ISSN 0857-2380 ปีที่ 29 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2557

วว.TISTR

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

- นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม
- บทสัมภาษณ์ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์...นักวิทย์หญิงไทย ผู้เชี่ยวชาญด้านสาหร่าย
- Wearable Technology เทคโนโลยีที่สวมใส่ได้
- การปลูกพืชกลับหัว

ได้รับรางวัลดีเด่นประเภทวิชาการ จาก สยช.

ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์

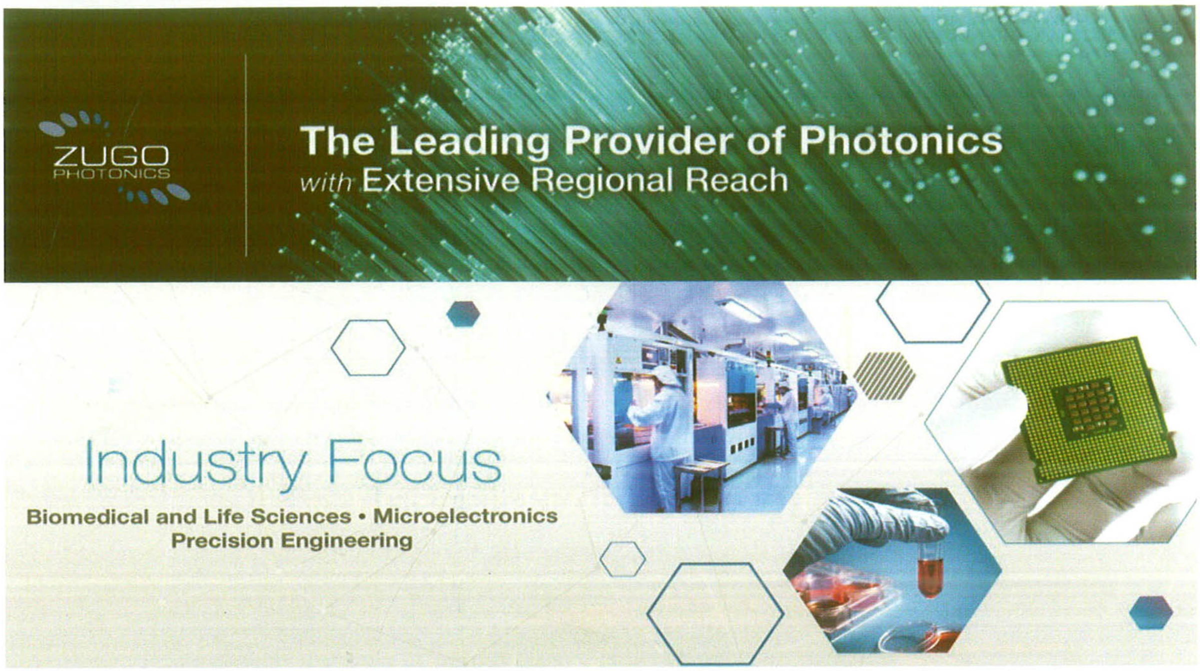
พฤกษา เรียลเอสเตท ร่วมกับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สู่ความเป็นผู้นำในการสร้างนวัตกรรม พัฒนาการให้บริการการขอใช้ไฟฟ้า

บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ลงนามในบันทึกความเข้าใจกับ ผู้ว่าการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคใน "โครงการความร่วมมือพัฒนาการให้บริการการขอใช้ไฟฟ้าโครงการหมู่บ้านจัดสรร" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการให้บริการการขอใช้ไฟฟ้าในโครงการของพฤกษา เรียลเอสเตท แบบบูรณาการ ภายใต้ข้อตกลงความรับผิดชอบการให้บริการร่วมกัน หรือ SLA-Service Liability Agreement รวมถึงจัดตั้งหน่วยงานให้บริการจุดเดียว (Single Contact) ในการยื่นคำร้อง รับชำระเงิน และออกแบบ ระบบไฟฟ้าทั้งภายในและภาคนอกโครงการอย่างมีส่วนร่วมี้

ความร่วมมือในครั้งนี้ เกิดขึ้นเนื่องจาก พฤกษา เรียลเอสเตท สามารถก่อสร้างและพัฒนาโครงการได้รวดเร็ว ด้วยการใช้นวัตกรรมการก่อสร้างแบบ Pruksa Precast ร่วมกับ REM (Real Estate Manufacturing) ซึ่งเป็นระบบการผลิตบ้านที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกับระบบอุตสาหกรรมการผลิตในโรงงานผลิตรถยนต์ ทำให้พัฒนาโครงการได้รวดเร็ว โดยการส่งมอบบ้านที่มีคุณภาพให้กับลูกค้านั้น จะต้องส่งมอบระบบไฟฟ้า และประปา ที่มีคุณภาพทั้งภายในและภายนอกควบคู่กันไป ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างฉับไว และรองรับแผนงานการขยายตลาดไปยังปริมณฑลและต่างจังหวัดของบริษัทฯให้มากขึ้นนั้น พฤกษา เรียลเอสเตท จึงได้ร่วมมือกับหน่วยงานของภาครัฐ เพื่อขยายพื้นที่ให้บริการระบบสาธารณูปโภค ความร่วมมือครั้งนี้จึงนับเป็นการสร้างนวัตกรรมก้าวสำคัญที่ พฤกษา เรียลเอสเตท ได้ร่วมเป็นกลไกหลักในการเสริมสร้างความพร้อมด้านระบบสาธารณูปโภค เพื่อช่วยในการขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน

พฤกษา
โทร.1739
pruksa.com



Newport Experience | Solutions
VISION RESEARCH
Ocean Optics
EDINBURGH INSTRUMENTS
ANDOR discover new ways of seeing
InfraTec
PRIOR Scientific
okolab
KIMMON
Lambert INSTRUMENTS
AIST-NT Advanced Integrated Scanning Tools for Nano Technology
LASOS
ZABER

We are proudly to present our solutions for Photonics :

- EMCCD, CCD, sCMOS Imaging system for Low-Light Fluorescence application
- Hi-Speed Camera and Low-Light Hi-Speed Camera up to 1,000,000 FPS
- Photonics solution for Biology/Physics Research
- Miniature and Time Resolve Fluorescence Spectrometer
- Confocal / Atomic Force Microscope, Raman System and Multi Photon System
- Automation system, Incubation system for every model of Microscope
- All Microscope Components, Optical Components, Laser and Light Sources
- Anti-Vibration System, Optical Table and Work Station
- Custom made system for your application

Contact us : 662 640 2955 / www.zugophotonics.com
wanchai@zugophotonics.com facebook/zugophotonics

ZUGO PHOTONICS

NIPPON PAINT
AUTOMOTIVE PAINT SYSTEMS

สีพ่นรถยนต์อันดับหนึ่ง

พิสูจน์ความสำเร็จด้วยเทคโนโลยีที่เหนือชั้นกว่าทุกความต้องการ
เพื่อตกแต่งและปกป้องสีรถยนต์อย่างสมบูรณ์แบบ

- สีสวยสดเหมือนรถใหม่
- ให้ความเงางาม
- ทนทานทุกสภาวะแวดล้อม

Number 1 in Automotive Paint System

สีแนกซ์ พรีมิล่า 2K
สีแห้งช้าระบบ 2K
คุณภาพระดับสากล

สีแนกซ์ โอ-ดี เบส
สีพ่นรถยนต์สูตรน้ำ
รักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อโลก เพื่อคุณ

สีนิปปอน อัลติม่า
สีพ่นรถบรรทุก รถโดยสาร
และรถเพื่อการพาณิชย์

สีแนกซ์ พรีมิล่า เคลียร์ 2K
สีเคลียร์เคลือบเงา
ขีดสุดของความเงางาม

บริษัท เอ็นพี ออโต้ รีฟินิช จำกัด
101 หมู่ 3 ซอยสุขสวัสดิ์ 76 ถ.สุขสวัสดิ์ ต.บางจาก อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130 โทร. 02-463-0032, 02-463-0116 www.nipponpaint.co.th www.nipponpaint-ar.com

ปกโดย...สมเกียรติ ธรรมสูน

สารบัญ


ปอก็ปลูกต้นกระดาษ
ภูมิใจที่ได้สร้างความสุขให้หลายๆคน
บ้านปอก็ปลูกต้นกระดาษดั๊บเบิ้ล เอ บนคันนา
เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว ช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยลดโลกร้อน
และยังช่วยสร้างรายได้ให้ชาวนา
ทุกครั้งที่คุณใช้กระดาษจากคันนา ก็เหมือนได้สร้างรอยยิ้มให้กับคนอีกหลายคน
Double A
PAPER FROM KHAN-NA
กระดาษจากคันนา
Double A

เจ้าของ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทร. 0 2577-9000
E-mall : tistr@tistr.or.th

ที่ปรึกษา	นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์
	ดร. อนุชา เล็กสกุลดิลก
	ดร. สุทธิพร ชีวสาธน์
	ดร. ลักษมี ปลั่งแสงมาศ
	ดร. ปิยะ เฉลิมกลิ่น
	ดร. สุริยา สาสนรักกิจ
ผู้จัดการ	ดร. สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์
ผู้ช่วยผู้จัดการ	ดร. ชุลีรัตน์ บรรจงลิขิตกุล
บรรณาธิการ ผู้พิมพ์โฆษณา	ดร. นฤมล รื่นไวย์
รองบรรณาธิการ	ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์
	นางฉันทรา พูนศิริ
	ดร. สุเมธ ภูมิอภิรดี
กองบรรณาธิการ	ดร. ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต
	ดร. ธีรภัทร ศรีนรคุตร
	ดร. พัชทรา มณีสินธุ์
	นางบุญเรียม น้อยชุมแพ
	นางอลิสรา คูประสิทธิ์
	นางสายสวาท พระคำยาน
	นางพัทธนันท์ นาถพินิจ
	นางสาววัชรีวรรณ ทรัพย์รุ่งเรือง
ฝ่ายศิลป์	นายดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน
	นายสมเกียรติ ธรรมสูน
	นางรัชนี วุฒิพฤกษ์
	นางสาวเปรมรัตน์ เฉลิมพักตร์
ฝ่ายภาพ	นายสิทธิชัย ศราวุธานุกุล
ฝ่ายการเงิน	นางวีระวรรณ โรจนสโรช
	นางสาวนวพร ชูศักดิ์
ฝ่ายประชาสัมพันธ์	นางสุวรรณา ดอกไม้คลี่
	นางสาวยุพิน พุ่มไม้
	นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร
ฝ่ายบริหารธุรกิจ	นายตรันต์ สิริกาญจน
ฝ่ายประสานงานและโฆษณา	นางเพ็ญศรี สมประจบ
	นางสาวมยุรี ศรีประโชติ
	นางสาวดิศลิน กอบวิทย์กรณ์

นางสาวรัตติยา รัตนพิมพ์ภาภรณ์ โทร. 08 1327-9997, 0 2832-7122
พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์บริษัท ธรรมสาร จำกัด 0 2221-0374, 0 2224-8207

จากกองบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับนี้ ก้าวเข้าสู่ปีที่ 29 นับเป็นการเดินทางที่ยาวนานของสื่อความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ภูมิใจนำเสนอมาตลอดกับการถ่ายทอดเรื่องราวความก้าวหน้าทางงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรม ซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาของนักวิจัยไทย บนพื้นฐานของการสร้างผลงานเพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตในทุกภาคส่วนของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง วิสาหกิจชุมชน และประชาชนโดยรวม

นอกจากนั้น วารสารฯ ฉบับนี้ ยังดำเนินการตามวัตถุประสงค์ในการเป็นสื่อกลางเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่สังคม ดังจะเห็นได้จากบทความหลายๆ เรื่อง ที่เรามุ่งสร้างสังคมให้อุดมด้วยความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ นำเสนอแนวคิดและมุมมองต่างๆ เพื่อให้ผู้อ่านเห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย จึงสมควรส่งเสริมให้แพร่หลายออกไป นับตั้งแต่ระดับเด็กๆ หรือเยาวชน จนถึงระดับนักวิจัย หรือผู้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการสร้างผลงานวิจัย พัฒนาและนวัตกรรม

ในปีที่ 29 นี้ กองบรรณาธิการจึงหวังว่า เราจะสามารถทำหน้าที่เป็นสื่อกลาง ในการสร้างสังคมแห่งความรู้ให้ดีที่สุด ทั้งนี้ ต้องขอความสนับสนุนและแรงใจจากผู้อ่าน กองบรรณาธิการหวังว่า ท่านจะเข้ามามีส่วนร่วม ไม่ว่าจะเป็นด้านการเขียนบทความ ส่งบทความเพื่อให้ความรู้มาลงตีพิมพ์ หรืออาจจะสนับสนุนโดยการสมัครเป็นสมาชิกกันต่อไป

สำหรับวารสารฯ ฉบับนี้ เราเน้นเรื่องนวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม รวมทั้งมีบทสัมภาษณ์ นักวิทยาศาสตร์หญิงไทยที่มากด้วยความสามารถ และความเชี่ยวชาญด้านสาหร่าย คือ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์

ในท้ายสุดของฉบับแรกของปี กองบรรณาธิการ ใคร่ขอขอบคุณห้างร้าน กิจการ หน่วยงานต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนการตีพิมพ์วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยดีตลอดมา

ดร.นฤมล รื่นไวย์
editor@tistr.or.th

บทความทุกเรื่องที่ลงพิมพ์ในวารสารฉบับนี้ ถือเป็นความรับผิดชอบส่วนตัวของผู้เขียนบทความโดยเฉพาะ วว. จะไม่ขอรับผิดชอบแต่ประการใด

สิ่งสำคัญที่สุดของการ
เป็นที่หนึ่งของโลก
ด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน
คือการ**ส่งต่อ**
ให้คนรุ่นต่อไป...

SCG ได้รับการจัดอันดับให้เป็นที่ 1 ของโลก (Industry Leader) ในสาขาอุตสาหกรรม วัสดุก่อสร้าง (Construction Materials) จาก DJSI * ต่อเนื่อง 3 ปีซ้อน (2554-2556)

ตลอด 100 ปี **SCG** สร้างสรรค์ความยั่งยืนผ่านการดำเนินธุรกิจอย่างโปร่งใส คิดค้นนวัตกรรมที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม พร้อมกับพัฒนาชุมชนอย่างเข้มแข็ง เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี และความเป็นอยู่ที่ยั่งยืนของคนรุ่นต่อไป...

MEMBER OF
Dow Jones
Sustainability Indices
In Collaboration with RobecoSAM

* Dow Jones Sustainability Indices (DJSI) คือดัชนีหลักทรัพย์ ซึ่งกองทุนต่างๆ จากทั่วโลกใช้เป็นเกณฑ์ในการลงทุน เพราะมั่นใจว่าบริษัทที่อยู่ใน DJSI จะสามารถสร้างผลตอบแทนที่ยั่งยืนให้กับทุกคน

www.scg.co.th

ซิเมนต์-ผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง | เคมีภัณฑ์ | กระดาษ

100 YEARS
SCG

ศูนย์นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ เพื่ออุตสาหกรรมโพรไบโอติกและพรีไบโอติก บทบาทในอนาคตของ วว. กับงานวิจัย "จุลินทรีย์เพื่อชีวิต"

ดร. ภูษิตา วรรณิสสร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ในปีงบประมาณ 2557 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินโครงการการจัดตั้งศูนย์นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม: โพรไบโอติกและพรีไบโอติก โดยมีภารกิจ 1) เพื่อการพัฒนานวัตกรรมของผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีแบบครบวงจรสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชน 2) ให้บริการ วิจัย/ทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกและพรีไบโอติกแก่บริษัทเอกชนสำหรับการขอขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) หรือกรมปศุสัตว์ 3) ถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีโพรไบโอติกและพรีไบโอติกพร้อมที่จะเชื่อมโยงกับภาครัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศ และ 4) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีโพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่พัฒนาจากศูนย์การวิจัยเฉพาะทางฯ ให้แก่ชุมชนเพื่อผลักดันให้เกิดการสร้างงาน/รายได้

คำถามแรกที่ผู้อ่านอาจสงสัยคือ "ทำไมต้องเน้นเฉพาะโพรไบโอติก" ความจริงศูนย์นวัตกรรมฯ ดังกล่าวมุ่งเน้น "เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรม" ทั้งนี้ เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกเองก็เป็นหัวเชื้อที่มีข้อมูลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนและมีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมหลายประเภท อีกทั้งยังมีการศึกษาการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น เชื้อโพรไบโอติกจึงถูกนำมาใช้เป็นต้นแบบในการดำเนินภารกิจของศูนย์ฯ ในระยะแรกๆ

โพรไบโอติก = จุลินทรีย์เพื่อชีวิต

โพรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์มีชีวิตที่เมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้เกิดผลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ช่วยปรับสมดุลของเชื้อใน

ลำไส้ ป้องกันและลดอาการของโรคติดเชื้อในทางเดินอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกัน ป้องกันโรคที่เกิดจากความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น Food And Agriculture Organization และ World Health Organization กำหนดคุณลักษณะของเชื้อโพรไบโอติก ดังนี้

(1) เป็นเชื้อที่ถูกจัดจำแนกตามระบบสากลที่ถูกต้อง และมีการฝากเก็บในศูนย์เก็บเชื้อที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ

(2) ต้องอยู่รอดได้ทั้งในสภาวะการเลี้ยง กระบวนการผลิต และการเก็บรักษาจนกว่าจะบริโภค

(3) อยู่รอดได้ในระบบทางเดินอาหารของคน/สัตว์ เช่น ทนต่อน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร/ลำไส้เล็ก

(4) ต้องสามารถเหนี่ยวนำการตอบสนองของเจ้าบ้านได้ โดยการยึดเกาะกับผนังเซลล์ หรือด้วยกลไกอื่นๆ

(5) ต้องก่อให้เกิดประโยชน์ทางสุขภาพต่อเจ้าบ้านเมื่อบริโภค

(6) ปลอดภัย คือ ไม่ก่อผลข้างเคียง ไม่ดื้อยา และไม่เป็นเชื้อก่อโรค

การใช้ประโยชน์จากโพรไบโอติก

ที่ผ่านมามีการนำโพรไบโอติกไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ (เช่น กุ้ง ไก่ และสุกร) เพื่อทดแทนยาปฏิชีวนะที่ถูกห้ามใช้และเพื่อเป็นวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ (feed additive) อุตสาหกรรมอาหารเสริมสุขภาพ แม้กระทั่งอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ดังแสดงในรูปที่ 1

ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกสำหรับมนุษย์

โพรไบโอติกที่จำหน่ายอยู่ในขณะนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

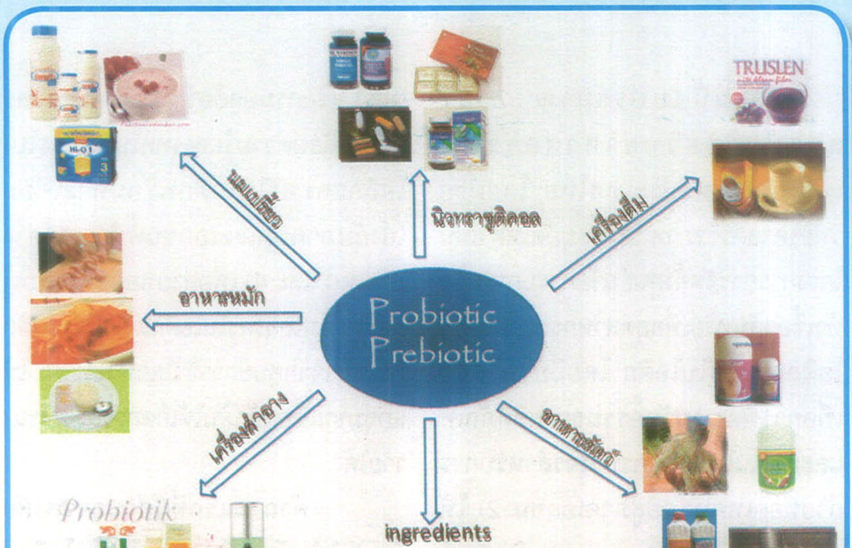
1) เซลล์มีชีวิตใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (ingredient) เช่น เชื้อในกลุ่ม Lactobacillus กลุ่ม Bifidobacterium กลุ่ม Bacillus เป็นต้น

2) ผลิตภัณฑ์อาหารและนม (food and dairy products) เช่น อาหารหมักต่างๆ นมเปรี้ยวชนิดต่างๆ เป็นต้น และ

3) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (supplements) สำหรับมนุษย์

ผลการศึกษามูลค่าการตลาดของโพรไบติกสำหรับมนุษย์โดย BCC research ในปี ค.ศ. 2011 ระบุว่า ตลาดโพรไบโอติกโลกในปี ค.ศ. 2010 มีมูลค่า 6.84 แสนล้านบาท และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 9.85 แสนล้านบาทในปี ค.ศ. 2015 โดยโพรไบโอติกในรูปอาหารมีส่วนแบ่งของตลาดสูงถึง ร้อยละ 90.1 ของยอดขายทั้งหมด รองลงมา คือ โพรไบโอติกในรูปสารเสริมอาหาร ซึ่งมีส่วนแบ่งตลาดประมาณ ร้อยละ 6.4 สหภาพยุโรปและเอเชียมีส่วนแบ่งตลาดเป็น ร้อยละ 42 และ 30 ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกสำหรับมนุษย์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย แบ่งได้เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว (โยเกิร์ตและนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม) ผลิตภัณฑ์นมผง เครื่องสำอาง รวมทั้งผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ในกรณีของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวนั้น ผลการวิจัยตลาดของ บริษัท เอซีนีลเส็น (ประเทศไทย) จำกัด ระบุว่า ตลาดนมเปรี้ยวในปัจจุบัน (พ.ศ. 2554-2555) มีมูลค่าประมาณ 9,000 ล้านบาท/ปี โดยเฉพาะนมเปรี้ยวผสมจุลินทรีย์ Lactobacillus ซึ่งมีมูลค่าการขายประมาณ 6,000 ล้านบาท มีบริษัทยาคูลท์ครองความเป็นผู้นำในตลาดนี้ ส่วนตลาดคัพโยเกิร์ตมีมูลค่าประมาณ 3,600 ล้านบาท/ปี มี บริษัท ดัชชีส์ เป็นผู้นำรองลงมา คือ บริษัท ดานอน แดรี่ (ประเทศไทย) จำกัด แม้ประเทศไทยจะมีโรงงานผลิตนมเปรี้ยวที่ได้มาตรฐานอยู่หลายแห่ง แต่ทุกแห่งต้องนำเข้าเชื้อโพรไบโอติกจากต่างประเทศ เช่น จาก Danisco, Morinaga, BioGaia และ Ch. Hansen เป็นต้น เชื้อเหล่านี้ได้รับการพัฒนาให้ใช้



รูปที่ 1 การใช้ประโยชน์ของโพรไบโอติก/พรีไบโอติกในอุตสาหกรรมต่างๆ

เป็นหัวเชื้อสำหรับเติม/ผลิตนมเปรี้ยวได้เพียง 2-3 รอบของการผลิต ผู้ผลิตจึงต้องนำเข้าหัวเชื้อเป็นระยะ ในกรณีของตลาดนมผงนั้น จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2553 โดย บริษัท เอซี นีลเส็น (ประเทศไทย) จำกัด ระบุว่า เนสท์เล่ครองอันดับหนึ่ง โดยมีส่วนแบ่งตลาดรวม ราวร้อยละ 50 โดยตลาดนมผงตราหมีสำหรับเด็กวัย 1-6 ปี ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่าประมาณ 5,960 ล้านบาท ซึ่งผลิตภัณฑ์นมผงตราหมีนำเข้าจุลินทรีย์โพรไบโอติก (แอล-โพรเทคทัส) โดยตรงจากฐานการผลิต ณ เมืองโคโนฟิงเกน ประเทศสวิต-เซอร์แลนด์

ในกรณีตลาดโพรไบโอติกสำหรับเครื่องสำอางนั้น บริษัท อินเตอร์-ฟาร์มา นำเข้าผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกเพื่อชะลอวัย จากสหรัฐอเมริกามาจำหน่ายในประเทศไทย ตั้งเป้ายอดจำหน่ายในปี พ.ศ. 2553 ไว้ที่ 40-50 ล้านบาท และยังได้นำเข้าผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกสำหรับสตรี เช่น ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดจุดซ่อน-เร้นรูปแบบสเปรย์ โฟม ซีรัม รวมถึงกลุ่มเวชสำอางบำรุงผิวหน้า อาทิ ซีรัมบำรุงผิว มาสก์ ซีรัมดูแลปัญหาสิว ซึ่งเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่และมีความต้องการสูง

ปัจจุบันประเทศต่างๆ ที่มีศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนา ได้นำโพรไบโอติกมาพัฒนาเป็นอาหารนิว-ทราซูติคอล (Nutraceutical) หรืออาหารเสริมสุขภาพที่มีคุณสมบัติเป็นยา หลักฐานจากการศึกษาทางคลินิกในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาของต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่า อาหารนิวทราซูติคอลจากโพรไบ-โอติก สามารถป้องกัน/รักษาโรคสำคัญต่างๆ เช่น โรคลำไส้แปรปรวน (Irritable Bowel Syndrome) ความดันโลหิตสูง (Hypertension) โรคแพ้น้ำตาลแล็กโทสในนม (Lactose Intolerance) ตับอ่อนอักเสบ (Pancreatitis) มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งลำไส้ ภาวะไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ (Hyprecholesterolemia and Cardiovascular diseases) และป้องกันฟันผุ เป็นต้น ดังนั้นตลาดอาหารนิวทราซูติคอลจากโพรไบโอติก จึงมีขนาดใหญ่และมีการแข่งขันสูง ผลการวิจัยของบริษัท ฟรอสต์ แอนด์ ซัลลิแวน คาดว่าค่าใช้จ่ายการดูแลสุขภาพของคนไทยนั้นจะสูงถึง 25 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยเองก็มีผลิตภัณฑ์เหล่านี้วางจำหน่ายอยู่มากทั้งที่นำเข้าและผลิตในประเทศ

นอกจากโพรไบโอติกแล้ว ยังมีสารอีกกลุ่ม คือ พรีไบโอติก หรือกลุ่มสารคาร์โบไฮเดรตหรือเส้นใยที่ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร มีบทบาทช่วยกระตุ้นการเจริญของโพรไบโอติก ส่วนใหญ่พรีไบโอติกถูกใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารและนม โดยเฉพาะนมสำหรับทารกและเด็กเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 1 แม้การใช้ประโยชน์จากพรีไบโอ-ติกในอุตสาหกรรมต่างๆ ยังไม่มากเท่าโพรไบโอติก แต่บริษัท ฟรอสต์ แอนด์ ซัล-ลิแวนระบุว่า สหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปเป็นตลาดใหญ่ของพรีไบโอติก ในขณะที่มูลค่าการตลาดในประเทศอื่นทั่วโลกยังน้อยมาก คาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2015 มูลค่าการตลาดของพรีไบโอติกในสหรัฐ จะสูงมากกว่า 220 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และในสหภาพยุโรปจะสูงถึง 1.08 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ ปัญหาสำคัญของการนำพรีไบโอติกไปใช้ผลิตภัณฑ์ คือ ไม่สามารถโฆษณาหรือทำฉลากเพื่อกล่าวอ้างผลทางสุขภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เนื่องมาจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาและยุโรปไม่ยอมขึ้นทะเบียนให้ เพราะขาดผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์จากห้องปฏิบัติการของหน่วยงานรัฐ รวมทั้งผลการทดลองทางคลินิกมาสนับสนุน สำหรับประเทศไทยเอง มีการนำพรีไบโอติกมาใช้น้อยมาก ยกเว้นในอุตสาหกรรมนมผงสำหรับทารกและเด็ก โดย บริษัท เนสท์เล่ ประเทศไทย จำกัด และบริษัท ดูเม็กซ์ ประเทศไทย เป็นผู้นำเข้าและจำหน่ายนมผงที่ผสมพรีไบโอติกและโพรไบโอติก แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็ยังไม่สามารถขึ้นทะเบียนกับ อย. เพื่อโฆษณาและกล่าวอ้างผลทางสุขภาพได้ ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ได้รับการคุ้มครอง

ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์

โพรไบโอติก/พรีไบโอติกยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2554 ระบุว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการเลี้ยงและส่งออกเนื้อสัตว์โดยเฉพาะกุ้งและไก่ติดอันดับโลก ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2550-2554) ประเทศไทยสามารถผลิตกุ้งได้ราว 5 แสนตัน หรือร้อยละ 26 ของผลผลิตโลก โดย

ผลผลิตกุ้งร้อยละ 90 ใช้เพื่อการส่งออก คิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 100,000 ล้านบาท/ปี ในขณะที่ประเทศไทยผลิตไก่เนื้อได้ประมาณ 1 ล้านตัน/ปี และมีมูลค่าส่งออกไม่ต่ำกว่า 1 หมื่นล้านบาท/ปี โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยส่งออกไก่คิดเป็นมูลค่า 59,695 ล้านบาท อุปสรรคที่สำคัญในการรักษาตลาดส่งออก คือ กฎข้อบังคับของประเทศคู่ค้าที่ห้ามใช้ยาปฏิชีวนะผสมในอาหารสัตว์เพื่อเป็นสารเร่งการเจริญ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้ผลิตมีความจำเป็นที่ต้องหาผลิตภัณฑ์มาใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะที่เคยใช้ และเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า โดยเฉพาะกลุ่มสหภาพยุโรป โพรไบโอติกจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือก เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเร่งการเจริญ ควบคุมเชื้อก่อโรคและยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการแนะนำให้ใช้ในข้อกำหนดของ EU (EU regulation) ตัวอย่างของฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่ใช้โพรไบโอติก คือ ฟาร์มในเครือบริษัทซีพีเอฟที่ใช้ระบบโพรไบโอติก ฟาร์มมิงปัจจุบันผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงกุ้งมีวางจำหน่ายมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นหัวเชื้อ/ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ และผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่ใช้หัวเชื้อจากผลงานวิจัยของไทยเอง

โพรไบโอติกและอุตสาหกรรมเคมี

นอกจากอุตสาหกรรมที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เชื้อในกลุ่มโพรไบโอติกโดยเฉพาะแบคทีเรียแล็กติกยังผลิตสารสำคัญที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อีกหลายชนิด โดยเฉพาะกรดแล็กติก และแบคเทอริโอซิน กรดแล็กติกถูกใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปเพื่อปรับค่าความเป็นกรด-เบสถนอมอาหาร และเพิ่มรสชาติอาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นและผลัดผิว ผลิตภัณฑ์ยาเพื่อเป็นสารปรุงแต่งในการผลิตยา ผลิตตัวทำละลายธรรมชาติ (natural solvent) ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นสารทำความสะอาด และเป็นสารเคมีภัณฑ์อื่นๆ และล่าสุดเป็นสารตั้งต้นในการผลิต Polylactic acid (PLA) ซึ่งเป็นพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ข้อมูลจาก Global Industry Analyst Inc. (GIA) ระบุว่า ความต้องการของกรดแล็กติกในตลาดโลกถูกคาดการณ์ว่าจะเพิ่มสูงถึง 328.9 พันตัน ภายในปี พ.ศ. 2558 นอกจากจะใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารแล้ว คาดว่าน่าจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้กรดแล็กติกในการผลิต PLA สูงที่สุด ตามมาด้วยการใช้เป็นตัวทำละลายแล็กเทต (Lactate solvent) สำหรับประเทศไทยนั้น บริษัท Purac ผู้ผลิตกรดแล็กติกและอนุพันธ์ของกรดแล็กติกได้ลงทุนมูลค่า 2 พันล้านบาท สร้างโรงงานผลิตแล็กไทด์ (Lactide) กำลังการผลิต 75,000 ตันต่อปี ในจังหวัดระยอง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต PLA และคาดว่าจะเริ่มดำเนินการผลิตได้ในครึ่งปีหลังของปี พ.ศ. 2554 อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการผลิตรวมทั้งหัวเชื้อเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น มีรายงานว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตกรดแล็กติกคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 40-50 ของค่าใช้จ่ายการผลิต PLA ดังนั้น การวิจัยพัฒนาเพื่อลดต้นทุนในการผลิตกรดแล็กติกและประเทศสามารถพึ่งพาตนเองได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เช่น การคัดเลือกเชื้อใหม่/ปรับปรุงสายพันธุ์เดิมให้สามารถผลิตกรดแล็กติกได้สูงขึ้น การใช้วัตถุดิบทดแทนจากผลผลิตทางการเกษตรหรือของเสีย การปรับปรุงกระบวนการผลิต ฯลฯ

แบคเทอริโอซินเป็นสารธรรมชาติที่ใช้ป้องกันการเน่าเสียของอาหาร และถูกนำมาใช้ในอาหารหลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์เนย นม อาหารกระป๋อง อาหารทะเล และเครื่องดื่ม เป็นต้น ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกาหันมานิยมใช้แบคเทอริโอซินแทนสารเคมีกันบูดมากขึ้น เนื่องจากแบคเทอริโอซินเป็นสารธรรมชาติ ได้มาจากกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีการหมักและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความทนทานต่อความร้อน และปลอดภัย แม้จะมีหลายบริษัทที่ผลิตแบคเทอริโอซินขาย แต่ บริษัท Danisco เป็นผู้จำหน่ายแบคเทอริโอซินรูปผง ในชื่อการค้า Nisaplin™ รายใหญ่ของโลก โดยมีการใช้แพร่หลายมากกว่า 48 ประเทศ ในอนาคตประเทศต่างๆ อาจใช้ข้อกำหนดความปลอดภัยทางอาหาร เรื่องการใช้สารป้องกันการเน่าเสียเป็นข้อกีดกันทางการค้าได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยอาจเจอปัญหาการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารไปต่างประเทศ

แนวโน้มของการใช้ประโยชน์จากโพรไบโอติกในอนาคต

ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาการด้านจีโนม ภูมิคุ้มกันวิทยา เซลล์วิทยา และอีกหลายสาขาทางวิทยาศาสตร์ เช่น Transcriptomics, Proteomics และ Metabolomics รวมถึงผลการศึกษาทางคลินิก ทำให้หลายปีที่ผ่านมามีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่การศึกษาที่ยืนยันบทบาทของเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นในลำไส้ (intestinal microbiota) ในการป้องกันการเกิดโรคต่างๆ รวมทั้งผลของเชื้อโพรไบโอติกต่อการบรรเทา หรือรักษาโรคไม่ติดต่อสำคัญๆ หลายชนิด เช่น โรคมะเร็งลำไส้ โรคอ้วน โรคเบาหวานแบบ 2 โรคลำไส้แปรปรวน กลุ่มโรคที่มีการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร (เช่น Ulcerative Colitis (UC) และโรคโครห์น)

อาการท้องเสียในเด็ก หรือแม้แต่อาการภูมิแพ้ จึงมีแนวโน้มที่เชื้อโพรไบโอติกจะถูกนำไปใช้เป็น Biotherapeutic ในการรักษาโรค

ดี...แต่ยังมีปัญหา

ปัญหาของการใช้ประโยชน์จากโพรไบโอติกและพรีไบโอติก แบ่งได้ 3 ระดับ คือ ระดับของผลิตภัณฑ์ แม้ประเทศไทยมีการผลิตหรือนำเข้าผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก/พรีไบโอติกจากต่างประเทศมาจำหน่ายอย่างแพร่หลาย และผลิตภัณฑ์หลายประเภทมีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีข้อจำกัดหรือปัญหาหลายประการ คือ

- มีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากต้องมีการนำเข้า ตั้งแต่หัวเชื้อโพรไบโอติก รวมทั้งเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตแบบเบ็ดเสร็จจากบริษัทแม่ในต่างประเทศ

- ผลิตภัณฑ์หลายชนิดไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ให้โฆษณากล่าวอ้างผลทางสุขภาพได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก/พรีไบโอติกส่วนใหญ่ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร นิวทราซูติคอล เครื่องสำอาง ที่วางจำหน่ายในประเทศไทยขาดหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้จากการวิจัย/ทดสอบ โดยห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยตามระดับความปลอดภัยทางชีวภาพได้มาตรฐานสากลและขาดผลการทดลองทางคลินิก ทำให้ผลที่ตามมาคือ ผู้บริโภคไม่ได้รับการคุ้มครองเท่าที่ควร

- ขาดวิธีวิเคราะห์ปริมาณและชนิดของเชื้อในผลิตภัณฑ์ประเภทเชื้อผสม วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่มีเชื้อผสมอยู่ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่สามารถขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ โดยระบุชนิดและปริมาณของเชื้อแต่ละชนิดได้

- โพรไบโอติกที่มีวางจำหน่ายอยู่อาจไม่มีประสิทธิภาพดีพอสำหรับใช้ป้องกัน/ควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรคอุบัติซ้ำและอุบัติใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เนื่องจากโพรไบโอติกแต่ละสายพันธุ์มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพแตกต่างกัน

2. ปัญหาของผู้ประกอบการ ขาดความเชื่อมั่นที่จะใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) ที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศ จากการสอบถามความคิดเห็นของตัวแทนจากภาคเอกชน เช่น บริษัท โกลเด้นไลน์ บิสซิเนส ในเครือบริษัทสหฟาร์มจำกัด ตัวแทนจากสถาบันพัฒนาอาหาร/ที่ปรึกษาบริษัท ดัชมิลล์ บริษัท ดูเม็กซ์ ประเทศไทย จำกัด รวมถึงลูกค้าที่มาใช้บริการของฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ (ฝวช.) สรุปได้ว่าสาเหตุสำคัญที่ผู้ประกอบการไทยไม่ใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) ที่เกี่ยวข้องกับโพรไบโอติกและพรีไบโอติก และอาหารเสริมในประเทศเพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์ เนื่องมาจาก สาเหตุสำคัญ 2 ประการหลัก คือ

1. งานวิจัยและพัฒนาด้านโพรไบโอติกและพรีไบโอติกส่วนใหญ่ที่ทำในประเทศไทยยังมีลักษณะเป็นงานวิจัยแบบดั้งเดิม (conventional approach) ส่งผลให้

- เชื้อและเทคโนโลยีที่ได้ไม่สอดคล้องต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก/พรีไบโอติกที่เป็นนวัตกรรมง่ายต่อการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

- ผลิตภัณฑ์และเชื้อโพรไบโอติกที่พัฒนาจาก วทน. ในประเทศส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีไม่สูงมากจึงไม่มีศักยภาพในการแข่งขันที่ดีพอกับผลิตภัณฑ์และเชื้อโพรไบโอติกที่นำเข้าจากต่างประเทศ

- หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการวิจัยไม่เพียงพอต่อการขออนุญาตเพื่อการกล่าวอ้างทางสุขภาพของโพรไบโอติก หรือพรีไบโอติกในผลิตภัณฑ์จากหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบไม่ว่าจะเป็น อย. หรือกรมปศุสัตว์

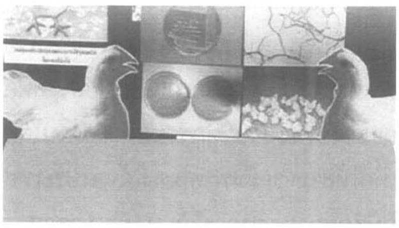
2. ผู้ประกอบการที่เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่นำเข้า หรือผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลางมีความสนใจในผลิตภัณฑ์สำหรับทดลองตลาด โดยไม่ต้องการตั้งโรงงานในระยะแรก เพื่อลดความเสี่ยงจากการลงทุน

3. ปัญหาด้านกฎระเบียบ/ข้อกำหนดต่างๆ เช่น

- ข้อกำหนดทรัพย์สินทางปัญญา เนื่องจากเทคโนโลยีที่นำเข้ามีการจดสิทธิบัตร หากผู้ประกอบการไทยต้องการใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นจะต้องจ่ายค่าตอบแทนการใช้สิทธิเทคโนโลยี โดยที่บริษัทต่างชาติยังคงเป็นเจ้าของเทคโนโลยีอยู่ ส่งผลให้ผู้ประกอบการไทยไม่สามารถพัฒนาต่อยอดให้เกิดนวัตกรรมได้ นอกจากนี้ การซื้อเชื้อจากศูนย์เก็บเชื้อจุลินทรีย์ทั่วโลกต้องมีการจัดทำข้อตกลงการถ่ายโอนวัสดุชีวภาพ หรือ MTA (Material Transfer Agreement) ซึ่งระบุไว้ว่า "ให้ใช้เพื่อการศึกษา/วิจัย แต่หากมีการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์จะต้องมีการแบ่งปันผลประโยชน์ระหว่างผู้นำไปใช้ นักวิจัยและประเทศที่เป็นเจ้าของทรัพยากรหรือจุลินทรีย์" กฎระเบียบเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อประเทศที่มีศักยภาพในการวิจัยพัฒนาในระดับสูง เป็นเจ้าของเทคโนโลยีหรือหัวเชื้อ แต่เป็นข้อเสียเปรียบ/อุปสรรคต่อการวิจัยพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถพึ่งพาตนเองได้ของประเทศที่มีศักยภาพของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้อยกว่า นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก/เครื่องดื่มจากภูมิปัญญาชาวบ้านอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้ถูกยกระดับด้วยเทคโนโลยีให้เกิด

เป็นพาณิชย์ภูมิปัญญาที่สามารถสร้างราย-ได้อย่างยั่งยืนให้แก่ชุมชน

- กฎระเบียบด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ทั้งที่เป็นกฎระเบียบสากล (พิธีสารคาร์ตาเฮนาว่าด้วยความปลอดภัยทางชีวภาพ ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพขององค์การอนามัยโลก (WHO) และ Center Disease Control) และกฎระเบียบของประเทศไทยเอง (ร่างพระราชบัญญัติว่าด้วยความปลอดภัยทางชีวภาพของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่) แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุ-วิศวกรรม) สาระสำคัญ คือ มีการแบ่งงานวิจัยออกเป็นประเภทต่างๆ ตามระดับความเสี่ยงและระบุระดับความปลอดภัยของสถานที่ๆ เหมาะสมกับการทดลองนั้นๆ ทั้งนี้ แนวทางปฏิบัติดังกล่าวครอบคลุมทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับถังปฏิกรณ์ขนาดมากกว่า 10 ลิตรขึ้นไป โครงการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ที่เสนอขอรับงบประมาณแผ่นดินต้องมีใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยด้านความปลอดภัยทางชีวภาพยื่น



ประกอบด้วยนักวิจัยและ/หรือหน่วยงานที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางฯ อาจถูกระงับทุนอุดหนุนการวิจัยในเรื่องนั้น ดังนั้น การพัฒนานวัตกรรมจากโพรไบโอติก/พรีไบโอ-ติกจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยพัฒนาในห้องปฏิบัติการ/โรงงานนำทางที่มีระดับความปลอดภัยทางชีวภาพสอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติดังกล่าว

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นหนึ่งในหน่วยงานที่ทำการวิจัยด้านโพรไบโอ-ติกสำหรับมนุษย์และสัตว์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ทั้งในห้องปฏิบัติการและในฟาร์ม รวมทั้งเริ่มดำเนินงานวิจัยด้านพรีไบโอติกในระยะ 3-4 ปีที่ผ่านมา ได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาห้องปฏิบัติการเฉพาะทางและโรงงานนำทางด้านโพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่มีเครื่องมือที่ทันสมัย มีระดับความปลอดภัยทางชีวภาพได้มาตรฐานสากล สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาการ เพื่อดำเนินการวิจัยพัฒนานวัตกรรมแบบครบวงจร และเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานของรัฐให้ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพ และพิสูจน์ประสิทธิภาพของโพรไบโอติก/พรีไบโอติก รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติก และ/หรือพรีไบโอติกเป็นส่วนผสม เพื่อการขออนุญาตกล่าวอ้างผลทางสุขภาพ ซึ่งเป็นความต้องการของภาคเอกชน และเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค วว. มุ่งหวังให้ศูนย์นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม: โพรไบโอติกและพรีไบโอติก เป็นศูนย์การวิจัยเฉพาะทางด้านโพรไบโอติกและพรีไบโอติกระดับประเทศและภูมิภาคที่ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการและโรงงานนำทางที่มีสถานที่และเครื่องมือวิจัยที่ทันสมัย มีระดับความปลอดภัยทางชีวภาพตามมาตรฐานสากล

แผนการดำเนินงานของศูนย์นวัตกรรมฯ

การดำเนินงานในอนาคตของศูนย์นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม: โพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่พัฒนาขึ้น มุ่งเป้าเพื่อให้เกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1) Process Upgrading เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตและ/หรือทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2) Product Upgrading เป็นการทำให้คุณภาพ และมาตรฐานสินค้าสูงขึ้น

3) Function Upgrading เป็นการเพิ่ม/ขยายมูลค่าในห่วงโซ่มูลค่าการผลิต โดยเน้นการวิจัยและพัฒนา

4) Chain Upgrading เป็นการเปลี่ยนตำแหน่งการผลิตสินค้าไปสู่ตำแหน่งใหม่ สินค้าตัวใหม่ ประเภทใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างไปจากสินค้าในกลุ่มเดิม

การจัดตั้งศูนย์นวัตกรรมการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ของ วว. จะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อการวิจัยและนวัตกรรม สามารถนำองค์ความรู้และทรัพย์สินทางปัญญาด้านพันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีชีวภาพไปพัฒนาต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ สร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค ผู้ประกอบการ อันจะนำไปสู่การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคมและสร้างความสามารถทางการแข่งขันของประเทศ

คือ ผู้ปิดทองหลังพระ... ผู้เชี่ยวชาญด้านสาหร่ายของประเทศไทย

บทสัมภาษณ์ ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์ ผู้เชี่ยวชาญวิจัย วว.

ศิริสุข ศรีสุข และสลิลดา พัฒนศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์ ผู้เชี่ยวชาญวิจัย วว.

บุคคลที่ประสบความสำเร็จในงานวิจัยและมีความเชี่ยวชาญ จนได้รับรางวัลต่างๆ มากมาย เช่น พนักงานดีเด่น จากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศิษย์เก่าดีเด่นจากคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ฯลฯ การที่จะทำงานยิ่งใหญ่และประสบความสำเร็จเช่นนี้ได้ต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ เสียสละ และทุ่มเทแรงกายแรงใจให้กับงาน นำไปสู่การมีผลงานวิจัยเป็นที่รู้จัก มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ เช่น พลังงานทดแทนจากสาหร่าย ฯลฯ จนทำให้สามารถก้าวไปสู่การเป็นตัวแทนประเทศไทยไปประชุมในเวทีระดับนานาชาติได้อย่างภาคภูมิและสง่างาม และบุคคลที่กล่าวถึงนั้น คือ ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์ ผู้เชี่ยวชาญวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ท่านทำให้ชื่อเสียงของ วว. เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติ และนับเป็นโอกาสดีที่วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้ได้มีโอกาสสัมภาษณ์ท่าน เราไปทำความรู้จักท่านผู้เชี่ยวชาญวิจัยคนเก่งของ วว. กันดีกว่า

อะไรที่เป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ท่านได้เป็นตัวแทนประเทศไทย ไปเข้าร่วมประชุมระดมสมอง และเสนอข้อคิดเห็นในเวทีระดับนานาชาติ

ดิฉันมีโอกาสเดินทางไปหลายประเทศหลังจากจบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้วยทุนรัฐบาลไทย (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) เกือบ 20 ปีมาแล้ว เนื่องจากมีโครงการความร่วมมือกับประเทศญี่ปุ่นและภูมิภาคอาเซียน มีโอกาสเข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานวิจัยในต่างประเทศหลายครั้ง ตลอดเวลาเกือบ 30 ปีทำงานที่ วว. ได้ทำงานวิชาการ และมีความเชี่ยวชาญทางด้านสาหร่ายที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ซึ่งครอบคลุมไปถึงการลดภาวะโลกร้อน การผลิตพลังงานและการฟื้นฟูสภาพแวดล้อม ซึ่งเรื่องดังกล่าวกำลังเป็นกระแสโลกในขณะนี้ ซึ่งการประชุมเวทีนานาชาติจะหันมามุ่งเน้นการวิจัยที่ให้ผลงานสามารถจับต้องได้ เป็นผลิตภัณฑ์ กระบวนการ นวัตกรรม การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งทุกกระบวนการต้องทำงานแบบ Cross Cutting กล่าวคือ ดำเนินงานแบบบูรณาการในทุกสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลงานเป็นรูปธรรม โดยไม่ให้เกิดผลกระทบหรือช่วยแก้ปัญหาทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

การประชุมประจำปี Science and Technology in Society (STS) Forum ครั้งที่ 10 ณ Kyoto International Conference Center เมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น

ล่าสุด ดิฉันมีโอกาสได้ไปร่วมประชุมในระดับนานาชาติที่น่าสนใจมาก 2 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เป็นการประชุมประจำปี Science and Technology in Society (STS) Forum ครั้งที่ 10 (10th Annual Meeting of the STS Forum) ระหว่างวันที่ 6-8 ตุลาคม 2556 ณ Kyoto International Conference Center เมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น การประชุมประกอบด้วยการประชุมเต็มคณะ (plenary session) และการประชุมกลุ่มย่อย (concurrent session) ซึ่งในการประชุมมีหัวข้อที่ขอยกตัวอย่าง เช่น Energy and Environment, Shale gas/Shale Oil Revolution, Energy Efficiency, Recycling Systems and Approaches, Water, Smart Cities, New Materials, Nanotechnology, Social Innovation for Sustainability, Biodiversity, Research and Innovation

การประชุมนี้ จัดตั้งขึ้นโดยอดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง ประเทศญี่ปุ่น คือ นายโคจิ โอมิ ซึ่งจะเรียนเชิญรัฐมนตรี หัวหน้าหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปลัดกระทรวง รวมทั้งท่านผู้ว่าการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ผวว.) ทั้งนี้ ท่าน ผวว. ได้เสนอชื่อดิฉันให้เข้าร่วมประชุม โดยต้องผ่านการพิจารณาจากคณะผู้จัดงานก่อน ซึ่งดิฉันต้องส่งประวัติการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไปให้คณะกรรมการจัดงานพิจารณา เมื่อคณะกรรมการจัดงานได้พิจารณาผลงานที่ผ่านมา ได้คัดเลือกให้ดิฉันเข้าร่วมการประชุม โดยออกค่าใช้จ่ายให้ทั้งหมด ทั้งนี้คณะกรรมการจัดงานได้มอบหมายให้ดิฉันนำเสนอข้อคิดเห็นในการประชุมกลุ่มย่อยในหัวข้อ Biodiversity

การเข้าร่วมประชุมดังกล่าว ได้เปิดโลกทัศน์ของดิฉันเป็นอย่างมาก และนำไปสู่การเรียนรู้ เพื่อขยายขอบเขตงานวิจัยเพิ่มเติมอีกมากมาย ในที่ประชุมเน้นเกี่ยวกับเรื่องพลังงานและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ การพัฒนาอย่างยั่งยืน และการสร้างเสริมสมรรถนะการวิจัย โดยเฉพาะการพัฒนาบุคลากร การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ส่วนใหญ่จะมองในเรื่องทรัพยากร เช่น น้ำจืด น้ำทะเล การใช้พลังงานใน Smart cities

สำนักงานใหญ่ UNESCO เมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส

รวมทั้ง Global health ที่ส่งผลมาถึงสุขภาพโดยรวมของชาวโลกด้วย ส่วนเรื่องของวัสดุ จะเน้นเกี่ยวกับการจัดการ และการนำกลับมาใช้ใหม่มากกว่าการพัฒนาวัสดุใหม่

ส่วนครั้งที่ 2 เป็นการประชุมเชิงปฏิบัติการ (workshop) ที่จัดขึ้นโดย Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) เรื่อง Bioenergy and Sustainability: Bridging the Gap โดยใช้กระบวนการ SCOPE Rapid Assessment Process (RAP) ณ สำนักงานใหญ่ UNESCO เมืองปารีส ประเทศฝรั่งเศส ระหว่างวันที่ 2-6 ธันวาคม 2556 โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับเชิญให้ร่วมประชุมทั้งหมดจาก 19 ประเทศ 56 สถาบัน จำนวน 95 คน ซึ่งการประชุมครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. Food Security
2. Energy Security
3. Environmental and Climate Security
4. Sustainable Development and Innovation

การประชุมดังกล่าว ท่าน ผวว. ได้มอบหมายให้ดิฉันเป็นตัวแทนเข้าร่วม โดยดิฉันต้องส่งประวัติการทำงานให้คณะกรรมการจัดงานพิจารณาเช่นเดียวกับ STS Forum ซึ่งทำให้ดิฉันได้รับคัดเลือกให้เข้าร่วมประชุมในกลุ่ม Sustainable Development and Innovation จากนั้น คณะกรรมการได้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ด้านพลังงานชีวภาพของโลกที่รวบรวมและทบทวนโดยคณะผู้เชี่ยวชาญอีกกลุ่มหนึ่งที่ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการก่อนหน้าที่จะมีการประชุม มาให้อ่านเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าร่วมประชุมจำนวนกว่า 400 หน้า

ดิฉันได้ประสบการณ์มากมายจากการประชุมเชิงปฏิบัติการด้วยกระบวนการ RAP นี้ เช่น การระดมสมองในกลุ่มหนึ่ง ต้องมีอีกกลุ่มมาร่วมเป็นผู้สังเกตการณ์ และจะสับเปลี่ยนหมุนเวียนนำเสนอและสังเกตการณ์กันไปจนครบทั้ง 4 กลุ่ม ทำให้ได้ความคิดเห็นจากศาสตร์ทุกแขนงที่เกี่ยวข้องร่วมกันเป็น Cross cutting ดิฉันต้องทำการบ้านในที่ประชุมมอบหมายให้ กล่าวคือ ดิฉันต้องตื่นมาตี 3 ของเวลาที่ประเทศฝรั่งเศส แต่ที่เมืองไทย ประมาณ 9 โมง เพื่อติดต่อขอข้อมูลเตรียมไปใช้ในการร่วมระดมความคิดในการประชุมของแต่ละกลุ่มย่อยของแต่ละวัน โดยผู้เข้าร่วมประชุมทุกคนต้องมีคอมพิวเตอร์แบบพกพา เนื่องจากทุกคนจะแลกเปลี่ยนข้อมูลให้กันและกันทางอินเทอร์เน็ต เพื่อให้รับรู้ข้อมูลในการประชุมได้ทันทีทันใด และทันสมัยตลอดเวลา นอกจากนี้ ดิฉันยังได้รับโอกาสให้เขียนบทความวิชาการในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประชุมครั้งนี้ ลงใน Special issue ของวารสาร Energy for Sustainable Development ของสำนักพิมพ์ ELSEVIER ด้วย

การที่ท่านได้เป็นตัวแทนประเทศไทยเพื่อไปเข้าร่วมการประชุม ท่านมีวิธีการเตรียมตัว หรือเทคนิค อย่างไรบ้าง

อันดับแรกต้องเตรียมร่างกายและสุขภาพให้พร้อม ทำจิตใจและสมองให้ปลอดโปร่ง หากมีโรคประจำตัว ต้องนำยารักษาโรคประจำตัวไปด้วย รวมทั้งของใช้อื่นๆ ที่จำเป็น เช่น ปลั๊กแปลงสัญญาณไฟสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าของประเทศนั้นๆ แว่นตาสำรองและกระติกใส่น้ำอุ่น และการที่ดิฉันเป็นคนรับประทานอาหารได้ง่าย หลากหลาย และนอนหลับง่ายมาก จึงโชคดีในเรื่องการปรับตัวให้เข้ากับเวลาและสถานที่ นอกจากการเตรียมตัวเองให้พร้อมแล้ว ประเด็นที่สำคัญมาก คือ หากที่ประชุมมีเงื่อนไขใดๆ ก็ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เช่น หากที่ประชุมกำหนดให้ส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปก่อน ต้องปฏิบัติตามและไปติดตามหน้างานอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ หากที่ประชุมกำหนดให้นำ

หนังสือเดินทางและบัตรประจำตัวสำหรับเข้างานมาทุกครั้ง ต้องไม่ลืมเด็ดขาด ซึ่งการประชุมทั้ง 2 ครั้งนี้ มีการตรวจเข้มมาก ผู้เข้าร่วมประชุมต้องผ่านเครื่องตรวจจับวัตถุระเบิดทุกครั้งที่จะเข้าประชุมรวมถึงคูปองรับประทานอาหาร ที่ทางเจ้าภาพแจกให้ทั้งหมดทุกวัน โดยแบ่งสีในแต่ละวัน ต้องจัดเตรียมไปในแต่ละวันตามสีให้ถูกต้อง และต้องเตรียมแผนที่เมืองที่ไปประชุม รวมถึงศึกษาเส้นทางการเดินรถประจำทาง เพราะการประชุมบางครั้ง อาจมีรถรับส่งแค่ตอนเช้า สำหรับตอนเย็น ต้องเดินทางกลับเอง ในส่วนของการเตรียมตัวในด้านวิชาการ ดิฉันเตรียมความพร้อมสำหรับการประชุมในแต่ละครั้ง โดยทำการบ้านและใช้ประสบการณ์ทางด้านวิชาการต่างๆ ที่สั่งสมมา เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ปัญหาและอุปสรรค ที่เกิดขึ้นในเวทีนานาชาติ มีอะไรบ้าง และท่านแก้ปัญหาอย่างไร

ในการประชุมที่ผ่านมา ที่ประชุมกำหนดให้ส่งเอกสารที่เกี่ยวกับการร่วมระดมความคิดไปให้ล่วงหน้าก่อนการประชุม แต่ปรากฏว่าเมื่อไปถึงหน้างานไม่พบเอกสารที่จัดส่งไป จึงต้องไปติดตามกับคณะทำงาน ดังนั้น วิธีแก้ปัญหา คือ เวลาส่งเอกสารทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ต้องเปลี่ยนชื่อเรื่องให้สอดคล้องกับเอกสารเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด ไม่ควรใช้ชื่อเรื่องเหมือนเดิมในหัวข้อจดหมายที่ส่งในแต่ละครั้ง เพราะในการประชุมแต่ละครั้งต้องมีการจัดส่งเอกสารกันหลายครั้ง อาจทำให้คณะกรรมการจัดงานเกิดความสับสนได้ เนื่องจากมีผู้เข้าร่วมประชุมเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ เวลาที่คณะกรรมการกำหนดให้นำเสนอในที่ประชุมจะให้เวลาสำหรับการนำเสนอน้อยมาก เพียง 10-15 นาที โดยประมาณ ทำให้ไม่สามารถนำเสนอเนื้อหาที่เตรียมไว้ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเอกสารที่ส่งไปได้ทันในเวลาที่กำหนด ดังนั้น จึงต้องพยายามจับประเด็น และจัดลำดับความสำคัญของประเด็นพร้อมทั้งเนื้อหาให้เหมาะสมและครบถ้วน เพื่อให้สามารถนำเสนอได้ตามกำหนดเวลาที่การประชุมกำหนดให้ในแต่ละครั้ง

หลักการทำงานของท่านที่เป็นแนวทางนำท่านไปสู่ความสำเร็จอย่างเช่นปัจจุบันนี้ มีอะไรบ้าง

ดิฉันมองว่า ต้องมีความชัดเจนในการทำงาน ควรมีธงปักหลังเราไว้ ว่าในชีวิตนักวิชาการ ถ้าหากพูดถึงเรื่องนี้ ต้องนึกถึงใคร เช่น หากพูดถึงเรื่องสาหร่าย ต้องมาที่ วว. ติดต่อ ดร. อาภารัตน์ฯ เป็นต้น ที่สำคัญในการทำงาน เราต้องมีการสร้างทีมงาน การประสานงาน การสร้างเครือข่าย ดิฉันสอนน้องๆ ในทีมเสมอว่า การทำงานสมัยนี้ต้องบูรณาการเป็นทีม เก่งคนเดียวจะไปไม่รอด เหมือนกับนักกรีฑาที่วิ่ง 100 เมตร ไปถึงเส้นชัยอย่างรวดเร็ว แต่ก็ได้แค่ระยะสั้นๆ แต่ชีวิตการทำงานใช้เวลานานมากกว่าจะเกษียณ ดังนั้น ต้องเป็นนักกรีฑาวิ่งผลัดหรือวิ่งมาราธอน จึงจะสามารถวิ่งได้นานและวิ่งได้ทน และไปถึงเส้นชัยอย่างสวยงาม โดยต้องมีทีมงานสนับสนุน เช่น ทีมผู้ฝึกสอน ทีมสวัสดิการ และทีมปฐมพยาบาล เป็นต้น ในขณะเดียวกัน การทำงานควรมีความยืดหยุ่น มีการปรับตัวตลอดเวลา มีวิสัยทัศน์ และยอมรับ เปิดใจให้กว้าง พร้อมที่จะปรับ

ตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ทั้งในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลกที่เป็นไปอย่างรวดเร็วมากตลอดเวลา

นอกจากนี้ การที่จะเป็นนักวิชาการอย่างสมบูรณ์นั้น ต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการวิจัยด้วย ซึ่งเริ่มจากการตั้งสมมติฐานการวิจัย จากนั้นลงมือทำการวิจัยเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน ซึ่งในกระบวนการจะเกิดความท้าทาย ความตื่นเต้นตลอดเวลา นำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทั้งเพื่อการแก้ปัญหาและการต่อยอดขยายผล เพื่อลงมือปฏิบัติและค้นหาคำตอบต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด

ข้อคิดหรือคำแนะนำที่ท่านอยากจะฝากไว้กับน้องๆ นักวิจัยรุ่นหลังเกี่ยวกับการที่จะก้าวไปเป็นตัวแทนประเทศไทย เพื่อเข้าร่วมประชุมในเวทีนานาชาติ

ผู้ที่เข้าร่วมประชุมในเวทีนานาชาติโดยเฉพาะการประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นนักวิชาการ จะต้องมีความรู้ความสามารถใน 2 ด้าน คือ ด้านวิชาการและด้านภาษา โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ เพราะในเวทีระดับนานาชาติ ผู้เข้าร่วมประชุมจะมีการแสดงวิสัยทัศน์ และข้อคิดเห็นต่างๆ หากเราไม่มีความความแม่นยำทางวิชาการและความสามารถทางภาษาอังกฤษมากพอ จะไม่สามารถโต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่เท่าที่ควรจะเป็น ดังนั้น นักวิชาการ วว. ต้องพัฒนาความสามารถทั้ง 2 ด้าน เพื่อปิดจุดอ่อนเหล่านี้ให้ได้

ดิฉันขอถือโอกาสนี้ ขอบคุณท่าน ผวว. และกองวิเทศสัมพันธ์ (กวส.) ที่ให้โอกาสและช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าร่วมประชุมระดับนานาชาติให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดมา และการฝึกอบรมครั้งต่อไปของดิฉัน คือ การส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เทคโนโลยีชีวมวล ณ เมืองฮิโรชิมา ประเทศญี่ปุ่น โดยทุนของ JICA มีระยะเวลา 1 เดือน 15 วัน ระหว่างเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ 2557 ซึ่งมีผู้เข้าร่วมฝึกอบรมจาก 15 ประเทศ จะทำให้ดิฉันมีโอกาสได้เก็บเกี่ยว และสั่งสมประสบการณ์ได้อีกครั้งหนึ่ง จากการประชุมที่กล่าวมา ดิฉันขอเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพว่า การประชุมประจำปี Science and Technology in Society (STS) Forum ครั้งที่ 10 คือ อาหารเรียกน้ำย่อย ในขณะที่การประชุม Bioenergy and Sustainability : Bridging the Gap SCOPE Rapid Assessment Process Workshop เป็นอาหารจานหลัก ส่วนการอบรม การส่งเสริมและเผยแพร่การใช้เทคโนโลยีชีวมวล เป็นขนมหวาน เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะการประชุมทั้ง 3 ครั้งนี้ จะช่วยให้ดิฉันได้เห็นภาพงานด้าน ว. และ ท. โดยเฉพาะด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมบนพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพที่สามารถนำความรู้ที่ได้รับทั้งหมดมาใช้เพื่อบูรณาการศาสตร์แขนงต่างๆ มารวมเข้าด้วยกัน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการดำเนินโครงการต่างๆ ของ วว. ต่อไป

จากบทสัมภาษณ์ข้างต้น ได้แสดงให้เห็นถึงบุคคลที่มีความตั้งใจทำคุณประโยชน์แก่แผ่นดิน ท่านช่วยทำให้องค์กร วว. และวงการนักวิจัยไทยเป็นที่รู้จักในเวทีระดับนานาชาติ ในวงการวิจัยหากกล่าวถึงเรื่องสาหร่าย ไม่มีใครไม่รู้จัก ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์ ผู้ซึ่งเปรียบเสมือนเพชรเม็ดงามที่ได้รับการเจียระไนด้วยประสบการณ์ที่สั่งสมมาอย่างยาวนานเกือบ 30 ปี จึงมีมุม มีเหลี่ยม ที่สมบูรณ์ ส่องแสงระยิบระยับและทรงคุณค่า ประดับวงการนักวิจัยไทยได้อย่างสมศักดิ์ศรีและสง่างาม

Wearable Technology

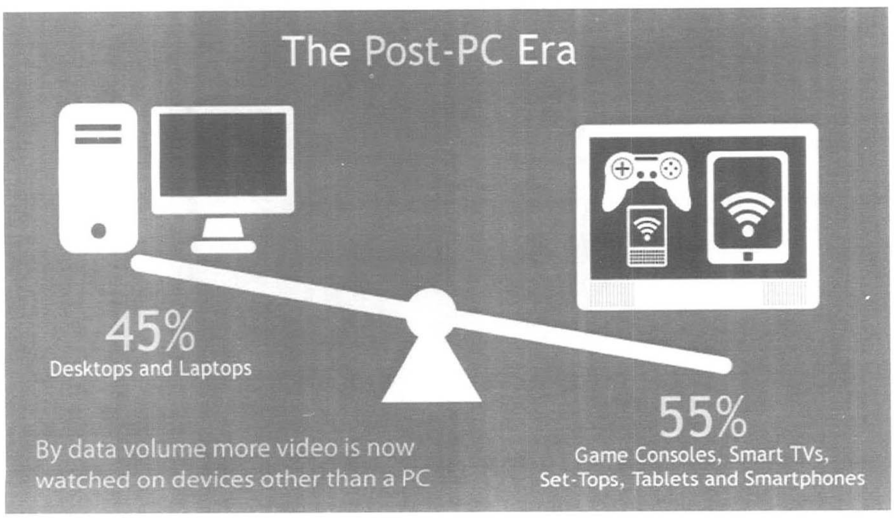
เทคโนโลยีที่สวมใส่ได้

ศิระ ศิลานนท์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ปัจจุบันอุปกรณ์โทรศัพท์แบบพกพาอย่างสมาร์ตโฟน และแท็บเล็ต แทบจะมาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตคนเมืองอย่างเราๆ ไม่ว่าจะเด็กนักเรียนหรือผู้ใหญ่วัยทำงาน ออกจากบ้านในแต่ละวันนอกจากต้องหยิบกุญแจบ้าน กระเป๋าเงินแล้ว ก็ยังต้องพกพาอุปกรณ์เหล่านี้ติดตัวตามมาด้วยตลอดเวลา จนเป็นเรื่องปกติไปเสียแล้ว

ตลาดคอมพิวเตอร์พีซีและโน้ตบุ๊กที่ครองสัดส่วนอยู่แต่เดิม จึงมีทิศทางหดตัวลดลงอันเป็นผลจากการที่รูปแบบการใช้ชีวิตของผู้คนเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์โทรศัพท์แบบพกพานี้กันมากขึ้น เรียกได้ว่าโลกได้เปลี่ยนผ่านมาสู่ยุคสมัย “หลังพีซี” หรือ Post-PC Era กันแล้ว

ปัจจัยที่ทำให้เจ้าสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตได้รับความนิยมจนแซงหน้าคอมพิวเตอร์พีซีได้สำเร็จ คงมาจาก 2 ปัจจัยหลักๆ ได้แก่ ความสามารถที่ทำได้หลากหลาย จากการรวมเอาอุปกรณ์หลายๆ ตัวเข้าไว้ด้วยกันเป็นหนึ่งเดียว ตั้งแต่โทรศัพท์ กล้องถ่ายภาพ กล้องวิดีโอ วิทยุ เครื่องเล่นเพลง เครื่องบันทึกเสียง ระบบ GPS แผนที่นำทาง เครื่องคิดเลข สมุดจด ปฏิทิน หรือแม้แต่ไฟฉาย เบ็ดเสร็จอยู่ในเครื่องเดียว โดยไม่ต้องพกอุปกรณ์มากมายทั้งหมดนี้ไปให้ยุ่ง-ยาก-เยอะ

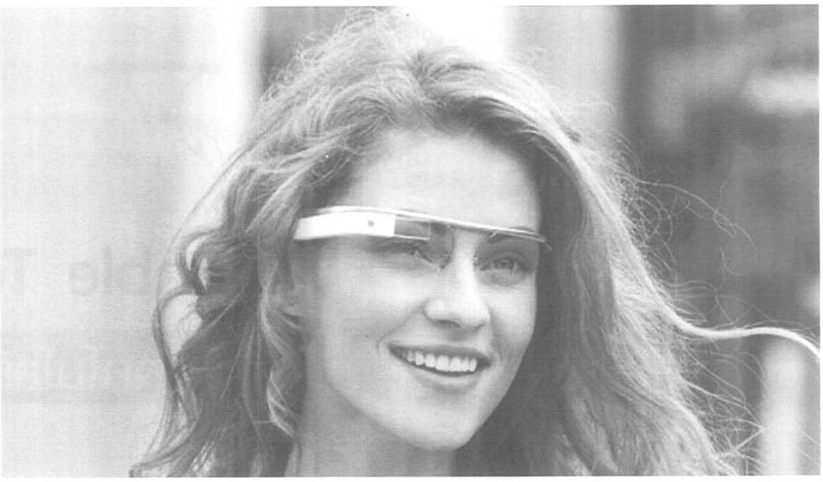


ปัจจัยถัดมา คือ โซเชียลเน็ตเวิร์กและอินเทอร์เน็ตที่ทำให้พฤติกรรมของผู้คนเปลี่ยนไป เกิดความต้องการเข้าถึงเพื่อแช็ตแอนด์แชร์ (chat and share) ตลอดเวลาในทุกๆ ที่

แม้ว่าความสามารถมากมายนั้นจะมารวมอยู่ในสมาร์ตโฟนบางๆ เพียงเครื่องเดียวแล้วก็ตาม ก็ยังไม่อาจหยุดยั้งนวัตกรรมการอำนวยความสะดวก

ให้กับมนุษย์ได้ วันนี้เราจะตามไปเจาะดูเทคโนโลยีและอุปกรณ์พกพาที่เราสามารถสวมใส่ติดตัวไปกับเราได้เลย กับ Wearable device และ Wearable technology

Wearable technology/device ส่วนใหญ่ต้องอาศัยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (wireless technology) เป็นสำคัญเช่นเดียวกับอุปกรณ์พกพา ตั้งแต่ Bluetooth NFC และ Wi-Fi เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ และเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต



อุปกรณ์ Wearable Technology ในปัจจุบัน

เราอาจจัดกลุ่มอุปกรณ์ที่สวมใส่ได้ออกตามลักษณะประเภทใช้งานได้ ดังนี้

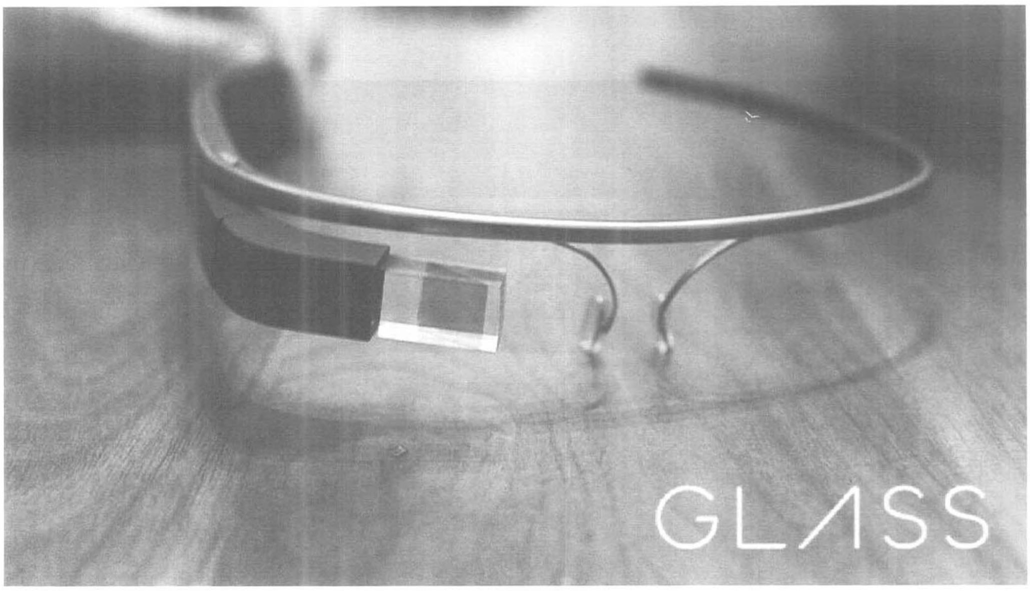
1. กลุ่มแว่นตา

พระเอกธงนำของกลุ่มแว่นตาคงต้องยกให้ "GLASS" แว่นตาอัจฉริยะจากกูเกิล ที่มีความสามารถหลากหลาย สามารถสั่งงานด้วยเสียง เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ถ่ายภาพ บันทึกวิดีโอ ระบุตำแหน่งด้วย GPS โดยมีจอแสดงผลภาพ OHMD (Optical Head-Mounted Display) ที่ยังสามารถเชื่อมต่อการแสดงผลจากสมาร์ตโฟนได้อีกด้วย ทำเอาผู้เขียนหวนให้นึกถึง "สเกาเตอร์" (Scouter) อุปกรณ์แว่นไฮเทคจากการ์ตูนญี่ปุ่นชื่อดังดราก้อนบอล เสียจริงๆ

กูเกิลกลาส เปิดตัวครั้งแรกเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2555 ในงาน Google I/O 2012 โดยยังเป็นรุ่นสำหรับเพื่อการพัฒนา ยังไม่เปิดตัววางจำหน่ายอย่างเป็นทางการ ราคาจึงยังค่อนข้างสูง อยู่ที่ประมาณ 1,500 เหรียญสหรัฐ (45,000 บาท)

เทคโนโลยีสำคัญ คือ ปริซึมโปรเจคเตอร์ แสดงผลภาพขนาด 640x360 พิกเซล หรือประมาณหน้าจอขนาด 25 นิ้ว ที่ระยะห่าง 2.4 เมตร มีหน่วยความจำขนาด 16 จิกะไบต์ RAM ขนาด 1 จิกะไบต์

ใส่แว่นตากูเกิลแล้วจะเป็นอย่างไร?



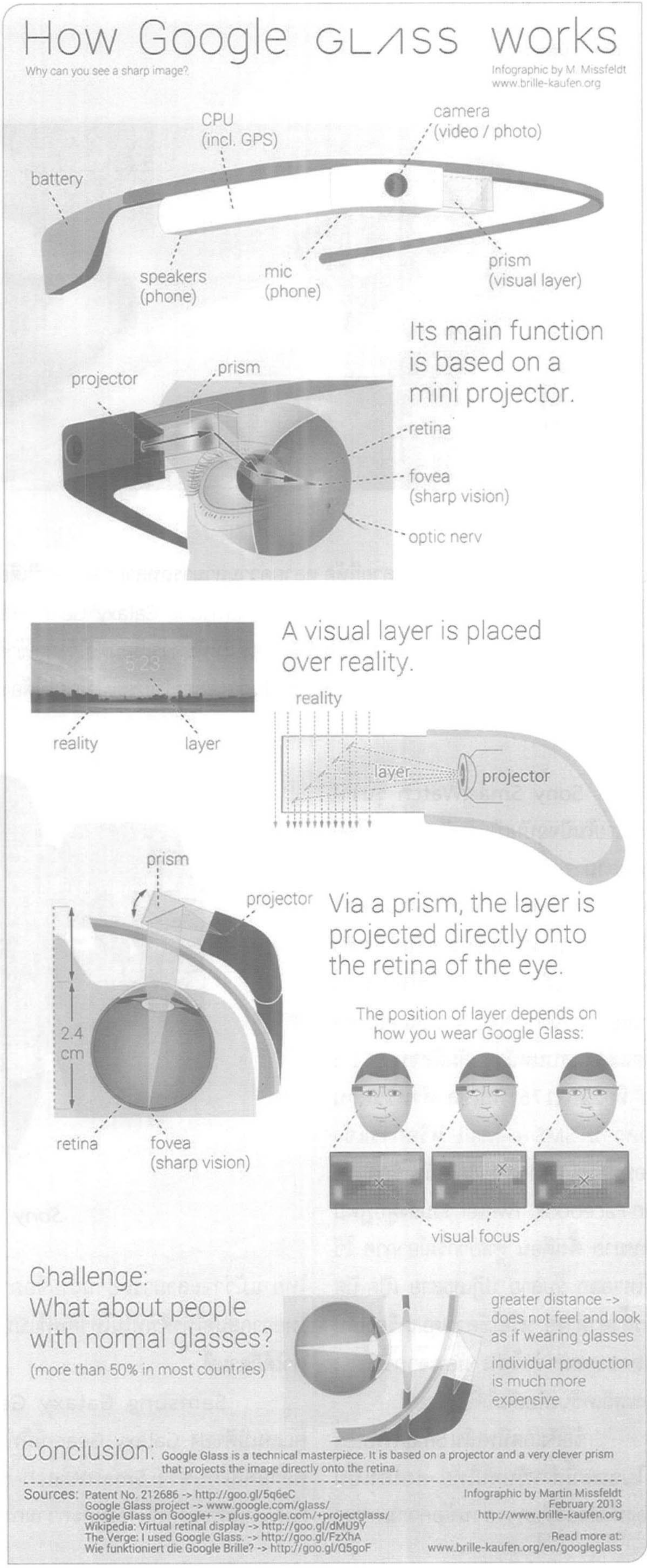
กล้องถ่ายภาพ 5 เมกะพิกเซล และบันทึกวีดิโอได้ที่ความละเอียดระดับ HD 720p เชื่อมต่อได้ทั้ง Wi-Fi, Bluetooth, micro-USB โดยมีน้ำหนักราว 50 กรัม มาพร้อมกับการติดตั้งเซนเซอร์ต่างๆ เช่น accelerometer, gyroscope, magnetometer, ambient light sensor และ proximity sensor โดยสามารถสั่งงาน GLASS นี้ได้ทั้งจาก touchpad ด้านข้างขาแว่น ด้วยแอพพลิเคชัน MyGlass บนสมาร์ตโฟน Android และ iOS หรือจะสั่งงานด้วยเสียงก็ได้

หลักการทำงาน

กูเกิลกลาส เป็นนวัตกรรมที่รวมเอาเทคโนโลยีทางด้านโปรเจคเตอร์กับปริซึมกึ่งโปร่งใส (semi-transparent prism) มาเป็นหัวใจสำคัญ โดยเจ้าปริซึมแท่งใสๆ จะทำหน้าที่ในการหักเหแสงที่ฉายออกมาทางด้านข้าง ให้ทำมุม 90 องศา เข้าสู่ตาของเรา เกิดเป็นภาพเสมือนซ้อนผสานอยู่กับภาพจริงที่เรากำลังมองเห็นอยู่ตรงหน้า หรือศัพท์เทคนิคเรียกว่า Augmented Reality (AR)

ด้วยคุณสมบัติสมาร์ตกลาสทั้งหมดนี้ จึงทำให้ GLASS เป็นอุปกรณ์พกพาอัจฉริยะที่สามารถให้ข้อมูล สั่งการ ประมวลผลขณะกำลังสวมใส่และเคลื่อนที่ทำกิจกรรมต่างๆ ได้แบบ real-time ทันที ซึ่งสามารถชมคลิปวีดิโอได้จาก How it Feels [through Google Glass] (2013)

ความคืบหน้าล่าสุด กูเกิลพร้อมแล้วสำหรับการจำหน่ายอย่างเป็นทางการ คาดการณ์ไว้ว่าอาจจะเปิดตัวจำหน่ายเจ้า GLASS นี้ด้วยรุ่นปรับปรุง 2.0 ที่ดีขึ้นทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ภายในต้นปี ค.ศ. 2014 นี้ โดยมีราคาที่ต่ำลงสำหรับตลาดผู้บริโภคอีกด้วย



2. กลุ่มนาฬิกา

กลุ่มนี้จัดว่ามีมากมายหลายยี่ห้อ หลายความสามารถหลากราคาเลยทีเดียว แต่มียี่ห้อที่คุ้นหูคุ้นตาหาซื้อในบ้านเราได้ง่ายๆ อยู่ 2 เจ้าใหญ่ ได้แก่ Sony SmartWatch และ Samsung Galaxy Gear ซึ่งสำหรับในกลุ่มนี้แน่นอนว่านอกจากต้องทำตัวเป็นนาฬิกาบอกเวลาได้แล้ว ความสามารถที่ต้องมีอีกคงหนีไม่พ้นการเชื่อมต่อไร้สายเข้ากับสมาร์ตโฟน เพื่อใช้หน้าปัดนาฬิกาเป็นจอแสดงผลและสั่งการอยู่บนข้อมือเรา ขณะที่ตัวสมาร์ตโฟนอาจจะอยู่ในกระเป๋าโดยไม่ต้องหยิบขึ้นมาให้ยุ่งยาก

Sony SmartWatch รุ่นวางจำหน่ายในปัจจุบันเป็นรุ่นที่ 2 แล้ว โดยความสามารถพื้นฐาน นอกจากจะเปลี่ยนหน้าปัดได้หลากหลายแบบทั้งนาฬิกาดิจิทัลหรือนาฬิกาเข็มแฟชันยี่ห้อดังแล้ว ยังเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ตโฟนระบบ Android ผ่านทาง NFC และ Bluetooth เพื่อแสดงผลบนหน้าจอสัมผัสขนาด 1.6 นิ้ว ที่ 220x176 พิกเซล สำหรับอ่านข้อความ SMS e-mail หรือการแจ้งเตือนต่างๆ อาทิ สายเรียกเข้า ข้อความจาก Facebook, Twitter รวมถึงดูปฏิทินนัดหมาย ตั้งเตือน ดูพยากรณ์อากาศ ใช้สั่งโทรออก รับสาย ปฏิเสธสาย เปิด-ปิดการตั้งค่าต่างๆ หรือใช้ควบคุมเครื่องเล่นเพลงจากสมาร์ตโฟน นอกจากนี้ยังลงแอพพลิเคชันเพิ่มเติมได้อีกด้วย

Sony SmartWatch 2

ข้อสังเกตที่พบใน SmartWatch 2 ในขณะนี้สำหรับคนไทย คงต้องเป็นเรื่องที่ไม่รองรับการอ่านข้อความภาษาไทย แม้ว่าจะสามารถอ่านรายชื่อภาษาไทยจากสมุดโทรศัพท์ในโทรศัพท์แบบพกพาได้ก็ตามที

Samsung Galaxy Gear คุณสมบัติของ Galaxy Gear นี้ก็ทำได้คล้ายคลึงกับทาง SmartWatch ของ Sony แต่มีขนาดหน้าจอและความคมชัดที่ดีกว่า คือ 1.63 นิ้ว 320x320 พิกเซล โดยยังมาพร้อมกับกล้องถ่ายภาพ 1.3 เมกะพิกเซล และถ่ายวีดิโอระดับ HD 720p ได้ บนพื้นที่เก็บข้อมูลขนาด 4 จิกะไบต์ แต่เมื่อคุณสมบัติมากขึ้น ก็ต้องแลกมากับน้ำหนักและแบตเตอรี่ที่หมดเร็วจนอาจต้องชาร์จวันต่อวันตามไปด้วย ในราคา

เปิดตัวที่แพงขึ้นเกือบเท่าตัวจาก Sony SmartWatch 2 (4,990 บาท และ 8,990 บาท)

ข้อสังเกตคือ ต้องใช้เชื่อมต่อเข้าคู่กับ Galaxy Note 3 ถึงจะใช้งานทุกฟังก์ชันได้อย่างสมบูรณ์ จึงอาจจะไม่เหมาะกับสมาร์ตโฟน Android รุ่นอื่นยี่ห้ออื่น

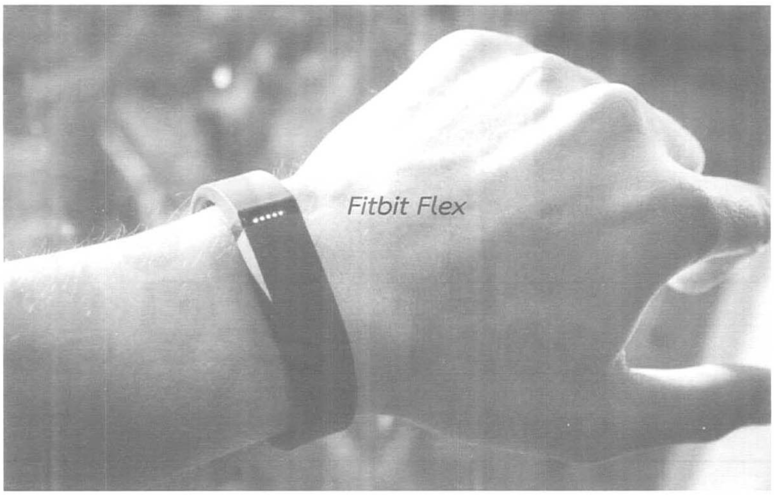
Samsung Galaxy Gear

3. กลุ่มสายรัดข้อมือ


Jawbone UP

อุปกรณ์ที่มาในรูปแบบสวมใส่เป็นกำไลข้อมือหรือสายรัดข้อมือ wristband นั้น มักจะเป็นอุปกรณ์ที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจง เช่น

Jawbone UP และ Fitbit Flex ที่มุ่งเน้นกลุ่มผู้รักสุขภาพ ชอบออกกำลังกาย โดยจะมีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว สามารถนับจำนวนก้าวเดินของเรา คำนวณระยะทางและอัตราการเผาผลาญแคลอรีได้ ติดตามการนอนหลับได้ว่าหลับสนิทตลอดทั้งคืนแค่ไหน และปลุกเราในช่วงที่ดีที่สุดได้ แจ้งเตือนหากหยุดนิ่งเกินระยะเวลาที่กำหนด โดยตัวอุปกรณ์กำไลข้อมือจะเป็นตัวเก็บข้อมูลที่ต้องนำไปใช้ร่วมกับแอพพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนในการคำนวณและแสดงผล


Fitbit Flex

Nike+ FuelBand SE ก็เป็นสายรัดข้อมืออัจฉริยะจาก Nike รุ่นที่สองที่ปรับปรุงให้สามารถกันน้ำได้ (แต่กันลมว่ายน้ำ-ดำน้ำ ไม่ได้) และยังคงเน้นตรวจติดตามการเคลื่อนไหวสำหรับการออกกำลังกายเป็นหลัก ซึ่ง Nike มีความพิเศษต่างจากอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน ตรงที่มีการตรวจจับได้ทั้ง 3 แกน (XYZ) จึงมีความละเอียดมากกว่าแค่การนับก้าวเดิน แต่จะไม่มีฟังก์ชันติดตามการนอนหลับสนิท

4. กลุ่มอุปกรณ์อื่นๆ

"แหวน" จาก iGeak Ring ที่นำเทคโนโลยี NFC มาใช้ในการจับคู่กับสมาร์ต-โฟน เพื่อให้บุคคลที่สวมแหวนอยู่ปลดล็อกหน้าจอได้คนเดียวเท่านั้น หรือเตือนเมื่อมีสายโทรเข้ามา เป็นต้น และมีแม้กระทั่ง "วิกผม" ก็ยังถูกนำมาใส่เทคโนโลยีเข้าไปแล้ว โดยบริษัท Sony ได้จดสิทธิบัตร SmartWig ที่จะมีความสามารถในการนำทาง หรือเก็บข้อมูลความดันโลหิตได้

ในปัจจุบันราคาของอุปกรณ์เหล่านี้ต่อความสามารถที่ทำได้ ยังคงจัดว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงหากจะมองเป็นสินค้าผู้บริโภคทั่วไป ไม่ใช่กลุ่มผู้ที่นิยมหลงใหลสินค้าเทคโนโลยี เพราะหลายฟังก์ชันยังทำได้ด้วยสมาร์ตโฟนที่มีอยู่ แต่จากผลการวิเคราะห์โดย Credit Suisse คาดกันว่า มูลค่าของตลาด Wearable Technology ที่ปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 3-5 พันล้านเหรียญสหรัฐ จะโตขึ้นไปได้ถึง 5 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ ในอีก 3-5 ปี ข้างหน้า จากความหลากหลายที่ประยุกต์เข้ากับรูปแบบไลฟ์สไตล์ของมนุษย์ได้มากขึ้น และแนวโน้มในอนาคตคาดกันว่า Apple จะลงมาเล่นในตลาดนี้ด้วยผลิตภัณฑ์ที่น่าจะเป็น iWatch

จากนี้เราก็คงต้องติดตามดูกันต่อไปว่าอนาคตเจ้าอุปกรณ์ไอทีสวมใส่ได้เหล่านี้ จะมีนวัตกรรมและพัฒนาการของฟังก์ชันใช้งานอะไรใหม่ๆ มาอำนวยความสะดวกให้กับเราได้อีกบ้าง ที่นอกเหนือจากการเป็นเพียงตัวรับส่งข้อมูลหรือแสดงผลจากสมาร์ตโฟนอย่างในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

Google Glass, 2013. [online]. Available at: http://www.google.com/glass/, [accessed 2 December 2013].

Google Glass – How it works, 2013. [online]. Available at: http://www.brillen-sehhilfen. de/en/googleglass/, [accessed 2 December 2013].

How it Feels [through Google Glass], 2013. [online]. Available at: www.youtube.com/watch?v=v1uy QZNg2vE, [accessed 2 December 2013].

Jawbone U.P., 2013. [online]. Available at: http://www.wgadget.com/service/61/, [accessed 2 December 2013].

Nike, Inc., 2013. Nike+ FuelBand SE. [online]. Available at: http://www.nike.com/us/en_us/c/nikeplus-fuelband, [accessed 2 December 2013].

Sony Mobile Communications AB., 2013. Sony SmartWatch 2. [online]. Available at: http://www.sonymobile.com/global-/products/accessories/smartwatch-2-sw2/, [accessed 2 December 2013].


ISO 9001
ISO 14001
TIS 18001
TIS 18001
TESTING
No. 0140
TIRATHAI
transformers
รางวัลแห่งความภูมิใจ
Prime Minister's Export Award ปี 2542 และ 2551
ผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดของคนไทย
ส่งออกไปจำหน่าย
มากกว่า 30 ประเทศ
300 MVA 230 kV
บริษัท ถิรไทย จำกัด (มหาชน)
TIRATHAI PUBLIC CO., LTD.
www.tirathai.co.th
516/1 หมู่ที่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ถนนสุขุมวิท ตำบลแพรกษา อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10280
516/1 Moo 4, Bangpoo Industrial Estate Sukhumvit Rd., Tambon Praksa, Amphur Muang, Samutprakarn 10280
Tel : (662) 709-4499 (Auto 10 Lines) Fax : (662) 709-3236, 323-0910 E-mail : marketing@tirathai.co.th , export@tirathai.co.th

EVERTECH CO.,LTD.

บริษัท เอฟเวอร์เทค จำกัด

Sales

บริษัท เอฟเวอร์เทค จำกัด ผู้นำเข้าและจัดจำหน่ายเครื่องมือวัดและทดสอบคุณภาพสูง จากทั้งในเอเชีย ยุโรปและอเมริกา เพื่อมุ่งหวังให้ลูกค้าได้เลือกใช้สินค้าที่เต็มเปี่ยมไปด้วยคุณภาพและบริการในราคาที่ย่อมเยาว์ โดยทีมงานฝ่ายขายพร้อมที่จะเข้าไปให้คำแนะนำทั้งรายละเอียดสินค้าและสาธิตการใช้งาน คลังสินค้าของ บริษัท เอฟเวอร์เทค จำกัด พร้อมที่จะบริการให้กับลูกค้าทุกความต้องการด้วยความรวดเร็ว

นอกจากการรับประกันคุณภาพสินค้าที่ยาวนาน เรายังคอยให้บริการตรวจซ่อมเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ต่างๆทั้งในและนอกประกัน โดยทีมงานที่มีความรู้ความชำนาญ ที่มากด้วยประสบการณ์ กว่า 10 ปี และความมุ่งมั่นอย่างเต็มที่ เราพร้อมที่จะมอบบริการที่ดีที่สุดแก่ท่าน

Service

Store

MAP & ADDRESS

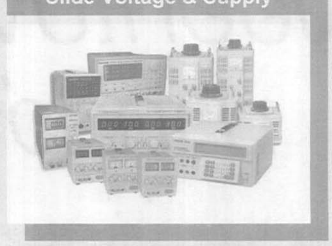
EVERTECH CO.,LTD.
163 Soi Pracha-utit44, Bangmod,
Thongkru, Bangkok 10140, Thailand.
TEL : (02)8702884-5, (02)4289793-5
FAX : (02)4287771, (02)4289800
E-mail : sales@evertech.co.th
Website : http://www.evertech.co.th
Website : http://www.evt.in.th

Analog & Digital Multimeter

Oscilloscope & Spectrum

Function Generator

Slide Voltage & Supply



Clamp Meter & Power Analyzer

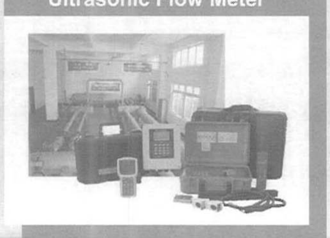
MicroOhm & Insulation Tester

Earth & Soil Resistance Tester

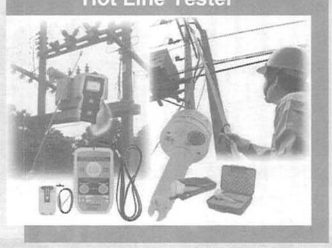
Temp & Humidity Recorder

Test & Measurement

Ultrasonic Flow Meter



Hot Line Tester



Miscellaneous

HT ITALIA · AARONIA AG WWW.AARONIA.DE · DYNAMETERS · ETCR · Glentest · HUATO · JC INSTRUMENTS

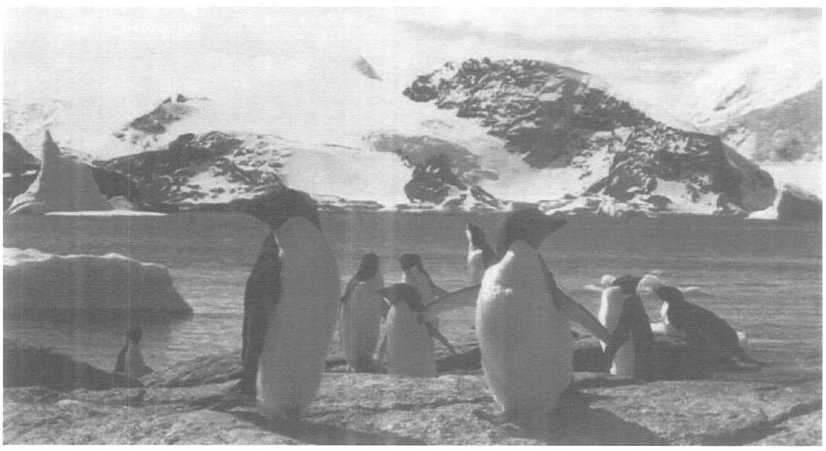
http://www.evertech.co.th

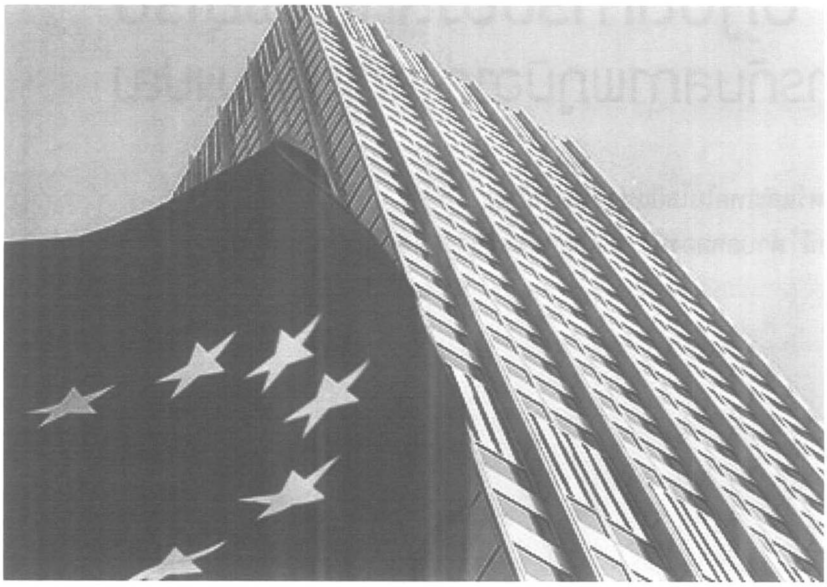
ปฏิบัติการของสหภาพยุโรป ในการจัดการกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

ดร. นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เมื่อกล่าวถึงประเด็นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ทางผู้นำของประเทศต่างๆ ในสหภาพยุโรป ก็ได้มีข้อตกลงร่วมกันในการนำทวีปยุโรปไปสู่เศรษฐกิจที่มีการปล่อยคาร์บอนต่ำและมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งยวด รัฐสมาชิกของสหภาพยุโรปได้ร่วมกันกำหนดเป้าหมายจนถึงปี ค.ศ. 2050 ในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้ต่ำลง เป็น 8% เทียบกับปี ค.ศ. 1990 ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าว มีผลสำเร็จอย่างต่อเนื่องตลอดมา รวมทั้งประเทศในยุโรปที่เพิ่งเข้าร่วมกับสหภาพยุโรปนับแต่ปี ค.ศ. 2004 ด้วย เช่น โครเอเชีย ซึ่งได้ดำเนินการตามแผนนี้อย่างประสบผลสำเร็จมาตลอด

ล่าสุด สหภาพยุโรปได้กำหนดแผนงานสำหรับนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ (climate) และพลังงาน นับจากปัจจุบันจนถึงปี ค.ศ. 2030 ทั้งนี้ สหภาพยุโรปต้องการเป้าหมายที่มีลักษณะของการมุ่งไปในทิศทางเดียวกัน ในการลดการปล่อยคาร์บอนลงให้ได้ 40% เทียบกับค่าการปล่อยเดิมในปี ค.ศ. 1990 และจะมีการนำพลังงานมาใช้ใหม่ 27% ของพลังงานที่ใช้ในประเทศสหภาพยุโรปทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2030 อย่างไรก็ตาม แม้การกำหนดนโยบายดังกล่าวนี้ จะเป็นภาพรวมของสหภาพยุโรป แต่ยังไม่มีการกำหนดเป้าหมายบังคับของประเทศต่างๆ



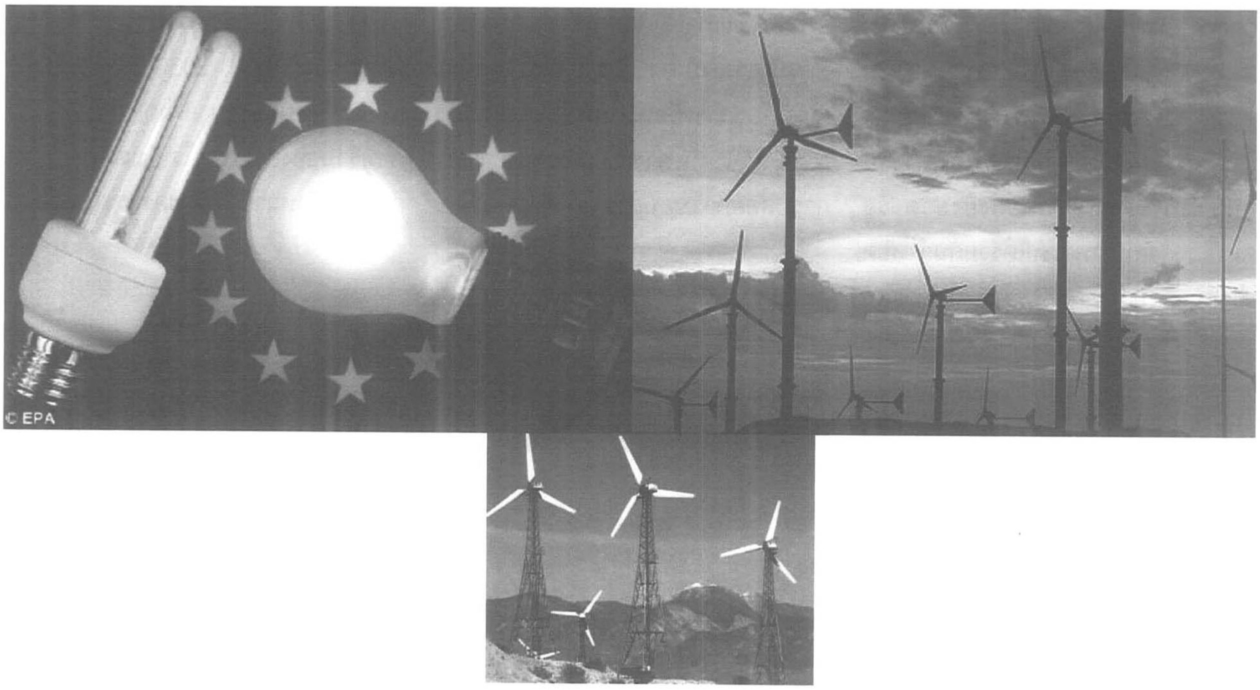


ดังนั้น ข้อเสนอในทางนโยบายดังกล่าวจึงขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้นำรัฐบาลในแต่ละประเทศ ส่วนองค์กรภาคเอกชนทั้งหลายก็วิพากษ์เป้าหมายด้านพลังงานของสหภาพยุโรปว่า ยังขาดเป้าหมายที่ชัดเจนและไม่เอาจริงเอาจัง โดยเฉพาะการลดการปลดปล่อยคาร์บอนเพียง 40% นั้น ก็ต่ำจนน่าจะเป็นอันตรายแก่ชาวโลก

หนังสือปกขาวนี้ จะเป็นแนวทางที่มีผลกระทบกับวิถีที่ประเทศต่างๆ ในยุโรปจะขับเคลื่อนตัวเองด้านพลังงานนับแต่ปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป โดยทางสหภาพยุโรปต้องการที่จะประกาศให้ชัดเจนในหมู่นักลงทุนด้านพลังงานทดแทน ขณะเดียวกันก็ต้องการรักษาสถานภาพและบทบาทของตนเองในการเป็นผู้นำด้านการเจรจาในประเด็นสภาวะภูมิอากาศของโลก

มาตรการของสหภาพยุโรปที่มีต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ได้แก่

- การกำหนด The European Climate Change Programme (ECCP) หรือโครงการด้านการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้มีการนำนโยบายและมาตรการใหม่ๆ ไปปฏิบัติ
- การกำหนดให้มี EU Emissions Trading System หรือระบบการค้าด้านการปล่อยก๊าซ ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องมือหลักในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ



• การรับรองให้ใช้กฎหมายในการบริโภคพลังงานอย่างแบ่งปันกัน โดยเฉพาะพลังงานทางเลือกที่มีการผลิตขึ้น เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ และชีวมวล ให้ได้ 20% ภายในปี ค.ศ. 2020

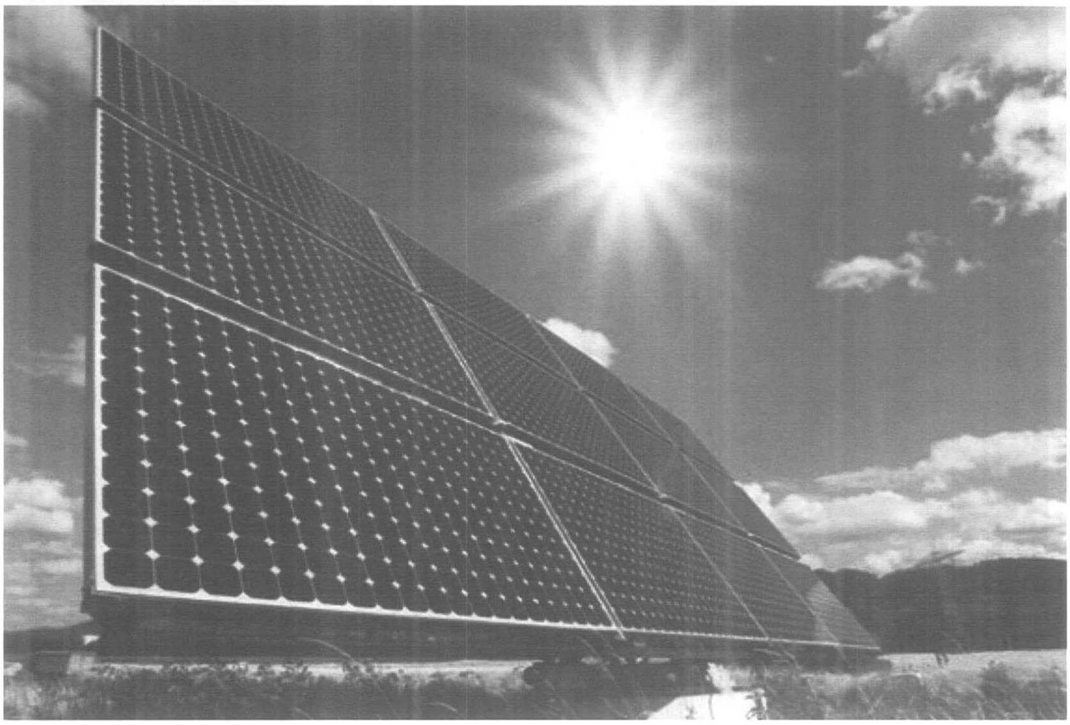
• การตั้งเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานของยุโรปเป็น 20% ภายในปี ค.ศ. 2020 โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารบ้านเรือน และเครื่องมืออุปกรณ์ครัวเรือนต่างๆ

• การตั้งเป้าหมายร่วมกันในการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากรถใหม่

• ให้การสนับสนุนการทำวิจัยด้านเทคโนโลยีการดักจับคาร์บอนและการกักเก็บ (carbon capture and storage (CCS) technologies) ซึ่งปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้า และภาคอุตสาหกรรมหลักต่างๆ

ทั้งนี้ สหภาพยุโรปได้นำแนวทางในการปฏิบัติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนี้ไปสอดประสานกับนโยบายให้เป็นไปในทำนองเดียวกัน รวมทั้งมีการจัดสรรงบประมาณที่มากพอสมควรสำหรับการดำเนินการดังกล่าว นั่นคือ 20% ของงบประมาณทั้งหมดของสหภาพยุโรป จะต้องนำมาใช้เพื่อโครงการต่างๆ ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

สิ่งที่สหภาพยุโรปให้ความสนใจเป็นพิเศษ คือ ประเด็นวิกฤตของการลดการปลดปล่อยคาร์บอน แต่เดิมเคยตั้งเป้าหมายไว้ คือ ลดลง 20% ในปี ค.ศ. 2020 แต่สหภาพยุโรปก็สามารถลดลงได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 เสียด้วยซ้ำ ดังนั้น รัฐสมาชิกอื่นๆ ในสหภาพยุโรป รวมทั้งสหราชอาณาจักร จึงได้เสนอให้สหภาพยุโรป ตั้งเป้าการลดการปลดปล่อยคาร์บอนให้มากขึ้น เป็น 50% ภายในปี ค.ศ. 2030 ขณะที่ประเทศอื่นๆ เสนอเพียง 35% ทั้งนี้ Connie Hedegaard เลขาธิการด้านภูมิอากาศของสหภาพยุโรปเชื่อว่า การลดการปลดปล่อยคาร์บอนของรัฐสมาชิกลงได้ 40% ก็นับว่ามีผลกระทบในทางเศรษฐกิจแล้ว ถือว่าเป็นจุดที่คุ้มทุน และนับว่าเป็นความก้าวหน้าครั้งใหญ่ของสหภาพยุโรป ในการแสดงความรับผิดชอบต่อประชาคมโลก อย่างไรก็ตาม ประเทศในภูมิภาคอื่นๆ

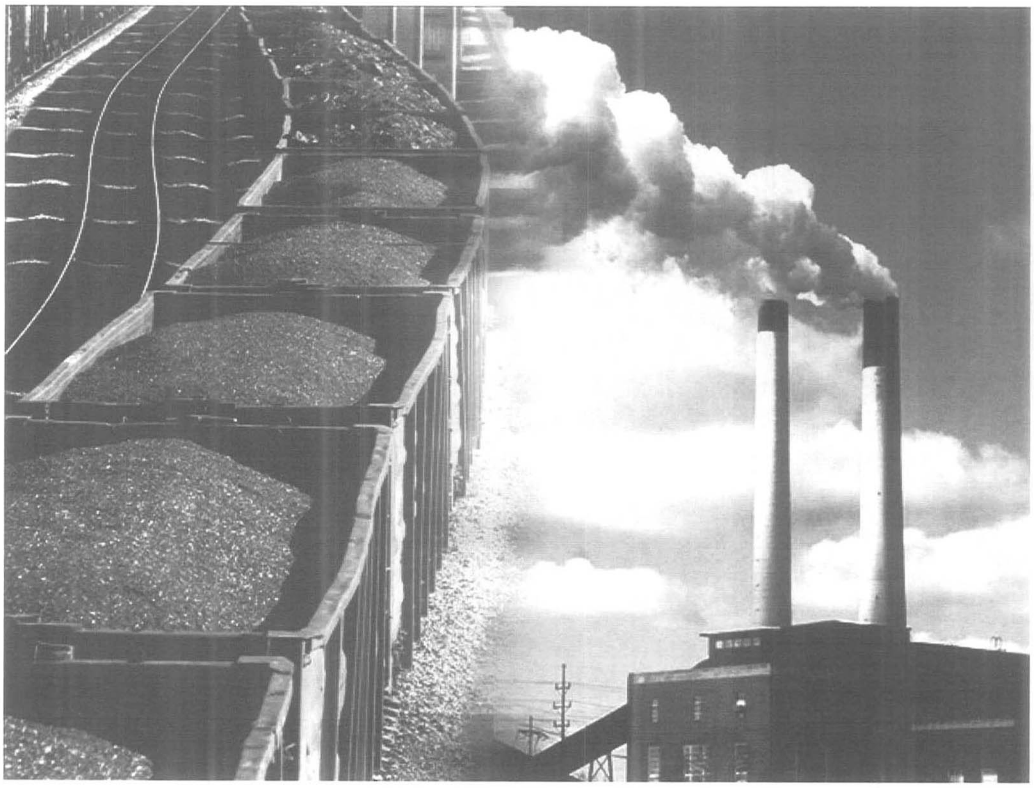


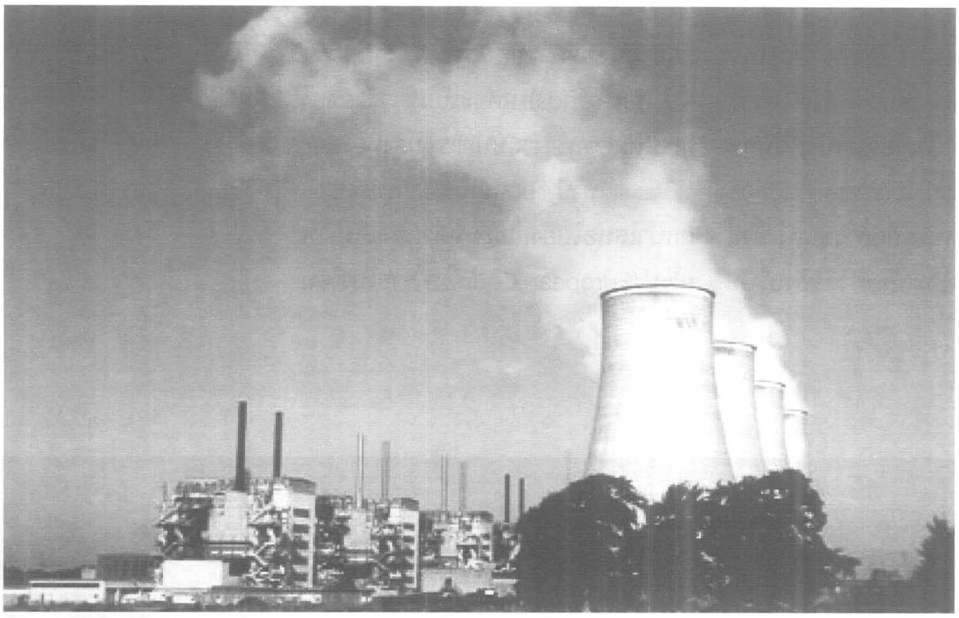
ของโลก ก็ต้องแสดงเป้าหมายที่ชัดเจนในเรื่องนี้เช่นกัน เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาของโลกให้ดีขึ้น เจ้าหน้าที่ของสหภาพยุโรปได้แสดงความเห็นว่า การลดการปลดปล่อยคาร์บอนลงที่ 40% จะต้องมีการกระทำให้ได้จริงในประชาคมสหภาพยุโรป ซึ่งหมายความว่า รัฐสมาชิกจะทำการเลี่ยงๆ โดยการจ่ายเงินให้ประเทศอื่นในการลดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนในประเทศอื่นไม่ได้อีกต่อไป มาตรการดังกล่าว จะต้องกระทำในลักษณะของการร่วมมือการลด ซึ่งได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากกลุ่มนักลงทุนในสหภาพยุโรป ในด้านการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศว่าเป็นก้าวแรกที่น่าชื่นชม เป็นการตอบสนองตามแผนโร้ดแม็พ 2050 ของสหภาพยุโรป (EU's 2050 Roadmap) นอกจากนั้นยังแสดงถึงความสามารถของรัฐสมาชิกในการให้ความร่วมมือกันทางนโยบายในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม ทางด้านนักสิ่งแวดล้อมเห็นว่า การลดลง 40% ยังเป็นอัตราที่ต่ำเกินไป ยังไม่ทำให้โลกพ้นขีดอันตรายจากก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว เพราะอุณหภูมิของโลกก็ยังไม่ลดต่ำลงจนถึงขีดปลอดภัย ดังนั้น เพียงแค่ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนจึงยังไม่พอ สหภาพยุโรปจึงมีนโยบายมุ่งเน้นที่การกำหนดนโยบาย ออกเป็นสมุดปกขาวด้านการใช้พลังงานทดแทนด้วย

ในปี ค.ศ. 2007 สหภาพยุโรปได้ตั้งเป้าว่าการใช้พลังงานลมประมาณ 20% ควรมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ ลม หรือแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น เยอรมนี ซึ่งเป็นประเทศที่ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือก และกำลังอยู่ในช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อของการเปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์สู่พลังงานลม มีความกระตือรือร้นอย่างยิ่งในการให้ความร่วมมือกันจนกระทั่งภายหลัง ค.ศ. 2020 ส่วนประเทศอื่นๆ เช่น โปแลนด์ สเปน และอังกฤษ ต่างก็มุ่งมั่นในการกำหนดนโยบายทางด้านพลังงานที่ยืดหยุ่นและผสมกันหลายรูปแบบ สำหรับสหราชอาณาจักรนั้น จะมุ่งเน้นด้านพลังงานนิวเคลียร์ ในการเข้ามาเป็นตัวช่วยในการลดการปลดปล่อยคาร์บอนให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ดังนั้น ในภาพรวมของนโยบายด้านพลังงานของสหภาพยุโรป จึงมีการกำหนดเป้าหมายในการใช้พลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้นเป็น 27% ทั้งนี้ การกำหนด





นโยบายและเป้าหมายดังกล่าวจะต้องมีการดำเนินการอย่างจริงจัง ไม่ใช่เป็นแค่แรงบันดาลใจ หรือความตั้งใจอันดีเท่านั้น แต่จะต้องได้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมชัดเจน ซึ่งในการดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ แต่ละรัฐสมาชิกจะต้องมีจุดมุ่งหมายของตนที่ชัดเจน

ในปัจจุบัน รัฐสมาชิกของสหภาพยุโรปหลายๆ แห่ง เริ่มมีการนำพลังงานทางเลือกจำพวกก๊าซธรรมชาติจากหินดินดาน (shale gas) มาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ในความร่วมมือของรัฐสมาชิกสหภาพยุโรปนั้น นอกจากเป้าหมายที่ชัดเจน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดแล้ว ควรจะต้องมีการออกกฎ ระเบียบที่ใช้ได้ทั่วถึงกัน มารองรับการดำเนินการ เพื่อให้ได้สิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยและถูกสุขอนามัย ซึ่งควรจะเป็นหลักการที่ใช้ร่วมกัน รวมทั้งมีการกำหนดเป้าหมายขั้นต่ำที่จะทำให้รัฐสมาชิกนั้นบรรลุไปทีละขั้น โดยที่ประเทศแต่ละประเทศ มีการกำหนดขีดความสำเร็จขั้นต่ำสุดไว้ เพื่อที่จะบรรลุให้ได้ ทำให้ประเทศของตนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นไปอย่างมีคุณภาพด้านสุขอนามัย การดำเนินการเบื้องต้นเหล่านี้จะนำไปสู่การแก้ปัญหาด้านพลังงานทางเลือก ในที่สุด โดยเฉพาะสหราชอาณาจักรและโปแลนด์ ซึ่งกำลังเล็งที่จะนำก๊าซธรรมชาติจากหินดินดานมาใช้ในอนาคตอย่างแน่นอน

สมุดปกขาวด้านพลังงานของสหภาพยุโรป ยังได้นำเสนอแผนการแก้ไขโครงการทางการค้าด้านการปลดปล่อยคาร์บอน จะเห็นได้ว่า ราคาก๊าซคาร์บอนได้ลดฮวบลงอย่างน่าใจหาย ในหลายๆ ปีที่ผ่านมา เนื่องจากการล้นปริมาณที่ยินยอมให้มีได้ในท้องตลาด สำหรับปัญหานี้ ทางคณะกรรมาธิการยุโรปได้กำลังหาข้อยุติว่า ระบบใหม่นั้นจะช่วยปรับปริมาณก๊าซคาร์บอนของแต่ละประเทศไปโดยอัตโนมัติ การรณรงค์อีกข้อหนึ่งที่จัดว่าจริงจัง คือ ข้อเสนอที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากเชื้อเพลิงขนส่งลง 6% นับแต่ปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป ทั้งนี้ เป็นที่เชื่อกันว่า การเคลื่อนไหวดังกล่าวนี้จะนำไปสู่จุดจบของข้อแนะนำ

ด้านคุณภาพเชื้อเพลิง (Fuel Quality Directive) ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าผิดหวัง เพราะข้อแนะนำนี้ นับเป็นข้อแนะนำที่ดีที่สุดของกฎสหภาพยุโรป ในการลดการปล่อยคาร์บอนจากเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่ง ทั้งนี้การกระทำดังกล่าวจะเป็นข่าวดีของบริษัทค้าน้ำมัน ที่มีคาร์บอนสูงจากทรายน้ำมันดิน (tar sands) แต่จะเป็นข่าวร้ายของยุโรปในการสร้างระบบการขนส่งที่ยั่งยืน

ทั้งนี้ ข้อเสนอโครงการต่างๆ จะถูกนำเสนอไปยังคณะมนตรีแห่งสหภาพยุโรป (European Council) ภายในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2014 และคาดว่าจะมีการออกกฎหมายอย่างเป็นทางการ เพื่อบังคับใช้ร่วมกันก่อนปี ค.ศ. 2015

เอกสารอ้างอิง

European Commission, 2014. What is the EU doing about climate change. [online]. Available at: http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm, [accessed 22 January 2014].

McGrath, M., 2014. EU outlines 2030 climate goals. [online]. Available at: http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-25841134, [accessed 03 March 2014].

หมีเหม็น.....

สมุนไพรไทย...ของดีที่มีอยู่

ชลธิชา นิวาสประกฤติ และบุญเรียม น้อยชุมแพ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

หมีเหม็น (*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Roxb.)

ในปัจจุบัน สมุนไพรเริ่มได้รับการยอมรับว่ามีประโยชน์นานัปการต่อโลกและมนุษย์ ไม่เพียงแต่ในด้านการรักษาโรคเท่านั้น หากยังรวมถึงการช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติในฐานะพืชพันธุ์ที่ให้ความร่มรื่นแก่บรรยากาศรอบๆ ช่วยลดมลภาวะและรักษาความชุ่มชื้นของผิวดิน นอกจากนั้น สมุนไพรจากหลากหลายพันธุ์ยังเป็นไม้ประดับที่สวยงาม มีกลิ่นหอมจรรโลงใจ ทำให้สภาพแวดล้อมโดยรวมของมนุษย์มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

สำหรับผลิตภัณฑ์ยา เครื่องสำอาง และอาหาร หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากธรรมชาติมักได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากผู้บริโภคเห็นถึงความปลอดภัย และผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้น

หมีเหม็นเป็นพืชสมุนไพรไทยอีกชนิดที่มีการนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เป็นพืชในท้องถิ่น หาได้ง่าย ราคาไม่แพง ชาวบ้านนิยมนำมาใช้สระผม จึงสามารถนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องสำอาง สบู่และยาสระผม เนื่องจากว่าใบหมีเหม็นมีสารเมือก (mucilage) ที่มีสารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เป็นองค์ประกอบ

หมีเหม็นเป็นพืชสมุนไพรที่พบทั่วไปในประเทศไทย บริเวณป่าเบญจพรรณชื้น และป่าดิบชื้น มีชื่อท้องถิ่นที่เรียกแตกต่างกันไป เช่น กำปรนบาย (จันทบุรี); ดอกจุ๋ม (ลำปาง); ตังสีไพร (พิษณุโลก); ทังบวน (ปัตตานี); มะเย้อ ยุบเหยา (ชลบุรี ภาคเหนือ); มือเบาะ (มลายู ยะลา); ม้น (ตรัง); เส่ปียขู้ (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน); หมี (ลำปาง อุดรธานี); หมูทะลวง (จันทบุรี); หมูเหม็น (แพร่); อีเหม็น (กาญจนบุรี ราชบุรี)

ในภาคอีสานรู้จักกันในชื่อ หมี่มี่ หรือหมี่เหม็น มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Roxb. ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Lauraceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : หมีเหม็นเป็นไม้ยืนต้นพุ่มสูงขนาดกลาง มีความสูงตั้งแต่ 15 ถึง 20 เมตร เป็นไม้ผลัดใบ เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเทา ใช้เป็นร่มเงา ลำต้นแก่แตกเป็นร่องลึก ตามยาว กิ่งอ่อนขนละเอียด

ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ ใบรูปรี กว้าง 5-9 เซนติเมตร ยาว 8-15 เซนติเมตร ออกเป็นกลุ่มหนาแน่นที่ปลายกิ่ง ใบค่อนข้างหนา รูปรีไข่กลับ ปลายใบกลมหรือเรียวแหลม โคนใบกลมมน ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ผิวใบด้านบนเกลี้ยงเป็นมัน ด้านล่างใบมีขน

ดอกออกตามง่ามใบเป็นช่อแบบซี่รม ก้านช่อยาว 2-6 เซนติเมตร มีขนใบ ก้านดอกย่อยยาว 5-6 มิลลิเมตร มีขน เป็นช่อสีเหลืองอ่อน ออกเป็นช่อกระจุกที่ซอกใบและกิ่ง ไม่มีกลีบดอก กลีบเลี้ยงรูปกลมมี 4 กลีบ

- *ดอกเพศผู้* ช่อหนึ่งมีประมาณ 8-10 ดอก กลีบรวมลดรูปจนเหลือ 1-2 กลีบ หรือไม่เหลือเลย กลีบรูปขอบขนาน เกสรตัวผู้เป็นเส้นเล็กๆ สีเหลืองจำนวนมาก ขอบกลีบมีขน เกสรตัวผู้มี 9-20 อัน เรียงเป็นชั้นๆ ก้านเกสรมีขน ชั้นในมีต่อมกลมๆ ที่โคนก้าน ต่อมมีก้านอับเรณู มี 4 ช่อง เกสรเพศเมียเป็นหมันอยู่ตรงกลาง

- *ดอกเพศเมีย* กลีบรวมลดรูปจนไม่มี หรือเหลือเพียงเล็กน้อย เกสรเพศผู้เป็นหมันเป็นรูปช้อน เกสรตัวเมียไม่มีขน รังไข่รูปไข่ ก้านเกสรเพศเมียยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ปลายเกสรเพศเมียรูปจาน

ผลมีรูปทรงกลม ผลอ่อนสีเขียว เมื่อสุกสีม่วงเข้มเกือบดำ ผิวเรียบเป็นมัน เมล็ดแข็ง ก้านผลมีขน

ฤดูดอก : มกราคม-มีนาคม

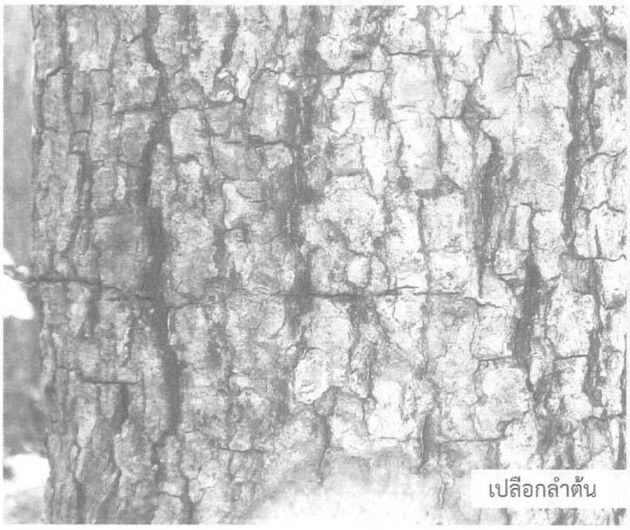
ผลสุกแก่ : เมษายน-มิถุนายน

ขยายพันธุ์ : หมีเหม็นขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด เพาะเมล็ด ชอบดินร่วน ความชื้นและแสงแดดปานกลาง

สารสำคัญและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของหมีเหม็น

หมีเหม็นมีสารสำคัญเป็นส่วนประกอบหลายกลุ่มด้วยกันไม่ว่าจะเป็น alkaloids, glycosides, flavonoids, saponins, tannins และสารประกอบจำพวก phenolic สารสำคัญที่พบ ได้แก่ actinodaphnine, boldnine, iso-boldine, laurelliptine, N-acetyl-laurotetanine, N-methyl-laurotetanine, liriodenine, Litsea arabinoxylan PPS, litseferine, polysaccharide, reticuline และ sebiferine เป็นต้น

สารสำคัญจากสมุนไพรหมีเหม็นมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ยับยั้งการหดเกร็งของลำไส้ แก้ท้องเดิน มีการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งโดยใช้ส่วนต่างๆ ของใบหมีเหม็น พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบหมีเหม็นมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* น้ำมันจากผลสามารถยับยั้งเชื้อ *Cannida albicans* ได้ สารสกัดจากใบมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและลบ ใช้รักษาโรคท้องร่วงและบิดได้ น้ำมันหอมระเหยจากใบมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยเมื่อปี ค.ศ. 2011 Hosamath ได้รายงานว่าหมีเหม็นมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้


เปลือกลำต้น


ใบ

การใช้ประโยชน์ :

ด้านสมุนไพรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งในส่วนของราก เปลือกลำต้น ใบ เมล็ด และยาง ดังนี้

รากเป็นยาบำรุงกำลัง เป็นยาฝาดสมาน แก้ปวดตามกล้ามเนื้อ แก้ไข้ออกฝีเครือ แก้ลมในท้อง แก้ฝีและแก้ริดสีดวงแตก

เปลือกต้นมีรสฝาดเฝื่อน ต้มดื่มแก้ปวดมดลูก แก้บิด บดเป็นผงผสมกับน้ำหรือน้ำมนทาแก้แผลอักเสบ ฝนทาแก้คันแสบร้อน แก้แสบตามผิวหนัง เป็นยาห้ามเลือด กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ

ใบเป็นพืชในท้องถิ่น หาได้ง่าย ราคาไม่แพง ชาวบ้านนิยมนำมาใช้สระผม เนื่องจากมีสารเมือกมาก ขยี้กับน้ำ สระผม พอกศีรษะ

มีผู้มีเฒ่า ผู้แก่ หลายท่าน ในสมัยก่อนๆ ได้เล่าว่า “ใบหมีเหม็น ใบหมี่ หรือ ใบมะเย้ย” เป็นพืชที่นำมาใช้สระผม โดยการนำใบสด มาขยี้ให้ได้เมือกลื่นๆ และนำเยื่อน้ำเมือกมาทำแชมพูผสมกับดอกอัญชัน มะกรูด หรือบางคนก็นำมาผสมกับใบแน่งซึ่งมีกลิ่นหอม และถ้าหากผู้ใดที่ผมร่วง หรือศีรษะล้าน ก็จะนำใบหมีเหม็นมาตำแล้วพอกศีรษะไว้สักครู่ ทาบ่อยๆ ก็จะช่วยลดอาการผมร่วงได้ หรือนำใบสดมาขยี้ ผสมกับน้ำซาวข้าว นำไปใช้สระผม ทำให้ผมลื่น ไม่หลุดร่วงง่าย และช่วยกระตุ้นการงอกของผม ทำให้ผมนุ่มสลวยเป็นเงางามช่วยให้ผมขึ้นดกดำ และช่วยทำให้ผมงอกขึ้นใหม่

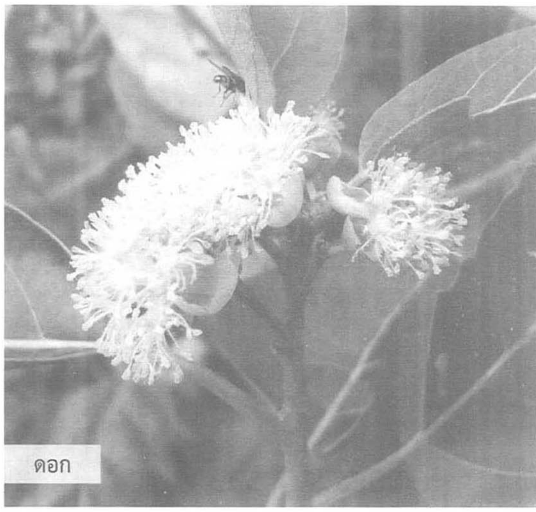
ลักษณะที่โดดเด่นของแชมพูใบหมีเหม็นผสมอัญชันจะมีคุณภาพ ลดอาการผมร่วง ทำให้ผมนุ่มลื่น มีน้ำหนัก เหมาะกับทุกสภาพผม เป็นยาฆ่าเหา และสรรพคุณทางใบยังสามารถนำมาเป็นยาขับปัสสาวะ แก้ปวดมดลูก แก้ฝี แก้ปวดถอนพิษร้อน แก้อาการระคายเคืองของผิวหนัง ตำเป็นยาพอกบาดแผลขนาดเล็ก ใช้ย้อมผ้าให้สีเขียวได้ด้วย

ผลดิบกินได้ รสหวานอมเปรี้ยว ให้น้ำมัน ใช้เป็นยาถูนวด แก้ปวดรูมาตอยด์

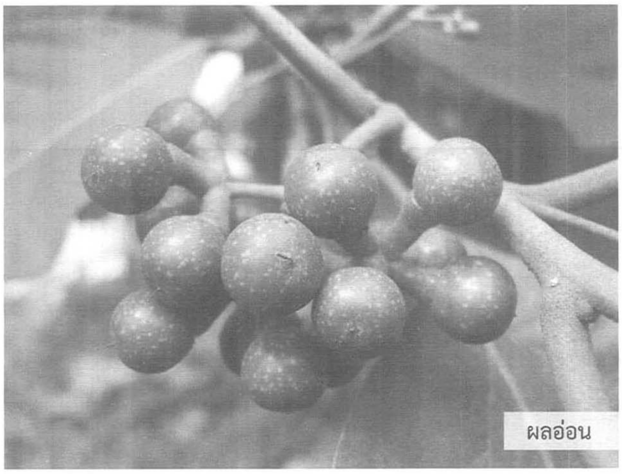
เมล็ดมีน้ำมันใช้ทำสบู่ ตำพอกแก้ปวดฝี แก้พิษอักเสบต่างๆ

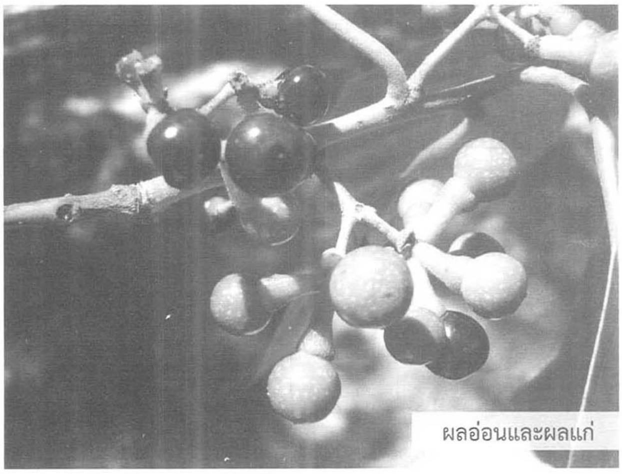
ยางมีรสฝาดร้อน แก้บาดแผล ตำพอกทาแก้ฟกช้ำ แก้ช้ำบวม ทาแก้แมลงสัตว์กัดต่อย

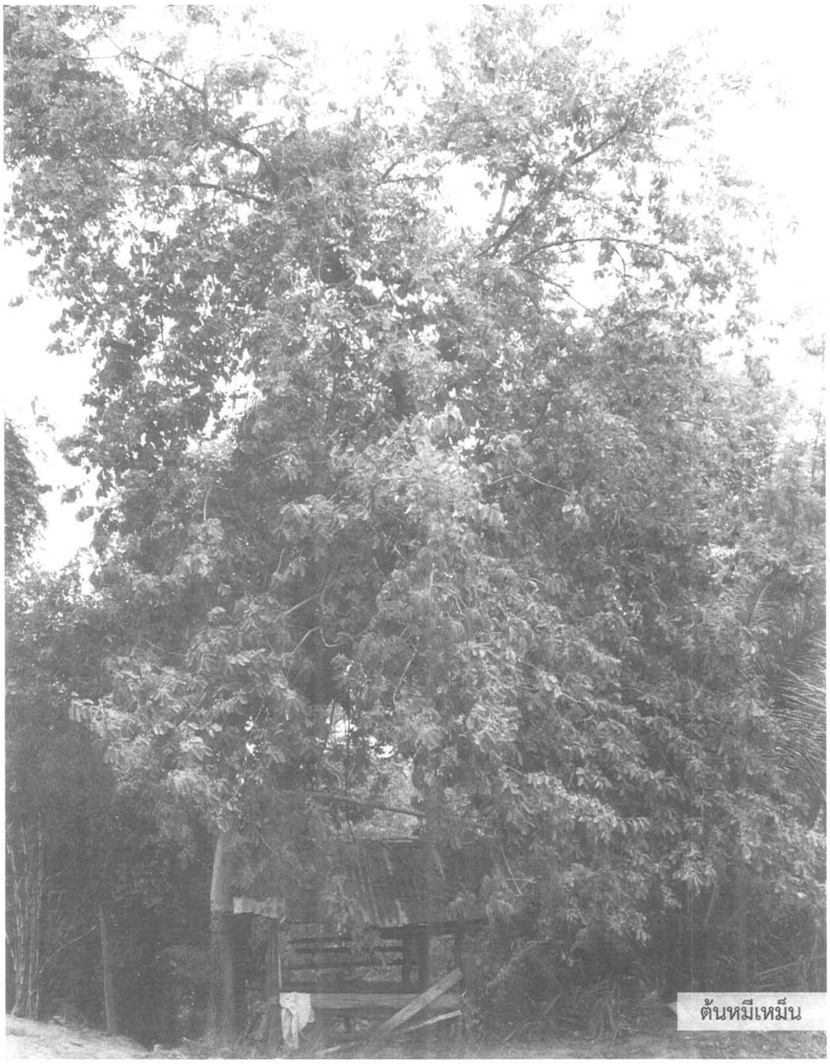
จากองค์ประกอบของสารสำคัญและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของหมีเหม็น ส่งผลให้ปัจจุบันมีการศึกษาพืชชนิดนี้อย่างกว้างขวางเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบของยา เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวและยาสระผม โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของยาสระผม


ดอก

ถ้าหากผู้ที่สนใจในงานด้านสมุนไพรการทำแชมพูสระผม ต้องการศึกษาหาความรู้ไปประกอบอาชีพเสริม สร้างรายได้ให้ตนเองและครอบครัว โดยมีหลักสูตรมาพัฒนาให้ผู้เรียน จากการดำรงชีวิตในท้องถิ่น ภูมิปัญญาและพัฒนาความรู้ไปสู่ความสามารถได้ ณ ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น


ผลอ่อน


ผลอ่อนและผลแก่


ต้นหมีเหม็น

ต้นหมีเหม็นจะขึ้นตามป่าเบญจพรรณ และป่าดงดิบทั่วไป ตามภูมิภาคต่างๆ ดัง เช่น

- ป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่กวง ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่
- ป่าชุมชนดงใหญ่ ป่าโคกหินลาด หนองคู-นาดูน อำเภอวาปี จังหวัดมหาสารคาม
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ยวมฝั่งซ้าย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
- ป่าสงวนแห่งชาติป่ากุดจับ จังหวัดอุดรธานี
- ป่าคำหัวแฮด จังหวัดอุดรธานี
- ป่าหนองแปน จังหวัดหนองคาย
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าดงภู จังหวัดศรีสะเกษ
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าดงโพนทราย จังหวัดสุรินทร์
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าภูโหล่ย จังหวัดกาฬสินธุ์
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าภูเป้ง จังหวัดชัยภูมิ
- ป่าสงวนแห่งชาติป่าภูสีฐาน (ป่าภูผาซาน) จังหวัดมุกดาหาร

..... สมุนไพรเป็นพืชที่มีสรรพคุณอเนกอนันต์กับมวลมนุษย์ การรักษาสมุนไพรเป็นศาสตร์การแพทย์แผนโบราณของไทยที่ควบคู่กับวิถีชีวิตคนไทยมานานนับหลายร้อยปี สำหรับสมุนไพรจำพวกที่เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ มีกิ่งก้านสาขา ใช้ประโยชน์ได้ทั้งเป็นไม้ดอกไม้ประดับ เป็นร่มเงา นั่งพักผ่อน หลบแดด หลบฝน ดังนั้น การศึกษาและทำความเข้าใจกับพืชที่มีคุณค่าทางยาเหล่านี้ จึงเป็นสิ่งที่คนไทยควรอนุรักษ์และหวงแหนไว้เป็นสมบัติของแผ่นดิน มีความรู้ทางสมุนไพร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันต่อไป...

เอกสารอ้างอิง

ชยามฤต, ก่องกานดา. 2540. สมุนไพรไทย ตอนที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, หน้า 147.

เรืองรังษี, นิจศิริ. 2547. สมุนไพรไทย. เล่ม 1. กรุงเทพฯ: บี เฮลท์ตี้, หน้า 329.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2557. สมุนไพรที่ใช้ในงานสาธารณสุขมูลฐาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http: www.medplant.mahidol.ac.th/events//25560515_05, [เข้าถึงเมื่อ 27 มกราคม 2557].

Hasamath, P.V., 2011. Evaluation of antimicrobial activity of *Litsea glutinosa, Int. J. Pharm. Appl.* **1**, pp. 105-114.


ทีโพล์ TEEPOL
LIQUID CLEANSER
CAUTION
TEEPOL
ทีโพล์
ผลิตภัณฑ์ ทำความสะอาดอเนกประสงค์ ทีโพล์
SHERWOOD CHEMICALS Public Company Limited
บริษัท เชอร์วู้ด เคมิคอล จำกัด (มหาชน) นิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์
109 หมู่ที่ 9 ต. บางวัว อ.บางปะกง จ. ฉะเชิงเทรา 24180 สำนักงาน โทร. 0-2320-2288

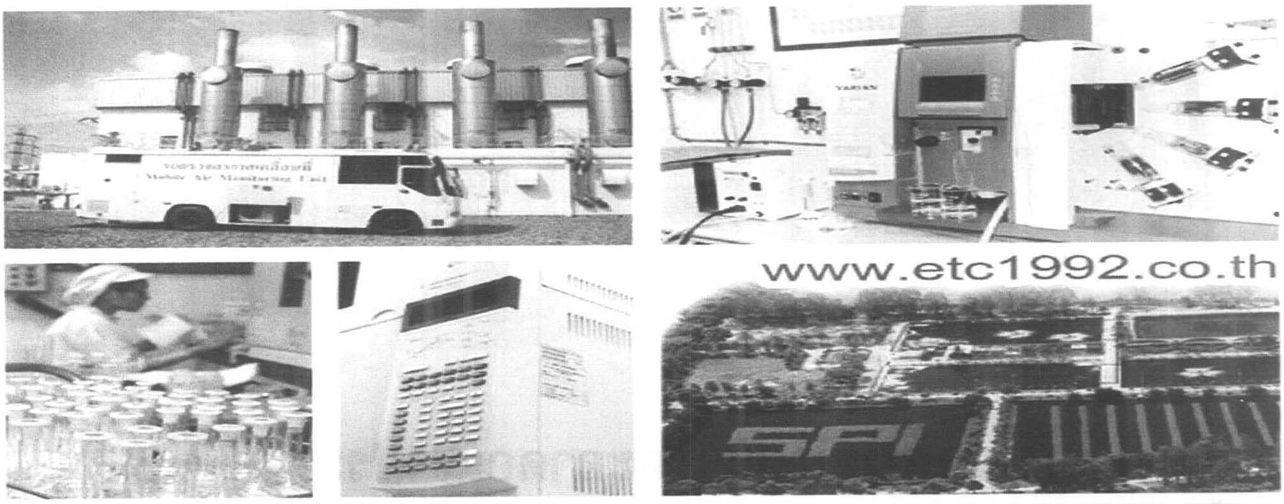

ศูนย์ขายส่ง เสื่อน้ำมัน พลาสติกใส พลาสติก PE, LDPE, HDPE สินค้าโรงงาน ราคามาตรฐาน
ผู้เชี่ยวชาญด้าน ไวนิล พลาสติก พีวีซี และบริการรับปูพรมปูพื้นเกาหลี EXTRA FLOOR
จำหน่ายปลีก-ส่งสินค้าจากโรงงานโดยตรง ราคามาตรฐาน
● พรมปูพื้น Extra Floor และ Palace Floor จากประเทศเกาหลี
● พรมปูพื้นฟองน้ำ Rega Floor
● เสื่อน้ำมันชนิดต่างๆ
● พลาสติกใส หลายขนาดและความหนา
● พลาสติกใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร และก่อสร้าง
● สแลน ตาข่ายกรองแสง
● แผ่นพลาสติก PE, LDPE, LLDPE (พลาสติกกันชื้น, พลาสติกทำน้ำตก, พลาสติกสีดำทำบ่อน้ำ, ปูรองเทคอนกรีต พลาสติกเพื่องานก่อสร้างถนน, เชื่อน
● ผ้าดิบ ผ้าสำลี ผ้ามุ้ง ผ้าซับในกระเป๋า ผ้าทีซี (โรงงานทอผ้า)
● ผ้าใบเต็นท์ ผ้ายามาโมโต้ทำป้าย
● พลาสติกปูโต๊ะ
รับบริการ ติดตั้ง พรมปูพื้นวิทยาศาสตร์ ผ้าใบ และ พลาสติกใส
ในราคาย่อมเยาว์รวมถึงแนะนำการดูแลรักษาและบริการหลังการขาย
บจก. พิบูลย์สิน มาร์เก็ตติ้ง
เลขที่ 1 ซอยจรัลสนิทวงศ์ 57/1 แขวงบางบำหรุ เขตบางพลัด กทม.10700
Tel : 024332327 Fax : 4348698
E-mail : piboonsinmarketing@hotmail.com
https://www.facebook.com/Piboonsin
http://piboonsinmarketing.wordpress.com

ETC

EASTERN THAI CONSULTING 1992 CO., LTD

บริษัท อีสเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง 1992 จำกัด

- Environmental management consultation
- Laboratory and analytical services Raw water, wastewater, air monitoring and analysing
- Design, construction, and installation of water supply and wastewater system
- Wastewater treatment plant operating
- Chemical and instrument supplier



www.etc1992.co.th

บริษัท อีสเทิร์นไทยคอนซัลติ้ง 1992 จำกัด

สวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ ศรีราชา 683 หมู่ 11 ถ.สุขาภิบาล 8 ต.หนองขาม อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230

Tel : 0-3848-1197-8, 0-3876-3031-2 Fax : 0-3848-2095 E-mail : info@etc1992.co.th

CERNTEK : YOUR CERTIFIED TECHNOLOGY

CERNTEK

CERNTEK COMPANY LIMITED

AT CERNTEK, WE PROVIDE CERTIFIED TECHNOLOGY WITH HIGH-END TECHNIQUES

ADVANCED EQUIPMENTS		Field of Applications
BALANCE UNIT	-	Food/ Agriculture
UV-Visible Spectrometer	-	Forensic Science
Fluorescent Spectrometer	-	Material Science
Gas Chromatography	-	Environmental
High Performance Liquid Chromatography	-	Pharmaceutical
Auto Titration	-	Building materials
X-ray Fluorescence Spectrometer	-	Quality Control
Particle Size Analyzer	-	Quality Assurance
C/S and N/O Analyzer	-	Research and Development
Water Quality	-	Coating Technolgy
Mass Flow Controller	-	Vacuum Technology

OUR PARTNER :

EDWARDS HORIBA Explore the future Precisa Hitachi High-Technologies Corporation

CERNTEK Co.,LTD
ADDRESS :257 Soi Phetkasem 102/2 Bangkae Sub-district,, Bangkae District, Bangkok 10160, Thailand
Tel : (66)-2-8093050 FAX : (66)-2-8094118 www.cerntek.co.th

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ ISO/IEC 17025 - ข้อกำหนดทั่วไป ว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ

รัชนีเพ็ญ เพ็ญสิทธิ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ISO/IEC 17025 เดิมเริ่มต้นและเป็นที่รู้จักกันในชื่อ ISO Guide 25 ซึ่ง ISO Guide 25 เป็นเพียงข้อเสนอแนะหรือข้อแนะนำ (guide) เท่านั้น อีกทั้งข้อกำหนดในมาตรฐานดังกล่าว ยังไม่มีความชัดเจนที่เพียงพอ จึงได้มีการพัฒนาเป็นข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ซึ่งถูกจัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการมาตรฐานระหว่างประเทศ โดยที่ข้อกำหนดฉบับแรกได้มีการจัดทำและประกาศใช้ในปี ค.ศ. 1978 และมีพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องก่อนที่จะเปลี่ยนเป็น ISO/IEC 17025 ดังนี้

- ISO Guide 25-1978: Guideline for assessing the technical competence of testing laboratory
- ISO/IEC Guide 25 - 1982: General requirement for the competence of testing laboratory
- ISO/IEC Guide 25-1990: General requirement for the competence of testing and calibration laboratory

จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1999 จึงได้มีการจัดทำ ISO/IEC 17025: 1999 ฉบับแรกขึ้น (ISO/IEC 17025 -1999: General requirement for the competence of testing and calibration laboratory) จนถึงฉบับปัจจุบันซึ่งเป็นฉบับที่สอง (ISO/IEC 17025 - 2005: General requirement for the competence of testing and calibration laboratory) (Hoolihan 2010)

คำว่า ISO ย่อมาจาก International Organization for Standardization ซึ่งเป็นองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน

คำว่า IEC ย่อมาจาก International Electrotechnical Commission อันหมายถึง คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐาน ISO/IEC 17025 นี้ถูกจัดอยู่ในหมวดอนุกรมมาตรฐาน 17000 ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายมาตรฐาน เช่น ISO/IEC 17000, ISO/IEC 17011, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17020, ISO/IEC 17024, ISO/IEC 17021, ISO/IEC 17030, ISO/IEC 17040, ISO/IEC 17050 โดยที่มาตรฐาน ISO/IEC 17025 นี้ได้แบ่งข้อกำหนดออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกัน คือ

1. ข้อกำหนดด้านการบริหาร
2. ข้อกำหนดด้านวิชาการ

ข้อกำหนดด้านการบริหารมีทั้งสิ้น 15 ข้อ โดยที่จะเน้นไปยังด้านการบริหารจัดการและวางแผนการดำเนินงานเป็นหลัก ส่วนข้อกำหนดด้านวิชาการมีทั้งสิ้น 10 ข้อ ซึ่งเน้นไปทางวิชาการต่างๆ เช่น ด้านบุคลากร เครื่องมือ สภาวะแวดล้อม ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทดสอบและสอบเทียบ

ข้อกำหนดด้านการบริหาร

1. **องค์การ** กล่าวถึงการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรหลักที่เกี่ยวข้องกับด้านการบริหารและด้านวิชาการ การบริหารจัดการภายในองค์กร รวมถึงการกำหนดโครงสร้างองค์กร

2. **ระบบการบริหารงาน** กล่าวถึงการจัดทำระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ รวมถึงการนำไปปฏิบัติใช้

3. **การควบคุมเอกสาร** กล่าวถึงการจัดการเกี่ยวกับเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบการบริหารงาน การอนุมัติใช้ การเปลี่ยนแปลงแก้ไข การยกเลิกเอกสาร ฯลฯ

4. **การทบทวนคำขอ ข้อเสนอการประมูล และข้อสัญญา** กล่าวถึงแนวทางการบริหารจัดการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขรายละเอียดคำขอ ข้อเสนอฯ และข้อสัญญา รวมถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถและความพร้อมด้านวิชาการของห้องปฏิบัติการ

5. **การจ้างเหมาช่วงงานทดสอบและสอบเทียบ** กล่าวถึงขอบเขตความรับผิดชอบของห้องปฏิบัติการในกรณีที่มีการจ้างเหมาช่วงในการดำเนินงาน

6. **การจัดซื้อสินค้าและบริการ** กล่าวถึงกระบวนการในการจัดซื้อจัดจ้าง รวมถึงการตรวจประเมินผู้ขายและการตรวจรับสินค้าที่มีผลต่อคุณภาพของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ

7. **การให้บริการลูกค้า** กล่าวถึงการให้ความร่วมมือประสานงานกับลูกค้า รวมถึงการแสวงหาและนำผลสะท้อนกลับจากลูกค้ามาใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงาน

8. **ข้อร้องเรียน** กล่าวถึงนโยบายและขั้นตอนการจัดการแก้ปัญหาข้อร้องเรียนที่ห้องปฏิบัติการได้รับ

9. การควบคุมงานทดสอบและ/หรือสอบเทียบที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด กล่าวถึงวิธีการบริหารจัดการและดำเนินงานเมื่อการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการมีการเบี่ยงเบนไปจากรายละเอียดคำขอ ข้อเสนอฯ และข้อสัญญา หรือไม่สอดคล้องตามวิธีทดสอบที่ได้ตกลงกับลูกค้าเอาไว้

10. การปรับปรุง กล่าวถึงนโยบายในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง โดยการนำข้อมูลต่างๆ ที่ห้องปฏิบัติการได้รับ/ได้มา มาใช้

11. การปฏิบัติการแก้ไข กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ไขเมื่อการดำเนินงานไม่เป็นไปตามที่นโยบายคุณภาพและ/หรือขั้นตอนการดำเนินงานได้กำหนดเอาไว้ โดยต้องทำการหาสาเหตุและแก้ไปที่รากของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและมีการเฝ้าระวังเพื่อติดตามประสิทธิภาพของการแก้ไขดังกล่าว

12. การปฏิบัติการป้องกัน กล่าวถึงการดำเนินงานเพื่อเฝ้าระวังไม่ให้เกิดการควบคุมงานทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด (ข้อ 9) ขึ้น มีการระบุแหล่งที่มาของสาเหตุการควบคุมงานทดสอบและ/หรือสอบเทียบที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดและมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำขึ้นอีก

13. การควบคุมบันทึก กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการบริหารจัดการต่างๆ การชี้บ่ง การเข้าถึง การจัดเก็บ การแก้ไขปรับปรุง ยกเลิก และการแจกจ่าย ฯลฯ เอกสารและบันทึกคุณภาพที่เกี่ยวข้อง

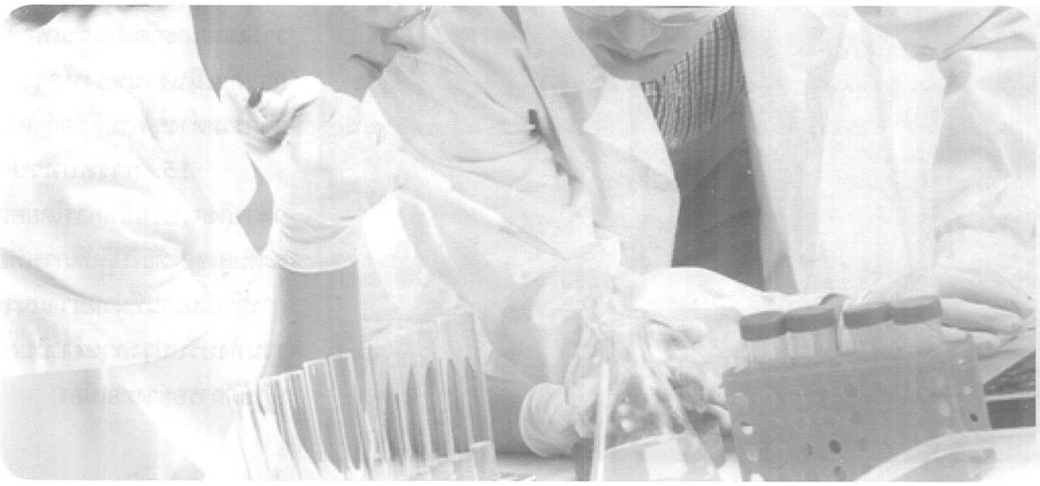
14. การตรวจติดตามคุณภาพภายใน กล่าวถึงการดำเนินงานทั้งทางด้านการกำหนดและแต่งตั้งบุคลากร การวางแผนและจัดทำแผนเพื่อตรวจติดตามการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการในกิจกรรมต่างๆ ตามที่ข้อกำหนดระบุ

15. การทบทวนการบริหาร กล่าวถึงการดำเนินการโดยคณะผู้บริหารระดับสูงของห้องปฏิบัติการเพื่อทบทวนผลการดำเนินงานที่ผ่านมา และเพื่อวางแผนรวมทั้งปรับปรุงการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

ข้อกำหนดด้านวิชาการ

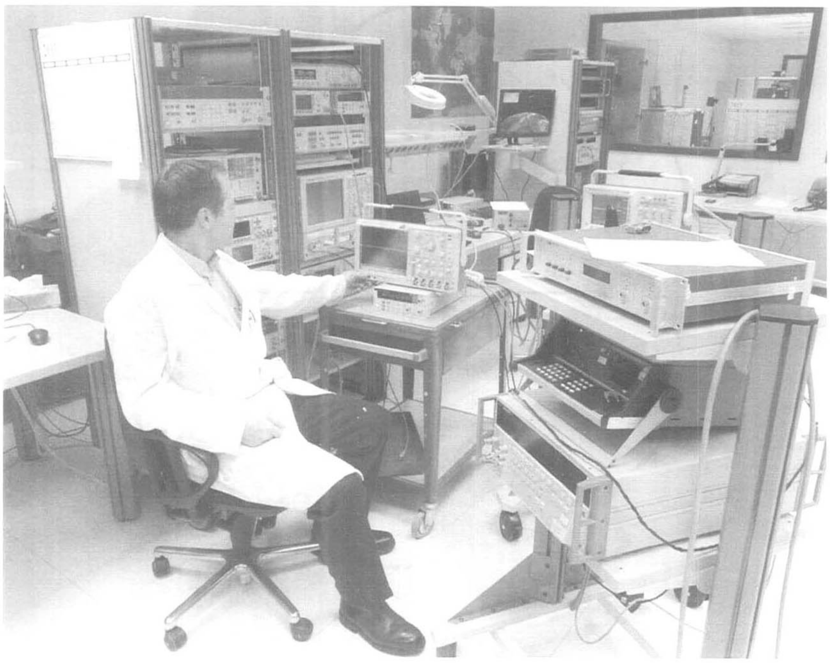
1. **ทั่วไป** กล่าวถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบกับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบ/สอบเทียบของห้องปฏิบัติการ

2. **บุคลากร** กล่าวถึงความสามารถของพนักงานในการทำการทดสอบ/สอบเทียบ โดยระบุถึงการกำหนดอำนาจหน้าที่ของพนักงาน การฝึกอบรม ฯลฯ เพื่อให้มั่นใจว่าพนักงานมีความรู้ความสามารถตามที่ต้องการ



3. **สถานที่และสภาวะแวดล้อม** กล่าวถึงสภาวะแวดล้อมที่จำเป็นในการทำงาน แหล่งทรัพยากรต่างๆ ที่เหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการในการดำเนินงานตามขั้นตอนและวิธีการทดสอบ/สอบเทียบของห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการควบคุมตัวแปรหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบ/สอบเทียบของห้องปฏิบัติการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือที่ขั้นตอนการทดสอบ/สอบเทียบกำหนด

4. **วิธีทดสอบ/สอบเทียบ และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี** กล่าวถึงวิธีการทดสอบ/สอบเทียบที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้ ซึ่งต้องเป็นขั้นตอนหรือวิธีการที่เหมาะสม ทันสมัย เป็นที่ยอมรับในระดับชาติหรือภูมิภาค สำหรับวิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเองจะต้องมีการตรวจเพื่อรองรับความน่าเชื่อถือของวิธีการดังกล่าว และสำหรับวิธีการที่ไม่เป็นมาตรฐาน ก่อนนำมาใช้งานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากลูกค้าก่อน นอกจากนี้ยังต้องมีการจัดทำขั้นตอนการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัดไว้ด้วย



5. **เครื่องมือ** กล่าวถึงการบริหารจัดการต่างๆ ที่ทำให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่เพียงพอต่อการดำเนินงาน อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ให้ผลการทดสอบ/สอบเทียบที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ โดยมีการจัดทำแผนการสอบเทียบและบำรุงรักษา มีการป้องกันการปรับแต่ง ฯลฯ และมีการนำไปใช้งานโดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมและได้รับมอบหมายให้ใช้เครื่องมือ

6. **การสอบกลับได้ของการวัด** กล่าวถึงการสอบเทียบเครื่องมือที่ต้องได้รับการสอบเทียบในช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งานและโดยหน่วยงานที่เป็นที่ยอมรับ และสามารถสอบกลับไปยังระบบสากล (International System of Units, SI)

7. **การชักตัวอย่าง** กล่าวถึงแผนการชักตัวอย่างและขั้นตอนในการชักตัวอย่างเพื่อนำมาทำการทดสอบ/สอบเทียบ โดยแผนการชักตัวอย่างที่ใช้จะต้องมีการอ้างอิงหลักการทางสถิติที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการทดสอบ/สอบเทียบที่ได้

8. **การจัดการตัวอย่างทดสอบและสอบเทียบ** กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการตัวอย่างเพื่อให้เกิดความมั่นใจในสภาพของตัวอย่างที่ได้ว่าจะไม่เกิดความเสียหาย เสื่อมสภาพ ชำรุดสูญหาย ฯลฯ

โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการรับตัวอย่าง การบ่งชี้ การจัดเก็บ การเตรียมตัวอย่าง เป็นต้น

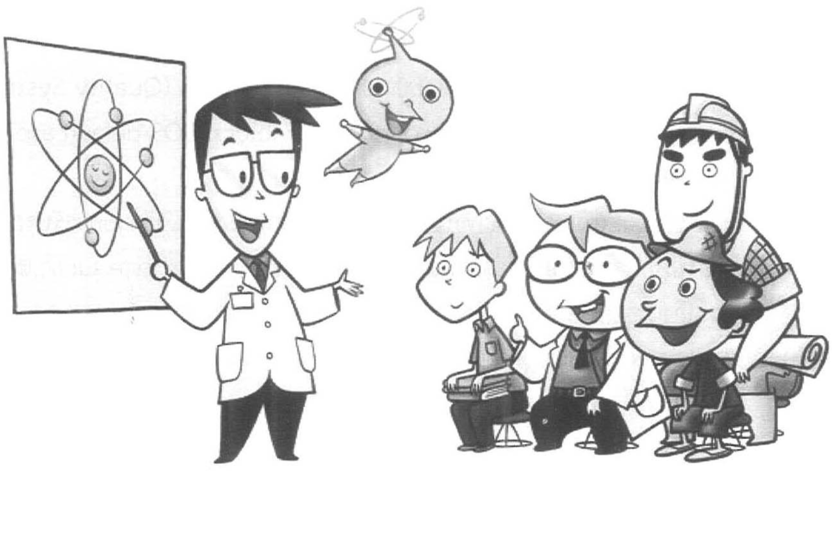
9. การประกันคุณภาพผลการทดสอบและการสอบเทียบ กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพและเพื่อเฝ้าระวังความใช้ได้ของการทดสอบ/สอบเทียบของห้องปฏิบัติการ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลผลการควบคุมคุณภาพที่ได้

10. การรายงานผล กล่าวถึง รูปแบบของการรายงานผลการทดสอบ/สอบเทียบที่มีความถูกต้องชัดเจน

อย่างไรก็ดี ขอบข่ายของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 นี้ไม่ครอบคลุมถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2548)

ในการจัดทำระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการเพื่อขอการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 นั้น ห้องปฏิบัติการจะต้องเตรียมเอกสารคู่มือคุณภาพ ซึ่งระบุถึงนโยบายในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการในแต่ละกิจกรรมตามข้อกำหนดทั้งทางด้านการบริหารและด้านวิชาการอย่างครอบคลุมทุกข้อกำหนด และจัดเตรียมเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานที่สอดรับกับนโยบายการดำเนินงานที่คู่มือคุณภาพได้กล่าวไว้ โดยมีการแบ่งระดับของเอกสารในระบบคุณภาพออกเป็น 4 ระดับ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ม.ป.ป.) ได้แก่

1. **คู่มือคุณภาพ (quality manual)** เป็นเอกสารระดับที่หนึ่งหรือระดับสูงสุดในระบบคุณภาพที่ระบุนโยบายในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติ-



การเอาไว้

2. **ขั้นตอนการดำเนินงาน (quality procedures)** เป็นเอกสารระดับที่สองที่ให้รายละเอียดในการปฏิบัติงานเพื่อให้การดำเนินงานของห้องปฏิบัติการเป็นไปตามนโยบายที่กำหนดไว้ในคู่มือคุณภาพและสอดคล้องกับข้อกำหนดตาม ISO/IEC 17025

3. **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/วิธีปฏิบัติงาน (work instructions)** เป็นเอกสารระดับที่สามที่กำหนดรายละเอียดในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมทางด้านวิชาการการทดสอบ/สอบเทียบ

4. **เอกสารเพิ่มเติมสนับสนุน (supporting documents)** เป็นเอกสารระดับที่สี่ในระบบคุณภาพ มีไว้ใช้ในลักษณะการอ้างอิงเพื่อใช้งาน เช่น มาตรฐานการทดสอบ หรือใช้เพื่อบันทึกข้อมูลและรายละเอียดการดำเนินงาน เช่น แบบฟอร์มและแบบบันทึกต่างๆ เป็นต้น

ประโยชน์ของการได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 คือ ทำให้เกิดความมั่นใจคุณภาพและความน่าเชื่อถือในรายงานผลการทดสอบหรือผลการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบหรือทดสอบ เป็นการแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการมีการดำเนินงานด้านระบบคุณภาพ มีความสามารถทางวิชาการ ผลการทดสอบหรือสอบเทียบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการเป็นที่เชื่อถือได้ว่าถูกต้องตามหลักวิชาการ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ม.ป.ป.)

ISO 17025
Quality is Assured

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ม.ป.ป. เอกสารระบบคุณภาพ (Quality System Documentation). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://elib.fda.moph.go.th/kmfda/_block/QOS/default.asp?page=data_detail&ID_L3=101, [เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2556].

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยการรับรอง ความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://cste.sut.ac.th/cste/web1/web/link/HrflvcEAsQ1z.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2556].

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ม.ป.ป. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17025 (ISO/IEC 17025) คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://app.tisi.go.th/lab/pdf/17025_t.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2556].

Hoolihan, D. D., 2010. Guide 25 to ISO/IEC 17025: A Brief History and Introduction. [online]. Available at : http://www.umc.edu.dz/vf/images/emc/PDFs/Papers/Workshops/080_111.pdf, [accessed 15 May 2013].

วิทย์แกเลอรี

วิทยาศาสตร์สีเขียว: นักวิทย์ผู้ค้นหาความหัศจรรย์จากธรรมชาติ

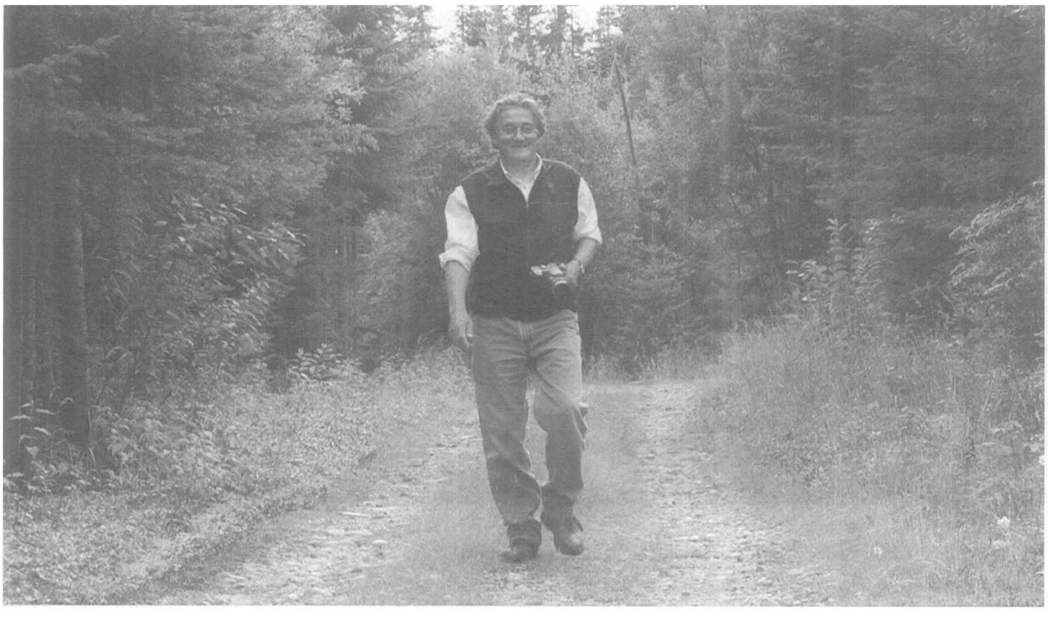
วัชรีวรรณ ทรัพย์รุ่งเรือง
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เมื่อเอ่ยถึงอาชีพทางวิทยาศาสตร์ เราอาจจะนึกถึงแต่นักวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่วิจัย ทดลอง ค้นคว้า อยู่ในห้องปฏิบัติการ หรือที่เราเรียกกันย่อๆ ว่าห้องแล็บ แต่ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำงานใกล้ชิดกับธรรมชาติ ผู้ทำงานกับต้นไม้ ทั้งราก ลำต้น ใบ ดอก ผลไม้ และเมล็ด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสภาพแวดล้อมของพืชเหล่านั้น

อาชีพนักวิทยาศาสตร์ประเภทนี้ จะต้องอาศัยวิชาความรู้ และทักษะที่ผสมผสานทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ งานดังกล่าว ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิ *Northrop Grumman*

การเติบโตของพืช บอกอะไรกับเรา

จากการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ในสาขานี้ บอกเราว่า ***"ต้นไม้แม้ว่าจะไม่สามารถพูดได้ แต่พวกมันก็เคลื่อนไหวได้"*** และในการเคลื่อนไหวของต้นไม้นั้น บอกบางสิ่งกับเรา ดังเช่น ในเขตอาร์กติก ป่าทั้งหมดกำลังเดินทางคืบคลานไปทางทิศเหนือ การเคลื่อนที่ของต้นไม้นี้ ได้มีนักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษา คือ Serge Payette นักนิเวศวิทยา ดังแสดงในรูปที่ 1 และทีมของเขา ได้ตามรอยปรากฏการณ์นี้อย่างใกล้ชิด Payette ได้อุทิศเวลาเป็นทศวรรษพยายามที่จะทำความเข้าใจถึงวิธีการที่พืชมีอิทธิพลอันน่าประหลาดใจต่อสภาพแวดล้อมแก่พืชด้วยกันเอง



รูปที่ 1 Serge Payette นักนิเวศวิทยา แห่งมหาวิทยาลัย Laval ศึกษาเรื่องป่าเหนือมีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิได้อย่างไร รวมทั้งการสร้างความอบอุ่นด้วยตัวเอง (ภาพโดย Josée Pelletier)

การทำงานร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญทั้งสามคน แสดงให้เห็นว่าพืชไม่เพียงแค่ตั้งรกราก สร้างอาณานิคมในสภาพแวดล้อมใหม่ๆ ได้ แต่ยังสามารถสร้างความอบอุ่น และทำให้สภาพแวดล้อมนั้นๆ สะอาดได้อีกด้วย พืชบางชนิดสามารถกำจัดพื้นที่ของพืชอื่นๆ ไม่ให้เติบโตขึ้นมาแข่งขันกัน หรือกำจัดสารเคมีออกจากพื้นดิน และสิ่งที่ค้นพบ ได้สร้างความประหลาดใจให้กับนักวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง การค้นพบแสดงให้เห็นว่าขณะที่พืชเติบโตมันก็มีการกระทำหลายสิ่งหลายอย่าง เพื่อที่จะก่อปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของพวกมันด้วยกันเอง รวมทั้งกับมนุษย์ด้วย

การเดินทางของพืชพรรณไม้

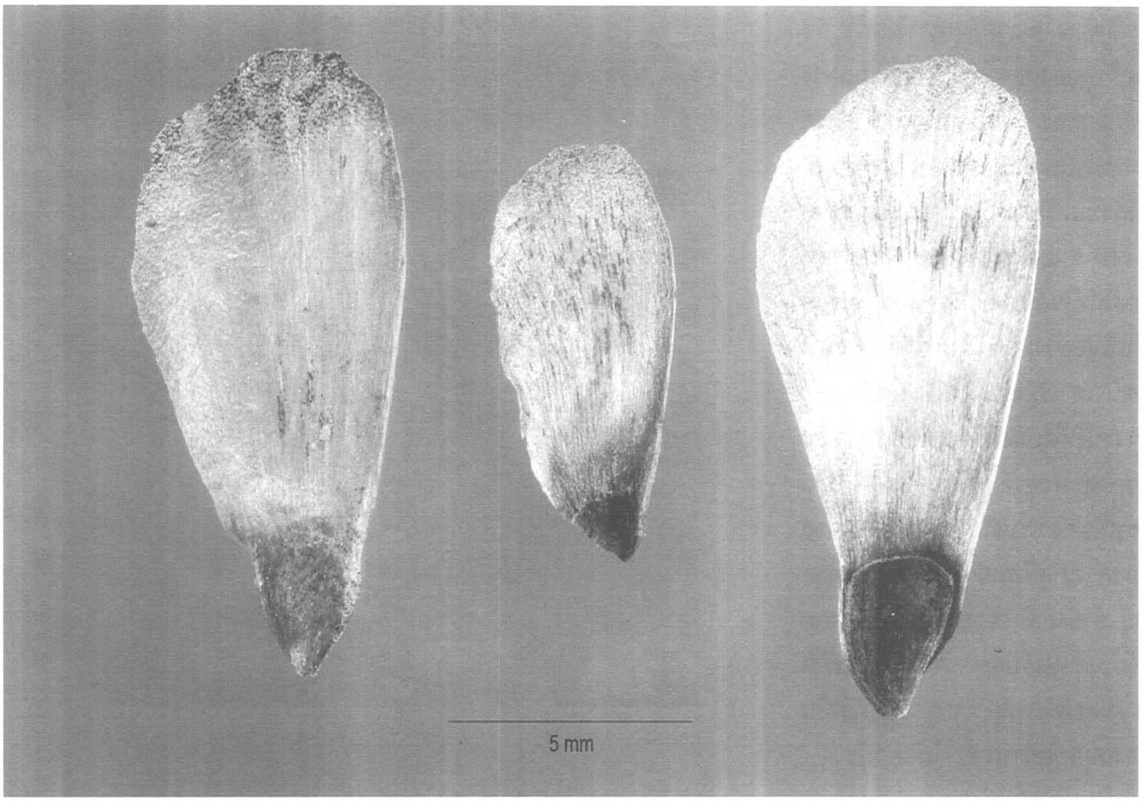
พ้นจากเขตทวีปอาร์กติกไป เป็นสถานที่ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วกว่าที่ใดๆ ในโลก การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินั้น ทำให้แนวต้นไม้ที่กำหนดเขตที่ป่าไม้จะหยุดการเติบโต และเป็นพื้นที่เริ่มต้นของทุ่งทุนดราอันโล่งกว้าง ได้ขยับขึ้นไปทางทิศเหนือ Payette เป็นนักนิเวศวิทยาพืชเขตอาร์กติก ทำงานที่มหาวิทยาลัย Laval ในควิเบก ประเทศแคนาดา เขาศึกษาวิธีที่ต้นไม้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในสภาพภูมิอากาศแบบนี้ในภาคเหนือของแคนาดา

ต้นไม้ที่ขึ้นตามแนวเขตต้นไม้จะต้องปกป้องตัวมันเองจากลมหนาว งานวิจัยของเขาได้แสดงให้เห็นว่าการทำเช่นนี้พืชจึงมีแนวโน้มที่จะเติบโตในแนวนอน กิ่งก้านจะโตต่ำลงไปที่พื้น การใช้พลังงานของต้นไม้ที่เติบโตด้วยวิธีนี้ หมายความว่าพวกมันไม่ได้มีพลังงานเหลือพอที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์ได้

แต่เนื่องจากอุณหภูมิของโลกที่อุ่นขึ้น ต้นไม้ไม่ได้เจริญเติบโตในแนวนอนอีกต่อไปแล้ว หลายชนิดสามารถเติบโตขึ้นไปบนท้องฟ้า เช่นนี้ จะทำให้พืชใช้พลังงานน้อยลง และด้วยพลังงานที่มีเหลือ ต้นไม้เหล่านี้ได้เริ่มต้นการผลิตเมล็ดพันธุ์มากขึ้น Payette ได้เห็นสิ่งนี้เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานที่ต้นสนสีขาวเติบโต เช่น ในภาคเหนือของควิเบกและแลบราดอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2

"สนสีขาว ซึ่งเป็นต้นไม้ของอเมริกาเหนือ ค่อนข้างมีความสามารถในการผลิตเมล็ดพันธุ์ได้จำนวนมาก ซึ่งเมล็ดพันธุ์เหล่านี้สามารถย้ายไปในระยะทางไกลๆ ได้โดยสายลม" Payette อธิบาย เมื่อลมพัด เมล็ดพันธุ์จะตกลงไปในทุ่งทุนดราที่อยู่นอกเหนือเขตแนวป่า ในที่สุดก็สามารถแตกหน่อต้นใหม่ นี่อธิบายได้ว่าทำไมป่าไม้ถึงสามารถเคลื่อนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 2 ต้นสนสีขาวเติบโตข้ามเขตภาคเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ จากอะแลสกาถึงแลบราดอร์ เมื่ออุณหภูมิในเขตอาร์กติกเพิ่มขึ้น ต้นสนได้แพร่กระจายไกลออกไปทั่วเขตภาคเหนือ (ภาพโดย Mark W. Skinner จากฐานข้อมูลพืช USDA-NRCS)



รูปที่ 3 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สนสีขาวจะใช้พลังงานมากเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ (ดังรูป) รูปทรงของเมล็ดสนช่วยให้มันปลิวพัดไปตามลมได้เป็นระยะทางไกลๆ การเคลื่อนไหวช่วยให้ต้นไม้แผ่อาณาเขตไปยังทุ่งทุนดรา และผลักดันเขตแนวต้นไม้ให้ไกลขึ้นไปทางเหนือ (ภาพโดย: Steve Hurst จาก ฐานข้อมูลพืช USDA-NRCS)

แน่นอนว่า กระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิในเขตทุ่งทุนดราต้องอบอุ่นเพียงพอ แต่ในระยะปีหลังๆ มานี้ โลกร้อนขึ้นทั่วกันทั้งโลก รวมถึงในเขตทุ่งทุนดราด้วย

เมล็ดพันธุ์ยังคงร่วงหล่นไปยังพื้นดินในเขตป่าสน แล้วเติบโตตอนล่างของแนวเขตต้นไม้ แต่ไม่สำคัญว่ามันจะเป็นต้นสน ในสถานที่ใหม่ที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าแนวต้นไม้ พวกมันกระตุ้นสองสิ่งที่สำคัญที่สามารถให้ความอบอุ่นในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยหิมะได้มากยิ่งขึ้น

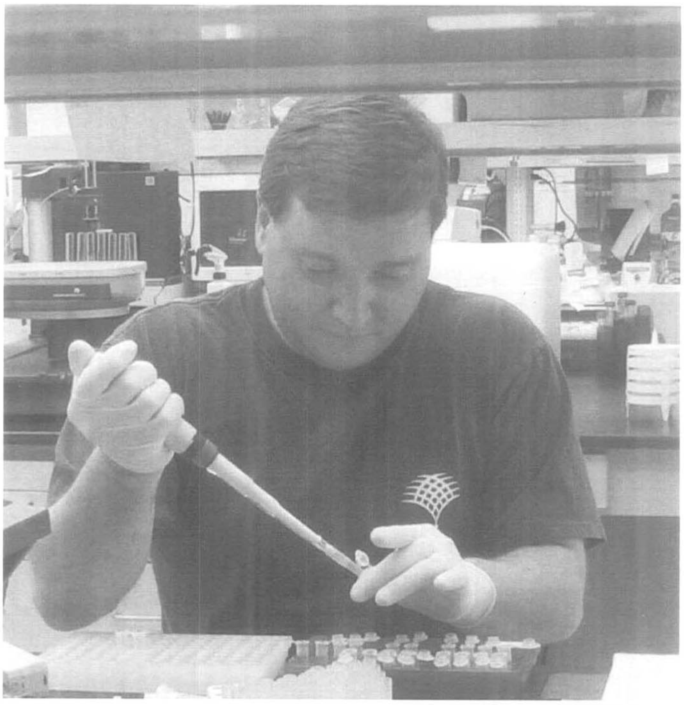
สิ่งแรก ต้นไม้ใหม่จะป้องกันหิมะ ถนอมรังสีจากดวงอาทิตย์ที่สะท้อนขึ้นมาจากพื้นผิวสีขาว แต่ต้นไม้ที่มีใบแบบเข็มที่มีสีเขียวเข้มจะดูดซับความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ นี่ทำให้ตัวมันเองอบอุ่นและอากาศรอบๆ อบอุ่น ด้วยความอบอุ่นพิเศษนี้ส่งเสริมให้ต้นไม้มีความสามารถในการผลิตเมล็ดพันธุ์มากขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถในการขยายป่าอาณาเขตของป่า

สิ่งที่สอง ยิ่งมีต้นไม้มากก็จะยิ่งดักหิมะได้มากขึ้น เพื่อปกป้องหิมะส่วนมากจากการถูกลมพัดไป แม้ว่าหิมะจะเย็นแต่มันก็ทำหน้าที่เฉกเช่นฉนวน เหมือนผ้าห่ม หิมะสามารถดักจับความร้อนในดินด้านล่าง การที่ดินอบอุ่น จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้

ทางเหนือของควิเบกและแลบราดอร์ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส (3.6 องศาฟาเรนไฮต์) ตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 1990 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินั้น ได้ช่วยให้ต้นไม้จำนวนมากเติบโตข้ามผ่านเขตแนวต้นไม้ และต้นไม้ที่ยิ่งเติบโตมากขึ้นจะยิ่งทำให้ภูมิภาคนั้นอบอุ่นขึ้นด้วย และอุณหภูมิที่อุ่นขึ้นจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ทางภาคเหนือที่ห่างไกลด้วย ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับคนและสัตว์ป่า คือ ในเรื่องของอาหารและที่อยู่อาศัย

อยู่ในอาคาร แต่ให้เหมือนอยู่กลางแจ้ง

นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Bill Wolverton รักงานด้านพืชของเขาเช่นกัน กล่าวได้ว่า รอบกายเขาทั้งที่บ้าน



รูปที่ 4 Bill Wolverton นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเกษียณอายุ แห่งองค์การ NASA ผู้ยังไม่ทิ้งงานของเขา พืชในบ้านที่ช่วยเติมแสงแดดให้กับสถานที่ทำงานในบ้านของเขา Wolverton เชี่ยวชาญเรื่องพืชสามารถทำให้อากาศภายในอาคารสะอาดได้อย่างไร จากที่บางครั้งพบสารปนเปื้อนที่เป็นอันตราย (ภาพโดย: Wolverton Environmental Services)

และสำนักงาน จะแวดล้อมไปด้วยพืช พืชภายในบ้านของเขา เช่น พืชตระกูลยาง พืชตระกูลว่านงู พืชสกุลพลูสีทองต่างๆ (Pothos) และลิลลี พืชสามัญพื้นบ้านเหล่านี้ล้วนแต่มีประโยชน์อย่างที่เราคาดไม่ถึง เช่น ช่วยทำความสะอาดอากาศที่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายได้ Wolverton ใช้เวลาเป็นอย่างมาก ในการศึกษาเรื่องของพืชนี้ เขาเริ่มงาน ในปี ค.ศ. 1980 โดยทำงานให้กับองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือนาซา (NASA) ซึ่งนาซาเป็นกังวลว่านักบินอวกาศอาจจะต้องใช้เวลาเป็นเดือนๆ อยู่ในยานอวกาศอันอุดอู้ ดังนั้น จึงได้ขอให้ Wolverton ช่วยวิจัยในการแก้ปัญหาว่า พืชควรสร้างอากาศที่ดีต่อสุขภาพการหายใจของนักบินและของมนุษย์อย่างเราๆ ได้อย่างไร

นักวิทยาศาสตร์ทราบมานานแล้วว่าพืชสามารถทำให้อากาศสะอาดได้ Wolverton ก้าวไปไกลกว่านั้น เขาทดสอบพืชพื้นบ้านธรรมดาๆ เพื่อดูว่าพืชใดทำหน้าที่ได้ดีที่สุด เขาสืบหาด้วยว่าพืชทำได้อย่างไร?

Wolverton เน้นหนักไปยังมลพิษทางอากาศ 3 ชนิด ได้แก่ แก๊สฟอร์มาลดีไฮด์ แก๊สเบนซีน และแก๊ส - ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากผลิตภัณฑ์ในครัวเรือนต่างๆ เช่น พรม เครื่องเรือน และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ระดับความสามารถในการปล่อยสารเคมีภายในบ้านสูงกว่าเมื่ออยู่ภายนอกบ้าน ถึง 2-5 เท่า และนั่นเป็นที่น่ากังวลเพราะคนเราใช้เวลาส่วนมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ อาศัยอยู่ในบ้าน

มลพิษเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องของการหายใจ อาการปวดหัว และอาการอ่อนล้า ผลการวิจัยแนะนำว่า สารเคมีพวกนี้บางอย่างอาจจะก่อให้เกิดมะเร็ง แต่การค้นพบของ Wolverton ก็ทำให้เราสบายขึ้นได้บ้างว่า ถ้านำสิ่งของที่อยู่นอกบ้าน เข้ามาอยู่ในบ้าน ก็จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ และของนอกบ้านนั้นก็ คือ ต้นไม้ เช่น ใบของพืชกระถางสามารถดูดซับสารเคมีบางอย่าง รวมทั้งสารปนเปื้อนที่พบบ่อยๆ ด้วย Wolverton ยังได้ทำการศึกษาต่อว่า ใบไม้ทำให้สารมลพิษเหล่านี้ลดลงไปจนเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายได้อย่างไร และเขาได้ค้นพบว่า พืชที่มีใบใหญ่กว่าดีที่สุดสำหรับการนำมาใช้เพื่อฟอกอากาศ นอกจากนั้นยังได้พบว่า พืชนำมลพิษออกจากอากาศได้ด้วยวิธีการระเหยของน้ำ นั่นคือ ในการคายน้ำจากใบของพืช จะมีการดึงน้ำขึ้นมาจากราก ขณะที่อากาศได้รับการดึงลงไปที่รากและดิน สารมลพิษในอากาศจะได้รับการดูดลงไปที่นั่นด้วย เมื่ออยู่ในดินสารมลพิษเหล่านี้สามารถถูกแยกออกไปเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายได้ โดยจุลินทรีย์

Wolverton ค้นพบว่า ใบไม้ที่มีการคายน้ำดีที่สุด จะช่วยฟอกอากาศได้ดีที่สุด เช่น ปาล์ม ใบพลูสีทอง พืชยาง และพืชลิลลี สำหรับห้องนอนขนาดมาตรฐาน เขาแนะนำว่าให้ปลูกพืชอย่างน้อยสองชนิด โดยแต่ละชนิดให้โตประมาณ 30-60 เซนติเมตร

แม้ว่า Wolverton จะเกษียณอายุจากนาซาแล้ว แต่ตอนนี้ เขายังทำงานในบริษัทที่ต้องอาศัยความสามารถอันเป็นธรรมชาติของพืชสำหรับบำบัดรักษาอากาศภายในอาคาร เขายังหาวิธีที่จะทำให้กระบวนการนั้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งอาจรวมถึงการเพิ่มลม และการแทนที่การบรรจุกระถางดินด้วยสารพิเศษที่จะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช

เมื่อพืชต่างปล่อยสารเคมีในต้นออกมาแข่งกัน

ขณะที่พืชบางชนิดสามารถหยุดยั้งสารเคมีที่เป็นอันตรายจากที่สิ่งอื่นๆ ก่อขึ้น พืชพวกนี้ก็สามารถผลิตพิษเพื่อที่จะไม่ให้พืชชนิดอื่นๆ บุกรุกเข้ามาในเขตแดนของมัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Allelopathy

“Allelopathy เป็นการสู้รบกับสารเคมีขั้นพื้นฐานสำหรับพืช” Joseph Jez นักชีววิทยาพืชผู้ทำงานอยู่ ณ มหาวิทยาลัย Washington ใน St. Louis กล่าว ดังแสดงในรูปที่ 5

พืชเป็นโรงงานสารเคมี พืชบางชนิดจะผลิตสารเคมีที่จะช่วยเหลือตัวมันเอง กลิ่นหอมหวานของดอกกุหลาบส่วนผสมของสารเคมีที่หอมหวล มีหน้าที่เอื้อในการสืบพันธุ์ พืชอื่นๆ ผลิตสารเคมีที่จะวางยาพิษพืชชนิดอื่น ยกตัวอย่าง วอลนัท พีแคน และต้น ฮิกคอรี พวกมันผลิตสารประกอบที่เรียกว่า Juglone ซึ่งเป็นสารเคมีที่สามารถล่อลวงพืชชนิดอื่นๆ ให้เหี่ยวแห้งตายได้ ในความเป็นจริง บางครั้งคนเราใช้ Juglone เพื่อเป็นสารฆ่าวัชพืชธรรมชาติ

Jez ได้ทำการศึกษาโปรตีนที่ควบคุมปริมาณของสารบางสารที่พืชผลิตขึ้น เขาศึกษารูปร่างของโปรตีนเหล่านั้นโดยเฉพาะ ผลออกมาว่า รูปร่างของโปรตีนเหล่านั้นมีผลต่อพืช ว่าพืชสามารถผลิต

รูปที่ 5 Joseph Jez นักชีววิทยาพืช แห่งมหาวิทยาลัย Washington เปลี่ยนสารเคมีจากพืชให้อยู่ในรูปของผลึก นั่นช่วยให้ Jez ให้เข้าใจได้ดีขึ้นถึงโครงสร้างสามมิติของมัน (ภาพโดย: Washington University)

สารเคมีปกป้องได้ในปริมาณมาก ปริมาณเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลย เพื่อสำรวจรูปร่างของโปรตีน Jez ได้เปลี่ยนวัตถุดิบให้อยู่ในรูปของผลึก จากนั้น ใช้รังสีเอกซ์ในการตรวจสอบการจัดเรียงอะตอม อันเป็นการสร้างภาพโครงสร้างโปรตีนในแบบสามมิติ Jez กล่าวว่า การที่จะทำความเข้าใจในรูปทรงของโปรตีนเหล่านี้ได้ดีขึ้น ต้องรู้ว่าพืชเหล่านี้ควบคุมสารเคมีได้อย่างไร ทั้งนี้ งานวิจัยเช่นนี้เพิ่งเริ่มต้น ผู้ที่ทำการศึกษาวิจัยได้แต่หวังว่า การค้นพบของพวกเขา จะทำให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เช่น ในเรื่องของการควบคุมการผลิตโปรตีน การสร้างโปรตีนที่เป็นประโยชน์ในหลอดทดลองและการหาวิธีช่วยให้พืชส่งเสริมผลผลิตด้านโปรตีน เป็นต้น ยกตัวอย่าง พืชบางอย่าง เช่น ข้าวฟ่างและข้าว ธรรมชาติของมันจะผลิตสารเคมีเพื่อที่จะต่อสู้กับสายพันธุ์บุกรุกอยู่แล้ว สำหรับเกษตรกร ผู้บุกรุกที่มีศักยภาพ ก็ คือ วัชพืช อย่างไรก็ตาม พืชประเภทอื่นๆ ก็มีความสามารถในการป้องกันผู้บุกรุกเช่นกัน แต่จะเป็นชนิดไหนบ้างนั้น นักวิจัยต้องทำการค้นคว้ากันต่อไป การค้นพบในเรื่องนี้ ยังมีประโยชน์ในการช่วยให้เราได้ค้นพบพันธุ์พืช ที่สามารถสู้กับพืชบุกรุกในเชิงเคมี หรือช่วยในด้านการผสมพันธุ์พืช เพื่อสามารถสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ที่สามารถต่อสู้กับวัชพืชได้อย่างแข็งขันมากขึ้น หรือช่วยดึงดูดผู้ถ่ายละอองเรณู เช่น ผึ้ง ที่จะแบกเมล็ดพันธุ์จากดอกไม้หนึ่งไปยังอีกดอกไม้หนึ่ง เมื่อผู้ถ่ายละอองเรณูหยุดอยู่บนดอกไม้ พวกมันก็วางบางส่วนของเมล็ดพันธุ์ลงไป เรียกว่าละอองเกสร ทำให้มันเกิดการขยายพันธุ์ได้

ต้นมะนาวเป็นตัวอย่างที่ดีของพืช ที่ให้สารเคมีในระหว่างการดึงดูดผู้ถ่ายละอองเรณู เรียกว่า สาร Limonene ที่ทำให้มีกลิ่นมะนาวที่ผู้ถ่ายละอองเรณูในกิจกรรมดังกล่าวนี้ ต้นมะนาวไม่ได้พยายามที่จะฆ่าพืชในบริเวณใกล้เคียง ในทางกลับกัน มันต้องการเพียงจะดึงดูดผู้ถ่ายละอองเรณูให้ได้มากกว่าพืชอื่นๆ นอกจากนั้น Jez ยังตื่นเต้นที่ได้ค้นพบว่า โปรตีนจากพืชบางชนิดสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของผลึกได้ นั่นหมายความว่า การค้นพบของเขาจะทำให้เขาเป็นคนแรกที่แลเห็นโครงสร้างทางโปรตีนของพืช หรือเรียกได้ว่า ได้เห็น "โครงกระดูกของพืช" นั่นเอง

การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติทั้งสามราย เป็นสิ่งมหัศจรรย์ในธรรมชาติ เป็นการค้นพบเรื่องใกล้ตัวเพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์ ซึ่งบางครั้ง กว่าจะค้นพบ ก็ยากเสียยิ่งกว่าการค้นพบเรื่องไกลตัวมากทีเดียว

แปลและเรียบเรียง จาก

Ooosthoek, S., 2013. Cool Jobs: Green Science. [online]. Available at: https://student.societyforscience.org/ article/cool-jobs-green- science?mode=topic&context=7, [accessed 3 December 2013].

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

ALPHANI INTERNATIONAL CO.LTD บริษัท อัลฟานี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

ห้องเลขที่ 128/131-133 ชั้น 12 พญาไทพลาซ่า 128 ถนนพญาไท ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

Rm. No. 128/131-133, 12th Fl., Payathai Plaza, 128 Phayathai Rd., Rajthavee, Bangkok 10400, Thailand.

Tel : (662) 216-5657-64 Fax : (662) 216-5665

ขอสนับสนุนการวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

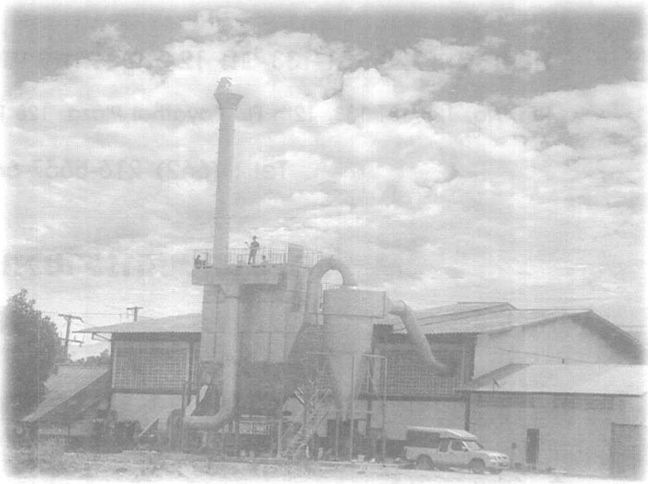
ของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อการวิจัย และพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์

ระบบบำบัดอากาศเสีย
สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม



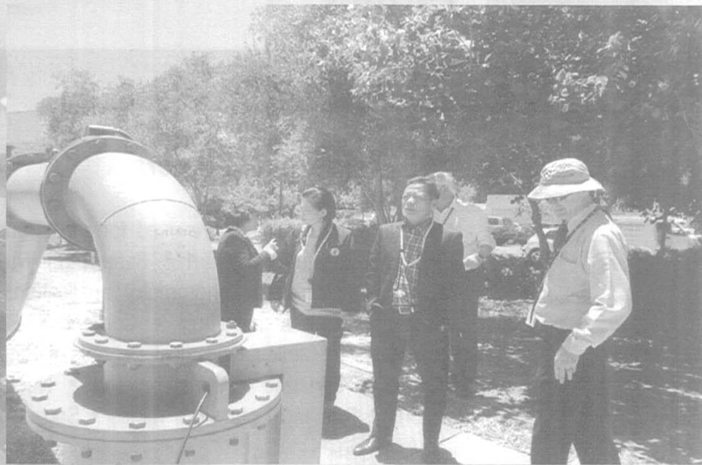
บริษัท อารีย์ เอ็นจิเนียร์ ซัพพลายส์ จำกัด

22/323 อาคาร เอเวอร์กรีนทาวเวอร์ ชั้น 1 ซ.บางนาตราด 56 ถ.บางนาตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร : 02-7515125 แฟกซ์ : 02-7515124 Email : parinya@aree.co.th www.aree.co.th

35 ปี กปภ. กปภ.ร่วมมือ Water Corporation ออสเตรเลีย พัฒนาคุณภาพระบบประปาเพื่อประชาชน

นางรัตนา กิจวรรณ ผู้ว่าการการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ลงนามในบันทึกความเข้าใจ (MOU) ระหว่าง กปภ. ADB WaterLinks และ Water Corporation ณ เมืองเพิร์ท ออสเตรเลีย เพื่อร่วมกันพัฒนาคุณภาพระบบประปาของ กปภ. ในด้านน้ำสูญเสียที่ กปภ.สาขาอุดรธานี ด้านคุณภาพน้ำที่ กปภ.สาขาเชียงราย และด้านการออกแบบระบบผลิตน้ำที่ กปภ.สาขารังสิต ทั้งนี้ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้น้ำต่อไป



ความร่วมมือดังกล่าวจะช่วยพัฒนาคุณภาพระบบประปาและช่วยเพิ่มทักษะด้านเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพน้ำ การบำรุงรักษา ตลอดจนสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยัง กปภ.สาขาอื่น ๆ ทั้งนี้ การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างกัน จะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล อันจะนำมาซึ่งความพึงพอใจและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นให้แก่ผู้ใช้น้ำของ กปภ. ทั่วประเทศ

อนึ่ง Water Corporation เป็นบริษัทผู้ดำเนินกิจการประปาทางด้านตะวันตกของประเทศออสเตรเลียที่มีระบบประปาขนาดใหญ่และรูปแบบหลากหลายคล้ายคลึงกับ กปภ.

การประปาส่วนภูมิภาค กระทรวงมหาดไทย

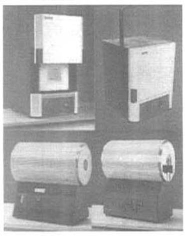
www.pwa.co.th

Charan Associates Co.,ltd

Tel: (66) 2-185-1383, (66) 2-712-5619 Fax: (66) 2-185-1382
Email: charanasso@gmail.com, sales.charan@gmail.com
Web: www.charanasso.com
Contact : Mr. Pornthep charanvas, General Manager
Mobile: 088-549-5411

Charan Associates Co.,ltd. Whose registered address is at 723/2 Soi Thonglor, Sukhumvit 55 Road, Khongtan nue, Wattana.Bangkok 10110 Thailand. The company has been operating since 1982 which is about 30 years from now. Its main business is the distribution of laboratory equipment, in general for industrial firms and Government sectors i.e Universities,Colleges, Institute of Technologies and research centers Equipments list include main part of products such as

Equipment and product matrix



Thermo Fisher product equipment supply a comprehensive range of lab instrumentation such as balances, centrifuges, microscopes, electrochemistry meters, gel boxes, constant-temperature equipment and water purification equipment.

Agricultural /Food Biotech

BWB flame photometers

BWB flame photometers are used for measuring Lithium, Sodium, Potassium, Calcium & Barium (Li, Na, K, Ca & Ba). There are flame photometry applications in many different industries including • Cement • Beverage • Pharmacies in Clinics • Medical Schools • Petrochemical • Paper • Fertilizer • Wine • Food • Nuclear Power Stations • Salt and Potassium mines • Sugar Industry

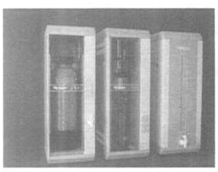
As well as over 50 varieties of Electromantles, DigiMantles and Multi (Extraction) Mantles, we have some speciality items such as Kjeldahl equipment for protein analysis in food, heating cords and tapes for the process industry and a range of equipment aimed at histology and pathology laboratories.

We also have a full range of controllers for laboratory equipment, stirrers, Melting Point Apparatus, three ranges of reaction stations- Omni, RS and Integrity- as well as our famous Electric Bunsen, the modern version of the old-style Bunsen Burner.

Bomb calorimeter system

Bomb Calorimetry is a procedure which determines the heat of combustion or calorific value of solid and liquid materials which are burned as fuels. It is a primary test of great importance to the following industries : coal production, power stations, fuel analysis, animal feed research, educational institutes, commercial analytical laboratories, by-product analysis, building materials, etc.

Pharmaceutical / Medical Biotech



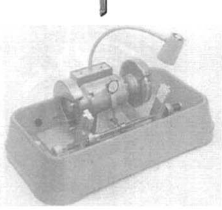
Fistreem Cyclon Ultrapure Water Stills

Fistreem have been the leaders in water still innovation for many years with a reputation for design, quality and reliability. Distillation is recognised as offering considerable advantages being fail safe in concept and consistently free from impurities including inorganics, organics, micro-organisms and pyrogens.

Arctiko

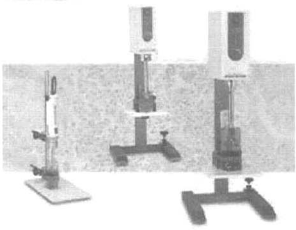
ARCTIKO is probably the most innovative cold chain manufacturer in the world. We have an absolute passion sofr what we do. Our aim is to create products with technology foresight and to be competitive in qualtiy and prices.

Bio Energy / Environment



The Hillquist Thin Section Machine

is used to prepare thin sections of mounted samples. A thin section cut-off saw and grinder have been incorporated into one unit. Its straight- forward design allows the operator to concentrate on making thin sections, not operating the machine.



Kinematica

For this purpose, vivid research takes place in biochemistry, biophysics, molecular biology, and medicine.Fundamental research often strives to understand global sequences and to allow regulative intervention. For this purpose, countless samples are analysed and evaluated.

รวบรวมและเรียบเรียงโดย : รัชนี วุฒิพฤกษ์ E-mail: rachanee@tistr.or.th โทร. 02-577-9000 ต่อ 9033
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

เพิ่มความเหนียวของเส้นด้าย ด้วยยางไม้

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์กรรณาภรณ์ ปทุมดำรงค์

ผู้วิจัย
เด็กชายหัสดิน พลระบัล
เด็กหญิงมัญชุลิกา วงศ์ไชย
เด็กหญิงชญานุช เรืองจันทร์

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต
2/617 ม.ศุภาลัยบุรี ต.คลองสี่ อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12120

ที่มาและความสำคัญ

น้ำยางเป็นของเหลวของพืชบางชนิด มีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม มีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำ น้ำยางที่เกิดจากพืชนี้เรียกว่า ยางธรรมชาติ มีความเหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็กๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีปริมาณของแข็งประมาณ 30-40 % ยางเป็นวัสดุพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยไฮโดรเจน และคาร์บอน ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ ซิส-1, 4-พอลิไอโซพรีน (cis-1, 4-polyisoprene)

คณะผู้วิจัยได้เกิดความสงสัยว่ายางจากพืชชนิดใดจะมีความทนต่อแรงดึงได้มากที่สุด หากนำเส้นด้ายที่มีความเหนียวน้อยมาย้อมด้วยยางไม้จากพืชต่างชนิดกัน

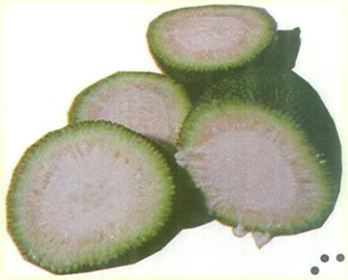
เตรียมการทดลอง

รูปที่ ๒ ลั่นทม

รูปที่ ๓ มะม่วง

รูปที่ ๑ ด้าย

รูปที่ ๔ ประดู่



รูปที่ ๕ ขนุน

รูปที่ ๖ ตีนเป็ด

รูปที่ ๗ กล้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทนต่อแรงดึงของด้ายต่างชนิดกัน เช่น ด้ายเนา ด้ายเย็บ และด้ายแซ็ก
2. เพื่อศึกษาชนิดของยางไม้ที่ช่วยเพิ่มความเหนียวของเส้นด้าย
3. เพื่อศึกษาความเหนียวของเส้นด้ายที่ย้อมด้วยยางไม้ที่ระยะเวลาต่างกัน
4. เพื่อศึกษาจำนวนครั้งที่ย้อมเส้นด้ายด้วยยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย
5. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย

วัสดุอุปกรณ์

1. มีดกรีดยาง
2. ภาชนะใส่น้ำยาง
3. เส้นด้าย ได้แก่ ด้ายเนา ด้ายแซ็ก และด้ายเย็บ
4. ถุงมือ
5. ผ้ากันเปื้อน
6. ไดรเป่าผม
7. ราวตากผ้า
8. ผ้าปิดจมูก
9. ปากคีบ
10. ไม้บรรทัด
11. ตาชั่งสปริง
12. ถุงทราย
13. ตะขอ

สารเคมี

1. ยางของต้นไม้ ได้แก่ ยางขนุน ยางมะม่วง ยางกล้วย ยางประดู่ ยางลีลาวดี และยางตีนเป็ด
2. น้ำ

วิธีการทดลอง

วิธีการทดสอบการทนต่อแรงดึงสูงสุด

ใช้คานเหล็กหรือราวตากผ้าทำเป็นคาน โดยใช้ตะขอเกี่ยวไว้กับคาน นำเครื่องชั่งสปริงมาแขวนกับตะขอ และนำด้ายความยาว 30 เซนติเมตร ที่ต้องการทดสอบความเหนียวมาผูกไว้กับปลายเครื่องชั่งสปริง นำส่วนปลายของด้ายผูกไว้กับถุงทราย โดยเพิ่มน้ำหนักถุงทรายไปเรื่อยๆ จนกว่าเส้นด้ายจะขาด ถุงทรายมีขนาดต่างกัน คือ 50, 100, 150 และ 200 กรัม สังเกตตาชั่งสปริงไว้ให้ดี เพราะเวลาขาดจะมองไม่ทัน บันทึกผลลงในตาราง ทดลอง 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยเพื่อความแม่นยำ

วิธีการตรวจสอบความแห้งของเส้นด้ายที่ย้อมด้วยยางไม้

ทำได้โดยนำกระดาษซับมันมาซับเส้นด้ายทุกๆ 10 นาที จนกว่ากระดาษซับมันจะไม่มีรอยชื้น จึงนำมาทดสอบการทนต่อแรงดึงสูงสุดได้

ตอนที่ 1: ศึกษาการทนต่อแรงดึงของเส้นด้ายต่างชนิดกัน

1. นำด้ายเนา ความยาว 30 เซนติเมตร มาทดสอบการทนต่อแรงดึง
2. ทำแบบข้อ 1 อีก 2 ครั้ง
3. ทำตามข้อ 1-2 เปลี่ยนจากด้ายเนาเป็นด้ายแซ็ก และด้ายเย็บ

ตอนที่ 2: ศึกษาชนิดของยางไม้ที่ช่วยเพิ่มความเหนียวของเส้นด้าย

1. นำยางไม้ที่มีความเข้มข้น 100% มา 6 ชนิด ได้แก่ ยางขนุน ยางมะม่วง ยางกล้วย ยางประดู่ ยางลีลาวดี และยางตีนเป็ด
2. นำด้ายที่มีความเหนียวน้อยที่สุด จากตอนที่ 1 มา 1 เส้น ความยาวเส้นละ 30 เซนติเมตร
3. นำด้ายเส้นที่ 1 มาย้อมด้วยยางขนุน เป็นเวลา 5 นาที รอให้แห้งสนิท แล้วนำมาทดสอบความเหนียว
4. ทำแบบข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง
5. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1-4 เปลี่ยนจากยางขนุนเป็นยางมะม่วง ยางกล้วย ยางประดู่ ยางลีลาวดี ยางตีนเป็ด และน้ำกลั่น

ตอนที่ 3: ศึกษาความเหนียวของเส้นด้ายที่ย้อมด้วยยางไม้ที่ระยะเวลาต่างกัน

1. นำยางไม้ที่มีความเข้มข้น 100% มา 6 ชนิด ได้แก่ ยางขนุน ยางมะม่วง ยางกล้วย ยางประดู่ ยางลีลาวดี และยางตีนเป็ด
2. นำด้ายที่มีความเหนียวน้อยที่สุด จากตอนที่ 1 มา 3 เส้น ความยาวเส้นละ 30 เซนติเมตร นำมาย้อมด้วยยางขนุนในระยะเวลาที่ต่างกัน คือ 5 นาที 10 นาที และ 20 นาที แล้วผึ่งให้แห้งสนิท
3. นำด้ายที่ย้อมด้วยยางขนุน มาทดสอบการทนต่อแรงดึงสูงสุด
4. ทำซ้ำตาม ข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง
5. ทำซ้ำตามข้อ 1-4 เปลี่ยนจากยางขนุนเป็นยางมะม่วง ยางกล้วย ยางประดู่ ยางลีลาวดี ยางตีนเป็ด และน้ำกลั่น

ตอนที่ 4: ศึกษาจำนวนครั้งที่ย้อมเส้นด้ายด้วยยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย

1. นำยางไม้ที่มีความเข้มข้น 100% มา 3 ชนิด ได้แก่ ยางประดู่ ตีนเป็ด และมะม่วง
2. นำด้ายที่มีความเหนียวน้อยที่สุด จากตอนที่ 1 มา 3 เส้น เส้นละ 30 เซนติเมตร ย้อมด้วยยางขนุน 1, 5 และ 10 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาที
3. นำด้ายที่ย้อมทดสอบแรงดึงสูงสุด
4. ทำซ้ำตาม ข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง
5. ทำซ้ำตาม ข้อ 1-4 เปลี่ยนจากยางขนุนเป็นยางประดู่ ลีลาวดี ตีนเป็ด มะม่วง และน้ำกลั่น

ตอนที่ 5: ศึกษาความเข้มข้นของยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย

1. นำยางไม้ที่มีความเข้มข้น 100% โดยปริมาตรต่อปริมาตร มา 3 ชนิด ได้แก่ ยางประดู่ ตีนเป็ด และมะม่วง
2. นำด้ายที่มีความเหนียวน้อยที่สุด จากการทดลองตอนที่ 1 มา 3 เส้น ความยาวเส้นละ 30 เซนติเมตร ย้อมด้วยยางประดู่ ยางตีนเป็ด และยางมะม่วงที่เจือจางน้ำเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 20% โดยย้อมเส้นด้ายนาน 5 นาที แล้วนำขึ้นผึ่งให้แห้งสนิท ทดสอบแรงดึงสูงสุดของเส้นด้าย
3. ทำตามข้อ 1-2 อีก 2 ครั้ง
4. ทำตามข้อ 1-3 เปลี่ยนความเข้มข้นของยางไม้จาก 20, 50 และ 70%

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1: ศึกษาชนิดของเส้นด้ายที่มีความเหนียวน้อยที่สุด

จากการทดลองชนิดของเส้นด้ายที่ต่างกัน มีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดต่างกัน โดยด้ายเย็บมีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุด รองลงมา คือ ด้ายแซ็ก และด้ายเนา ตามลำดับ

ตอนที่ 2: ศึกษาชนิดของยางไม้ที่ช่วยเพิ่มความเหนียวของด้าย (ด้ายเนา)

จากการทดลอง ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางไม้ชนิดต่างกัน มีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดต่างกัน โดยด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางประดู่มีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางมะม่วง

ตอนที่ 3: ศึกษาความเหนียวของเส้นด้ายที่ย้อมด้วยยางไม้ที่ระยะเวลาต่างกัน

จากการทดลอง ในช่วง 5 นาทีแรก: ยางไม้ที่ช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึง คือ ยางประดู่ มะม่วง ตีนเป็ด และลีลาวดี ตามลำดับ ส่วนยางกล้วยและยางขนุน ทำให้ค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดของด้ายเนาลดลง ตามลำดับ

ในช่วงระยะเวลาการย้อม 10 นาที: ยางไม้ทุกชนิดช่วยเพิ่มค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุด ตามลำดับ ดังนี้ ยางประดู่ ยางมะม่วง ยางขนุน ยางตีนเป็ด ยางกล้วย และยางลีลาวดี

ในช่วงระยะเวลาการย้อม 20 นาที: ค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุดที่ลดลงมากที่สุด เมื่อย้อมด้วยยางตีนเป็ด รองลงมาเป็นยางลีลาวดี และยางมะม่วง ส่วนค่าการทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อย้อมด้วยยางประดู่ ยางกล้วย และยางขนุน ตามลำดับ

ตอนที่ 4: ศึกษาจำนวนครั้งที่ย้อมเส้นด้ายด้วยยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย 3 ชนิด

จากการทดลอง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางไม้ต่างชนิดกัน โดยมีจำนวนครั้งที่จุ่มต่างกัน มีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดต่างกัน และเมื่อทำการย้อมเส้นด้ายด้วยยางไม้มีผลทำให้ค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ได้ย้อมด้วยยางไม้

2. ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางมะม่วงและยางตีนเป็ด จำนวนครั้งยิ่งมาก ค่าการทนต่อแรงดึงจะลดลง ส่วนยางประดู่ จำนวนครั้งยิ่งมาก ค่าการทนแรงดึงจะเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 5: ศึกษาความเข้มข้นของยางไม้ที่มีผลต่อความเหนียวของเส้นด้าย

1. ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางไม้ต่างชนิดกัน มีความเข้มข้นของยางไม้ที่ต่างกัน มีค่าเฉลี่ยการทนต่อแรงดึงสูงสุดต่างกัน
2. ด้ายเนาที่ย้อมด้วยยางมะม่วง มีค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าเส้นด้ายที่ไม่ได้ผ่านการย้อม
3. ยางประดู่ที่ความเข้มข้น 20 70 และ 100% ช่วยเพิ่มค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุด
4. ยางตีนเป็ดที่ความเข้มข้น 70 และ 100% ช่วยเพิ่มค่าการทนต่อแรงดึงสูงสุด

ประโยชน์ที่ได้

1. การเพิ่มความเหนียวของเส้นด้ายโดยการย้อมด้วยยางไม้
2. การนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาทำให้เกิดประโยชน์
3. ได้เส้นด้ายที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า
4. ลดปัญหามลภาวะที่เกิดจากการใช้ยางสังเคราะห์
5. เพิ่มประสิทธิภาพให้กับเส้นด้าย

เอกสารอ้างอิง

ขนุน. 2554. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fortunecity.com/campus/springbank/677/std1/P7.html, [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2554].

ชยามฤต, ก่องกานดา. 2554. วงศ์ตีนเป็ด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/, [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2554].

นิธิอุทัย, บุญธรรม. 2554. ยาง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/, [เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2554].

เพชรจันทร์, รัตน์. 2554. วิธีการกรีดยางที่ถูกต้อง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://guru.sanook.com/search/knowledge_search.php, [เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2554].

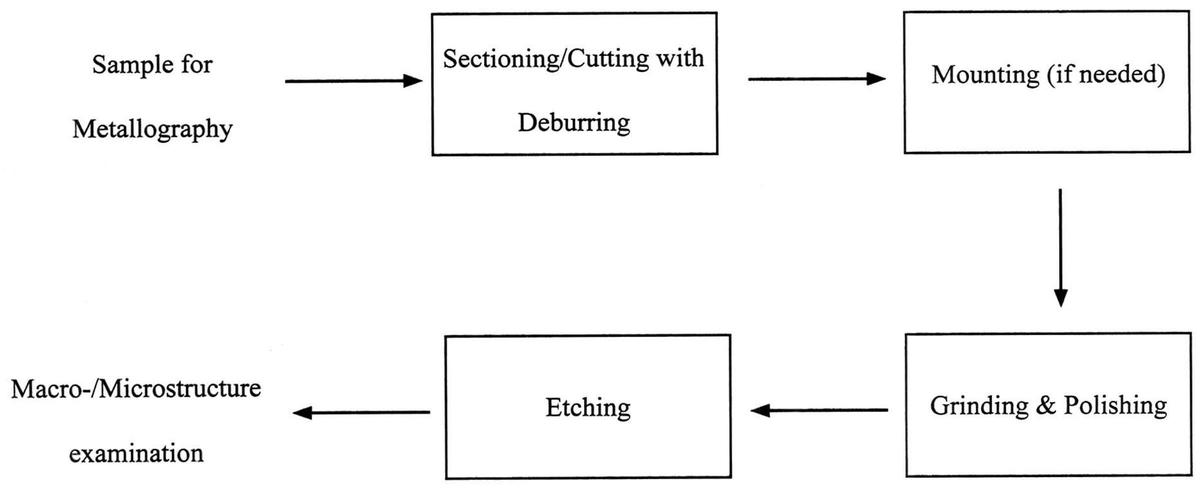
สมิตินันทน์, เต็ม. 2554. พันธุ์ไม้มีพิษ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://guru.sanook.com/encyclopedia, [เข้าถึงเมื่อ 22 มิถุนายน 2554].

ข้อแนะนำที่จำเป็น ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยา

เอก ธนกิจวนิชกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยาเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบแบบทำลายที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหาย การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์โลหะ สำหรับนิยามอ้างอิงจากมาตรฐาน ASTM E7-00 กำหนดไว้ดังนี้ "การวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยา (metallography) เป็นแขนงหนึ่งในสาขาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภาพรวมของโครงสร้างในโลหะและโลหะผสมที่สัมพันธ์กับสมบัติของวัสดุดังกล่าว" (ASTM International 2000)

เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมผิวของวัสดุนั้นจำเป็นต่อการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่ง ASTM E3-11 ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเตรียมผิวชิ้นงานตัวอย่างตั้งแต่การเลือกตำแหน่งชิ้นงานที่จะวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยา จนถึงขั้นตอนการขัดหยาบและขัดผิวมัน รวมทั้งการทำความสะอาดชิ้นงานจากคราบน้ำมันและสิ่งสกปรกต่างๆ (ASTM International 2011) เพื่อให้ได้โครงสร้างที่ถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์

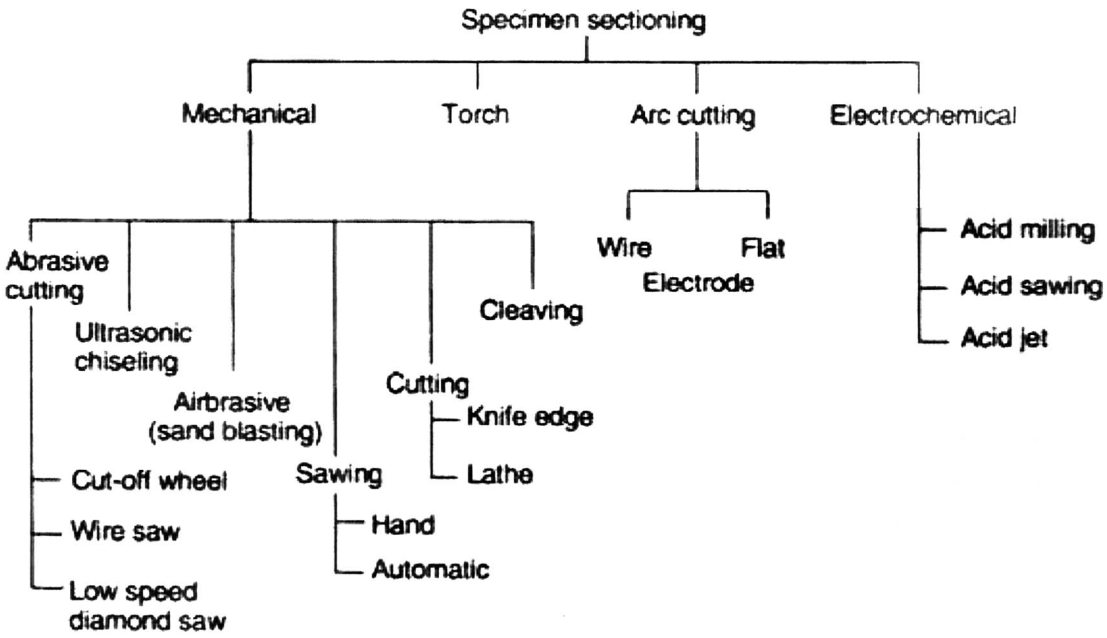


รูปที่ 1 แผนภูมิขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยา

สำหรับขั้นตอนการเตรียมผิวมีรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแต่ละขั้นตอนย่อยจะมีข้อควรพิจารณาจากการตัดตัวอย่างจนถึงการกัดกรดเพื่อจะนำมาวิเคราะห์โครงสร้างให้เหมาะสมกับประเภทของโลหะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การตัดตัวอย่างเพื่อเตรียมผิวชิ้นงาน เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการเตรียมผิวชิ้นตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดของวิธีการตัดทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2 สำหรับ

การตัดแบบ Abrasive นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยา โดยที่การตัดแบบความเร็วรอบสูง (Cut-off wheel) ใช้ใบตัดแบบไฟเบอร์เรซิน (resin-rubber bonded blade) เหมาะสำหรับวัสดุที่เป็นโลหะในกลุ่มเหล็ก ในทางตรงข้าม การตัดแบบความเร็วรอบต่ำโดยใช้ใบตัดเพชรนั้นจะใช้ตัดชิ้นงานที่ความหนาต่ำ (thin material) หรือวัสดุนอกกลุ่มเหล็ก โดยเฉพาะอะลูมิเนียมและวัสดุที่มีความแข็งสูง ได้แก่ เซรามิกหรือแก้ว เป็นต้น



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงรายละเอียดของการตัดชิ้นงานเพื่อเตรียมผิว
ที่มา: Petzow (2008)

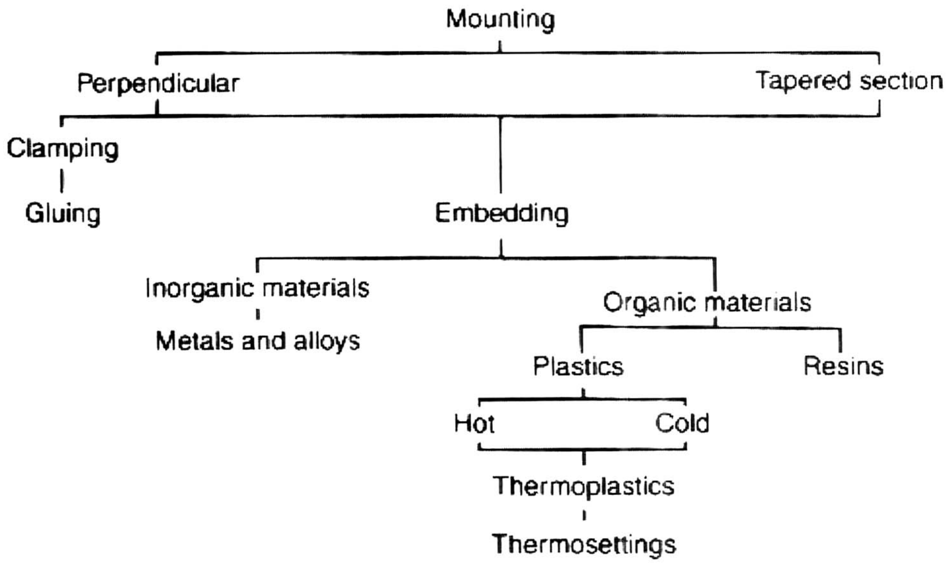
ตารางที่ 1 แสดงถึงข้อแนะนำในการเลือกใบตัดเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดหรือประเภทของวัสดุโดยเฉพาะโลหะ ตัวอย่างเช่น ใบตัด Al_2O_3 เหมาะสำหรับโลหะกลุ่มเหล็ก เป็นต้น นอกจากนี้ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตัดอีกอย่างหนึ่ง คือ สารหล่อเย็น (coolant) ต้องมีปริมาณเพียงพอ เนื่องจากในขณะที่ตัดชิ้นงานจะมีความร้อนเกิดขึ้น สารหล่อเย็นจะเป็นตัวช่วยในการระบายความร้อนดังกล่าวที่เกิดขึ้น รวมทั้งช่วยป้องกันการเกิดสนิมในระหว่างการตัดชิ้นงาน หลังจากการตัดชิ้นงานควรจะทำความสะอาดชิ้นงานด้วยแอลกอฮอล์เพื่อกำจัดคราบน้ำมันหรือคราบสกปรกอื่นๆ

ตารางที่ 1 ชนิด/ประเภทของใบตัดที่เหมาะสมกับวัสดุแต่ละประเภท

Materials	Cutting wheel: abrasive / binder
Steels, ferrous materials, hardened steels	Al_2O_3 (corundum) / bakelite
High alloy steels	Cubic boron nitride (CBN) / bakelite
Nonferrous materials, hard metals	Silicon carbide (SiC) / bakelite
Hard and tough materials, cermets, ceramics	Diamond / bakelite
Hard and tough materials, ceramics, minerals	Diamond / metal

ที่มา: Petzow (2008)

2. การอัดชิ้นงานหรือการตรึงชิ้นงานตัวอย่างด้วยพลาสติกหรือเรซิน เป็นขั้นตอนที่ใช้กับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กและยากต่อการจับชิ้นงานเพื่อทำการขัด โดยแผนภูมิในรูปที่ 3 แสดงรายละเอียดของขั้นตอนการตรึงชิ้นงานทั้งหมด นอกจากนี้จะต้องมั่นใจว่าชิ้นงานที่จะวิเคราะห์ปราศจากคราบสกปรกหรือน้ำมัน รวมทั้งเศษโลหะก่อนทำการตรึงชิ้นงานดังกล่าว



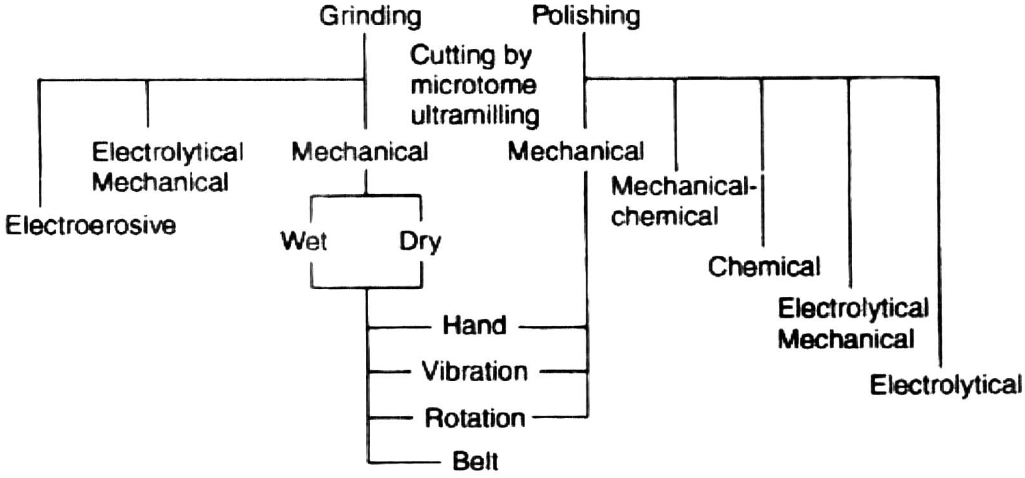
รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงรายละเอียดของการตรึงชิ้นงานเพื่อเตรียมผิว
ที่มา: Petzow (2008)

ซึ่งขั้นตอนการตรึงหรือฝังชิ้นงานในพลาสติกหรือเรซิน แบ่งออกเป็นการตรึงชิ้นงานด้วยความร้อน (hot mounting) และการตรึงชิ้นงานด้วยพลาสติกหรือเรซินแบบ cold/castable mounting โดยที่วิธีการดังกล่าวนั้นจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การตรึงชิ้นงานแบบ cold mounting นั้น เหมาะสมกับงานวิเคราะห์โครงสร้างสำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหาย ซึ่งการตรึงชิ้นงานแบบนี้ทำให้สามารถเก็บรายละเอียดข้อมูลของชิ้นงานที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหาย เป็นต้น

สำหรับประโยชน์ในการตรึงชิ้นงานนั้น เดี่ยววณิชย์ (2550) ได้อธิบายถึงข้อดีในการตรึงชิ้นงานในพลาสติกหรือเรซิน ดังนี้

- ช่วยรักษาความเรียบและระนาบของชิ้นงาน
- ช่วยป้องกันไม่ให้ชิ้นงานแตกหรือผิวเคลือบหลุด
- ช่วยให้การจับขณะขัดชิ้นงานสะดวกขึ้น
- ช่วยรักษามุมและขอบคมของชิ้นงานให้คงอยู่ขณะขัด
- ช่วยให้การรักษาชิ้นงานสะดวกขึ้น

3. การขัดผิวชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ประกอบไปด้วยการขัดหยาบและขัดผิวมัน Petzow (2008) ได้อธิบายถึงรูปแบบของการขัดสามารถแบ่งออกได้ตามแผนภูมิในรูปที่ 4 ซึ่งรูปแบบการขัดที่นิยมใช้ในการเตรียมผิวชิ้นงาน ได้แก่ การขัดทางกล (mechanical grinding and polishing) สำหรับงานวิเคราะห์โครงสร้างมหภาคนั้นจะใช้การขัดด้วยกระดาษทรายตั้งแต่เบอร์ 80 # หรือ 120 # จนถึง 600 # แล้วนำไปกัดกรดในขั้นตอนต่อไปโดยไม่จำเป็นต้องขัดผิวมัน เช่น การตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมหรือโครงสร้างจากการทุบอัดด้วยความร้อน (flow lines from forging) เป็นต้น



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงรายละเอียดของการขัดหยาบและขัดละเอียดผิวของตัวอย่าง
ที่มา: Petzow (2008)

การขัดผิวชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคสำหรับวัสดุทั่วๆ ไปนั้น การขัดหยาบจะใช้กระดาษทรายซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC paper) ตั้งแต่เบอร์ 80 # หรือ 120 # จนถึง 1,200 # หรือ 4,000 # แล้วจึงทำความสะอาดผิวชิ้นงานก่อนจึงจะขัดผิวมันด้วยผ้าสักหลาดตามด้วยน้ำยาผงเพชรขนาด 9 ไมครอนถึง 1 ไมครอน จากนั้นจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป โดยที่ ASTM E3-11 ได้แนะนำรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในการขัดหยาบและขัดผิวมัน ดังแสดงในตารางที่ 2 ตั้งแต่สารหล่อลื่นที่ใช้ระยะเวลาและความเร็วรอบในการขัดหยาบและขัดผิวมัน รวมทั้งชนิดของผ้าขัดสักหลาดที่ใช้ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวสามารถใช้อ้างอิงสำหรับการเตรียมผิวชิ้นงานโลหะในกลุ่มเหล็ก

ตารางที่ 2 รายละเอียดในการขัดผิวชิ้นงานสำหรับวัสดุทั่วๆ ไป

Surface	Lubricant	Abrasive Type/Size ANSI (FEPA)	Time sec.	Force[A] N(lbf)	Platen RPM[B]	Rotation
Planar Grinding						
paper/stone	water	120–320 (P120–400) grit SiC/Al_2O_3	15–45	20–30 (5–8)	200–300[C]	CO[D]
Fine Grinding						
paper	water	240 (P220) grit SiC	15–45	20–30 (5–8)	200–300	CO
paper	water	320 (P500) grit SiC	15–45	20–30 (5–8)	200–300	CO
paper	water	600 (P1200) grit SiC	15–45	20–30 (5–8)	200–300	CO
Rough Polishing						
low/no nap cloth	compatible lubricant	6µm diamond	120–300	20–30 (5–8)	100–150	CO
Final Polishing						
med./high nap cloth	compatible lubricant	1µm diamond	60–120	10–20 (3–5)	100–150	CO
synthetic suede[E]	water	0.04µm colloidal silica or 0.05µm alumina	30–60	10–20 (3–5)	100–150	CONTRA[F]

[A] Force per 30 mm (1¼ in.) diameter mount.
[B] Power heads generally rotate between 25 and 150 rpm.
[C] High-speed stone grinders generally rotate at greater than 1000 rpm.
[D] Complimentary rotation, surface and specimen rotate in same direction.
[E] Optional step.
[F] Contra rotation, surface and specimen rotate in opposite directions.

ที่มา: ASTM International (2011)

ในกรณีที่เป็นวัสดุที่มีความแข็งไม่สูงมาก (≤ 45 HRC) ที่เรียกว่า "soft material" ได้แก่ อะลูมิเนียมหรือโลหะนอกกลุ่มเหล็กอื่นๆ เช่น ทองแดง ทองเหลืองหรือตะกั่ว เป็นต้น ASTM E3-11 ได้แนะนำรายละเอียดในการขัดชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งอธิบายตั้งแต่ระยะเวลาและความเร็วรอบในการขัดหยาบและขัดผิวมัน รวมทั้งชนิดของผ้าขัดสักหลาดที่ใช้ในการขัดผิวมันเช่นเดียวกับตารางที่ 2

ตารางที่ 3 รายละเอียดในการขัดผิวชิ้นงานสำหรับวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่า 45 HRC

Surface	Lubricant	Abrasive Type/Size ANSI (FEPA)	Time sec.	Force[A] N(lbf)	Platen RPM[B]	Rotation
Planar Grinding paper/stone	water	120–320 (P120–400) grit SiC/Al_2O_3	15–45	20–30 (5–8)	200–300[C]	CO[D]
Fine Grinding heavy nylon cloth	compatible lubricant	6–15µm diamond	180–300	20–30 (5–8)	100–150	CO
Rough Polishing low/no nap cloth	compatible lubricant	3–6µm diamond	120–300	20–30 (5–8)	100–150	CO
Final Polishing med./high nap cloth	compatible lubricant	1µm diamond	60–120	10–20 (3–5)	100–150	CO
synthetic suede[E]	water	0.04µm colloidal silica or 0.05µm alumina	30–60	10–20 (3–5)	100–150	CONTRA[F]

[A] Force per 30 mm (1¼ in.) diameter mount.
[B] Power heads generally rotate between 25 and 150 rpm.
[C] High-speed stone grinders generally rotate at greater than 1000 rpm.
[D] Complimentary rotation, surface and specimen rotate in same direction.
[E] Optional step.
[F] Contra rotation, surface and specimen rotate in opposite directions.

ที่มา: ASTM International (2011)

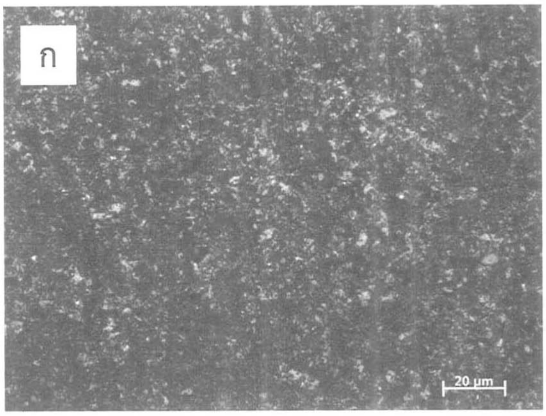
4. การกัดกรดเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเตรียมชิ้นงาน เพราะว่าขั้นตอนนี้ทำให้โครงสร้างที่วิเคราะห์ปรากฏขึ้น โดยการกัดกรดนั้นสามารถจำแนกออกเป็นการกัดกรดธรรมดา การกัดกรดสีและการกัดกรดโดยใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งสารกัดกรดที่ใช้นั้นจะต้องเลือกให้เหมาะกับประเภทของวัสดุที่จะวิเคราะห์ด้วย สำหรับตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างของสารกัดกรดที่เหมาะสมกับโลหะแต่ละประเภท ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าคาร์บอนจะใช้สารละลายกรดดินประสิว (HNO_3) ที่มีความเข้มข้น 2 - 10% ในขณะที่อะลูมิเนียมจะใช้สารกัดกรดที่เป็นสารละลายที่เรียกว่า Keller's reagent เป็นต้น

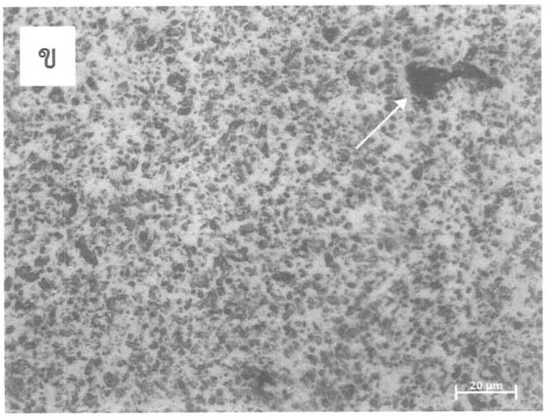
ตารางที่ 4 ตัวอย่างของสารกัดกรดที่เหมาะสมกับโลหะแต่ละประเภท

สารสกัด (Etchant)	ประเภทของวัสดุที่จะวิเคราะห์
2-10% Nital สารละลายกรดดินประสิว	เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าที่ผ่านการชุบแข็งและเหล็กหล่อ
10% HF in H_2O	อะลูมิเนียมและอัลลอยของอะลูมิเนียม
Marble's reagent	เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเตนไนต์และซูเปอร์อัลลอยกลุ่มโคบอลต์
Kalling's reagent	เหล็กกล้าไร้สนิมและซูเปอร์อัลลอยกลุ่มนิกเกิล
keller's reagent	อะลูมิเนียมและอัลลอยของไทเทเนียม
Kroll's reagent	ไทเทเนียมและอัลลอยของไทเทเนียม
Lichtenegger's reagent (การกัดกรดสี)	เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเตนไนต์และกลุ่มดูเพล็กซ์ (Duplex)
10% Oxalic acid in H_2O (การกัดกรดโดยใช้กระแสไฟฟ้า)	เหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเตนไนต์

ที่มา: Petzow (2008)

เนื่องจากการกัดกรดที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี ดังนั้นข้อแนะนำในการกัดกรดนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงอันตรายของสารเคมีและความปลอดภัยจากการใช้สารเคมี รวมทั้งการผสมสารเคมีต่างๆ เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ระยะเวลาในการกัดกรดต้องเหมาะสมเพื่อให้โครงสร้างปรากฏ ตัวอย่างเช่น ภาพโครงสร้างจุลภาคของซินเตอร์ ซิลิกอน-คาร์ไบด์ ดังแสดงในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่แตกต่างเนื่องจากระยะเวลาในการกัดกรดที่ต่างกัน ซึ่งบริเวณลูกศรในรูปที่ 5ข นั้นแสดงให้เห็นโพรงอากาศที่ปรากฏในโครงสร้าง เนื่องจากโพรงอากาศดังกล่าวเป็นผลมาจากกระบวนการขึ้นรูปของวัสดุประเภทนี้ ในขณะที่โครงสร้างจุลภาคของรูปที่ 5ก ไม่สามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ ของโครงสร้างได้ เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการกัดกรดนานเกินไป





รูปที่ 5 โครงสร้างจุลภาคของซินเตอร์ ซิลิกอนคาร์ไบด์ (Sintered SiC)
ที่มา: ธนกิจวนิชกุล (2555)

จากรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของขั้นตอนย่อยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมผิวชิ้นงานตัวอย่าง เพราะว่าแต่ละขั้นตอนดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยาตั้งแต่การตัดตัวอย่างจนถึงการกัดกรดเพื่อให้โครงสร้างปรากฏ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงเพิ่มเติมในการเตรียมผิวชิ้นงานดังกล่าวนั้น คือ การทำความสะอาดในระหว่างการเตรียมผิวชิ้นงานเพื่อให้ได้โครงสร้างที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ และการเลือกใช้แต่ละขั้นตอนย่อยในการเตรียมนั้นให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ รวมทั้งทราบข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างดังกล่าว สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้การวิเคราะห์โครงสร้างทางโลหะวิทยาง่ายและถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เดี่ยววณิชย์, อรจิรา. 2550. การเตรียมชิ้นงานสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนกิจวนิชกุล, เอก. 2555. การประยุกต์ใช้ Image Analyzer. *ใน* เอกสารการสัมมนา เรื่อง การประยุกต์ใช้ Image Analyzer งานวิจัยและงานวิเคราะห์/ทดสอบวัสดุ, ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ. วันที่ 9 พฤศจิกายน 2555. ปทุมธานี.

ASTM International, 2000. ASTM E7-00: Standard Terminology Relating to Metallography. Pennsylvania: ASTM International.

ASTM International, 2011. ASTM E3-11: Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens. Pennsylvania: ASTM International.

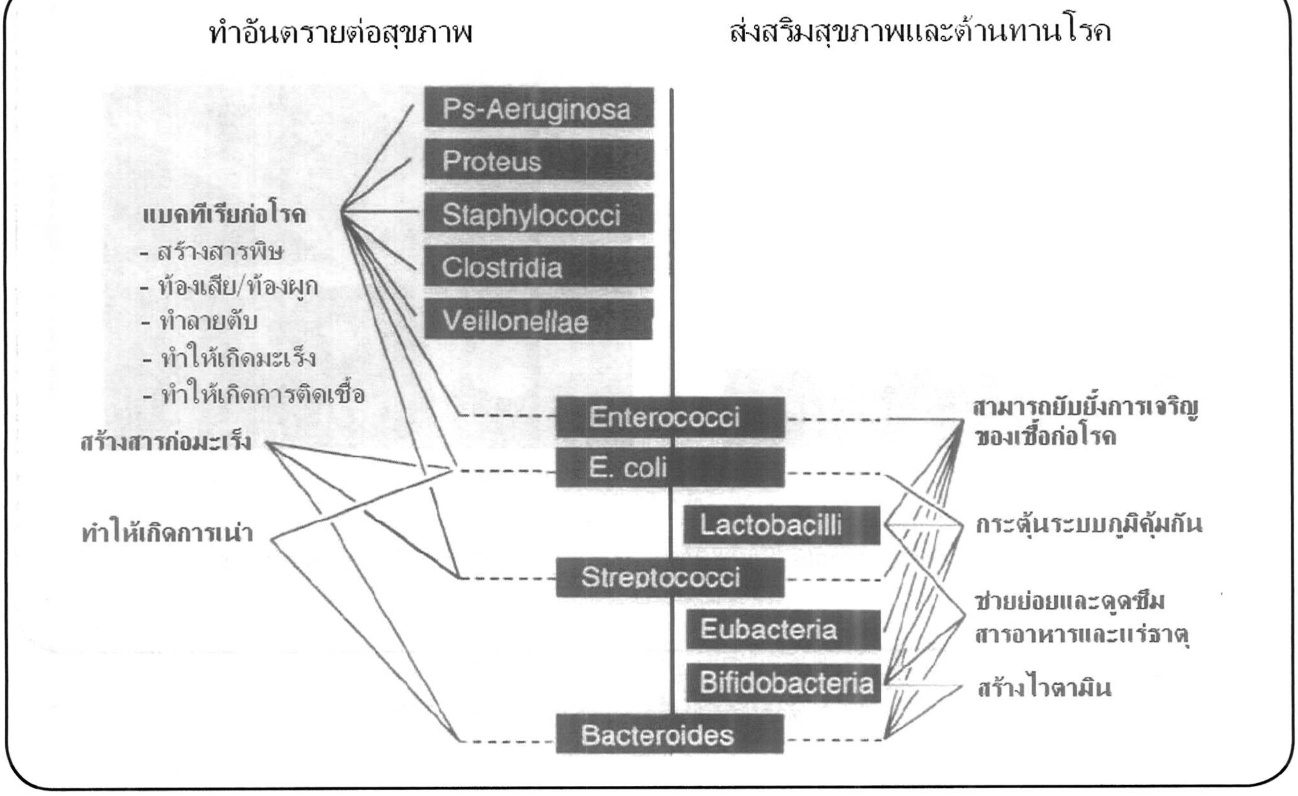
Petzow, G., 2008. Metallographic etching, 2^{nd} ed. Ohio: ASM International.

ผลิตภัณฑ์ซินไบโอติก (Synbiotic)

อัจฉรา ไชยองค์การ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เมื่อกล่าวถึงอาหารเสริมซินไบโอติกหรือผลิตภัณฑ์ที่เสริมสารซินไบโอติก ผู้อ่านบางท่านอาจรู้จักดีและคงได้ทดลองใช้แล้ว เช่น ผลิตภัณฑ์นมเด็กที่เสริมด้วยสารซินไบโอติก ขณะที่บางท่านอาจเคยได้ยินและเคยใช้ผลิตภัณฑ์แต่ไม่ทราบว่าสารซินไบโอติกคืออะไร มีประโยชน์อย่างไร ผลิตภัณฑ์ซินไบโอติก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายที่เราเรียกกันว่า จุลินทรีย์โพรไบโอติก (probiotics) และสารที่เป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์โพรไบโอติก เราเรียกว่า สารพรีไบโอติก (prebiotics) ดังนั้น ถ้าจะกล่าวว่าซินไบโอติก = โพรไบโอติก+พรีไบโอติก ก็ได้ การที่ผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกต้องประกอบไปด้วยโพรไบโอติกและพรีไบโอติกนั้น เพื่อเป็นการเสริมฤทธิ์ในการทำงานของสารทั้งสองซึ่งกันและกันให้เกิดประโยชน์สูงสุด

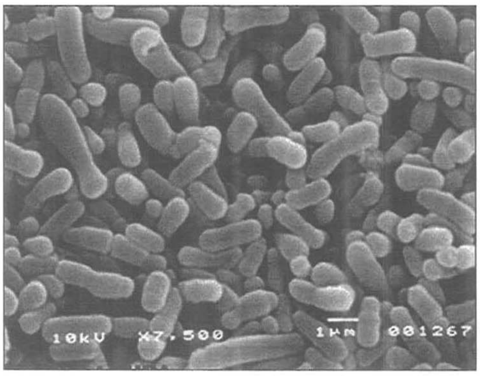
ปกติในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์จะมีเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นอาศัยอยู่ ซึ่งกลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบอาจแตกต่างกันบ้างระหว่างคนเอเชียกับคนยุโรป หรือคนในประเทศเดียวกัน แต่ต่างถิ่นฐานซึ่งมีผลมาจากการบริโภคอาหารที่แตกต่างกันนั้นเอง อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์ที่พบในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ เมื่อดูจากการส่งผลต่อสุขภาพแบ่งได้เป็นสองกลุ่ม คือ จุลินทรีย์ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพกับจุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อสุขภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1



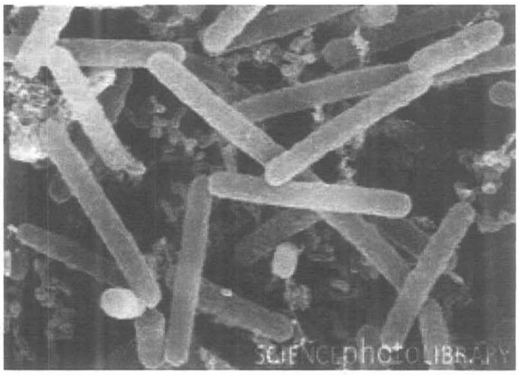
รูปที่1 จุลินทรีย์ที่พบในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์

เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะสมดุล ซึ่งหมายถึง การบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ ส่งผลให้ระบบลำไส้มีสภาวะที่ดี เช่น ค่าความเป็นกรด-เบสเหมาะสม ไม่มีการสะสมของสารพิษ ก็จะช่วยส่งเสริมให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ดีเจริญขึ้นและจุลินทรีย์เหล่านี้ยังสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ที่ไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ในทางตรงข้าม หากเราบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม เช่น บริโภคอาหารที่มีไขมันและโปรตีนสูง มีเยื่อใยต่ำ จะส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ให้โทษเจริญขึ้น เกิดสภาวะท้องผูกหรือท้องเสีย เกิดการสะสมของสารพิษ ส่งผลต่อสุขภาพเชิงลบ ดังคำพูดที่ว่า "เรากินอะไรไปก็ได้อย่างนั้น"

สภาวะปัจจุบันเราคงต้องยอมรับว่าสังคมเมืองทุกวันนี้เป็นสังคมที่เร่งรีบทำงานแข่งกับเวลา นิยมบริโภคอาหารสำเร็จรูป หรืออาหารจานด่วน ทำให้ได้รับสารอาหารไม่ดีพอสำหรับร่างกาย ประกอบกับสภาวะแวดล้อมของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง เกิดการแปรปรวนของสภาพอากาศ มีการสะสมของสารพิษมากขึ้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเชิงลบทั้งสิ้น ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยพยายามค้นคว้าหาสาร หรือผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตามที่ช่วยทำให้สุขภาพเราดีขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์โพรไบโอติกก็เป็นหนึ่งในหลายงานวิจัยที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญจนเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีประโยชน์สำหรับร่างกายจริง และเราควรได้รับโพรไบโอติกอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบลำไส้ เราจะได้รับจุลินทรีย์โพรไบโอติกจากไหนบ้าง อย่างง่ายที่สุดที่เราจะหาได้คือ การรับประทานผลิตภัณฑ์นมหมัก เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ที่มีเชื้อโพรไบโอ-ติกรวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติก ได้แก่ *Bifidobacterium animalis* และ *Lactobacillus acidophilus* เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย ดังแสดงในรูปที่ 2 แหล่งของโพรไบโอติก สามารถคัดแยกเชื้อได้จากในอาหารหมักดอง (fermented foods) เช่น แหนม ปลาร้า นมเปรี้ยว ผักดอง และปลาส้ม นอกจากนี้ยังพบได้ในอุจจาระเด็กแรกเกิด น้ำนมแม่ เป็นต้น ปัจจุบันองค์การอาหารและยาของไทยได้รับรองจุลินทรีย์ 23 สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก ดังแสดงในตารางที่ 1



Bifidobacterium animalis



Lactobacillus acidophilus

รูปที่ 2 ตัวอย่างของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติก

ตารางที่ 1 บัญชีรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกสำหรับใช้ในอาหาร

ลำดับที่	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์
1	บาซิลลัส โคแอกกูแลน	*Bacillus coagulans*
2	บิฟิโดแบคทีเรียม อะโดเลสเซนทิส	*Bifidibacterium adolescentis*
3	บิฟิโดแบคทีเรียม อะนิมอลิส	*Bifidobacterium animalis*
4	บิฟิโดแบคทีเรียม บิฟิดัม	*Bifidobacterium bifidum*
5	บิฟิโดแบคทีเรียม เบรเว	*Bifidobacterium breve*
6	บิฟิโดแบคทีเรียม อินฟานทิส	*Bifidobacterium infantis*
7	บิฟิโดแบคทีเรียม แล็กทิส	*Bifidobacterium lactis*
8	บิฟิโดแบคทีเรียม ลองกัม	*Bifidobacterium longgum*
9	บิฟิโดแบคทีเรียม ซูโดลองกัม	*Bifidobacterium pseudolongum*
10	เอ็นเทอโรค็อกคัส ดูแรน	*Enterococcus durans*
11	เอ็นเทอโรค็อกคัส เฟเซียม	*Enterococcus faecium*
12	แล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส	*Lactobacillus acidophilus*
13	แล็กโทบาซิลลัส คริสปาทัส	*Lactobacillus crispatus*
14	แล็กโทบาซิลลัส แก็สเซอรี	*Lactobacillus gasseri*
15	แล็กโทบาซิลลัส จอห์นโซนนิอิ	*Lactobacillus johnsonii*
16	แล็กโทบาซิลลัส พาราคาเซอิ	*Lactobacillus paracasei*
17	แล็กโทบาซิลลัส รียูเทอรี	*Lactobacillus reuteri*
18	แล็กโทบาซิลลัส รามโนซัส	*Lactobacillus rhamnosus*
19	แล็กโทบาซิลลัส ซาลิวาเรียส	*Lactobacillus salivarius*
20	แล็กโทบาซิลลัส ซีอี	*Lactobacillus zeae*
21	โพรพิโอนิแบคทีเรียม อะราไบโนซัม	*Propionibacterium arabinosum*
22	สแตปฟิโลคอคคัส ไซยูรี	*Staphylococcus sciuri*
23	แซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี สับสปีชีย์ บัวลาดิอิ	*Saccharomyces cerevisiae subsp.Boulardii*

ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข (2554)

นอกจากจุลินทรีย์โพรไบโอติกจะเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์แล้ว สารพรีไบโอติกก็เป็นที่สนใจไม่แพ้กันเนื่องจากนักวิจัย พบว่า จุลินทรีย์โพรไบโอติกบางชนิดเมื่อเข้าไปอยู่ในร่างกายแล้วจะถูกขับออกจากร่างกายได้ง่ายจึงจำเป็นที่จะต้องเติมเชื้อเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ บางชนิดสามารถอยู่ได้นานแต่อัตราการเพิ่มจำนวนต่ำ จึงมีนักวิจัยกลุ่มหนึ่งสนใจที่จะหาสารใดก็ตามที่สามารถส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกได้โดยที่สารอาหารนั้นจะต้องไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารและผลผลิตจากการใช้สารอาหารดังกล่าวของเชื้อโพรไบโอติกต้องมีฤทธิ์ส่งเสริมสุขภาพของร่างกายด้วย ซึ่ง

สารที่มีคุณสมบัติดังกล่าว คือ สารที่เรียกว่าพรีไบโอติกนั่นเอง ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคาร์โบไฮเดรตอาจมีโครงสร้างของน้ำตาลเป็นสายยาว (polysaccharides) หรือเป็นสายสั้น มีโมเลกุลของน้ำตาลต่อกันตั้งแต่ 3-10 โมเลกุล เช่น Beta-glucan, fructo-oligosaccharides, xylo-oligosaccharides, galacto-oligosaccharides, pectic-oligosaccharides และ manno – oligosaccharide เป็นต้น แหล่งของสารพรีไบโอติกเป็นสารที่สกัดได้จากพืช หรือเป็นสารที่ได้จากพืชเพื่อเป็นวัตถุดิบเริ่มต้น เช่น พืชหัวต่างๆ แป้งจากข้าว เปลือกผลไม้ ข้าวโพด กากมะพร้าว และเมล็ดถั่ว เป็นต้น สารพรีไบโอติกบางชนิดเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยอาศัยจุลินทรีย์ เช่น Beta-glucan จากเห็ด exopolysaccharide จากจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแอซีติก (acetic acid bacteria) และ Alpha-manno-oligosaccharide จากเซลล์ยีสต์ (yeast cell) เป็นต้น

จากเนื้อหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าโพรไบโอติกและพรีไบโอติกต้องทำงานร่วมกัน ส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยโพรไบโอติกต้องการสารพรีไบโอติกสำหรับการเจริญเพิ่มปริมาณได้มากขึ้น เมื่ออยู่ในร่างกายสามารถรักษาสมดุลและควบคุมเชื้อก่อโรคได้ และผลผลิตจากการหมักสารพรีไบโอติกของจุลินทรีย์โพรไบโอติกจะได้สารกลุ่มหนึ่ง คือ short-chain fatty acid (SCFA) ที่มีความสำคัญต่อการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน การดูดซึมสารอาหารและแร่ธาตุ การยับยั้งเชื้อก่อโรค ลดความเป็นพิษของสารก่อมะเร็งในลำไส้ได้ ลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารก่อมะเร็ง จากการทำงานร่วมกันของทั้งสองนี้เองจึงเกิดผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกขึ้น

ผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกที่พบเห็นตามท้องตลาดพบได้หลายรูปแบบ เช่น อาหารเสริมแบบแคปซูล ผงชงละลายน้ำ หรืออยู่ในรูปสารเสริมอาหารที่พบได้ทั่วไป เช่น สารเสริมในผลิตภัณฑ์นมเด็ก สารเสริมในโยเกิร์ต เป็นต้น ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กำลังดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซินไบโอติก ซึ่งผู้เขียนเองหวังว่าเราจะได้จุลินทรีย์โพรไบโอติกและสารพรีไบโอติกที่เกิดจากทรัพยากรชีวภาพของประเทศเราเองเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2554. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข : เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร *ใน* ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 128 ตอนพิเศษ 86ง, หน้า 21.

Bourlioux, P., Koletzko, B., Guarner, F., and Braesco, V., 2003. The Intestine and its Microflora and Partners for the Protection of the Host: Report on the Danone Symposium "The Intelligent Intestine," held in Paris, June 14, 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **78**, pp. 675-683.

Chakraborti, C.K., 2011. The status of synbiotics in colorectal cancer. *Life Sciences and Medicine Research*, **2011**, pp. LSMR-20.

Fusion Development Co.,Ltd.

บริษัท ฟิวชั่น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด

บริษัทฟิวชั่น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด

ดำเนินกิจการประเภทโรงงานลำดับที่ 105 และ 106

ประเภทโรงงานลำดับที่ 105

- บริการรวบรวม/คัดแยกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นอันตรายซึ่งอยู่ในรูปของแข็ง ประกอบด้วย เศษกระจก โลหะ ยาง พลาสติก กระดาษ และไม้ เพื่อทำการบดย่อยเศษวัสดุดังกล่าวเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ประเภทโรงงานลำดับที่ 106

- บริการรับกำจัด/บำบัด น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว น้ำมันหล่อเย็น (Coolant Oil) ตัวทำละลายใช้แล้ว น้ำปนเปื้อนน้ำมัน และเศษวัสดุต่างๆ เพื่อทำเป็นเชื้อเพลิงทดแทน และเชื้อเพลิงผสม

บริษัท ฟิวชั่น ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด

สำนักงานใหญ่ : 9/73 ซอยรามคำแหง 158 ถนนรามคำแหง เขตสะพานสูง แขวงสะพานสูง กทม.10240 โทร : 0-2917-3201-2 แฟกซ์ : 0-2917-3203

โรงงาน (สาขา 1) : 68/1 หมู่ 14 ตำบลหนองแหน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา 24120 โทร : 08-6366-9460 แฟกซ์ : 038-547-121

โรงงาน (สาขา 2) : 88 หมู่ 14 ตำบลหนองแหน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา 24120 โทร : 08-6366-9460 แฟกซ์ : 038-547-121

CENTER CONTAINERS CO.,LTD.

บริษัท เซ็นเตอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด

WWW.CENTERCONTAINERS.CO.TH

The Prime Minister's Industry Awards 2003

Thailand Energy Awards 2008

มรท. ๘๐๐๑-๒๕๔๖
TLS 8001-2003

ISO 9001 : 2008

ISO 14001 : 2004

ผลิตแผ่นและกล่องกระดาษลูกฟูก

ประโยชน์ของกล่องกระดาษลูกฟูก

1. เพื่อการขนส่ง สำหรับการบรรจุสินค้า
2. เพื่อป้องกันสินค้า ไม่ให้เสียหาย
3. มีน้ำหนักเบา สะดวกในการเคลื่อนย้าย จัดวางง่าย
4. เพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า สามารถพิมพ์รายละเอียดสินค้า
5. เพื่อขายตัวสินค้า เพิ่มส่วนแบ่งตลาด โดยเป็นส่วนหนึ่งของการโชว์สินค้า
6. เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า และเสริมภาพพจน์ของผู้ผลิต
7. เพื่อช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม สามารถนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ได้

บริษัท เซ็นเตอร์ คอนเทนเนอร์ จำกัด

เลขที่ 76/1 หมู่ที่ 9 ถนนสุขาภิบาล 2 ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130

โทร.02-813-1086 (Auto 10 Line) โทรสาร 02-813-1084-5 E-mail : centercontainers@yahoo.com

บริษัท บี.อี. มารูบิชิ (ประเทศไทย) จำกัด
B.E. MARUBISHI (THAILAND) CO., LTD.

Fermentor
- ☑Microbial
- ☑Animal cell

Equipments & Instruments
- ☑Boiler
- ☑Air Compressor
- ☑Chiller

System & Software
FermExpert

10/81 Moo 19 Navanakorn Industrial Estate, Paholyothin Rd.,
Klongnueng Klongluang, Pathumthani 12120 Thailand
Email: bemt@bemarubishi.com Website: http://www.bemarubishi.com
Tel: 0-2529-5264-8 Fax: 0-25295269

ISO 9001:2008

บริษัท ไอโซแคล เทคโนโลยี จำกัด
ISOCAL TECHNOLOGY CO.,LTD.

LABORATORY ACCREDITATION
ISO/IEC 17025
No.0085

บริการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมด้านต่างๆ 8 ประเภทงาน ได้แก่

สอบเทียบด้านมิติ (DIMENSION)
สอบเทียบด้านไฟฟ้า (ELECTRICAL)
สอบเทียบด้านอุณหภูมิ (TEMPERATURE)
สอบเทียบด้านความดัน (PRESSURE)
สอบเทียบด้านมวล (MASS & WEIGHT)
สอบเทียบด้านแรงบิด (TORQUE & FORCE)
สอบเทียบด้านเคมี (CHEMACAL)
สอบเทียบด้านเครื่องแก้ว (GLASSWARE)

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม

170/405 ซอย 6 เกษรา คลาสสิคโฮม ถนนเสรีไทย แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230
โทร. 02-906-3040-1 โทรสาร 02-919-9948 www.isocallab.com E-mail : sale_isocal@yahoo.com

มรกต...สดใส...ในลำโขง

ดร. เศกศักดิ์ เชยชม
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ในช่วงฤดูหนาวที่ผ่านมานี้ ผู้เขียนได้มีโอกาสลงพื้นที่ทำงานวิจัยและสัมผัสความหนาวเย็นทางเหนือสุดของไทยที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน โดยได้เข้าพบกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรจำนวน 2 กลุ่มๆ แรก คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และกลุ่มที่สอง คือ กลุ่มแปรรูปสาหร่ายน้ำจืด (ไก) อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน แม่บ้านเกษตรกรทั้ง 2 กลุ่ม รวมตัวกันแปรรูปสาหร่ายน้ำจืดที่เรียก "สาหร่ายไก"

สาหร่ายไก หรือที่ชาวบ้านเรียกสั้นๆ ว่า "ไก" นั้น จัดเป็นสาหร่ายน้ำจืดยาว และมีสีเขียวมรกตสดใส โดยทั่วไปมักพบในแหล่งน้ำไหล แหล่งน้ำมีคุณภาพดี น้ำไหลรินๆ ไม่แรงมากนัก สาหร่ายไกเติบโตในแหล่งน้ำมีท้องน้ำค่อนข้างตื้น มีหินขนาดใหญ่เป็นที่ยึดเกาะ ลำน้ำน่านและลำน้ำโขง เป็นแหล่งน้ำที่สาหร่ายสามารถเจริญได้มากที่สุดในประเทศไทย ซึ่งอยู่บริเวณอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

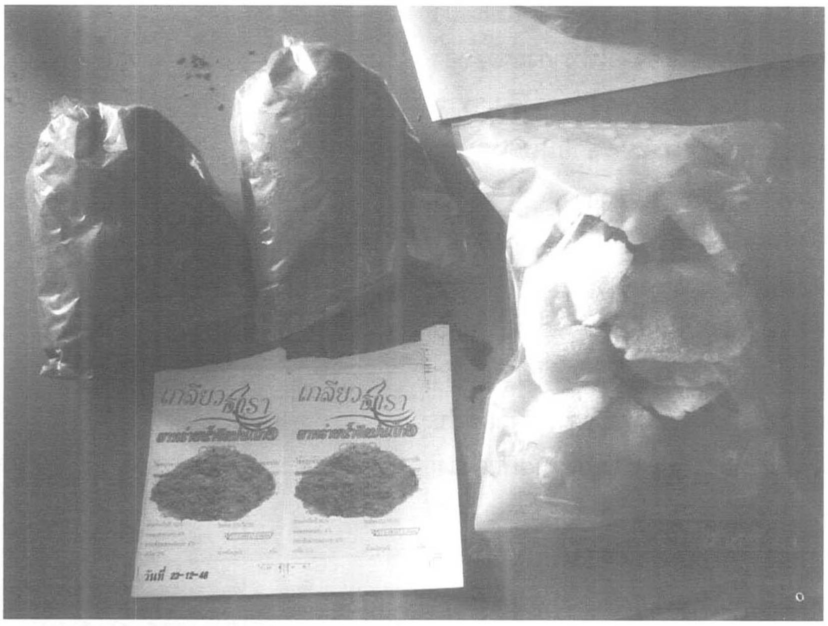
สาหร่ายไก เป็นสาหร่ายสีเขียว (green algae) อยู่ใน Division Chlorophyta มีลักษณะเป็นสาย มีทั้งแตกแขนงและไม่แตกแขนง ขึ้นอยู่กับชนิด สาหร่ายไกในลำน้ำโขง มี 2 ประเภท คือ สาหร่ายไกไหม หรือสาหร่ายไกเปื่อย เส้นสายจะมีลักษณะอ่อนนุ่มคล้ายเส้นไหม และสาหร่ายไกค่าวหรือสาหร่ายไกเหนียว เส้นสายจะหยาบและแข็งกว่าสาหร่ายไกไหม

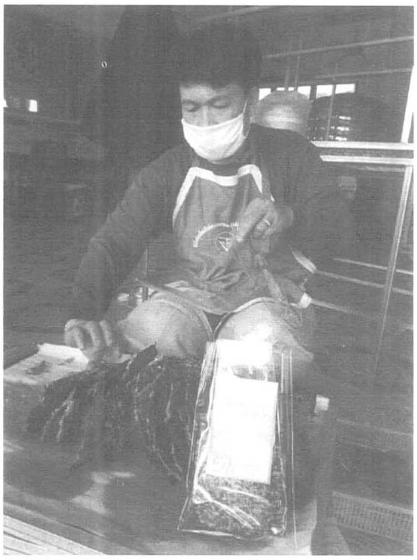
จากการศึกษาของหลายๆ งานวิจัยพบว่า สาหร่ายไกไหม คือ *Cladophora glomerata* Kutzing ส่วนสาหร่ายไกค่าว คือ *Micropora floccose* Thuret ทั้งนี้ *Cladophora spp.* จะมีความแตกต่างจาก *Microspora spp.* คือ *Cladophora spp.* จะแตกแขนงเป็น 2 ง่าม ในขณะที่ *Microspora spp.* จะไม่แตกแขนง เส้นสายของสาหร่ายไกประกอบไปด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดี่ยว ผนังเซลล์หนาเป็นสารพวกไคติน จึงมักมีสาหร่ายขนาดเล็กอื่นๆ มาเกาะติดได้ง่าย คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นแบบตาข่าย (reticulate chloroplast) มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศโดยการสร้างแกมมีต (gamete) และไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ ทั้งแกมมีตที่ผสมพันธุ์กันแล้ว และสปอร์จะเกาะติดอยู่บนก้อนหินที่พื้นท้องน้ำ ดังนั้น เมื่อเส้นสายของสาหร่ายตายไป เนื่องจากน้ำขุ่นในฤดูฝน ซึ่งสาหร่ายไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ แต่แกมมีตและสปอร์ดังกล่าวที่เกาะอยู่บนก้อนหินที่พื้นท้องน้ำยังมีชีวิตอยู่ เมื่อน้ำในลำน้ำขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เซลล์สืบพันธุ์ดังกล่าวจะงอกเป็นเส้นสายใหม่เจริญเติบโตเป็นเส้นสายยาวในลำน้ำต่อไป

(ที่มา : กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อ.เชียงของ จ.เชียงราย มกราคม 2557)

ผศ.ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโครงการวิจัยเพื่อศึกษาถึงศักยภาพของสาหร่ายไกในการนำมาเป็นอาหารและยา ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายไกในลำน้ำน่าน และลำน้ำสาขา ผลการวิจัยในเบื้องต้น พบว่า สาหร่ายไกกระจายอยู่ทั่วไปตามพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นก้อนหินและน้ำไหลไม่แรงมากนัก โดยจะเริ่มปรากฏให้เห็นในต้นฤดูหนาว ประมาณเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำในแม่น้ำค่อนข้างใส และจะเจริญเติบโตมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างรวดเร็ว และในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ จะพบสาหร่ายไกทั้งในลำน้ำน่าน และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย และพบเรื่อยไปจนถึงเดือนเมษายน พอถึงต้นฤดูฝน ประมาณเดือนพฤษภาคม ฝนเริ่มตก น้ำเริ่มขุ่น กระแสน้ำไหลแรงขึ้นเรื่อยๆ สาหร่ายไกจะค่อยเจริญเติบโตน้อยลงและค่อยๆ ทยอยหายไป

สาหร่ายไกในชุมชนบ้านหาดไคร้ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย นั้น สามารถเจริญเติบได้ดีในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ของทุกๆ ปี คนในชุมชนสองฝั่งแม่น้ำโขง จะเก็บสาหร่ายไกมาประกอบอาหารสืบทอดกันมาหลายชั่วอายุคน โดยมีความเชื่อที่ว่ารับประทานสาหร่ายไกแล้วจะทำให้อายุยืนยาว สุขภาพแข็งแรง ชาวบ้านจะเก็บสาหร่ายไกจากลำน้ำ ตามภูมิปัญญาของชาวบ้านเรียกว่า “จ๊กไก” นำมาประกอบอาหารและขายเป็นสินค้าในตลาดหมู่บ้านมีหลายแบบ เช่น สาหร่ายไกสด นำมาประกอบอาหาร ได้แก่ แกงไก ยำไก ห่อหมกไก และทำเป็นไกแผ่นตากแห้ง สำหรับไกตากแห้งนั้น สามารถนำมาประกอบอาหารเป็นไกยี กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ได้แปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายไกเป็นไกแผ่นปรุงรส น้ำพริกไก และข้าวเกรียบไก ขายเป็นสินค้าก่อให้เกิดรายได้แก่ชุมชนเป็น “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์” หรือ OTOP นอกจากจะเป็นอาหารของคนในชุมชนและผู้บริโภคทั่วไปแล้ว สาหร่ายไกยังเป็นอาหารสำคัญของปลาในแม่น้ำโขง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกปลากินพืช เช่น ปลาบึก สาหร่ายไกที่มีอายุมากนั้น จะเรียกว่าไกขี้โป้ ชาวบ้านจะเก็บมาเป็นอาหารหมู ปัจจุบันปริมาณของสาหร่ายไกลดลงมาก เนื่องจากสภาพทางกายภาพของลำน้ำแม่น้ำโขงเปลี่ยนไป สาเหตุคงเกิดจากการระเบิดแก่งในลำน้ำแม่น้ำโขงตามโครงการปรับปรุงร่องน้ำเพื่อการเดินเรือพาณิชย์ ทำให้ระบบนิเวศวิทยาในลำน้ำแม่น้ำโขงเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ ความเร็วของกระแสน้ำที่แรงขึ้น ความใสของน้ำที่ลดลง ระดับความสูงของแม่น้ำที่สูงขึ้น เกาะแก่งก้อนหินถูกทำลาย การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของ





สาหร่ายไก จนในที่สุดสาหร่ายไกในแม่น้ำโขงอาจล้มหายตายจากไป จากวิถีชีวิตของชุมชนบ้านหาดไคร้ อาจทำให้วัฒนธรรมการกินและบริโภคสาหร่ายไกของคนในชุมชนต้องสูญหายไปด้วย (ที่มา : กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อ.เชียงของ จ.เชียงราย มกราคม 2557)

สาหร่าย "ไก" สาหร่ายน้ำจืดใน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ถือได้ว่าเป็นเมนูอาหารชั้นเลิศ ที่ชาวเชียงของเก็บจากแม่น้ำโขงขึ้นมารับประทานกันตั้งแต่สมัยปู่ย่าตายาย ด้วยความเชื่อของชาวบ้านที่ว่า หากใครมีโอกาสรับประทานจะช่วยให้สุขภาพแข็งแรงและมีอายุยืนยาว เพราะสาหร่ายไกสามารถให้ผลิตผลิตได้ปีละ 1 ครั้ง ทำให้สาหร่ายไกมีราคาที่ค่อนข้างแพง อย่างที่กล่าวข้างต้น สาหร่ายไกจะเจริญเติบโตในระดับน้ำที่พอเหมาะ มีแสงแดดส่องถึงโขดหินที่ยังไม่โผล่พ้นผิวน้ำในแม่น้ำโขง ทำให้สาหร่ายไกที่มีสีเขียวเข้ม และเติบโตได้ดีบนโขดหิน จนชาวบ้านที่บ้านหาดไคร้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ยึดการเก็บสาหร่ายไกมาจำหน่ายเป็นอาชีพเสริมและสร้างรายได้อย่างงดงาม

สาหร่ายไก ดีต่อสุขภาพอย่างไร

ไก หรือ สาหร่ายไก เป็นสาหร่ายน้ำจืดมีลักษณะเป็นเส้นยาวสีเขียวใส พบในแหล่งน้ำไหล เจริญมากที่สุดในประเทศไทย และไกบริเวณที่มีรสชาติอร่อยที่สุด คือ แม่น้ำโขงบริเวณหน้าวัดหาดไคร้จนถึงหาดต้นฝาด ตำบลเวียง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ซึ่งแม่น้ำโขงบริเวณนี้เป็นสถานที่ที่มีประเพณีจับปลาบึกแห่งเดียวในประเทศไทย ไกกับชาวบ้านหาดไคร้มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันมาหลายชั่วอายุคนแล้ว โดยชาวบ้านที่นี่มีความเชื่อว่า ในหนึ่งปีควรได้บริโภคไกอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง อายุยืนไม่เจ็บป่วย ความเชื่อนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พบว่า ไกอุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น โปรตีนในปริมาณมากเทียบได้กับเนื้อสัตว์ นอกจากนั้นยังมีเส้นใยอาหารและแร่ธาตุอีกหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายโดยเฉพาะซีลีเนียม แร่ธาตุที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระประสิทธิภาพสูง โดยพบซีลีเนียมในไกในปริมาณที่สูงกว่าที่พบในอาหารชนิดอื่นหลายเท่าตัว

สาหร่ายไก ดีกว่าสาหร่ายจากต่างประเทศอย่างไร

สาหร่ายจากต่างประเทศที่ได้รับความนิยมบริโภคกันในปัจจุบันนี้ คือ สาหร่ายทะเล (โนริ) ที่เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับไกแล้ว พบว่า สาหร่ายทะเลจะมีปริมาณโปรตีน ใยอาหาร วิตามินซี และไอโอดีนสูงกว่าไก ในขณะที่ไกมีปริมาณแคลเซียม และเหล็กสูงกว่าสาหร่ายทะเล โดยแคลเซียมในไกมีมากกว่าสาหร่ายทะเล 2 เท่า (นมมีแคลเซียม 100 มิลลิกรัม สาหร่ายไกทะเลมีแคลเซียม 410 มิลลิกรัม และไกมีแคลเซียม 943.9 มิลลิกรัม) ธาตุเหล็กในไกมีมากว่าสาหร่ายทะเล 12 เท่า (ตับวัวมีธาตุเหล็ก 4 มิลลิกรัม สาหร่ายทะเลมีธาตุเหล็ก 12.7 มิลลิกรัม และไกมีธาตุเหล็ก 162 มิลลิกรัม) นอกจากนั้นยังพบบีตาแคโรทีน วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง กรดฟลูริก กรดแพนโททีนิก แมกนีเซียม ทองแดง และซีลีเนียมอย่างครบถ้วนในไก และมีในปริมาณที่สูงกว่าอาหารอื่นทั่วไป

ในปี พ.ศ. 2542 กลุ่มสตรีบ้านหาดไคร้ ได้ตั้งกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ขึ้น เพื่อประกอบกิจกรรมการแปรรูปสาหร่ายไก เป็นการลดการว่างงานของคนในชุมชน รวมทั้งสร้างรายได้เสริมให้แก่กลุ่มแม่บ้าน เป็นโอกาสและการขยายช่องทางการตลาดในการพัฒนาสาหร่ายไกเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม สร้างอาชีพของคนในชุมชนให้มีรายได้เพิ่มขึ้น รวมทั้งเป็นการยกระดับเศรษฐกิจของชุมชนได้อีกด้วย

จากการสัมภาษณ์ และพูดคุยกับประธานกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย กล่าวว่า หลังจากชาวบ้านรวมตัวกันและมีการจดทะเบียนวิสาหกิจชุมชนและตั้งกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ เมื่อปี พ.ศ. 2542 มีสมาชิกกลุ่มจำนวน 34 คน โดยเก็บค่าสมัครกับสมาชิกคนละ 20 บาท โดยกิจกรรมหลักของกลุ่มจะรับซื้อสาหร่ายไกจากชาวบ้านที่เก็บขึ้นมาจากลำน้ำโขง นำมาแปรรูปเป็นสาหร่ายไกอบแห้ง สาหร่ายไกทรงเครื่อง และข้าวเกรียบไก ฯลฯ โดยช่วงแรกได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ เช่น ตู้อบไก นอกจากนี้ ยังได้รับการช่วยเหลือด้านวิชาการ การให้คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ กลุ่มแม่บ้านมีการพัฒนาคุณภาพ มาตรฐานผลิตภัณฑ์มาอย่างต่อเนื่องจนผลิตภัณฑ์ไกทั้ง 9 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายแผ่นทรงเครื่อง ข้าวตังหน้าสาหร่ายไก กรอบเค็มสาหร่ายไก สาหร่ายเลิศรสไกยี น้ำพริกไก กะหรี่พัฟ

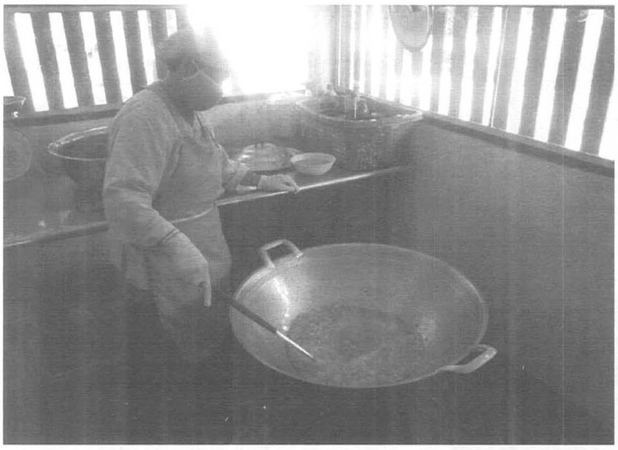
ไส้สาหร่ายไก ห่อหมกไก คุกกี้ไก/บิสกิตไก และข้าวเกรียบสาหร่ายไก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในตลาด ส่วนใหญ่จะได้รับ อย. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) และยังได้รับคัดเลือกเป็นสินค้า OTOP มาตรฐานระดับ 3-4 ดาว อย่างต่อเนื่อง

กล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปสาหร่ายไกในอดีตที่ผ่านมาสามารถสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มแม่บ้านปีละหลายแสนบาท หรือประมาณคนละ 3-4 หมื่นบาทต่อปี กลุ่มแม่บ้านกลุ่มนี้จะรับซื้อสาหร่ายไกสดจากชาวบ้านกิโลกรัมละประมาณ 200 บาท เพื่อนำมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยสมาชิกกลุ่มจะได้รับส่วนแบ่งจากการช่วยงานกลุ่มวันละ 150-180 บาท โดยกลุ่มแม่บ้านจะฝากผลิตภัณฑ์แปรรูปขายตามร้านค้าชุมชนและตลาดในชุมชน นอกจากนี้ประธานกลุ่มและสมาชิกยังได้นำผลิตภัณฑ์สาหร่ายไกเพื่อออกจำหน่ายตามงานแสดงสินค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ชุมชนที่จัดขึ้นในจังหวัดเชียงราย จังหวัดใกล้เคียง และจังหวัดอื่นๆ ทั่วประเทศอีกด้วย โดยภาพรวมผลิตภัณฑ์สาหร่ายไกแปรรูปค่อนข้างมีชื่อเสียงและได้รับความนิยมยอมรับกันมากในตลาดเขตภาคเหนือ เพราะสาหร่ายไกเป็นสาหร่ายน้ำจืดที่หายากและมีคุณค่าทางอาหารสูงเทียบเท่ากับอาหารทะเล

ประธานกลุ่มได้กล่าวอีกว่า ที่ผ่านมาหน่วยงานภาครัฐหลายๆ หน่วยงานได้เข้ามาดูแลส่งเสริมสนับสนุนกิจกรรมของกลุ่มอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสูตรอาหารแปรรูปสาหร่าย การยืดอายุและการเก็บรักษา การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค การขอรับการรับรองมาตรฐานจาก อย. ฯลฯ รวมทั้ง กลุ่มยังถูกส่งไปดูงานที่ประเทศญี่ปุ่นเกี่ยวกับการแปรรูปสาหร่ายอีกด้วย ปัจจุบันกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ถือเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน โดยมีนักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรจากจังหวัดต่างๆ ได้เดินทางมาศึกษาเยี่ยมชมดูงานเป็นประจำ

แม่บ้านจากกลุ่มแปรรูปสาหร่ายน้ำจืด (ไก) อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน




กล่าวว่า ชาวพื้นบ้านไทลื้อบริโภคสาหร่าย "ไก" มานานนับร้อยๆ ปี เนื่องจากสาหร่ายไกเป็นวัตถุดิบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในแม่น้ำน่าน มักขึ้นในที่สะอาดและพบมากบริเวณแม่น้ำน่าน อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ตั้งแต่เดือนตุลาคม-เดือนเมษายน ในสมัยโบราณคนไทลื้อ รุ่นทวด ปู่ย่า ตายาย นิยมนำสาหร่ายไกมาปรุงอาหาร ด้วยวิธีการทำห่อนึ่งไก คั่วไก ไกแผ่น และไกยี ผู้สูงอายุเชื่อกันว่าบริโภคสาหร่ายไกเป็นอาหารทุกวัน จะทำให้มีสุขภาพแข็งแรงและมีอายุยืนยาว เนื่องจากสาหร่ายไกจัดเป็นพืชน้ำที่เจริญเติบโตได้เองตามธรรมชาติ มีโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ และมีปริมาณบีตา-แคโรทีนสูงกว่าผักจำพวกแครอตถึง 4 เท่า มีวิตามินบี 1 และ บี 2 มากกว่าผักบางชนิด และชาวบ้านเชื่อว่า การบริโภคสาหร่ายไกจะช่วยทำให้ผมดกดำ ไม่หงอก และชะลอความแก่ ผิวพรรณผ่องใส ลดความเสี่ยงต่อมะเร็ง ได้อีกด้วย

ในปี พ.ศ. 2545 สมาชิกแม่บ้าน จำนวน 20 คน ได้รวมตัวกันที่บ้าน คุณครูนัทธมน คำครุฑ ที่ปรึกษากลุ่มแม่บ้านหนองบัว อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ได้ริเริ่มก่อตั้งกลุ่มแปรรูปส่าหร่ายน้ำจืด ได้ทดลองนำสาหร่ายน้ำจืด (ไก) มาแปรรูปให้เป็นอาหารและขนมหลายชนิด เช่น น้ำพริก คุกกี้ไก กรอบเค็ม และข้าวตังหน้าสาหร่าย เพื่อสืบสานภูมิปัญญา ถ่ายทอด

องค์ความรู้ท้องถิ่น บ้านหนองบัว อำเภอท่าวังผา ไม่ให้สูญหาย ตลอดจนเป็นการสร้างอาชีพเสริมสร้างรายได้ให้กับแม่บ้านและครอบครัวในชุมชนหนองบัว คุณครูนันธมน คำครุฑ ได้ใช้บ้านเป็นสถานที่ทำการกลุ่ม (ชั่วคราว) และได้มีการระดมหุ้นจากกลุ่มสมาชิกแม่บ้านทั้งหมด 150 หุ้น หุ้นละ 10 บาท ตั้งแต่วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545 และมีสมาชิกเพิ่มขึ้น 180 คน ในปี พ.ศ. 2547 จนถึงปัจจุบันมีสมาชิกจำนวน 183 คน ปัจจุบันกลุ่มนี้มีรายได้อยู่ที่ประมาณ 6 หมื่น ถึง 1 แสนบาทต่อปี ซึ่งสาหร่ายแผ่นอบแห้งแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้แก่กลุ่มมากที่สุดโดยราคาที่จำหน่าย กลุ่มจะขายปลีกซองละ 20 บาท มีน้ำหนักประมาณ 100 กรัม สินค้าจะวางจำหน่ายในศูนย์ OTOP อำเภอท่าวังผา และจังหวัดน่าน เป็นหลัก และแหล่งร้านค้าทั่วไป นอกจากนี้ ยังส่งไปจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดใกล้เคียงและต่างจังหวัด

ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภคใน 2 จังหวัด (น่านและเชียงราย) เกี่ยวกับการบริโภคผลิตภัณฑ์สาหร่ายแปรรูปถึงเหตุผลของการเลือกซื้อ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้บอกถึงหลายๆ สาเหตุที่เลือกซื้อ คือ คุณค่าทางอาหาร ความแปลกใหม่ของสินค้า หารับประทานยาก เพื่อเป็นการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ชุมชน ช่วยลอคอเลสเตอรอล ช่วยลดความดันโลหิต เพิ่มบีตา-แคโรทีน ลดความเสี่ยงต่อมะเร็ง เป็นต้น จะเห็นได้ว่า ผู้บริโภคใน 2 พื้นที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของประโยชน์ของสาหร่ายไก ผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นที่มีคุณอนันต์ต่อผู้บริโภค

ทั้งนี้ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ได้เข้าไปช่วยเหลือในการพัฒนาขั้นตอนและกระบวนการผลิตในด้านเครื่องจักรต่างๆ ได้แก่ เครื่อง-ล้าง เครื่องปั่น และเครื่องย่าง จากในอดีตสมาชิกกลุ่มใช้วิธีแยกสิ่งแปลกปลอมในสาหร่ายไกออกด้วยมือและล้างน้ำทำความสะอาดสาหร่ายหลายๆ ครั้ง ซึ่งการที่ วท. เข้าไปพัฒนากระบวนการผลิตของกลุ่มตรงนี้ ทำให้กลุ่มได้รับความสะดวกในการทำงาน ลดระยะเวลาในการทำงาน รวดเร็ว และได้ปริมาณการผลิตมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

สาหร่ายไก. 2557. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านหาดไคร้ อ.เชียงของ จ.เชียงราย, วันที่ 3 มกราคม 2557.

สาหร่ายไก. 2557. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มแปรรูปอาหารจากสาหร่ายน้ำจืดบ้านหนองบัว ต.ป่าคา อ.ท่าวังผา จ.น่าน, วันที่ 6 มกราคม 2557.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.edtech.ipst.ac.th, [เข้าถึงเมื่อ 10 ธันวาคม 2557].

http:// www.qualitechplc.com E-mail: info@qualitechplc.com

Qualitech
บริษัท ควอลลีเทค จำกัด (มหาชน)
Qualitech Public Company Limited

บริษัท ควอลลีเทค จำกัด (มหาชน)

Head Office 21/3 Banplong Road, Maptaphut, Muang, Rayong 21150 (Thailand)
Telephone : +66 3869-1408 to 10 Facsimile : +66 3869-2028

Branch 1/37 Moo 1, Nongchak, Banbueng, Chonburi 20170 (Thailand)
Telephone : +66 3829-7302 to 4 Facsimile : +66 3829-7305

ถูกต้อง ปลอดภัย ใส่ใจคุณภาพ

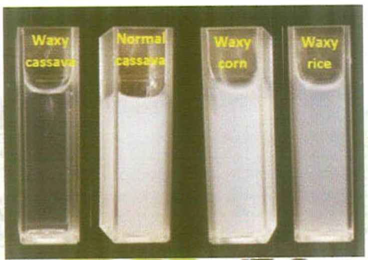
บริษัท ควอลลีเทค จำกัด (มหาชน)

ดำเนินธุรกิจในการให้บริการทางวิศวกรรมความปลอดภัย ในฐานะผู้เชี่ยวชาญอิสระ *(Third party engineering service)* ให้กับองค์กรต่างๆเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบหรือประเมินคุณภาพตามมาตรฐานสากล และข้อกำหนดทางกฎหมาย ด้วยการให้บริการ 2 ส่วน คือการทดสอบโดยไม่ทำลาย *(Non-Destructive Testing)* การตรวจสอบและรับรองคุณภาพ *(Inspection and Certification)* บริการทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification UKAS

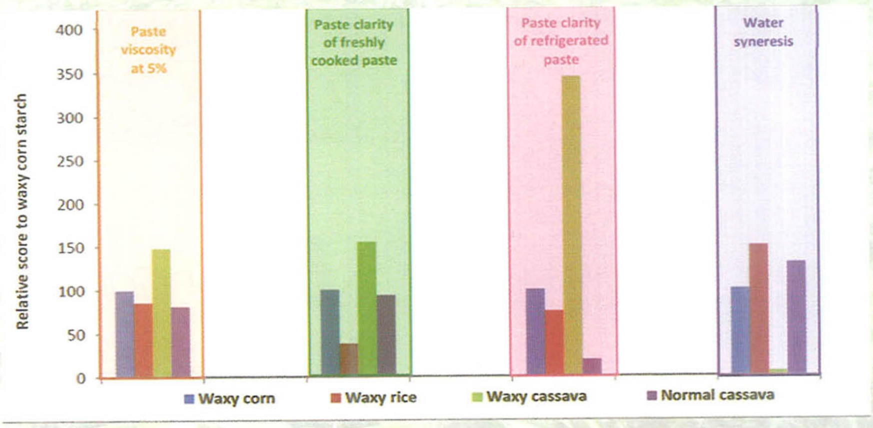
TTDI

THAI TAPIOCA DEVELOPMENT INSTITUTE

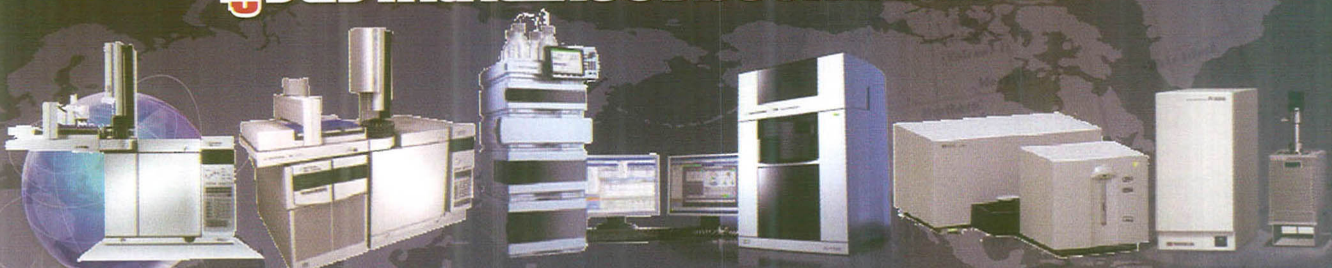


1[st] WORLD NON-GM WAXY CASSAVA WITH

REMARKABLE CHARACTERISICS



ผู้จัดจำหน่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์



บริษัท เวิลด์สยามกรุ๊ป จำกัด (WORLD สยาม GROUP) ได้รับการแต่งตั้งจาก Agilent Technologies ให้เป็นผู้จัดจำหน่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ด้วยโครมาโตกราฟีอย่างเป็นทางการ

บริษัท เวิลด์สยามกรุ๊ป จำกัด ได้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และให้บริการให้กับหน่วยงานราชการ, รัฐวิสาหกิจ, สถานศึกษา, ภาคเอกชนด้วยประสบการณ์ในวงการเครื่องมือวิทยาศาสตร์กว่า 15 ปี ทำให้ **บริษัท เวิลด์สยามกรุ๊ป จำกัด (World สยาม GROUP)** ได้รับความเชื่อถือจากองค์กรมากกว่า 150 องค์กร ทั้งในภาครัฐและเอกชนทั่วประเทศไทย

บริษัท เวิลด์สยามกรุ๊ป จำกัด ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นผู้จัดจำหน่ายในกลุ่ม เครื่องอุปโภคบริโภค ได้แก่ คอลัมน์ของ GC และ LC, อุปกรณ์โครมาโตกราฟีทั่วไป, อะไหล่เสริม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารก่อนการวิเคราะห์จาก Agilent Technologies รวมไปถึงการให้การบริการดูแลหลังการขายในรูปแบบสัญญาบริการ (สัญญาบริการ) การบำรุงรักษาเครื่องมือแบบป้องกัน (การบำรุงรักษา) และการสอบเทียบเครื่องมือ (วุฒิการดำเนินงาน/ผลการปฏิบัติงานการตรวจสอบ, OQ/PV)

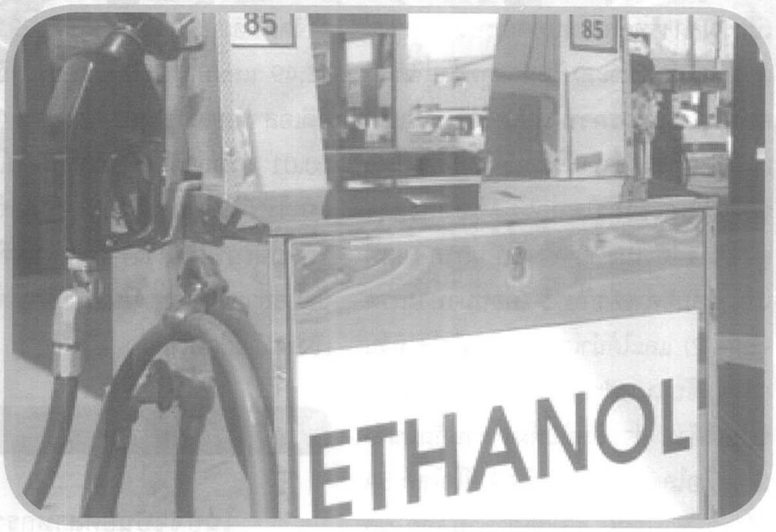
บริษัท เวิลด์สยามกรุ๊ป จำกัด
WORLD SIAM GROUP

126/8 อาคารไทยศรี ชั้น 3ดี ถนนกรุงธนบุรี แขวงบางลำภูล่าง เขตคลองสาน กรุงเทพฯ 10600
126/8 Thaisri Tower Fl. 3D, Krung Thonburi Rd, Banglumphu-lang, Klongsan, Bangkok 10600 THAILAND
โทรศัพท์ : 02-8608910, 02-8608902-3, 02-8608905-7

www.wsg@worldsiam.com E-mail : wsg@worldsiam.com

การกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำเสียเอทานอลโดยใช้ระบบดูดซับ

จรัลรัตน์ เล็กรุ่งเรืองกิจ ดรรชณี พานพิกุล ปรีชา พลอยภัทรภิญโญ ทวี สัปปินันท์ และ วิญญา พิทักษ์สิน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120



ABSTRACT

This research is to study the removal of colour and TDS (total dissolved solid) of anaerobically treated spent wash using batch adsorption and continuous column adsorption processes. Result from the experiment indicates that the optimum operating conditions for batch process adsorption are as follows : mixing speed of magnetic stirrer 400 rpm, contact time for adsorption 1 hour, optimal pH 3 (acidic condition up to pH 2) and Fruendlich isotherm equation of 7 adsorbents i.e., powder activated carbon, granular activated carbon, zeolite 3A, zeolite 4A, zeolite 5A, bagasse fly ash and bagasse boiler ash were presented. From the continuous experiment using column-type reactor packed inside with total 0.90 metre height of the adsorbent, it was found that the anaerobically treated spent wash should be preliminarily treated by Fenton's reaction using optimal dosage of 1.5 ml-35% H_2O_2 / l-wastewater (15 mmol/l) and 0.278 g. $FeSO_4 7H_2O$ / l-wastewater (1 mmol/l). Fenton's process could reduce colour from 1,123 to 188 $Abs_{350\ nm}$ or equivalent to 83% removal efficiency and TDS from 131 to 88 g/l or equivalent to 33%. The supernatant from Fenton's process should be diluted 10 times before being treated by column adsorption. This was due to the column adsorption prefered low colour concentration of wastewater. From the experiment using granular activated carbon, zeolite 3A, zeolite 4A and zeolite 5A with the hydraulic loading of 0.7 gpm/ft^2 and cumulative treated water of 3.6 l, the colour removal efficiency were 53.19, 36.70, 29.26 and 41.49 % and the TDS removal were 13.63, 2.65, 1.40 and 10.01 % respectively. Finally, it was recommended that the column adsorption pilot plant should be performed to confirm the data for commercialized application.

Keyword: adsorption, anaerobically-treated molasses-ethanol wastewater, decolorization

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำกากส่าหมักที่ผ่านระบบหมักไร้อากาศมาแล้วโดยใช้ระบบดูดซับแบบกะและแบบคอลัมน์ต่อเนื่อง ผลการทดลองแบบกะพบว่า สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการดูดซับ ได้แก่ ความเร็วในการกวนโดยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ระยะเวลาในการดูดซับของสารดูดซับ 1 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 3 (ค่อนมาทางกรดจนถึง 2) และได้นำเสนอสมการไอโซเทิร์มการดูดซับแบบฟรุนดริชของสารดูดซับ 7 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ผง ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A ซีโอไลต์ 5A เถ้าลอยชานอ้อย และขี้เถ้าชานอ้อย ผลการทดลองแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังปฏิกรณ์แบบคอลัมน์ภายในบรรจุด้วยชั้นสารดูดซับความสูงรวม 0.90 เมตร พบว่า ต้องทำการบำบัดขั้นต้นก่อนโดยใช้ปฏิกิริยาเฟนตัน โดยมีปริมาณสารเคมีพอเหมาะ ได้แก่ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ชนิด 35% ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตรต่อลิตร (เท่ากับ 15 มิลลิโมลต่อลิตร) และเฟอรัสซัลเฟตในรูปของ $FeSO_4 7H_2O$ ปริมาณ 0.278 กรัมต่อลิตร (เท่ากับ 1 มิลลิโมลต่อลิตร) ระบบเฟนตันสามารถลดสีได้จาก 1,123 หน่วย $Abs_{350\ nm}$ เหลือเฉลี่ย 188 หน่วย คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดสี ร้อยละ 83 และสามารถลดเกลือทีดีเอสได้จาก 131 เหลือ 88 กรัมต่อลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอส ร้อยละ 33 น้ำเสียส่วนใสจากระบบเฟนตันนำมาเจือจางด้วยน้ำ 10 เท่า ก่อนนำไปบำบัดด้วยระบบดูดซับแบบคอลัมน์ หรือเรียกว่าระบบดูดซับแบบสัมผัส ซึ่งระบบนี้ จะมีประสิทธิภาพดีที่ค่าความเข้มข้นของสีต่ำ ผลการทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่องโดยใช้สารดูดซับ 4 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A และซีโอไลต์ 5A เดินระบบที่ค่าภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 และค่าอัตราน้ำออกสะสม 3.6 ลิตร ระบบดูดซับคอลัมน์มีประสิทธิภาพการกำจัดสี ร้อยละ 53.19, 36.70, 29.26 และ 41.49 และประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอส ร้อยละ 13.63, 2.65, 1.40 และ 10.01 ตามลำดับ ท้ายสุดผู้วิจัยได้เสนอแนะให้ดำเนินการวิจัยระบบดูดซับแบบคอลัมน์ในระดับโรงงานนำทางเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ต่อไป

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ได้รับการส่งเสริมอย่างมากจากรัฐบาลให้ทำการผลิตเอทานอลไร้น้ำ เพื่อใช้ในการผสมกับน้ำมันเบนซินให้เป็นก๊าซโซฮอล์สำหรับเติมในรถยนต์ ดังนั้น ปริมาณการผลิตเอทานอลจึงมีมาก ปัญหาการบำบัดน้ำเสียก็มีมากตามมา โดยทั่วไปการบำบัดน้ำเสียเอทานอลจะใช้ระบบหมักในสภาวะไร้อากาศ (anaerobic fermentation) เช่น ระบบ anaerobic digestion ระบบ UASB หรือ ระบบ covered lagoon เป็นต้น แล้วบำบัดต่อโดยใช้ระบบบ่อหมักขนาดใหญ่หลายบ่อ สุดท้ายจึงส่งน้ำเสียไปเข้าไร่นา ซึ่งจะมีปัญหาสีของน้ำเสียยังมีสีน้ำตาลเข้ม และเกิดการสะสมของปริมาณเกลือทีดีเอส (total dissolved solid, TDS) ในดินทำให้ดินเสื่อมโทรม จึงต้องจำกัดปริมาณการใช้น้ำเสียในไร่นา ซึ่งเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากน้ำเสีย

ดังนั้น การกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำเสียเอทานอลจึงมีความจำเป็นในกรณีที่ต้องการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ เทคโนโลยีที่ใช้ ได้แก่ เทคโนโลยีการดูดซับ (adsorption) โดยใช้สารดูดซับ เช่น ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) และซีโอไลต์ (zeolite) หรือสารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง

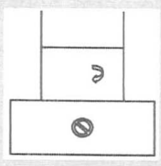
วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่ ศึกษาวิจัยหาวัสดุดูดซับที่เหมาะสมและสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสีและเกลือทีดีเอสในน้ำเสียเอทานอลในระดับห้องปฏิบัติการ ก่อนระบายน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์หลักในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) เครื่องปั่นแยก (centrifuge) เครื่องมือวิเคราะห์เกลือทีดีเอส และเครื่องมือทั่วไปในห้องปฏิบัติการ

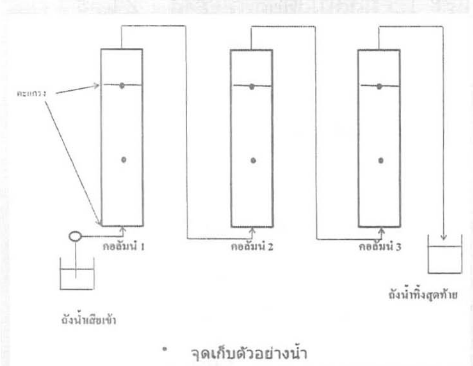
2. วัตถุดิบและสารเคมี ได้แก่ น้ำกากส่าที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบหมักไร้อากาศชนิดยูเอเอสบีและระบบบ่อหมักแล้ว (เก็บตัวอย่างจากบ่อหมักสุดท้ายของโรงงานเอทานอล) สารที่ใช้เป็นสารดูดซับในการทดลองมี 7 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ผง ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A ซีโอไลต์ 5A เถ้าลอยชานอ้อย และขี้เถ้าชานอ้อย รวมทั้งสารเคมีมาตรฐานทั่วไปในห้องปฏิบัติการ

3. เครื่องมือทดลองแบบกะ (batch process) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังชุดทดลองระบบดูดซับแบบกะ

4. เครื่องมือทดลองแบบต่อเนื่อง (continuous process) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังชุดทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่อง

5. วิธีดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงการทดลอง (experimental research) ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (laboratory scale) โดยศึกษาวิจัยหาวัสดุดูดซับและสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสี และเกลือที่ดีเอสในน้ำเสียสุดท้ายของการบำบัดน้ำเสียเอทานอล โดยศึกษาทดลองตกตะกอนด้วยสารเคมีการใช้ปฏิกิริยาเฟนตัน การทดลองระบบดูดซับแบบกะ และระบบดูดซับแบบต่อเนื่อง ก่อนระบายน้ำเสียที่บำบัดแล้วไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

6. วิธีการทดลองตกตะกอนด้วยระบบเฟนตัน (Fenton process)

6.1 นำน้ำกากส่าหมักที่ผ่านระบบหมักไร้อากาศปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ (จำนวนตามที่ต้องการ)

6.2 ปรับ pH น้ำกากส่าเป็น 2, 3, 4

6.3 เติม H_2O_2 ชนิด 35 % ปริมาณ 0.075, 0.15, 0.225 มิลลิลิตรต่อ 100 มิลลิลิตร (เทียบเท่ากับ 7.5, 15 และ 22.5 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ) กวนด้วย stirrer 5 นาที

6.4 เติม Fe^{2+} ในรูป $FeSO_4 7H_2O$ ปริมาณ 0.0139, 0.0278, 0.0417 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (เทียบเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ) กวนด้วย stirrer 5 นาที

นำน้ำกากส่าที่ผ่านการตกตะกอนปฏิกิริยาเฟนตันไปเข้าเครื่องปั่นแยก และเก็บน้ำส่วนใสไปวิเคราะห์สีและเกลือทีดีเอส

7. วิธีทดลองระบบดูดซับแบบกะ

นำน้ำกากส่าที่ผ่านการตกตะกอนด้วยปฏิกิริยาเฟนตันแล้ว (น้ำใสหลังปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นแยก) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า เพื่อความเหมาะสมในการวัดค่า Absorbance และการดูดซับสี เนื่องจากสีของน้ำกากส่าเข้มข้นมากเกินไป ทำการศึกษาการดูดซับโดยใช้สารดูดซับ 7 ชนิด โดยมีวิธีการ ดังนี้

7.1 ศึกษาผลของความเร็วรอบในการกวนน้ำเสียต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสโดยใช้สารดูดซับ 7 ชนิด เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำเสีย 100, มิลลิลิตร เติมสารดูดซับปริมาณ 0.5 กรัม ใช้เวลาในการกวน 1 ชั่วโมง และแปรเปลี่ยนความเร็วรอบในการกวนที่ 100, 200, 300, 400 และ 500 รอบต่อนาที

7.2 ศึกษาระยะเวลาในการสัมผัสที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสโดยใช้สารดูดซับ 7 ชนิด เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำเสีย 100 มิลลิลิตร เติมสารดูดซับปริมาณ 0.5 กรัม และกวนที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที และแปรเปลี่ยนเวลาในการกวนที่ 30 นาที 1, 1.5 และ 2 ชั่วโมง

7.3 ศึกษาค่าความเป็นกรด-เบสที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสโดยใช้สารดูดซับ 7 ชนิด เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำเสีย 100 มิลลิลิตร เติมสารดูดซับปริมาณ 0.5 กรัม กวนที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวน 1 ชั่วโมง และแปรเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-เบสที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9

7.4 ศึกษาไอโซเทิร์มการดูดซับของสารดูดซับ 7 ชนิด โดยใช้น้ำเสียปริมาตร 100 มิลลิลิตร และแปรเปลี่ยนน้ำหนักสารดูดซับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 0.8 และ 1 กรัม กวนที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

นำน้ำที่ผ่านการทดลองจากข้อ 7.1-7.4 มากรองและปั่นแยกที่ความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำน้ำใสไปวิเคราะห์ค่าสีและเกลือทีดีเอส

8. วิธีทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่อง โดยใช้คอลัมน์บรรจุสารดูดซับชนิดเม็ด

8.1 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสของถังปฏิกรณ์ 1 คอลัมน์ โดยใช้สารดูดซับชนิดเม็ด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A และซีโอไลต์ 5A โดยทดลองครั้งละ 1 ชนิด มีแผ่นตะแกรงป้องกันการหลุดออกของเม็ดสารดูดซับ เติมสารดูดซับลงในคอลัมน์สูง 30 เซนติเมตร เจือจางน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเฟนตันที่อัตราเจือจาง 10 เท่า เทลงในถังพักเพื่อใช้เป็นน้ำเสียเข้าระบบดูดซับ โดยสูบน้ำเสียเข้าด้านล่างคอลัมน์ดูดซับ น้ำเสียจะผ่านชั้นของสารดูดซับทำให้สารดูดซับทำการดูดซับสิ่งสกปรกในน้ำเสีย ได้แก่ สีและเกลือทีดีเอส ทำให้น้ำเสียที่ออกจากคอลัมน์มีสีและเกลือทีดีเอสลดลง เก็บตัวอย่างที่ระดับกึ่งกลางและสูงสุดของชั้นสารดูดซับ ปั่นแยกและเอาน้ำใสไปวิเคราะห์ค่าสีและเกลือทีดีเอส

8.2 ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำกากส่าหมักโดยใช้ระบบแบบต่อเนื่อง (continuous) 3 คอลัมน์ โดยใช้สารดูดซับชนิดถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A และซีโอไลต์ 5A จัดทำอุปกรณ์ทดลอง 3 คอลัมน์ ดังแสดงในรูปที่ 2 เติมสารดูดซับลงในคอลัมน์

สูง 30 เซนติเมตร ทั้ง 3 คอลัมน์ เจือจางน้ำกากส่าที่ผ่านปฏิกิริยาเฟนตันในอัตราเจือจาง 10 เท่า เทลงในถังพักเพื่อใช้เป็นน้ำเสียก่อนเข้าระบบดูดซับ สูบน้ำเสียเข้าด้านล่างคอลัมน์ดูดซับ คอลัมน์ที่ 1 น้ำเสียจะไหลขึ้นผ่านสารดูดซับที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์แล้วไหลออกทางด้านบนของคอลัมน์ 1 ไปเข้าด้านล่างของคอลัมน์ 2 ไหลออกจากด้านบนของคอลัมน์ 2 ไปเข้าด้านล่างของคอลัมน์ 3 ไหลออกจากด้านบนของคอลัมน์ 3 ไปเก็บในถังพัก ปริมาณที่สูบ 12 มิลลิลิตรต่อนาที หรือเทียบเท่ากับอัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 หรือ 2.859×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-นาที ปั่นแยกและเอาน้ำใสไปวิเคราะห์ค่าสีและเกลือทีดีเอสทุกคอลัมน์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การตกตะกอนด้วยระบบเฟนตัน

น้ำกากส่าหมักที่ผ่านระบบหมักไร้อากาศที่นำมาทดลองมีค่า pH 8.9 ซีโอดี 115,617 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 2,300 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอย 1,420 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกลือทีดีเอส 131,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นเหล่านี้สูงเกินกว่าที่จะใช้ระบบดูดซับในการบำบัดน้ำเสียได้ จึงต้องทำการบำบัดขั้นต้นก่อน โดยใช้ระบบเฟนตัน (Fenton process) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่าง H_2O_2 กับ Fe^{2+} ดังสมการ (Kang, Liao and Chen 2002)

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{3+} + OH^{-} + OH^{\cdot}$$

อนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\cdot}$) จะไปออกซิไดส์โมเลกุลเม็ดสีให้แตกตัวเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก Fe^{3+} จะเป็นสารรวมตะกอน (coagulant) ทำให้โมเลกุลขนาดเล็กรวมตัวตกเป็นตะกอน

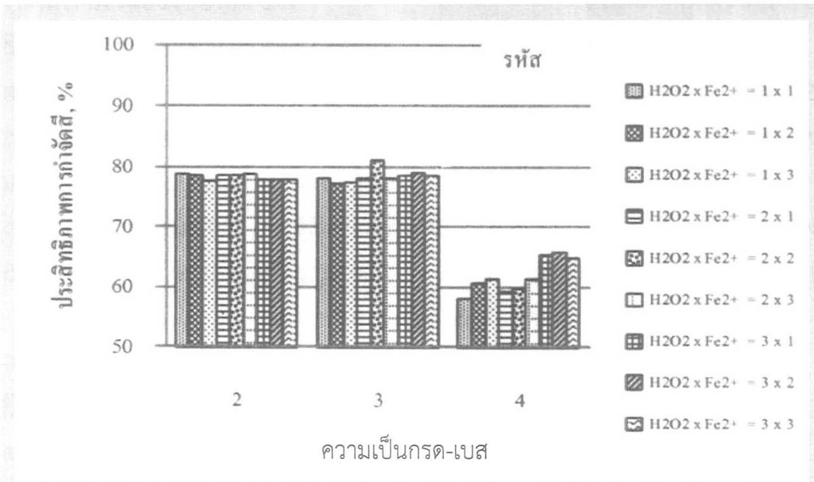
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการเฟนตัน โดยใช้ชุดการทดลองแบบกะ (batch process) ทำการบำบัดน้ำกากส่าที่ผ่านระบบหมักไร้อากาศของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อ 1 ตัวอย่างการทดลอง ทำการศึกษาปัจจัยตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (independent variable) ที่แตกต่างกัน คือ ค่าความเป็นกรด-เบส (2, 3 และ 4) ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 0.075, 0.15 และ 0.225 มิลลิลิตรต่อ100 มิลลิลิตร หรือเทียบเท่ากับ 7.5, 15 และ 22.5 มิลลิโมลต่อลิตร และปริมาณเฟอรัสไอออนในรูป $FeSO_4 7H_2O$ 0.0139, 0.0278 และ 0.0417 กรัมต่อ100 มิลลิลิตร หรือเทียบเท่ากับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร ผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี

การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการกำจัดสีที่ค่าความเป็นกรด-เบส 2, 3, และ 4 ค่าปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 7.5 15 และ 22.5 มิลลิโมลต่อลิตร (รหัส 1 2 และ 3 ตามลำดับ) และค่าปริมาณเฟอรัสไอออนในรูปของ $FeSO_4 7H_2O$ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร (รหัส 1 2 และ 3 ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 3

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอส

การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอสที่ค่าความเป็นกรด-เบส 2, 3 และ 4 ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 7.5, 15 และ 22.5 มิลลิโมลต่อลิตร (รหัส 1, 2 และ 3) และค่าปริมาณเฟอรัสไอออนในรูปของ $FeSO_4 7H_2O$ จำนวน 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร (รหัส 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ดังแสดงในรูปที่ 4 ผลการทดลอง พบว่าเฟอรัสไอออนและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์มีรูปแบบการกำจัดเกลือทีดีเอสที่สอดคล้องกัน โดยพบว่า สารเคมีทั้งสองมีประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอสสูงสุดที่ค่าความเป็นกรด-เบส ค่อนมาทางกรดที่ค่า 3 หรือ 2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ทดลอง (รหัส 2) หรือคิดเป็นปริมาณสารเคมีที่พอเหมาะ คือ



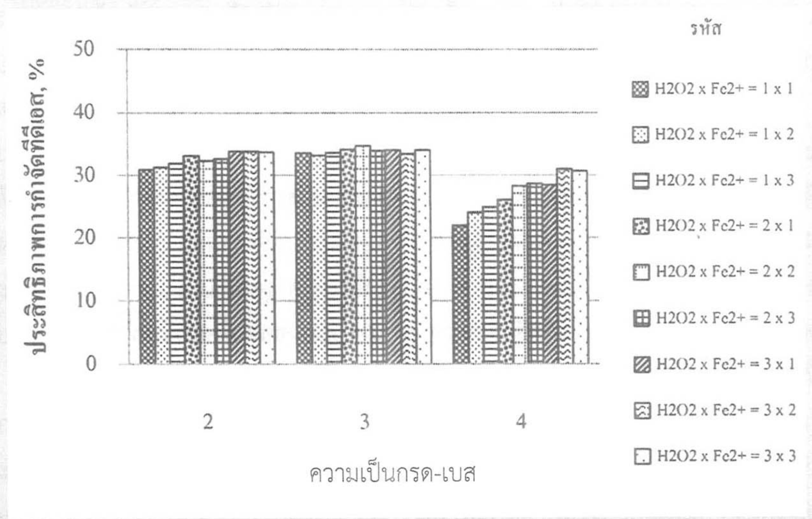
รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการกำจัดสีที่ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และปริมาณเฟอรัสไอออนที่ทดสอบ

ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 15 มิลลิโมลต่อลิตร และปริมาณเฟอรัสไอออน 1.0 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ปริมาณสารเคมีทั้งสองชนิดมากหรือน้อยกว่าค่าที่พอเหมาะมีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอสลดลง

1.3 สรุปผลกระบวนการเฟนตัน

กระบวนการเฟนตันสามารถใช้ในการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสของน้ำกากส่าหมักที่ผ่านระบบไร้อากาศมาแล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยน้ำกากส่าที่ใช้ทดลองเป็นน้ำกากส่าที่เก็บจากบ่อหมักสุดท้าย ซึ่งผ่านการบำบัดด้วยระบบยูเอเอสบีและระบบบ่อหมักมาแล้ว ผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำกากส่าในบ่อหมักสุดท้ายมีค่าความเป็นกรด-เบส 8.9 ซีโอดี 115,617 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 2,300 มิลลิกรัมต่อลิตร เกลือทีดีเอส 131,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสี 1,123 หน่วย $Abs_{350\ nm}$ การทำปฏิกิริยาเฟนตันเพื่อให้อนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\cdot}$) ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ในน้ำกากส่า เช่น สารเมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้มดำ ทำให้แตกตัวเป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กลง สามารถทำปฏิกิริยากับเฟอริกไอออน ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเฟอรัสซัลเฟตกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดตะกอนขึ้นมา แยกตะกอนที่เกิดขึ้นออกจากน้ำใส

ปัจจัยที่เหมาะสมของกระบวนการเฟนตันที่ใช้ในการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสของน้ำกากส่าโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล ได้แก่ การปรับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำกากส่าให้เท่ากับ 3 เติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (ชนิด 35 %) ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตรต่อลิตรน้ำกากส่า กวน 5 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เติมเฟอรัสไอออนในรูป $FeSO_4 7H_2O$ ปริมาณ 1 มิลลิโมลต่อลิตรน้ำกากส่า (0.278 กรัม $FeSO_4 7H_2O$ ต่อลิตรน้ำกากส่า) ทำการตกตะกอนหรือปั่นแยกที่ความเร็วรอบ 4,500 รอบต่อนาที เพื่อแยกน้ำใสและตะกอนออกจากกัน น้ำใสนี้มีความเป็นกรด-เบส 2.6 ซีโอดี 39,854 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 320 มิลลิกรัมต่อลิตร เกลือทีดีเอส 88,339 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสี 188 หน่วย $Abs_{350\ nm}$ น้ำใสนี้ถูกนำไปบำบัดต่อด้วยระบบดูดซับโดยใช้สารดูดซับ 7 ชนิด ในการทดลองระบบแบบกะ



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอสที่ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และปริมาณเฟอรัสไอออนที่ทดสอบ

2. ผลการทดลองระบบดูดซับแบบกะ

การทดลองระบบดูดซับแบบกะ (batch) ใช้ในการศึกษาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำเสียเอทานอล (น้ำกากส่า) ที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยระบบหมักไร้อากาศและผ่านการตกตะกอนด้วยกระบวนการเฟนตัน แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า โดยใช้ปริมาณน้ำเสียหลังเจือจาง 100 มิลลิลิตรต่อการทดลอง 1 ครั้ง ผลการศึกษาทดลองมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ผลของความเร็วในการกวน

ในการทดลองการดูดซับแบบกวนผสม การกวนน้ำในถังปฏิกิริยาส่งผลให้เกิดการสัมผัสระหว่างโมเลกุลของเม็ดสีกับผิวของสารดูดซับ ดังนั้น โอกาสโมเลกุลสีจะแพร่กระจาย (diffusion) เข้าไปในรูพรุนของสารดูดซับมีมากขึ้นด้วย ดังนั้น ถ้าเพิ่มความเร็วในการกวนประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสควรจะเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันถ้าใช้ความเร็วรอบสูงเกินไป จะเกิดการแตกหักของสารดูดซับ ผลการทดลองพบว่า ค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมเท่ากับ 400 รอบต่อนาที ดังนั้น จึงใช้ค่าความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ในการทดลองต่อไป

2.2 ผลของระยะเวลาในการดูดซับของสารดูดซับ

ระยะเวลาในการดูดซับของสารดูดซับ (contact time) หมายถึง ระยะเวลาที่โมเลกุลของสารถูกดูดซับ เช่น สีและเกลือทีดีเอสได้สัมผัสกับผิวของสารดูดซับ ในการทดลองแบบกะ ระยะเวลาในการดูดซับจะต้องเพียงพอที่จะให้สารดูดซับทำการดูดซับสีหรือเกลือทีดีเอสจนอิ่มตัว (saturated) ผลการทดลองสรุปได้ว่า ระยะเวลาในการดูดซับที่เหมาะสมและเพียงพอเท่ากับ 1 ชั่วโมง ซึ่งจะใช้ค่านี้ในการทดลองต่อไป

2.3 ผลของค่าความเป็นกรด-เบส

ผลการทดลองระบบดูดซับแบบกะโดยกำหนดตัวแปรคงที่จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ความเร็วรอบในการกวน 400 รอบต่อนาที ระยะเวลาในการดูดซับ 1 ชั่วโมง และค่าความเป็นกรด-เบส 3 - 9 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเป็นกรด-เบสลดลง ค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 3 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับระบบดูดซับแบบกะ โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 23.61 และ 9.55 ตามลำดับ

2.4 ผลการแปรเปลี่ยนน้ำหนักสารดูดซับเพื่อศึกษาไอโซเทิร์ม

การทดลองหาประสิทธิภาพการดูดซับสีและเกลือทีดีเอสโดยการแปรเปลี่ยนน้ำหนักของสารดูดซับที่ทดลองมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาไอโซเทิร์มการดูดซับของสารดูดซับโดยใช้สมการฟรุนดริช (Freundlich) ไอโซเทิร์มการดูดซับแบบฟรุนดริชเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารถูกดูดซับต่อน้ำหนักของสารดูดซับกับความเข้มข้นของสารถูกดูดซับที่จุดสมดุล เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการดูดซับของสารดูดซับแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบค่าคงที่สัมพันธ์กับความสามารถในการดูดซับ (k) และค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ (n) ซึ่งหาได้จากค่าจุดตัดแกน y (intercept) และ 1/slope ของไอโซเทิร์มการดูดซับแบบฟรุนดริช ตามลำดับ

ผลการทดลองแปรเปลี่ยนน้ำหนักของสารดูดซับในการทดลองแบบกะของสารดูดซับ 7 ชนิด ได้นำมาคำนวณและสรุปค่าคงที่ไอโซเทิร์มและความสามารถในการดูดซับสีและเกลือทีดีเอส ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

3. ผลการทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่อง

การทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่องจะใช้ถังปฏิกรณ์ชนิดคอลัมน์ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบดูดซับ ได้แก่ ค่าภาระทางชลศาสตร์มีหน่วยเป็น gpm/ft^2 (แกลลอนต่อนาทีต่อตารางฟุต) หรือ m^3/m^2-min (ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-นาที) (โดยที่ 1 $gpm/ft^2 = 4.0847 \times 10^{-2}$ ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-นาที) ผลการทดลองระบบดูดซับแบบต่อเนื่องโดยใช้ถังปฏิกรณ์ชนิด 1 คอลัมน์ และ 3 คอลัมน์ มีผลสรุป ดังต่อไปนี้

3.1 การทดลองโดยใช้ถังปฏิกรณ์ 1 คอลัมน์

มีงานวิจัยของ Prasad and Srivasta (2009) ทำการทดลองกำจัดสีของน้ำกากส่าที่ผ่านระบบหมักไร้อากาศแล้วโดยใช้ระบบดูดซับที่สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-เบส 7 และอัตราเจือจาง 10 เท่า พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีมีค่าร้อยละ 92.24

ในการทดลองของงานวิจัยนี้ น้ำเสียถูกสูบเข้าคอลัมน์ทางด้านล่าง และไหลขึ้นผ่านชั้นสารดูดซับไปออกที่จุดเก็บตัวอย่าง 2 จุด จุดที่ 1 อยู่ที่ระดับ 0.15 เมตร และจุดที่ 2 อยู่ที่ระดับ 0.30 เมตร ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสที่อัตราปริมาณน้ำเสียออกสะสมในช่วง 0.36 – 3.6 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ไอโซเทิร์มและความสามารถในการดูดซับสีของสารดูดซับ 7 ชนิด

ชนิดสารดูดซับ	สมการไอโซเทอร์ม	c_i[1], $Abs_{350\,nm}$	c_e[2], $Abs_{350\,nm}$	R_{cal}[3] %	$\log c_e$	log (x/m)	x[4], $Abs_{350\,nm}/g$	n[5], (1/slope)	k[6], (ค่าคงที่)
ถ่านกัมมันต์ผง	log (x/m) = 46.06 log(c) -52.211	18.8	14.69	21.86	1.1670	1.5410	3.48×10^{-1}	2.17×10^{-2}	6.15×10^{-53}
ถ่านกัมมันต์เม็ด	log (x/m) = 23.753 log(c) -26.774	18.8	14.78	21.38	1.1697	1.0093	1.02×10^{1}	4.21×10^{-2}	1.68×10^{-27}
ซีโอไลต์ 3A	log (x/m) = 91.363 log(c) -102.53	18.8	13.755	26.84	1.1385	1.4832	3.04×10^{1}	1.09×10^{-2}	2.95×10^{-103}
ซีโอไลต์ 4A	log (x/m) = 59.172 log(c) -64.99	18.8	13.29	29.31	1.1235	1.4912	3.10×10^{1}	1.69×10^{-2}	1.02×10^{-65}
ซีโอไลต์ 5A	log (x/m) = 198.52 log (c) -224.24	18.8	13.71	27.07	1.1370	1.4847	3.05×10^{1}	5.04×10^{-3}	5.75×10^{-225}
เถ้าลอยชานอ้อย	log (x/m) = 133.39 log (c) -152.61	18.8	14.115	24.92	1.1497	0.7459	5.57	7.50×10^{-3}	2.45×10^{-153}
ขี้เถ้าชานอ้อย	log (x/m) = 129.27 log(c) -149.82	18.8	14.8	21.28	1.1703	1.4650	2.92×10^{1}	7.74×10^{-3}	2.40×10^{-150}

หมายเหตุ :
1. c_i = ค่าสีเริ่มต้นหลังเฟนตันและเจือจาง 10 เท่า
2. c_e = ค่าสีที่จุดสมดุล จากผลการทดลองที่ปริมาณสารดูดซับ 0.1 กรัม/100 มิลลิลิตร
3. R_{cal} = ประสิทธิภาพการกำจัดสีจากการคำนวณ
4. x = ความสามารถในการดูดซับสีของสารดูดซับ
5. n = ค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ
6. k = ค่าคงที่สัมพันธ์กับความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับ

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ไอโซเทิร์มและความสามารถในการดูดซับเกลือทีดีเอสของสารดูดซับ 7 ชนิด

ชนิดสารดูดซับ	สมการไอโซเทอร์ม	c_i[1], mg/l	c_e[2], mg/l	R_{cal}[3] %	log c_e	log (x/m)	x[4], mg/l/g	n[5], (1/slope)	k[6], (ค่าคงที่)
ถ่านกัมมันต์ผง	log (x/m) = 48.579 log(c) -186.91	8833.9	8377.5	5.17	3.9231	3.678	4.76×10^{3}	2.06×10^{-2}	1.23×10^{-187}
ถ่านกัมมันต์เม็ด	log (x/m) = 77.842 log(c) -301.91	8833.9	8345	5.53	3.9214	3.332	2.15×10^{3}	1.28×10^{-2}	1.23×10^{-302}
ซีโอไลต์ 3A	log (x/m) = 146.94 log(c) -572.72	8833.9	8382.5	5.11	3.9234	3.784	6.08×10^{3}	6.81×10^{-3}	1.91×10^{-573}
ซีโอไลต์ 4A	log (x/m) = 95.436 log(c) -370.9	8833.9	8420	4.69	3.9253	3.731	5.38×10^{3}	1.05×10^{-2}	1.26×10^{-371}
ซีโอไลต์ 5A	log (x/m) = 132.23 log (c) -515.02	8833.9	8330	5.70	3.9206	3.401	2.52×10^{3}	7.56×10^{-3}	9.55×10^{-516}
เถ้าลอยชานอ้อย	log (x/m) = 566.87 log (c) -2221.5	8833.9	8417.5	4.71	3.9252	3.578	3.78×10^{3}	1.76×10^{-3}	3.16×10^{-2222}
ขี้เถ้าชานอ้อย	log (x/m) = 966.19 log(c) -3789.3	8833.9	8420	4.69	3.9253	3.405	2.54×10^{3}	1.17×10^{-3}	1.26×10^{-3350}

หมายเหตุ :
1. c_i = ค่าเกลือทีดีเอสเริ่มต้นหลังเฟนตันและเจือจาง 10 เท่า
2. c_e = ค่าเกลือทีดีเอสที่จุดสมดุล จากผลการทดลองที่ปริมาณสารดูดซับ 0.1 กรัม/100 มิลลิลิตร
3. R_{cal} = ประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอสจากการคำนวณ
4. x = ความสามารถในการดูดซับเกลือทีดีเอสของสารดูดซับ
5. n = ค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ
6. k = ค่าคงที่สัมพันธ์กับความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับ

ผลการทดลองมีประเด็นสำคัญสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) สารดูดซับที่ใช้ทดลองระบบ 1 คอลัมน์ เป็นสารดูดซับชนิดเม็ด (granular) ชนิดผงใช้ไม่ได้เนื่องจากเกิดการอุดตันของชั้นสารดูดซับ สารดูดซับที่ใช้ทดลองจึงมี 4 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A และซีโอไลต์ 5A ซึ่งทั้งหมดเป็นชนิดเม็ด

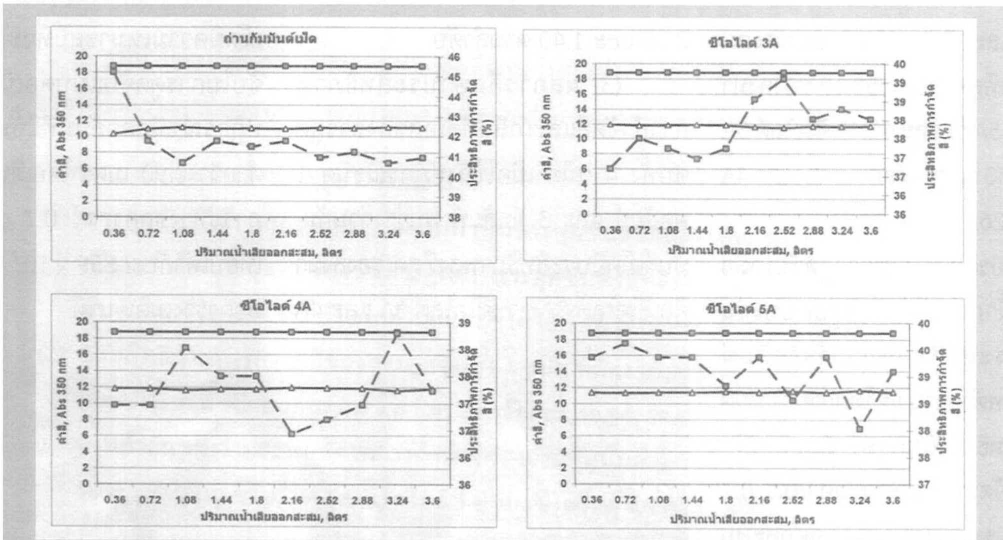
(2) ประสิทธิภาพการกำจัดสีของสารดูดซับทั้ง 4 ชนิด ที่อัตราภาระทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 และปริมาณน้ำเสียออกสะสม 3.6 ลิตร มีค่าร้อยละ 40.96, 38.03, 37.23 และ 39.10 ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีของถ่านกัมมันต์เม็ดมีค่าสูงสุดที่ ร้อยละ 40.96 รองลงมาได้แก่ ซีโอไลต์ 5A ซีโอไลต์ 3A และซีโอไลต์ 4A ตามลำดับ

3.2 การทดลองโดยใช้ถังปฏิกรณ์ 3 คอลัมน์

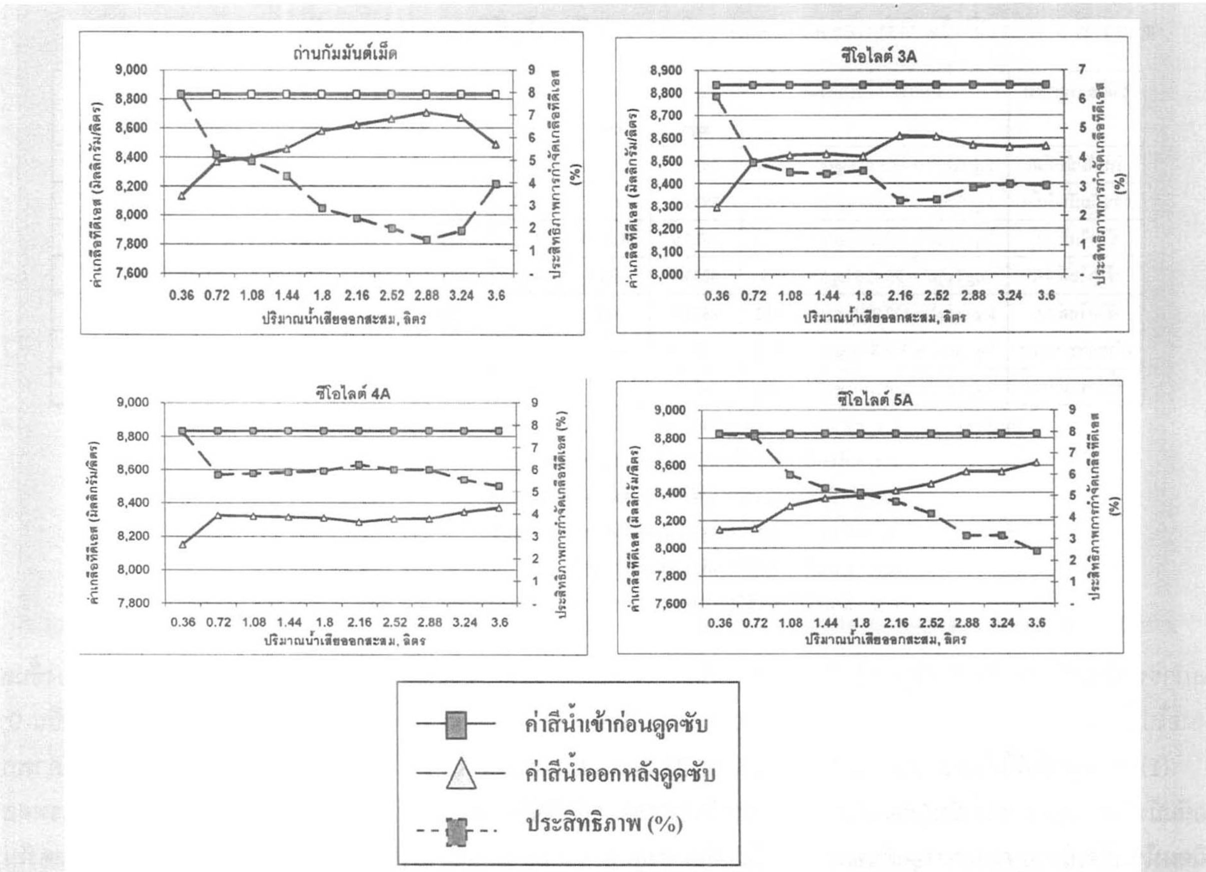
ใช้วิธีการทดลองเหมือน 1 คอลัมน์ เพียงแต่เพิ่มจำนวนคอลัมน์เป็น 3 คอลัมน์ ต่ออนุกรมกัน ทำให้ความสูงของชั้นสารดูดซับเพิ่มขึ้นจาก 0.30 เมตร เป็น 0.90 เมตร ผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสของการทดลองถังปฏิกรณ์แบบ 3 คอลัมน์ ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8

มีประเด็นสำคัญสรุปได้ ดังต่อไปนี้

(1) การทดลองใช้สารดูดซับทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์เม็ด ซีโอไลต์ 3A ซีโอไลต์ 4A และซีโอไลต์ 5A พบว่า สารดูดซับทั้ง 4 ชนิด พบว่า ถ่านกัมมันต์เม็ด



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในน้ำเข้าและออกกับปริมาณน้ำออกสะสมที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง ในการทดลองระบบคอลัมน์ 1 คอลัมน์

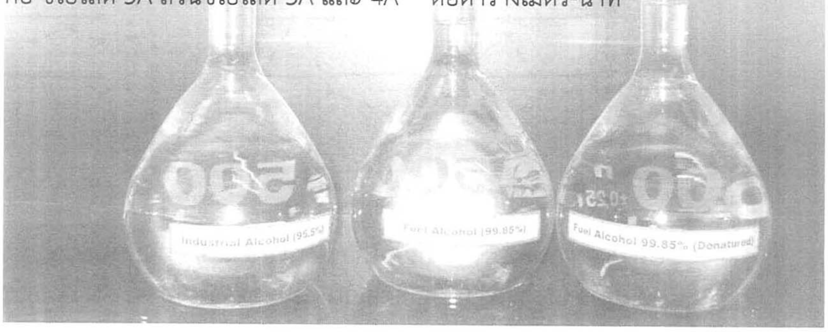


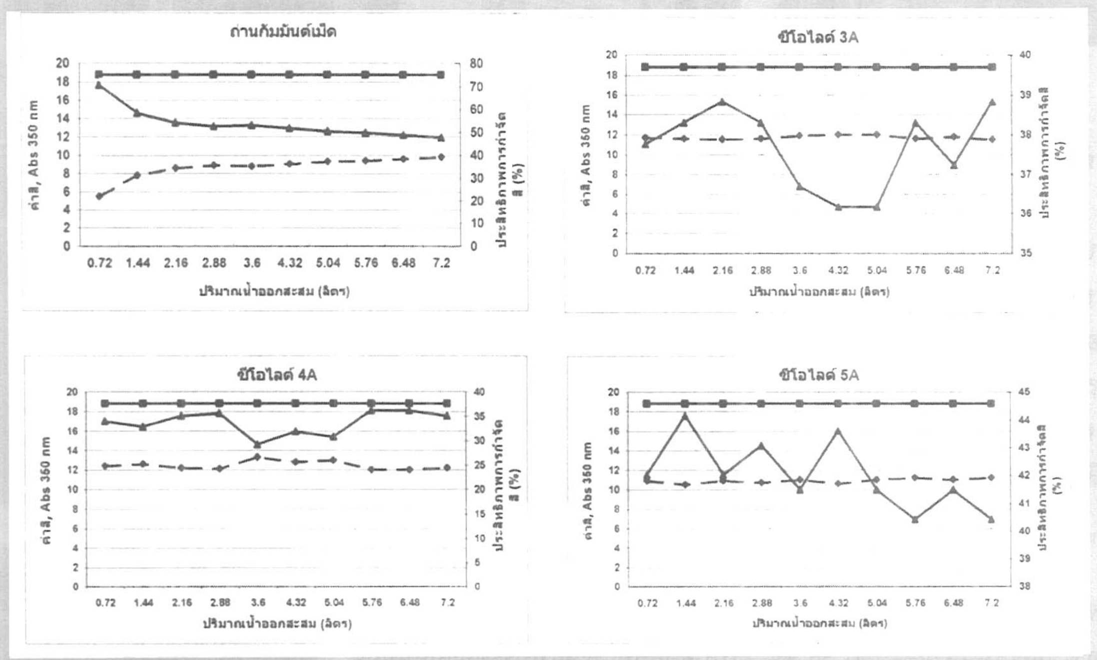
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเกลือทีดีเอสในน้ำเข้าและออกกับปริมาณน้ำออกสะสมที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง ในการทดลองระบบคอลัมน์ 1 คอลัมน์

มีประสิทธิภาพในการดูดซับสีในน้ำกากส่าหมักที่อัตราภาระทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 และปริมาณน้ำเสียออกสะสม 3.6 ลิตร สูงที่สุดร้อยละ 53.19 รองลงมาคือ ซีโอไลต์ 5A ร้อยละ 41.49 ซีโอไลต์ 3A ร้อยละ 36.70 และต่ำที่สุด คือ ซีโอไลต์ 4A ร้อยละ 29.26

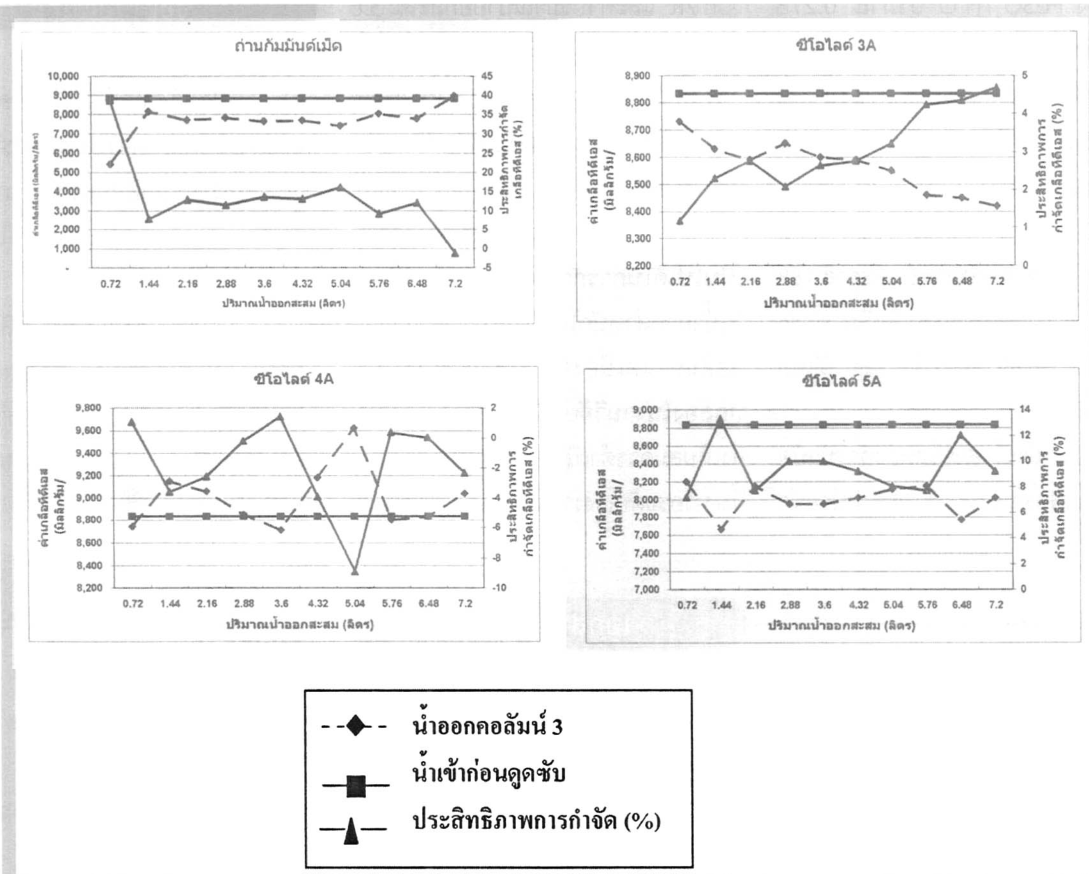
(2) ประสิทธิภาพการดูดซับเกลือทีดีเอสในน้ำกากส่าหมักมีรูปแบบเช่นเดียวกับประสิทธิภาพการกำจัดสีแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่ามาก โดยถ่านกัมมันต์เม็ดมีประสิทธิภาพในการกำจัดเกลือทีดีเอสสูงสุดที่อัตราภาระทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 และปริมาณน้ำเสียออกสะสม 3.6 ลิตร ร้อยละ 13.63 รองลงมา ได้แก่ ซีโอไลต์ 5A, 3A และ 4A มีประสิทธิภาพการกำจัดเกลือทีดีเอส ร้อยละ 10.01 2.65 และ 1.40 ตามลำดับ

(3) ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสของสารดูดซับทั้ง 4 ชนิด เมื่อใช้ถังปฏิกรณ์ชนิด 1 คอลัมน์ และ 3 คอลัมน์ พบว่า ถ่านกัมมันต์เม็ดมีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาคือ ซีโอไลต์ 5A ส่วนซีโอไลต์ 3A และ 4A มีประสิทธิภาพต่ำมาก ไม่เหมาะสมที่จะใช้ ผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์เม็ดมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นสารดูดซับในการดูดซับแบบต่อเนื่อง โดยใช้ถังปฏิกรณ์ชนิดคอลัมน์ที่มีชั้นสารดูดซับไม่ต่ำกว่า 0.90 เมตร โดยเดินระบบที่อัตราภาระทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 หรือเทียบเท่ากับ 2.859×10^{-2} ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-นาที





รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในน้ำเข้าและออกกับปริมาณน้ำออกสะสมที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง ในการทดลองระบบคอลัมน์ 3 คอลัมน์



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเกลือทีดีเอสในน้ำเข้าและออกกับปริมาณน้ำออกสะสมที่อัตราภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ 0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตร-ชั่วโมง ในการทดลองระบบคอลัมน์ 3 คอลัมน์

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยของรายงานนี้สรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. น้ำกากส่าที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบหมักไร้อากาศและถูกกักเก็บไว้ในบ่อหมักสุดท้ายของโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลมีค่าความเป็นกรด-เบส 8.9 ซีโอดี 116 กรัมต่อลิตร บีโอดี 2.3 กรัมต่อลิตร เกลือทีดีเอส 131 กรัมต่อลิตร และค่าสีเฉลี่ย 1,123 หน่วย $Abs_{350\ nm}$

2. น้ำเสียนี้ถูกบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน โดยใช้สารเคมีพอเหมาะได้แก่ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ชนิด 35 % ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตรต่อลิตร (เท่ากับ 15 มิลลิโมลต่อลิตร) และเฟอรัสซัลเฟตในรูปของ $FeSO_4 7H_2O$ ปริมาณ 0.278 กรัมต่อลิตร (เท่ากับ 1 มิลลิโมลต่อลิตร) โดยปรับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำเสียเท่ากับ 3 น้ำใสที่ได้จากปฏิกิริยาเฟนตันมีลักษณะเฉลี่ยดังนี้ ความเป็นกรด-เบส 2.6 ซีโอดี 40 กรัมต่อลิตร บีโอดี 0.32 กรัมต่อลิตร ทีดีเอส 88 กรัมต่อลิตร และค่าสี 188 หน่วย $Abs_{350\ nm}$ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดสี ร้อยละ 89 และกำจัดเกลือทีดีเอสได้ ร้อยละ 33

3. น้ำเสียส่วนใสหลังการบำบัดด้วยระบบเฟนตันซึ่งมีค่าสี 188 หน่วยนำมาเจือจาง 10 เท่า ให้ค่าสีลดลงเหลือ 18.8 หน่วย แล้วนำไปบำบัดโดยใช้ระบบดูดซับแบบคอลัมน์ ภายในบรรจุถ่านกัมมันต์เม็ดรวมความสูงของชั้นสารดูดซับ 0.90 เมตร ที่ค่าอัตราภาระทางชลศาสตร์ 0.7 gpm/ft^2 และค่าปริมาณน้ำออกสะสม 3.6 ลิตร พบว่า ระบบดูดซับมีประสิทธิภาพในการดูดซับสีสูงสุด ร้อยละ 53.19 และมีประสิทธิภาพในการดูดซับเกลือทีดีเอสได้ร้อยละ 13.63

4. ผลการทดลองพบว่า มีความเป็นไปได้ในการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำกากส่าหมักโดยใช้ระบบดูดซับแบบคอลัมน์ แต่เนื่องจากระบบคอลัมน์ที่ใช้ทดลองในงานวิจัยนี้มีขนาดค่อนข้างเล็กจึงเห็นสมควรดำเนินการวิจัยในระดับใหญ่ขึ้น หรือระดับโรงงานนำทาง (pilot plant)

ข้อเสนอแนะ

1. จัดทำข้อเสนอโครงการ (research proposal) เพื่อทำการวิจัยการกำจัดสีและเกลือทีดีเอสในน้ำกากส่าหมักโดยใช้ระบบดูดซับแบบคอลัมน์ในระดับโรงงานนำทาง

2. ติดต่อหาโรงงานผลิตเอทานอลร่วมโครงการเพื่อใช้เป็นสถานที่ติดตั้งโรงงานนำทางและร่วมดำเนินการวิจัย โดยโรงงานจะได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นอันดับแรก

เอกสารอ้างอิง

Kang , S.F., Liao, C.H. and Chen, M.C., 2002. Pre-oxidation and coagulation of Textile wastewater by the Fentor process. *Chemosphere,* **46**, pp. 923-928.

Prasad, R.K. and Srivasta, S.N., 2009. Sorption of distillery spentwash onto fly ash : kinetics, mechanism process and factorial design. *J. Hazard Mater,* **161**(2-3), pp. 1313-1322.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท

วว.TISTR

ฉบับที่ 126 (มกราคม-มีนาคม 2557)

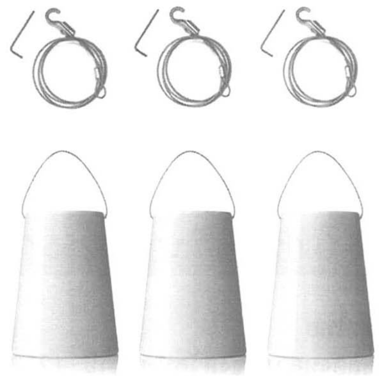
กนกพร เนียมศรี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

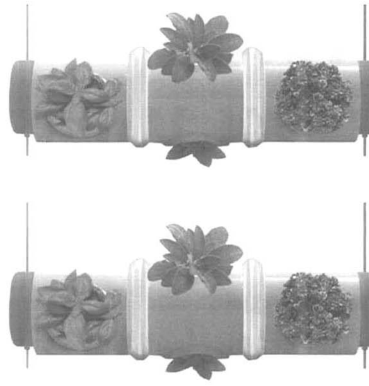
การปลูกพืชกลับหัว

นวัตกรรมใหม่ที่มีไอเดียบรรเจิด เอาใจคนรักต้นไม้โดยเฉพาะ เหมาะสำหรับคนที่ชอบความไม่ธรรมดา และเหมาะสำหรับการปลูกต้นไม้ในพื้นที่เล็กๆ เช่น ในอพาร์ตเมนต์ คอนโดมิเนียมหรือคนที่อาศัยอยู่ในเมือง หรือเปลี่ยนเป็นปลูกพืชสวนครัว สมุนไพรบางชนิดที่เราใช้ในครัวเรือนก็ดูเข้าท่าดี มีนักออกแบบนักคิดต่างประเทศนำแนวคิดการปลูกพืชกลับหัวมาออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบการปลูกต้นไม้กันหลายประเทศ และตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ของตัวเอง เรามาดูกันเลยดีกว่าค่ะ ว่าต่างประเทศมีการออกแบบกันอย่างไรบ้าง

นักออกแบบคนแรกชื่อว่า Patrick Morris เป็นนักออกแบบชาวนิวซีแลนด์ เขามีแนวคิดในการใช้วัสดุรีไซเคิลและการช่วยประหยัดน้ำ รวมทั้งใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด นับเป็นการปฏิวัติการจัดสวนในแบบเดิมๆ เลยก็ว่าได้ แนวคิดนี้สามารถปลูกได้ทั้งพืชผักสวนครัว ผักสลัด ไม้ดอก ไม้ประดับสวยงาม และสามารถปลูกต้นไม้กลับหัวได้จริงๆ ไม่เลอะเทอะ ทั้งยังประหยัดน้ำได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเทียบกับการปลูกในกระถางทั่วไป เพราะมันใช้หลักการของระบบเก็บน้ำภายในกระถาง เรียกว่า Internal Reservoir System

โดยน้ำจะถูกส่งถึงรากโดยตรง โดยไม่มีการรั่วไหลหรือระเหยไปที่อื่น ไม่มีการหยดเลอะเทอะ และไม่ต้องรดน้ำทุกวัน ลดน้ำเพียงเดือนละ 1-2 ครั้ง ราคาสุทธิอยู่ที่ $75 – 195 เหรียญ สรอ. หรือคิดเป็นเงินบาทไทยประมาณ 2,400-6,200 บาท ผลงานของเขายังได้รับรางวัล UK New Designers Ceramic Design Award ด้วยเมื่อปี ค.ศ. 2008 และรางวัล Red Dot Design ประจำปี ค.ศ. 2011 อีกด้วย

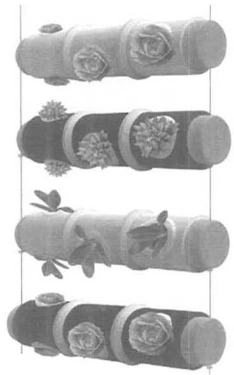


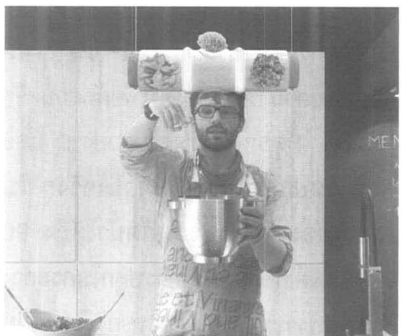


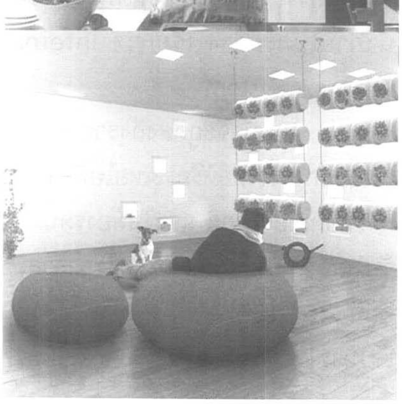
แนวคิดล่าสุดเป็นนักออกแบบภูมิทัศน์ Thibaut Delefortrie และนักออกแบบผลิตภัณฑ์ Eugénie Pfeil รวมพลังความคิด สร้างสรรค์ผลงาน โดยมีแนวความคิดที่จะนำสวนเข้าไปในห้องครัว นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงการมีหลอดไฟส่องสว่างเพื่อให้ต้นไม้ได้สังเคราะห์แสงอีกด้วย พวกเขาตั้งชื่อว่า Klorofyll 360° ผลิตภัณฑ์นี้สามารถหมุนได้โดยรอบ 360 องศา มีรูปทรงกระบอกที่มีช่องให้ปลูกต้นไม้ได้ 6 ช่อง สามารถถอดออกได้และเปลี่ยนต้นไม้ที่ปลูกได้ และมีไฟ LED 2 ดวง สำหรับให้แสงสว่างโดยเดินสายไฟฟ้าภายในกระบอก ซึ่งออกแบบได้สวยงามไม่แพ้กัน

Klorofyll 360° ยังมีมุมมองในการใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์ ตกแต่งบ้านได้หลายมุม ไม่ว่าจะเป็นห้องครัว ห้องนั่งเล่น ห้องรับแขก ทำให้บนผนังห้องต่างๆ กลายเป็นสวนสวยแนวตั้ง ให้เราได้รื่นรมย์และดื่มด่ำ ท่ามกลางต้นไม้อีกด้วย

ผลงานชิ้นนี้ถูกรับเลือกให้เข้าไปแสดงผลงานความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่กรุงปารีส ในงาน Jardins ปี ค.ศ. 2013

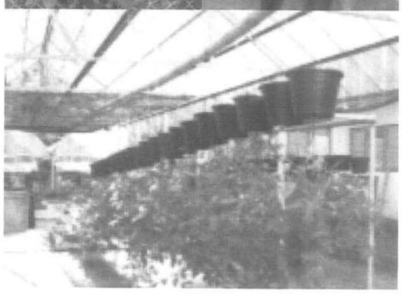


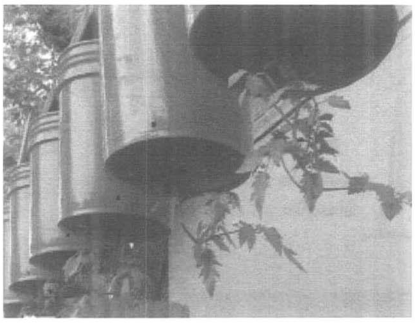




จะเห็นว่าในต่างประเทศหลายประเทศ การปลูกผักกลับหัวได้รับความนิยมอยู่พอสมควร แต่สำหรับเรื่องนี้คนไทยเราเองก็มีแนวคิดการปลูกพืชกลับหัวเช่นกัน

ดร. สิริวัฒน์ สาครวาสี อาจารย์จากสาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทดลองปลูกพืชกลับหัว โดยการนำวัสดุปลูก เช่น ขุยมะพร้าวหรือดิน ใส่ลงในกระถางให้เต็ม แล้วนำแผ่นกระเบื้องสี่เหลี่ยมมาปิดด้านบนของกระถาง ใช้นิ้วหนีบกระเบื้องไว้กับกระถาง เพื่อป้องกันวัสดุปลูกร่วงหล่น แล้วคว่ำกระถางเพื่อให้ก้นกระถางหันขึ้นด้านบน นำต้นกล้าพืชลงปลูกในรูก้นกระถาง รดน้ำให้ปุ๋ยตามปกติ (ในกรณีที่ปลูกในขุยมะพร้าวควรรดด้วยสารละลายปุ๋ย) รอจนต้นโตสูงอย่างน้อย 1 ฟุต แล้วจึงพลิกกระถางเพื่อให้ต้นพืชกลับหัว เจาะรูที่ขอบกระถางสำหรับร้อยลวด แล้วจึงนำไปแขวน นอกจากนี้ด้านบนของกระถางยังสามารถปลูกผักขนาดเล็กชนิดอื่น เช่น สลัด ได้อีกด้วย





อาจารย์สิริวัฒน์ฯ ได้ให้ความเห็นว่าการปลูกพืชกลับหัว เป็นการอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกช่วยในการนำพาน้ำและสารอาหารจากรากพืชไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชได้สะดวกขึ้น ซึ่งเทคนิคนี้ได้นำมาใช้ในการปลูกพืชได้หลายชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก พืชผักสวนครัวต่างๆ ส่วนด้านบนกระถางก็สามารถปลูกพืชที่มีระบบรากไม่ลึกได้อีกด้วย การปลูกพืชแบบกลับหัวนี้มีข้อดีหลายประการ คือ

1. พืชตามธรรมชาติจะเจริญเติบโตไปในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก คือ จากล่างสู่บน แต่เทคนิคนี้เป็นการอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกช่วยให้พืชเจริญเติบโตไปในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้น้ำและสารอาหารจากรากไหลผ่านไปสู่ส่วนยอดของพืชได้สะดวกขึ้น ทำให้พืชลดพลังงานในการลำเลียงน้ำและสารอาหารไปเลี้ยงส่วนยอดของต้นพืช จากการศึกษาและทดลองการปลูกด้วยวิธีการนี้ พบว่า พืชมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าพืชที่ปลูกด้วยวิธีการธรรมดา

2. ประหยัดพื้นที่ในการปลูก อีกทั้งยังสามารถนำมาประดับตกแต่งให้เกิดความสวยงามได้อีกด้วย

3. ลดปัญหาวัชพืช และแมลงรบกวนได้มาก

4. ไม่ต้องยุ่งยากในการทำค้างให้พืชบางชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก ฯลฯ

นอกจากนี้ยังได้รับการยืนยันจากเกษตรกรหลายท่านที่ได้ทดลองปลูกพืชกลับหัวระบุว่า การปลูกพืชบางชนิด เช่น มะเขือเทศ กะเพรา ในสภาพกลับหัวให้ผลผลิตดีกว่าการปลูกในแนวปกติเสียอีก

ทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ยินดีเผยแพร่ความรู้ในการปลูกพืชกลับหัว สำหรับผู้ที่สนใจ สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โทร. 0-5387-3380 08-6195-7423 ในวันและเวลาราชการ

เรากล่าวถึงนวัตกรรมใหม่ที่มีแนวคิดมาจากการปลูกพืชกลับหัวกันไปแล้ว ลำดับต่อไปขอแนะนำการปลูกมะเขือเทศเชอร์รีไร้ดินแบบกลับหัว โดยอุปกรณ์ที่ต้องเตรียมมี ดังนี้

1. กระถางปลูกต้นไม้พลาสติกขนาด 8 นิ้ว ขึ้นไป

2. ลวดแขวนกระถางปลูกต้นไม้

3. ขุยมะพร้าว (อาจใช้เพอร์ไลต์แทน)

4. กาบมะพร้าวสับ (อาจใช้ไฮโดรตรอน โอเอซิส หรือร็อกวูด แทน)

5. ฟองน้ำเพาะเมล็ด (อาจเพาะเลี้ยงในพีทมอสแทน)

6. ปุ๋ย A B หรือปุ๋ยน้ำสำหรับพืชรับประทานผลตามท้องตลาดทั่วๆ ไป

ขั้นตอนการปลูกมะเขือเทศเชอร์รีไร้ดิน (แบบกลับหัว)

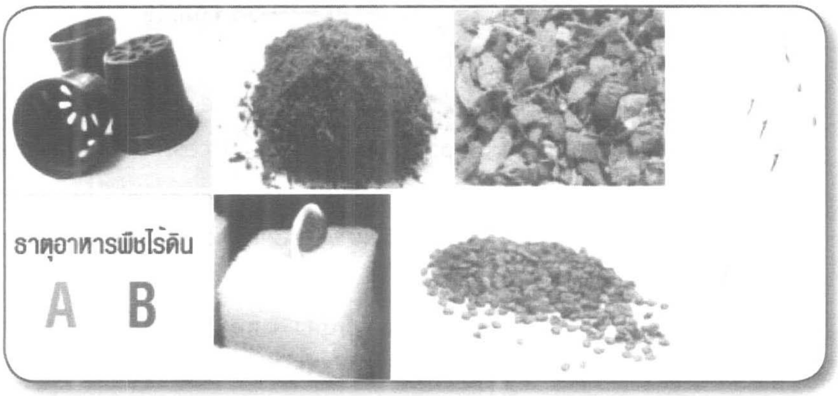
1. แช่เมล็ดมะเขือเทศในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ประมาณ 1 - 2 วัน (สังเกตดูที่เมล็ดเมื่อเมล็ดเริ่มงอกจะมีรากสีขาวๆ แทงออกมาจากเมล็ด) ให้รีบนำไปเพาะในฟองน้ำ หรือพีทมอสต่อไป

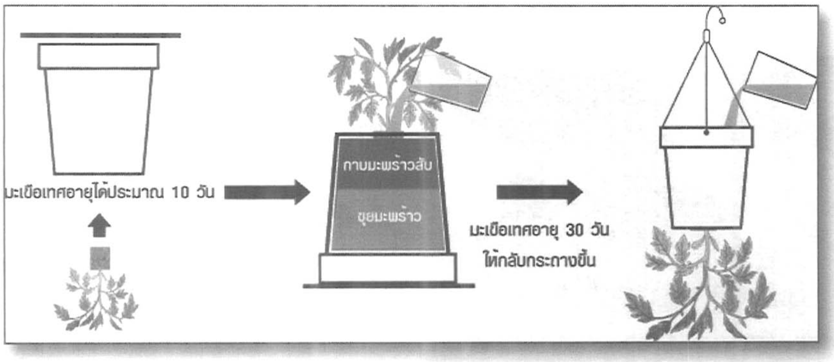
2. นำเมล็ดที่แช่น้ำจนรากงอกออกมาแล้ว ลงปลูกในฟองน้ำโดยให้ระดับน้ำอยู่ประมาณ 1/2 ของก้อนฟองน้ำ และหมั่นดูอย่าให้ด้านบนของฟองน้ำแห้งเกินไป ในช่วงนี้ให้ถาดเพาะได้รับแสงสว่างก็เพียงพอ ไม่จำเป็นต้องรับแสงแดดโดยตรง

3. เมื่อมะเขือเทศอายุได้ประมาณ 5 วัน ให้เริ่มใส่ปุ๋ยน้ำตามสัดส่วนวิธีใช้ของแต่ละตราสินค้า ในช่วงนี้เริ่มให้มะเขือเทศได้รับแสงแดดประมาณ 4 - 5 ชั่วโมงต่อวัน

4. เมื่อมะเขือเทศอายุได้ประมาณ 10 วัน ให้ย้ายลงกระถางปลูกได้ โดยมีวิธีเตรียมกระถางปลูก ดังนี้

- นำต้นกล้ามะเขือเทศใส่ลงในรูก้นกระถาง





- นำกาบมะพร้าวสับไปแช่น้ำสะอาด ผสมปุ๋ยน้ำก่อนประมาณ 1 คืน แล้วนำมาใส่ลงไปในกระถางก่อนชั้นแรก โดยให้ใส่ลงไปประมาณ 1 ส่วน 3 ของกระถางที่ใช้ปลูก

- นำขุยมะพร้าวใส่ลงไปเป็นชั้นที่สองจนเต็มกระถางปลูกแล้วใช้ถาดพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่าปากกระถางมาปิดกระถางไว้แล้วคว่ำกระถางลง ส่วนด้านบนอาจจะปลูกพืชที่มีลักษณะรากตื้นได้ เช่น สะระแหน่ ผักสลัดชนิดต่างๆ ฯลฯ

- ให้ปลูกในลักษณะต่อไปอีกจนมะเขือเทศอายุประมาณ 25 - 30 วัน เพื่อให้รากยึดเกาะกับวัสดุปลูกให้ดีก่อน แล้วจึงคว่ำกระถางขึ้นตามปกติโดยให้ต้นมะเขือเทศคว่ำหัวลง มะเขือเทศจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุได้ประมาณ 60 วัน และจะเริ่มเก็บผลได้เมื่ออายุประมาณ 70 วัน

- การรดน้ำให้รดวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) หากไม่มีเวลา อาจจะดัดแปลงนำขวดน้ำเจาะรูเล็กๆ ทำเป็นระบบน้ำหยดได้

- อายุ 1-4 วัน: ถาดอนุบาลเลี้ยงด้วยน้ำเปล่า

- อายุ 5-10 วัน: ถาดอนุบาลเลี้ยงด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำ

- อายุ 11-20 วัน: ย้ายลงกระถางปลูกรดน้ำเช้า-เย็น โดยรดด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำ ทุกๆ 3 วัน

- อายุ 21-50 วัน: กลับกระถางปลูกรดน้ำเช้า-เย็น โดยรดด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำ ทุกๆ 3 วัน

ช่วงนี้อาจผสมแคลเซียมโบรอนเพิ่ม และให้ปุ๋ยน้ำสูตรเร่งดอก จะช่วยให้ตาดอกออกได้สมบูรณ์ขึ้น โดยฉีดพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จนมะเขือเทศเริ่มติดผล

- อายุ 51-60 วัน: มะเขือเทศจะเริ่มออกดอก รดน้ำเช้า-เย็น โดยรดด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำ ทุกๆ 3 วัน

- อายุ 61-70 วัน: มะเขือเทศเริ่มติดผล ในช่วงนี้ให้รดน้ำเช้า-เย็น โดยรดด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำ ทุกๆ 3 วัน และเสริมด้วยแคลเซียมโบรอน ทุกๆ 7 วัน เพื่อให้ขั้วผลเหนียวไม่หลุดร่วงง่าย

- อายุ 71-120 วัน: มะเขือเทศจะให้ผลผลิตประมาณ 2 - 3 รุ่น ก็จะหมด ให้รดน้ำเช้า-เย็น โดยรดด้วยน้ำผสมปุ๋ยน้ำและเสริมด้วยแคลเซียมโบรอน ทุกๆ 7 วัน ในระหว่างนี้ให้คอยตัดกิ่งล่าง และกิ่งแขนงออกให้หมดเพื่อให้อาหารไปเลี้ยงผลได้อย่างเต็มที่

การตัดกิ่งและใบล่างของต้นมะเขือเทศออกจะเป็นการช่วยป้องกันโรคไวรัสบางชนิดได้ และยังทำให้มะเขือเทศออกผลได้ดกและมีรสชาติดี เนื่องจากสารอาหารและน้ำไปเลี้ยงส่วนที่เป็นดอกและผลได้อย่างเต็มที่

การตัดกิ่ง

เอกสารอ้างอิง

มีแสงแก้ว, มนสิชา. 2556. แม่โจ้ทดลองปลูกพืชกลับหัว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.e-manage.mju.ac.th/timeline_detail.aspx?key=MjUy, [เข้าถึงเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2556].

Flahiff, D., 2011. Boskke's upside-down sky planters save water and space. [online]. Available at: http://inhabitat.com/the-boskke-upside-down-sky-planter, [Accessed 11 November 2013].

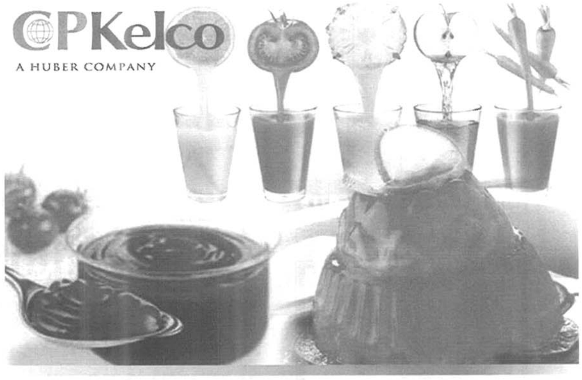
Horton, R.P., 2013. Hanging kitchen herb garden doubles as light fixture. [online]. Available at: http://www.urbangardensweb.com/2013/06/03/suspended-kitchen-herb-garden- doubles-as-light-fixture, [Accessed 11 November 2013].

Zen hydroponics. 2556. แนะนำการปลูกพืชกลับหัว (ใหม่). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://zen-hydroponics.blogspot.com/2013/06/blog-post.html, [เข้าถึงเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2556].

"Where Excellence is a Tradition"

กลุ่มสินค้าแป้งมันฝรั่งและแป้งโมดิฟายด์

- สำหรับอุตสาหกรรมวุ้นเส้น บะหมี่ ขนมขบเคี้ยว ลูกชิ้น และอื่นๆ จากประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในโลก นอกจากนี้ ยังมีสินค้าอื่นๆ เช่น แป้งสาลี และวีทกลูเต้น สำหรับอุตสาหกรรมเบเกอรี่และอาหารเจ



กลุ่มสินค้า Xanthan Gum และ Gellan Gum

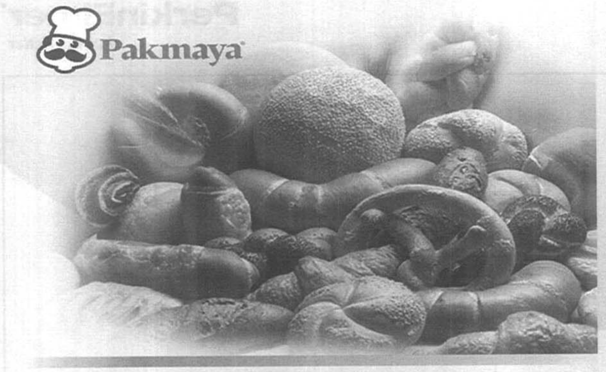
- ผู้นำในหมวดสินค้า Biogum จากสหรัฐอเมริกา เป็นสารให้ความคงตัวและสารที่ทำให้เกิดเจล ใช้สำหรับอุตสาหกรรมซอส น้ำจิ้ม น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม เยลลี่ เป็นต้น

กลุ่มสินค้าผงโกโก้ และไขมันโกโก้

- ผลิตจากเมล็ดโกโก้คุณภาพเยี่ยม ประเทศมาเลเซีย ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ใช้ในขนมขบเคี้ยว เครื่องดื่ม เบเกอรี่ ช็อคโกแลต

กลุ่มสินค้าไข่ผง ทั้งไข่ขาว ไข่แดง และไข่รวมผง

- ผู้ผลิตไข่ผง ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นรายใหญ่ที่สุดในยุโรป ใช้ได้ในอุตสาหกรรมซูริมิ ลูกชิ้น ไส้กรอก แป้งชุบทอด เบเกอรี่ และสลัดครีม



กลุ่มสินค้ายีสต์ผงและสารเสริมคุณภาพขนมปัง

- โดยผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในตุรกี เหมาะกับขนมปังหลากหลายชนิด ทั้งหวานและจืด

กลุ่มสินค้าแป้งสาลี

- โดยผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในสิงคโปร์ สำหรับทำขนมปัง เค้ก บิสกิต คุ้กกี้ ซาลาเปา

นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังมีสินค้าอื่นๆ อาทิเช่น สารกันบูด สารให้ความหวาน สีปาปริก้า เครื่องเทศ ผงปรุงรส ผงฟู น้ำตาลไอซิ่ง และอื่นๆ เป็นต้น

บริษัทฯ ได้เลือกสรรสินค้าและวัตถุดิบหลากหลายชนิด ครอบคลุมสินค้าอุตสาหกรรมอาหารทุกประเภท เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จากผู้ผลิตชั้นนำทั่วโลก

บริษัท วินเนอร์กรุ๊ป เอ็นเตอร์ไพรซ์ จำกัด (มหาชน)

889 อาคารไทยซีซีทาวเวอร์ ชั้น 21 ห้อง 214-219 ถนนสาทรใต้ เขตสาทร กรุงเทพฯ
โทร. 0-2675-6525-31 แฟกซ์. 0-2675-6533
Email: industry@winnergroup.co.th www.winnergroup.co.th


Furnace
Cooled Incubator
PCB Plotter
Through-Hole Plating
Deep Freezer
Multilayer
ANGLE
TECHNOLOGY
บริษัท แองเกิล เทคโนโลยี จำกัด
ANGLE TECHNOLOGY CO., LTD.
Sales & Services Scientific and Rapid PCB Prototyping Equipment/Instrument
32/213-214 ม. 6 ถ. บางขันธ์-หนองเสือ ต. คลองสาม อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120
32/213-214 Moo 6 Bang khan-Nong Sua Rd., Khlong Sam, Khlong Luang, Pathum Thani 12120
Tel: (662) 901-1723-4 Fax: (662) 901-1722 Email: angle@anglegroups.com
Web Site: www.anglegroups.com
Ultrasonic Cleaner
Solder Mask/Legend Printing
Solder Paste Printing
Bag Mixer
Orbital Shaker
Reflow Oven
Pick&Place Machine
Homogenizer


PerkinElmer
For the Better
LabChip® GX Fractionation System
EnSpire® Label-free Enabled Microplates
Opera Phenix™ High Content Screening System
PerkinElmer provides you with a complete and comprehensive solution to support your application needs.
Nakarin Kongcharoen | Sales Specialist
Phone: (66)2 319 7901 | Mobile: (66)8 6766 7955 | E-mail: nakarin.kongcharoen@perkinelmer.com
PerkinElmer Ltd. 290 Soi 17 Rama 9 Road Bangkapi, Huay Kwang, Bangkok 10310
For more information, please visit us at http://www.perkinelmer.com/lifesciences

เทคโนโลยีสาหร่าย วว. : จากความรู้...สู่ความเป็นเลิศ

ดร. อาภารัตน์ มหาขันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เนื่องจากสาหร่ายเจริญเติบโตโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีศักยภาพสูงที่จะใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งใหม่ในการผลิตพลังงานหมุนเวียน เพื่อแก้ปัญหาสำคัญของโลก 2 ด้าน คือ โลกร้อน (โดยการตรึง CO_2 ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก) และวิกฤตพลังงาน (โดยการสะสมน้ำมันในชีวมวล) นอกจากเป็นแหล่งพลังงานใหม่แล้ว กระบวนการผลิตน้ำมันจากสาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือกที่เหมาะสมยังก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-Products) ต่างๆ อีกมาก เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ อาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ ปุ๋ยชีวภาพ พลาสติกชีวภาพ ฯลฯ การที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน จึงเป็นหนึ่งในประเทศที่มีความเหมาะสมที่สุดในการผลิตชีวมวลสาหร่าย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานเพียงแห่งเดียวในประเทศที่มีการดำเนินงานด้านสาหร่ายอย่างครบวงจร ได้แก่ วิจัย พัฒนา ถ่ายทอดเทคโนโลยี และบริการด้านสาหร่ายน้ำจืดมากว่า 25 ปี มีคลังสาหร่ายน้ำจืดที่มีการเก็บรักษาสายพันธุ์ที่แยกจากระบบนิเวศต่างๆ ของประเทศไทยกว่า 1,000 สายพันธุ์

วว. ดำเนินงานด้านสาหร่ายเริ่มตั้งแต่ต้นน้ำ คือ จัดการคลังสาหร่ายเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ตามเป้าหมายการใช้ประโยชน์ กลางน้ำ คือ ศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงทั้งระดับห้องปฏิบัติการและกลางแจ้ง และปลายน้ำ คือ วิจัย พัฒนากระบวนการเพาะเลี้ยงระดับต้นแบบกลางแจ้ง (100,000-200,000 ลิตร ในอ่างเพาะเลี้ยงแบบลู่อย่างต่อเนื่อง) เพื่อผลิตชีวมวล หรือผลิตภัณฑ์เป้าหมายอื่นๆ จากสาหร่ายสายพันธุ์คัดเลือก

ทั้งนี้ วว. มีผลงานด้านสาหร่ายเป็นรูปธรรม ทั้งด้านองค์ความรู้และผลิตภัณฑ์แปรรูปหลากหลายชนิด อันเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างยั่งยืน ดังนี้

ผลงานวิจัยที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์แล้ว

ด้านการเกษตร

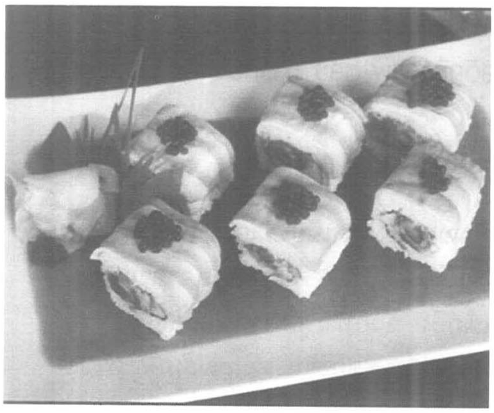
1. ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในนาข้าว มีประโยชน์ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยเฉลี่ย 20-30% ลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 25-30% เมล็ดข้าวมีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากมีปริมาณกรดแอมิโน “ไลซีน” ที่จำเป็นต่อร่างกายเพิ่มขึ้น ช่วยฟื้นฟูสภาพดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากคุณสมบัติการตรึงไนโตรเจนของสาหร่าย เพิ่มอินทรียวัตถุและให้ออกซิเจนแก่ข้าวในสภาพน้ำขัง และกระตุ้นการเจริญเติบโตให้พืช/ทนทานต่อโรค วว. ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ บริษัท อัลโกเทค จำกัด

2. สารปรับปรุงดินจากสาหร่ายสกุลนอสตอค มีประโยชน์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และการทำงานของจุลินทรีย์ในดิน รักษาความชุ่มชื้นของดิน ช่วยป้องกันการกัดเซาะผิวดินโดยน้ำและการกัดกร่อนผิวดินโดยลม ฟื้นฟูและอนุรักษ์ดิน วว. ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่บริษัท อัลโกเทค จำกัด

ด้านอาหาร

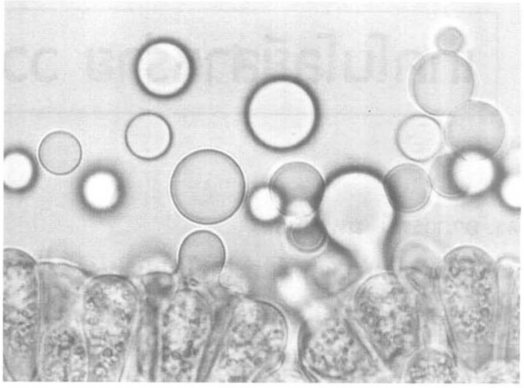
สาหร่ายมุกหยก มีคุณค่าอาหารสูง (โปรตีน 20% กรดแอมิโน วิตามินเอ ไขมันต่ำเพียง 0.02% และใยอาหารสูงถึง 43% รวมทั้งสารต้านอนุมูลอิสระคลอโรฟิลล์และไฟโคไซยานิน) ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารต่างๆ ได้ ทั้งอาหารไทย อาหารฝรั่ง และอาหารญี่ปุ่น วว. ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่บริษัท อัลโกเทค จำกัด บริษัท สยามนอสตอค แอนด์ ไมโครแอลจี จำกัด

นอกจากนี้ วว. ยังเป็นหน่วยงานเดียวที่ให้บริการสายพันธุ์สาหร่าย ตรวจวิเคราะห์สารพิษจากสาหร่ายในน้ำประปาและน้ำดื่ม ทดสอบความทนทานของสีและวัสดุก่อสร้างต่อสาหร่าย และทดสอบนิเวศพิษวิทยาด้วยสาหร่าย



ด้านพลังงานทดแทน

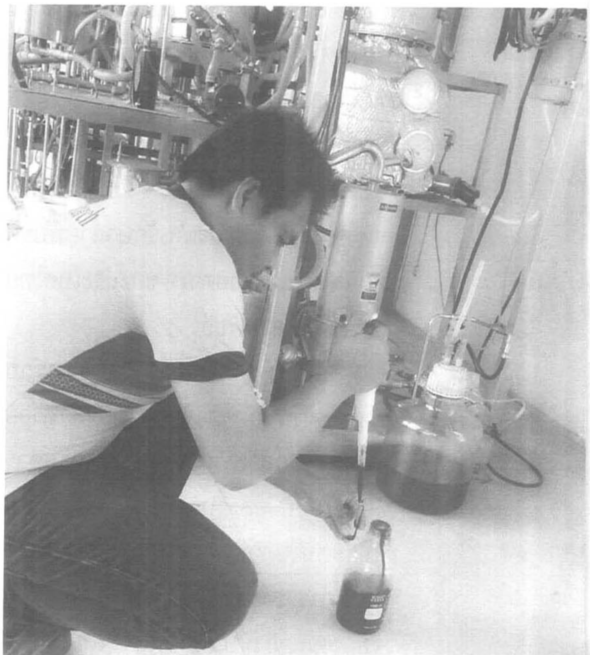
ขณะนี้ วว. มีความร่วมมือในเครือข่ายวิจัยพลังงานจากสาหร่ายขนาดเล็กแห่งประเทศไทย (คพท.-THINK ALGAE) โดยการสนับสนุนจาก บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ในการดำเนินชุดโครงการผลิตน้ำมันจากสาหร่ายขนาดเล็กอย่างบูรณาการ โดยใช้กระบวนการผลิตร่วม (co-processes) กับของเสีย เช่น น้ำทิ้ง และก๊าซ เพื่อลดต้นทุนการผลิต พร้อมทั้งผลิตผลิตภัณฑ์ร่วม (co-products) เช่น ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อสร้างห่วงโซ่มูลค่าเพิ่ม อันจะนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำมันจากสาหร่าย น้ำมันดิบจากสาหร่ายที่ผลิตจากโรงงานต้นแบบ วว. ได้นำส่งแก่สถาบันวิจัยเทคโนโลยี ปตท. เพื่อพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งในขณะนี้สามารถพัฒนาน้ำมันเครื่องบินได้แล้ว (bio-jet oil)



ความสำเร็จงานวิจัย วว. ประสบผลสำเร็จในการใช้เทคนิคย้อมสีไนล์ เรด (Nile Red staining) คัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายที่ผลิตน้ำมันได้รวดเร็วเป็นแห่งแรกของประเทศไทย นับเป็นการวิจัยและพัฒนาด้านสาหร่ายผลิตน้ำมันแบบก้าวกระโดด โดยสามารถคัดเลือกสาหร่ายสายพันธุ์ที่ผลิตเม็ดน้ำมันสูงได้รวดเร็วเป็นจำนวนกว่า 40 สายพันธุ์ นำไปสู่การวิจัยพัฒนาการเพาะเลี้ยงระดับขยายเชิงพาณิชย์กลางแจ้ง เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ผลิตน้ำมันสูงที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยในขั้นต่อไป เทคนิคดังกล่าวจะส่งผลให้การวิจัยสาหร่ายผลิตน้ำมัน เพื่อเป็นพลังงานทดแทนในอนาคตประสบผลสำเร็จอย่างเป็นรูปธรรมได้รวดเร็วขึ้น

ภายหลังจากที่ วว. คัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายที่ผลิตน้ำมันและพัฒนาการเพาะเลี้ยงในระดับขยายเชิงพาณิชย์กลางแจ้งแล้ว ในส่วนของน้ำมันที่ได้ ปตท. จะนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติและพัฒนาออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามความเหมาะสมในการใช้งานต่อไป

ทั้งนี้ ปตท. สนับสนุนทุนวิจัยในการดำเนินโครงการ ภายใต้การดำเนินงานของเครือข่ายวิจัยพลังงานจากสาหร่ายขนาดเล็กแห่งประเทศไทย (คพท.) โดยมีระยะเวลาดำเนินงาน 7 ปี (พ.ศ. 2551-2558) มีเป้าหมายเชิงพาณิชย์เพื่อให้ต้นทุนของน้ำมันจากสาหร่ายน้อยกว่า 150 เหรียญต่อบาเรล และเป้าหมายเชิงเทคนิคให้สาหร่ายมีผลผลิตสูงกว่า 30 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และมีปริมาณน้ำมันประมาณ 40% หรือสามารถคิดเป็นผลผลิตน้ำมันสาหร่ายประมาณ 6 ตันน้ำมันต่อไร่ต่อปี ไม่รวมผลิตภัณฑ์พลอยได้ จำพวกโปรตีนคุณภาพสูง สารสกัดจำพวกกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งในเบื้องต้นมีการประเมินต้นทุนการผลิตซึ่งมวลสาหร่ายอยู่ที่ประมาณ 200 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง โดยมีปริมาณน้ำมันที่ 20-30% ของสาหร่ายแห้ง ซึ่งยังคงเป็นต้นทุนการผลิตน้ำมันที่สูงอยู่



ด้านการลดภาวะโลกร้อนและเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้ง

เนื่องจากน้ำมันที่ผลิตจากสาหร่ายมีราคาสูง ยังไม่สามารถแข่งขันได้ วว. จึงมีแนวคิดในการลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มมูลค่าจากกระบวนการใน 2 แนวทาง คือ

1. การใช้กระบวนการผลิตร่วม (Co-Processes) โดยการใช้ของเสีย คือ

- นำน้ำเสียมาเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อลดต้นทุนค่าน้ำและค่าปุ๋ย

- CO_2 จากโรงงาน เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตชีวมวลที่จะนำมาใช้สกัดน้ำมันจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย และได้คาร์บอนเครดิตในเวลาเดียวกัน

2. การผลิตผลิตภัณฑ์ร่วม (Co-Products) โดยการนำชีวมวลสาหร่ายที่เหลือจากการสกัดมาใช้ในการผลิตผลิต-ภัณฑ์อื่นๆ เช่น ปุ๋ย อาหารสัตว์ ฯลฯ

ข้อเด่นงานวิจัยด้านการผลิตพลังงานจากสาหร่ายของ วว.

วว. สั่งสมประสบการณ์วิจัยและพัฒนาด้านสาหร่ายมาเป็นเวลากว่า 25 ปี มีคลังสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ติดอันดับ 1 ใน 3 ของเอเชียรองจากประเทศญี่ปุ่นและจีน มีคลังสาหร่ายเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายที่แยกจากระบบนิเวศต่างๆ ของประเทศไทยกว่า 1,000 สายพันธุ์ และมีระบบการเพาะเลี้ยงสาหร่ายระดับขยายกลางแจ้งต้นแบบ ตั้งแต่ขนาด 100–10,000 ลิตร ที่สามารถปรับเป็นระบบ

การผลิตต่อเนื่องปริมาตรรวม 100,000-200,000 ลิตร รวมทั้งมีนักวิชาการและทีมงานที่เชี่ยวชาญซึ่งมีประสบการณ์ในการวิจัยพัฒนาด้านสาหร่าย ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและภาคสนามมากกว่า 25 ปี ทำให้มีข้อได้เปรียบสูงด้านการคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดในการต่อยอดงานวิจัยแขนงต่างๆ โดยมีผลงานเป็นรูป-ธรรมทั้งด้านองค์ความรู้และผลิตภัณฑ์แปรรูปหลากหลายชนิด ซึ่งมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ภาคเอกชนในการนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ อันเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างยั่งยืน

วว. ดำเนินการวิจัยและพัฒนาด้านสาหร่ายตามอนุสัญญาระหว่างประเทศต่างๆ และประสบผลสำเร็จในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ได้แก่

1. อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ ในการเป็นที่ตั้งของคลังสาหร่ายขนาดใหญ่ เพื่อการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน และพัฒนาสาหร่ายมุกหยกเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

2. อนุสัญญาว่าด้วยการต่อต้านการเป็นทะเลทราย โดยการพัฒนาสาหร่ายเป็นผลิตภัณฑ์การเกษตรในรูปแบบปุ๋ยชีวภาพและวัสดุปรับปรุงดิน

3. อนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการผลิตพลังงานจากสาหร่ายด้วยกระบวนการผลิตโดยใช้ของเสีย ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำเสีย และการผลิตผลิตภัณฑ์ร่วมเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

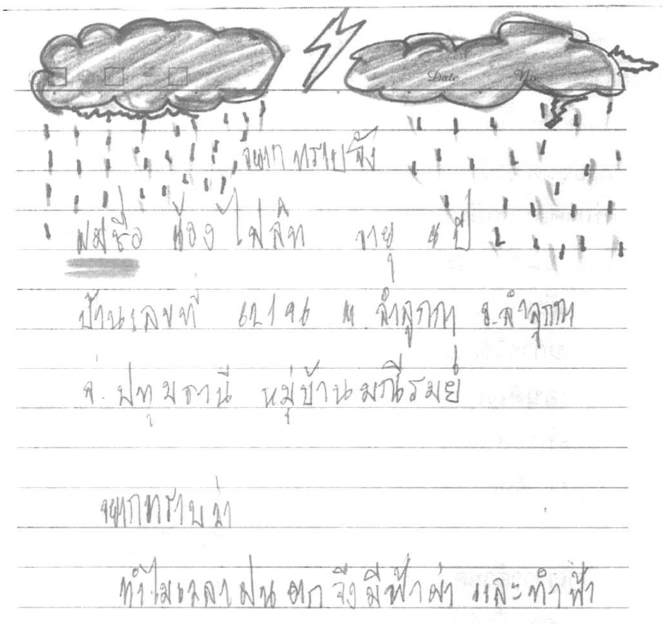
จากพื้นฐานความสำเร็จที่ผ่านมา ร่วมกับเป้าหมายเพื่อก่อให้เกิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์จากทรัพยากรและเทคโนโลยีสาหร่าย รวมถึงการตอบสนองต่อความต้องการวิจัยพัฒนาด้านสาหร่ายของภาคเอกชนที่เพิ่มขึ้น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้สนับสนุนโครงการ Flagship คือ การจัดตั้งศูนย์ความเป็นเลิศด้านสาหร่าย วว. (TISTR Algal Excellent Center-TISTR AEC) มีระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี (ตุลาคม 2555 – กันยายน พ.ศ. 2560) ซึ่งในปีแรก วว. ได้รับงบประมาณจำนวน 40 ล้านบาท เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการ โดยวิสัยทัศน์ของ TISTR AEC คือ เป็นศูนย์ความเป็นเลิศด้านสาหร่ายที่ได้รับการยอมรับในระดับภูมิภาค

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมผลงานวิจัยและพัฒนาด้านสาหร่ายของ วว. ได้ที่
ศูนย์บริการลูกค้า วว. โทร. 0 2579 3000 หรือที่ โทร. 0 2577 9000 โทรสาร 0 2577 9009 ในวันและเวลาราชการ
www.tistr.or.th E-mail : tistr@tistr.or.th

เยี่ยมโต๊ะ บ.ก.

ดร.นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ทำไมเวลาฝนตก จึงมีฟ้าผ่า และทำไมฟ้าจึงแลบด้วยครับ



สวัสดีค่ะ ท่านผู้อ่านวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทุกท่าน คำถามจากผู้อ่านรุ่นเยาว์ เด็กชายพันธมิตร กอบวิทย์กรณ์ หรือน้องไฟลท์ เขียนถามมาว่า "ทำไมเวลาฝนตก จึงมีฟ้าผ่า และทำไมฟ้าจึงแลบด้วยครับ"

คำตอบนะคะ ปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า นั้น เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุอิเล็กตรอนภายในก้อนเมฆ หรือระหว่างก้อนเมฆด้วยกันเอง หรืออาจจะเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน กล่าวง่ายๆ คือ ฟ้าแลบเกิดจากมวลอากาศร้อนไหลเข้าปะปนกับมวลอากาศเย็น ทำให้เกิดความปั่นป่วนในบรรยากาศ และเมื่อเกิดฝนตก มักจะมีลมฝน ลมพายุพัดกระหน่ำ ทำให้ก้อนเมฆเคลื่อนตัว เสียดสีกัน กลายเป็นกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนไปด้วยอุณหภูมิสูงและขยายตัวอย่างฉับพลัน ส่งเสียงดังกลายเป็น "ฟ้าร้อง" โดยทั่วไป เรามักจะเห็นฟ้าแลบแปลบปลาบ สว่างวาบขึ้นมาก่อน แล้วตามมาด้วยเสียงฟ้าร้อง

ดังครืน แท้จริงแล้ว ฟ้าแลบและฟ้าร้องนั้น เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน แต่การที่เรามองเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง นั่นเป็นเพราะ แสงมีการเดินทางที่เร็วกว่าเสียง แสงมีอัตราเร็ว 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ส่วนเสียงมีอัตราเร็วประมาณ 1/3 กิโลเมตรต่อวินาทีเท่านั้น

การเกิดกระแสไฟฟ้าในบรรยากาศดังกล่าวนั้น เกิดจากการเคลื่อนที่ขึ้นลงของกระแสอากาศ (updraft/downdraft) ภายในเมฆคิวมูโลนิมบัส (cumulonimbus)

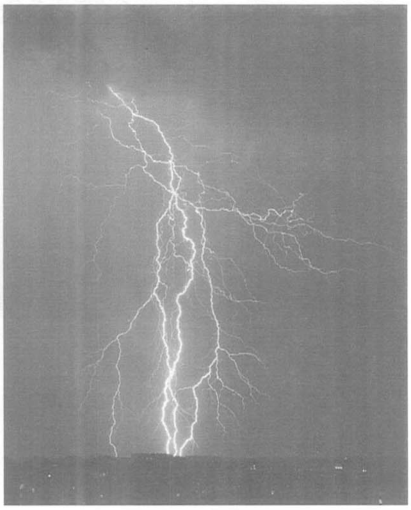
การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าในแต่ละบริเวณของก้อนเมฆและพื้นดินด้านล่าง ความต่างศักย์นี้ในระดับหนึ่ง จะก่อให้เกิดสนามไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยมีประจุบวกอยู่ทางด้านบนของก้อนเมฆ ประจุลบอยู่ทางตอนล่างของก้อนเมฆ พื้นดินบางแห่งมีประจุบวก พื้นดินบางแห่งมีประจุลบ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า

เมื่อประจุลบบริเวณฐานเมฆถูกเหนี่ยวนำเข้าหาประจุบวกที่อยู่ด้านบนของก้อนเมฆ ทำให้เกิดแสงสว่างในก้อนเมฆเรียกว่า "ฟ้าแลบ"

เมื่อประจุไฟฟ้าลบบริเวณฐานเมฆก้อนหนึ่งถูกเหนี่ยวนำไปยังประจุบวกในเมฆอีกก้อนหนึ่ง จะมองเห็นสายฟ้าวิ่งข้ามระหว่างก้อนเมฆเรียกว่า "ฟ้าแลบ"

เมื่อประจุลบบริเวณฐานเมฆถูกเหนี่ยวนำเข้าหาประจุบวกที่อยู่บนพื้นดิน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจากก้อนเมฆพุ่งลงสู่พื้นดินเรียกว่า "ฟ้าผ่า" (แสนสำราญ 2556)

สำหรับฟ้าผ่านั้น เป็นอันตรายจากธรรมชาติ อาจทำให้เสียชีวิตได้ เพราะกระแสไฟฟ้าจากเมฆ จะวิ่งเข้าสู่พื้นดินหรือสิ่งที่อยู่บนพื้นดิน ดังนั้น เราจะเห็นฟ้าผ่า ยอดต้นไม้สูงๆ หรือแม้แต่ คน สัตว์ที่อยู่ในที่โล่งแจ้ง ก็มีสิทธิ์ถูกฟ้าผ่าได้เช่นกัน ดังนั้น เมื่อเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนอง เราจึงไม่ควรอยู่ในที่แจ้ง หรือมีสิ่งที่เป็นสื่อสวมใส่ หรือพกติดไว้บนร่างกาย เช่น สร้อยคอ โทรศัพท์มือถือ การหลบเข้าใต้ต้นไม้ ก็เป็นสิ่งไม่ปลอดภัย เพราะต้นไม้มีความสูง ที่เรียกว่า สูงโดดเด่นขึ้นไปในอากาศ โอกาสที่จะถูกฟ้าผ่า จึงมีมาก สำหรับอาคารบ้านเรือนนั้น ถ้าเป็นอาคารทรงสูง ควรมีการติดตั้งสายล่อฟ้าไว้บนหลังคาอาคารด้านบนสุด แล้วเดินสายดินเพื่อช่วยในการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจากอากาศไปสู่พื้นดิน ทำให้เกิดความปลอดภัยกับ



ร่างกายและทรัพย์สิน กระแสไฟฟ้าที่วิ่งจากก้อนเมฆมายังพื้นดินนั้น มีพลังงานไฟฟ้าสูง ความรุนแรงของกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่านั้น เพียงพอที่จะจุดหลอดไฟฟ้าขนาด 60 แรงเทียนให้สว่างได้ถึงจำนวน 600,000 ดวง (Physical Geography 2014)

หวังว่าคำตอบนี้ คงสามารถไขข้อข้องใจของน้องไฟลท์ และท่านผู้อ่านได้นะคะ เมื่อทราบถึงอันตรายที่เกิดจากฟ้าผ่าแล้ว น้องๆ ก็คงไม่ซุกซนออกไปเล่นน้ำฝนกลางแจ้งกันนะคะ

วันนี้ขอลาไปก่อน พบกันใหม่ฉบับหน้าค่ะ

แหล่งข้อมูล

แสนสำราญ, เพิ่มศักดิ์. 2556. ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://oomloveza099.blogspot.com/2013/01/blog-post_316.html, [เข้าถึงเมื่อ 3 มกราคม 2557].

Is lightning produced by clouds rain or thunder?, 2014. [online]. Available at: http://wiki.answers.com/Q/Is_lightning_produced_by_clouds_rain_or_thunder#slide=5, [accessed 3 January 2014].

RMUTPhysics, 2014. Physical Geography, Chapter 3 Air mass & frontal. [online]. Available at: http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3/geology/3/ index_ch_3-7.htm, [accessed 3 January 2014].

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ดัชนีปีที่ 28-1 ฉบับที่ 1-4, 2556

ดัชนีเรื่อง

ดัชนีผู้เขียน

วว.TISTR

บทความจากผู้เขียน

ผู้อ่านท่านใดสนใจส่งบทความมาลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุณาจัดเตรียมต้นฉบับตามข้อกำหนด ดังนี้

การจัดเตรียมต้นฉบับ

1. ความยาวต้นฉบับ: บทความปริทัศน์ประเภทต่างๆ ความยาว ไม่เกิน 6 หน้า บทความงานวิจัย ไม่เกิน 10 หน้า
2. ระบุชื่อ นามสกุลผู้เขียน คำนำหน้าชื่อ หน่วยงาน พร้อมรายละเอียดที่อยู่ติดต่อทางไปรษณีย์และอีเมล
3. บทความงานวิจัย ต้องมีบทคัดย่อและ Abstract เป็นส่วนนำของบทความนั้นๆ ในบทคัดย่อหรือ Abstract ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้: วัตถุประสงค์การวิจัย รูปแบบ/วิธีการวิจัย ผลการวิจัย ข้อจำกัดทางการวิจัย/การนำผลการวิจัยไปใช้ ผลกระทบของงานวิจัยในด้านต่างๆ เช่น องค์ความรู้ใหม่ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
   ความยาวของบทคัดย่อและ Abstract รวมกันแล้วไม่ควรเกิน 1 หน้ากระดาษ A-4
4. ระบุ คำสำคัญ (keywords) ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักของงานวิจัยของท่านไม่เกิน 6 คำ
5. แนบรูปประกอบที่ชัดเจน โดยอาจส่งมาเป็นลักษณะ CD-ROM หรือทางอีเมล
6. บทความควรมีการระบุเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม รูปแบบเอกสารอ้างอิงเป็นตามที่ วว. กำหนด ดังนี้

6.1 การอ้างอิงหนังสือ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

Ulrich, W., 1983. Critical Heuristics of Social Planning. Chicago: University of Chicago Press.

โฉมเฉลา, ณรงค์. 2518. การปลูกและสกัดน้ำมันมินต์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

6.2 การอ้างอิงจากบทความวารสาร

Boughton, J.M., 2002. The Bretton Woods proposal, an in-depth look. *Political Science Quarterly*, **42**(6), pp. 564-78.

มณีดุลย์, ชาญชัย. 2526. การปลูกกระถินเลี้ยงสัตว์. *วารสารปศุสัตว์*, **10**(2), หน้า 57- 67.

6.3 การอ้างอิงจากวารสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-journals)

Wright, A. and Cottee, P., 2000. Consumer understanding of US and EU nutritional labels. *British Food Journal.* [online] **103**(8), pp. 615-629. Available at: http://www.emerald-library.com, [accessed 12 September 2007].

6.4 การอ้างอิงจากสิ่งพิมพ์ที่มีชื่อผู้แต่งและตีพิมพ์ในเว็บไซต์หรือเผยแพร่ทางระบบออนไลน์ (online) แต่ไม่ใช่บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร

Piotrowicz, G., 2002. The university libraries consortia – yesterday, today and tomorrow. [online]. Available at: http://ebib.oss.wroc.pl/english/grnat/piotrowicz.php, [accessed 02 March 2006].

6.5 การอ้างอิงจากเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ต

Marks&Spencer, 2004. Annual Report 2003-2004. [online]. Available at : http://www-marks-andspencer.co.uk/corporate/annual2003/, [accessed 17 September 2005].

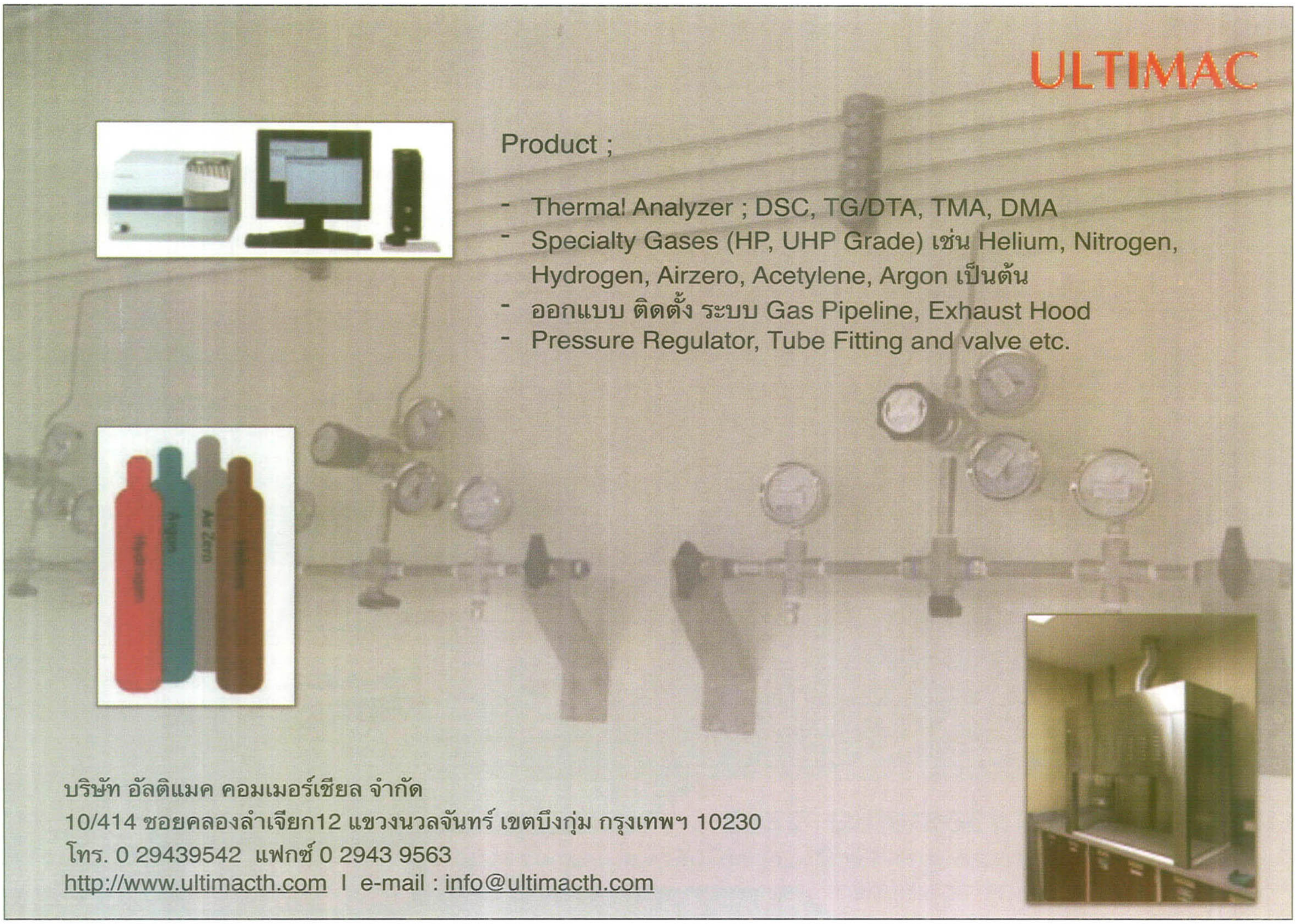
พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว. 2551. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว. [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2551].


บริษัท ศักดิ์สิทธิ์ อัลลอย
สร้างความลงตัวของบ้านคุณ
ด้วยงานอัลลอย คุณภาพ
ร้อยแบบพันดีไซร์ สร้างสรรค์งานฝีมือ
หลายประเทศให้การยอมรับ
เบอร์หนึ่งประตูเมืองไทย
ตัวจริง จัดเต็ม
รับงานซ่อมเซอร์วิสทุกอย่าง
ปั่นทำสีประตู-เปลี่ยนล้อ-เปลี่ยนกุญแจ-วางราง-ประตูตก
โทร.02-758-5253-4, 02-385-7147-8
www.saksitalloy.com


SP can provide the services needed for a construction project at any stage of the project or all the stages from blank paper to an operational building and operational factory. We can also work on any specific aspect that the client wishes or in a turnkey project. We work with the client on each of the aspects. All projects can be broken down into several stages as follows.
Feasibility Studies :
to assist the client in making decisions concerning cost and construction.
Preliminary Design :
to provide conceptual engineering for process, utilities and equipment involved in the project.
Detail Design :
a through description of all processes, equipment, materials, arrangements.
Procurement :
the process of acquiring what is needed to construct the project including preparation of bid packages for subcontractors, choosing subcontractors and choosing vendors.
Construction Supervision & Management :
to ensure that a project is built according to the design specifications and on schedule.
Construction :
building the structure, facilities, installing the equipment, making piping,electrical and instrument connections.
Commissioning :
testing of processes, equipment and instrumentation to be sure they meet.design specifications and function accordingly.
With all in-house working personnel of various disciplines, our clients can expect design coordination, quick response with direct communication of involved persons, design follow-up during construction and other long-term services.
บริษัท สเพลนเดอร์ โพรดักส์ จำกัด
162-164 ม.3 ถ.ศรีสมาน ซ.6 ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
โทร. 02-501-5675-6 โทรสาร 02-501-5674
Splendour Products Co.,Ltd.
162-164 Moo 3, Srisamarn Road Soi 6, Banmai, Pakkret, Nonthaburi 11120
Tel. 02-501-5675-6 Fax : 02-501-5674
www.sp1995.com


SINFONIA TECHNOLOGY GROUP
SINFONIA TECHNOLOGY (THAILAND)
Experience the Japanese technology and
reliable service in Thailand!
SINFONIA TECHNOLOGY (THAILAND) CO., LTD.
406 Moo 2 Bangpoo Industrial Estate (Soi 2 c)
Sukhumvit Rd., T. Bangpoomai,
A. Muangsamutprakarn,
Samutprakarn, Thailand 10280
Tel +66-2323-3553
Website : www.sinfo-stt.com
Vehicle controller
Container Pallet Loader
Dual-motion parts feeder
Passenger step
Vibrating Equipment
Processing granular materials with high efficiency and low energy consumption.
Parts Feeders
High speed supply of general purpose industrial parts.
Controllers
Supporting the building of optimized systems by correctly clarifying needs.
Industrial Transportation
Providing efficient transport from airports to seaports and warehouses.


SPECTRAL technology instrument
บริษัท สเปคทรัล เทคโนโลยี อินสทรูเม้นท์ จำกัด
จำหน่ายเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นนำจากต่างประเทศ
โดยเฉพาะเครื่องมือวัดทางด้าน แสง สี ความร้อน และเครื่องมือที่ใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโกปี
AVANTES solutions in spectroscopy
SPi infrared
SOLAR LIGHT
THORLABS
TURNER DESIGNS
LANScientific
ROITHNER LASERTECHNIK
@ Fiber Optic Spectrometer
@ Spectrofluorometer & Fluorometer
@ NIR Spectrometer
@ Imaging & Microscopy Systems
@ Spectroradiometer & Radiometer
@ Solar Cell & PV Analyzer
@ UV-VIS-NIR Spectrometer
@ Photoluminescence Spectrometer
@ Thinfilm Thickness Spectrometer
@ Infrared & Thermal Camera
@ Elemental Analyzer
@ Laser & Light Sources
@ CIE L* a* b* Color Spectrometer
@ Raman Spectrometer
@ Ellipsometer
@ Light Measurement & Sensor
@ Solar Simulator & UV Simulator
@ Photonics & Optical Devices
Spectral Technology Instrument Co.,Ltd.
99/532 Ramkhamhaeng Rd., Saphansung , Bangkok 10240 Thailand. Tel : 02-729-0927 / 08-6328-8289 Fax : 02-729-1348
E-mail : info@spectralinstrument.com Website : http://www.spectralinstrument.com


ULTIMAC
Product ;
- Thermal Analyzer ; DSC, TG/DTA, TMA, DMA
- Specialty Gases (HP, UHP Grade) เช่น Helium, Nitrogen, Hydrogen, Airzero, Acetylene, Argon เป็นต้น
- ออกแบบ ติดตั้ง ระบบ Gas Pipeline, Exhaust Hood
- Pressure Regulator, Tube Fitting and valve etc.
บริษัท อัลติแมค คอมเมอร์เชียล จำกัด
10/414 ซอยคลองลำเจียก12 แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230
โทร. 0 29439542 แฟกซ์ 0 2943 9563
http://www.ultimacth.com I e-mail : info@ultimacth.com


SIGHTSEEING
신정관광
HAP
สนุกทุกที่กับ...
แฮปปี้ สตาร์ ทัวร์
Tel : 02-736-0055
02-736-0080
084-157-9900
E-mail : happystartours@hotmail.com
안녕하세요
อัน ยอง ฮา เซ โย
รับจัดกรุ๊ปทัวร์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
รับจองห้องพัก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
รับจัดกลุ่มบุคคลเพื่อสัมมนาดูงาน หรือ
ทัศนศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
มีบริการด้านตั๋วเครื่องบินในราคาพิเศษ
ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
รับปรึกษาด้านเอกสารในการขอยื่นวีซ่า
และการขออยู่ต่อภายใต้กฎหมายที่กำหนด
31/11 ถนนกรุงเทพกรีฑา แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ 10250
(ตรงข้ามสนามกอล์ฟยูนิโก้)

เราคือผู้นำวงการเฟอร์นิเจอร์ LAB
"ทันสมัยและใหญ่ที่สุดในประเทศไทย"
S.K. POWERABLE
www.skpower.co.th
E-mail : sales@skpower.co.th
ดีไซน์ล้ำหน้าในแบบผู้นำ
รับออกแบบ ผลิตและติดตั้งห้องปฏิบัติการ
ครบวงจร มาตรฐาน
ISO 9001
ISO 14001
TIS 18001
OHSAS 18001
PRODUCTS
Laboratory Furniture
Fume Hood
Fume Scrubber
Stool Chair
Laboratory Fitting
Emergency Shower
บริษัท เอส.เค.เพาเวอร์เอเบิล จำกัด
48/3 หมู่ 6 ซ.วิรุณราษฎร์ ถ.เศรษฐกิจ ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110
โทร. 02-4316061-6 แฟกซ์. 02-4316067
GRAMMY®
LABORATORY FURNITURE
EASY LAB®
FUME HOOD & FUME SCRUBBER

SCIENCE CENTER
VITLAB
Treff Lab
BIO-RAD
BIOMÉRIEUX
GLASSCO
ANUMBRA
GLASS PETRI DISHES
KIRGEN
AXYGEN
A Corning Brand
Lutron
Whatman
FUNKE GERBER
PARAFILM M
SPHINX
GAST
HIRAYAMA
OPTIKA
ITALY
ROBU
Thermo Forma
Thermo SCIENTIFIC
OLYMPUS
N-BIOTEK
cowie
memmert
Experts in Thermostatics
MERCK
alla France
IKA
Runlab
ELGA
3M
FALC
Brannan
nunc
eppendorf
SIMAX
New Brunswick
ANPEL
Promega
SIGMA-ALDRICH
D&N
SNP SCIENTIFIC CO., LTD.
บริษัท เอสเอ็นพี ไซแอนติฟิค จำกัด
32/14-16 Moo 1, Sukhaphiban 5 Road, Or-ngern, Saimai, Bangkok 10220 Thailand
32/14-16 หมู่ 1 ถนนสุขาภิบาล 5 แขวงออเงิน เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10220
Tel. 02-5636196-9, 081-936-8100, 081-817-9031 Fax : 02-5636050-51
www.snp-scientific.com E-mail : snp_sci@yahoo.com

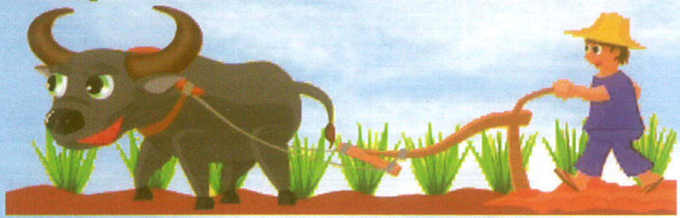
ทำเท่าไหร่ก็ไม่เหลือ **ต้นทุนสูง ผลผลิตต่ำ**

ลองใช้แร่ปรับสภาพดินบ้าง ถึงต้นทุนยังไม่ลด แต่ผลผลิตจะเพิ่มขึ้น

แก้ดินเปรี้ยว ดินกรด ดินเค็ม ดินขาดอินทรียวัตถุ ดินแข็ง ดินดาน

ดินเสื่อมจากปุ๋ยเคมี ดินที่ตรึงปุ๋ย ดินที่ปลูกอะไรก็ไม่งาม

และดินที่มีปัญหาทุกชนิด แก้ดินครั้งเดียว ดินจะดีไปอีกนาน



ขายส่ง

แร่ปรับสภาพดิน

แร่ส่วนผสม ปั้นเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ ทุกชนิด

ถูกและดียังมีอยู่จริง ไม่แพงอย่างที่คิด

ดูโฆษณาก็มีแต่ราคา

"เว่อร์ เว่อร์"

แร่บดละเอียด เมื่อนำไปปั้นผสมกับอินทรียวัตถุ

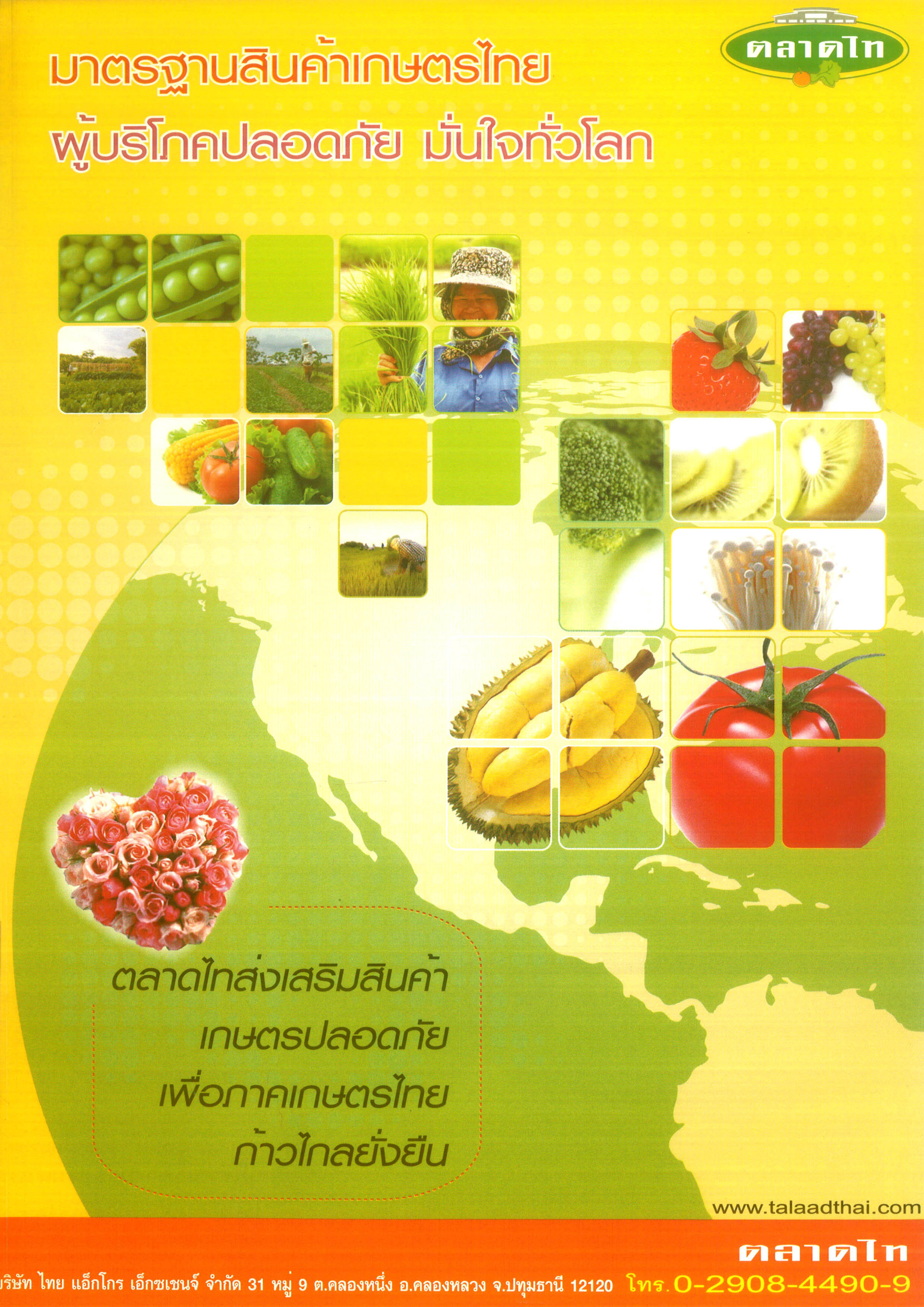
ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเม็ด ที่เค้าขายกันแพง ๆนั่นเอง

จะปรับสภาพดินแต่ยังหาคนขายแร่ไม่เจอ

081-7214042 โทรมาคุยกันก่อน

วว./TISTR

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR)
35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทร. (66) 0 2577 9300 โทรสาร 0 2577 9009
E-mail: tistr@tistr.or.th Website: www.tistr.or.th



ตลาดไท
มาตรฐานสินค้าเกษตรไทย
ผู้บริโภคปลอดภัย มั่นใจทั่วโลก
ตลาดไทส่งเสริมสินค้า
เกษตรปลอดภัย
เพื่อภาคเกษตรไทย
ก้าวไกลยั่งยืน
www.talaadthai.com
ตลาดไท
บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด 31 หมู่ 9 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร.0-2908-4490-9

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
๕๐ ปีแห่งการอุทิศเพื่อสังคม

พุทธศักราช ๒๕๕๗ ปีแห่งการครบรอบสถาปนา ๕๐ ปี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

"๕๐ปี แห่งการอุทิศเพื่อสังคม" แสดงถึงเจตนารมณ์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นยึดมั่นตลอดมา นับจากแรกเริ่มก่อตั้งในปี 2507 จนถึงปัจจุบัน คือ ดำเนินงานทุกภารกิจเพื่อแก้ปัญหาพัฒนาด้วยความใส่ใจ ห่วงใย ต่อชุมชนและสังคม

จากงานวิจัย สู่ชุมชน

สกัดน้ำมันยางนาผลิตไบโอดีเซล

สกัดน้ำมันจากต้นยางนามาเป็นน้ำมันดีเซลชีวภาพ
เหมาะสำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำและกำลังต่อยอดสู่
เครื่องยนต์ดีเซลรอบสูงหลังทดแทนน้ำมันดีเซลได้ในอนาคต

โครงการละว้า

ผลสำเร็จคนอีสานบอกลาปลาดิบ
ต้นเหตุพยาธิใบไม้ตับด้วยพลังเครือข่ายสุขภาพ
โครงการต้นแบบที่ศึกษา และหาทางป้องกัน
โรคพยาธิใบไม้ตับแบบชุมชนมีส่วนร่วม

ไหมอีรี่

ปรับปรุงพันธุ์หนอน 'ไหมอีรี่' เพิ่มขนาดรัง ทนความร้อนสูง
แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่น จัดตั้งหมู่บ้านต้นแบบเพาะเลี้ยงไหม
ขยายการเลี้ยงทั่วประเทศ

ปรับปรุงพันธุ์พืช

ปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน พัฒนาพืชพันธุ์ใหม่
และสร้างเทคโนโลยีใหม่สำหรับปรับปรุงพันธุ์
ผลิตนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อความยั่งยืนของระบบ
เกษตรของไทย เพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน

รศ.กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย
อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Caring : ความใส่ใจ ห่วงใยต่อสังคม
ภาพเส้นใยใบไม้ แสดงถึงความห่วงใย ใส่ใจ แบ่งปันน้ำใจให้ สังคม และสิ่งแวดล้อม

Connecting : การเชื่อมโยงองค์ความรู้
ภาพลายขิดอีสาน แสดงถึงการเชื่อโยง ส่งผ่านองค์ความรู้ เพื่อ แก้ปัญหา และพัฒนาสังคม

Creating : การทำงานอย่างสร้างสรรค์
ภาพจั่วอีสานลายแสงอาทิตย์ แสงแห่งปัญญาในการสร้างสรรค์ บัณฑิต งานวิจัย และงานบริการวิชาการ

Happiness : มหาวิทยาลัยแห่งความสุข
ลายเส้นจิตรกรรมฝาผนังอีสาน เป็นภาพคน ซึ่งสื่อถึงความสุข ของ นักเรียน นักศึกษา บุคลากรประชาชน ในภูมิภาค และประชาคมโลก

KHON KAEN UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่อยู่ : 123 หมู่ 16 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง
จ.ขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ 043-009700

www.kku.ac.th