันธุกรรมได้สำเร็จแล้ว และราคาก็ไม่แพงนักแถมทำง่ายอีกต่างหาก เพียงแต่ยิงกระสุนพันธุกรรมที่ได้เลือกสรรแล้วว่ามีความต้านทานต่อโรคพืชต่างๆ และต้านทานแมลงเข้าไปในเซลล์รังไข่ของข้าว นำเมล็ดข้าวที่ถูกยิงแล้วไปปลูกที่ใดก็ได้ เพราะมันเป็นข้าวที่ปลูกได้ทุกสถานที่ ทนต่อโรคและแมลงทุกชนิด ข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของหลายประเทศในโลก และมีคนรับประทานอยู่ถึง 2,000 ล้านคน ก็จะไม่มีวันขาดแคลนอีกต่อไป

นักวิศวกรรมพันธุศาสตร์ เคยทดลองอยู่หลายวิธีก่อนที่ใช้วิธีแบบยิงปืนอย่างวิธีที่ใช้ในอเมริกาและญี่ปุ่น ด้วยการแช่เปลือกของเซลล์ต้นอ่อนที่อยู่ในรังไข่ของเมล็ดข้าวในสารละลาย นักวิจัยจะสอดสารพันธุกรรมผ่านรูของผิวเซลล์ ซึ่งใช้วิธีทางไฟฟ้าเรียกว่า electroporation หรือด้วยวิธีทางเคมี polyethylene glycol ช่วยเจาะรูนิวเคลียสของเซลล์เมล็ดข้าว แต่วิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลกับพันธุ์ข้าวบางชนิดและมักจะเป็นชนิดที่คนเขานิยมปลูกกันเสียด้วย เลยได้ลองผลิตปืนขึ้นมาและประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2532 กับถั่วเหลือง

กระบวนการมีขั้นตอนดังนี้ ฉีดละอองน้ำขนาดเล็กๆ เข้าไปในสนามไฟฟ้าแรงสูง น้ำจะระเหยอย่างรุนแรงเกิดคลื่นกระแทก พุ่งเข้าชนผงทองคำซึ่งฉาบด้วยสารพันธุกรรม วางอยู่บนแผ่นฟิล์ม ผงทองคำจะถูกคลื่นกระแทกหลุดออกจากแผ่นฟิล์มพุ่งผ่านแผ่นตารางอะลูมิเนียมที่ทำไว้เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นฟิล์มผ่านไป กระสุนทองคำจะทะลุผ่านเข้าไปในเซลล์รังไข่ของเมล็ดข้าว หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวไปปลูกในแปลงทดลอง แปลงหนึ่งปลูกข้าวถูกยิงมาแล้ว อีกแปลงหนึ่งปลูกข้าวธรรมดา (ไม่ได้ถูกยิง) โดยปล่อยโรคพืชลงไป ผลปรากฏว่าแปลงที่รับการยิงมา โตและออกรวงสวยงาม ส่วนอีกแปลงเหลือแต่ต้น ใบหายหมด ตายอย่างเดียวดาย

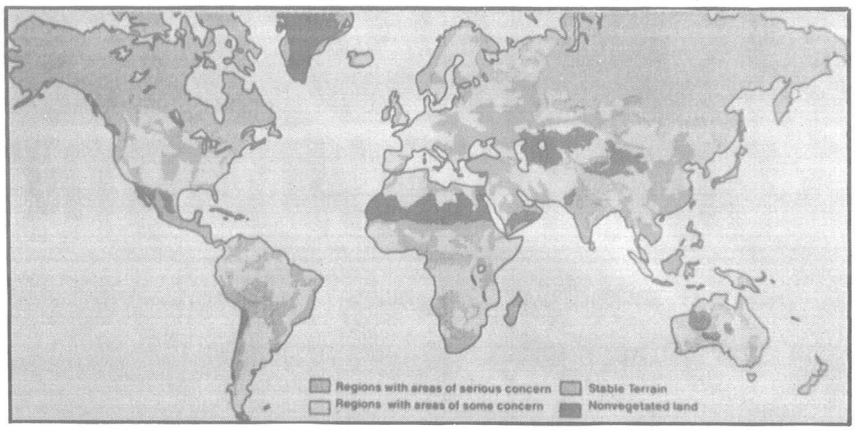


การสำรวจหน้าดินของสหประชาชาติ

จรัส บุณยธรรมา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี ปทุมธานี 12110

ตั้งแต่มหาสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา พื้นดินเพื่อการเกษตรมากกว่า 3,000 ล้านเอเคอร์ (7,500 ล้านไร่) ใหญ่ขนาดไหนคิดดูเอาเองแล้วกันว่าพื้นที่ของประเทศจีนบวกเข้ากับอินเดียยังมีขนาดเล็กกว่า ได้ถูกทำลายโดยกิจกรรมของมวลมนุษย์ไปแล้ว คุณค่าและปริมาณนั้นไม่อาจประมาณได้เป็นตัวเงิน ข้อมูลจากการสำรวจของสหประชาชาติล่าสุดพบว่าหน้าดินที่หายไปนั้นเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกซึ่งมีจำนวนมากขึ้นทุกๆ ปี แต่ละปีที่ชาวนาและชาวไร่ปลูกพืชเลี้ยงประชากรที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 92 ล้านคนทุกปี หน้าดินจะหายไปอย่างน้อย 24 พันล้านตัน ไม่จำเป็นต้องให้ศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยเกษตรอันมีชื่อเสียงมาบรรยาย คนธรรมดาที่ไม่มีปริญญาห้อยท้ายก็สามารถใช้วิจารณญาณได้เองว่า ถ้าการทำลายหน้าดินยังมีอยู่ในลักษณะเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ สักวันหนึ่งมันคงจะต้องหมดไปแน่ๆ

ภาพที่เห็นเป็นบริเวณที่หน้าดินได้ถูกทำลายไปแล้ว พื้นที่อย่างน้อย 22 ล้านเอเคอร์ (55 ล้านไร่) ไม่สามารถทำการเกษตรกรรมต่อไปได้อีก และความหวังฟื้นฟูริบหรี่แทบเป็นไปไม่ได้ ส่วนพื้นดินอีก 740 ล้านเอเคอร์ (1,850 ล้านไร่) น่าห่วงใยเป็นอย่างยิ่ง แต่มีโอกาสฟื้นฟู อย่างไรก็ตามประเทศหนึ่งประเทศใดไม่สามารถรับผิดชอบได้ไหว ต้องอาศัยความร่วมมือในระดับโลก และที่เหลืออีก 2.3 พันล้านเอเคอร์ (6.9 พันล้านไร่) ต้องเร่งรีบป้องกันไม่ให้หน้าดินสูญเสียไปมากกว่านี้



การสูญเสียหน้าดินมาจากการทำนาเกลือ การเกษตรกรรมแผนใหม่มีการใช้ทั้งปุ๋ย ยาฆ่าแมลงกันอย่างมากมาย และการเลี้ยงสัตว์ในระบบอุตสาหกรรม

* 35% ของการสูญเสียหน้าดินมาจากการเลี้ยงปศุสัตว์ ส่วนใหญ่เกิดในทวีปแอฟริกา และหมู่เกาะแถบมหาสมุทรแปซิฟิก สัตว์เลี้ยงจะเหยียบย่ำพืชที่คลุมดิน น้ำหนักตัวของมันจะไปอัดดินให้แน่น ทำให้ลดความสามารถในการอุ้มน้ำลง ไม่นานนักดินก็จะเสีย

* 30% ของการสูญเสียหน้าดินมาจากการตัดไม้ทำลายป่า ส่วนใหญ่เกิดในทวีปเอเชียตอนใต้ และทวีปอเมริกาใต้

* 28% ของการสูญเสียหน้าดินมาจากเกษตรกรรมแผนใหม่ การใช้ปุ๋ยและพ่นยาฆ่าแมลงอย่างมากมายเกินความจำเป็น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในทวีปอเมริกาเหนือ และการเกษตรกรรมแผนใหม่ที่ไม่ถูกวิธีช่วยเร่งการทำลายหน้าดินให้เร็วขึ้นไปอีก

รากฐานของปัญหาจริงๆ เกิดมาจากความยากจน ทำให้ประเทศด้อยพัฒนาไม่มีทางเลือก ต้องเพิ่มผลผลิตและเก็บเกี่ยวทรัพยากรบนแผ่นดินของตนเองขายแลกเงิน แน่นอนในเวลาไม่นานนักพื้นดินก็ย่อมต้องเสื่อมสูญไปตามระยะเวลา

สังคมโลกที่สร้างความเชื่อว่า ยิ่งผลิตมากยิ่งมีราคาสูง เร่งเร้าให้เกิดการเกษตรแบบผลิตมากๆ เพื่อผลกำไร มีผลทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน ปีถัดไปผลผลิตต่อไร่จะลดลง ดังนั้นเพื่อให้ผลผลิตยังคงเดิม ชาวนาก็ต้องเพิ่มพื้นที่การผลิต นั่นก็หมายถึงว่าต้องมีการทำลายหน้าดินเพิ่มขึ้น

การฟื้นฟูสภาพดิน การปลูกป่าและการป้องกันการขยายตัวของทะเลทราย ต้องอาศัยการร่วมมือในระดับโลก ซึ่งทางสหประชาชาติกำลังศึกษาหาความเป็นไปได้อยู่ แต่กว่าจะลงมือทำกันจริงๆ หน้าดินคงจะหมดไปอีกหลายอยู่

การสูญเสียหน้าดินของโลกทำให้การเกษตรกรรมได้รับความเสียหายอย่างหนักหน่วง การทำป่าไม้ การทำปศุสัตว์ การทำฟาร์ม ล้วนแต่ได้รับผลกระทบแทบทั้งสิ้น ภาพที่เห็นเป็นการสำรวจของสหประชาชาติซึ่งแสดงให้เห็นค่อนข้างจะชัดว่า หน้าดินได้ถูกทำลายไปแล้วอย่างมากมาย

สาหร่าย กับศักยภาพที่รอการพัฒนา

อาภารัตน์ มหาขันธ์ ณัฐพร พันธุมนาวิน และพงศ์เทพ อันตะริกานนท์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กทม. 10900

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสาหร่าย (algotechnolgy) กำลังมีความก้าวหน้าและได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมาก มีผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายหลายชนิดที่ได้รับการพัฒนาถึงขั้นออกจำหน่ายแล้ว เช่น อาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่ายคลอเรลลาและสไปรูลินา โปรวิตามินเอ รงควัตถุสีน้ำเงิน (phycocyanin) และสีส้ม (astaxanthin) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามความหลากหลายของสายพันธุ์สาหร่ายเป็นจุดก่อให้เกิดความหลากหลายในการพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อการใช้ประโยชน์ด้วยเช่นกัน ยังมีสาหร่ายอีกหลายชนิดที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงได้ทั้งในรูปแบบเดิมและผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงเป็นเรื่องที่น่าจะพัฒนาศักยภาพของสาหร่ายที่ยังมีอยู่อีกมากมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายที่อยู่ในความสนใจจากนักเทคโนโลยีชีวภาพและนักอุตสาหกรรมที่จะพัฒนาสู่ตลาดผู้บริโภคมีดังต่อไปนี้

วิตามิน

แม้จะยังไม่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางนัก ถึงปริมาณและชนิดของวิตามินที่พบในสาหร่ายแต่ละสายพันธุ์ ตลอดจนวิธีการเก็บเกี่ยวและสกัดวิตามินจากสาหร่ายอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามสาหร่ายหลายชนิดสามารถผลิตวิตามินได้ในระดับเดียวกันกับแบคทีเรียและยีสต์ ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณและชนิดของวิตามินที่พบในสาหร่ายและอาหาร จะเห็นว่าสาหร่ายเป็นแหล่งของโปรวิตามิน เอ (ในรูปของเบตาแคโรทีน) และ *Spirulina* หลายสายพันธุ์ น่าจะเป็นแหล่งที่ดีในการผลิตวิตามิน บี 12 ซึ่งมีราคาแพง

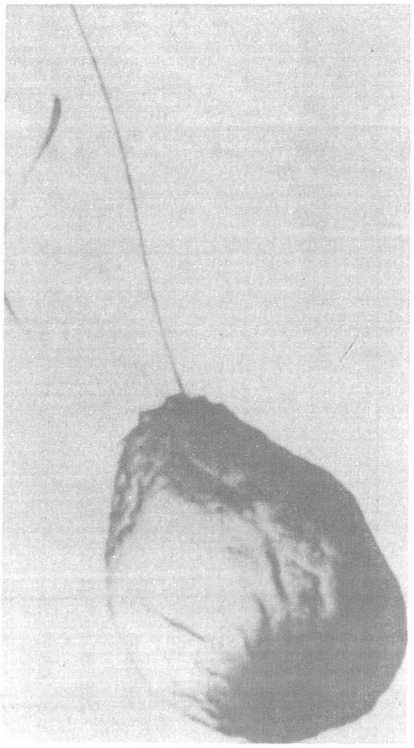
แคโรทีนอยด์ (carotenoids)

สาหร่ายบางชนิดสามารถสะสมแคโรทีนอยด์ได้สูงภายใต้สภาพการผลิตที่เหมาะสม เช่น *Dunaliella salina* สามารถสะสมแคโรทีนอยด์ได้สูงถึง 14% ของน้ำหนักแห้งในรูปของเบตาแคโรทีน ภายใต้สภาพการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีความเค็ม และความเข้มของแสงสูง แคโรทีนอยด์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นสีผสมอาหารธรรมชาติ ใช้เป็นสารเพิ่มสีในไข่ไก่และปลาแซมมอน ใช้เร่งการเจริญเติบโต และการเจริญพันธุ์ในโคขุน เป็นต้น ตารางที่ 2 แสดงถึงชนิดของสาหร่ายที่สามารถผลิตแคโรทีนอยด์ได้ในปริมาณมากภายใต้สภาพการผลิตที่เหมาะสม

ไขมัน

สาหร่ายหลายชนิดสามารถผลิตไขมันได้ในปริมาณมาก (ตารางที่ 3) จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาไขมันจากสาหร่ายมาใช้ในรูปของน้ำมันเชื้อเพลิง (fuel oil) เพื่อทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งนับวันจะหมดไป นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายบางชนิดที่สามารถผลิตไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ได้ในปริมาณมาก โดยมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำมันพืช (ตารางที่ 4) สามารถใช้เป็นแหล่งของน้ำมันปรุงอาหารได้ (edible oil) ในแง่การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์นั้นไขมันจากสาหร่ายสามารถทำให้แตกตัว (fractionated) เป็นฟอสโฟลีปิด (phospholipid) ซึ่งใช้ในการผลิตลิโปโซม (liposome) ที่ใช้เป็นพาหะนำยารักษาโรคที่ไม่สามารถละลายน้ำได้เข้าสู่อวัยวะเป้าหมายที่ต้องการรักษา

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในกลุ่มของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของสาหร่าย คือ กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ (essential fatty acid, EFA) (ตารางที่ 5) เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างได้ กรดไขมันเหล่านี้ได้แก่ กรดลิโนลีอิก (linoleic acid, 18:2), กรดแกมมาลิโนลีนิก(g-linolenic, GLA, 18:3-6,9,12),



Dunaliella sp.

กรดไดโฮโมแกมมาลิโนลีอิก (dihomo-g-linoleic acid, DGLA, 20:3-8,11,14), กรดอาราชิโดนิก(arachidonic acid, AA, 20:4-5,8,11,14) และ กรดไอโคซาเพนเทโนอิก (eicosapentaenoic acid, EPA, 20:5-5,8,11,14,17) เว้นแต่กรดลิโนลีอิกแล้วกรดไขมันที่จำเป็นเหล่านี้อาจพบได้ในปริมาณน้อยมากในพืชและสัตว์ กรดไขมันชนิด GLA,DGLA, AA และ EPA เป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนที่สำคัญ คือ โพสตาแกลนดิน (postaglandin, PGE 1) ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมความดันโลหิต, การสังเคราะห์คอเลสเทอรอล และอาการอักเสบบวมของเซลล์ นอกจากนี้ PGE 1 ยังใช้ในการบำบัดทางคลีนิคได้หลายประการ เช่น ลดความเจ็บปวดขณะคลอด, ลดอัตราการแท้ง, ป้องกันการปฏิสนธิ, รักษาโรคหอบหืด,รักษาอาการหลอดลมอักเสบ, รักษาบาดแผล, รักษาโรคความดันโลหิตสูง และลดการแข็งตัวของโลหิตในเส้นโลหิตและอวัยวะต่างๆ กรดไขมันเหล่านี้นอกจากจะเป็นสารตั้งต้นของ PGE 1 แล้ว ยังพบว่าการบริโภค GLA ช่วยในการรักษาโรคต่างๆ เช่น ข้ออักเสบ,โรคหัวใจ,โรคอ้วน,โรคที่เกิดจากการขาดสังกะสี,โรคพิษสุราเรื้อรัง, อาการซึมเศร้าในผู้สูงอายุ (manic- depression aging symptom) และโรคจิตประเภทลืมตัว (schizophrenia) ตลอดจนอาการก่อนการมีประจำเดือน (premenstrual syndrome) และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในรูปวิตามิน F สำหรับ EPA นั้นพบว่าเป็นกรดไขมันที่มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรม (ตารางที่ 6)

ในปัจจุบันมีการนำกรดไขมันที่จำเป็นไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางตามที่มีการจดสิทธิบัตรไว้ ดังแสดงในตารางที่ 7

นอกจากองค์ประกอบต่างๆ ของไขมันจะสามารถนำมาใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณและชนิดของวิตามินที่พบในสาหร่ายเปรียบเทียบกับอาหารบางชนิด

Alga	Pro - vitamin A	Vitamin E	Thia - mine	Ribo- flavin	Pyrid- oxine	Vitamin B12	Vitamin C	Biotin	Inositol	Folic acid	d-Ca - Panto- thenate	Nico- tinate
Spirulina platensis	840	120	44.0	37.0	3.0	7.0	80	0.3	380	0.4	13	-
S. platensis	300	-	28.0	33.4	1.3	2.4	-	0.06	-	-	-	-
S. maxima	1,400	140	54.0	41.0	3.0	6.0	70	0.4	340	0.6	11	-
S. maxima	225	-	13.8	28.5	1.3	0.3	103	-	-	-	-	-
Spirulina sp.	-	190	55.0	40.0	3.0	2.0	-	0.4	350	0.5	11	118
Scenedesmus obliquus	230	-	8.2	36.6	2.5	0.4	20	0.2	-	0.7	16.5	120
S. obliquus	1,000	140	17.0	40.0	-	0.4	-	0.2	-	7	15	120
S. quadricauda	554	-	11.5	26.9	-	1.1	396	-	-	729	46	108
Chlorella pyrenoidosa	480	-	9.9	35.9	22.9	0.02	-	0.15	-	-	20	240
Spinach (dry matter)	-	122	4.9	9.7	9.7	-	2,480	0.34	-	3.65	14.8	29.2
Beefliver (fresh)	-	10	3.0	290.0	7	0.65	310	1	-	2.9	73	136

ตารางที่ 2 ชนิดของสาหร่ายที่พบว่ามีการสะสมแคโรทีนอยด์ในปริมาณมากในสภาพการผลิตที่เหมาะสม

Alga	Carotenoi(s)	Conditions
Botryococcus braunii	β - carotene	Stationary phase
Dunaliella salina	β - carotene	High salt, high light, low N
Protosiphon botryoides	β - carotene	N - stress
Trentophoia aurea	β - carotene	N - stress
Ankistrodesmus braunii	Astaxanthin	N - stress
Chlamydomonas nivalis	Astaxanthin	Low temperature
Haematococcus pluvialis	Astaxanthin	N - stress stationary phase
Spongiochloris typica	Astaxanthin	Senescence
Chlorella fusca	Astaxanthin and Canthaxanthin	N - stress
C. zofingiensis	Astaxanthin and Canthaxanthin	N - stress
Neospongiococcum spp.	Astaxanthin and Canthaxanthin	N - stress
Selenastrum gracile	Astaxanthin and Canthaxanthin	N - stress

รูปที่ 1 การผลิตสารไอโซพรีนอยด์ (isoprenoid) "botrycoccenes" จากสาหร่าย *Botryococcus braunii*

ตารางที่ 3 ชนิดของสาหร่ายที่ผลิตไขมันได้ในสภาพการผลิตต่างๆ

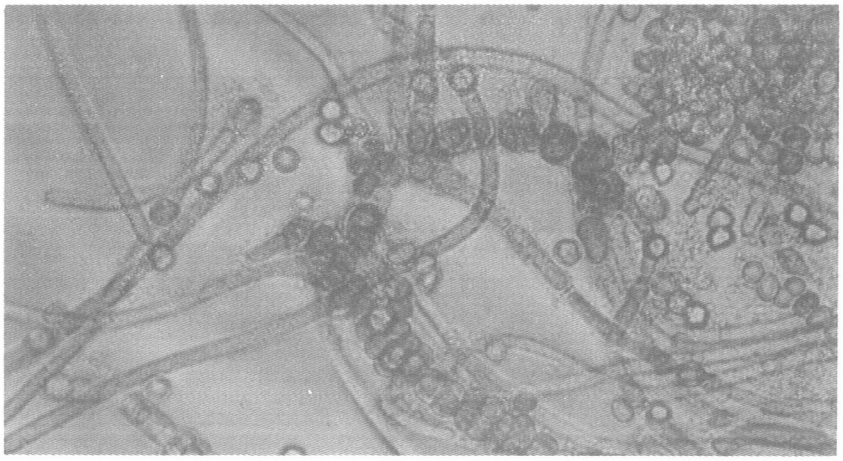
Alga	N - sufficient	N - starvation
Scotiella sp.	48	
Ochromonas danica	39 - 71	
Peridinium cinctum	36	
Cyrsochromulina polylepsis	48	
Crysochromulina kappa	33	
Prymnesium parvum	22 - 38	
Chroomonas salina	44	
Dunaliella primolecta	53.8	
Dunaliella salina	47.2	
Botyrococcus braunii	52.9	
Desert # 103 (chlorophyceae)	33.7	
Radiospahera negevensis	43.0	
Navicula pelliculosa	22 - 33	
Cosmarium laeve	15 - 33	
Protosyphon botryoides	37	
Scenedesmus dimorphus	16 - 40	
Nannochloris	20	47.8
Ourococcus	27	49.5
Nitzschia palea	27.2	39.5
Nanochloropsis salina	40.8	72.2
Isochrysis sp.	20	47
Chlorella pyrenoidosa	14.4	35.8
Chlorella vulgaris	33.1	54.2

ตารางที่ 4 ชนิดของสาหร่ายที่เป็นแหล่งในการผลิตไตรกลีเซอไรด์

Alga	Age of culture (days)	Dry biomass (g / lt)	Lipid level (% of dry wt.)
Characium polymorphum	14	3.72	42
Chlorococcum oleofaciens	17	2.63	44.3
Neochloris oleoabundans	18	1.51	88.8

ตารางที่ 5 กรดไขมันที่จำเป็นที่พบในสาหร่าย

Alga	Fatty acid	% of total fatty acids	Total lipids (% of dry wt.)
Spirulina platensis	g - linolenic acid (18:3)	21	4 - 9
Porphyridium cruentum	Arachidonic acid (20:4)	35	9 - 14
Ochromonas danica	g - linolenic acid	14	39 - 71
	Dihomo r - linolenic acid (20:3)	5	
	Arachidonic acid	6	
Monodus subterraneous	Eicosapentaenoic acid (20:5)	29	11



ตารางที่ 6 การใช้ประโยชน์ EPA

1. ป้องกันการแข็งตัวของเกล็ดเลือด (anti - coagulation of platelets thrombolysis)
2. ลดระดับของไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมา (lowering of plasma triglyceride level)
3. ป้องกันการอุดตันของเส้นเลือด (anti - atherosclerosis)
4. ลดความหนืดของเลือด (lowering of blood viscosity)
5. ลดความดันของเลือด (lowering of blood pressure)
6. ต้านอาการอักเสบ (anti - inflammation)
7. ต้านการสร้างเนื้องอกของเซลล์ (anti - tumorigenesis)
8. เป็นอาหารเสริมสุขภาพในคนและสัตว์

ตารางที่ 7 สิทธิบัตรการใช้ประโยชน์ของกรดไขมัน

1. ลดความดันโลหิต
2. ใช้รักษาผู้ที่มีปริมาณไขมันสูง ที่เกี่ยวเนื่องกับเส้นโลหิตตีบและโรคหัวใจ
3. รักษาผู้ป่วยที่ถูกรบกวนในระบบการรับรู้ของร่างกาย
4. ลดคอเรสเทอรอลในเลือด
5. ป้องกันการแข็งตัวของเลือด
6. สารป้องกันการหลั่งของกรดในกระเพาะอาหาร
7. อาหารเสริมสุขภาพ
8. Food additive
9. Additives สำหรับเครื่องสำอาง

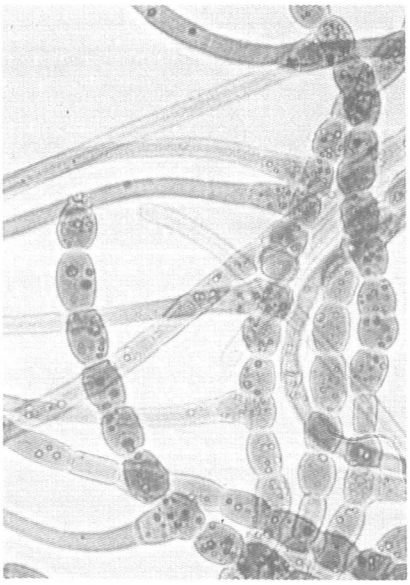
ตารางที่ 8 ชนิดของสเตอรอลที่พบในสาหร่าย

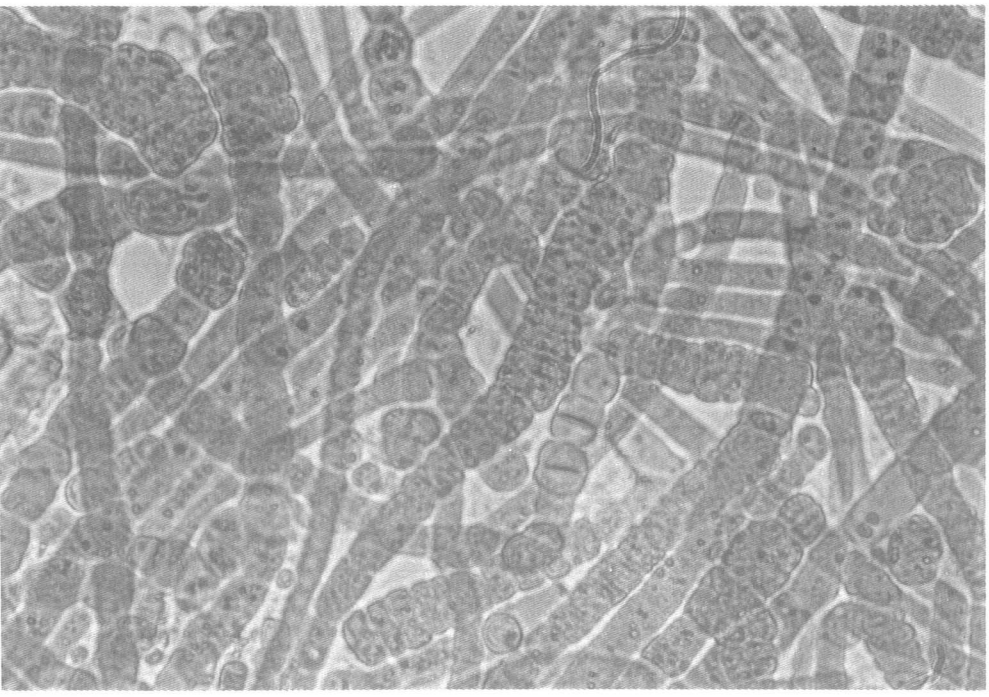
Sterol	Alga
Dinosterol	*Cryptothecodinium cohni*
	Gonyaulax tamarensis
Cholesterol	*Ochromonas danica*
	Chaetocerus simplex calcitrans
	Astasia longa
Ergosterol	*Haematococcus pluvialis*
	Chlorella candida
	Cyanidium caldarium
22, Dehydrocholesterol	*Porphiridium cruentum*
Poriferasterol	*Chlamydomonas reinhardii*
	Chlorella ellipsoidea
Chondrilasterol	*Euglena gracilis* (green)
	Nostoc commune
Clionasterol	*Monodus subterraneus*
	Tribonema aequale
Brassicasterol	*Anabaena cylindrica*
Stigmasterol	*Amphora* sp.
Ergosterol △ 8 (9)	*Biddulphia aurita*
Campesterol △ 5,22	*Navicula pelliculosa*
	Phaeodactylum trucornutum
28-Isofucosterol	*Cladophora flexuosa*

ประโยชน์ได้ในแง่ต่างๆ แล้วสเตอรอล (sterol) จากสาหร่าย (ตารางที่ 8) แม้จะยังไม่มีผู้สนใจศึกษามากนักก็พบว่าคอนดริลาสเตอรอลที่สร้างโดย *Scenedesmus obliguus* หรือจาก *Navicula pelliculoss* สามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่สำคัญในทางการแพทย์ เช่น คอร์ติโซน (cortisone) สำหรับไฮโดรคาร์บอนจากสาหร่ายพบว่าที่น่าสนใจ คือ การหลั่งโบทริโอคอคซีน และไอโซโบทริโอคอคซีน (botryococene and isobotryococene, C 34) โดยสาหร่าย *Botryococcus braunii* (รูปที่1) ไฮโดรคาร์บอนนี้อาจจะนำมาพัฒนาเป็นน้ำมันหล่อลื่น (lubricant) ได้

เอนไซม์

มีความต้องการใช้เอนไซม์เป็นจำนวนมากในการผลิตโดยภาคอุตสาหกรรม และการทดลองต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ สาหร่ายสามารถผลิตเอนไซม์ได้หลายชนิด (ตารางที่ 9) เช่น ฟอสโพกลีเซอเรทไคเนส (phosphoglycerate kinase, PGK) และลูซิเฟอเรส (luciferase) ซึ่งใช้ในการตรวจหา ATP,รีสตริกชัน เอนโดนิวคลีเอส (restriction endonucleases) ทำหน้าที่ทำลายสารพันธุกรรมที่แปลกปลอมเข้าไปในเซลล์ ซูปเปอร์ออกไซด์ดิสมูเทส (superoxide dismutase, SOD) ใช้เป็นตัวจับอนุมูลอิสระ (free radical scavenger) ที่เป็นตัวทำลายโปรตีน, ดีเอ็นเอ,เยื่อหุ้มเซลล์ และอวัยวะต่างๆ SOD มีราคาแพง และจำหน่ายในรูปอาหารเสริมสุขภาพ,ยารักษาโรคมะเร็ง,เครื่องสำอาง ฯลฯ ส่วน amino acid oxidase (AAO) ใช้ในการผลิตกรดแอลฟาคีโต (alpha-keto acid) ซึ่งใช้ประโยชน์ในแง่เป็นอาหารเสริมสุขภาพในอาหารจำกัดโปรตีน (protein- restricted diet)



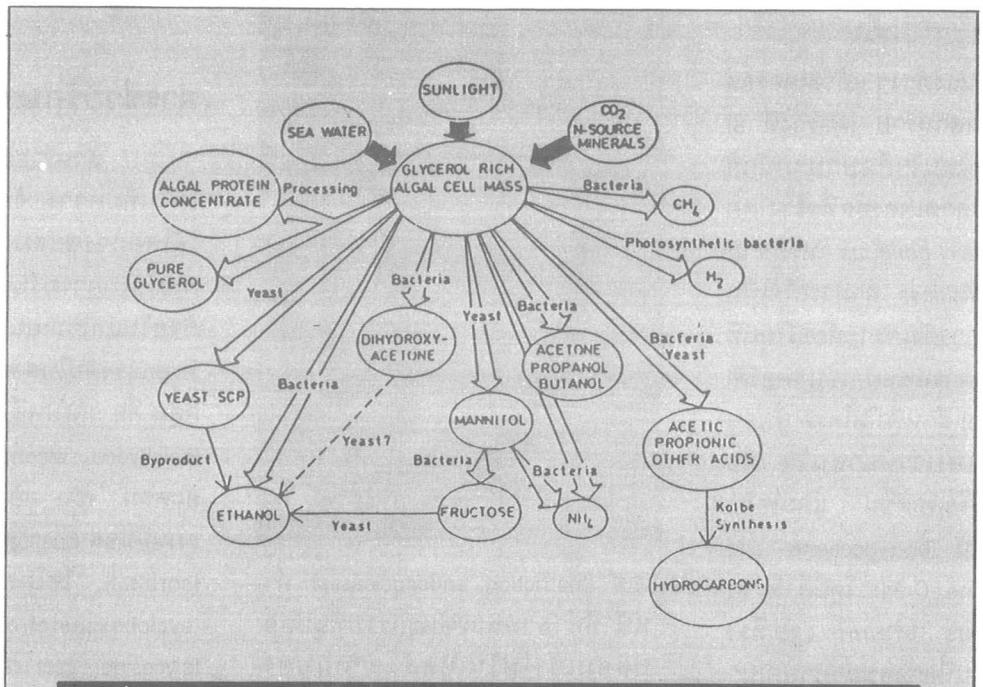


สารช่วยรักษาแรงดัน

สาหร่ายสามารถเจริญเติบโตในที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงๆ ได้โดยการสะสมสารละลายอินทรีย์เพื่อใช้ในการปรับความดันออสโมติกภายในและภายนอกเซลล์ สารช่วยรักษาแรงดันในสาหร่ายแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มโพลีไฮดริก แอลกอฮอล์ (polyhydric alcohol) มีคาร์บอน 3-6 อะตอม เช่น กลีเซอรอล (glycerol), แมนนิทอล (mannitol) หรือ ซอร์บิทอล (sorbital), ไซโคลเฮกซาเนเททรอล (cyclohexanetetrol); กลุ่มไกลโคไซด์ (glycoside) เช่น กาแลคโตกลีเซอไรด์ (galactoglyceride), ฟลอริโดไซด์ (floridoside) และไอโซฟลอริโดไซด์ (isofloridoside); และกลุ่มกรดอะมิโน (amino acid) เช่น โพรลีน (proline) และกรดกลูตามิก (glutamic acid) สาหร่าย *Dunaliella* สามารถเจริญได้ในสารละลายเกลืออิ่มตัวเข้มข้น 0.1-8 โมลาร์โดยการสะสมกลีเซอรอลสูงถึงร้อยละ 40 ของน้ำหนักแห้ง ในประเทศอิสราเอลมีการเลี้ยงสาหร่ายนี้ในระดับโรงงานต้นแบบเพื่อผลิตกลีเซอรอล ซึ่งจะใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงโดยใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพต่อไป (รูปที่ 2)

โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide)

ปัจจุบันการผลิตสารโพลีแซคคาไรด์ เช่น วุ้น (agar),กรดอัลจินิก (alginic acid) และคาร์ราจีแนน (carragenan) มีแหล่งมาจากสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ (marine macroalgae) จากการที่สาหร่ายเหล่านี้ถูกเก็บเกี่ยวอย่างมาก ประกอบกับความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมในทะเล ทำให้ผลผลิตโพลีแซคคาไรด์มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่แนวโน้มความต้องการใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม



รูปที่ 2 แนวทางการใช้ประโยชน์สาหร่ายที่ผลิตกลีเซอรอลในปริมาณมาก

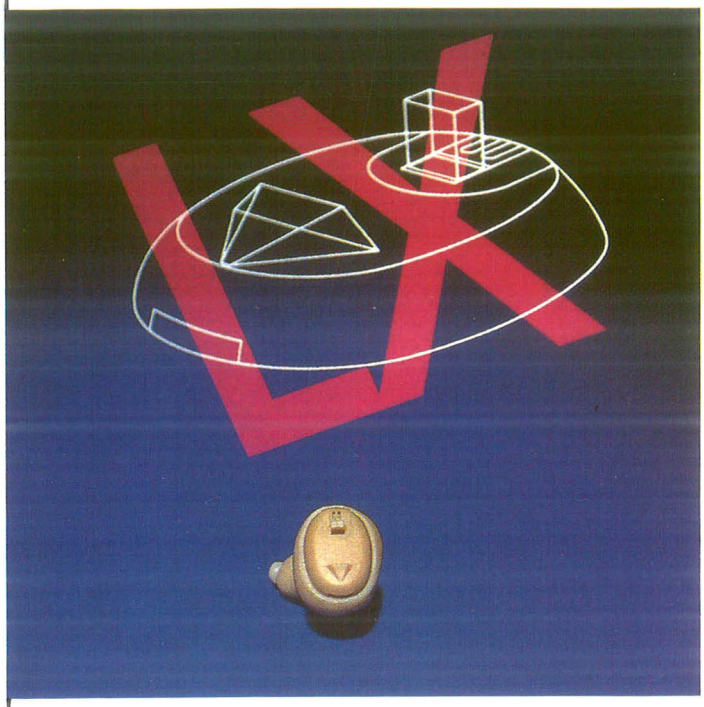
ตารางที่ 9 ชนิดของเอนไซม์ที่ผลิตโดยสาหร่ายชนิดต่างๆ

Enzyme	Alga
Phosphoglycerate kinase (PGK)	*Spirulina platensis*
Luciferin, luciferase	*Noctiluca* sp.
	Gonyaulax sp.
	Peridinium sp.
Restriction endonuclease	
Aca I	*Anabaena catanula*
Acy I	*A. cylindrica*
Afa I & II	*A. flosaqua*
Aos I & II	*A. oscillaroides*
Ava I, II, & III	*A. variabilis*
Avr I & II	*A. variabilis*
Mla	*Mastigocladus laminosus*
Mst I & II	*Microcoleus* sp.
Amino acid oxidase (AAO)	*Chlorella vulgaris*
	Anacystis nidulans
Superoxide dismutase (SOD)	*Spirulina* sp.
	Porphyridium sp.

LOGO

LX

Excellence in In-The-Ear Technology for Understanding and Comfort



The LOGO LX is a newly developed In-The-Ear hearing instrument from Widex. It isn't just another "conventional" hearing aid. Unique programmable technology and a new hi-fi amplifier allow significant improvements in three key areas:

* *Listening Comfort*
* *Understanding speech, even in noisy surroundings*
* *Control of the hearing aid performance*

WIDEX

บริษัท กลั่นสิริ จำกัด

1658/9 ถนนพหลโยธิน (ในซอยตรงข้ามพหลโยธิน 35)
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 5137987-8, 5130943
โทรสาร. 5121438

OUR SERVICES

1. Plants Inspection and Construction Supervision

- Shop and site inspection of vessels and components in industrial plants
- Re-inspection of vessels and components in industrial plants
- LPG tanks and piping inspection according to The Ministry of Interior's LPG Laws

2. Materials Testing

- Non-destructive testing of materials and welded joints
- Mechanical/technological testing of materials
- Failure analysis and metallographic investigation
- Analysis of chemical compositions of metals
- Welding processes and welders qualification test
- Engineering commodities inspection

3. Consultancy on Processing and Manufacturing of Materials

- Review of machinery components designs
- Stress analysis on machinery components
- Metal processing and forming
- Compressed gas cylinders manufacturing

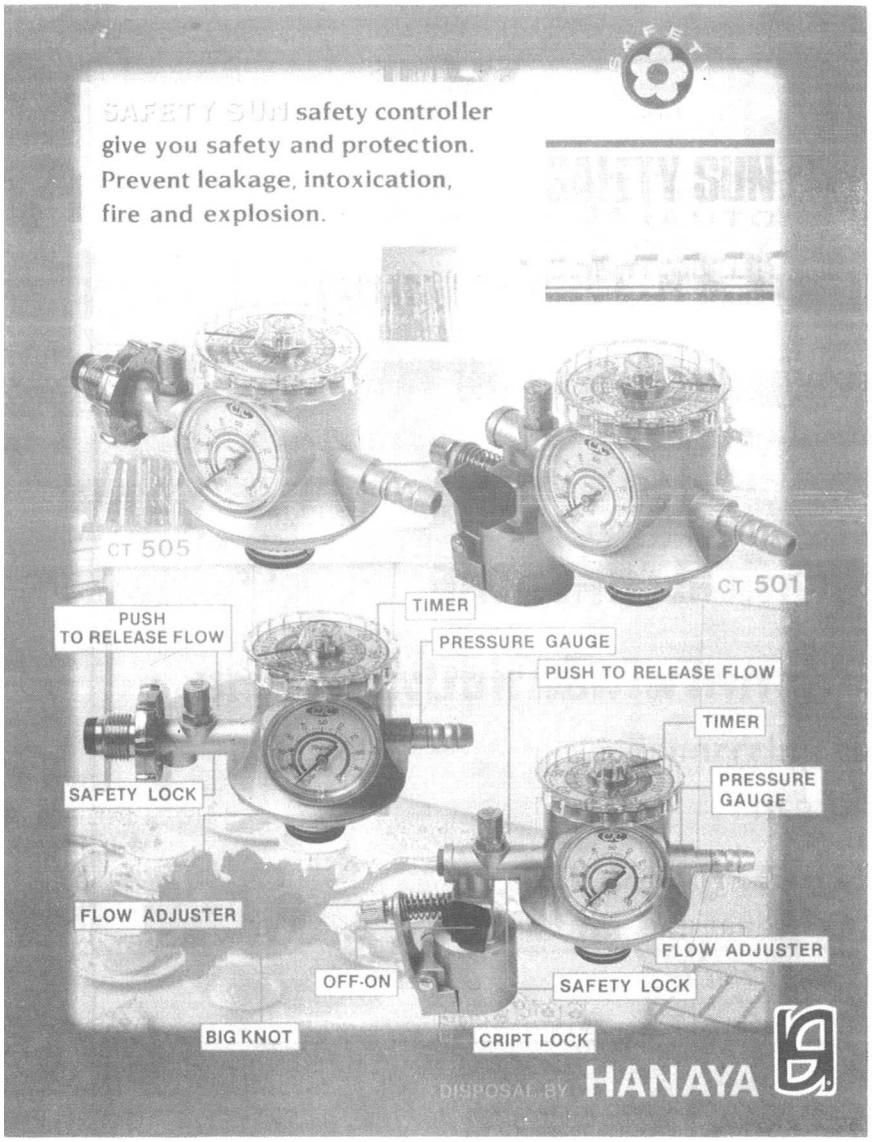
บริษัท ศิวะ เทสติ้ง อินสเพ็คชั่น แอนด์ คอนซัลติ้ง จำกัด
SIWA TESTING INSPECTION & CONSULTING CO.,LTD.
26/64 ซอยเพชรเกษม 65 ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
26/64 Soi Petchkasem 65, Petchkasem Road, Paseecharoen, Bangkok 10160, Thailand.
Tel : (662) 4443645-59 Fax : (662) 4443026-7

ธรรมชาติอันบริสุทธิ์และสิ่งแวดล้อมที่ดี ย่อมเป็นหลักประกันแห่งคุณภาพชีวิตของคนในสังคม

ป่าดงดิบเขา

ป่าดงดิบเขาเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ระดับสูงเกินกว่า ๑,๒๐๐ เมตร จากระดับน้ำทะเลซึ่งเป็นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นและความชื้นสูงตลอดทั้งปี ทำให้ป่าชนิดนี้มีมอสส์ และเฟินขึ้นปกคลุมพื้นดินและไม้ใหญ่อย่างหนาแน่น

ป่าดงดิบเขาเป็นป่าที่มีความงาม เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ป่าหลากชนิด และเป็นป่าต้นน้ำลำธารที่สำคัญยิ่ง เช่น ป่าบริเวณยอดดอยอินทนนท์ ดอยม่อนจอง และดอยภูหลวง เป็นต้น



ด้วยความปรารถนาดี

จาก

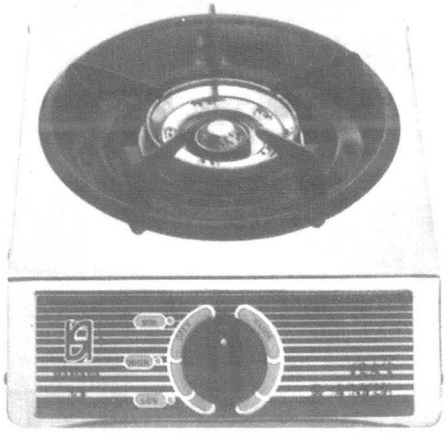
บริษัท สยามฮานาย่า จำกัด
543-545 ตลาดเจริญผล เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 215-3235, 215-3777, 612-3651-4

GAS RANGE

HANAYA™

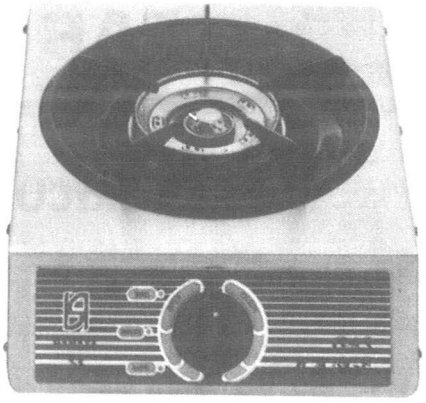
HANAYA Gas stove is specially designed and manufactured to ease cooking not only for the modern housewife but also for the professional chef. The widespread adjustable flame of HANAYA gas stove makes food weel cooked and fast.
Each automatic Electro-Magnetic Sparking System assemble in HANAYA gas stove is easily ignited by just turn on the switch and it can be used for a long time.

C - 111

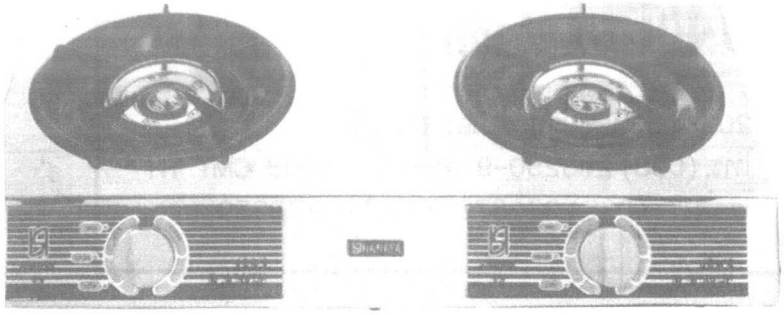


HANAYA

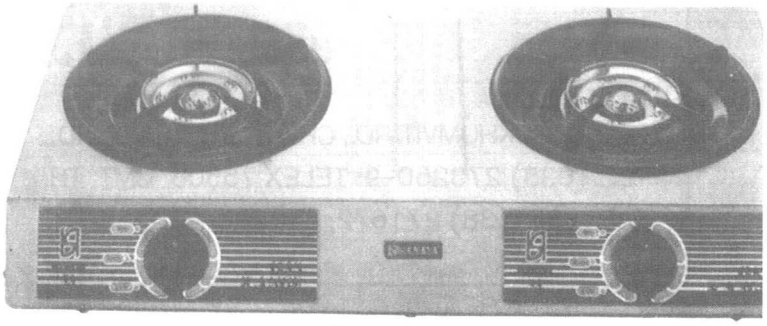
S - 111



C - 222



S - 222



ขอสนับสนุน

การเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

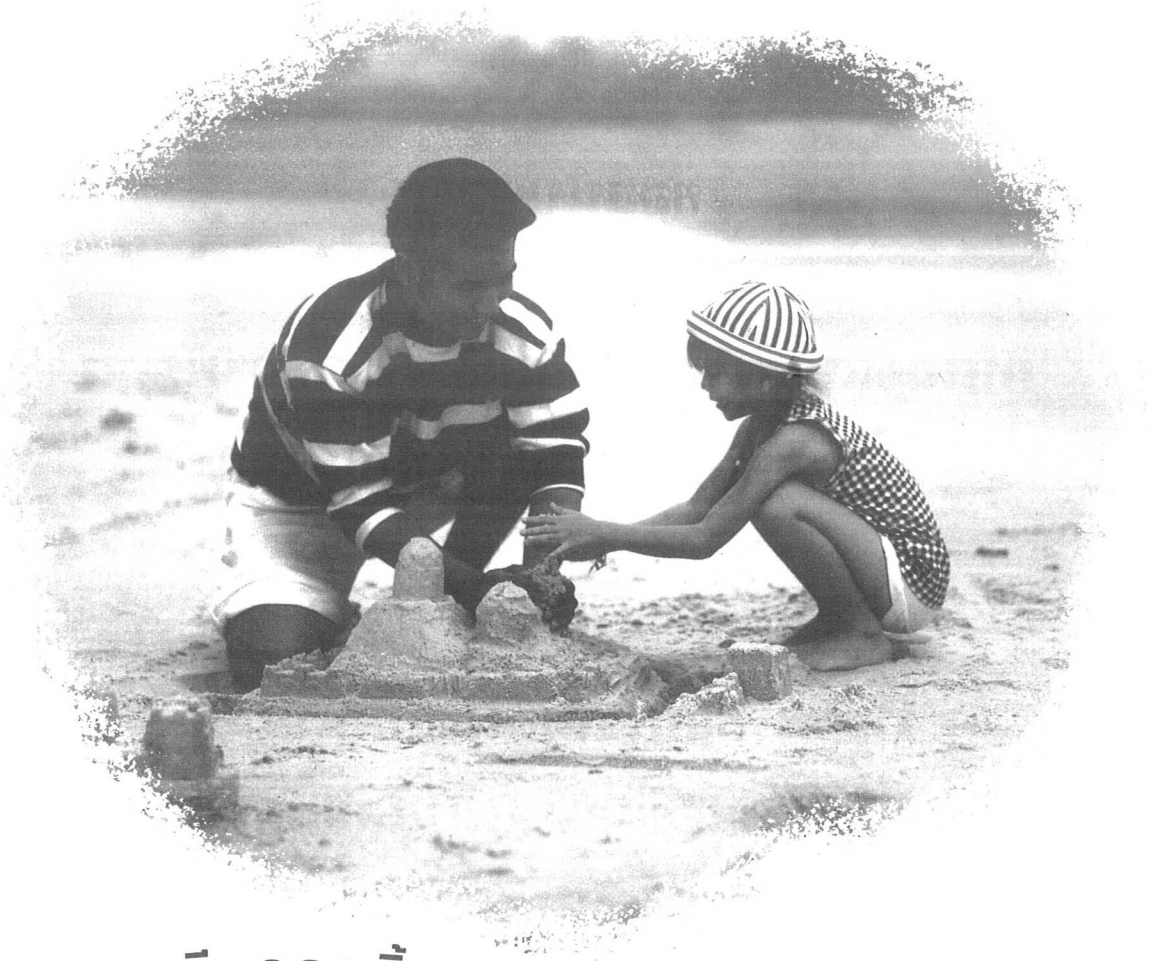
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

ไพริน ฟิชชิ่ง ปาร์ค
บ่อตกปลา สวนอาหาร

กม. 29 ถนนบางนา-ตราด



สุขภาพดี รอยยิ้มสดใส คือความภูมิใจของเรา

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

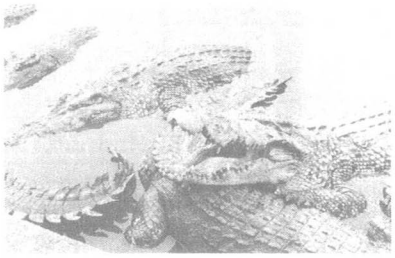
บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด

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

ฟาร์มจระเข้และสวนสัตว์สมุทรปราการ ใหญ่ที่สุดในโลก มีจระเข้มากกว่า 40,000 ตัว..

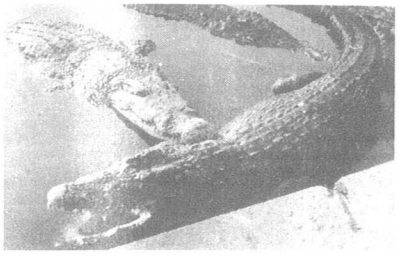
ฟาร์มจระเข้และสวนสัตว์สมุทรปราการ (มีอยู่แห่งเดียว)

ฟาร์มจระเข้และสวนสัตว์สมุทรปราการ ก่อตั้งขึ้นในปี 2493 โดยคุณอุทัย ยังประภากร ปัจจุบัน มีจระเข้รวมมากกว่า 40,000 ตัว เป็นฟาร์มจระเข้แห่งแรกของโลกและใหญ่ที่สุดในโลก นอกจากนั้นยังมี สัตว์ป่าอีกหลายชนิดที่เพาะเลี้ยงขึ้นมาโดยจัดให้อยู่ในอุทยานที่คล้ายกับธรรมชาติของสัตว์ป่า เช่น อุทยานกวาง, เสือโคร่ง, เสือดาว, เสือดำ, สิงโต, หมูป่า, ชะนี, งู, ตะกวด, นกนานาชนิด และลิงชิมแปนซี มีสวนและสระน้ำอันร่มรื่นพร้อมปลาสวายตัวใหญ่กว่า 20,000 ตัว เหมาะแก่การพาครอบครัวมาพักผ่อนและศึกษาความรู้ในด้านธรรมชาติวิทยา



ชมการแสดงการต่อสู้และจับจระเข้ด้วยมือเปล่า โดยพรานจับจระเข้ที่ชำนาญที่จะให้ความตื่นเต้นแก่ท่านในทุกวินาที ในอัฒจันทร์ที่ทันสมัยที่สุดพร้อมที่นั่ง 1,500 ที่ พร้อมทั้งชมการแสดงของช้างแสนรู้ที่จะแสดงกายกรรม เต้นดีสโก้ เก็บสิ่งของ เดินข้ามคน และเชิญสัมผัสกับลิงชิมแปนซีที่เชื่อง 5 ตัว ที่จะแสดงกายกรรมและความขบขันให้ท่านได้หัวเราะอย่างไม่รู้ตัว เชิญถ่ายรูปกับช้าง เสือโคร่ง สิงโต ลิง งู

สนุกกับการนั่งรถไฟ รถม้า ชมทิวทัศน์โดยรอบ หรือฝึกหัดยิงปืนอัดลมที่มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำอย่างดี ยามหิวเรามีร้านอาหารบริการทุกอย่างในราคาปกติในบรรยากาศที่ร่มรื่น และเป็นธรรมชาติ ก่อนกลับบ้านขอเชิญเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องหนังจระเข้ และหนังงูแท้ หรือซื้อของที่ระลึกจากฟาร์มจระเข้ที่คุณรักก็เชิญตามสะดวก



เวลาแสดงโชว์จับและต่อสู้จระเข้

วันธรรมดา 9.00, 10.00, 11.00, 13.00, 14,00, 15.00, 16.00 น.

วันหยุดราชการเพิ่มรอบ 12.00 และ 17.00 น.

เวลาแสดงโชว์ช้างแสนรู้

วันธรรมดา 9.30, 10.30, 11.30, 13.30, 14.30, 15.30, 16.30

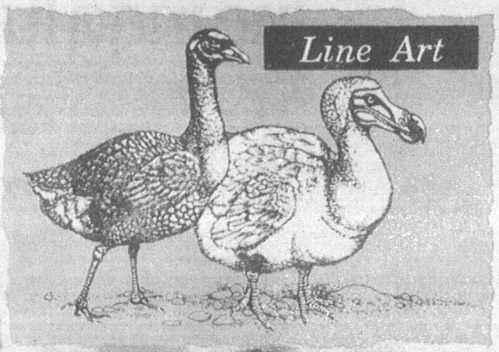
บริษัท ฟาร์มจระเข้และสวนสัตว์สมุทรปราการ จำกัด

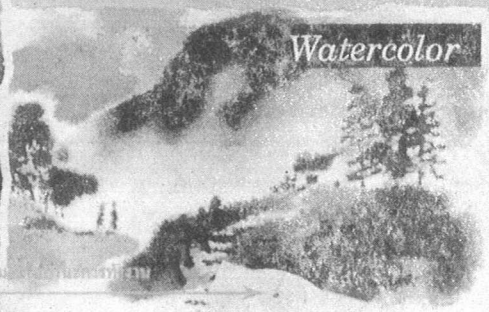
777 หมู่ 7 ถนนท้ายบ้าน อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280

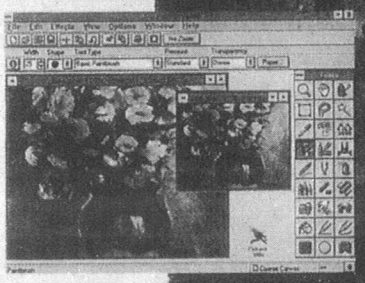
โทร.3870020, 3871166, 3871168, 3872375

EasyPainter Genius

Excellent Input for DTP, Art work and Graphics

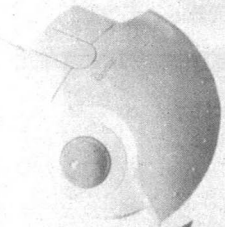






PC Paintbrush for Windows

Easy Printer สร้างสรรค์จินตนาการในการวาดภาพ
ได้อย่างไร้ขีดจำกัด ด้วยตัวของคุณเอง ผ่านทาง Easy Printer

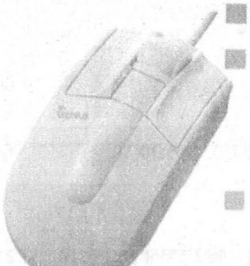


Easy Trak เมาส์ที่ช่วยคุณประหยัดพื้นที่ โดยออกแบบตามหลัก Ergo Design เพื่อรองรับฝ่ามือและยังลดการเมื่อยล้าในการใช้งานโดยมีแทรกบอลอยู่ด้านซ้าย ใช้งานได้สะดวก มีฟังค์ชั่น Lock On สำหรับควบคุมการเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้ (POINTER)

NEW

Easy Scroll

ด้วยฟังค์ชั่นการทำงานที่สะดวก และมีประสิทธิภาพ บน Windows และ Application ต่างๆ จึงทำให้ประหยัดเวลา จากปุ่มการทำงาน 5 ปุ่ม สามารถเลื่อนงานเอกสารขึ้น-ลง ได้คล่องตัวจากปุ่มด้านบน หรือเลื่อน Application หนึ่ง ไปยังอีก Application หนึ่ง ด้วยปุ่มด้านข้างของเมาส์ หรือหลายๆ Application ได้เร็วกว่าปกติ ในความละเอียด 400 จุดต่อนิ้ว



Easy Printer

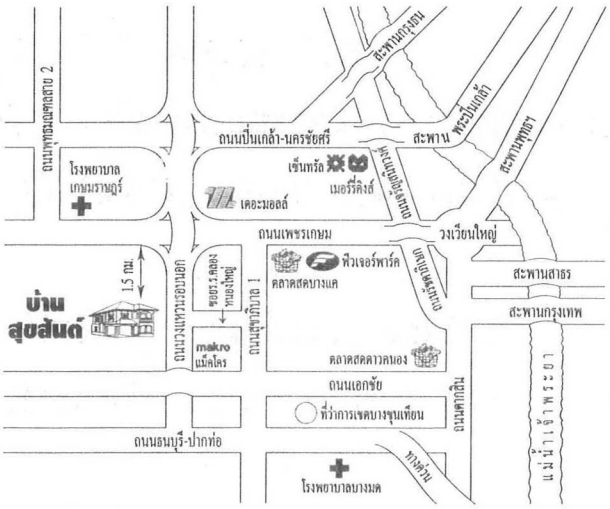
- ขนาดกระดาษ 5x5 นิ้ว เหมาะสำหรับงาน Graphic และ Design
- วาดภาพด้วยสีน้ำมัน, ภาพลายเส้น, ภาพการ์ตูน, ภาพวาดด้วยหมึกจีน และภาพวาดอื่นๆ
- รวมการรทำงานของเมาส์ และกระดานวาดภาพไว้ด้วยกัน
- มีโปรแกรมวาดภาพบน Windows (PC Painbrush) ซึ่งได้รวมสีธรรมชาติ จำนวน 87 สี พร้อมอุปกรณ์พู่กันระบายสี
- ใช้งานได้ทั้งบน Dos และ Windows

WELLTECH GROUP CO., LTD.

Tel: 272-5520 (อัตโนมัติ 25 คู่สาย)

หรือร้านคอมพิวเตอร์ชั้นนำทั่วไป

MICROSOFT WINDOWS COMPATIBLE



บ า น สุ ข สั น ต์

บทสรุปความสำเร็จบนถนนวงแหวนรอบนอก ห่างจากถนนเพชรเกษมเพียง 1.5 กม.

ทำเลแห่งความเจริญรอบทิศ การเดินทางสะดวกรวดเร็ว

ด้วยถนนวงแหวนรอบนอก เชื่อมต่อกับถนนธนบุรี-ปากท่อ และถนนปิ่นเกล้า-นครชัยศรี

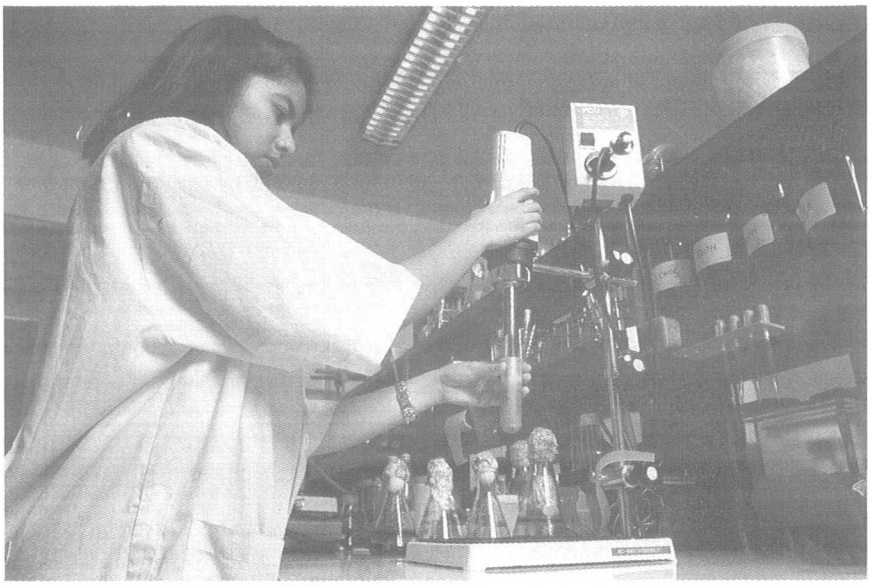
รายล้อมด้วยห้างสรรพสินค้า อาทิ เดอะมอลล์ ฟิวเจอร์พาร์ค แม็คโคร

พร้อมด้วย โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ และสถานที่สำคัญอีกมากมาย

โทร. 454-2124, 454-2823, 413-3010, 802-7671-3, 802-7664-5

ผู้มีกรรมสิทธิ์ในที่ดินและดำเนินงานโดย บริษัท เร่งพัฒนาบ้านและที่ดิน จำกัด กรรมการผู้จัดการ นายสุพจน์ ศุปธรรม ทุนจดทะเบียน 5 ล้านบาท (ชำระเต็ม)

โฉนดที่ดินเลขที่ 4625 ต.บางแค ภาษีเจริญ กรุงเทพฯ เริ่มก่อสร้างปี 37 แล้วเสร็จปี 39 ที่ดินไม่มีภาระผูกพันและสนับสนุนโครงการโดย ธนาคาร กรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)



อาหาร, ยา และเครื่องสำอาง กลับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตามมีการค้นพบว่าสาหร่ายสีแดง *Porphyridium* สามารถผลิต ซัลเฟตโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติ (ความหนืด) คล้ายคาร์ราจีแนน โพลีแซคคาไรด์จาก *Porphyridium aerugineum* ได้รับการจดสิทธิบัตรในสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในการแทนที่น้ำมันปิโตรเลียมออกมา จากแหล่งใต้ดิน (aqueous driving fluid)

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่าย

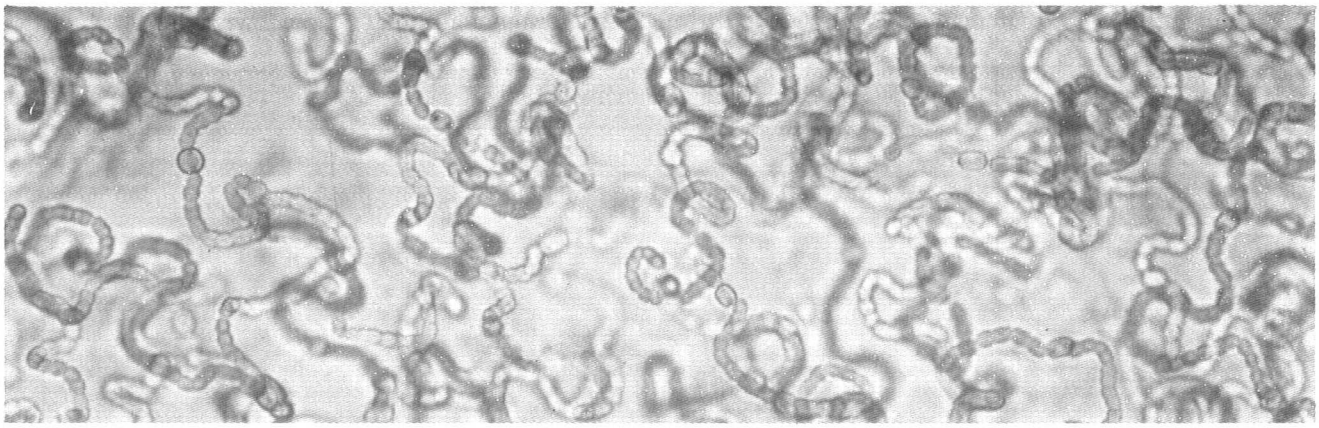
มนุษย์รู้จักนำสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลที่ผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ *(Laminaria japonica, Fucus vesiculosus* และ *Ascophyllum nodosum)* มาใช้เป็นยารักษาโรคตั้งแต่ช่วงศตวรรษที่ 27-29 ก่อนคริสต์ศักราช การค้นหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายเริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ทศวรรษ 1950 และพบว่าสาหร่ายหลายชนิดสามารถผลิตสารต้านจุลชีพ (แบคทีเรีย, ยีสต์,รา), สารต้านไวรัส, สารฆ่าพยาธิ,สารห้ามเลือด, สารป้องกันการอักเสบ ฯลฯ อย่างไรก็ตามการศึกษาแทบทั้งหมดจะเป็นการเก็บตัวอย่างจากธรรมชาติเพื่อการสกัดและศึกษาลักษณะโครงสร้างทางเคมีเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่การศึกษาผลออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นไปอย่างไม่กว้างขวางนัก อย่างไรก็ตามได้มีการจดสิทธิบัตรการใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายไว้บ้างแล้ว เช่น สาร thyrsiferol และ thyrsiferolacetate จาก *Laurencia thyrsifer* และ *L. obtusa* ที่มีคุณสมบัติต้านเซลล์มะเร็งเม็ดโลหิตขาว (leukemia P 388 cell) และสารปราบวัชพืช cyanobacterin จาก *Scytonema hafmanni* ส่วนที่ผลิตในอุตสาหกรรมยาแล้ว ได้แก่ สารยับยั้งการเกิดสารต้านการแข็งตัวในโลหิต (anti plasmin inhibitor) eckols จากสาหร่าย *Ecklonia kurome* ผลิตโดย Otsuka Pharmaceutical Co. สำหรับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีการค้นพบจากสาหร่ายกลุ่มต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10-13

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายในอนาคต

ดังจะเห็นได้ว่าสาหร่ายยังมีศักยภาพที่จะนำมาวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่อยู่ในความสนใจของผู้ใช้ประโยชน์อีกมากมาย อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการผลิตจะต้องได้รับการพัฒนาจนเข้าสู่จุดคุ้มทุน ซึ่งการเพิ่มพูนศักยภาพในการผลิตสารต่างๆ จากสาหร่ายนั้นสามารถกระทำได้โดยเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูง โดยอาจคัดเลือกจากสายพันธุ์ที่สามารถเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดอย่างมาก (extreme environment) หรือใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมเข้าช่วยในการปรับปรุงสายพันธุ์ การปรับสภาพการผลิตให้เหมาะสมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ในระดับห้องปฏิบัติการถึงขั้นการผลิตปริมาณมาก โดยพิจารณาเลือกใช้รูปแบบการผลิตให้เหมาะสมกับลักษณะของสารที่ผลิต (ผลิตภายในเซลล์หรือภายนอกเซลล์) รวมทั้งมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ตัวอย่างเช่น หากต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นเซลล์สาหร่ายเพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับคนหรือสัตว์ ก็สามารถทำการผลิตโดยใช้ระบบอ่างเปิดกลางแจ้ง แต่หากต้องการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อใช้เป็นยารักษาโรคซึ่งมีมูลค่าสูง และจำเป็นต้องใช้ขั้นตอนการผลิตที่พิถีพิถันก็ต้องพัฒนาการผลิตโดยใช้ระบบถังหมักให้แสงสว่าง (photobioreactor) ซึ่งสามารถพัฒนาสู่เทคนิคการเพาะเลี้ยงในสภาพการตรึงเซลล์ (cell immobilization) หากสารที่ต้องการนั้นมีการหลั่งสู่ภายนอกเซลล์ (extracellular production) หรือเพาะเลี้ยงในสภาพเซลล์อิสระ (free-living cell) หากสารที่ต้องการมีการสร้างและสะสมภายในเซลล์ (intracellular production) นอกจากนี้เทคนิคการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ก็ต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะและขนาดของเซลล์สาหร่าย ตลอดจนลักษณะการผลิตสารที่ต้องการแต่ละชนิดอีกด้วย

ตารางที่ 10 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในสาหร่ายสีแดง (*Rhodophyceae*)

Genus	Group of compound	Effective substance	Property
Chondria *Digenea* *Alsidium*	unusual N - containing compounds	α - kainic acid allo - kainic acid domoic acid	anthelmintic insecticide
Grateloupia *(G. armata)*	"	carnosadine	anti - inflammatory carcinostatic substance immunity enhancer
Furcellaria *Ahnfeltia* *Phyllophora* *etc.*	"	β - alaninebetaine lysinebetaine trigonelline homarine glytcinebetaine prolinebetaine	reduces total and free cholesterol anticonvulsant decrease seizures blood coagulation
Mertensia *(M. fragilis)*	"	mertensine A	antibacterial
Hypnia *(H. valentiae)*	"	iodotubercidin	muscle relaxation hypothermia
Ceramium *(C. rubrum)*	sulphur - containing compound	unidentified	antibiotic
Cystoclonium *C. purpureum*	unsaturated aliphatic carboxylic acid	F_1 (C16 : 1 , C16 : 3) F_2 (C20 : 4 , C16 : 2) F_3 (C20 : 4 , C18 : 3)	antibiotic
Laurencia *(L. hybrida)*	"	formylundecatrienoic acid hydroxyeicosapentaenoic acid	antibacterial antifungal
Gracilaria *(G, lichenoides)*	"	prostaglandins PGE_2 and PGE_2	antihypertension
Marginisporum	haloginated aliphatic	dichloroaceamide	antifungal
Dasya *Marginisporum*	non - terpenoid phenol	p - hydroxybenzaldehyde	biogenetic precursor
Plocamium	aliphatic monoterpenes	unidentified	kills mosquito larvae
Aplysia	sesquiterpenes	chamigranes	*Herpes simplex* virus type I inhibition
Porphyra	diterpene	unidentified	pancreatic carboxyl-esterase activity
Leurencia	triterpene	pinnasterols thysiferolacetate	ecdysone - like moulting hormone activity cytotoxic activity on leukemia P388 cell



ตารางที่ 11 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในสาหร่ายสีน้ำตาล (*Phaeophyceae*)

Genus	Group of compound	Effective substance	Property
Cystoseira	unsaturated compound	unidentified	cytotoxic activity P388 lymphatic leukemia
Laminaria	bateine	laminine	depresses blood pressure suppresses heart motion and contraction smooth muscle
Ecklonia *Eisenia*	polyhydroxyphenol	eckols	antiplasmin inhibitors
Cystoseira *Sargassum*	diterpenoid	diterpendiol crinitol	insect growth inhibition
Cystophora *Dictyota*	" "	farnesylacetone epoxide hydroxydictyodial dictyol H	anticonvulsant activity antifeedant antitumor KB cell
Stoechospermum	"	dolabelladiene	antiviral (influenza)

ตารางที่ 12 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในสาหร่ายสีเขียว (*Chlorophyceae*)

Genus	Group of compound	Effective substance	Property
Monostroma	betaines	ulvaline β - alaninebetaines	reduction of blood cholesterol
Cymopolia *Clodophola*	phenolic	3,6,7,- trihydroxycoumarine diphenylether	antibacterial anti - inflammatory

ตารางที่ 13 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (*Cyanophyceae*)

Genus	Group of compound	Effective substance	Property
Scytonema	lactone	cyanobacterin	inhibition of algae and higher plants
	"	scytophycines	cytotoxic and antimycotic
Oscillatoria	lactone	acutiphycin hydroacutiphycin	cytotoxicity against KB and NIH/3T3 cells and antineoplastic activity against murine Luwis lung carcinoma
Rivularia	indoles	rivularin D_3	anti - inflammatory
Hapalosiphon	"	hapalindole A	antaiagal, antimycotic

บรรณานุกรม

Borowitzka, M.A. 1989. Vitamins and Fine Chemicals from Micro-algae. In : Borowitzka, M.A. and Borowitzka, L.J. (ed.), Micro-algal Biotechnology. Cambridge University press, Cambridge.

Borowitzka, M.A. 1989. Fats, Oils and Hydrocarbons. In : Borowitzka, M.A. and Borowitzka, L.J. (ed.), Micro-algal Biotechnology. Cambridge University press, Cambridge.

Cohen, I. 1989. Products from Microalgae. In : Richmond, A. (ed.), Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Inc. Florida.

Glombitza, K.W. and Koch, M. 1989. Secondary Metabolites of Pharmaceutical Potential. In : Cresswell, R.C., Ree, T.A.V. and Shah, N. (ed.), Algal and Cyanobacterial Biotechnology, Longman Scientific & Technical. Essex.

Kumar, H.D. 1990. Introductory Phycology. Affiliated East-West Press Pvt Ltd. , New Delhi.

Metting, B. 1986. Biologically Active Compounds from Microalgae. Enzyme Microb. 8 : 386-394.

Spencer, K.G. 1990 Lipids and Polyols from Microalgae. In : Lembi , C.A. and Waaland, J.B. (ed.), Algae and Human Affairs. Cambridge University press, Cambridge.

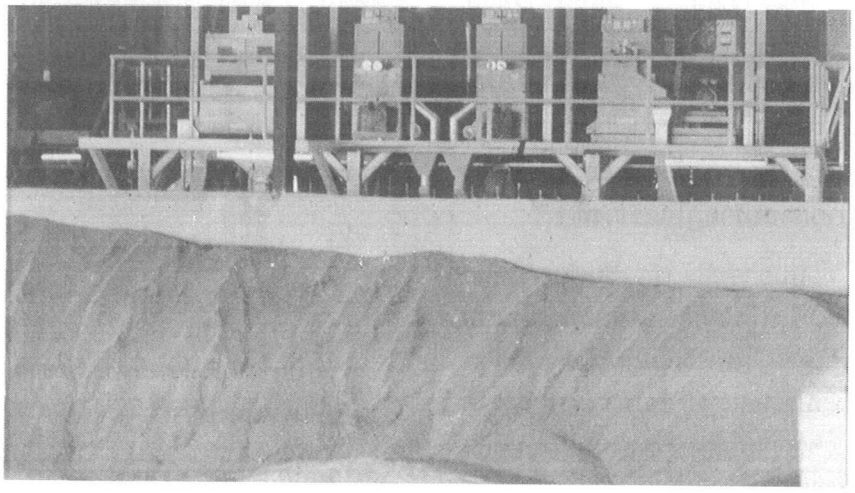
วัสดุผสมซีเมนต์จากหินปูนและแกลบ

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตยงสกุล *
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทนำ

ในปัจจุบัน วัสดุก่อสร้างโดยทั่วไปมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากการเจริญเติบโตในการก่อสร้าง และภาวะเงินเฟ้อ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศกำลังพัฒนา จะต้องมองหาวัสดุก่อสร้างจากวัสดุเหลือใช้ ประเทศกำลังพัฒนาต่าง ๆ พยายามพัฒนาวัสดุใหม่ขึ้นมาจากวัตถุดิบที่หาได้ตามท้องถิ่นชนบท อย่างเช่น วัสดุเหลือทิ้งจากงานเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม แกลบเป็นวัสดุเหลือใช้ในประเทศที่ปลูกข้าว โดยมีน้ำหนักประมาณหนึ่งในห้าของเมล็ดข้าวเปลือก การผลิตข้าวเปลือกของโลกมีประมาณ 341 ล้านตันต่อปี มีแกลบหลังจากสีข้าวแล้วอยู่ประมาณ 68 ล้านตัน ซึ่งจะต้องใช้ที่ว่างจัดเก็บถึง 600 ล้านลูกบาศก์เมตร การผลิตขี้เถ้าแกลบสามารถทำได้โดยง่าย แต่ต้องระมัดระวังในระหว่างการเผา และกระบวนการบด ขี้เถ้าแกลบที่มีคุณสมบัติผสมซีเมนต์ได้มาจากการเผาภายใต้สภาพอากาศที่เพียงพอ และมีอุณหภูมิประมาณ 400°ซ. ขี้เถ้าแกลบที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ และมีคุณสมบัติไวต่อการทำปฏิกิริยา เป็นส่วนพิเศษในการผลิตปูนขาวผสมขี้เถ้าแกลบ และซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบ

ในบทความนี้ จะเสนอการพัฒนาวัสดุที่ผสมซีเมนต์ที่มาจากการผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ กรรมวิธีในการผลิตปูนขาวและขี้เถ้าแกลบถูกพัฒนาขึ้นโดยพื้นฐานของการประหยัดราคา ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนมากไป กรรมวิธีดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้ในชนบทได้



ใช้ขี้เถ้าแกลบผสมกับปูนขาวชนิดต่าง ๆ ที่พอหาได้ตามท้องตลาด ส่วนผสมมอร์ต้าผสมขี้เถ้าแกลบ และปูนขาวถูกจัดเตรียมขึ้นเพื่อทดสอบหากำลัง และคุณสมบัติอื่น ๆ ที่จำเป็น ตัวแปรสำคัญในการศึกษาวิจัยนี้คือ วิธีการผสม อัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบ และชนิดปูนขาว ความสามารถในการเทได้ และสัดส่วนผสมโดยน้ำหนักกำหนดเป็นค่าคงที่ตลอดงานวิจัย

การทดสอบ

ขี้เถ้าแกลบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้มาจากการเผาแกลบโดยเตาเผา (We 1981) และบดขี้เถ้าโดยใช้เครื่องบดและวิธีการบดพิเศษ (Islam 1981, Azam 1982) ค่าความละเอียดของขี้เถ้าแกลบคงที่ ตลอดโปรแกรมการทดสอบ ส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

รายละเอียดของชนิดปูนขาวที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

* ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ปทุมธานี 12120

ปูนขาวชนิด A : เป็นชนิดบริสุทธิ์ 98% รายละเอียดส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพแสดงไว้ในตารางที่ 1

ปูนขาวชนิด B : เป็นชนิดราคาถูก รายละเอียดส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพแสดงไว้ในตารางที่ 1

ปูนขาวชนิด C : เป็นปูนขาวที่ถูกเผาแล้วจากโรงงานปูนขาว กระบวนการเผาใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ รายละเอียดส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพปรากฏในตารางที่ 1

ปูนขาวชนิด D : เป็นปูนขาวที่ทำในห้องปฏิบัติการ โดยการเผาหินปูนในเตาเผาไฟฟ้า อุณหภูมิเผา 800°ซ. เผาประมาณ 96 ชั่วโมง ผงปูนขาวได้มาจากการใช้น้ำราดลงบนหินปูนที่ถูกเผาแล้ว

วิธีการผสมที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ การผสมแบบธรรมดา และการผสมแบบใช้เครื่องบด อัตราส่วนผสมปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบโดยน้ำหนักคือ 25:75, 33:67, 50:50, 67:33 และ 75:25 ความสามารถในการเทได้ของมอร์ต้ากำหนดให้การไหลได้มีค่าเท่ากับ 110 ± 5% ตามมาตรฐาน ASTM C230-80 ในแต่ละสัดส่วนผสมจะหล่อตัวอย่างทดสอบ 12 ตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์ ซึ่งได้แก่ กำลังอัดที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน ความหนาแน่นของตัวอย่างแบบอิ่มตัวผิวแห้ง และเวลาการก่อตัว

ผลและวิจารณ์

การก่อตัวของส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ

เวลาการก่อตัวเริ่มต้น และสุดท้ายของส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ โดยใช้ปูนขาวชนิด C ซึ่งมีอัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบคือ 0.33:0.67 และอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวผสมขี้เถ้าแกลบเท่ากับ 0.625 มีค่า 10.5 และ 17 ชั่วโมง ตามลำดับ การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C266-71

คุณสมบัติของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ

กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ โดยใช้ปูนขาวชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

ตารางที่ 1 : ส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของขี้เถ้าแกลบ และปูนขาวทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในงานวิจัย

ส่วนประกอบ	ขี้เถ้าแกลบ (%)	ปูนขาวชนิด A (%)	ปูนขาวชนิด B (%)	ปูนขาวชนิด C (%)
ซิลิกอนออกไซด์	92.05	0.44	0.56	0.07
อะลูมิเนียมออกไซด์	0.94	0.09	0.27	0.11
เฟอริกออกไซด์	0.81	0.06	0.08	0.03
แคลเซียมออกไซด์	0.27	73.10	60.24	73.86
แมกนีเซียมออกไซด์	0.27	0.54	1.16	0.48
โซเดียมออกไซด์	0.06	0.05	0.05	0.05
โพแทสเซียมออกไซด์	1.72	0.02	0.03	0.02
ซัลไฟด์	0.13	0.11	0.03	0.02
การสูญเสียเนื่องจากการเผาไหม้	3.19	25.05	37.04	25.00
ผลรวม	99.44	99.46	99.46	99.64
คาร์บอนไดออกไซด์	0.43	1.22	28.49	0.98
ความบริสุทธิ์ (%)	-	95.90	36.60	97.10
ค่าความละเอียด (ตร.ซม./กรัม)	14,300	12,670	4,770	14,560
ค่าความถ่วงจำเพาะ	2.085	2.226	2.439	2.172

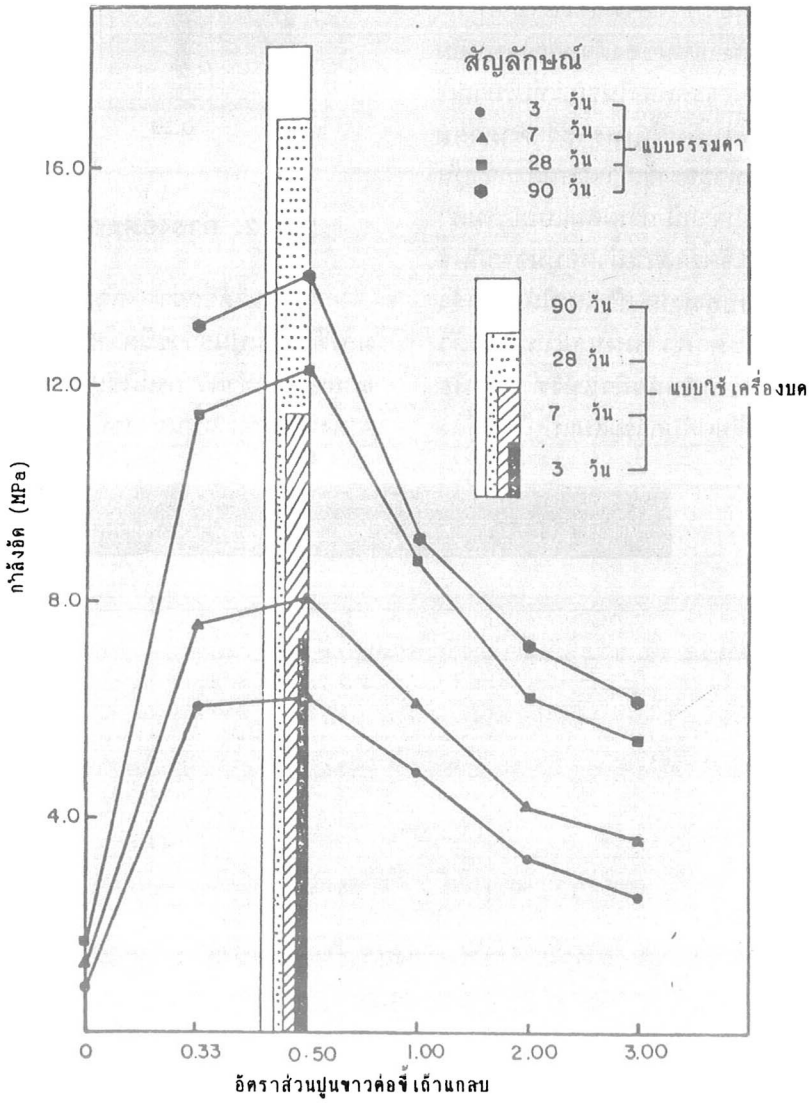
ตารางที่ 2 : กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด A กับขี้เถ้าแกลบในแต่ละสัดส่วนผสม และวิธีการผสม

สัดส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่อทราย	วิธีการผสม	อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ*	ความหนาแน่นแบบอิ่มตัวผิวแห้ง (กก./ลบ.ม.)	กำลังอัดเมื่ออายุครบ ((MPa)			
				3 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
(0.25+0.75) : 2.75	แบบธรรมดา	0.76	1,932	6.09	7.63	11.54	13.09
(0.33+0.67) : 2.75	แบบธรรมดา	0.74	1,963	6.22	10.08	12.37	14.04
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.71	2,020	7.24	11.51	16.94	18.28
(0.50+0.50) : 2.75	แบบธรรมดา	0.61	1,970	4.84	6.09	9.76	9.22
(0.67+0.33) : 2.75	แบบธรรมดา	0.56	1,978	3.17	4.19	6.23	7.19
(0.75+0.25) : 2.75	แบบธรรมดา	0.55	1,990	2.52	3.59	5.43	6.19

*กำหนดให้การไหลมีค่าเท่ากับ 110 + 5%

ชนิด A

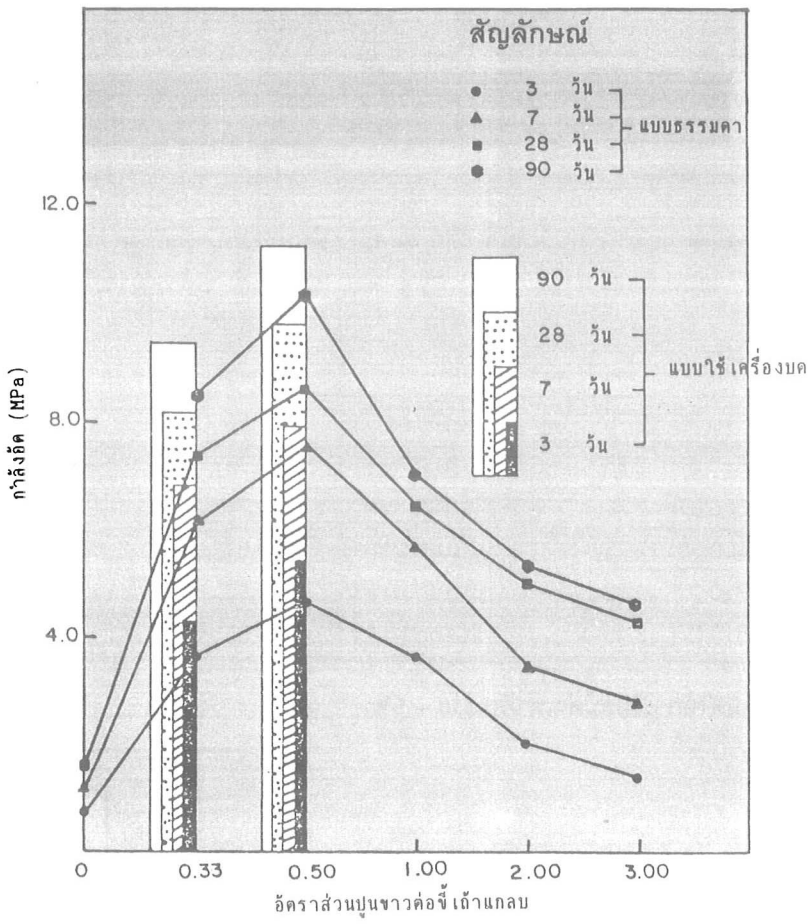
กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบของแต่ละสัดส่วนผสมและวิธีการผสมแสดงไว้ในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า ค่ากำลังพัฒนาสูงสุดที่อายุ 3 วัน, 7 วัน, 28 วัน และ 90 วัน เกิดขึ้นเมื่อใช้อัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบเท่ากับ 1:2 และใช้วิธีการผสมแบบใช้เครื่องบด เมื่อเปอร์เซ็นต์ของขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำที่จำเป็นของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นตามด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ขี้เถ้าแกลบต้องการปริมาณน้ำมาก ค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแบบอิ่มตัวผิวแห้งจะลดลงในขณะที่ปริมาณขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้น เพราะว่าค่าความถ่วงจำเพาะของขี้เถ้าแกลบต่ำกว่าปูนขาว นอกจากนี้ การผสมแบบธรรมดาต้องการอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบสูงมาก เป็นเหตุให้ค่ากำลังอัด และค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแบบอิ่มตัวผิวแห้งต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมแบบใช้เครื่องบด



รูปที่ 1. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด A กับขี้เถ้าแกลบ

ชนิด B

กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบของแต่ละสัดส่วนผสมและวิธีการผสมแสดงอยู่ในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า ค่ากำลังพัฒนาสูงสุดที่อายุ 3 วัน, 7 วัน, 28 วัน และ 90 วัน เกิดขึ้นเมื่อใช้อัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบเท่ากับ 1:2 และใช้วิธีการผสมแบบใช้เครื่องบด เมื่อเปอร์เซ็นต์ของขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำที่จำเป็นของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นตามด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ขี้เถ้าแกลบต้องการปริมาณน้ำมาก ค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแบบอิ่มตัวผิวแห้งจะลดลงในขณะที่ปริมาณขี้เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นเพราะว่าค่าความถ่วงจำเพาะของขี้เถ้าแกลบต่ำกว่าปูนขาว นอกจากนี้ การผสมแบบธรรมดาต้องการอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบสูงมาก เป็นเหตุให้ค่ากำลังอัด และค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแบบอิ่มตัวผิวแห้งต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมแบบใช้เครื่องบด



รูปที่ 2. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด B กับขี้เถ้าแกลบ

จะเห็นได้อีกว่า กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด B กับขี้เถ้าแกลบ มีค่าต่ำกว่ากรณีใช้ปูนขาวชนิด A ทั้งนี้เพราะว่าปูนขาวชนิด B มีคุณภาพไม่ดี และมีเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน และสิ่งเจือปนมาก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 3 : กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด B กับขี้เถ้าแกลบในแต่ละสัดส่วนผสม และวิธีการผสม

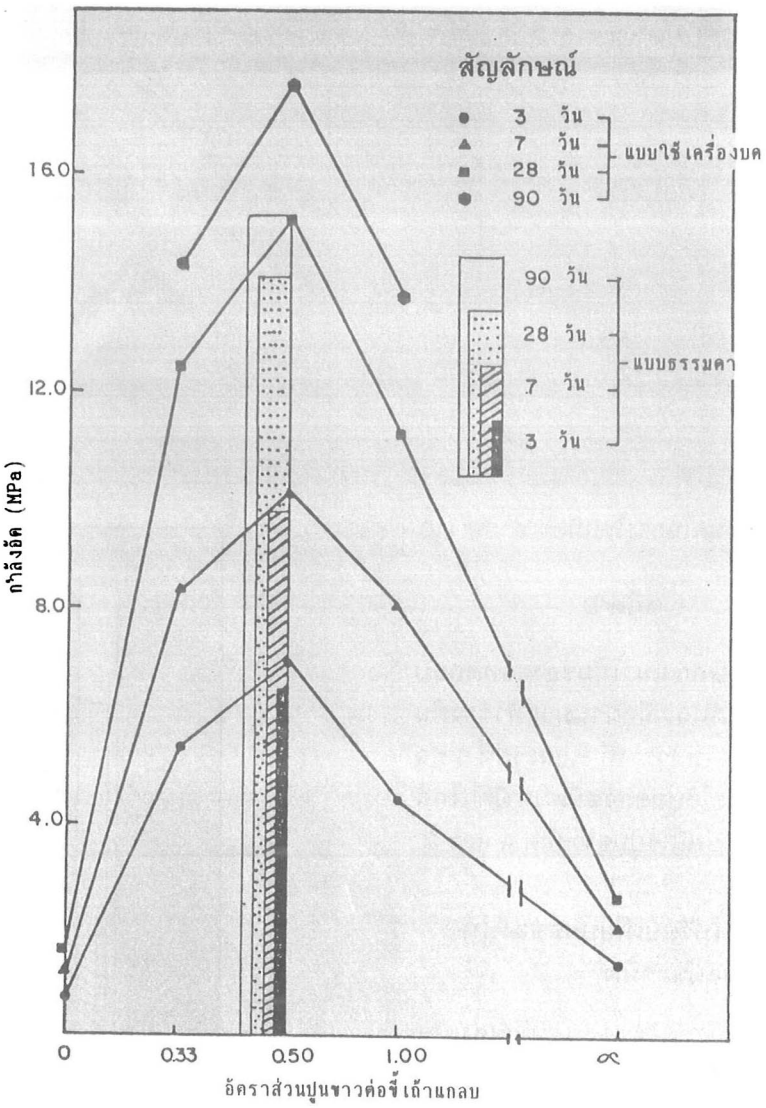
สัดส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่อทราย	วิธีการผสม	อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ*	ความหนาแน่นแบบอิ่มตัวผิวแห้ง (กก./ลบ.ม.)	กำลังอัดเมื่ออายุครบ ((MPa)			
				3 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
(0.25+0.75) : 2.75	แบบธรรมดา	0.76	1,928	3.77	6.15	7.40	8.49
(0.25+0.75) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.70	1,979	4.28	6.81	8.22	9.42
(0.33+0.67) : 2.75	แบบธรรมดา	0.72	1,971	4.65	7.58	8.66	10.33
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.675	2,017	5.40	7.94	9.78	11.22
(0.50+0.50) : 2.75	แบบธรรมดา	0.65	1,988	3.62	5.71	6.42	6.99
(0.67+0.33) : 2.75	แบบธรรมดา	0.60	1,995	1.97	3.44	4.82	5.28
(0.75+0.25) : 2.75	แบบธรรมดา	0.58	2,021	1.38	2.82	4.24	4.52

*กำหนดให้การไหลมีค่าเท่ากับ 110 + 5%

ชนิด C

ลักษณะแนวโน้มของผลทดสอบเหมือนกับกรณีที่ผ่านมาแล้วข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 3 อีกทั้งยังพบว่า กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด C กับขี้เถ้าแกลบมีค่าใกล้เคียงกรณีใช้ปูนขาวชนิด A ถึงแม้ว่าราคาของปูนขาวชนิด C จะต่ำกว่าปูนขาวชนิด A และยังใช้กรรมวิธีแบบง่ายๆ

มีการทดสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับปูนขาวชนิด C เมื่อแปรค่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ เพื่อตรวจสอบผลของอัตราส่วนดังกล่าวว่ามีส่วนกระทบกำลังอัด ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 3 และ 4 จะพบว่ามอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบที่อัตราส่วน น้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่ำๆ ไม่สามารถเพิ่มกำลังอัดได้ เนื่องจากขี้เถ้าแกลบใช้ปริมาณน้ำมาก ดังนั้น จะเห็นว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่ำๆ ส่วนผสมจะมีลักษณะแห้งๆ และปริมาณน้ำที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ



รูปที่ 3. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด C กับขี้เถ้าแกลบ

ตารางที่ 4 : กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด C กับขี้เถ้าแกลบในแต่ละสัดส่วนผสม และวิธีการผสม

สัดส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่อทราย	วิธีการผสม	อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ*	ความหนาแน่นแบบอิ่มตัวผิวแห้ง (กก./ลบ.ม.)	กำลังอัดเมื่ออายุครบ ((MPa)			
				3 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
(0.25+0.75) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.74	1,965	5.37	8.27	12.46	14.26
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.71	2,009	7.01	10.19	15.16	17.71
(0.33+0.67) : 2.75	แบบธรรมดา	0.74	1,983	6.51	9.77	14.13	15.19
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.60 คงที่	1,874	4.71	6.28	8.05	8.92
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.50, คงที่	1,855	1.38	2.55	3.15	4.68
(0.50+0.50) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.695	1,992	4.44	8.00	11.19	13.74

*กำหนดให้การไหลมีค่าเท่ากับ 110 + 5%

ตารางที่ 5 : กำลังอัดราของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด D กับขี้เถ้าแกลบในแต่ละสัดส่วนผสม และวิธีการผสม

สัดส่วนผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่อทราย	วิธีการผสม	อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ*	ความหนาแน่นแบบอิ่มตัวผิวแห้ง (กก./ลบ.ม.)	กำลังอัดเมื่ออายุครบ ((MPa)			
				3 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
(0.25+0.75) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.73	1,967	5.22	9.55	14.50	15.49
(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.72	1,980	5.33	9.90	14.72	17.39
(0.50+0.50) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.71	1,997	4.23	9.08	12.78	14.17

*กำหนดให้การไหลมีค่าเท่ากับ 110 + 5%

ชนิด D

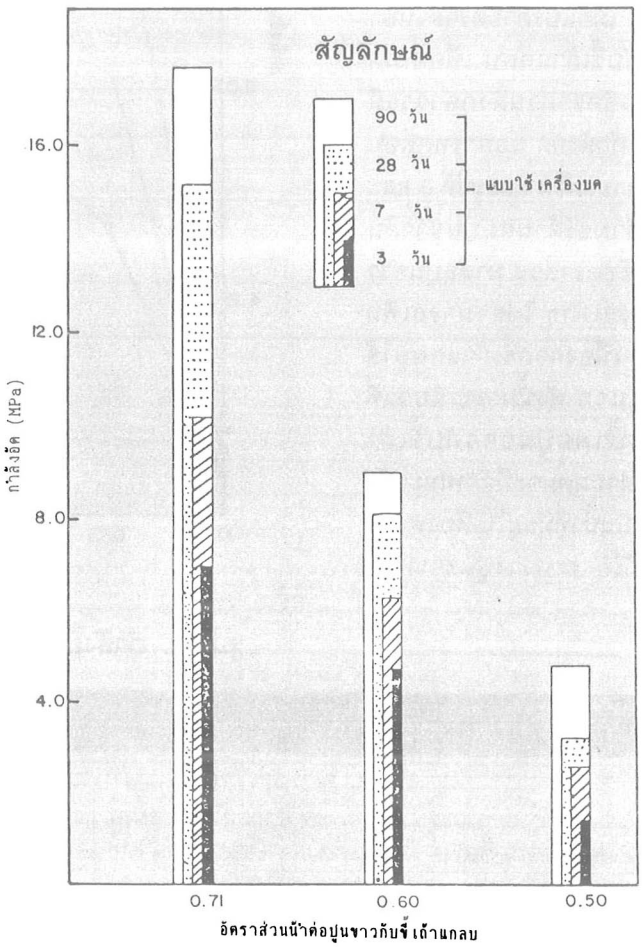
ลักษณะแนวโน้มของผลทดสอบเหมือนกับกรณีที่ผ่านมาแล้วข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 5 ผลของการใช้ปูนขาวชนิด D มีค่าใกล้เคียงกับกรณีใช้ปูนขาวชนิด A และ C

การเปรียบเทียบผลของปูนขาวแต่ละชนิด

ผลกำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบที่มีอัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบเท่ากับ 1:2 ของปูนขาวชนิด A, B, C และ D (รูปที่ 6) จะเห็นว่าปูนขาวชนิด A จะดีที่สุด แต่ทว่าราคาปูนขาวจะแพง จึงไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ในงานปฏิบัติ ดังนั้น สรุปว่าปูนขาวชนิด C เหมาะสมในการนำมาผสมกับมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ โดยกรรมวิธีการผลิตปูนขาวดังกล่าวก็ง่ายจึงเหมาะแก่การประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ

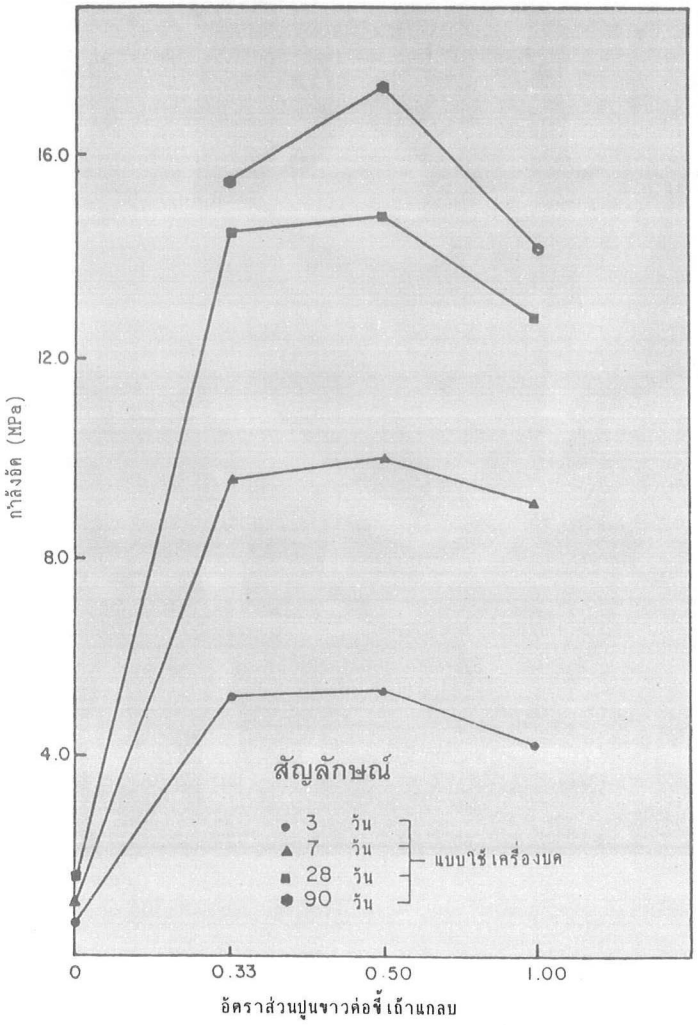
การเปรียบเทียบผลทดสอบกับงานวิจัยที่ผ่าน ๆ มา

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลงานวิจัยที่มีลักษณะเดียวกันซึ่งศึกษาโดย Mehta (1977), Paul (1976) และ Malla (1978) กับงานวิจัยครั้งนี้ปรากฏผลโดยสรุปดังนี้

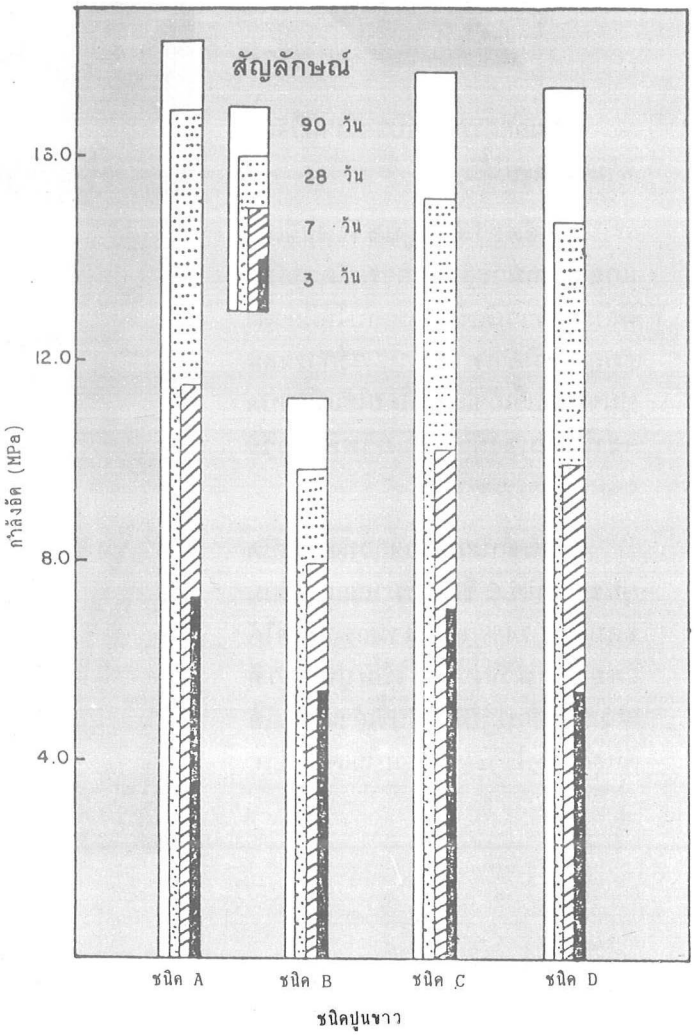


รูปที่ 4. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด C กับขี้เถ้าแกลบใช้อัตราส่วน 1 : 2 โดยแปรค่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ

สังเกตได้ว่า ผลทดสอบจากงานวิจัยนี้ มีค่าต่ำกว่างานวิจัยที่ศึกษาโดย Mehta (1977) แต่ทว่ามีค่าสูงกว่ากรณีงานวิจัยของ Paul (1976) และ Malla (1978) ในกรณีของ Metha เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่ำ จะทำให้กำลังอัดสูงขึ้น ขณะที่กรณีของ Paul และ Malla ใช้วิธีการผสมแตกต่างจากงานวิจัยนี้ และอัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบสูงด้วย (ตารางที่ 6)



รูปที่ 5. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวชนิด D กับขี้เถ้าแกลบ



รูปที่ 6. กำลังอัดของมอร์ต้าผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ ใช้อัตราส่วน 1 : 2 โดยแปรชนิดของปูนขาว

ตารางที่ 6 : การเปรียบเทียบผลของการทดสอบครั้งนี้กับงานวิจัยในอดีต

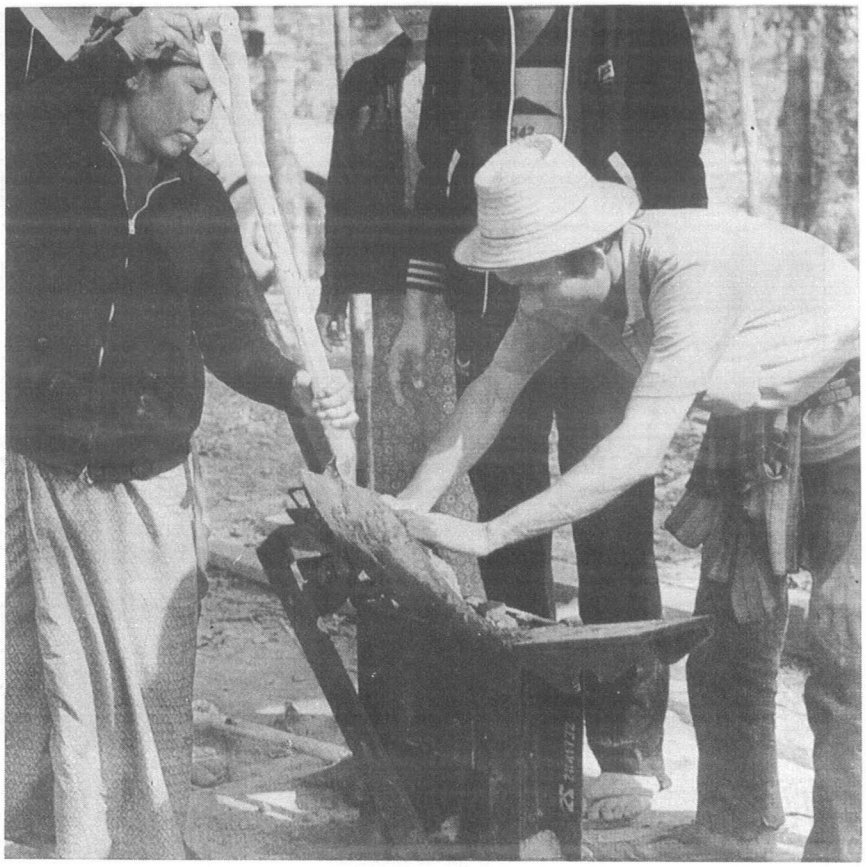
งานวิจัยของ	ชนิดปูนขาว	สัดส่วนผสมระหว่างปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบต่อทราย	วิธีการผสม	อัตราส่วนน้ำต่อปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบ	กำลังอัดเมื่ออายุครบ (MPa)			
					3 วัน	7 วัน	28 วัน	90 วัน
Mehta	A	(0.30+0.70) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.570	4.48	16.55	24.48	-
Paul	A	(0.33+0.67) : 2.75	แบบธรรมดา	1.176	-	1.08	1.34	1.43
Malla	A	(0.25+0.75) : 2.75	แบบธรรมดา	1.160	-	3.53	4.32	4.96
งานวิจัยครั้งนี้	A	(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.710	7.24	11.51	16.94	18.28
	B	(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.675	5.40	7.94	9.78	11.22
	C	(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.710	7.01	10.19	15.16	17.71
	D	(0.33+0.67) : 2.75	ใช้เครื่องบด	0.720	5.33	9.90	14.72	17.39

สรุป

จากผลการทดสอบของงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ว่า

ก) อัตราส่วนปูนขาวต่อขี้เถ้าแกลบที่เหมาะสมในการผลิตมอร์ต้า ผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบให้มีกำลังอัดสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1:2 วิธีการผสมปูนขาวกับขี้เถ้าแกลบโดยใช้เครื่องบดจะทำให้มอร์ต้ามีคุณภาพดีกว่าวิธีผสมแบบธรรมดา

ข) ในจำนวนปูนขาวทั้ง 4 ชนิด ปูนขาวชนิด C ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ 74% และสามารถผลิตได้โดยกรรมวิธีง่ายๆ เป็นปูนขาวที่สามารถทำปฏิกิริยากับขี้เถ้าแกลบได้ดีที่สุด เมื่อใช้วิธีผสมแบบใช้เครื่องบด



เอกสารอ้างอิง

Azam, F. 1982. A More Effective Grinding Method for Rice Husk Ash. M. Eng. Thesis No. ST-82-1, AIT., Bangkok.

Islam, MD.S. 1981. Grinding Methods and Their Effects on Reactivity of RHA. M. Eng. Thesis No. ST-81-7, AIT., Bangkok.

Loo, Y.C., Nimityongskul, P. and Karasudhi, P. 1983. Manufacture and Performance of Rice Husk Ash Concrete. Proceedings of the Ninth CIB Congress, Stockholm, Vol. 4. Building Materials and Componen's, p. 171-182.

Malla, A.P. 1978. Study of Lime-Rice Hull Mixture as a Partial Replacement of Portland Cement. M. Eng. Thesis No. ST-78-1, AIT., Bangkok.

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

Paul, B.K. 1976. A Study of Lime-Rice Husk Ash Mixtures for Use as Building Materials. M. Eng. Thesis No. 1029, AIT., Bangkok.

Rajani, P. 1984. Reactivity of Intergrinding Lime and Rice Husk Ash and Its Applications in Concrete. M. Eng. Thesis No. ST-84-19, AIT., Bangkok.

We, A.B. 1981. Production of RHA and Its Application in Mortar and Concrete. M. Eng. Thesis, No. ST-81-20, AIT., Bangkok.

เส้นทางสมุนไพร

ไม้ประดับ-สมุนไพร

ศศิธร วสุวัต

150/5 ซอยธรรมนูญ 2 ถนนติวานนท์ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000

ปัจจุบันประชาชนได้หันมานิยมปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้น มีทั้งไม้ดอก ไม้ใบ ไม้ประดับ เพื่อความสวยงาม และเพิ่มพื้นที่สีเขียวสดชื่นภายในบ้าน

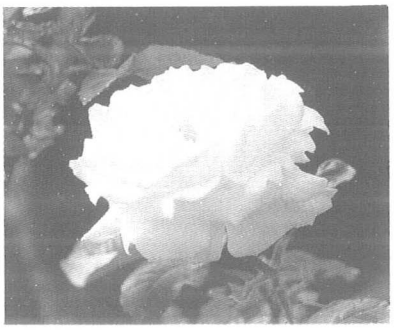
สมุนไพรและพืชหอมของไทยหลายชนิดมีลักษณะงาม ดอกสวยแปลกตา นำมาปลูกบำรุงรักษา และตกแต่งให้เหมาะสมกับภูมิพื้นที่ตามที่มีอยู่ได้ นอกจากจะได้รับบรรยากาศสวยงามสบายๆ จากพืชพรรณสมุนไพรที่กำลังเจริญเติบโตอยู่นั้นแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์พันธุ์สมุนไพรบางอย่างไม่ให้สูญหาย

ไม้ดอก ไม้ใบบางอย่างที่นิยมปลูกเป็นไม้ประดับกันอยู่แล้ว มีคุณค่าทางสมุนไพรอยู่ด้วย แต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันแพร่หลาย รู้จักใช้กันอยู่ในหมู่หมอสมุนไพรแผนโบราณเท่านั้น

ความมุ่งหมายในการนำสมุนไพรสวยงามบางชนิดทั้งที่รู้จักดี และที่แปลกใหม่มาปลูกไว้ดูเล่น เพื่อความเพลิดเพลินและหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพไม่มีอันตรายใดๆ หรือเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สอยที่เป็นธรรมชาติอยู่แล้ว ก็อาจนำมาทดลองใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้สัมผัสความเป็นอยู่แบบพื้นบ้านได้อีกด้วย

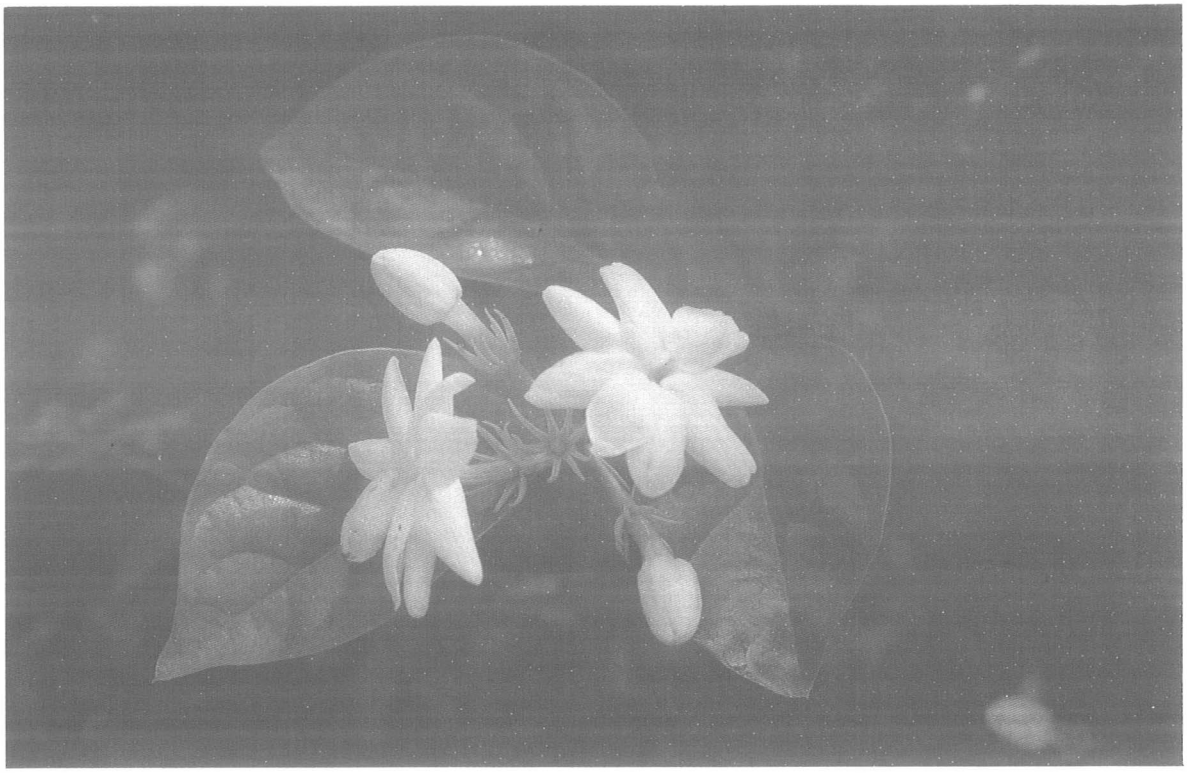
งานวิจัยสมุนไพรไทยด้วยวิทยาการวิทยาศาสตร์แผนใหม่ การแพทย์และเภสัชแผนปัจจุบัน ได้มีความสำเร็จนำไปสู่การผลิตยาแผนปัจจุบันในประเทศได้แล้วบางอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตครีมไพลจีซาลจากไพล แก้อาการปวดเมื่อย กล้ามเนื้ออักเสบ เคล็ดขัดยอก อุตสาหกรรมผลิตกระเทียมสกัดเข้มข้นเป็นอาหารเสริมสุขภาพ ช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด อุตสาหกรรมผลิตยารักษาโรคกระเพาะจากเปลาน้อย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสมุนไพรอีกหลายชนิดซึ่งกำลังอยู่ระหว่างงานวิจัยศึกษาโดยหน่วยวิจัยต่าง ๆ เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมยาชนิดใหม่ต่อไปตามลำดับ

ข้อสำคัญผู้ป่วยเจ็บไม่ควรรักษาตนเองเพราะอาจวิเคราะห์โรคผิด ทำให้ใช้สมุนไพรไม่ตรงกับการรักษาโรคที่ป่วยอยู่ เป็นอันตรายต่อตนเองได้ เพื่อความปลอดภัยควรไปพบแพทย์เพื่อรับการตรวจรักษาที่ถูกต้อง



สำหรับความไม่สบายใจกายเล็กน้อยอันมักเกิดเป็นปรกติเช่น หงุดหงิด เครียดนอนไม่หลับ ท้องผูก ท้องขึ้น ท้องเดิน คอแห้ง ไอ เจ็บคอ เบื่ออาหาร บาดแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แมลงกัดต่อย อาการต่าง ๆ เหล่านี้หากอยู่ในระดับไม่รุนแรง อาจใช้สมุนไพรที่ให้ประโยชน์และปลอดภัยแทนการใช้ยาที่ต้องสั่งจากต่างประเทศ จะเป็นการลดเงินออกนอกประเทศได้บางส่วน

อาจคัดเลือกสมุนไพรบางอย่างปลูกไว้ดูเล่น ช่วยสงวนพันธุ์และใช้ประโยชน์เหมาะสมบางประการได้ จากตัวอย่างสมุนไพรต่อไปนี้



มะลิ (มะลิลา)

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Jasminum sambac* (L.) Ait
วงศ์	Oleaceae
ลักษณะพืช	เป็นไม้พุ่มสูงราว 2-4 ฟุต ทรงงาม ใบสีเขียวสด ดอกสีขาวกลิ่นหอมเย็นชื่นใจ อายุยืนอยู่ทนหลายปี
ประโยชน์	เก็บดอกมะลิแก่จัดจวนบานตอนเย็น ลอยในขันน้ำปิดฝาไว้ จะบานตอนกลางคืน กลิ่นหอมสดจะอบร่ำน้ำไว้ ดื่มชุ่มชื่นใจ บำรุงจิตประสาทได้ดีในตอนเช้า ถ้ามีมากใช้ร้อยมาลัยร้อยกรองประดิษฐ์เป็นรูปแบบต่างๆ ดอกแห้งใช้แต่งกลิ่นใบชาเข้ายาหอมเป็นวัตถุดิบทำถุงหอม (potpourri) ได้ ปลูกไว้ใช้เองจะปลอดภัยจากยาฆ่าแมลง

กุหลาบมอญ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rosa damascena* Mill.

ชื่ออื่น Damask Rose

วงศ์ Rosaceae

ลักษณะพืช กุหลาบมอญเป็นไม้ ยืนต้น มีอายุยืนนานถึง 50 ปี ต้นสูง 2-3 เมตร ใบกว้าง 1.5-4 ซม. ยาว 2.5-7.5 ซม. ริมใบหยัก ดอกสีชมพูกลิ่นหอมหวานมีหลายดอกในหนึ่งช่อ

ประโยชน์ ดอกแต่งกลิ่นอาหาร และเครื่องหอม น้ำมันหอมจากดอกกุหลาบมอญเป็นสินค้ามีราคาสูง ใช้ในอุตสาหกรรม น้ำหอมคุณภาพดี ประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ได้แก่ บุลกาเรีย รองลงมาได้แก่ ฝรั่งเศส ตุรกีและรัสเซีย กุหลาบมอญของไทยมีกลิ่นหอมคุณภาพดี แต่เมื่อนำมาสกัดน้ำมันหอมแล้วได้ผลผลิตน้อยยังไม่คุ้มทุนในการปลูกเพื่อผลิตน้ำมันหอมขั้น อุตสาหกรรม หากปลูกไว้เป็น ไม้ประดับ เก็บดอกเริ่มแย้มตอนเช้ามืดลอยน้ำในโถหรือขันน้ำปิดฝาไว้ ตอนเย็นจะ ได้น้ำกลิ่นกุหลาบดื่มแล้วจะรู้สึกสดชื่นสบายใจหายเหนื่อย ดอกแห้งใช้เป็นวัตถุดิบทำถุงหอม

กะเพรา (กะเพราขาว, กะเพราแดง, กอมก้อดำ, กอมก้อขาว, กอมก้อ, กะเพราขน)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum sanctum* Linn.

ชื่ออื่น Sacred Basil, Holy Basil

วงศ์ Labiatae

ลักษณะพืช เป็นไม้ต้นเล็กสูง 3 - 4 ฟุต กิ่งก้านเป็นรูปสี่เหลี่ยม ใบและลำต้นมีทั้งชนิดสีเขียวและชนิดสีแดง ดอก เป็นช่อตั้งขึ้นเป็นชั้น ๆ ปลูกขึ้นได้ง่าย

ประโยชน์ ขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ ช่วยลดความเครียด

หมายเหตุ มีผู้ทดลองทำผัดเห็ดใส่ใบกะเพราจำนวนมากกว่าปรกติเล็กน้อย รับประทานแล้วง่วงหลับเร็วดี และหลับสบายตลอดคืน

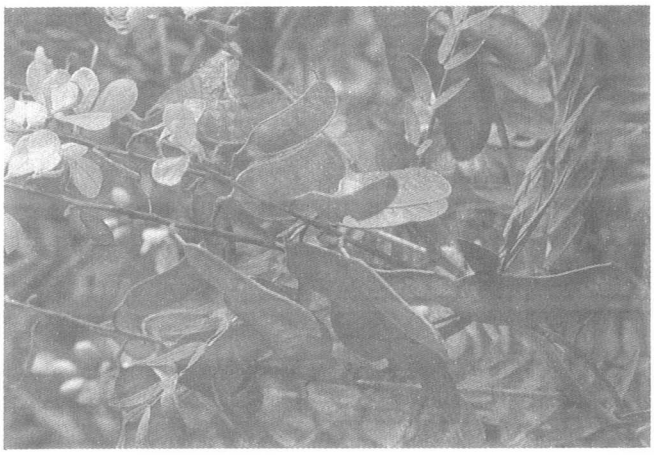
มะขามแขก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cassia angustifolia* Vahl

ชื่ออื่น Senna

วงศ์ Leguminosae

ลักษณะพืช เป็นไม้พุ่มสูงครึ่งถึงหนึ่งเมตร ใบเป็นใบประกอบ ดอกเป็นช่อสีเหลือง มีผลเป็นฝักยาว 4 - 5 ซม. กว้าง 1-1.5 ซม. เป็นพืชล้มลุกอายุ 1-3 ปี



ประโยชน์ ฝักและใบเป็นยาถ่ายที่ปลอดภัย เข้าอยู่ในเภสัชตำรับทั้งของอเมริกา อังกฤษ ยุโรป และเป็นสมุนไพรในตำรับยาถ่ายของไทยมาแต่โบราณ มะขามแขกมีสารแสดงฤทธิ์สำคัญได้แก่ เซนโนไซด์ ซึ่งควรจะมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 ควรเก็บฝักเมื่อฝักมีอายุ 21 วัน เก็บใบเมื่อใบมีอายุ 3 เดือน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีเซนโนไซด์สูงสุด ตากแห้ง ใช้ครั้งละ 0.5-2 กรัม ชงน้ำร้อนดื่มก่อนนอน

การสกัดเพกติน จากผักที่เป็นอาหาร

วราภรณ์ ชัยโอภาส
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กทม. 10220

บทคัดย่อ

การสกัดเพกตินในผัก 42 ชนิด พบว่า ผักที่มีเพกตินเป็นวุ้น ได้แก่ มะขามเปียก มะขามอ่อน มะนาว มะกรูด ฟักทอง กุยฉ่าย และมะละกอ ซึ่งมีเพกตินร้อยละ 7.25539, 4.6138, 2.70194, 2.28485, 2.16625, 0.58374 และ 0.46267 ตามลำดับ ส่วนผักที่มีเพกตินน้อยพบว่าอยู่ในวงศ์ผักกาด เช่น กะหล่ำดอก ผักกาดกวางตุ้ง คะน้า ผักกาดหัว และกะหล่ำปลี ซึ่งมีเพกตินร้อยละ 0.21622, 0.05146, 0.09991, 0.08318 และ 0.05146 ตามลำดับ

ผักที่มีศักยภาพสำหรับการสกัดให้บริสุทธิ์ ในระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ มะขามเปียก มะขามอ่อน มะนาว และมะกรูด

คำนำ

ผักและผลไม้เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างมหาศาลต่อชีวิตมนุษย์ ทั้งนี้เพราะในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า เส้นใย (fiber) มีผลต่อการบำบัดและป้องกันโรคต่างๆ เลิศวุฒิโสภณ (2535) กล่าวว่า เพกตินเป็นเส้นใยสามารถลดระดับไขมันคอเลสเทอรอลในเลือดได้โดยการดูดซับน้ำดีจากระบบทางเดินอาหาร ทำให้ตับเร่งสร้างน้ำดีขึ้นมาทดแทนจากคอเลสเทอรอลในตับ

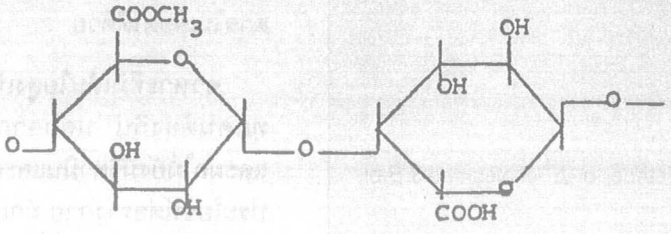
การกินผักและผลไม้นอกจากจะไม่มีคอเลสเทอรอลแล้ว เพกตินยังสามารถช่วยลดคอเลสเทอรอลที่กินจากอาหารประเภทไขมันได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้ลดอาการเสี่ยงต่อหลอดเลือดแข็งและตีบ ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของเพกติน คือ สามารถละลายน้ำได้แล้วเปลี่ยนรูปเป็นวุ้นสามารถเคลือบผิวลำไส้เพิ่มความหนาของชั้นเมือกของผิวลำไส้ และการเป็นวุ้นนี้เพิ่มความหนืดของอาหารทำให้อาหารเคลื่อนตัวช้า เป็นการช่วยให้ลำไส้ดูดซึมอาหารพวกแป้งและน้ำตาลที่ย่อยแล้วได้ช้าลง ระดับน้ำตาลในเลือดจึงไม่สูงฉับพลัน เพกตินจึงมีผลดีต่อการควบคุมโรคเบาหวาน (กุลพงษ์ 2535)

เพกตินยังมีความสามารถในการลดอาการอักเสบของแผลในลำไส้หลังผ่าตัด การให้เพกติน 1-2% ร่วมกับการให้สารอาหารทางหลอดเลือดดำในหนูที่ถูกผ่าตัดลำไส้ออกแล้วจะช่วยเร่งให้ร่างกายสร้างเซลล์ลำไส้ทดแทนและเพิ่มน้ำย่อยต่างๆ ได้ถึงร้อยละ 80

ผักและผลไม้ชนิดต่างๆ ยังมีเส้นใยกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ระบบทางเดินอาหารปกติ ลำไส้เคลื่อนตัวได้เร็วขึ้น ทำให้ไม่มีอาการท้องผูก และป้องกันโรคต่างๆ เช่น ริดสีดวงทวาร ถุงโป่งพองในลำไส้ มะเร็งในลำไส้ เป็นต้น (เลิศวุฒิโสภณ 2535)

ผักและผลไม้เป็นอาหารที่มีวิตามินที่จำเป็นต่อการรักษาสุขภาพหลายชนิดและธาตุบางชนิด เช่น กำมะถัน ซึ่งเป็นธาตุที่ทำให้ผิวหนังเกลี้ยงเกลา การกินผักพวกหัวผักกาดขาว ผักกาดหอม กระหล่ำปลี กระหล่ำดอก ใบคื่นฉ่าย มะเขือเทศ หัวหอม จะได้ธาตุกำมะถันจากอาหารทำให้ผิวพรรณดี เหล็กเป็นอีกธาตุหนึ่งที่ช่วยให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง เพราะเหล็กทำให้โลหิตมีสีแดง การกินผักบุ้ง ผักตำลึง ผักโขม และผักที่มีสีเขียวจัดทุกชนิดจะมีธาตุเหล็ก ทั้งนี้เป็นการกินเพื่อสุขภาพดี ผักและผลไม้หลายชนิดนอกจากเป็นอาหารแล้ว ยังมีสรรพคุณทางยา จึงจัดเป็นพืชสมุนไพร การมีบริโภคนิสัยในการกินผักและผลไม้จึงได้ประโยชน์ต่อร่างกายทั้งอาหารและยา และยังป้องกันโรคอ้วนได้อีกด้วย อันตรายจากโรคอ้วนทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ความดันโลหิตสูง เบาหวาน ภาวะไขมันในเลือดสูง หัวใจขาดเลือด ไขมันคั่งในตับ นิ่วในถุงน้ำดี ข้ออักเสบ ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ (คงพันธุ์ 2535)

เพกติน (pectin) เป็นสารคาร์โบไฮเดรตอยู่ภายในผนังเซลล์ของพืชผักและผลไม้ ประกอบด้วย methoxylate และ polygalacturonic acid ที่พบมากในเนื้อแอปเปิล และผิวหรือเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม เพกตินใช้ทำ jelly รักษาโรคท้องร่วงในทารกและเด็กได้ (จักรพิทักษ์ 2532) รูปที่ 1 แสดงสูตรโครงสร้างของเพกติน



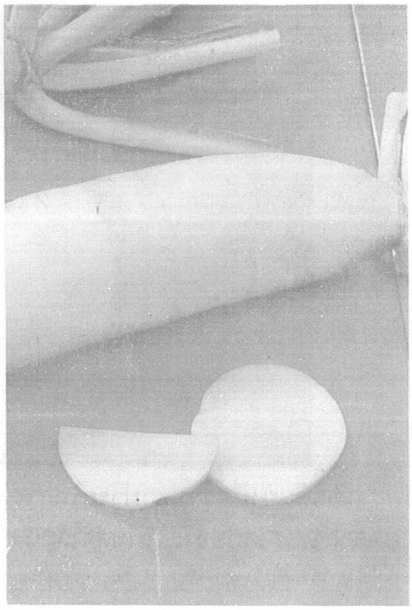
รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของเพกติน (จักรพิทักษ์ 2532)

กรดกาแลกตูโรนิกถูก esterified ด้วยหมู่เมทิล (-CH3) เพกตินเป็นสารชีวโมเลกุลที่พบในผนังเซลล์โดยเปลี่ยนจาก protopectin ด้วยเอนไซม์ pectinase เป็นกรดเพกติน

คอเลสเทอรอลสังเคราะห์ที่ตับและตับยังสังเคราะห์น้ำดีจากคอเลสเทอรอลด้วยปริมาณน้ำดีมีประมาณ 200-500 มก. ต่อวัน และปริมาณคอเลสเทอรอลที่ร่างกายสร้างขึ้นประมาณ 1 กรัมต่อวัน ซึ่งอัตรานี้เป็นการสร้างที่ทดแทนกรดน้ำดีที่ถูกขับออกทางอุจจาระแต่ละวัน

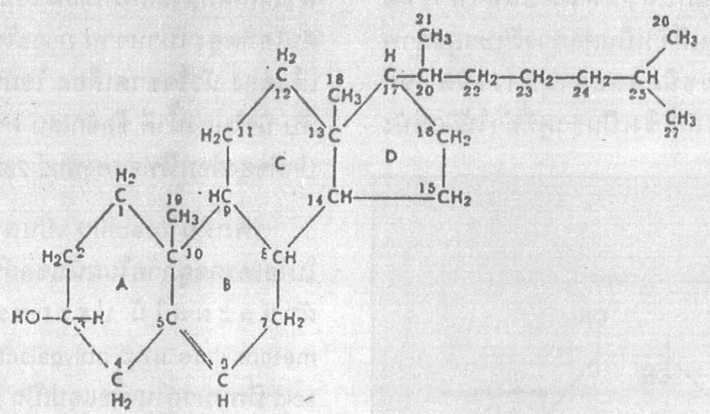
น้ำดีและกรดน้ำดีมีหน้าที่ละลายไขมันที่บริเวณส่วนบนของลำไส้เล็ก ประมาณ 99% ของกรดน้ำดีจะถูกดูดกลับที่ส่วน ileum เพื่อส่งกลับไปยังตับทาง portal vein ส่วนกรดน้ำดีประมาณ 500 มก.ต่อวัน จะขับออกทางอุจจาระซึ่งเป็นทางที่สำคัญ

คอเลสเทอรอลมีอยู่มากในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นอนุพันธ์ของสเตอรอยด์มี OH ที่ตำแหน่งที่สามและพันธะคู่ที่ C5-C6 (รูปที่ 2)



คอเลสเทอรอลไม่มีในพืช เป็นโมเลกุลที่เกิดจากการจับกันระหว่างโปรตีนกับไขมัน เรียกว่า ไลโปโปรตีน และเป็นโมเลกุลต้นตอที่สำคัญในการสังเคราะห์สเตอรอยด์ฮอร์โมนในร่างกาย

เชื่อว่า เพกตินเป็นเส้นใยสามารถลดระดับไขมันในเลือดได้โดยการดูดซึมน้ำดีจากระบบทางเดินอาหาร ทำให้การเร่งสร้างน้ำดีขึ้นทดแทนในตับจากไขมันคอเลสเทอรอล แอนเดอร์สันและเชน รายงานว่า การกินเส้นใยจากอาหารต่างๆ ให้ได้ 60 กรัม/วัน จะสามารถลดระดับคอเลสเทอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL-C) และเพิ่มระดับคอเลสเทอรอลชนิดความหนาแน่นสูง (HDL-C) ส่วนเดอริงตัน พบว่า การผสมเพกตินขนาด 12 กรัมต่อวันในอาหารสามารถลด LDL-C ได้ แต่ไม่เปลี่ยน HDL-C เจนกินส์ในปี 1975 พบว่า เพกตินสามารถลดระดับคอเลสเทอรอลได้ (เลิศวุฒิโสภณ 2535)



cholesterol $C_{37}H_{45}OH$, 3 *β-hydroxy-* Δ^5-cholestene, or Δ^5-cholestene-3 *β*-ol

รูปที่ 2 โครงสร้างคอเลสเทอรอล (วิโมกข์สันตว์ และคณะ 2521)

อาหารที่ให้เส้นใยอาหาร คือ อาหารประเภทผัก ผลไม้ ข้าวและแป้ง เส้นใยอาหารผ่านกระเพาะช้าทำให้อิ่มนาน และสามารถดูดซึมสิ่งเป็นพิษต่างๆ ของลำไส้ใหญ่ ตลอดจนถึงคอเลสเตอรอล กลุ่มชาวตะวันตกซึ่งกินอาหารที่มีเส้นใยอาหารน้อย จึงทำให้เกิดโรคภาวะต่างๆ ทางโภชนาการ เช่น โรคอ้วน ไขมันในเลือดสูง หลอดเลือดแดงแข็ง เบาหวาน นิ่วในถุงน้ำดี ความดันโลหิตสูง และริดสีดวงทวาร เป็นต้น

จากการศึกษาผู้ที่กินอาหารที่มีเส้นใยสูงเป็นเวลานาน จะไม่เกิดภาวะคอเลสเทอรอลในเลือดได้ แพทย์ได้กำหนดให้ผู้มีคอเลสเทอรอลสูงกินอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง พบว่า ผลของคอเลสเทอรอลในเลือดลดลง นอกจากนี้ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง ช่วยลดน้ำตาลในเลือดได้ด้วย

อาหารที่มีเส้นใยสูงเป็นอาหารที่ทุกคนต้องกิน นอกจากนั้นแล้วผักและผลไม้ยังมีวิตามินและเกลือแร่ที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ผักแทบทุกชนิดให้วิตามินซี และผักที่มีสีเขียว สีแสด สีเหลือง กินแล้วจะให้วิตามินเอ ส่วนในผักชนิดหัว เช่น มันเทศ มันฝรั่ง

ผักกาดหัว ฟักทอง แครอทจะให้คาร์โบไฮเดรตแก่ร่างกายด้วย

ผลไม้ให้คุณค่าเช่นเดียวกับผัก ผลไม้ให้วิตามินซีสูงกว่าผัก เช่น มะละกอ ฝรั่ง ส้ม มะม่วง ผลไม้กินสุกให้วิตามินเอแก่ร่างกาย (คงพันธุ์ 2525) การกินผักผลไม้อาจช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้ด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

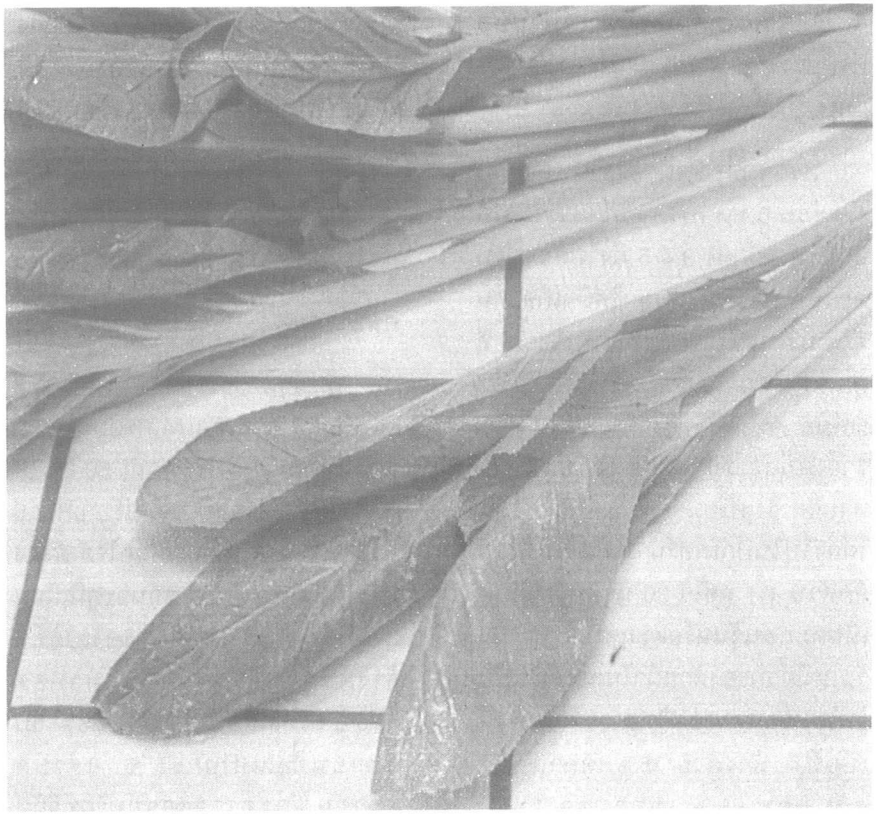
อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่วๆ ไป ส่วนสารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เออาร์ บีดีเอช, แกลเซียล อะซิติก แอซิด จีอาร์เมอร์ค, แคลเซียมคลอไรด์ จีอาร์เมอร์ค, ซิลเวอร์ไนเตรต เออาร์ บีดีเอช, ซิตริก แอซิด เออาร์ "ไรเดล", แอบโซลุท เอทธานอล จีอาร์เมอร์ค, กีเซลกัวร์ แลบเกรด "ฟูกา", เพกติน แลบเกรด "ซิกมา", กรดเกลือ, อะลูมิเนียมคลอไรด์

การวิเคราะห์ปริมาณเพกตินในผักอาหาร 42 ชนิด ทุกน้ำหนักสด 100 กรัม ที่ศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณและคุณภาพที่มีในผักอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งสามารถวัดได้เป็นกรัม เมื่อใช้วิธีสกัด 3 วิธี และสิ่งที่คาดหวังจะได้ปริมาณเพกตินมากและคุณภาพที่ดีน่าจะสกัดให้บริสุทธิ์ได้

วิธีทดลอง

ผักและผลไม้ส่วนที่ใช้ คือ ส่วนที่กินได้และมีความสด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก 100 กรัม ปั่นรวมกับน้ำกลั่น 250 มล. สัดส่วนนี้เป็น 1 ซ้ำ แล้วต้มให้เดือดอ่อนๆ กรองขณะร้อนด้วยผ้าขาวบางที่มีช่องถี่ 95-100 ต่อ ตร.ซม. พับทบ 2 ครั้ง รวม 2 ผืน วางลงบนผ้าฝ้าย ขนาด 50 x 50 ซม. ใช้วางกรองผ่านกระชอนปล่อยให้หยด



ถ้าผลไม้ยังมีกากเติมกีเซลกัวร์ (Kieselgur) 25 กรัม/ลิตร ขณะร้อนและกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 น้ำผักและผลไม้จะใส เตรียมครั้งละ 5,000 มล. แล้วแยกเป็น 3 ส่วนๆ ละ 1,250 มล.

1. วิธีสกัดด้วย 1 M แคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งปรับปรุงจาก มงคลศิริเกียรติ (2528)

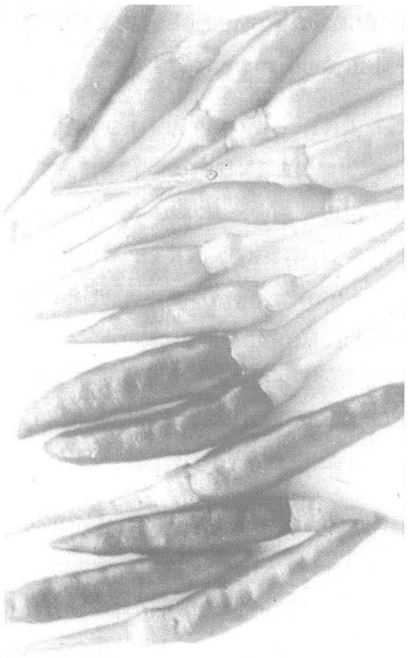
วัด pH น้ำผลไม้แต่ละชนิดแล้วปรับเป็น pH 7.0 ด้วย 6 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ เจือจางน้ำผลไม้ให้เป็น 75% ด้วย 0.1 M โซเดียมไฮ-ดรอกไซด์ โดยใช้น้ำผลไม้ 250 มล. เติม 0.1 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 80 มล. เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 18-20 ชม. (1 คืน) ถ้าน้ำผลไม้มีเพกตินจะสังเกตเห็นสารแขวนลอยเล็กๆ อยู่ในฟลาสก์ เติม 1 M กรดอะซิติก 40 มล. เขย่าเหวี่ยงฟลาสก์เป็นวงกลม 2-3 รอบ เมื่อสารละลายเข้ากันจะสังเกตเห็นสารแขวนลอยขนาดใหญ่ขึ้น ทิ้งไว้ 5 นาที สารละลายนี้มี pH 4.0 เติม 1 M แคลเซียมคลอไรด์ 40 มล. เขย่าเหวี่ยงเป็นวงกลม 2-3 รอบ จะสังเกตเห็นวุ้นหมุนวนอยู่ภายในฟลาสก์ ตั้งสมมุติฐานได้ว่าสิ่งนี้น่าจะเป็นเพกติน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที นำสารละลายไปต้ม 2-3 นาที สังเกตตะกอนจะแยกชั้นออกจากสารละลาย แล้วนำไปกรองตะกอนออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างตะกอนซึ่งค้างอยู่บนกระดาษกรองด้วยน้ำเดือด ล้างจนหมดคลอไรด์ ซึ่งตรวจน้ำทิ้งด้วย 0.1 M ซิลเวอร์ไนเตรตไม่มีตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ ใช้น้ำเดือดล้างประมาณ 500 มล. ค่อยๆ ล้างให้ตะกอนรวมตัวกัน ซึ่งจะช่วยให้เก็บตะกอนได้ง่าย นำตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 60°ซ. ตั้งแต่ 2 ถึง 6 ชม. ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของตะกอน ถ้าเป็นตะกอนหยาบใช้เวลา 30 นาที เมื่อตะกอนแห้งสนิท บดละเอียด ร่อนด้วยแร่งขนาด 80 mesh ได้ผงละเอียด นำไปอบให้แห้งสนิท ชั่งสารสกัดด้วยตาชั่งแบบละเอียด แล้วเก็บใส่ซองพลาสติกไว้ตรวจคุณสมบัติต่อไป

2. วิธีสกัดด้วย 60% เอทานอล ปรับปรุงจาก พงษ์สามารถ และมาร์คแมน (2532)

ตรวจ pH น้ำผัก ผลไม้ ปรับ pH 4.5 ด้วย 0.1M กรดซิตริก แต่น้ำผลไม้ส่วนใหญ่มี pH 3-4.5 จึงไม่ต้องปรับ ตวงน้ำผลไม้ 250 มล. ใส่บีกเกอร์ทนความร้อนนำไปอบระเหยไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 60°ซ. น้ำจะระเหยไปวันละ 50 มล. จนเหลือน้ำผลไม้เข้มข้น ค่อนข้างเหนียว 25 มล. ตวง 60% เอทานอล ซึ่งเตรียมจาก 75% เอทานอล ใส่ลงไปในบีกเกอร์น้ำผลไม้เข้มข้นในสัดส่วน 1:1 แช่ไว้ 30 นาที จะสังเกตเห็นตะกอนวุ้นหรือตะกอนผง ถ้าเป็นวุ้นเหนียวกรองด้วยผ้าไนลอน ถ้าเป็นวุ้นใสหรือผงกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างด้วย 75% เอทานอล 2 ครั้ง และ 95% เอทานอล 1 ครั้ง ตะกอนวุ้นนั้นจะแห้งและไม่มีน้ำ นำจากแก้วมาบุด้วยกระดาษฟอยด์วางตะกอนลงในจานอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลา 6-8 ชม. เมื่อแห้งดีแล้วบดให้ละเอียด แล้วทำเช่นเดียวกับวิธี ก.

3. วิธีตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์

นำน้ำผักที่กรองใสในส่วนที่ 3 ปรับ pH 4 ด้วย 0.1 M กรดเกลือ อุ่นน้ำผักที่อุณหภูมิประมาณ 60-80°ซ. เป็นเวลา 2-3 นาที แล้วปรับ pH 3.5 ด้วย 1 M อะลูมิเนียมคลอไรด์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน กรองเก็บตะกอนอะลูมิเนียมเพกติเนสด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างตะกอนด้วย 60% เอทานอล +3.5% กรดเกลือในอัตราส่วน 3% อบตะกอนที่อุณหภูมิ 65°ซ. แล้วบดตะกอน และตรวจความบริสุทธิ์กับเพกตินบริสุทธิ์



ผลการทดลอง

วิธีตกตะกอนเพกตินในผัก 32 ชนิด ด้วย 1M แคลเซียมคลอไรด์ และ 60% เอทานอล เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งของตะกอนสามารถวัดปริมาณได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

วิธีตกตะกอนด้วย 1M อะลูมิเนียมคลอไรด์ และ 60% เอทานอลในผัก 11 ชนิด สามารถเปรียบเทียบปริมาณเพกตินจากการสกัด 2 วิธีนี้ ดังแสดงในตารางที่ 2

โดยสรุปผัก 42 ชนิด และผลไม้ 15 ชนิด จากข้อมูลในตารางที่ 1-2 มีปริมาณเพกตินแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ดังแสดงในตารางที่ 3

เพื่อการตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่าการสกัดเพกตินในผักด้วยวิธีใช้ 1M แคลเซียมคลอไรด์ และ 60% เอทานอล โดยวิธีใช้สกัดด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ และ 60% เอทานอล ถ้าปริมาณเพกตินในผักมีปริมาณคงที่การสกัดทั้ง 2 วิธีน่าจะได้ปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ F.05 (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเพกตินในผัก 32 ชนิด เรียงลำดับจากมากไปน้อย

ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	แคลเซียมเพกเตต (กรัม/100กรัม)	เพกติน (กรัม/100 กรัม)
มะขามเปียก	*Tamarindus indica* Linn.	8.73858 ± 0.67429	5.77220 ± 1.35546
มะขามอ่อน	*Tamarindus indica* Linn.	5.02694 ± 0.54356	4.20068 ± 0.65560
มะนาว	*Citrus aurantifolia* Swing.	3.87460 ± 0.77259	1.59620 ± 0.24020
มะกรูด	*Citrus hystrix* DC.	1.96708 ± 0.49734	2.60264 ± 0.74386
หอมแดง	*Alium ascalonicum* Linn.	0.556915 ± 0.07376	1.22800 ± 0.55141
มะละกอ	*Carica papaya* Linn.	0.52294 ± 0.27741	0.33000 ± 0.11593
ใบมะระ	*Momordica charantia* Linn.	0.50875 ± 0.12766	0.44800 ± 0.14469
ผักโขม	*Amaranthus caudatus* Linn.	0.50598 ± 0.30088	0.46110 ± 0.29100
แมงลัก	*Ocimum canum* Linn.	0.50362 ± 0.05197	0.44400 ± 0.51822
กะเพรา	*Ocimum asnctum* Linn.	0.49710 ± 0.03581	0.51822 ± 0.10928
ผักบุ้งแดง	*Ipomoca reptans* Peir.	0.45362 ± 0.15607	0.57400 ± 0.15520
กระชาย	*Boesenbergia pandurata* Haltt.	0.43190 ± 0.05167	1.87000 ± 1.21740
ขี้เหล็ก	*Cassia siamea* Britt.	0.35406 ± 0.21703	0.45890 ± 0.1711
มะเขือพวง	*Solanum torvum* SW.	0.34006 ± 0.07775	1.08680 ± 0.23425
ขิง	*Zingiber officinale* Roscoe.	0.42314 ± 0.14076	2.21250 ± 0.491175
มะรุม	*Moringa oleifera* Lamk.	0.33345 ± 0.04931	1.26800 ± 0.67520
กระเจี๊ยบมอญ	*Hibiscus esculentus* Linn.	0.26278 ± 0.06822	0.03399 ± 0.01347
โหระพา	*Ocimum basilicum* Linn.	0.26180 ± 0.13330	0.35800 ± 0.08795
ผักกะเฉด	*Neptunia oleracea* Lour.	0.25918 ± 0.05403	0.71400 ± 0.17036
กุยช่าย	*Allium odorum* Roxb.	0.23434 ± 0.05517	0.73314 ± 0.05726
สะระแหน่	*Mentha arvensis* Linn.	0.23303 ± 0.03067	0.51800 ± 0.15367
กระถิน	*Leucaena leucocephala* dewit.	0.21902 ± 0.09537	0.76423 ± 0.23274
มะเขือยาว	*Solanum melongena* Linn.	0.15990 ± 0.01031	0.38824 ± 0.17487
ผักกาดกวางตุ้ง	*Brassica chinensis* Tsen. Lee.	0.15314 ± 0.02969	0.20802 ± 0.09356
กะหล่ำดอก	*Brassica oleracea* Var. botrytis Linn.	0.14692 ± 0.09046	0.28557 ± 0.08104
ถั่วพู	*Psophocarpus tetragonolobus* DC.	0.10192 ± 0.02844	0.09114 ± 0.02839
มะเขือเปราะ	*Solanum aculeatissimum*	0.08934 ± 0.02623	0.16534 ± 0.05378
คะน้า	*Brassica alboglabra* Linn.	0.04722 ± 0.01531	0.15350 ± 0.03836
กะหล่ำปลี	*Brassica oleracea* var.*capitata* Linn.	0.04548 ± 0.03130	0.05744 ± 0.03991
มะเขือเทศ	*Lycopersicon esculentum* Mill.	0.03932 ± 0.00202	0.63762 ± 0.19909
ถั่วฝักยาว	*Vigna unguiculata* Linn.	0.02914 ± 0.01832	0.25560 ± 0.13094
ถั่วลันเตา	*Pisum sativum* Linn.	0.01224 ± 0.10189	0.28990 ± 0.15284
ผักกาดหัว	*Brassica campestris* Linn.	0.00886 ± 0.00749	0.15750 ± 0.04021

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณเพกตินในผัก 11 ชนิด โดยวิธีสกัดด้วย 1M อะลูมิเนียมคลอไรด์ เปรียบเทียบกับการสกัดด้วย 60% เอทานอล เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย

ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	แคลเซียมเพกเตต (กรัม/100 กรัม)	เพกติน (กรัม/100 กรัม)
ฟักทอง	*Cucubita moschata* Pair.	1.25296 ± 0.14926	3.07954 ± 0.85684
บวบเหลี่ยม	*Luffa acutangula* Roxb.	0.76764 ± 0.20868	0.24757 ± 0.08588
มะระ	*Momordica charantia* Linn.	0.67124 ± 0.03384	0.18578 ± 0.04411
ผักชีฝรั่ง	*Petroselinum crispum* Linn.	0.48302 ± 0.13825	0.16624 ± 0.03410
น้ำเต้า	*Lagenaria siceraria* Standl.	0.44934 ± 0.15928	0.38482 ± 0.06656
แตงโมอ่อน	*Citrulus lanatus* Mansf.	0.41314 ± 0.27480	1.00488 ± 0.44371
แครอท	*Daucus carota* Linn.	0.32978 ± 0.01680	0.54296 ± 0.32792
ฟักเขียว	*Benincasa cerifera* San.	0.32436 ± 0.01626	0.47000 ± 0.31454
แตงกวา	*Cucumis sativus* Linn.	0.13060 ± 0.03484	0.29634 ± 0.56532
ตำลึง	*occinia grandis* Linn.	0.12034 ± 0.03484	0.67208 ± 0.56532
คื่นฉ่าย	*Apium graveolens* Linn.	0.08530 ± 0.02791	0.33014 ± 0.11577

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณเพกติน (%) ในผักและผลไม้

ชื่อ	ร้อยละน้ำหนักแห้ง	ชื่อ	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
กุยช่าย	0.58374	มะขาม (เปียก)	7.25539
หอมแดง	0.94814	(อ่อน)	4.61381
ผักโขม	0.53413	กระเจี๊ยบมอญ	0.17446
มะละกอ	0.46267	มะกรูด	2.28485
ผักบุ้งแดง	0.60454	มะนาว	2.70194
กะหล่ำดอก	0.21622	มะเขือเทศ	0.33847
กะหล่ำปลี	0.05146	มะเขือเปราะ	0.12734
ผักกาดกวางตุ้ง	0.18058	มะเขือพวง	0.71343
ผักกาดหัว	0.08318	มะเขือยาว	0.27407
คะน้า	0.09991	คื่นฉ่าย	0.20772
แตงกวา	0.21476	แครอท	0.43637
แตงโมอ่อน	0.70901	ผักชีฝรั่ง	0.32463
น้ำเต้า	0.41712	กระชาย	0.96395
บวบเหลี่ยม	0.50697	ขิง	1.09657
ตำลึง	0.39621	มะกอก (ผลไม้)*	2.1186
ฟักเขียว	0.39718	ลำไย	0.8216
ฟักทอง	2.16625	น้อยหน่า	1.6469
มะระ (ใบ)	0.50050	มะเฟือง	0.5102
(ผล)	0.42851	แตงไทย	0.3638
กะเพรา	0.55739	มะขามป้อม	3.1888
แมงลัก	0.47381	มะยม	0.1812
สะระแหน่	0.39882	มังคุด	2.1539
โหระพา	0.30990	กระท้อน	3.7928
กระถิน (ฝักอ่อน)	0.60118	ลองกอง	1.6009
ขี้เหล็ก	0.26881	ชมพู่	0.1956
ถั่วฝักยาว	0.14237	ฝรั่ง	1.2939
ถั่วพู	0.09653	แอปเปิล	0.6561
ถั่วลันเตา	0.15107	ละมุด	1.4531
กะเฉด	0.18295	องุ่น	0.4585

*ผลไม้ 15 ชนิด (ชัยโอภาส 2538)

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนในการสกัดเพกติน 2 วิธี สกัดด้วย 1M แคลเซียมคลอไรด์ และแอลกอฮอล์

แหล่งแปรปรวน	df	SS	MS	Fo
ระหว่างพืชต่างชนิด	32	1053.5367	32.9230	0.403412
ระหว่างวิธีทดลอง	1	0.9553	0.9553	0.011698
ความคลาดเคลื่อน	32	2611.5633	81.611353	
รวม	65	3666.0562		

F .05 (1, 32) = 250.1, F .05 (32, 32) = 1.84

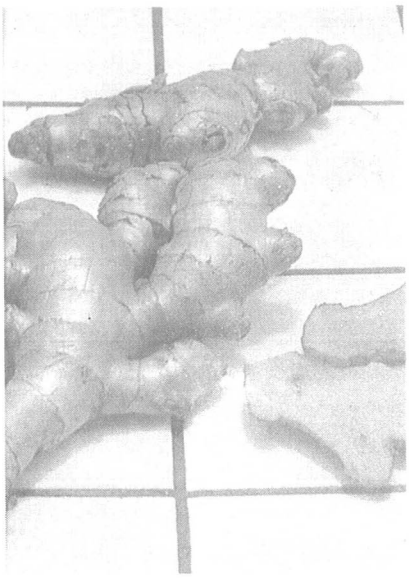
ตารางที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนในการสกัดเพกติน 2 วิธี สกัดด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ และสกัดด้วยแอลกอฮอล์

แหล่งแปรปรวน	df	SS	MS	Fo
ระหว่างพืชต่างชนิด	10	142.43994	14.243994	2.32651
ระหว่างวิธีทดลอง	1	6.282638	6.282638	1.02616
ความคลาดเคลื่อน	10	61.224582	6.1224582	
รวม	21	209.94716		

F .05 (1, 10) = 241.9, F .05 (10, 10) = 2.98

ความแตกต่างของข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่า การสกัดทั้งสองวิธีวัดปริมาณเพกตินในผักแต่ละชนิดได้เท่าๆกัน และส่วนใหญ่แล้วผักต่างชนิดกันก็มีเพกตินในปริมาณเท่าๆกันด้วย

ข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 แม้จะมีความแตกต่างกันมีลำดับจากมากไปน้อย แต่ความแตกต่างนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปว่า การสกัด



เพกตินทั้ง 2 วิธี ทำให้ได้ปริมาณเพกตินเท่าๆกัน และผักทั้ง 11 ชนิด มีปริมาณเพกตินพอๆกัน

เมื่อนำตัวอย่างเพกตินจำนวน 295 ตัวอย่างมาตรวจสอบคุณสมบัติเป็นวุ้น พบว่ามีคุณภาพดังแสดงในตารางที่ 6

สรุปว่า คุณภาพของเพกตินซึ่งเป็นวุ้นมีความเหนียวหนืด หรือเป็นผงนั้นสัมพันธ์กับชนิดของผัก ผลไม้ และระดับความสัมพันธ์มีอยู่ 50.92%

ตารางที่ 6 แสดงคุณภาพของเพกตินธรรมชาติที่สกัดด้วย 60% เอทานอล จากผัก ผลไม้ 59 ชนิด รวม 295 ตัวอย่าง

คุณภาพเพกติน	ชนิดผักผลไม้			
	ผลไม้กินสด	ผลไม้ผัก	ผัก หัว ใบ ฝัก	รวม
ลักษณะเป็นวุ้น	55 (35.59)	50 (33.22)	35 (71.19)	140
ลักษณะเหนียวหนืด	10 (10.17)	15 (9.49)	15 (20.34)	40
ลักษณะเป็นผงสีต่างๆ	10 (29.24)	5 (27.29)	100 (58.47)	115
รวม	75	70	150	295

df = ระดับนัยสำคัญ .01 X^2 = 14.860

X^2 คำนวณ = 103.24422 มีนัยสำคัญทางสถิติ

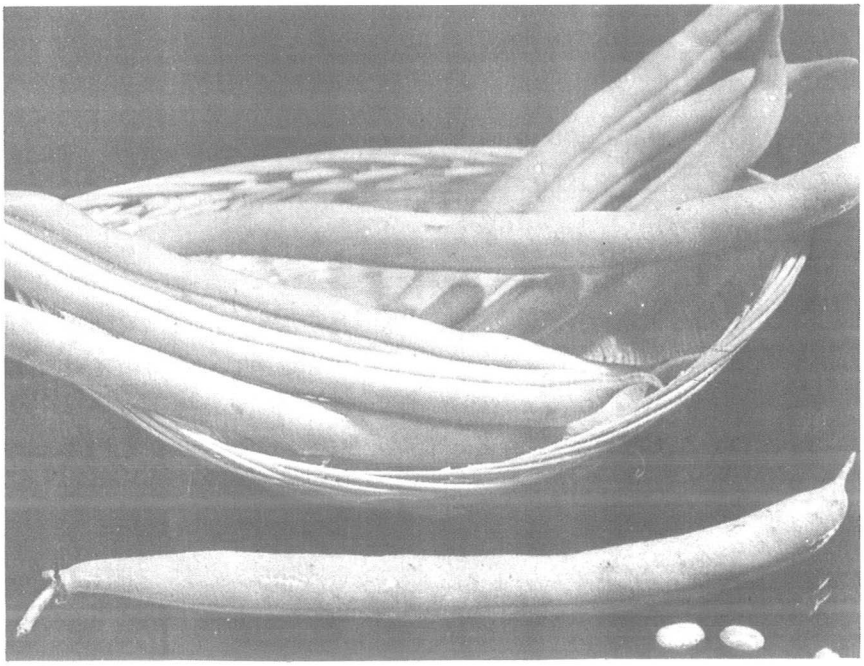
สรุปผลการทดลอง

การสกัดเพกตินในผักมีทั้งหมด 3 วิธี ผัก 32 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกันระหว่างวิธีสกัดด้วย 1M แคลเซียมคลอไรด์ และสกัดด้วย 60% เอทานอล ปรากฏว่า ปริมาณที่แตกต่างกันบ้าง ดังตารางที่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปริมาณเพกตินในผักแต่ละชนิดก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีความเชื่อมั่นอีกด้วย จึงสรุปได้ว่า การสกัดทั้ง 2 วิธี ให้เพกตินในเชิงปริมาณเท่าๆกัน

เพกตินในผักที่สกัดด้วย 1M แคลเซียมคลอไรด์ มีปริมาณแคลเซียมเพกเตต พอจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีเพกตินสูง ได้แก่ มะขามเปียก มะขามอ่อน มะนาว และมะกรูด กลุ่มที่มีเพกตินปานกลาง ได้แก่ หอมแดง มะละกอ ใบมะระ ผักโขม กระเพรา ผักบุ้งแดง กระชาย ขี้เหล็ก ขิง มะรุม กระเจี๊ยบมอญ โหระพา ผักกะเฉด กุยฉ่าย สะระแหน่ กระถินและมะเขือพวง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมเพกเตตอยู่ระหว่าง 0.55 กรัม-0.34 กรัม ส่วนผักที่มีแคลเซียมเพกเตตน้อย ได้แก่ ผักในวงศ์ผักกาด และวงศ์ถั่ว โดยผักกาดหัว มีเพกตินน้อยที่สุด และถั่วลันเตามีเพกตินน้อยเช่นเดียวกัน

การสกัดด้วย 60% เอทานอล แบ่งเพกตินได้ 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีเพกตินสูง ได้แก่ มะขามเปียก มะขามอ่อน มะกรูด ขิง กระชาย มะนาว มะรุม หอมแดง และมะเขือพวง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.7722, 4.20068, 2.60264, 2.21250, 1.8700, 1.59620, 1.2680, 1.2280 และ 1.08680 กรัม ถั่วพูมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเพียง 0.09114 กรัม และกะหล่ำปลี มีเพกตินน้อยเพียง 0.05744 กรัม (ตารางที่ 1)

วิธีที่ 3 สกัดด้วย 1M อะลูมิเนียมคลอไรด์ ได้ตะกอนอะลูมิเนียมเพกติเนตวัดค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับปริมาณเพกตินที่สกัดด้วย 60% เอทานอล ได้ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในผัก 11 ชนิด ซึ่งพอสรุปได้ว่ากลุ่มที่มีเพกตินมาก ได้แก่ ฟักทอง บวบเหลี่ยม มะระ มีปริมาณอะลูมิเนียมเพกติเนต 1.25296, 0.76764 และ 0.67124 กรัม ตามลำดับ ส่วนแตงโมอ่อน ฟักเขียว แตงกวา ตำลึง มีปริมาณเพกตินน้อย ผักชีฝรั่งมีเพกตินมากกว่าแครอท และคื่นฉ่ายมีเพกตินน้อยเพียง 0.0853 กรัม



เมื่อสกัดด้วย 60% เอทานอล สรุปได้ว่า ฟักทอง แตงโมอ่อน ตำลึง แครอท มีปริมาณเพกตินสูงอยู่ระหว่าง 3.07954 กรัม ± 0.54296 กรัม (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาผัก 42 ชนิด พบว่า มะขามเปียก มะขามอ่อน มะนาว มะกรูด มีเพกติน 8.73858, 5.02694, 3.87460 และ 1.96708 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแอปเปิลที่ปลูกในประเทศไทย

ในประเทศไทยยังไม่มีการสกัดเพกตินเพื่อการอุตสาหกรรม เนื้อมะขามเปียก ภูมิสวนะ (2527) ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์เพกตินจากเนื้อมะขามเปียก (โดย Central Food Technological Research ในประเทศอินเดีย พบว่า เนื้อมะขามเปียกมีเพกตินที่มีคุณภาพดีร้อยละ 3 การศึกษาครั้งนี้พบว่า มะขามเปียกมีปริมาณเพกตินที่ดีร้อยละ 7.25539 ซึ่งนับว่ามีปริมาณสูง และเพกตินเป็นวุ้นมีคุณภาพดี สีชมพู ส่วนมะขามอ่อนมีเพกตินร้อยละ 4.61381 เป็นผงสีน้ำตาล

การสกัดเพกตินจากมะนาวใช้ส่วนกากของมะนาวเมื่อคั้นน้ำออกแล้ว ซึ่งเปลือกผิวมะนาวนี้ยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ฉะนั้น หากมีการสกัดเพกตินจากส่วนเหลือ ก็จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเพกตินที่ได้มีคุณภาพดีเป็นผงละเอียดสีขาว ร้อยละ 2.70194 สำหรับมะกรูดใช้ผิวเป็นส่วนผสมของเครื่องแกงเผ็ด และปริมาณที่เกษตรกรปลูกขาย ผลมะกรูดจะน้อยกว่ามะนาว ส่วนมากขายใบมะกรูดมากกว่า ผลมะกรูดจึงมีศักยภาพด้อยกว่าผลมะนาว

ฉะนั้น ความเป็นไปได้ในการสกัดเพกตินเป็นอุตสาหกรรมน่าจะใช้เนื้อมะขามเปียกหรือมะขามอ่อนและเปลือกผิวมะนาว เนื่องจากเพกตินนี้เป็นสารธรรมชาติ จึงน่าจะนำไปเป็นส่วนผสมของอาหาร ทำให้อาหารมีเพกติน อันจะช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลความหนาแน่นต่ำในเลือด เพกตินที่สกัดได้นี้เป็นผงละลายน้ำได้ อาจทำเป็นรูปแคปซูล และทำการศึกษาวิจัยต่อไปถึงคุณภาพทางโภชนาการของเส้นใยอาหารเพกตินนี้

ส่วนผักชนิดอื่นๆ มีปริมาณเพกตินไม่สูง จึงเหมาะกับผู้บริโภคที่จะนำผักดังกล่าวไปประกอบอาหาร เพื่อทำให้สุขภาพดีและการกินผักและผลไม้ควรเคี้ยวให้ละเอียดเพื่อให้ได้เพกตินจากกากใยอาหาร พืชผัก ผลไม้หลายชนิดเป็นอาหารที่เป็นยาได้ด้วย ดังนั้น การกินผัก ผลไม้ จะมีประโยชน์ต่อสุขภาพที่ดี การวิเคราะห์เพกตินนี้ทำให้เห็นคุณค่าของผัก และผลไม้มากขึ้น

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ในสภาวะเคร่งเครียดจากการทำงานแต่ละวัน ทำให้อาหารกินได้เร็ว (fast food) เข้ามามีบทบาท หรืออาหารถุงตามทางเท้าล้วนแล้วแต่ไม่เหมาะสมต่อการมีสุขภาพดี ผักหลายๆ ชนิดสามารถนำไปปรุงอาหารไทย วัฒนธรรมในการกินอาหารไทย เพื่อผลทางสมุนไพร อาหารและยาควรจะได้รับการฟื้นฟูและอนุรักษ์ไว้ให้คู่กับการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทย

ข้อเสนอแนะ

1. จากการวิเคราะห์คุณภาพเพกตินจากผัก ผลไม้ ในการวิจัยนี้พบว่าคุณภาพของเพกตินสัมพันธ์กับชนิดของผัก ผลไม้ อยู่ 50.92% ซึ่งการวิจัยนี้ซื้อผัก ผลไม้ มาจากตลาดที่แก่กินได้ ไม่อาจวิเคราะห์เพกตินจากความแก่อ่อนของผลไม้ ดังนั้น ปริมาณเพกตินจะขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของผลไม้ต้องวิเคราะห์ตามช่วงอายุต่างๆ ที่จะได้คุณภาพที่ดี

2. การสกัดด้วย 60% เอทานอล จะได้เพกตินธรรมชาติที่เป็นวุ้น หรือเหนียวหนืด ทำให้อบแห้งยากมาก ดังนั้น อาจทำให้บริสุทธิ์ด้วยการพาสเจอไรส์แทนการอบ

3. การสกัดด้วย 1M แคลเซียมคลอไรด์ ทำให้ได้เกลือแคลเซียมเพกเตตเป็นผงสีต่างๆ สะดวกแก่การเก็บและสารสกัดนี้ละลายน้ำได้ ซึ่งแสดงว่า แคลเซียมที่เกาะจับอยู่บริเวณคาร์บอกซิลิก กรุ๊ปของเพกตินน่าจะอยู่ในรูป Ca^{++} ได้ ซึ่งจะต้องศึกษาต่อไปถึงการใช้ประโยชน์ด้านอาหารและยา

4. ถ้าตรวจปริมาณ % เมทอกซิล และ % กรดกาแลกตูโรนิก จากผลไม้ที่ให้เพกตินเป็นวุ้นด้วยก็จะสามารถหาความสัมพันธ์กับ pH ด้วยสถิติการถดถอย ดังนั้น หากมีการศึกษาต่อไปควรตรวจปริมาณ % ของเมทอกซิล และ % กาแลกตูโรนิกของเพกตินที่สกัดได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนประจำปีงบประมาณ 2537 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เอกสารอ้างอิง

กุลพงษ์, ไสวรินทร์. 2535. สารอาหารป้องกันมะเร็ง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

คงพันธุ์, ศรีสมร. 2535. กินให้สวย สุขภาพดี. สำนักพิมพ์แสงแดด.

จักรพิทักษ์, เสาวนีย์. 2533. เคมีประยุกต์ในวิชาคหกรรมศาสตร์. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

ชัยโอภาส, วราภรณ์. 2538. การสกัดเพกตินในผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี *10*(2) : 43-48

เลิศวุฒิโสภณ, นุชสิริ. 2535. เส้นใยอาหาร. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

พงษ์สามารถ, สุนันท์ และมาร์คแมน, นรานิน. 2532. การสกัดสารคล้ายเพกตินและการทำให้บริสุทธิ์จากเปลือกผลไม้ไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มงคลศิริเกียรติ, โสพิศ. 2528. การศึกษาผลของเพกตินในผลไม้ไทยต่อระดับคอเลสเทอรอลในเลือด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิโมกข์สันตว์, สิรินทร์. 2521. ชีวเคมี. สำนักพิมพ์สมพงษ์.

วท.บันทึก

ธนากร พละชัย

ระบบรับรองคุณภาพผลไม้ไทย

การยอมรับในรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการของผลไม้ไทยนับวันจะขยายออกไป โดยสังเกตได้จากการส่งออกผลไม้สดที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น และผลไม้ไทยก็มีโอกาสไปแสดงตัวได้ในทุกตลาดของโลก ภายใต้การสนับสนุนของส่วนราชการและผู้ส่งออก

การไปแสดงตัวและได้รับการยอมรับของผลไม้ไทยในตลาดโลกนั้น ไม่ใช่ว่าจะราบรื่นเหมือนขับรถในยุโรปคนเดียว ถนนคอนกรีตแปดช่องทาง แต่กลับต้องพบคู่แข่งซึ่งเป็นผลไม้สดด้วยกันจากภูมิภาคอื่นของโลก ถึงแม้ว่ารูปร่างหน้าตา และรสชาติจะแตกต่างกันออกไป แต่ก็เป็นสินค้าที่ทดแทนกันได้ นอกจากนั้นยังต้องพบกับปัญหาเรื่องคุณภาพของผลไม้ที่ส่งออกว่าจะปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ หรือเมื่อไปถึงตลาดปลายทางแล้วจะมีผลไม้เน่ามากกว่าผลไม้ดี หรือรสชาติได้เปลี่ยนไปจนจำของเดิมไม่ได้

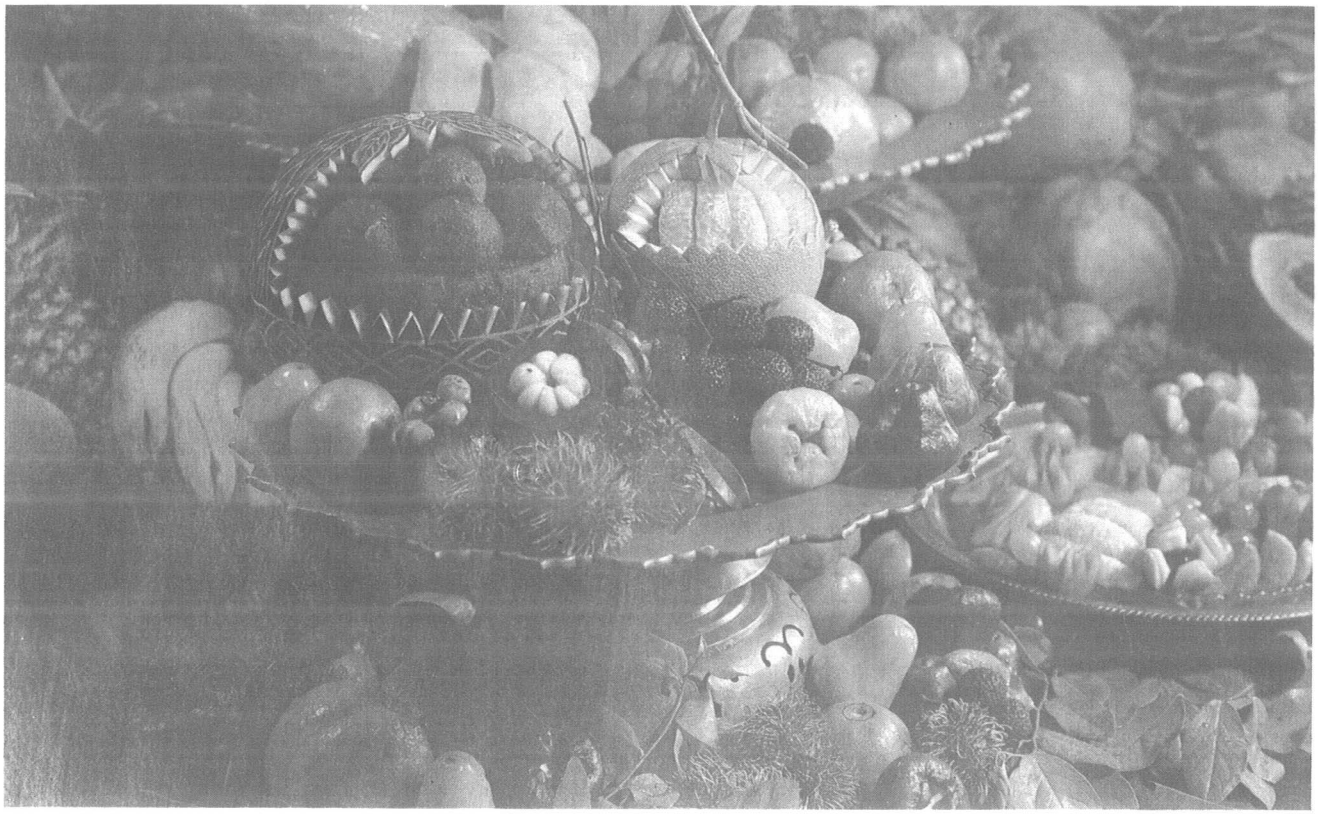
เพื่ออนาคตที่ยังสดใสของผลไม้ไทย การรักษาตลาดเดิมไว้ให้มั่นคง ขณะเดียวกันก็พยายามขยายการยอมรับให้กว้างออกไป จึงได้มีการศึกษาเพื่อที่จะพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพผลไม้สด เพื่อการส่งออกขึ้น ซึ่งระบบนี้ต้องใช้หลักทางวิชาการเป็นพื้นฐานในทางปฏิบัติ นับตั้งแต่การเก็บเกี่ยว กรรมวิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว การหีบห่อ การขนส่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นที่แน่ใจว่าผลไม้ที่วางอยู่ในตลาดไม่มีโรคแมลงที่เป็นที่รังเกียจของประเทศผู้นำเข้า ไม่มีสารเคมีปนเปื้อนจนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ขณะเดียวกันรูปทรง สีสัน รสชาติ ก็ต้องไม่เปลี่ยนแปลงด้วย

วท. เป็นองค์กรหนึ่งที่ได้สร้างสมวิทยาการด้านวิธีปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้หลายชนิด เพื่อลดการเน่าเสีย การกำจัดโรคแมลง รวมทั้งการบรรจุหีบห่อซึ่งสามารถจะนำมา

พัฒนาใช้ในระบบการควบคุมคุณภาพได้ โดยอาศัยความร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้อง ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิตผลไม้ นักวิชาการในสาขาต่างๆ รวมทั้งผู้ประกอบธุรกิจส่งออก

และเพื่อที่จะให้ระบบควบคุมคุณภาพ สามารถใช้รับรองคุณภาพผลไม้สดในทางปฏิบัติ ทั้งระบบจะต้องเป็นที่ยอมรับของประเทศผู้นำเข้า สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) จึงได้ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยระบบรับรองคุณภาพผลไม้สดแก่ วท. จำนวน 16 ล้านบาท โดยจะใช้ระยะเวลา 3 ปี มีเป้าหมายที่ผลไม้ไทยระดับแนวหน้า 3 ชนิด คือ ทุเรียน ลำไย และลิ้นจี่

ISO 9000 และ Hazard Analysis and Critical Control Point หรือ HACCP มาประกอบใช้ในโครงการวิจัยด้วย และการที่โครงการนี้จะประสบผลสำเร็จดังที่ได้ตั้งใจไว้ นักวิชาการของ วท. ก็จะต้องร่วมมือกับผู้ส่งออก ผู้ประกอบการนำเข้า รวมทั้งเกษตรกรอย่างใกล้ชิด



ระบบการรับรองคุณภาพที่จะเกิดขึ้น มีเป้าหมายที่จะให้เป็นระบบที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล กล่าวคือ เมื่อระบบการรับรองคุณภาพได้พัฒนาขึ้นสำเร็จแล้ว ผลไม้สดที่ผ่านระบบนี้จะเป็นที่เชื่อถือได้ว่ามีความปลอดภัย มีคุณภาพตรงตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งจะนำหลักการของ

เชื่อว่าความสำเร็จของโครงการจะเป็นแรงผลักดันให้ผลไม้ไทยทั้งสามชนิด มีความมั่นคงทางการตลาด และสามารถแข่งขันกับสินค้าประเทศอื่นได้อย่างมีศักดิ์ศรี และแสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ตั้งแต่ระดับเกษตรกรจนถึงระดับประเทศ

เกร็ดน่ารู้เรื่อง ปาล์ม

พนัส บูรณศิลปิน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
จตุจักร กทม. 10900

ปาล์มในอดีต

มนุษย์กับปาล์มมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาตั้งแต่อดีตกาล ร่องรอยความเป็นมาและการใช้ประโยชน์ปาล์มนั้นมีมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ก็ว่าได้ ต้นอินทผลัม หรือ date palm : *Phoenix dactylifera* (รูปที่ 1) มีกล่าวไว้ในพระคัมภีร์ไบเบิล ในฐานะเป็นสัญลักษณ์แห่งอาหาร ที่อยู่อาศัย และทุกสิ่งทุกอย่างที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ กล่าวกันว่าเทวทูตใช้ใบของปาล์มส่งวิญญาณคนตายขึ้นสู่สวรรค์ ทั้งยังทราบอีกด้วยว่ามีการปลูกต้นอินทผลัมนี้อย่างน้อยก็เมื่อประมาณ 2500 ปีก่อนคริสต์กาลมาแล้ว มีการขุดพบเมล็ดของปาล์มชนิดนี้ในหลุมฝังศพของชาวอียิปต์ในยุคสมัยเดียวกันด้วย

ชาวอียิปต์ให้ความสำคัญแก่ต้นปาล์มเป็นอย่างมาก โดยถือเป็นเครื่องหมายแห่งการคุ้มครอง หากสังเกตให้ดีจะพบว่าเสาวิหารของอียิปต์มักออกแบบเป็นรูปลำต้นของปาล์ม และหัวเสาก็สลักเสลาเป็นพุ่มใบของต้นปาล์มด้วยเช่นกัน

ชาวโรมันและกรีกใช้ใบปาล์มเป็นสัญลักษณ์แห่งชัยชนะ

ชาวยิวใช้ใบปาล์ม Phoenix ในพิธีกรรมทางศาสนา ซึ่งได้ปฏิบัติสืบทอดต่อมาจนถึงในโบสถ์ทางคริสต์ศาสนาด้วย.

ในซีกโลกเขตร้อน เช่น แอฟริกาและอินโดนีเซีย ปาล์มก็จัดเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิต ทั้งยังมีความเชื่อคล้ายคลึงกันกับมนุษย์ที่อยู่คนละซีกโลกอีกด้วย อย่างเช่นชนเผ่าหนึ่งในประเทศนิวกีนีมีความเชื่อว่า ปาล์มชนิดหนึ่งในสกุล *Calamus* (จำพวกหวาย) ซึ่งเป็นไม้เลื้อยคือพาหนะนำดวงวิญญาณ กล่าวคือ ขณะที่ความตายมาถึง วิญญาณจะออกจากร่างและขึ้นสวรรค์ผ่านทางเถาของต้นปาล์มซึ่งพันรอบไม้ใหญ่ทะลุสู่ท้องฟ้าเบื้องบน

ปาล์มในปัจจุบัน

<u>เดือดร้อนเพราะสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย</u>

แล้วก็มาถึงช่วงเวลาแห่งศตวรรษที่ 20 เมื่อประชากรของโลกเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ทำให้เกิดมีการทำลายล้างสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติกันอย่างแทบจะเรียกได้ว่า "วินาศสันตะโร" การทำลายล้างนี้อ้างกันว่าเพื่อความอยู่รอดของมนุษย์ แต่มีผลกระทบกระเทือนต่อความเป็นอยู่ของปาล์มอย่างน่าเวทนายิ่งนัก

พื้นที่ป่าทั่วโลกถูกทำลายอย่างขนานใหญ่และต่อเนื่องเพื่อใช้ทำการเกษตร ทำเหมืองแร่ และขยายเขตเมือง เมื่อป่าถูกแผ้วถาง บางครั้งก็จะเหลือปาล์มทิ้งไว้เพราะเห็นว่าสวยงามหรือไม่ก็ยังมีประโยชน์ให้เก็บเกี่ยวได้ หารู้ไม่ว่าปาล์มเหล่านี้จะไม่สามารถสืบพืชพรรณต่อไปอีกได้เลยเพราะร่มเงาและความชื้นที่เกิดจากไม้ชั้นล่างถูกทำลายหมดสิ้น

ปาล์ม *Syagrus sancona* ซึ่งเกิดอยู่ในป่าประเทศโคลัมเบีย ที่ความสูง 900-1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในอดีตเคยมีขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก แต่เมื่อป่าอันเป็นถิ่นที่อยู่แหล่งสุดท้ายถูกทำลาย ปาล์มชนิดนี้ก็ไม่สามารถสืบลูกหลานในธรรมชาติได้อีกต่อไป

อีกตัวอย่างหนึ่งคือปาล์ม *Parajubaea torallyi* ซึ่งมีความสวยงามมาก ขึ้นอยู่บนภูเขาสูงในเทือกเขาแอนดีสเขตประเทศโบลิเวีย (Bolivian Andes) ปาล์มชนิดนี้ยังไม่มีการนำมาปลูก ตามธรรมชาติขึ้นในดินที่เกิดจากหินทรายในหุบเขาลึกที่มีความชื้นสูง ข้อมูลด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการแพร่กระจายของปาล์มชนิดนี้เป็นที่ทราบกันน้อยมาก แต่ได้มีรายงานถึงเหตุการณ์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นกับปาล์มชนิดนี้ ว่าได้ถูกไฟป่า (คนเป็นผู้จุด) ไหม้ตายจนหมดสิ้นไปแล้ว

สุดท้ายเท่าที่พอจะเห็นเด่นชัดคือปาล์มในสกุล *Ceroxylon* ทุกชนิด (species) กำลังตกอยู่ในสภาพที่น่าเป็นห่วงว่าจะสูญพันธุ์เช่นเดียวกัน เนื่องจากป่าบนที่สูงในอเมริกาใต้ถูกทำลายเพื่อใช้ทำการเกษตร

<u>เดือดร้อนเพราะอ่อนแอ</u>

ปาล์มหลายชนิดมีความเปราะบาง และถิ่นที่อยู่อาศัยต้องการการอนุรักษ์ดูแลเป็นพิเศษ อย่างเช่นบางชนิดเกิดอยู่ในธรรมชาติเป็นกลุ่มที่มีจำนวนต้นไม่มากนัก เนื่องจากถิ่นที่อยู่มีเนื้อที่จำกัด เช่นเป็นเกาะเล็กๆ บางชนิดก็สามารถกระจายพันธุ์ได้ดี แต่บางชนิดจะอ่อนแอ ต้องการความช่วยเหลือให้การปกป้องคุ้มครองเพื่อไม่ให้สูญพันธุ์ เช่นจากการถูกไฟไหม้ หรือจากโรคที่ระบาดจากแหล่งอื่น รวมทั้งสัตว์และแมลงที่เป็นอุปสรรคต่อการสืบพืชพรรณด้วย

รูปที่ 1 Phoenix dactylifera

ที่เกาะลอร์ดโฮว์ (Lord Howe Island) ในคาบสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงใต้ ปาล์ม *Hedyscepe canterburyana* (รูปที่ 2) และ *Lepidorrachis mooreana* (รูปที่ 3) จะเกิดอยู่ในอาณาบริเวณแคบๆ เพียง 4 ตารางกิโลเมตร การแพร่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติก็มีอุปสรรคเพราะถูกหนูทำลายเมล็ด เมื่อยังไม่สามารถปราบหนูได้สำเร็จ คณะกรรมการบริหารเกาะลอร์ดโฮว์ (ซึ่งขึ้นตรงต่อรัฐบาลแห่งรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย) จึงต้องกำหนดแผน ให้มีการผลิตกล้าของปาล์มทั้งสองชนิดนี้ขึ้นเพื่อขายและขยายพันธุ์ เป็นการช่วยประคับประคองมิให้จำนวนประชากรของปาล์มชนิดดังกล่าวลดน้อยลง

ปาล์ม *Pritchardia munroi* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่หมู่เกาะฮาวาย ปรากฏจากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2518 ว่ามีเหลืออยู่เพียงต้นเดียวในโลกบนเกาะที่ชื่อ Molokai (ในหมู่เกาะฮาวาย) โดยไม่ทราบรายละเอียดว่าปาล์มชนิดนี้ต้นอื่นๆ ได้ล้มหายตายจากไปหมดด้วยสาเหตุใด อย่างไรก็ตาม ในเดือนธันวาคมปีเดียวกันนั้น นักพฤกษศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญเรื่องปาล์ม 3-4 ท่านก็ได้ดั้นด้นไปจนถึงปาล์มต้นสุดท้ายของโลกต้นนี้ และโชคดีสามารถเก็บเมล็ดที่กำลังสุกแก่มาได้จำนวนหนึ่ง ส่วนสภาพของต้นแม่นั้นพบว่ากำลังร่อแร่เต็มทีเพราะถูกหมูป่ารบกวน

รูปที่ 2 Hedyscepe canterburyana

เพื่อช่วยกันรักษาพันธุ์ปาล์มต้นนี้เอาไว้ให้ได้ จึงได้มีการจัดส่งเมล็ดของ *Pritchardia munroi* ไปให้สถาบันที่ทำงานเกี่ยวข้องกับปาล์มถึง 16 แห่งทั่วโลก กับอีกจำนวนหนึ่งให้แก่ธนาคารเมล็ดพันธุ์ของสมาคมปาล์มเพื่อช่วยแจกจ่ายสู่สมาชิกอีกต่อหนึ่ง ทั้งนี้ก็เพื่อให้ช่วยกันเพาะและปลูกรักษาพันธุ์เอาไว้

รูปที่ 3 Lepidorrachis mooreana

ต่อมาปี พ.ศ. 2532 ได้ทราบข่าวอันเป็นที่น่ายินดีว่า อย่างน้อยที่สุดก็ยังมีสถานที่ 3 แห่ง ได้แก่เกาะคานารี เกาะฮาวาย และประเทศไทยสามารถปลูกรักษาพันธุ์ปาล์มต้นนี้เอาไว้ได้เป็นผลสำเร็จรวมด้วยกันทั้งหมดจำนวน 17 ต้น ส่วนต้นแม่ที่เกาะ Molokai ก็ได้รับการดูแลเป็นอย่างดีด้วยการล้อมคอกป้องกันมิให้สัตว์ป่าทำอันตรายอีกต่อไป

<u>เดือดร้อนเพราะความดี</u>

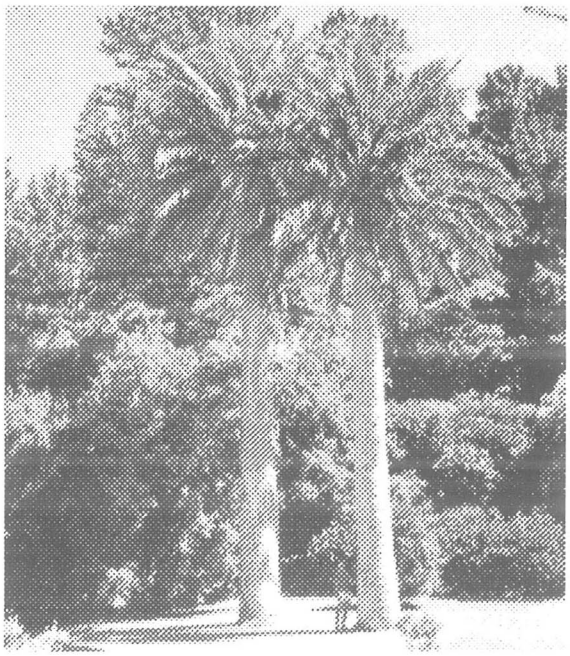
ความดีในที่นี้หมายถึงมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ปาล์ม *Ceroxylon quindiuense* (รูปที่ 4) ซึ่งเป็นต้นไม้ประจำชาติของประเทศโคลัมเบีย ขึ้นอยู่ที่ระดับความสูง2,000-3,000เมตร ปาล์มชนิดนี้ได้ถูกตัดโค่นลงเป็นจำนวนมาก เพื่อนำไข (wax) มาใช้ประโยชน์ ปัจจุบันมีปริมาณร่อยหรอลงทุกขณะใกล้จะสูญพันธุ์เต็มทีแล้ว คงเหลืออยู่เป็นกลุ่มเล็กๆ ที่ไม่สามารถแพร่พันธุ์ตามธรรมชาติได้อีกต่อไป อนาคตของปาล์ม Ceroxylon เหล่านี้ มีความหวังเพียงริบหรี่ว่าถิ่นที่อยู่แหล่งสุดท้ายที่เหลือเพียงเล็กน้อยจะได้รับการคุ้มครองเอาไว้ได้อย่างทันท่วงที

ที่ประเทศชิลี ปาล์ม *Jubaea chilensis* (รูปที่ 5) ถูกโค่นลงเป็นจำนวนมากเพื่อนำของเหลวในลำต้น (sap) มาทำไวน์และน้ำหวาน โดยการล้มต้นที่โตเต็มที่ มีลักษณะสมบูรณ์ เช่นลำต้นตรงสม่ำเสมอ แล้วตัดยอดทิ้ง จากนั้นจึงรองเอาน้ำที่ไหลออกจากลำต้นมาใช้ประโยชน์ดังกล่าว ส่วนต้นที่มีลักษณะไม่ดีเช่นมีขนาดเล็กและรูปทรงคดงอก็จะถูกปล่อยทิ้งไว้ อุตสาหกรรมน้ำตาลและไวน์ได้ทำลายปาล์มชนิดนี้เสียจนแทบจะราพณาสูรไปจากโลกเลยทีเดียวก็ว่าได้ ว่ากันว่ายังคงเหลือแหล่งที่เจริญเติบโตในธรรมชาติอีกเพียง 5 แหล่งเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อไม่นานมานี้ประเทศชิลีเริ่มจะตระหนักถึงความสูญเสียที่กำลังอุบัติขึ้น ปาล์ม Jubaea จึงถูกจัดเข้าอยู่ในบัญชีพืชที่ใกล้จะสูญพันธุ์เมื่อปี พ.ศ. 2525 และรัฐบาลชิลีก็ได้ประกาศล้มเลิกอุตสาหกรรมที่กล่าวนี้เพื่อหยุดยั้งมิให้มีการทำลายล้างปาล์ม Jubaea อีกต่อไป

มีปาล์มอีกหลายชนิดที่มนุษย์นำมาทำประโยชน์ทางการค้า อย่างเช่น

รูปที่ 4 Ceroxylon quindiuense



รูปที่ 5 Jubaea chilensis

อุตสาหกรรมที่ผลิตแกนในซึ่งเป็นยอดอ่อน (ที่เรียกว่า palm heart หรือ palm cabbage) ในรูปบรรจุกระป๋องหรือแปรรูปเป็นของขบเคี้ยว เป็นต้น ปาล์ม *Brahea brandegeei* (รูปที่ 6) คือผู้รับเคราะห์กรรมจากอุตสาหกรรมที่ว่านี้เมื่อหลายปีมาแล้ว การผลิตด้วยวิธีการเอาแต่ได้โดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติเพียงถ่ายเดียวเป็นเหตุให้ถิ่นที่ปาล์ม *Brahea brandegeei* เคยอาศัยขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและสุขสบายทางเหนือของประเทศเม็กซิโกต้องถูกทำลายจนเสียหายย่อยยับ อย่างชนิดที่ไม่มีวันจะฟื้นสภาพดังเดิมกลับคืนมาได้อีกแล้ว

ปาล์มในสกุล *Euterpe* บางชนิดก็ถูกโค่นล้มลงเพื่ออุตสาหกรรมทำนองเดียวกันนี้ อาทิ *E. edulis* (รูปที่ 7) ที่ประเทศบราซิล และ *E. macrospadix* ที่คอสตาริกา เป็นต้น ต่างล้วนอยู่ในสภาวะใกล้จะสูญพันธุ์ด้วยกันทั้ง 2 ชนิด

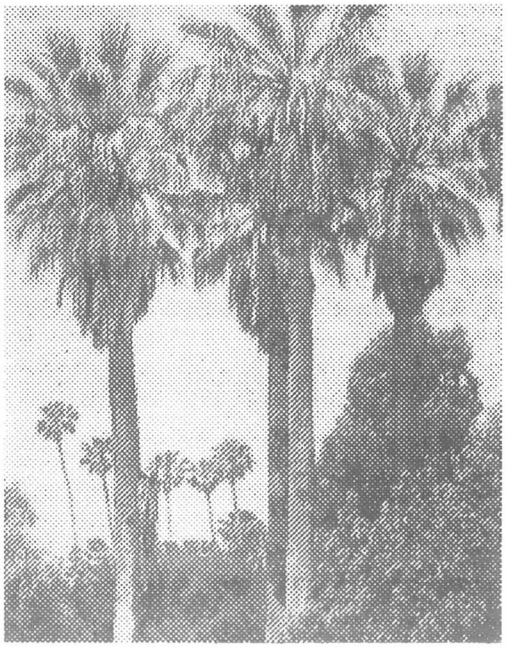
<u>เดือดร้อนเพราะความสวย</u>

นอกจากจะมีประโยชน์ในแง่เป็นอาหารและใช้สอยสารพัดแล้ว เนื่องจากปาล์มเป็นไม้ที่มีความสวย สง่างาม มีรูปทรงเฉพาะตัว ปลูกง่าย อีกทั้งมีความหลากหลายในด้านขนาด สีสัน รูปร่างและลักษณะของความเจริญเติบโต ปาล์มจึงเป็นที่นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับแพร่หลายทั่วไปตามเมือง หรือแหล่งชุมชนในเขตร้อน และแม้แต่ซีกโลกที่มีอากาศหนาวเย็นนอกเขตร้อนซึ่งสามารถปลูกปาล์มได้เพียงไม่กี่ชนิด ก็ยังนิยมปลูก อย่างเช่นที่เมืองลอส แอนเจลิสในสหรัฐอเมริกา และเฟรนซ์ริเวียราในฝรั่งเศส เป็นต้น ทั้ง 2 เมืองจะปลูกปาล์ม Phoenix และ Washingtonia (รูปที่ 8 และ 9) เอาไว้ตามข้างถนน ใช้ความสูงใหญ่เป็นสง่าของปาล์มทั้ง 2 สกุลนี้สร้างทัศนียภาพอันประทับใจให้แก่ผู้พบเห็นทั่วไป

รูปที่ 6 Brahea brandegeei

รูปที่ 7 Euterpe edulis

รูปที่ 8 Phoenix



รูปที่ 9 Washingtonia

การนำปาล์มมาปลูกเป็นไม้ประดับ เริ่มนิยมและตื่นตัวกันมากขึ้นในช่วงเวลา 20 ปีที่ผ่านมา ความชื่นชมในความสวยงามที่มนุษย์มีต่อปาล์มทำให้เกิดความอยากได้และแสวงหามาไว้ในครอบครอง มีการขุดถอนต้นและเก็บเมล็ดจากแหล่งธรรมชาติไปปลูกและเพาะขายกันอย่างขนานใหญ่ ซึ่งหากมองในแง่ดีก็นับว่าดีเพราะมีผู้อุปถัมภ์นำไปเลี้ยงดูประคบประหงม เป็นวิถีทางแพร่กระจายพันธุ์อย่างหนึ่ง ขณะเดียวกันสภาพการณ์เช่นนี้ก็อาจพิจารณาว่าเป็นอันตรายต่อปาล์มได้เช่นกัน ปาล์มหลายชนิดต้องตกอยู่ในสภาวะล่อแหลมต่อการสูญพันธุ์ ทั้งนี้เพราะผู้ปลูกไม่รู้จักปาล์มเหล่านั้นดีพอ ขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องความเป็นอยู่ตามธรรมชาติ หรือระบบนิเวศของปาล์มแต่ละชนิดอย่างถูกต้อง จึงเป็นเหตุให้การเลี้ยงดูปาล์มไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เช่นปลูกแล้วไม่เจริญเติบโต หรือสุดท้ายปลูกแล้วตายก็มีอยู่มิใช่น้อย

ปาล์มในอนาคต

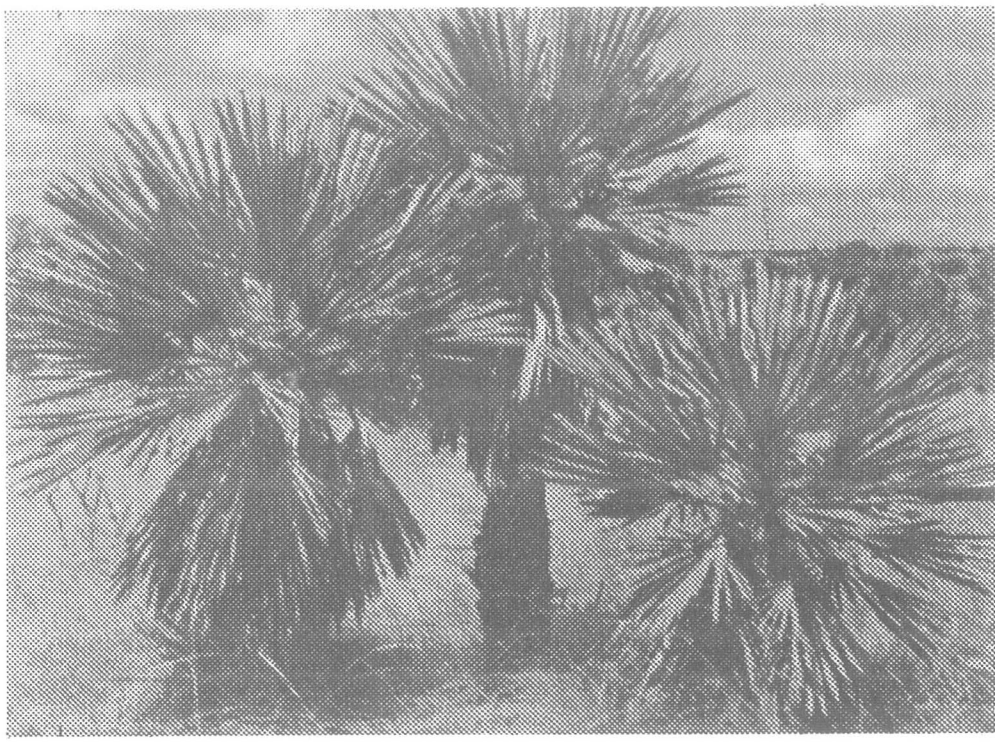
หากได้ตระหนักถึงความจริง ว่าปาล์มคือผลผลิตของธรรมชาติอันเกิดจากวิวัฒนาการมานานถึง 60 ล้านปี มนุษย์ในฐานะของผู้คุ้มครองทุกสรรพสิ่งบนพื้นพิภพนี้ ก็ควรที่จะต้องรับผิดชอบ ให้การดูแล และถนอมรักษาพันธุ์ปาล์มให้คงอยู่คู่โลกหรือไม่ก็พัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต ไม่ปล่อยให้เสื่อมหรือสูญพันธุ์ไปอย่างที่เริ่มจะเกิดขึ้นบ้างแล้วดังเป็นที่ทราบๆ กันอยู่

วิถีทางหนึ่งที่ง่ายและใกล้ตัวที่สุดก็คือ เมื่อจะนำปาล์มมาปลูกผู้ปลูกควรศึกษาให้ทราบถึงวิธีปฏิบัติดูแลที่ถูกต้อง วิธีที่ง่ายได้แก่การศึกษาประวัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งถิ่นกำเนิด เพราะถิ่นกำเนิดจะเป็นกุญแจสำคัญไขให้ทราบถึงสภาพสิ่งแวดล้อมที่ปาล์มชนิดนั้นๆ อาศัยอยู่แต่เดิม

ปาล์มที่มีอยู่ทั้งหมดเกือบ 3,000 ชนิดในโลกนี้ ส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดจากป่าดิบชื้นในเขตร้อน แต่ก็มีไม่น้อยที่เป็นปาล์มทนแล้งเพราะถิ่นฐานเดิมมาจากทะเลทราย บางชนิดขึ้นได้ดีในอากาศร้อนและแห้ง มีความทนทานต่อความหนาวเย็นถึงขั้นน้ำค้างแข็ง บางชนิดก็เหมาะเฉพาะบริเวณที่มีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่และมีฝนตกสม่ำเสมอ เช่นบริเวณที่เรียกว่าเขตอบอุ่น (temperate areas) ปาล์มหลายชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในอาณาบริเวณหนาวเย็น จะไม่สามารถเติบโตได้ในเขตร้อน คือจะเน่าทันทีเมื่อถึงฤดูฝนที่มีสภาพอากาศร้อนชื้น

ข้อมูลอันเป็นภูมิหลังเหล่านี้ควรที่จะต้องทำการศึกษาไว้เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติในการปลูกปาล์มให้ประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดให้แก่ปาล์มที่ถูกนำมาปลูกนอกถิ่นฐานเดิมด้วย

อย่างไรก็ตาม ตำรับตำราที่มีแพร่หลายทั่วไปมักกล่าวถึงปาล์มเขตร้อนเสียเป็นส่วนใหญ่ จำพวกที่อยู่นอกเขตร้อนนั้นมีน้อยมาก แต่ทั้งนี้ก็มิได้หมายความว่าจะไม่สามารถหาความรู้ได้เอาเสียเลย ในแวดวงของคนรักปาล์มเช่นสมาคมต่างๆ นั้นมักจะมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันในรูปของข้อเขียน หรือบันทึกข้อสังเกตตีพิมพ์ลงในวารสารของสมาคม ข้อเขียนเหล่านี้มีไม่น้อยที่ให้คำแนะนำอันมีค่ายิ่ง เพราะเป็นความรู้และประสบการณ์ซึ่งได้จากการปฏิบัติโดยตรง



ใคร่นำข้อเขียนที่เป็นคำแนะนำเล็กๆน้อยๆ เกี่ยวกับการปลูกปาล์มทั้งจากเขตร้อนและนอกเขตร้อนมาลงเป็นตัวอย่างไว้ ข้อเขียนนี้ตีพิมพ์ลงในหนังสือเล่มเล็กๆ ชื่อ "Palm in Townsville" เพื่อแจกจ่ายแก่สมาชิกกลุ่มรักปาล์ม แห่งเมืองทาวน์สวิล รัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย โดยไม่ปรากฏชื่อผู้เขียนแต่อย่างใดดังนี้

ความเข้าใจพื้นฐานเพื่อใช้เป็นหลักปฏิบัติในการปลูกปาล์ม

1. ในอาณาบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ปริมาณของแสงแดดและน้ำในดินโดยทั่วไปก็มักจะเพียงพอสำหรับปลูกปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดจากป่าดิบชื้น โดยถ้าเป็นปาล์มพันธุ์ต้นเล็กก็จะต้องการร่มเงาเต็มที่เพื่อกำบังแสงแดดและลมจากไม้ที่สูงใหญ่กว่า แต่หากเป็นปาล์มต้นใหญ่ไม่สามารถปลูกไม้บังร่มให้ได้ก็อาจแสดงอาการใบเหลืองบ้างเนื่องจากได้รับแสงแดดมากเกินไป

2. ในสภาพที่มีแสงแดดจัดและความชื้นในอากาศไม่สูงมากนัก ปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดมาจากที่ราบโล่ง (savanna plain) ในแอฟริกาหรืออเมริกาใต้มักปลูกง่ายและทนแล้งได้ดีกว่าปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดมาจากป่าดิบชื้น

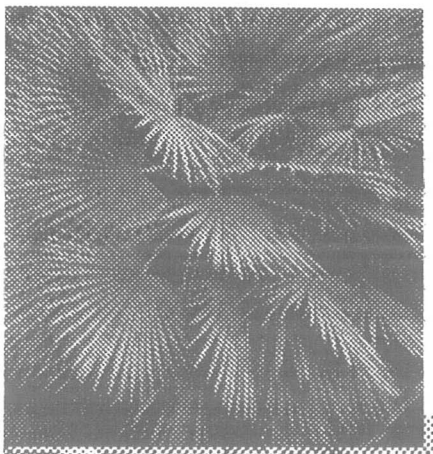
3. ไม่ควรพยายามฝืนปลูกปาล์มลงในสถานที่ซึ่งทราบอยู่แก่ใจแล้วว่าไม่เหมาะสำหรับปาล์มชนิดนั้น

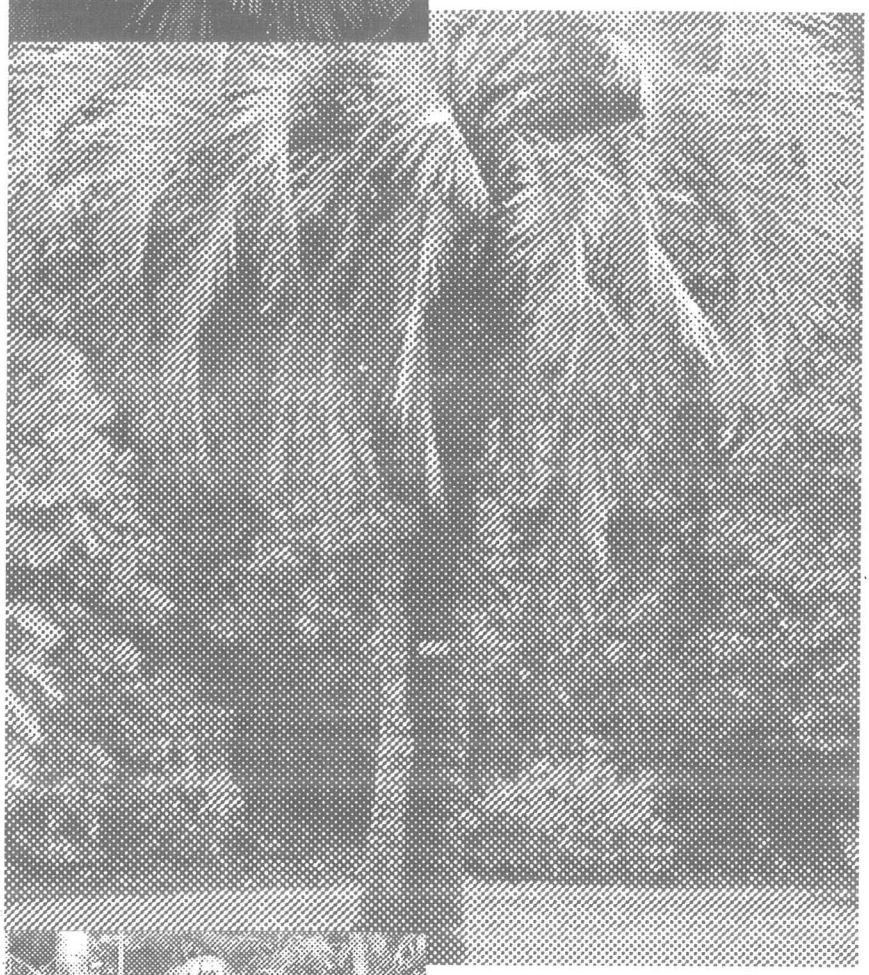
4. นอกจากเลือกปลูกปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดและสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับสภาพของสวนแล้ว อย่าปลูกปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดต่างกันเอาไว้ด้วยกัน เช่นไม่ควรปลูกปาล์มจากที่ราบโล่งปะปนกับปาล์มจากป่าดิบชื้น เพราะนอกจากจะดูไม่กลมกลืนกันแล้ว ความต้องการสภาพแวดล้อมก็ยังไม่คล้องจองกันอีกด้วย

5. ปาล์มทั่วไปจะดูสวยเด่นเมื่อขึ้นอยู่โดดเดี่ยว จึงไม่ควรจับมาปลูกรวมเป็นกลุ่มเพราะพุ่มใบจะปิดบังความงามซึ่งกันและกัน นอกเสียจากว่าจะเป็นปาล์มชนิดแตกกอที่ธรรมชาติได้จัดช่องว่างและตำแหน่งไว้ให้แล้วอย่างเหมาะสม

6. หลีกเลี่ยงการปลูกปาล์มชนิด (species) ที่มีลักษณะคล้ายกันไว้ใกล้ชิดกัน เพราะความคล้ายกันนั้นจะทำให้ดูจืดชืดไม่เกิดความแตกต่าง เพื่อความสวยงามควรปลูกปาล์มเป็นกลุ่ม ที่แต่ละกลุ่มให้มีลักษณะต่างกัน

7. เพื่อป้องกันมิให้มีการผสมข้ามจึงไม่ควรนำปาล์มหลายชนิดในสกุล (genus) เดียวกันมาปลูกรวมกัน





และในหนังสือเล่มเดียวกันนี้ ยังได้นำรายชื่อของปาล์มจำนวนหนึ่งที่นิยมปลูกกันทั่วไปมาแสดงไว้พร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศของถิ่นกำเนิดชนิดของดิน ความชื้นในดิน ปริมาณแสงแดดที่เหมาะสม รวมทั้งลักษณะ และคุณสมบัติที่สำคัญเช่น ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม และการแตกกอของปาล์มแต่ละชนิดไว้ด้วย ข้อมูลเหล่านี้นับว่ามีประโยชน์ต่อผู้นิยมปลูกปาล์มทั่วไปอย่างยิ่ง

สภาพสิ่งแวดล้อมของถิ่นกำเนิดของปาล์ม

<u>สภาพสิ่งแวดล้อม</u>

A - ป่าดิบชื้น พื้นดินชื้นแฉะ (swampy rainforest)

B - ป่าดิบชื้น (rainforest)

C - ป่าแล้ง (dry forest)

D - ทุ่งหญ้า พื้นดินชื้นแฉะ (swampy grassland)

E - ทุ่งหญ้าแล้ง (dry grassland)

F - กึ่งทะเลทราย (semi desert)

G - ทะเลทราย (desert)

<u>ประเภทของดิน</u>

1. ตะกอนล้างขอบเขา คือดินที่มีเศษหินเหลี่ยมปะปน (hillside colluvials)
2. ดินตะกอนที่น้ำพัดพามา (river-alluvials)
3. ทรายทะเล (beach sands)
4. ดินเหนียวจัด (heavy clays)
5. ดินที่มีแนวโน้มว่าจะกลายเป็นดินเค็ม (salt-prone soils)

<u>ระดับความชื้นในดิน</u>

6. ดินไม่เคยแห้ง
7. ดินมีความชื้นแต่ระบายน้ำได้ดี
8. ดินแห้งเป็นบางเวลา
9. ดินแห้งเกือบจะตลอดเวลา

<u>ร่มเงา</u>

10. มีร่มเงาเต็มที่
11. ร่มรำไร
12. กลางแจ้ง

<u>ลำต้น</u>

S = เดี่ยว

G = เป็นกอ

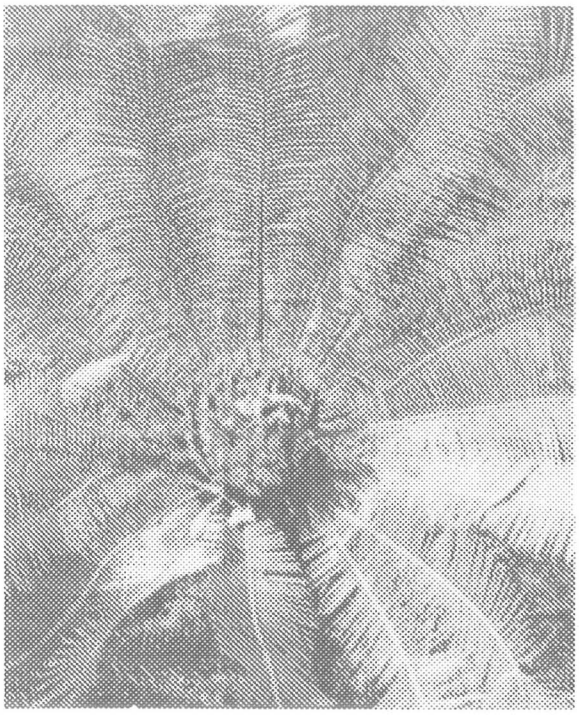
* = เป็นปาล์มชนิดที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศออสเตรเลีย

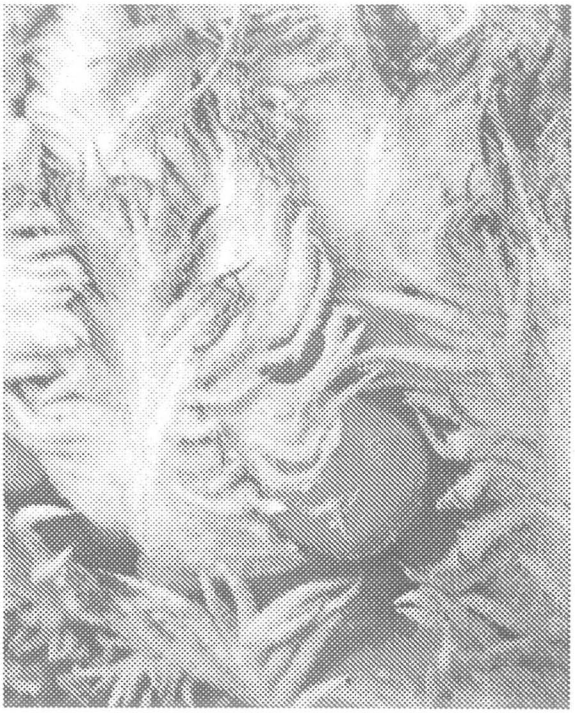
ชื่อวิทยาศาสตร์ของปาล์ม	สภาพของถิ่นกำเนิด	รายละเอียดของสิ่งแวดล้อมอื่นๆ	ความสูง	ความกว้าง	ลักษณะของลำต้น
Aiphanes caryotaefolia	B	1, 2, 4, 6, 7, 11, 12	10 ม.	2.5 ม.	S
*Archontophoenix alexandrae**	A,B	1, 2, 4, 6, 7, 10, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Areca catechu	B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12	20 ม.	3 ม.	S
Areca triandra	B	1, 2, 4, 7, 10, 11	10 ม.	3 ม.	C
Areca vestiaria	B	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11	5 ม.	3 ม.	S&C
*Arenga australasica**	B	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12	10 ม.	6 ม.	C
Arenga caudata	B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	2 ม.	2 ม.	C
Arenga engleri	B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11,12	5 ม.	5 ม.	C
Arenga tremula	B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12	5 ม.	5 ม.	C
Arenga pinnata	B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12	20 ม.	10 ม.	S
Bactris gasipaes	B	1, 2, 4 , 6, 7, 11, 12	18 ม.	6 ม.	C
Bentinckia nicobarica	B	1, 2, 6, 7, 10, 11, 12	18 ม.	4 ม.	S
Bismarckia nobilis	E	1, 2, 3, 7, 8, 9, 12	25 ม.	6 ม.	S
Butia capitata	E	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9,12	10 ม.	3 ม.	S
Butia yatay	E	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12	10 ม.	3 ม.	S
*Carpentaria accuminata**	A	1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12	20 ม.	3 ม.	S
Caryoto cumingii	B	1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12	10 ม.	3 ม.	S
Caryota mitis	B	1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12	10 ม.	4 ม.	C
Caryota no	B	1, 2, 4, 6, 7, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
Caryota urens	B	1, 2, 4, 7, 8, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Chrysalidocarpus lutescens	B	1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12	10 ม.	5 ม.	C
C. madagascariensis	B	1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12	12 ม.	4 ม.	S&C
*Cocos nucifera "tall"**	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12	20 ม.	8 ม.	S
C. nucifera "dwarf"	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12	10 ม.	5 ม.	S
Copernicia prunifera	E	1, 2, 4, 7, 8, 9, 12	10 ม.	4 ม.	S
Corypha utan (elata)*	CDE	2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12	20 ม.	9 ม.	S
C. umbracaulifera	D	1, 2, 4, 7, 8, 11, 12	20 ม.	10 ม.	S
Cyrtostachys renda (lakka)	A	1, 2, 3, 4, 6, 11	10 ม.	5 ม.	C
Dictyosperma album	B	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12	15 ม.	4 ม.	S
Elaeis guineensis	ABCD	1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12	20 ม.	6 ม.	S

ชื่อวิทยาศาสตร์ของปาล์ม	สภาพของถิ่นกำเนิด	รายละเอียดของสิ่งแวดล้อมอื่นๆ	ความสูง	ความกว้าง	ลักษณะของลำต้น
Euterpe edulis	B	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11	10 ม.	3 ม.	S
*Hydriastele wendlandiana**	A	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	12 ม.	3 ม.	C
Johannesteijsmannia altifrons	B	1, 2, 6, 7, 10, 11	5 ม.	5 ม.	S
J. magnifica	B	1, 2, 6, 7, 10, 11	5 ม.	5 ม.	S
*Laccospadix australasicus**	B	1, 2, 6, 7, 10	3 ม.	3 ม.	C
Latania loddigesii	C & E	1, 2, 3, 5, 8, 9, 12	10 ม.	4 ม.	S
Licuala grandis	A & B	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11	5 ม.	3 ม.	S
*Licuala ramsayi**	A & B	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	10 ม.	4 ม.	S
Licuala spinosa	A & D	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12	4 ม.	4 ม.	C
*Livistona "Burdekin**	D & E	1, 2, 3, 4, 7, 8, 12	12 ม.	5 ม.	S
*Livistona decipiens**	C & D	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
*Livistona drudei**	A & D	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
Livistona rotundifolia	A	1, 2, 4, 6, 7, 10, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
Lytocaryum weddellianum	B	1, 2, 3, 6, 7, 10	3 ม.	1.5 ม.	S
Nyodypsis decaryi	CEF	1, 2, 3, 5, 8, 9, 12	15 ม.	4 ม.	S
*Normanbya normanbyi**	A & B	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11	20 ม.	4 ม.	S
Phoenicophorium borsigianum	B	1, 2, 3, 6, 7, 11	10 ม.	3 ม.	S
Phoenix dactylifera	EFG	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12	20 ม.	10 ม.	C
Phoenix reclinata	CDEF	1, 2, 4, 5, 7, 8, 12	15 ม.	10 ม.	C
Phoenix roebelenii	B & C	1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, 12	5 ม.	2 ม.	S
Phoenix sylvestris	C & E	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12	15 ม.	5 ม.	S
Pigafetta filaris	B	1, 2, 6, 7, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
Pritchardia pacifica	B & C	1, 2, 3, 7, 11, 12	15 ม.	3 ม.	S
Pritchardia thurstonii	B & C	1, 2, 3, 7, 11, 12	10 ม.	3 ม.	S
*Ptychosperma elegans**	B	1, 2, 3, 7, 10, 11, 12	12 ม.	3 ม.	S
Ptychosperma macarthurii	B	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12	8 ม.	4 ม.	C
Ptychosperma microcarpum	B	1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12	8 ม.	4 ม.	C
Ravenea rivularis	A & B	2, 6, 7, 10, 11, 12	20 ม.	5 ม.	S
Reinhardtia gracilis	B	1, 2, 6, 7, 10, 11	2 ม.	1 ม.	C
Rhapis excelsa	B & C	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	3 ม.	2 ม.	C
Rhapis multifida	B & C	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	3 ม.	2 ม.	C
Rhapis subtilis ("humilis")	C	1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Roystonea oleracea	B & C	1, 2, 3, 7, 8, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Roystonea regia	B & C	1, 2, 3, 7, 8, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Sabal minor	CDE	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12	3 ม.	3 ม.	S
Sabal palmetto	D & E	1, 2, 3, 4, 7, 8, 12	10 ม.	4 ม.	S
Syagrus romanzoffiana	B & C	1, 2, 7, 11, 12	15 ม.	4 ม.	S
Thrinax parviflora	C	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12	10 ม.	3 ม.	S
Thrinax radiata	C	1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12	10 ม.	3 ม.	S
Veitchia merrillii	C	1, 2, 3, 7, 8, 11, 12	10 ม.	2 ม.	S
Veitchia joannis	B	1, 2, 3, 7, 11, 12	20 ม.	4 ม.	S
Verschaffeltia splendida	B	1, 2, 6, 7, 10, 11	12 ม.	3 ม.	S
Washingtonia robusta	F & G	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12	20 ม.	3 ม.	S

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนได้รับความกรุณาจากคุณทอม เทอร์เนอร์ (Mr.Tom Turner) ผู้อำนวยการและบรรณาธิการหนังสือปาล์มและปรง (Palms & Cycads Magazine) ในนามของสมาคมปาล์มและปรงแห่งประเทศออสเตรเลีย (The Palm and Cycad Societies of Australia : PACSOA) อนุญาตให้นำข้อมูลและข้อความรวมทั้งรูปภาพจากหนังสือเรื่อง "Palms and Cycads Beyond the Tropics" ซึ่งประพันธ์โดย Keith Boyer มาใช้ประกอบการเขียนบทความเรื่องนี้ ผู้เขียนจึงขอขอบคุณ คุณทอม เทอร์เนอร์ สมาคมปาล์มและปรงแห่งประเทศออสเตรเลียและผู้ประพันธ์ คือ Keith Boyer รวมทั้งผู้ถ่ายภาพประกอบทุกท่านไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง





บรรณานุกรม

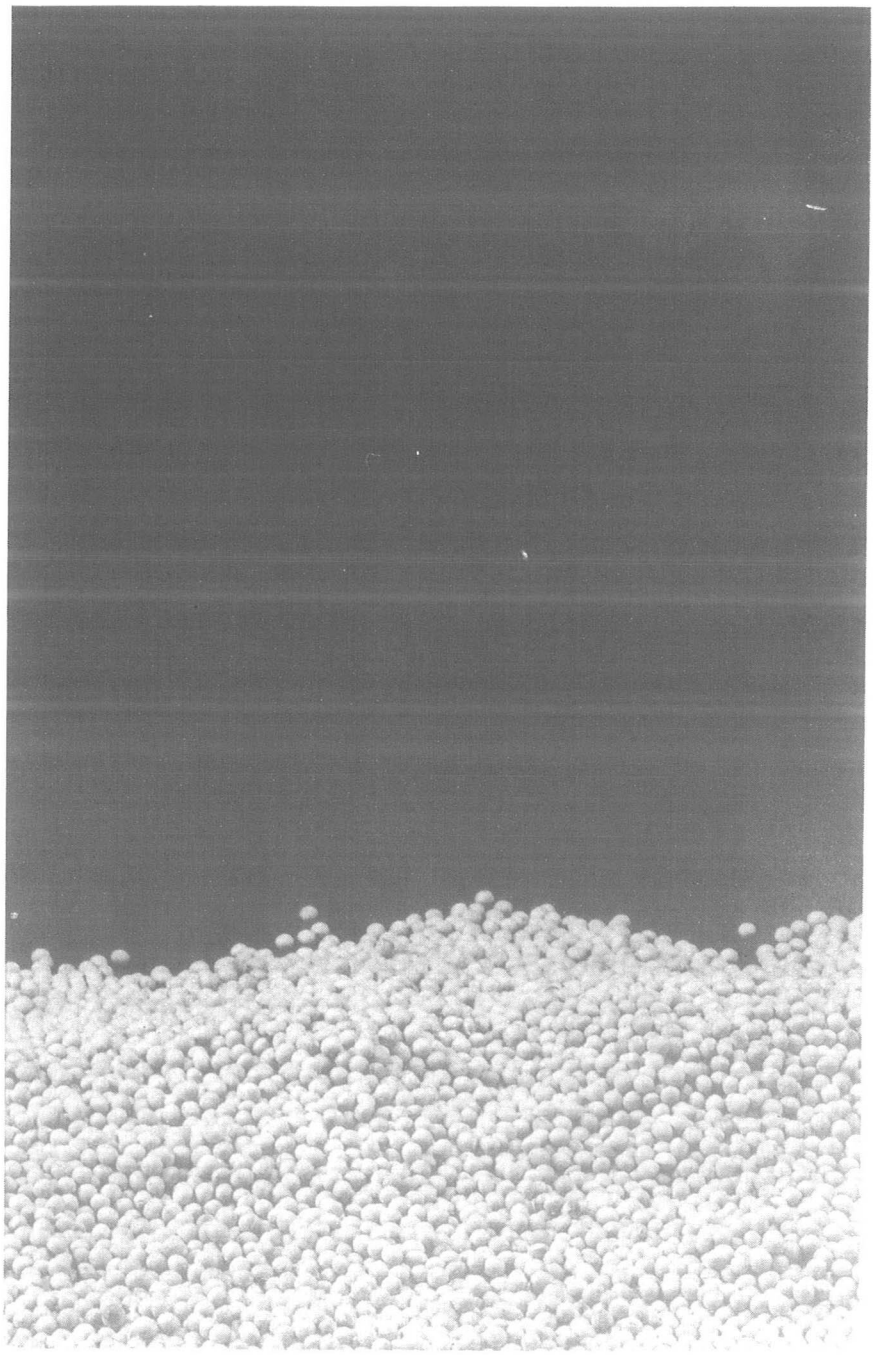
Anonymous. (undated). Palms in Townsville. Leaflets. Townsville City Council, Queensland. 6 p.

Boyer, K. 1992. Palms and Cycads Beyond the Tropics. The Publication Fund. Milton, Queensland. Palm and Cycad Societies of Australia. 149 p.

P.A.C.S.O.A. 1993. Palms & Cycads : Magazine of the Palm & Cycad Societies of Australia Ltd. No. 40 Jul-Sep 1993.

การผลิตสาร เลซิติน ชนิดเหลว

สุมาลัย ศรีกำไลทอง, พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล, ปาริชาติ หลายชูไทย, ประเวศ เลาหศิริ และสมนึก อาษา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กทม. 10900



บทคัดย่อ

ได้ทำการทดลองผลิตเลซิตินธรรมชาติจากยางเหนียวของโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศ ระดับกำลังผลิต 600 ก./ชม. โดยใช้ตู้อบแบบลูกกลิ้งภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ 29 นิ้วปรอท, อุณหภูมิ 60-70°ซ. และทำให้แห้งซ้ำอีกครั้ง พร้อมทั้งปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงตัวขึ้นด้วยกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ ได้ผลิตภัณฑ์ปริมาณ 22-33% มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเลซิตินธรรมชาติ.

คำนำ

เลซิตินมีคุณสมบัติในการให้น้ำและน้ำมันรวมตัวกันได้ดี โดยทำให้การกระจายตัวของน้ำในน้ำมันคงสภาพได้นาน มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย. ปริมาณความต้องการในประเทศเพิ่มขึ้นทุกปี และทั้งยังไม่มีการผลิตในประเทศอีกด้วย, วท. จึงได้ทดลองผลิตเลซิตินธรรมชาติในระดับห้องปฏิบัติการและศึกษาความต้องการของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว. จากผลการวิจัยแสดงว่ามีศักยภาพสูงในการใช้วัตถุดิบในประเทศเพื่อผลิตเลซิตินได้

รายงานฉบับนี้เป็นการพัฒนาการผลิตเลซิตินธรรมชาติชนิดของเหลวในระดับกึ่งโรงงานนำทาง.

การผลิตเลซิตินธรรมชาติชนิดของเหลว

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุ ยางเหนียวจากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศ จำนวน 3 โรงงาน

อุปกรณ์

1. ตู้อบสุญญากาศ (vacuum drum drier, The Mitchell No. 7217) ประกอบด้วยลูกกลิ้งแนวนอนเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5 และ 30 ซม. ยาว 29.2 ซม. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า, 400-440โวลต์ ให้ความร้อนด้วยไอน้ำผ่านเข้าไปยัง ลูกกลิ้งทั้งสอง มีใบมีดปาดให้ของหลุดจากลูกกลิ้ง.
2. เครื่องเหวี่ยง (Heraius Christ varifuge).
3. Buchi rotavapor serial No.106655.

วิธีการ

1. วิเคราะห์คุณสมบัติของยางเหนียวจากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศที่นำมาใช้ในการทดลองตามวิธี AOCS (1989).
2. ทดลองผลิตเลซิตินธรรมชาติ

ป้อนยางเหนียว (300-3,000 ก.) เข้าสู่ลูกกลิ้งด้วยแรงดูดสุญญากาศภายในตู้อบโดยมีระยะห่างของลูกกลิ้ง 0.1-0.152 มม. หมุนด้วยความเร็ว 24 รอบต่อชม. อุณหภูมิ 60-70°ซ. ภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ 29 นิ้วของปรอท. ในการทดลองมีการปรับสภาพยางเหนียวก่อนทำให้แห้ง รายละเอียดการปรับสภาพและสภาวะการทดลองดังปรากฏในตารางที่ 1

3. การปรับปรุงคุณภาพของเลซิตินธรรมชาติ

3.1 การลดปริมาณสิ่งสกปรก

ผสมเลซิตินธรรมชาติ (150 ก.) กับเฮกเซน (350 มล.), กวนให้เลซิตินละลาย เหวี่ยงแยกสิ่งสกปรกออกที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วระเหยเฮกเซนออกด้วย rotavapor, ทำการแยกสิ่งสกปรกออก 1 หรือ 2 ครั้ง.

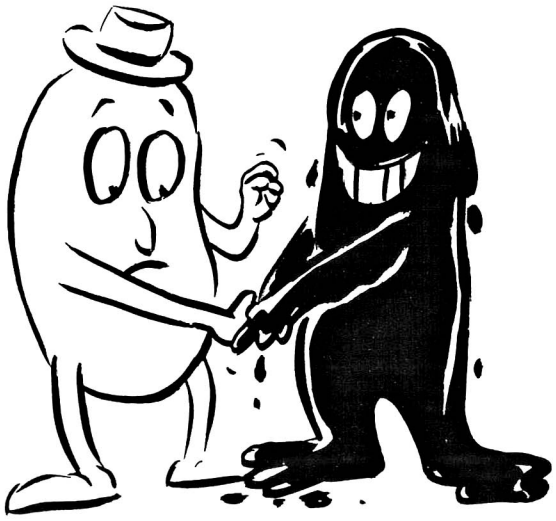
3.2 การปรับค่าของกรด (AV) และสารที่ละลายในอะซีโตน (AI) ให้อยู่ในเกณฑ์ 30 และ 63% ตามลำดับ (Szuhaij et al. 1985). ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองหรือกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองกับน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ ปริมาณเป็นไปตามสูตร :

$$\% \text{ Fatty acid} = [30 - (\frac{63}{\text{Crude AI}} \times \text{Crude AV})] \times \frac{1}{2}$$

$$\% \text{ Oil} = \left(100 \times [(\frac{\text{Crude AI}}{63}) - 1]\right) - \% \text{ Fatty acid required}$$

กวนที่ 60°ซ. เป็นเวลา 4 ชม.

รายละเอียดการปรับปรุงคุณภาพของเลซิตินธรรมชาติมีปรากฏในตารางที่ 2



ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของยางเหนียวจากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง ปรากฏตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.

2. ปริมาณและความชื้นของเลซิตินชนิดธรรมชาติที่ทดลองผลิตได้จากยางเหนียวของโรงงานที่ 1 และ 2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.

3. ปริมาณและความชื้นของเลซิตินชนิดธรรมชาติที่ทดลองผลิตได้จากยางเหนียวของโรงงานที่ 3 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.

4. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเลซิตินที่ผลิตได้กับมาตรฐานกำหนดได้รายงานไว้ในตารางที่ 6.

ตารางที่ 1. สภาวะการผลิตเลซิตินชนิดธรรมชาติ

การทดลองที่	วัตถุดิบ		การปรับสภาพวัตถุดิบก่อนทำให้แห้ง
	แหล่ง	ปริมาณ (ก.)	
1	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	1,500	-
2	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	2,500	-
3	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	2,500	-
4	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	3,500	-
5	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	3,000	-
6	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	3,000	-
7	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 1	3,000	-
8	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 2	-	-
9	โรงงานที่ 1 ครั้งที่ 3	-	-
10	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 1	1,500	-
11	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 1	1,500	ผสมน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 8 ก.ต่อ 100 ก.ยางเหนียว
12	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 1	300	ผสมน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 17 ก.ต่อ 100 ก.ยางเหนียว
13	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 1	2,000	-
14	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 1	1,500	-
15	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 2	570	ผสมน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 8.6 ก. กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5.4 ก.ต่อ 100 ก.ยางเหนียว
16	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 2	500	ผสมน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 13.6.กก.ต่อ 100 ก.ยางเหนียว
17	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 2	500	-
18	โรงงานที่ 2 ครั้งที่ 2	517	ผสมน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 8.6 ก.กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5.4 ก.ต่อ 100 ก.ยางเหนียว
19	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,500	-
20	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,500	-
21	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,500	-
22	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,240	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 5 นาที
23	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,250	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 10 นาที
24	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
25	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 1	1,090	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
26	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
27	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
28	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 10 นาที
29	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 10 นาที
30	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 10 นาที

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การทดลองที่	วัตถุดิบ		การปรับสภาพวัตถุดิบก่อนทำให้แห้ง
	แหล่ง	ปริมาณ (ก.)	
31	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
32	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
33	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
34	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
35	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
36	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 2	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
37	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
38	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
39	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
40	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
41	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
42	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
43	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
44	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
45	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
46	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
47	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
48	โรงงานที่ 3 ครั้งที่ 3	1,500	เหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 4,000 รอบต่อนาที, เวลา 15 นาที
49	การทดลองที่ 22,23	950	-
50	การทดลองที่ 24,25	800	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
51	การทดลองที่ 26,27	702	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
52	การทดลองที่ 33,34	745	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
53	การทดลองที่ 35,36	519	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
54	การทดลองที่ 37,38	880	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
55	การทดลองที่ 39,40	790	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
56	การทดลองที่ 41,42	890	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
57	การทดลองที่ 43,44	830	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
58	การทดลองที่ 45,46	800	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที
59	การทดลองที่ 47,48	900	ให้ความร้อนถึง 50°ซ., กวน 10 นาที

ตารางที่ 2. การปรับปรุงคุณภาพของเลซิตินธรรมชาติ

การทดลองที่	เลซิตินธรรมชาติจากการทดลองที่	รายละเอียด
60	6	แยกสิ่งสกปรกด้วยเฮกเซน 1 ครั้ง
61	6	แยกสิ่งสกปรกด้วยเฮกเซน 2 ครั้ง
62	61	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 3% และ 5% ตามลำดับ
63	61	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 3% และ 11% ตามลำดับ
64	10	แยกสิ่งสกปรกด้วยเฮกเซน 1 ครั้ง
65	50	แยกสิ่งสกปรกด้วยเฮกเซน 2 ครั้ง
66	54	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5.2%
67	56	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5.2%
68	57	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5%
69	58	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ 5.7% และ 2.2% ตามลำดับ
70	59	ใส่กรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลือง 5.3%

ตารางที่ 3. คุณสมบัติของยางเหนียวจากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศ

คุณลักษณะ	โรงงานที่ 1			โรงงานที่ 2		โรงงานที่ 3			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
						สภาพจากโรงงาน	เหวี่ยงแยกน้ำมัน*		
ความชื้น, ร้อยละ	49.3	44.1	45.1	53.0	44.9	37.7	44.2	46.4	36.0
สี 5% in mineral oil	5	6	6	4	7	6	-	6	6
สารที่ไม่ละลายในอะซีโตน, ร้อยละ	33.1	36.1	34.8	36.4	40.1	31.0	35.0	19.2	25.9
ค่าของกรด	19.9	21.9	21.7	10.7	13.5	11.2	12.0	8.3	9.7
ค่าเปอร์ออกไซด์, มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก.ของยางเหนียว	nil	0.5	0.8	2.1	1.2	2.1	1.9	2.9	2.7
สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน, ร้อยละ	2.09	0.07	0.11	0.10	1.5	0.04	.02	0.01	0.03

* ที่ 3,000 รอบต่อนาที เวลา 10 นาที

ตารางที่ 4. ปริมาณและความชื้นของเลซิตินชนิดธรรมชาติที่ทดลองผลิตได้จากยางเหนียวของโรงงานที่ 1 และ 2

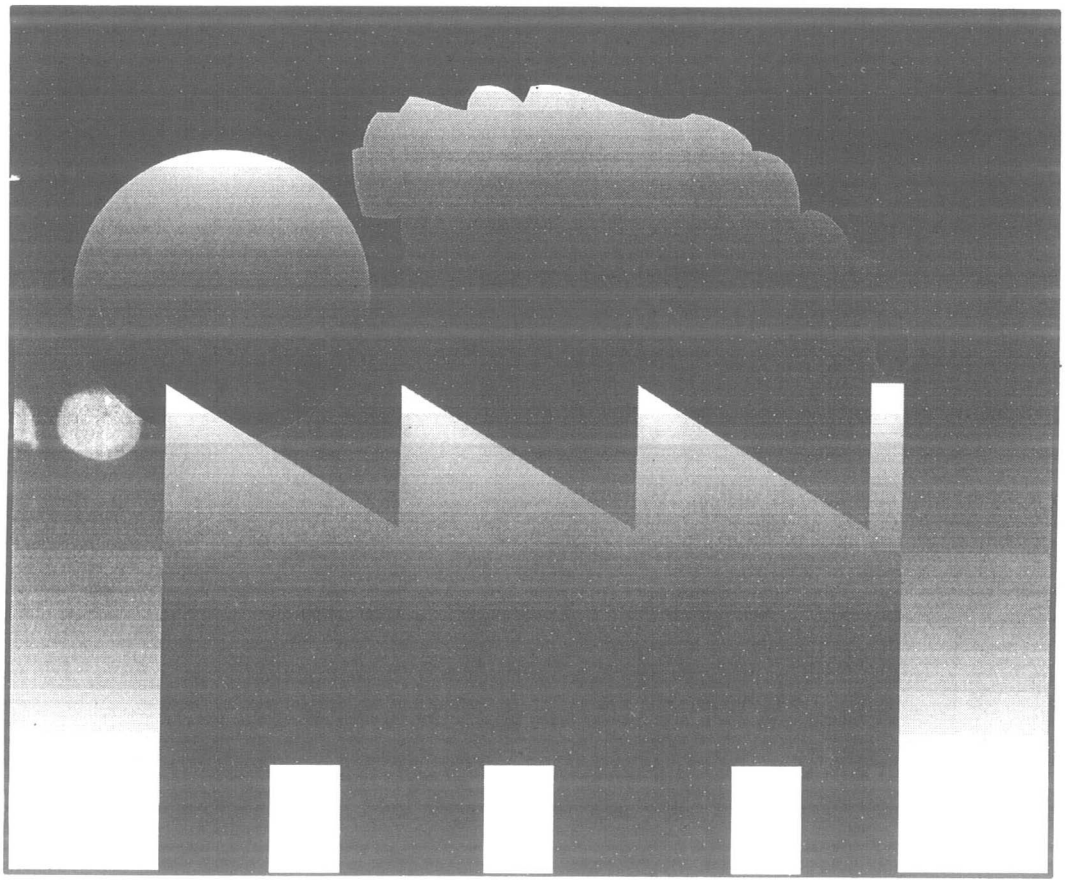
การทดลองที่	ผลิตภัณฑ์เลซิตินธรรมชาติ			
	ปริมาณ		ความชื้น (%)	ลักษณะเลซิติน
	ก.	%		
1	300	20	2.0	เหนียวข้น
2	800	32	0.7	เหนียวข้น
3	800	32	0.4	เหนียวข้น
4	1,200	34	0.5	เหนียวข้น
5	1,000	33	2.5	เหนียวข้น
6	700	23	0.5	เหนียวข้น
7	800	27	1.0	เหนียวข้น
8	300	20	0.5	เหนียวข้น
9	-	-	0.5	เหนียวข้น
10	300	20	0.4	เหนียวค่อนข้างแข็ง
11	300	20	0.3	เหนียวค่อนข้างแข็ง
12	150	50	1.0	เหนียวค่อนข้างแข็ง
13	500	25	0.3	เหนียวค่อนข้างแข็ง
14	300	20	0.8	เหนียวค่อนข้างแข็ง
15	219	38	1.0	เหลวข้น เป็นก้อนกระจาย
16	222	44	6.0	เหนียวข้น
17	197	39	0.5	แข็งเป็นแผ่น
18	257	50	5.0	เหนียวข้น

ตารางที่ 5. ปริมาณและความชื้นของเลซิตินชนิดธรรมชาติที่ทดลองผลิตได้จากยางเหนียวของโรงงานที่ 3

การทดลองที่	ปริมาณสารภายหลังจากเหวี่ยงแยกน้ำมัน		ผลิตภัณฑ์เลซิตินธรรมชาติ				
	ยางเหนียว (ก.)	น้ำมัน (ก.)	ปริมาณ			ความชื้น (%)	ลักษณะเลซิติน
			ก.	%			
				วัตถุดิบเริ่มต้น	ของสารก่อนป้อนเข้าเครื่องทำให้แห้ง		
19	-	-	616	41	41	3.0	เหลว, น้ำมันแยกชั้น
20	-	-	631	42	42	3.0	เหลว, น้ำมันแยกชั้น
21	-	-	650	43	43	2.0	เหลว, น้ำมันแยกชั้น
22	1,188	24	561	45	47	2.0	เหลว
23	1,228	16	563	45	46	2.5	เหลว
24	1,500	8	693	46	46	1.5	เหลว
25	1,090	2	496	46	46	1.5	เหลว
26	1,250	250	442	29	35	1.5	เหลว
27	1,375	125	529	35	38	0.8	เหลว
28	1,382	117	494	33	36	0.5	เหลว
29	1,453	47	553	37	38	0.3	เหลว
30	1,377	123	441	29	32	0.5	เหลว
31	1,465	30	568	38	39	2.0	เหลว
32	1,225	273	388	26	32	1.0	เหลว
33	1,250	245	450	30	36	1.0	เหลว
34	1,220	258	396	26	32	0.5	เหลว
35	1,275	223	380	25	30	0.7	เหลว
36	1,248	251	403	27	32	0.4	เหลว
37	1,300	185	496	33	38	1.0	เหลว
38	1,300	185	504	34	39	3.0	เหลว
39	1,350	158	437	29	32	0.5	เหลว
40	1,400	97	470	31	34	1.0	เหลว
41	1,360	120	541	36	40	1.5	เหลว
42	1,360	119	520	35	38	1.0	เหลว
43	1,380	107	476	32	34	1.0	เหลว
44	1,400	94	487	32	35	0.5	เหลว
45	1,400	85	502	33	36	1.0	เหลว
46	1,390	106	488	33	35	1.0	เหลว
47	1,400	71	520	35	37	1.0	เหลว
48	1,400	84	35	35	37	2.0	เหลว
49	-	-	701	33	74	trace	เหลว
50	-	-	627	36	78	trace	เหลว
51	-	-	600	28	85	trace	เหลว
52	-	-	652	25	87	trace	เหลว
53	-	-	442	22	85	trace	เหลว

ตารางที่ 5. (ต่อ)

การทดลองที่	ปริมาณสารภายหลังจากเหวี่ยงแยกน้ำมัน		ผลิตภัณฑ์เลซิตินธรรมชาติ				
	ยางเหนียว (ก.)	น้ำมัน (ก.)	ปริมาณ			ความชื้น (%)	ลักษณะเลซิติน
			ก.	%			
				วัตถุดิบเริ่มต้น	ของสารก่อนป้อนเข้าเครื่องทำให้แห้ง		
54	-	-	762	29	87	trace	เหลว
55	-	-	738	28	93	0.1	เหลว
56	-	-	771	31	87	0.1	เหลว
57	-	-	799	31	96	trace	เหลว
58	-	-	758	31	95	trace	เหลว
59	-	-	846	33	94	0.5	เหลว



ตารางที่ 6. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเลซิตินที่ผลิตได้กับมาตรฐานกำหนด

เลซิติน	ความชื้น (ร้อยละ)	สี 5% in mineral oil	สารที่ไม่ละลายในอะซิโตน (ร้อยละ)	ค่าของกรด	ค่าเปอร์ออกไซด์ มก.สมมูลย์ ต่อ 1 กก.สาร	สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน (ร้อยละ)	ความหนืด (สโตก)	ส่วนประกอบของกรดไขมัน								
								C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20.0	C 20.1	C 22:0	C 24:0
มาตรฐานกำหนด[1/] fluidity	สูงสุด 1	สูงสุด 10	ต่ำสุด 62	สูงสุด 32	สูงสุด 2	สูงสุด 0.03	NA									
เลซิตินที่นำเข้า fluidity																
A[2/]	สูงสุด 1	7	65.0	28.4	2.3[2/]	0.004	ใกล้เคียง 63.4	15.2	3.7	17.1	56.9	6.4	0.2	-	0.3	-
B	สูงสุด 1	11	58.4[2/]	สูงสุด 30	-	สูงสุด 0.03	NA	15.8	3.7	17.0	56.5	6.0	0.2	0.1	0.4	0.2
C (double bleached)	สูงสุด 1	สูงสุด 12 (Asis)	ต่ำสุด 62	สูงสุด 30	-	สูงสุด 0.10	65.85	14.8	3.6	16.3	56.7	7.8	0.1	0.1	0.3	0.2
การทดลองที่																
8				36.8												
9				34.3	-											
30	0.5	-	54.0	18.2	-	-										
49	trace	-	61.0	18.2	1.9	-										
50	trace	9	62.0	17.8	3.6	0.043	63.4-98.5	17.3	4.0	19.6	53.2	4.7	0.3	0.2	0.4	0.2
52	trace	9	63.7	17.2	-	0.020	63.4									
53	trace	-	62.4	-	2.9	0.020	63.4									
54	trace	9	64.5	19.3	-	0.054										
55	0.1	-	62.8	-	-	-										
56	trace	-	67.6	-	-	-										
57	trace	-	64.0	-		-										

ตารางที่ 6. (ต่อ)

เลซิติน	ความชื้น (ร้อยละ)	สี 5% in mineral oil	สารที่ไม่ละลายในอะซิโตน (ร้อยละ)	ค่าของกรด	ค่าเปอร์ออกไซด์ มก.สมมูลย์ ต่อ 1 กก.สาร	สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน (ร้อยละ)	ความหนืด (สโตก)	ส่วนประกอบของกรดไขมัน								
								C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	C 20.0	C 20.1	C 22:0	C 24:0
58	trace	-	68.0	-												
59	0.5	-	65.1	-												
60					0.010											
61	0.88	7	67.9	35.2	0.8	0.010	ใกล้เคียง 148	18.0	4.2	16.9	54.3	5.0	0.2	0.1	0.5	0.4
62				37.8			98.5-148									
63	-	7.8	59.5	36.8	-	-	63.4									
64	-		-	21.7	2.7	0.100	-									
65	0.47	9	59.8	17.2	1.6	0.001	63.4	17.5	4.0	19.6	52.8	4.7	0.3	0.2	0.4	0.2
66	trace	-	62.7	26.4	-	-										
67	trace	-	63.5	26.9	-	-										
68	trace	-	61.4	-	-	-										
69	trace	-	63.6	26.1	-	-										
70	trace	-	62.0	27.9	-	-										
66-70	trace	9	62.7	24.0	2.8	0.051	98.5-148	17.5	3.8	20.9	53.2	4.1	0.2	0.2	-	-

[1/] NASP 1982-83 [2/]วิเคราะห์โดย วท.

การศึกษาความเหมาะสมในการลงทุน

การผลิตเลซิตินธรรมชาติเชิงพาณิชย์ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญคือ:

1. อุปกรณ์หลัก ได้แก่

- เครื่องอบแห้ง (vacuum drum dryer or falling film evaporator)

- ถังกวน (mixing tank)

2. สาธารณูปโภคหลัก

- เชื้อเพลิง สำหรับระบบสุญญากาศ และการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในการระเหยน้ำในยางเหนียว โดยต้องใช้ความร้อน 250,000 กิโลแคลอรีต่อยางเหนียว 1 ตัน

- ไฟฟ้า สำหรับการทำงานของเครื่องอบแห้ง, การกวน, การขนถ่าย และระบบสุญญากาศ

การจัดตั้งโรงงานผลิตเลซิตินธรรมชาติจะมีโอกาสในการลงทุนได้ หากดำเนินการในโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์เพราะมีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่พร้อมตั้งแต่ระบบสุญญากาศ และการผลิตไอน้ำ ซึ่งเป็นสาธารณูปโภคหลัก เพียงแต่ต้องจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมซึ่งก็มีไม่มากนักเท่านั้น.

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ในการวิจัยผลิตเลซิตินธรรมชาติระดับกำลังผลิต 600 ก./ชม. ได้ใช้ยางเหนียวจากโรงงานสกัดน้ำมันถั่วเหลืองในประเทศจำนวน 3 โรงงาน ซึ่งคุณสมบัติของยางเหนียวมีแนวโน้มที่จะนำมาทดลองผลิตเป็นเลซิตินธรรมชาติได้. ยางเหนียวจากโรงงานที่ 1 มีปริมาณสารที่ไม่ละลายในอะซีโตน 33.1-36.1%, ค่าของกรด 19.9-21.9, ค่าเปอร์ออกไซด์สูงสุด 0.8 มก. สมมูลย์ต่อ 1 กก. ของยางเหนียวและสารที่ไม่ละลายในเฮกเซน 0.07-2.09% ยางเหนียวจากโรงงานที่ 2 มีปริมาณสารที่ไม่ละลายในอะซีโตน 36.4-40.1%, ค่าของกรด 10.7-13.5, ค่าเปอร์ออกไซด์ 1.2-2.1 มก. สมมูลย์ต่อ 1 กก. ของยางเหนียว, สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน 0.1-1.5%. ยางเหนียวจากโรงงานที่ 3 มีปริมาณสารที่ไม่ละลายในอะซีโตน 19.2-31.0%, ค่าของกรด 8.3-11.2, ค่าเปอร์ออกไซด์ 2.1-2.9 มก. สมมูลย์ต่อ 1 กก. ของยางเหนียว และสารที่ไม่ละลายในเฮกเซน 0.01-0.04% (ตารางที่ 3).

การทดลองเลซิตินธรรมชาติ ทำโดยการป้อนยางเหนียวเข้าตู้อบสุญญากาศในอัตรา 8-10 ก./นาที ยางเหนียวไหลลงสู่ลูกกลิ้ง 2 ลูก ด้วยแรงดูดภายในตู้อบในขณะที่ลูกกลิ้งหมุนเข้าหากันเพื่อให้เกิดลักษณะการอบแห้งที่เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศที่ 29 นิ้วของปรอท และลูกกลิ้งมีอุณหภูมิ 60-70°ซ. ในการทดลองที่ใช้ยางเหนียวจากโรงงานที่ 1 (การทดลองที่ 1-9) ได้ปริมาณเลซิตินธรรมชาติ 20-34%) ที่มีความชื้นต่ำกว่า 1%, มีสีน้ำตาลเข้มและเหนียวข้น (ตารางที่ 3).

เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เริ่มต้นมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนอยู่มากซึ่งปรากฏในรูปของสารที่ไม่ละลายในเฮกเซนสูงถึง 2.09% จึงทำการแยกสิ่งสกปรกออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยการล้างด้วยเฮกเซน. เหวี่ยงแยกและระเหยเฮกเซนออกซ้ำ 2 ครั้ง ได้เลซิตินธรรมชาติที่มีสารไม่ละลายในเฮกเซนเพียง 0.01%. ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ได้แก่ความชื้น, สารที่ไม่ละลายในอะซีโตน, ค่าเปอร์ออกไซด์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (การทดลอง 61, ตารางที่ 6) นอกจากค่าของกรดที่สูงถึง 35.2 สาเหตุเพราะว่าวัตถุดิบดังกล่าวสูงอยู่แล้ว คือ 19.9. ในกรณีของความหนืดซึ่งมีค่าใกล้เคียง 148 สโตก (gardner z-6) สามารถปรับลดลงมาให้ใกล้เคียง 63.4 สโตก (gardner z-4) ได้ด้วยกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ (การทดลองที่ 63). แต่การปรับปรุงคุณภาพของเลซิตินธรรมชาติต้องยึดหลักปริมาณของสารที่ไม่ละลายในอะซีโตนและค่าของกรดเป็นเกณฑ์กำหนด.

เมื่อใช้ยางเหนียวจากโรงงานที่ 2 ทำให้แห้งในสภาวะเช่นเดียวกับยางเหนียวจากโรงงานที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้เหนียวข้นค่อนข้างแข็ง, มีปริมาณเลซิติน 20-39% ที่ความชื้นไม่เกิน 1% (การทดลองที่ 10, 13, 14, 17 ตารางที่ 4). เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไหลได้ (fluidity) จึงทำการปรับสภาพวัตถุดิบก่อนทำให้แห้งโดยผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ในปริมาณ 8-17%, ได้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและน้ำมันแยกชั้น (การทดลองที่ 11, 12, 15, 16, 18).

จากการใช้ยางเหนียวจากโรงงานที่ 3 ที่มีปริมาณสารไม่ละลายในอะซีโตนต่ำนำมาทำให้แห้งในสภาวะเช่นเดียวกันได้ผลิตภัณฑ์ที่เหลว, ไหลง่าย ตั้งทิ้งไว้ น้ำมันแยกชั้น แสดงว่ามีน้ำมันอยู่ในวัตถุดิบสูง (การทดลองที่ 19-21, ตารางที่ 5). จึงทำการเหวี่ยงแยกน้ำมันที่ 3,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที ก่อนทำให้แห้ง, ได้สารมีความชื้นสูงกว่า 1% เพราะของเหลวไหลง่ายหลุดออกจากลูกกลิ้งเร็ว (การทดลองที่ 22-27). ได้เพิ่มความเร็วรอบในการเหวี่ยงแยกน้ำมันเป็น 4,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำกว่า 1% แต่ยังมีน้ำมันปนอยู่มากโดยมีปริมาณของสารที่ไม่ละลายในอะซีโตนเพียง 54% (การทดลองที่ 28-30). เพิ่มเวลาการเหวี่ยงแยกน้ำมันเป็น 15 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ปริมาณ 30-38% ของยางเหนียวที่แยกน้ำมันออกแล้ว มีความชื้นต่ำกว่า 1% (การทดลองที่ 31-48)

ลักษณะสีน้ำตาลเข้มและเหลว เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือนน้ำมันแยกชั้น

เพื่อเป็นการลดความชื้นให้ต่ำลงอีก จึงทำให้แห้งซ้ำอีกครั้งด้วยการให้ความร้อนเลซิตินถึง 50°ซ. กวนเป็นเวลา 10 นาที ก่อนป้อนเข้าตู้อบสุญญากาศ. ทำให้แห้งโดยใช้สภาวะการทดลอง เช่นเดิม ได้ผลิตภัณฑ์ปริมาณ 22-33% ของยางเหนียวที่เหวี่ยงแยกน้ำมันแล้วหรือ 85-96% ของเลซิตินที่ป้อนเข้าเครื่อง, มีความชื้นตั้งแต่ตรวจไม่พบถึงสูงสุด 0.5% ลักษณะเหลว (การทดลองที่ 49-59), ระดับสีที่ 5% in mineral oil เท่ากับ 9, สารที่ไม่ละลายในอะซีโตน 62.0-68.0%, ค่าของกรด 17.2-19.3, ค่าเปอร์ออกไซด์ 1.9-3.6 มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก.สาร ซึ่งยางเหนียวที่ได้มานี้มีค่าสูงถึง 2.91มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก. สารอยู่แล้ว, สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน 0.020-0.054% แสดงว่ามีสิ่งสกปรกปนเปื้อนน้อยมาก (ตารางที่ 6). เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเลซิตินธรรมชาติจากวิธีดังกล่าวมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานรวมทั้งค่าเปอร์ออกไซด์ก็อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานด้วย (มาตรฐาน NSPA 1982-83) ถ้าผลิตจากยางเหนียวที่มีค่านี้ไม่เกิน 2 มก. สมมูลย์ต่อ 1 กก.สาร. แต่สำหรับเลซิตินที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ไม่ได้กำหนดค่าเปอร์ออกไซด์ไว้ เมื่อวิเคราะห์ที่ วท. มีปริมาณ 2.3 มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก.สาร

ลักษณะตามธรรมชาติของเลซิตินไม่คงตัวมักเกิดผลึกของ phospholipid เป็นฝ้าที่ผิวหน้า เมื่อสัมผัสกับอากาศนานๆ. จึงทดลองผสมเลซิตินกับกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองหรือกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณตามสูตร ที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลา 4 ชม. (การทดลองที่ 62, 63, 66, 70), ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวขึ้นไม่เกิดฝ้าที่ผิวหน้าแสดงว่ากรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันถั่วเหลืองกับกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองช่วยป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าวได้ อีกทั้งยังทำให้ความหนืดลดลงอีกด้วย โดยมีสารไม่ละลายในอะซีโตน 62.0-63.6% และค่าของกรด 26.1-27.9 (การทดลองที่ 66-70). อย่างไรก็ตามเลซิตินที่จะนำมาผสมได้ต้องมีปริมาณสารที่ไม่ละลายในอะซีโตนสูงกว่า 64.5% และค่าของกรดต่ำกว่า 30.

การทดลองในระดับกำลังผลิต 600 ก./ชม. โดยใช้ยางเหนียวจากโรงงานที่ 3 ได้เลซิตินธรรมชาติ (รวมตัวอย่างจากการทดลองที่ 66-70) มีคุณสมบัติดังนี้ : ความชื้นตรวจไม่พบสีที่ 5% in mineral oil เท่ากับ 9, สารที่ไม่ละลายในอะซีโตน 62.7%, ค่าของกรด 23.98, สารที่ไม่ละลายในเฮกเซน 0.05%, ค่าเปอร์ออกไซด์ 2.8 มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก.สาร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเลซิตินที่นำเข้าในประเทศ, และถ้าใช้ยางเหนียวที่มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่า 2 มก.สมมูลย์ต่อ 1 กก.สาร ก็สามารถผลิตได้มาตรฐานของ NSPE ด้วย. นอกจากนี้การวิเคราะห์ปริมาณส่วนประกอบของกรดไขมันก็มีค่าต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน รวมทั้งผลิตภัณฑ์ยังคงตัวไม่เกิดผลึกเป็นฝ้าที่ผิวหน้าเมื่อสัมผัสกับอากาศนาน ๆ และเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า 6 เดือน.

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาผลิตสารเลซิตินนั้น กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน. อย่างไรก็ตามควรได้มีการทดลองนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัทธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด, บริษัทน้ำมันพืชไทย จำกัด และ บริษัทหน่ำเฮงฮวด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ตัวอย่างยางเหนียวเพื่อการศึกษา.

เอกสารอ้างอิง

American Oil Chemists' Society. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4th ed. Vol. 1, The American Oil Chemists' Society. Illinois, USA.

National Soybean Processors Association 1282-19883. Undated. Yearbook and Trading Rules of the National Soybean Processors Association. USA.

Szuhaj, B.F. and List, G.R. 1985. Lecitin. American Oil Chemists, Society. USA. Monograph 12, p. 30.

การเตรียมแม่แบบปั๊มนูนตราโดยกระบวนการ ELECTROFORMING

ชวกุล พิกุลชาคร

มนัส เอื้อเฟื้อ

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

Khin Aung Kyi*

กานดา ว่องไวลิขิต**

*ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

**ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี 12000

บทนำ

แม่แบบสำหรับพิมพ์นูนกระดาษเป็นรูปตราต่างๆ นั้น จะประกอบด้วยแม่แบบโลหะที่ขึ้นรูปเป็นลวดลายที่ต้องการสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นลายส่วนนูน (positive block) และส่วนที่เป็นลายเว้า (negative block) ในการใช้งานพิมพ์นูนกระดาษก็จะกดแม่แบบทั้งสองส่วนประกบกันเพื่อให้กระดาษขึ้นรูปเป็นลวยลายตามแม่แบบ

ในการเตรียมแม่แบบพิมพ์ลายนูนกระดาษนี้ โดยทั่วไปจะอาศัยกระบวนการทางเคมีไฟฟ้าที่เรียกว่า electroforming ซึ่งเป็นกระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า(electrodeposition) อย่างหนึ่ง ซึ่งต่างจาก electroplating ในแง่ที่ว่า electroplating เป็นการชุบเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนที่จะเกิดขึ้นกับวัสดุ หรือเป็นการชุบเคลือบผิวเพื่อความสวยงาม สำหรับ electroforming เป็นการชุบโลหะบนต้นแบบซึ่งความหนาของผิวชุบจะมากกว่าการ electroplating

โดยทั่วไปกระบวนการ electroforming นั้น จะนำไปใช้ในการเตรียมโลหะบนต้นแบบที่ขึ้นรูปเป็นลวดลาย ซึ่งเมื่อชุบเคลือบก็จะได้ผิวโลหะที่มีลวดลายตามต้องการ ส่วนใหญ่ผิวชุบของโลหะจะไม่ยึดติดแน่นกับวัสดุต้นแบบที่ขึ้นรูป เมื่อได้ความหนาของโลหะที่ชุบตามต้องการแล้วต้นแบบก็จะถูกถอดออกไปโลหะที่ชุบขึ้นมานี้เป็นส่วนที่เรานำมาใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ โดยที่ผิวโลหะที่ชุบได้จะมีลวดลายเหมือนกับต้นแบบที่ต้องการทุกประการกระบวนการนี้ใช้การผลิตชิ้นงานโลหะต่างๆ ที่ต้องการคุณภาพ และรายละเอียดสูง เช่น ปากกา หลอดลิปสติก ตลับเครื่องสำอาง เฟืองประเภทต่างๆ เป็นต้น

แม่แบบพิมพ์นูนตรามหาวิทยาลัยรังสิต จากกระบวนการ electroforming

สำหรับการเตรียมแม่แบบพิมพ์นูนนั้น สามารถแบ่งการเตรียมเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมต้นแบบยาง

2. การเตรียมผิวแม่แบบยาง

3. การ electroforming ของโลหะนิเกิล

4. การ electroforming ของโลหะทองแดง

5. การ electroplating ด้วยโลหะนิเกิล

6. การถอดผิวออกจากต้นแบบและการแต่งขึ้นรูป

7. การ electroplating ของโลหะโครเมียม

8. การประกอบแม่พิมพกับฐานแม่พิมพ์

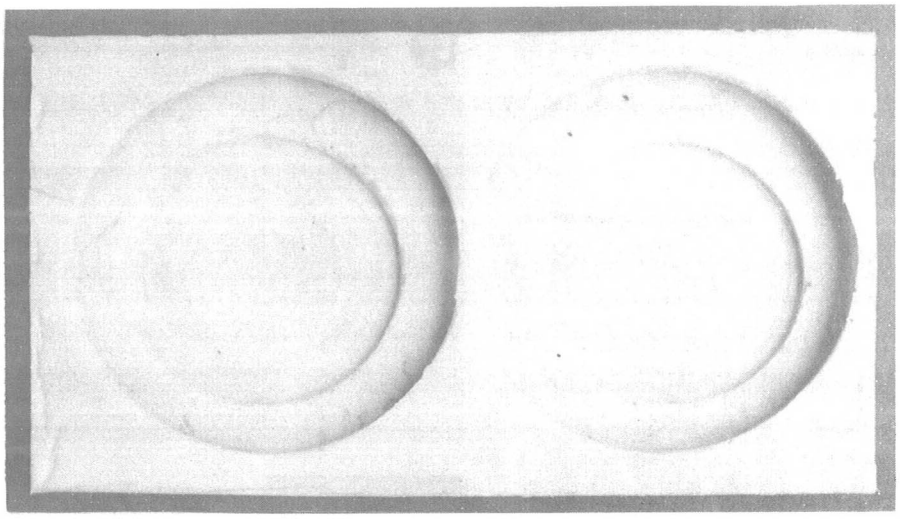
1. การเตรียมต้นแบบยาง

ขั้นนี้เป็นการเตรียมต้นแบบตรามหาวิทยาลัยรังสิต โดยการแกะลวดลายบนแผ่นยาง ทั้งส่วนที่เป็นลายนูน และลายเว้า ดังรูปที่ 1

วัสดุที่ใช้ทำต้นแบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ยาง อาจใช้วัสดุอื่นแทนก็ได้ โดยทั่วไปต้นแบบต่างๆ ที่ใช้ทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ต้นแบบถาวร คือสามารถใช้ได้หลายๆ ครั้งมักเป็นพวกโลหะ เช่น เหล็กไร้สนิม (สเตนเลส) หรือนิเกิลซึ่งถอดต้นแบบได้โดยใช้วิธีดึงออก

2. ต้นแบบไม่ถาวร จะถูกทำลายระหว่างการถอดต้นแบบออกจากโลหะที่อิเล็กโตรฟอร์มตัวอย่างของต้นแบบไม่ถาวร เช่น



รูปที่ 1 แสดงต้นแบบยางลายตรามหาวิทยาลัยรังสิต ทั้งส่วนที่เป็น positive และ negative

- โลหะที่ละลายได้ โลหะต้นแบบหลายชนิดสามารถละลายทิ้งได้ด้วยสารเคมี เมื่อเสร็จกระบวนการอิเล็กโตรฟอร์ม เช่น ทองเหลือง ทองแดง และอะลูมิเนียม

- โลหะผสมจุดหลอมเหลวต่ำบางชนิดเช่น ตะกั่วและดีบุก ซึ่งเอาต้นแบบออกโดยการให้ความร้อน

- พลาสติก เมื่อทำการอิเล็กโตรฟอร์มโลหะแล้ว มักทำลายออกด้วยความร้อน

2. การเตรียมผิวต้นแบบยางให้สามารถนำไฟฟ้าได้

เนื่องจากในกระบวนการอิเล็กโตรฟอร์มนั้น สิ่งที่ต้องการนำมาชุบด้วยโลหะนั้นจะต้องสามารถนำไฟฟ้าได้เพื่อทำหน้าที่เป็นอิเล็กโตรดในกระบวนการชุบ ต้นแบบยางชนิดที่ลอกลายตรามหาวิทยาลัยรังสิตแล้วนั้น ไม่มีคุณสมบัตินำไฟฟ้า ดังนั้นต้องทำให้ต้นแบบยางนั้นมีความนำไฟฟ้าเสียก่อน ซึ่งปกติทำได้โดยการพ่นหรือจุ่มด้วยเกลือเงินทำให้มีโลหะเงินเคลือบบนต้นแบบเป็นฟิล์มบางประมาณ 0.000004 นิ้ว เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดีมากและยังคงรายละเอียดผิวงานของต้นแบบไว้อยู่

ขั้นตอนในการเตรียมผิวยางให้นำไฟฟ้า จะต้องมีการเตรียมผิวก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการ electroforming การเตรียมผิวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ก) การล้างผิวแม่แบบ ความสะอาดของชิ้นงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการชุบ หากชิ้นงานไม่ได้ผ่านการทำความสะอาดที่ถูกต้องแล้วอาจทำให้ผลของการชุบ electroforming ออกมาไม่ดีเท่าที่ต้องการกรรมวิธีทำให้ผิวสะอาดก็คือ การกำจัด ไขมัน น้ำมัน และรอยเปรอะเปื้อนต่างๆ ที่ติดมาจากกรรมวิธีการขึ้นรูปแม่แบบยาง

สำหรับการทำความสะอาดผิวชิ้นงานที่เป็นพลาสติกหรือยางจะทำการล้างผิวด้วยสารละลายที่เป็นเบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างอ่อน โดยจุ่มชิ้นงานลงไป 1-2 นาที หลังจากล้างด้วยสารละลายด่างแล้วจะต้องล้างด้วย น้ำร้อน แล้วจึงล้างน้ำเย็นตามลำดับ เนื่องจากว่าถ้าหากล้างชิ้นงานด้วยน้ำเย็นทันทีจะ

ทำให้สารละลายที่เป็นด่างหลุดออกจากผิวชิ้นงานไม่หมด

ข) การกระตุ้นผิวชิ้นงานให้นำไฟฟ้า

1. ขั้นตอนกระตุ้นผิวด้วย sentisizing ขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยนำแม่แบบที่ทำความสะอาดผิวเรียบร้อยแล้ว มาจุ่มหรือพ่นด้วยสารละลายดีบุก(Sn^{2+}) เพื่อให้เกิดเป็นฟิล์มของ (Sn^{2+}) บนผิวแม่แบบ

ส่วนผสมของน้ำยา sentisizing solution

- สแตนนัสคลอไรด์ ($SnCl_2$) 2.5-10 ก./ล.

- กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 35% 40 มล./ล.

2. พ่นหรือจุ่มด้วยสารละลายเงิน (Ag^+) ที่มีสารดิวส์ ขั้นตอนนี้จุ่มเคลือบด้วย Ag^+ ในสภาวะที่มีสาร reduce (ซึ่งโดยทั่วไปใช้ formaldehyde) เพื่อให้เกิดการรีดิวส์ Ag^+ (aq) ให้เป็น Ag(s) ดังปฏิกิริยาที่ 1 และ 2 กรรมวิธีการทำจะเทสารลายเงินแล้วผสมสารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ลงในบล็อกของชิ้นแม่แบบยาง ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

ส่วนผสมของน้ำยา silver solution

- ซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 10% (นน./ปริมาตร)

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10% (นน./ปริมาตร)

- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) 5% (นน./ปริมาตร)

ส่วนผสมของน้ำยา reducing solution

- ฟอร์มัลดีไฮด์ 4% (ปริมาตร/ปริมาตร)

ก.แม่แบบส่วนนูน

รูปที่ 2 แม่พิมพ์โลหะตรามหาวิทยาลัยรังสิต ที่ผ่านการชุบเคลือบด้วยโครเมียมบนชั้นนอกสุดแล้ว

ข.แม่แบบส่วนเว้า

แม่แบบที่ผ่านขั้นตอนนี้จะเกิดฟิล์มของโลหะ Ag เคลือบอยู่หนาประมาณ 0.000004 นิ้ว ซึ่ง ทำให้ผิว ของต้นแบบสามารถนำไฟฟ้าได้ดี ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการจุ่มหรือพ่นด้วย silver solution และ reducing solution สามารถ แสดงได้ดังนี้

$$2Ag^+(aq) + 2HCHO(aq) + 4OH \longrightarrow 2Ag(s) + 2CHOO + 2H_2O + 2H_2 \quad (1)$$

$$2Ag^+(aq) + Sn^{2+}(aq) \longrightarrow Sn^{4+}(aq) + 2Ag(s) \quad (2)$$

3. การ electroforming ด้วยโลหะนิเกิล

หลังจากผิวหน้าของแม่แบบยางสามารถนำไฟฟ้า ด้วยชั้นของเงินที่เคลือบแล้ว แม่แบบจะถูกนำมาชุบโลหะนิเกิลด้วยกระบวนการ electroforming ให้มีความหนาประมาณ 0.5 มม. เหตุที่เลือกชุบโลหะนิเกิลในชั้นแรกเนื่องจากโลหะนิเกิลเป็นโลหะที่มีความแข็ง และมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูง ทำให้ได้เบ้าพิมพ์ที่ทนทาน นอกจากนี้โลหะนิเกิลที่สร้างขึ้นนี้ ไม่มีความเค้นภายในจึงไม่บิดเบือนขนาดและรูปร่างที่ถูกต้อง

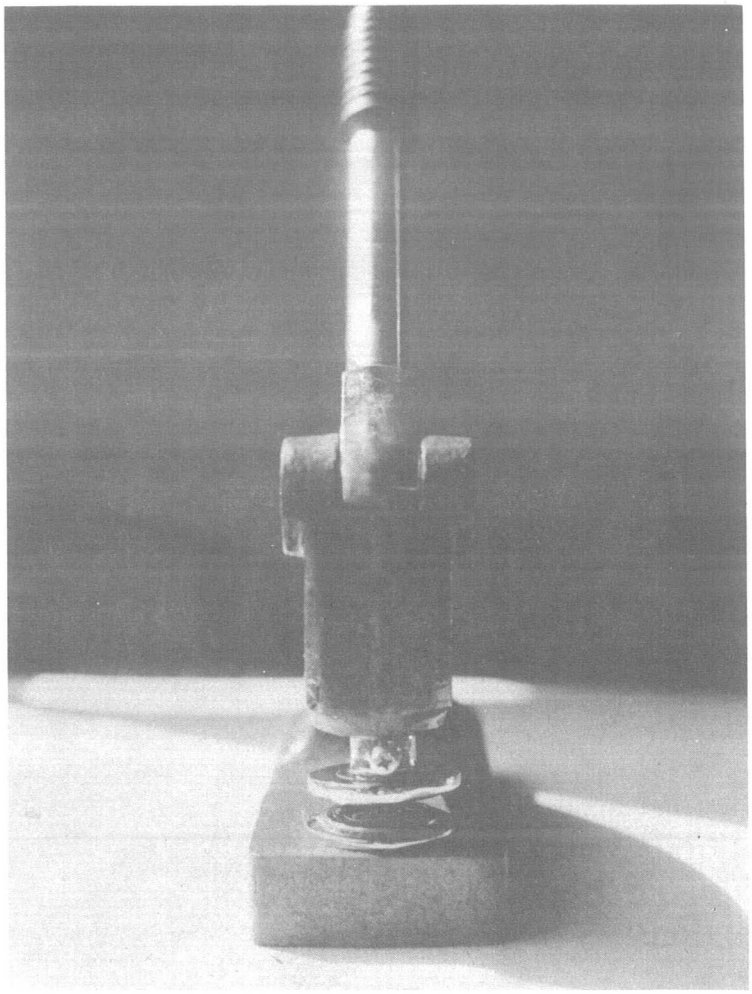
กระบวนการ electorming ของโลหะนิเกิลจะใช้สารละลายนิเกิลเป็น electrolyte และใช้โลหะนิเกิลเป็นตัวล่อ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถแสดงได้ดังนี้

ขั้วลบ : $Ni^{2+} + 2e \longrightarrow Ni(s)$ ปฏิกิริยารีดักชัน

ขั้วบวก : $Ni(s) \longrightarrow Ni^{2+} + 2e$ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

4. การ electroforming ด้วยโลหะทองแดง

หลังจากที่โลหะนิเกิลซึ่งเป็นผิวหน้างาน ถูกสร้างขึ้นได้ความหนาตามต้องการชิ้นงานจะถูกย้ายไปชุบโลหะ



รูปที่ 3 แสดงแม่พิมพ์โลหะตรามหาวิทยาลัยรังสิตที่ติดตั้งบนแท่นพิมพ์กด

ประเภทอื่น ทั้งนี้เพราะโลหะนิเกิลมีอัตราการเคลือบที่ต่ำ การที่จะเคลือบให้ได้ผิวชุบที่มีความหนามากๆ จะเสียเวลาและสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ วิธีแก้ปัญหาคือ เมื่อชุบชิ้นงานด้วยโลหะนิเกิลจนได้ขนาดความหนาค่าหนึ่งแล้ว (ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน) จะนำชิ้นงานชุบเคลือบต่อด้วยโลหะทองแดง

กระบวนการ electroforming ของโลหะทองแดง จะใช้สารละลายทองแดงเป็น electrolyte และใช้โลหะทองแดงเป็นตัวล่อ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสามารถแสดงได้ดังนี้

ขั้วลบ : $Cu^{2+}+2e \longrightarrow Cu(s)$ ปฏิกิริยารีดักชัน

ขั้วบวก : $Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}+2e$ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

5.การ electroplating ด้วยโลหะนิเกิล

เมื่อได้ผิวชุบทองแดงที่มีความหนาตามต้องการแล้ว จะทำการชุบเคลือบโลหะนิเกิลอีกชั้นหนึ่ง ทั้งนี้เพราะถ้านำชิ้นงานที่ผ่านการ electroforming ด้วยโลหะทองแดงแล้วไปทำการชุบเคลือบด้วยโลหะโครเมียมทันที จะทำให้การเกาะจับระหว่างผิวทองแดงกับผิวโครเมียมไม่ค่อยดีนัก การเคลือบผิวด้วยโลหะนิเกิลก่อนการชุบเคลือบชั้นนอกสุดนั้นจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมียมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การชุบเคลือบนิเกิลในชั้นนี้เป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้สนิมเกิดบนโลหะทองแดงได้

กระบวนการ electroplating ของโลหะนิเกิล มีหลักการเช่นเดียวกัน electrodeposition ของโลหะนิเกิลทั่วไป

6. การถอดผิวออกจากต้นแบบ และการแต่งขึ้นรูป

เมื่อชุบเคลือบผิวด้วยโลหะนิเกิลแล้ว จะถอดต้นแบบโดยอาจใช้วิธีดึงออกจากแม่แบบยาง ซึ่งจะได้แม่แบบที่เป็นโลหะนิเกิล นำไปขัดแต่งผิวให้เรียบร้อย เพื่อจะนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะโครเมียมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผิวชิ้นงานต่อไป

7. การ electroplating ด้วยโลหะโครเมียม

เนื่องจากโครเมียมเป็นโลหะที่แข็งมาก ดังนั้นจึงเปราะมาก จากการค้นคว้าพบว่า ถ้าความหนาของโครเมียมประมาณ 0.02 มม. จะได้ผิวโครเมียมที่ไม่มีรอยแตกร้าว แต่จะมีรูพรุนอยู่ทั่วไป หากความหนาของผิวโครเมียมมากกว่า 0.02 มม. ขึ้นไป จะไม่ปรากฏรูพรุนแต่จะมีรอยแตกร้าวอยู่โดยทั่วไป ด้วยเหตุที่มีรูพรุนเมื่อเวลาชุบนี้เอง จึงเป็นเหตุให้โครเมียมป้องกันสนิมของโลหะที่รองพื้นด้วยทองแดงและนิเกิลเสียก่อน การรองพื้นด้วยนิเกิลก่อนชุบโครเมียม นิเกิลจะช่วยเป็นตัวประสานยึดเหนี่ยวระหว่างทองแดงกับโครเมียมได้ดีประการสำคัญนิเกิลจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้เกิดสนิมในชั้นเหล็กได้

กระบวนการ electroplating ของโลหะโครเมียม จะใช้สารละลายโครเมียมเป็น electrolyte และใช้โลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุกเป็นตัวล่อ

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง

การชุบโครเมียมสามารถแสดงได้ดังนี้

ขั้วลบ $Cr^{+6}(aq) + 6e \longrightarrow Cr(s)$ (รีดักชัน)

ขั้วบวก $Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e$ (ออกซิเดชัน)

8. การประกอบแม่พิมพ์กับฐานแม่พิมพ์

เมื่อได้แม่พิมพ์ที่ผ่านการ electroplating ด้วยโครเมียมแล้ว ก็นำไปประกอบลงบนฐานแม่พิมพ์การประกอบแม่พิมพ์ลงบนฐานแม่พิมพ์จะต้องหาตำแหน่งของ positive master ให้ตรงกับตำแหน่งของ negative master ถ้าหากตำแหน่งไม่ตรงกันจะทำให้รอยประทับที่เกิดขึ้นเมื่อออกแรงกดจะไม่เป็นรูปตราตามที่ต้องการ

บทส่งท้าย

ในการเตรียมแม่แบบปั๊มนูนสามารถผลิตขึ้นได้ด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายในห้องทดลอง โดยใช้ต้นทุนที่ไม่แพงมาก ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่สนใจใช้หลักการนี้ผลิตแม่แบบปั๊มนูนลวดลายต่างๆ ด้วยตัวเอง มีข้อควรระวังคือ การออกแบบผ เยส่วนนูนและส่วนเว้านั้นต้องออกแบบให้พอเหมาะ โดยต้องเผื่อความหนาของโลหะที่ต้องชุบภายหลังการแกะลายเพื่อให้หลังจากที่ทำการชุบโลหะอิเล็กโตรฟอร์มแล้ว ส่วนเว้าและส่วนนูนสามารถประกบกันได้พอดี

บรรณานุกรม

ทองมอญ, อนันต์. (ไม่ระบุปี). ชุบโครเมี่ยม-ชุบทอง, สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ.

เสถียรยานนท์, สุชน. (ไม่ระบุปี). คู่มือเคมี ม.6, สำนักพิมพ์ประสานมิตร

Anonymous. 1930. Principle of Electroplating and Electroforming. 2nd edition, McGraw-Hill, New York.

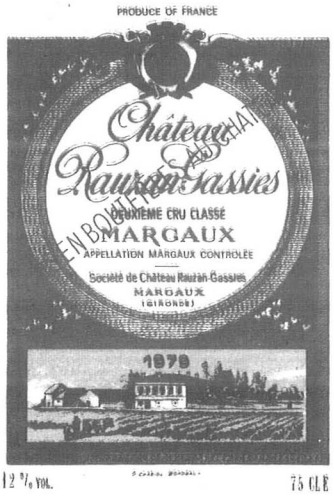
Furniss, B.S. et al. 1989. Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry. 5th edition, Longman Group, U.K.

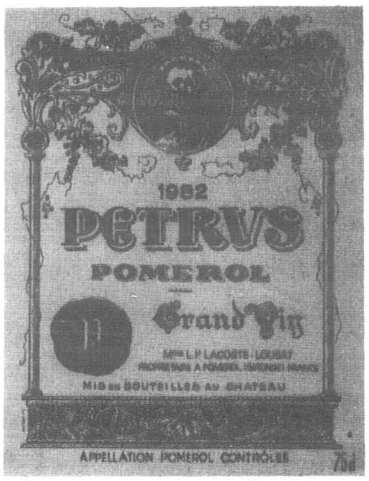
Koehler, W.A. 1944. Principles and Application of Electrochemistry Volume 2. 2nd edition, John Wiley & Sons Inc.

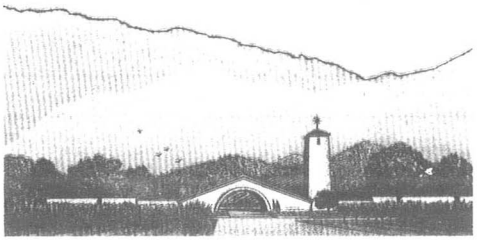
Newman, S.J. 1991. Electrochemistry System. 2nd edition, Prentice Hall Inc.


ใช่หรือเปล่า
คนเราควรจะได้น้ำปลาดี
โฉมใหม่!
ในขวด PET
น้ำปลาแท้
ตราหอยนางรม
ใหม่! ขวด PET
ทันสมัย บรรจุในขวดเพท เบา ทนทาน และ
ใส...จนเห็นความสะอาดได้ชัดเจน
ไม่ใส่ผงชูรส ไม่ใส่สารกันบูด ไม่เจือสี
เซลส์ซวนฮิม
จัดจำหน่ายโดย บริษัท ซี.พี. คอนซูเมอร์ โพรดักส์ จำกัด

THE WORLD OF FINEST WINES





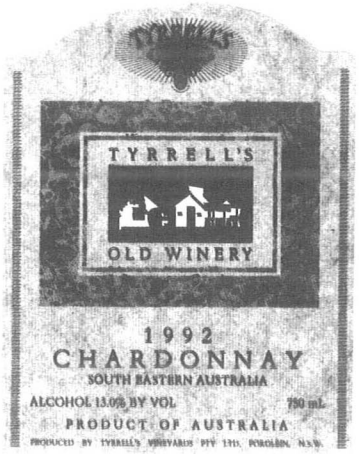


CABERNET SAUVIGNON

1987

RESERVE

ROBERT MONDAVI WINERY



VANICHWATHANA (BANGKOK) CO.,LTD.

41 Anuwong Road, Bangkok 10100

Tel: 2215354, 2228420 Fax: (66-2) 2248042

ขอแสดงความยินดี

การจัดทำวารสาร "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี"

ของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

ZENECA
Agrochemicals

IAAC
IC ASIATIC (AGRICULTURE) COMPANY LIMITED

กรัมม๊อกโซน
ทัชดาวน์

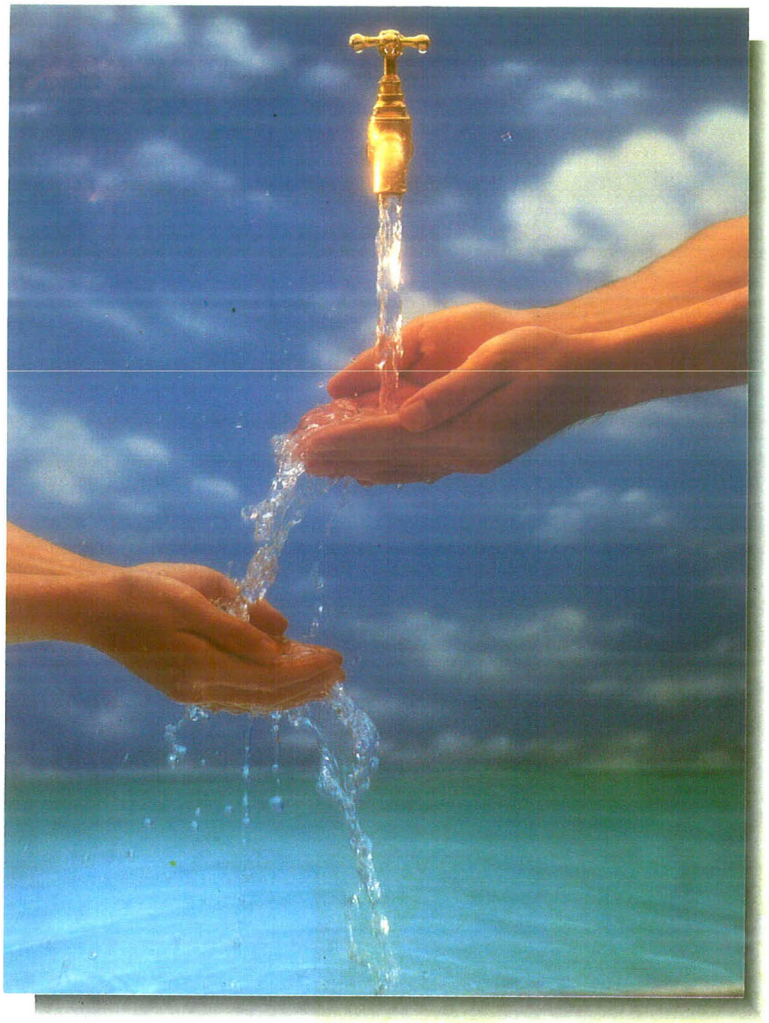
บริษัท ไอซีไอ เอเชียติ๊ก (เกษตร) จำกัด

ขอสนับสนุน

งานเผยแพร่ความรู้และผลงานวิจัยและพัฒนา
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของ

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



ช่วยกันส่งต่อความใสสะอาด

37 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรของน้ำจืดที่มีอยู่ในโลกจะเพียงพอสำหรับ 5,000 ล้านคน ในวันพรุ่งนี้หรือไม่ เราทุกคนคือผู้ร่วมกันตอบคำถามนี้ วันนี้ เรายังคงมีน้ำสะอาดใช้ และหวังไว้ว่าจะมีน้ำสะอาดให้ใช้ต่อไป ชั่วลูก ชั่วหลาน... เพราะน้ำที่ไหลผ่านมือคุณยังคงความใสสะอาดอยู่ได้ด้วยจิตสำนึกที่รับผิดชอบ และน้ำนั้นจะหมุนเวียนกลับมาให้ใช้อีกในวันข้างหน้า สำหรับวันนี้ วางใจให้เราเป็นอีกมือหนึ่งที่ช่วยส่งต่อน้ำใสสะอาดจากคุณถึงคนรุ่นต่อไป เพียงเริ่มต้นจากการบำบัดน้ำที่ใช้แล้วให้สะอาดก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำ ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป AQUA SYSTEMS ให้คุณควบคุมคุณภาพน้ำทุกหยดด้วยเทคโนโลยีที่เปี่ยมความรับผิดชอบ AQUA SEPT เป็นถังเกรอะสำหรับบำบัดน้ำเสียจากส้วมในที่พักอาศัยทั่วไป โดยใช้ร่วมกับ AQUA FILTER หรือถังกรองไร้อากาศ เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่สะอาดตามมาตรฐานชุมชนก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำได้โดยปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม AQUA PAC ถังบำบัดน้ำเสียที่ทำหน้าที่เป็นทั้งถังเกรอะและถังกรองไร้อากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียจากทุกส่วนของอาคารภายในถังใบเดียว และอีกหลากหลายผลิตภัณฑ์สำหรับคุณผู้ใส่ใจในคุณภาพน้ำ

จากวันนี้... สู่วันหน้า

AQUA

ระบบบำบัดน้ำเสีย **AQUA SYSTEMS** เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพน้ำ

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

ตัวแทนต่างจังหวัด บริษัท เชียงใหม่อาควาซีสเต็มส์ จำกัด โทรศัพท์ (053) 212-137, 212-237 แฟกซ์ (053) 217-319 บริษัท ยู.ที. อาควาซีสเต็มส์ จำกัด (อุตรดิตถ์) โทรศัพท์ (055) 412-412

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

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

เคียงคู่กับสังคมไทย
ก้าวไปกับการพัฒนาประเทศ

ความยิ่งใหญ่ของงานก่อสร้างไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดเล็กหรือใหญ่ หากแต่ประโยชน์อันพึงมีต่อผู้รับต่างหากที่จะเป็นตัวกำหนดถึงคุณค่านั้นๆ

ชลประทานซีเมนต์มีความภาคภูมิใจที่มีส่วนในการสร้างงานที่มีคุณค่าต่อชุมชน ร่วมสานต่อรอยยิ้มหนึ่งไปสู่อีกรอยยิ้มหนึ่ง ร่วมพัฒนาชาติ ... พัฒนาสังคมของเรา

บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)
2974 ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
โทร. 318-7111 แฟกซ์ 318-3469

อาหารเบทาโกร
คุณภาพที่คุณวัดได้

วันนี้...เบทาโกรพร้อมให้คุณวัดคุณภาพอาหารทุกถุง

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

บริษัท เบทาโกร จำกัด
บริษัท เบทาโกรอาหารสัตว์ จำกัด

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

XEROX

วิวาเช่ ซีรีส์ เทคโนโลยีที่รองรับความแตกต่างของโลกธุรกิจ

ถึงวันนี้ ธุรกิจจะหลากหลายขนาด และมากประเภท เพียงไร วิวาเช่ ซีรีส์ รองรับได้หมด ด้วยผลิตภัณฑ์เครื่องถ่ายเอกสารอันทรงประสิทธิภาพที่ซีร็อกซ์มุ่งมั่นพัฒนาให้ครอบคลุมโลกธุรกิจ...มากรุ่นและขนาดเพื่อให้เลือกลงตัวกับความต้องการของแต่ละธุรกิจ ทั้งยังเปี่ยมความสามารถรอบด้านเพื่อการใช้งานทุกประเภท ที่สำคัญซีร็อกซ์ยังมีพร้อมบริการที่ดีเยี่ยม ด้วยเครือข่ายทั่วประเทศและช่างผู้เชี่ยวชาญเป็นหลักประกัน

VIVACE
SERIES

เทคโนโลยีที่กล่าวขานทั่วโลกธุรกิจ

Xerox
The Document Company

บริษัท ไทยฟูจิซีร็อกซ์ จำกัด ชั้น 23 อาคารสาธรซิตี้ 175 ถนนสาธรใต้ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10120 โทร : 679-6050 แฟกซ์ : 679-6048-9

สำนักงานสาขากรุงเทพฯ : ■ สาขาสีลม, สาขาสาธร 16 ถนนสุรศักดิ์ สีลม กรุงเทพฯ 10500 โทร : 236-8808-16 แฟกซ์ : 236-6924, 238-5219, 238-1673 ■ สาขาสยาม 965 อาคารศูนย์การค้าสยาม ห้อง 107, 408-9 ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร : 251-3580-3, 255-3920-1, 252-1752 แฟกซ์ : 251-3584 ■ สาขาเพชรบุรีตัดใหม่ 2152/1 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร : 319-2001-0 แฟกซ์ : 319-6149, 318-2720 ■ สาขารัชดาภิเษก 486 อาคารปลาทองกะรัต ถนนรัชดาภิเษก แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310 โทร : 513-8837-9, 541-5210-6, 541-5871-2 แฟกซ์ : 541-5215 ■ สาขาพระปิ่นเกล้า 153/13-15 ถนนพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700 โทร : 424-2429, 424-3343, 424-3252 แฟกซ์ : 434-1993 ■ สาขารังสิต 315/118 อาคารรังสิต ห้อง 301 ชั้น 3 ถนนรังสิต-ปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี โทร : 567-5005-6 แฟกซ์ : 567-5009 ■ สาขาบางนา อาคารบางนาธานี ชั้น 15 A1 เลขที่ 119 หมู่ 8 ถนนบางนา-ตราด กม.3 แขวงบางนา เขตพระโขนง กรุงเทพฯ โทร : 361-4013-5 **สำนักงานสาขาต่างจังหวัด :** ■ สาขาเชียงใหม่ 8/4 ถนนอ้อมเมือง ต.ป่าแดด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50000 โทร : (053) 273-441, 276-219 แฟกซ์ : (053) 276-218 ■ สาขาขอนแก่น 49 ถนนศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000 โทร : (043) 236-953, 241-640-1 แฟกซ์ : (043) 238-586 ■ สาขานครราชสีมา 218/4 ถนนมนัส ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร : (044) 259-681-2 แฟกซ์ : (044) 259-681 ■ สาขาอุบลราชธานี 330/2 ถนนอุปลีสาน ต.ในเมือง อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000 โทร : (045) 243-205 ■ สาขาชลบุรี 51/45 ถนนสุขุมวิท ต.บ้านสวน อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000 โทร : (038) 283-443, 272-993-4 แฟกซ์ : (038) 272-994 ■ สาขาสระบุรี 211/14 ถนนสุดบรรทัด อ.เมือง จ.สระบุรี 18000 โทร. แฟกซ์ : (036) 212-948 ■ สาขาราชบุรี 1/15 ถนนสมบูรณ์กุล อ.เมือง จ.ราชบุรี 70000 โทร. แฟกซ์ : (032) 338-235 ■ สาขาสุราษฎร์ธานี 99/49 หมู่บ้านเสาวลักษณ์โครงการ 2 ต.บางกุ้ง อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี โทร : (077) 287-374 ■ สาขาหาดใหญ่ 134 ถนนจุติอนุสรณ์ ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 โทร : (074) 244-455, 245-608 แฟกซ์ : (074) 245-095 ■ สาขาภูเก็ต 399/13 ถนนเยาวราช ต.ตลาดใหญ่ อ.เมือง จ.ภูเก็ต โทร : (076) 218-571 **ศูนย์บริการย่อยต่างจังหวัด :** ■ ศูนย์บริการย่อย จ.พิษณุโลก โรงแรมอินทรา 103/8 ถนนศรีธรรมไตรปิฎก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร : (055) 259-188, 259-638 ■ ศูนย์บริการย่อย จ.นครสวรรค์ 1016/9 โรงแรมวัชระ ถนนเอเชีย อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000 โทร : (056) 222-263-4, 222-135, 222-177

XEROX

ซีร็อกซ์ บริการที่เป็นหนึ่ง

ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท

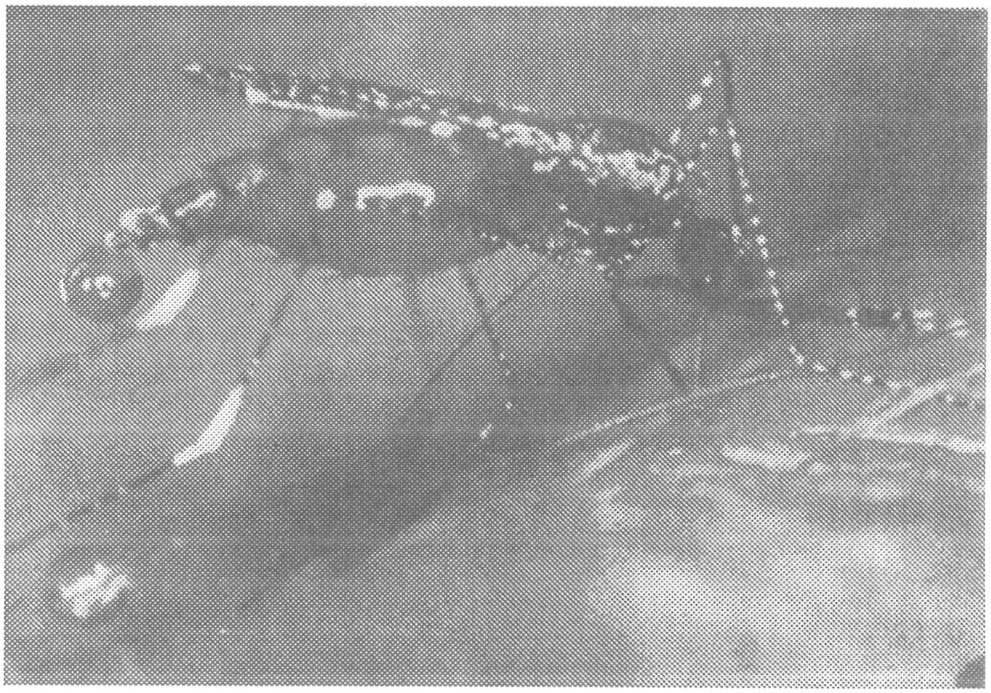
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย
ฉบับที่ 60 กันยายน 2538

รวบรวมโดย พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง
และ สายสวาท พระคำยาน

การฆ่าลูกน้ำยุงด้วยมะพร้าว

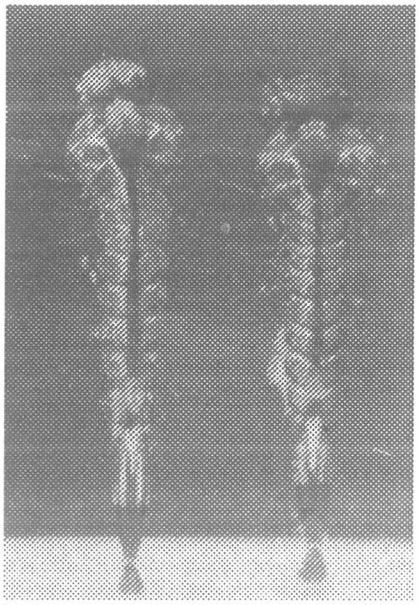
มะพร้าวแก่ทั้งผล ใครจะคิดว่ามีประโยชน์อย่างอื่นมากกว่าการนำมาปรุงอาหารรับประทาน แต่มีนักวิทยาศาสตร์หญิงชาวเปรู นำมะพร้าวทั้งผลมาใช้เพาะเชื้อแบคทีเรียชื่อ บีทีไอ (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* H-14) แล้วนำไปฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่องซึ่งเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยเรื้อรังของโรคมาลาเรียได้อย่างดี

ที่เมืองลิมา ประเทศเปรูอันเป็นประเทศกำลังพัฒนาอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นที่ซึ่งเต็มไปด้วยแหล่งน้ำ เช่น บ่อ สระ ภายใต้ผิวน้ำเต็มไปด้วยลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles* sp.) ที่นำโรคมาลาเรีย ซึ่งเป็นปาราสิตเซลล์เดียวตัวเล็กๆ โดยที่หลังจากยุงดูดเลือดคนหรือสัตว์แล้วจะปล่อยของเหลวที่เต็มไปด้วยเชื้อโรคมาลาเรียเข้าสู่ระบบเลือดทันที เชื้อดังกล่าวจะไปเติบโตในเม็ดโลหิตแดง ทำให้เกิดอาการของไข้จับสั่น อาจจะเสียชีวิต หรือมิฉะนั้นทำให้สุขภาพไม่แข็งแรงเป็นปกติ จะเกิดอาการของโรคเสมอๆ ทำให้ไม่อาจทำการงานอาชีพได้เต็มที่ หรือผู้เยาว์จะเรียนหนังสือไม่ได้ดี เสียเงิน เสียทองในการรักษาพยาบาล และโรคจะแพร่ขยายไปมากขึ้นทุกที



เปรูได้มีการกวาดล้างโรคมาลาเรียอย่างหนักโดยการฉีดพ่นด้วย ดีดีที ในปี 1959-1960 การระบาดของโรคลดลงมากมายจนเหลือน้อย คือ 4 คน ใน 10,000 คน จะเป็นโรคนี้ซึ่งถือว่าต่ำมาก แต่ในปี 1970 เศรษฐกิจเปรูตกต่ำ การควบคุมประชากรยุงถดถอยไป ยุงเริ่มระบาดจนถึงจุดวิกฤตในปี 1970 ที่พบเป็นโรค 20 คน ใน 10,000 คน ในการกำจัดยุงได้ใช้ ดีดีที และสารเคมีอื่นที่ใช้ฆ่าแมลงที่มีประโยชน์ด้วย และโดยเฉพาะยุงได้พัฒนากระบวนการต้านยาฆ่าแมลงได้ จึงต้องใช้ยาแรงขึ้นในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีสารพิษตกค้างในบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมเป็นภัยเงียบต่อพืช สัตว์ป่า สัตว์เลี้ยง และเข้าสู่มนุษย์ ตามวงจรอาหารได้อีกด้วย

นักวิทยาศาสตร์หญิงชาวเปรูชื่อ พาลมิรา เวนโตซิลลา (Palmira Ventosilla) ได้รับทุน IDRC ค้นพบว่า ผลมะพร้าวแก่ที่มีน้ำมะพร้าวข้างในเป็นอาหารวิเศษสุดในการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียชื่อ บีทีไอ สามารถฆ่าลูกน้ำยุงซึ่งเป็นพาหะนำโรคไข้มาลาเรียได้ เมื่อลูกน้ำยุงกินแบคทีเรียบีทีไอเข้าไป แบคทีเรียจะทำลายเยื่อบุทางเดินอาหารของลูกน้ำยุง ยุงจะตายลงก่อนจะเติบโตเป็นยุงเต็มวัย แบคทีเรีย บีทีไอ นี้ไม่มีพิษภัยต่อ ปศุสัตว์และมนุษย์ และเป็นที่รู้จักกันมากว่า 20 ปีแล้ว โดยมีการผลิตเชิงการค้าในประเทศพัฒนา และมีราคาสูง วิธีการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีและบุคลากรที่ฝึกหัดมาอย่างดีไม่อาจถ่ายทอดสู่การพัฒนาเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านได้ และจะซื้อมาเพื่อใช้ปราบยุงทั้งประเทศก็ไม่อาจทำได้ แต่สำหรับเปรูกำลังมีสภาวะตึงตัวด้านเศรษฐกิจ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ชาวเปรูคนนี้จึงค้นคว้าทดลองนำวัตถุดิบพื้นเมืองของเปรูมาเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย บีทีไอ แบบง่ายๆ โดยได้ทดลองกับ กล้วย สับปะรด และธัญพืชต่างๆ



ในที่สุดก็ค้นพบว่า มะพร้าวแก่สามารถทดแทนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการเพาะเชื้อ บีทีไอ เช่น นำเชื้อ 100 ตัว ฉีดใส่ผลมะพร้าว น้ำมะพร้าวจะทำหน้าที่เป็นอาหารเพาะเชื้อเพิ่มปริมาณเป็นทวีคูณ ในเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จะได้แบคทีเรีย บีทีไอ 1,000,000 ตัว ส่วนผลมะพร้าวก็ทำหน้าที่ปกป้องดุจเป็นถังบ่มเพาะเชื้อแบคทีเรีย

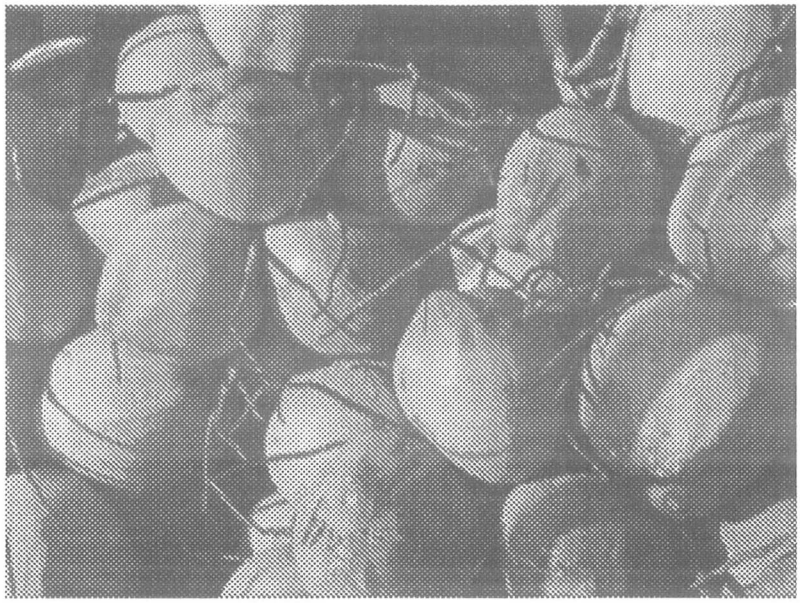
พาลมิรายังได้ทุน IDRC เพื่อศึกษาภาคสนามในบริเวณป่าแห่งหนึ่งของบราซิลแถบอะเมซอนเหนือ ซึ่งเต็มไปด้วยนาข้าวและบึงน้ำขังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง พบว่าหลังจากทดลองภาคสนามในการใช้เชื้อเพาะในผลมะพร้าวฆ่าลูกน้ำยุงในบ่อนั้นเพียงครั้งเดียว ยุงตายเกือบหมดและสามารถควบคุมอยู่ได้ 45 วัน จากการที่ได้พิสูจน์แล้วว่า มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าลูกน้ำยุงนำโรคได้ จึงได้สนใจจะพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้ชาวชนบทผลิตและใช้ด้วยตนเอง ได้ประดิษฐ์ชุดสำเร็จรูปสำหรับเพาะเลี้ยง บีทีไอ ประกอบด้วย สำลีพันปลายไม้ที่ชุบหัวเชื้อแบคทีเรีย บีทีไอ และจุกสำลีปลอดเชื้อ วิธีเพาะเชื้อ ทำโดยเสียบสำลีพันปลายไม้เข้าไปในลูกมะพร้าวตรงช่องที่เจาะไว้บริเวณขั้วลูกมะพร้าว อุดด้วยจุกสำลีที่เตรียมไว้ ทิ้งมะพร้าวที่เพาะเชื้อ บีทีไอไว้ 2-3 วัน ให้หัวเชื้อแบคทีเรียเพิ่มปริมาณเป็นนับล้านตัวต่อ ลบ.ซม. ซึ่งพร้อมที่จะใช้การได้ วิธีใช้ทำได้ง่ายดาย โดยเพียงแต่ผ่าผลมะพร้าวแล้วโยนลงบ่อ บ่อขนาดเล็กใช้มะพร้าว 2-3 ผล ก็สามารถควบคุมปริมาณยุงไว้ได้แล้ว

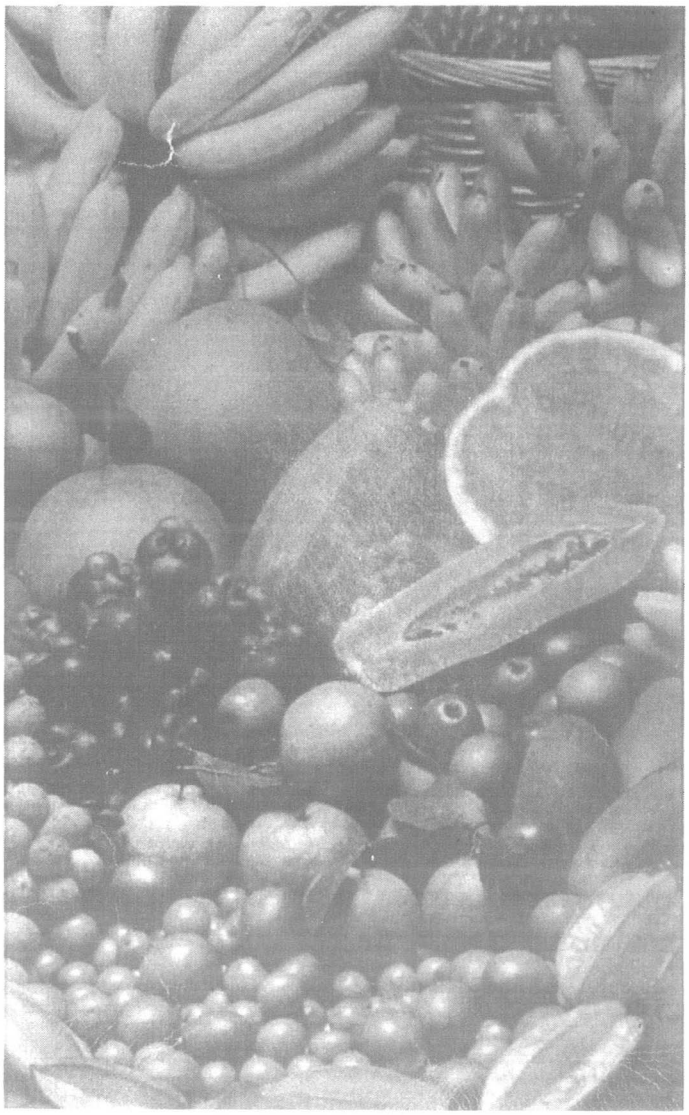
จุดมุ่งหมายของผู้คิดค้นคือ ต้องการแพร่ขยายเทคโนโลยีชนบทนี้ เริ่มจาก 1 ครอบครัว เพื่อปราบยุงในบ่อน้ำของตน และขยายขอบข่ายออกไปเรื่อยๆ ด้วยการอบรมพนักงานด้านสาธารณสุขชุมชนก่อน โดยที่รัฐมนตรีสาธารณสุขเปรูก็สนใจจะให้ความสนับสนุนโครงการนี้ ผู้วิจัยหวังว่าสักวันหนึ่งเปรูจะลดจำนวนยุงลงได้จนปราศจากภัยคุกคามจากโรคมาลาเรีย และเปรูก็จะไม่เสียงบประมาณมากเนื่องจากมะพร้าวแก่ที่ร่วงลงพื้นแล้วถือว่าเป็นของเหลือทิ้ง

สำหรับประเทศไทยยังไม่ได้ข่าวว่าเทคโนโลยีนี้ได้ถูกนำมาใช้ อย่างไรก็ตาม มะพร้าวเป็นพืชพื้นเมืองซึ่งปลูกในบริเวณกว้างและแทบทั่วประเทศไทย สามารถนำมาพัฒนาทำแหล่งเพาะเชื้อ บีทีไอ ฆ่าลูกน้ำยุงได้ แต่ในประเทศไทยได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงได้ จาก บีทีไอ นี้ และบีทีเอส (*B. sphaericus*) โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพาะในถังหมักขนาด 300 ลิตรได้แล้ว แต่ขณะนี้ยังรอฝ่ายเอกชนนำสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

IDRC Report, April 1991

พวงเพ็ญ สูยะนันท์ ผู้เรียบเรียง





ตู้เย็นแบบประหยัด

เนื่องจากเมืองไทยเป็นเมืองร้อน การซื้ออาหารประเภทผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ นม ฯลฯ เก็บไว้จะเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้น ควรบริโภคอาหารเหล่านั้นตามเวลาที่กำหนด แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณียังมีความจำเป็นต้องเก็บอาหารไว้บริโภคนาน ๆ และให้คงความสดอยู่เสมอ วิธีที่ดีที่สุดสำหรับเก็บอาหารให้สดและอยู่ได้นานคือเก็บไว้ในตู้เย็น ในปัจจุบันมีตู้เย็นที่ผลิตออกจำหน่ายตามท้องตลาดเป็นจำนวนมาก มักจะมีราคาค่อนข้างแพง จนอาจจะเกินกำลังสำหรับบางครอบครัวที่จะซื้อมาใช้ได้โดยเฉพาะครอบครัวตามชนบท แต่ยังมีวิธีที่สามารถเก็บอาหารให้สดและนานเหมือนตู้เย็นตามท้องตลาด โดยการสร้างตู้เย็นแบบง่ายๆ และประหยัดค่าใช้จ่าย เราเรียกตู้เย็นนี้ว่า "ตู้เย็นแบบประหยัด"

วัสดุอุปกรณ์

1. ตะกร้าที่สานด้วยไม้ไผ่หรือตะกร้าพลาสติก, หวาย ที่ใช้ทั่วๆ ไปในบ้าน เลือกขนาดตามต้องการ (แต่ควรมีขนาดเล็กกว่าภาชนะบรรจุน้ำ) 1 ใบ

2. ฝาครอบตะกร้าสานจากไม้ไผ่, หวาย (รูปวงกลมหรือสี่เหลี่ยม) 1 ฝา

3. ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำทำจากโลหะ, ดินเผา หรือถังน้ำมันที่ใช้แล้วลึก 6 นิ้วขึ้นไป 1 ถัง

4. ก้อนหิน หรือ ก้อนอิฐ 6 ก้อน

5. ผ้าดิบ หรือ ผ้าขนหนู 2 ผืน

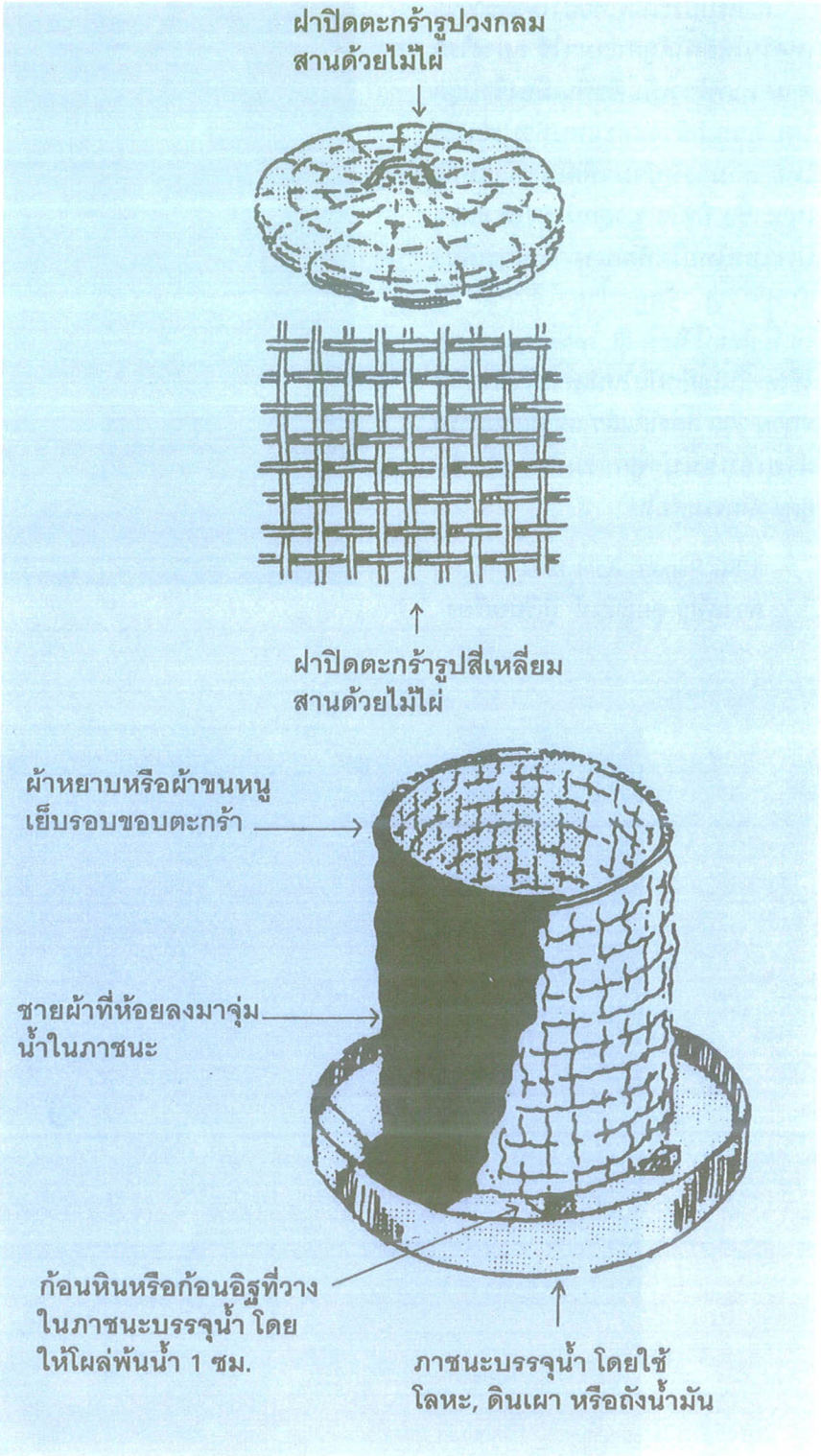
6. เข็ม, ด้าย

วิธีทำ

1. นำผ้าหยาบหรือผ้าขนหนูมาเย็บริมขอบรอบตะกร้าด้านนอก และปล่อยชายผ้าให้ห้อยลง โดยให้ความยาวของชายผ้ายาวกว่าความยาวของตะกร้าประมาณ 5 นิ้ว จากนั้นนำผ้าอีกผืนหนึ่งมาเย็บริมขอบด้านใน และปล่อยชายให้ห้อยลงมาโดยมีความยาวเท่ากับความยาวของตะกร้า

2. นำก้อนหินวางไว้บนภาชนะบรรจุน้ำ แล้วจึงเติมน้ำลงไปโดยให้น้ำท่วมก้อนหินและให้ก้อนหินโผล่พ้นน้ำประมาณ 1 ซม.

3. นำตะกร้าวางลงบนก้อนหิน จัดวางให้เกิดความสมดุล เพื่อป้องกันไม่ให้ตะกร้าล้ม และปล่อยชายผ้าด้านนอกให้จุ่มน้ำในภาชนะ



เมื่อต้องการนำผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์มาแช่ในตู้เย็น ต้องจัดวางอย่างเป็นระเบียบ ไม่อัดแน่นจนเกินไป และปิดฝาตะกร้าทุกครั้ง หมั่นเติมน้ำในภาชนะเพื่อไม่ให้น้ำแห้ง ก่อนแช่อาหารควรพรมน้ำผ้าคลุมตะกร้าให้ชุ่มทั้งด้านนอกและด้านใน และควรวางตู้เย็นไว้ในที่ร่ม อากาศถ่ายเทสะดวก ไม่มีแสงแดดส่องถึง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของตู้เย็นแบบประหยัดให้ดียิ่งขึ้น

จาก Village Technology Handbook by VITA

วนเกษตร

ในปัจจุบันการใช้ที่ดินที่มีจำกัด เพื่อการปลูกพืชอุตสาหกรรมชนิดเดียว หรือเลี้ยงสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้เกิดประโยชน์ และตอบสนองความต้องการหลายๆ ด้านนับว่าเป็นเรื่องยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรม ดังนั้น การปลูกไม้ยืนต้น และเลี้ยงสัตว์ผสมผสานกันไปในพื้นที่ขนาดเล็กเพื่อผลิตสิ่งที่จำเป็นขั้นพื้นฐานอันได้แก่ อาหาร ยาสมุนไพร ฟืนถ่าน และไม้ใช้สอยซึ่งจะทำให้สามารถพึ่งพาตนเองได้

วนเกษตร เป็นการทำกิจกรรมการเกษตรหลายๆ อย่างในพื้นที่เดียวกับแบบผสมผสาน เช่น ปลูกพืชหลายอย่างทั้งไม้ยืนต้นและพืชผล และเลี้ยงสัตว์หลายๆ ชนิด โดยเน้นไม้ยืนต้นเพื่อให้เกิดประโยชน์หลายอย่างแบบต่อเนื่อง โดยคงความสมดุลของธรรมชาติและสภาพแวดล้อมไว้ ไม้ยืนต้นในระบบวนเกษตร หมายถึงเนื้อไม้แข็งมีชีวิตยืนนาน อาจเป็นไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้ไผ่ หรือไม้ตระกูลปาล์ม เช่น หมาก มะพร้าว เป็นต้น

วนเกษตร เป็นแนวคิดและทางเลือกปฏิบัติทางการเกษตรแบบหนึ่ง ซึ่งรูปแบบจะแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น วนเกษตรโดยทั่วไป เน้นบทบาทของคนและความรู้ดั้งเดิมพื้นบ้านผสมผสานกับเทคนิคการจัดการ เพื่อเพิ่มเติมผลผลิตไม้ยืนต้น พืชผล และสัตว์เลี้ยงร่วมกัน

วนเกษตรมี 5 แบบดังนี้

1. วนเกษตรแบบบ้านสวน มีต้นไม้และพืชผลหลายชั้นความสูง โดยปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น สมุนไพร และพืชผักสวนครัวในบริเวณบ้าน

2. วนเกษตรที่มีต้นไม้แทรกในไร่นาหรือทุ่งหญ้า เหมาะกับพื้นที่ซึ่งมีลักษณะสูงๆ ต่ำๆ โดยปลูกต้นไม้เสริมในที่ไม่เหมาะสมกับพืชผล เช่น ที่เนินหรือลุ่มน้ำขัง และปลูกพืชในที่ราบหรือที่สม่ำเสมอ

3. วนเกษตรที่มีต้นไม้ล้อมไร่นา เหมาะกับพื้นที่ไร่นา ซึ่งมีลมแรง พืชผลได้รับความเสียหายจากลมพายุอยู่เสมอ จึงต้องปลูกต้นไม้เพิ่มความชุ่มชื้น บังแดดบังลมให้แก่พืชผลที่ต้องการร่มเงาและความชื้น

4. วนเกษตรที่มีแถบต้นไม้และพืชผลสลับกัน เหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดชันเป็นแนวยาว น้ำไหลเซาะหน้าดินมาก แถบต้นไม้ซึ่งปลูกไว้สองถึงสามแถวสลับกับพืชผลเป็นช่วงๆ

ขวางความลาดชัน จะช่วยรักษาหน้าดินและในระยะยาวจะทำให้เกิดขั้นบันไดดินแบบธรรมชาติ สำหรับแถวพืชให้มีความกว้าง 5 ถึง 20 เมตร ตามความเหมาะสมของพื้นที่

5. วนเกษตรใช้พื้นที่หมุนเวียน ปลูกไม้ยืนต้น พืชผลและเลี้ยงสัตว์ เหมาะกับพื้นที่ขนาดกลาง ถึงขนาดใหญ่ ซึ่งมีพื้นที่พอที่จะปลูกพืชผลเป็นแปลงหมุนเวียน โดยมีแปลงไม้ยืนต้นร่วมกับการเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียนเพื่อฟื้นฟูดิน

วนเกษตรมีทางเลือกปฏิบัติได้หลายแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. ในพื้นที่โล่งเตียนหรือที่ดินรกร้างว่างเปล่า

- ปลูกไม้ยืนต้นเป็นหลักหรือเป็นประธานก่อน แล้วจึงปลูกไม้พุ่มเตี้ยหรือพืชล้มลุกแทรกระหว่างไม้หลัก

- ปลูกพืชผักล้มลุกก่อน แล้วจึงปลูกไม้ยืนต้นเสริมตามช่องว่างและขอบแปลง เพื่อบังลม รักษาความชุ่มชื้น ยึดดิน และดูดยึดปุ๋ยในดิน

2. ในพื้นที่ที่ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง และได้ผลผลิตต่ำ

- วางแผนปลูกไม้ผลยืนต้น เช่น ขนุน กระท้อน มะม่วง ระหว่างแถว 20 ถึง 30 เมตร ในปีแรก แล้วปลูกพืชไร่ระหว่างแถว ปีที่สอง หลังเก็บเกี่ยวพืชไร่แล้ว ปลูกไม้ยืนต้นแทรกเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งแถว จะมีช่องว่างเหลือเพียง 5 ถึง 10 เมตร ปีที่สี่อาจเลิกปลูกพืชไร่ อย่างไรก็ดี หากมีพื้นที่ขนาดใหญ่อาจจะปลูกพืชไร่หมุนเวียนด้วยก็ได้

- วางแผนปลูกพืชในร่มเสริมทั้งไม้ผลพุ่มเตี้ย เช่น ละมุด น้อยหน่า และพืชคลุมดิน เช่น ข่า กระชาย ตะไคร้ เป็นต้น เมื่อถึงระยะนี้จะเริ่มเก็บไม้ผลได้บางส่วน

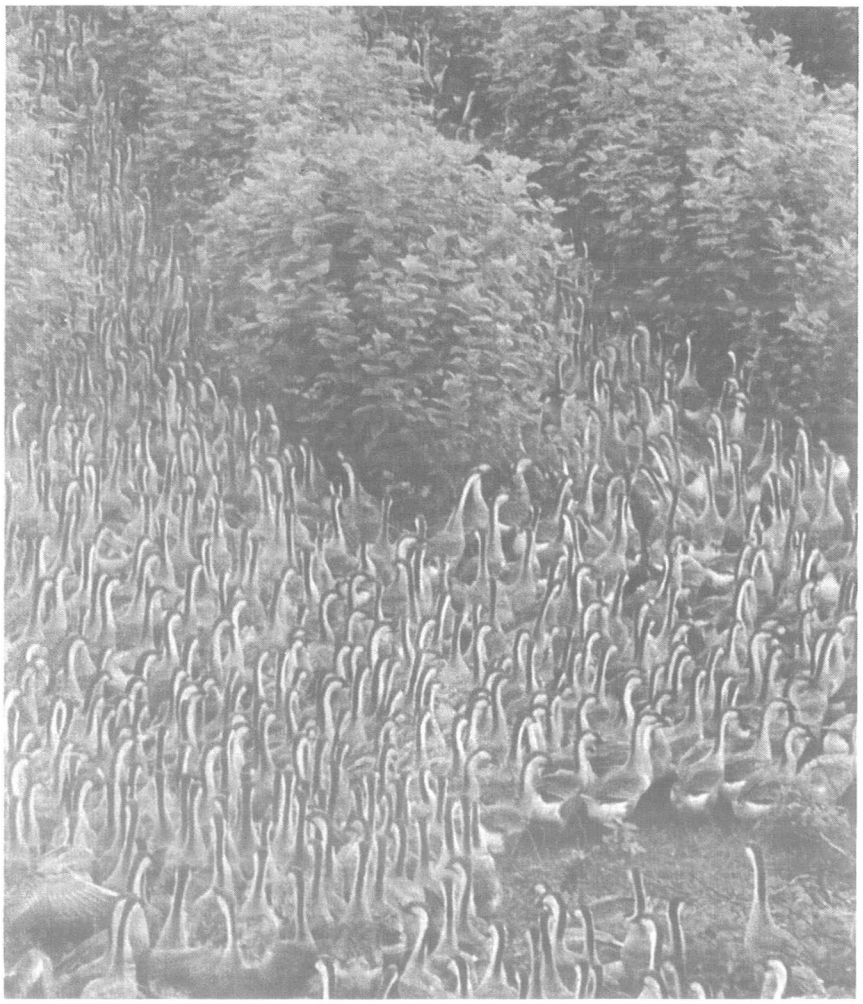
3. ในพื้นที่ที่ทำการเกษตรอยู่แล้ว

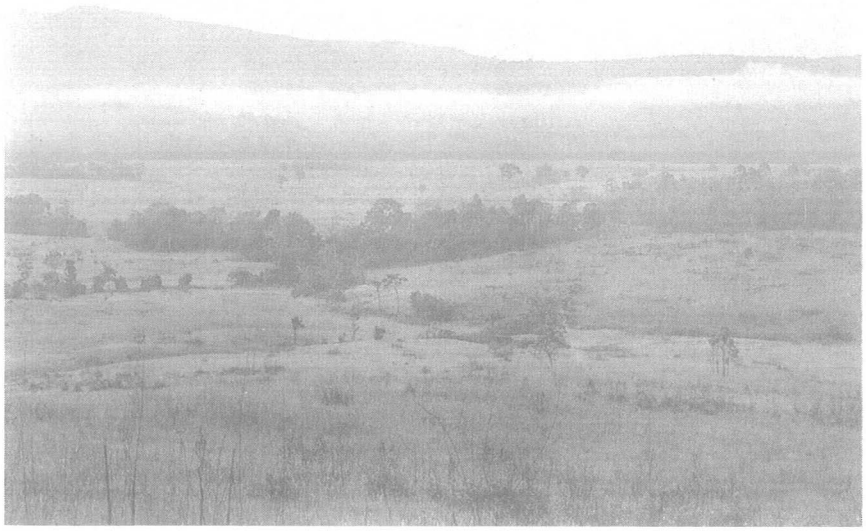
- สำรวจไม้ยืนต้นและพืชผลที่มีอยู่เดิม หากมีขึ้นอยู่หนาแน่นหรือชิดกันเกินไป ให้เอาชนิดที่ไม่เหมาะสมออก โดยไม้ที่ร่วมกับพืชอื่นไม่ได้ควรให้มีพืชแต่ละระดับชั้น ตามชนิดและจำนวนที่เหมาะสม

- หากมีไม้และพืชผลน้อยเกินไปให้เลือกชนิดไม้และพืชผลเข้าปลูกเสริมทีละน้อยจนกว่าจะมีชนิดและจำนวนที่ต้องการ

4. วนเกษตรในพื้นที่ราบ ควรเริ่มด้วยการสร้างแหล่งน้ำ และแหล่งเก็บสะสมความชุ่มชื้น เช่น ขุดสระน้ำ คูนา ยกร่องสวน และปลูกไม้ประธานให้ร่มเงา กันลมและให้ปุ๋ย เช่น ปลูกต้นกล้วย ต้นทองหลาง ปลูกเสริมพืชอาหาร สมุนไพร พืชผักสวนครัว เมื่อที่ดินมีไม้ประธานขึ้นเป็นไม้พี่เลี้ยง ดินจะร่วนซุยและชุ่มชื้น การเตรียมดินเพื่อปลูกพืชเสริมกระทำง่ายที่สุดโดยอาจปลูกโดยใช้ไม้ทิ่ม จะขุดแล้วหยอดเมล็ด หรือหว่านก็ได้

5. วนเกษตรในที่ลาดชัน มีแนวทางปฏิบัติได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับรูปร่าง ลักษณะของพื้นที่เป็นสำคัญ ในที่ลาดชันควรทำแนวระดับให้แก่พื้นที่ก่อนโดยใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่น โครงไม้สามเหลี่ยม เมื่อได้ระดับแล้ว ปลูกไม้ยืนต้นยึดดิน รักษาความชุ่มชื้นและดูดซับปุ๋ยในดินที่ลาดชันมาก พื้นที่ตอนบนควรปลูกไม้ยืนต้นถาวรยึดดินและบำรุงดินระหว่างแถวไม้ยืนต้นด้วย





การจัดการต้นไม้ในระบบวนเกษตร มีหลายวิธีเช่น

- การโน้มกิ่ง ช่วยเพิ่มขนาดเพิ่มใบให้แก่ไม้ผล ไม้ยืนต้น

- การลิดกิ่งลำต้น ทำเมื่อต้องการให้ลำต้นไม้เปราตรง และต้องการใช้กิ่งก้านไม้ทำฟืน

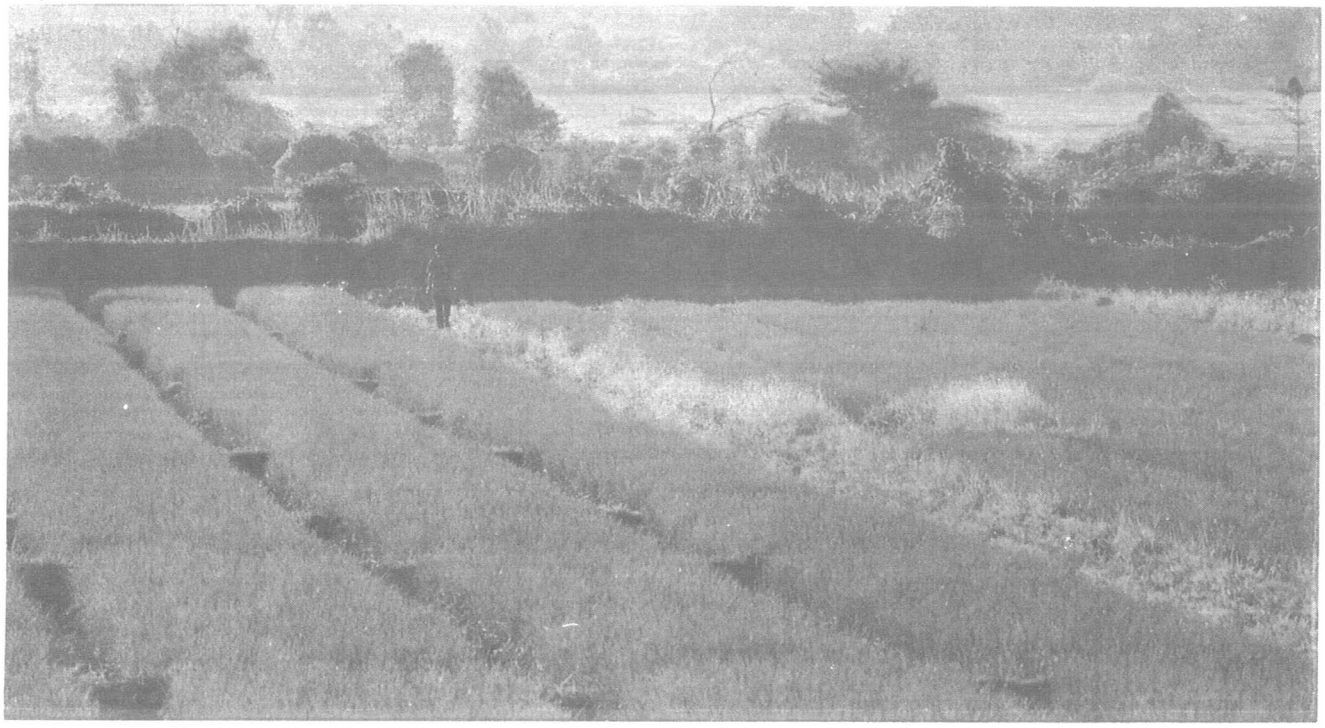
- การตัดให้แตกหน่อ ใช้กับไม้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ทุกส่วนทั้งเนื้อไม้ กิ่งไม้ ใบ ดอก และผล ที่สำคัญต้นไม้ต้องสามารถแตกหน่อได้ดี นิยมตัดชิดดินหรือเหนือพื้นดินราว 5 ถึง 10 เซนติเมตร

- การตัดพุ่มต่ำ ใช้เมื่อต้องการลดร่มเงาและต้องการใช้ประโยชน์กิ่งไม้ ดอกและใบ เช่น การตัดเล็มกิ่งใบกระถิน เพื่อเป็นอาหารสัตว์ และการตัดกิ่งใบมะแฮะคลุมดิน เป็นต้น

- การตัดพุ่มสูง ใช้เมื่อต้องการลดร่มเงาและต้องการใช้ประโยชน์ลำต้น เช่น เป็นที่เกาะยึดของไม้เถา ไม้เลื้อย หรือต้องการให้ได้ผลผลิตไม้ท่อนขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

แปลงเพาะชำต้นไม้

วนเกษตรมีพืชผลและต้นไม้หลายชนิด ต้องมีแปลงเพาะชำต้นไม้ เพื่อผลิตกล้าไม้ไว้สำรองยามต้องการ สถานที่เพาะชำพันธุ์ไม้ เลือกที่ใดก็ได้ให้ใกล้บ้านและแหล่งน้ำ มีพื้นที่กว้างพอที่จะเพาะเลี้ยงต้นไม้เพียงพอตามชนิดและปริมาณที่ต้องการ และมีพื้นที่เหลือพอให้ทำงานได้ สถานที่เพาะชำควรเลือกพื้นที่ใต้ร่มไม้ใหญ่ ใต้ถุนบ้าน หรือข้างบ้าน หากเป็นที่โล่งควรทำหลังคาบังแดดลมโดยใช้วัสดุพื้นบ้าน เช่น หญ้าคา กิ่งใบมะพร้าว และควรทำรั้วด้วย ซึ่งอาจใช้วัสดุหาง่ายในท้องถิ่น เช่นไม้ไผ่ เพื่อกันสัตว์เลี้ยงคุ้ยเขี่ยต้นไม้ ควรปรับพื้นที่ให้เรียบและสูงพอประมาณ เพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง พันธุ์ไม้ที่ต้องการปลูกอาจหาจากแหล่งไม้ใกล้บ้าน โรงเรียน วัด หรือในป่าชุมชน เลือกเก็บหาจากแม่ไม้ที่รูปร่างลักษณะดีและแข็งแรง การเพาะเมล็ดไม้มีเทคนิคต่างกันไปในต้นไม้แต่ละชนิด ซึ่งเกษตรกรสามารถหาความรู้ได้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมป่าไม้ใกล้บ้าน ต้นไม้ชนิดที่มีเมล็ดดก และเก็บหาได้ง่าย อาจปลูกได้โดยตรงจากเมล็ด โดยไม่จำเป็นต้องเพาะชำ ปุ๋ยโดยทั่วไปไม่ใช่สิ่งจำเป็นสำหรับกล้าไม้วัยอ่อน แต่สำหรับกล้าไม้ที่มีอายุนานหากใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ผึ่งตากให้แห้ง ฆ่าเชื้อโรคก่อนใส่ต้นไม้ อาจช่วยให้ต้นไม้แข็งแรงและโตเร็วขึ้น ก่อนนำกล้าไม้ไปปลูกควรนำไปวางกลางแจ้งให้ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมภายนอกก่อนสักระยะหนึ่ง จึงนำไปปลูกลงดิน จะช่วยให้ต้นไม้มีโอกาสรอดตายมากขึ้น และตั้งตัวได้เร็ว



การปฏิบัติต่อต้นไม้

ไม้ยืนต้นที่จะปลูกใหม่หรือปลูกเสริมพืชผล ควรเป็นพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่หาได้ง่าย เรือนยอดสูงโปร่ง อเนกประโยชน์ และเกื้อกูลกับพืชผลในไร่นา ต้นไม้ที่แนะนำซึ่งใช้ประโยชน์ได้หลายๆ อย่างได้แก่ ต้นทองหลาง แคบ้าน แคฝรั่ง กระถิน มะแฮะ มะรุม มะริดไม้ มะม่วง มะขาม มะพร้าว หมาก ขี้เหล็ก สะเดา สะแกนา และไผ่ ต้นไม้เหล่านี้หากจัดการได้เหมาะสมจะให้ประโยชน์หลายอย่าง

ปรัชญาการทำวนเกษตร

ปรัชญาการทำวนเกษตรคือ การได้ใกล้ชิดธรรมชาติ เน้นการปลูกเพื่อกินเป็นหลัก เพื่อให้ครอบครัวได้รับอาหารที่มีคุณค่า เมื่อเหลือจากการกินแล้วจึงนำออกขาย การปลูกไม้หลากหลายชนิดและเป็นพืชต่างระดับกัน ระบบรากจะช่วยเกื้อกูลซึ่งกันและกัน อีกทั้งใบไม้จะเป็นปุ๋ยสำหรับบำรุงดินด้วย

การทำวนเกษตรต้องอาศัยเทคนิคต่างๆ เข้ามาเสริม เช่นการเป็นคนช่างสังเกต และได้เรียนรู้ท่ามกลางการปฏิบัติจริง การทำวนเกษตรไม่ใช่การเลียนแบบกันได้ เพราะที่ดินที่หนึ่งย่อมมีสภาพแวดล้อม สภาพอากาศที่แตกต่างกัน พืชชนิดหนึ่งขึ้นในที่หนึ่งได้ แต่มิได้หมายความว่าพืชชนิดนั้นจะขึ้นได้ทุกที่ เนื่องจากเหตุปัจจัยแวดล้อมที่ต่างกัน พืชแต่ละชนิดย่อมสอดคล้องเหมาะสมกับท้องถิ่นนั้นๆ การทำวนเกษตรจะเป็นสวัสดิการระยะยาวให้แก่เกษตรกรและครอบครัว อีกทั้งยังสร้างความยั่งยืนให้แก่ผืนดินและสิ่งแวดล้อมสำหรับลูกหลานในอนาคต

วารสารหมู่บ้าน เมษายน และ
ธันวาคม 2537

ถ้าไม่แกร่งสม่ำเสมอ
ไม่ใช่คุณภาพตราภูเขา

* ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์คือองค์ประกอบหลักในการทำคอนกรีตซึ่งมีผลโดยตรงต่อค่ากำลังอัดและความสม่ำเสมอของค่ากำลังอัดคอนกรีต ก่อนการใช้คอนกรีตต้องทำการทดสอบค่ากำลังอัดคอนกรีต (Compressive Strength Test) โดยการนำแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก (Cylinder) หรือทรงลูกบาศก์ (Cube) ทดสอบกับเครื่องอัดแรง (Compression Tester) เพื่อตรวจสอบความแข็งแกร่งตามมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับงานก่อสร้างแต่ละประเภท

บริษัท ไทยไครสเลอร์ ออโตโมทิฟ จำกัด สำนักงานใหญ่: 1643/5 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงมักกะสัน ราชเทวี กรุงเทพฯ 10310 โทร. 251-9191-5 • **โชว์รูมและศูนย์บริการถนนเพชรบุรีตัดใหม่** ; โทร. 251-9507-8 • **โชว์รูมและศูนย์บริการสุขุมวิท 59** ; 1191 ถนนสุขุมวิท ซอย 59 คลองเตย พระโขนง กรุงเทพฯ 10110 โทร. 392-5828-9, 392-5202-3 • **โชว์รูมแฟชั่น ไอส์แลนด์** ถนนรามอินทรา กม.10 โทร. 947-6329-30 • **โชว์รูมไครสเลอร์ พหลโยธิน** ; 436/11 พหลโยธิน 12 สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร. 616-9400-8 • **ตัวแทนจำหน่ายต่างจังหวัด** • **ภาคเหนือ** ; บริษัท เชียงใหม่สวีเดนมอเตอร์ส จำกัด โทร. (053) 221036, 226136-7 • **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ; บริษัท ไครสเลอร์นครราชสีมา จำกัด โทร. (044) 241057, 243117 • **ภาคตะวันออก** ; บริษัท ไฮ-คลาส ออโต้ จำกัด โทร. (038) 780616-20 • **ภาคใต้ฝั่งตะวันตก** ; บริษัท เมืองใหม่มอเตอร์ภูเก็ต จำกัด โทร. (076) 218838-43 • **ภาคใต้ฝั่งตะวันออก** ; บริษัท อำนวยกิจมอเตอร์ไครสเลอร์ จำกัด โทร. (074) 252082-3

WITH THE COMPLIMENT OF

ALPHATEC

ALPHATEC ELECTRONICS PUBLIC COMPANY LIMITED

Registration No. Bor Mor Jor. 302

17/2 Moo 18,Suwintawong Road,Tambon Saladang,Amphur Bang-Num-Priow,Cha-Cherng-Sao. Thailand. 24000
Tel: (66-38)514711/3,593223-5,593228 Fax: (66-38)514710(In'l) Tel: (038)514711/3,593223-5,593228 Fax: (038)514710(Local)

Commitment to Total Quality Management

บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

"บริษัทของคนไทย
ดำเนินการโดยคนไทย
ผูกพันกับชีวิตคนไทย
ด้วยความรับผิดชอบ
เพื่อศักดิ์ศรีของคนไทย
และประเทศไทย"

สู่ก้าวใหม่แห่งอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ "ปูน ทีพีไอ"

กลุ่มบริษัท ทีพีไอ

- บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)
- บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)
- บริษัท คาโปรแลคตัมไทย จำกัด (มหาชน)
- บริษัท น้ำมัน ทีพีไอ จำกัด
- บริษัท ทีพีไอ คอนกรีต จำกัด
- บริษัท อุตสาหกรรมโพลียูรีเทนไทย จำกัด
- บริษัท ไทย เอ บี เอส จำกัด
- บริษัท ทีพีไอ โพลีอะคริเลต จำกัด
- บริษัท ทีพีไอ โพลีออล จำกัด
- บริษัท อูเดห์ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)

ปูน ทีพีไอ เราสร้างอนาคต

26/56 ถนนจันทน์ตัดใหม่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาธร กรุงเทพฯ 10120

Quick Meal อาหารพร้อมรับประทานจาก S&P ผ่านกรรมวิธี Shock Freeze คงความสดอร่อยและคุณค่าทางอาหาร เข้าไมโครเวฟ เพียง 5 นาที อาหารอร่อยระดับS&P ก็พร้อมรับประทานทันที

S&P
Quick Meal
อาหารพร้อมรับประทาน

อร่อยทันใจกับ 24 เมนูเด็ดจาก เอส แอนด์ พี

โครงการร่วมการงานและร่วมลงทุนกับ
องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

แค่ 1 ABC 2 DEF 3 GHI 4 JKL 5 MNO 6 PRS 7 TUV 8 WXY 9 ถึง OPER 0

ชีวิตคุณจะง่ายขึ้น

ระบบการสื่อสารทั่วทั้งโลก กำลังเปลี่ยนโฉมหน้าจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล ซึ่งสามารถส่งผ่านข้อมูลข่าวสารทั้งทางด้านภาพและเสียง ผ่านสายไฟเบอร์ออพติคส์ได้พร้อมกันในคราวเดียวอย่างชัดเจนและแม่นยำ ในอนาคตแพทย์จะปรึกษา case สำคัญ ๆ ระหว่างแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกได้ ขณะที่วินิจฉัยฟิล์มเอ็กซเรย์แผ่นเดียวกันจากจอภาพ...นักข่าวของแต่ละประเทศจะเสนอข่าวสดได้ทันทีพร้อมกันเพียงกดปุ่มรับสัญญาณภาพและข่าวสารโดยตรงจากแหล่งข่าว...ที่บ้าน วิทยุ โทรทัศน์ วิดีโอ เคเบิ้ลทีวี แม้แต่เพอร์ซันนอล คอมพิวเตอร์ จะถูกเชื่อมโยงไว้ด้วยกันผ่านเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ คุณสามารถเรียกภาพยนตร์ที่อยากดูให้ปรากฏขึ้นบนจอทีวีได้ทันที หรือสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าที่อยากซื้อ สั่งธนาคารให้จัดการเรื่องการเงิน แม้แต่ส่งอิเลคโทรนิคเมล์ถึงเพื่อนอีกคนหนึ่ง ขณะที่คุยโทรศัพท์อยู่กับอีกคนหนึ่งได้ เพียงแค่กดปุ่มบนแป้นโทรศัพท์เพียงไม่กี่ปุ่ม วันนี้ ที่เมืองไทย TelecomASIA กำลังเร่งพัฒนาระบบสื่อสารสู่ยุคอนาคตด้วยการวางรากฐานระบบดิจิตอลผ่านสายไฟเบอร์ ออพติคส์ ให้กับโครงการโทรศัพท์ 2 ล้านเลขหมาย

สิ่งหนึ่งที่เราตระหนักอยู่เสมอ ก็คือ ไม่ว่าเทคโนโลยีจะพัฒนาไปอย่างซับซ้อนขนาดไหนและไม่ว่าจะยากลำบากสักเพียงใด เราจะพยายามทำทุกอย่าง เพียงเพื่อให้ชีวิตคุณ...ง่ายขึ้น

TelecomASIA

เทคโนโลยีสื่อสารแห่งอนาคต