ISSN 0857-2380 ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2556

วว.TISTR

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

- เส้นทางสู่เชิงพาณิชย์...ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากสมุนไพร
- ก้าวต่อไปของการพัฒนางานบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา วว. และศูนย์จุลินทรีย์
- บทบาทนักเคมีผ่านเคมีสีเขียวจากทฤษฎีสู่ยุทธศาสตร์แห่งชาติ
- สัมภาษณ์ นายสายันต์ ตันพานิช ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร วว.

ได้รับรางวัลดีเด่นประเภทวิชาการ จาก สยช.

นายสายันต์ ตันพา

THE WALL STREET JOURNAL. MOBILENEWS TheAsset Forbes FinanceAsia EUROMONEY Alpha AON Hewitt การเงินธนาคาร Enterprise Asia SAA

ด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจในการให้บริการและดูแลผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับองค์กรทุกกลุ่มอย่างเต็มความสามารถ จนได้รับการยอมรับในผลการดำเนินงานจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยรางวัลที่ได้รับในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา กว่า 40 รางวัล ได้สร้างความเชื่อมั่นและไว้วางใจให้แก่ลูกค้า นักลงทุน พนักงาน และสังคม ว่าเราจะก้าวเดินและเติบโตไปด้วยกันในแบบคุณ

ความมั่นใจจากลูกค้า

- Superbrands Thailand ปี 2551, 2552, 2554, 2555
- Thailand's Most Admired Company ปี 2555
- รางวัลนวัตกรรมดีเด่นจากมหาชน ปี 2551
- สุดยอดคอลเซ็นเตอร์แห่งปี 2556 ในระดับเอเชีย แปซิฟิก

ความไว้วางใจจากพนักงาน

- รางวัลบริษัทนายจ้างดีเด่นของไทย ปี 2554-2556
- รางวัลสุดยอดองค์กรแห่งการสร้างผู้นำของภูมิภาคเอเชีย แปซิฟิก ปี 2554

ความเชื่อมั่นต่อนักลงทุน

- รางวัลสุดยอดบริษัทที่จ่ายเงินปันผลสูงสุดอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 5 ปีที่ผ่านมา (2549-2553) เป็นอันดับ 1 ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
- รางวัลผู้บริหารการเงินยอดเยี่ยม และรางวัลนักลงทุนสัมพันธ์ยอดเยี่ยม ปี 2552-2555

ความรับผิดชอบต่อสังคม

- รางวัลผู้ประกอบการดีเด่นของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมด้านการให้ความช่วยเหลือสังคมให้พึ่งพาตัวเองได้อย่างยั่งยืน ปี 2554
- องค์กรธุรกิจดีเด่นด้านการส่งเสริมสถาบันครอบครัว การส่งเสริมอาชีพคนพิการและผู้ทำคุณประโยชน์ดีเด่นที่นำเสนอกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่อยู่ในภาวะยากลำบาก

ทีฆายุกา โหตุ มหาราชินี

วว.TISTR

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม ขอเดชะ
ข้าพระพุทธเจ้าคณะผู้บริหารและพนักงาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)


โค้ก
ต้องซ่า
ต้องกล้า
ต้องโค้ก

กรุงไทย-แอกซ่า ประกันชีวิต รับรางวัล
บริษัทประกันชีวิตที่มีการพัฒนาดีเด่นประจำปี 2555

มร.เดวิด โครูนิช
ประธานกรรมการบริหาร
บมจ. กรุงไทย-แอกซ่า ประกันชีวิต

นายทนุศักดิ์ เล็กอุทัย
รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงการคลัง

รางวัลการพัฒนาการบริหารงานดีเด่นปี 2550, 2555
จากสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริม
การประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.)

ศูนย์ลูกค้าสัมพันธ์

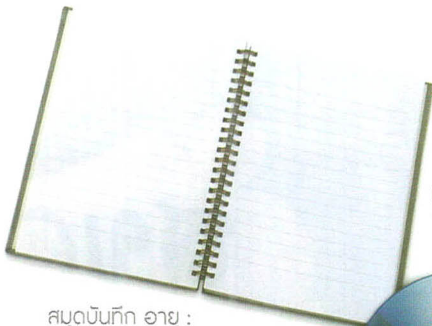
0-2689-4800

www.krungthai-axa.co.th/healthcenter

กรุงไทย แอกซ่า
นิยามใหม่ / ของการประกันชีวิต

UEC
UNIMIT
LPG

คอมพิวเตอร์ อายุ :
182,500 วัน



สมุดบันทึก อายุ :
2,190 วัน

แผ่น CD อายุ :
109,500 วัน

กระป๋องอลูมิเนียม อายุ :
36,500 วัน

ปากกาพลาสติก อายุ :
164,250 วัน

แก้วกระดาษ
เคลือบพลาสติกทั่วไป อายุ :
1,825 วัน

ทายซิ...

อายุเท่าไหร่ กว่าจะย่อยสลาย?

กล่องโฟม อายุ :
365,000 วัน

AMAZON BIO CUP
แก้วกระดาษเคลือบ BIOPBS

อายุ
180
วัน

AMAZON BIO CUP

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์บอกไว้ว่า **"สสารย่อมมีการสูญสลาย"** แต่รู้ไหมว่าของแต่ละชิ้นรอบๆ ตัวเรา ต่างก็มีระยะเวลาในการย่อยสลายตามธรรมชาติ..ยาวนานกว่าที่เราเคยคิด

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมากมาย และขยะคือหนึ่งในปัจจัยสำคัญ ที่สร้างปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อม ทุกวันในประเทศไทยมีกล่องโฟมถูกทิ้งกว่า 100 ล้านกล่อง ขยะจากพลาสติกเฉลี่ย 1,800 ตัน/วัน รวมถึงแก้วกระดาษเคลือบพลาสติกทั่วไปที่เราดื่มเป็นประจำ ทั้งหมดนี้ต้องใช้เวลานับพันปีในการย่อยสลาย

หนึ่งในทางออก คือ นวัตกรรม BIOPBS ล่าสุดจาก ปตท. ในรูปแบบแก้วกระดาษเคลือบพลาสติกชีวภาพ เมื่อฝังกลบลงดิน สามารถย่อยสลายเป็นปุ๋ยได้ 100% ในเวลาเพียง 180 วัน โดยไม่มีสารตกค้าง ช่วยลดปริมาณขยะและยังช่วยให้ต้นไม้ได้เติบโตต่อไป

นวัตกรรมรักษ์โลกล่าสุดนี้ ได้เริ่มต้นใช้แล้วครั้งแรก ในรูปแบบ **อเมซอน ไบโอ คัพ ที่คาเฟ่ อเมซอน ทั่วประเทศ** ใครอยากลอง อยากรู้ ไปชิมกาแฟที่อร่อยทั้งคุณ อร่อยทั้งโลกได้เลย ตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป...อายุของโลกนี้อยู่ในมือคุณแล้ว

สุขอาสา+

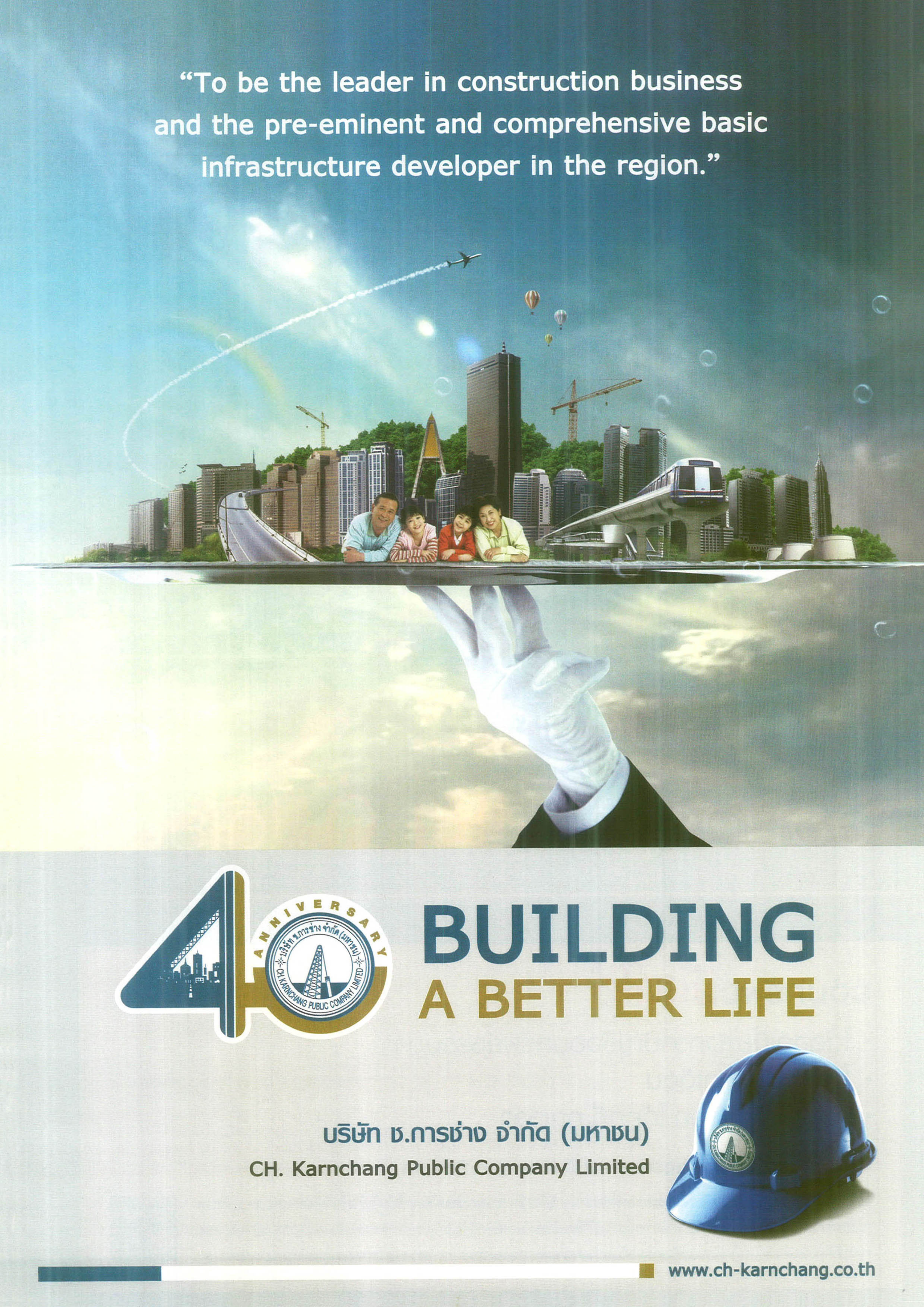
เครือรพ.พญาไท ร่วมแบ่งปันความสุขและกิจกรรมดีๆ ภายใต้ชื่อ " กิจกรรมอาสาสร้างสุข โดยสุขอาสา " จากความมุ่งมั่นตั้งใจ ที่ต้องการเห็นทุกคนในสังคมมีสุขภาพที่ดี และอยากส่งต่อการมีสุขภาพที่ดีไปสู่สังคมที่อยู่ห่างไกลและขาดแคลนโอกาส อาทิ มูลนิธิบ้านเด็กตาบอดและพิการซ้ำซ้อนรามอินทรา, มูลนิธิบ้านเด็กอ่อนพญาไท, โรงเรียนบ้านกระทุ่มลาย จ.พระนครศรีอยุธยา และ สถานสงเคราะห์คนชราเฉลิมราชกุมารี(หลวงพ่อเปิ่น) จ.นครปฐม โดยมีการนำทีมแพทย์และพยาบาล เพื่อตรวจสุขภาพพร้อมจิตอาสาจากเครือ รพ.พญาไท จัดกิจกรรมสันทนาการต่างๆ เพื่อสร้างความสุขและรอยยิ้ม เครือรพ.พญาไท จะยังคงเดินหน้าทำกิจกรรมดีๆแบบนี้ ในทุกๆเดือน เพื่อตอบแทนให้กับสังคมของเรา

ตามวิสัยทัศน์ของเครือรพ.พญาไทที่ว่า

"สร้างสรรค์สุขภาพที่ดี เพื่อศักยภาพแห่งการใช้ชีวิต"

www.sookarsa.com

www.facebook.com/SookArsaSociety



krungsri
กรุงศรี
เรื่องเงิน
เรื่องง่าย
krungsri
กรุงศรี
ออมทรัพย์
มีแต่ได้
ออมทรัพย์
ธรรมดา
เงินฝาก
ก็แค่ไปเปิดบัญชี
ออมทรัพย์มีแต่ได้...ได้เยอะ
ออมทรัพย์มีแต่ได้
• ได้ดอกเบี้ยสูงกว่าบัญชีออมทรัพย์ธรรมดา
• ได้ดอกเบี้ยทุกเดือน
• ถอน โอน สะดวก ได้ทุกที่ ทุกเวลา
Call 1572 | www.krungsri.com | Krungsri Simple
เงื่อนไข • อัตราดอกเบี้ย 2.65% ต่อปี (อัตราดอกเบี้ยตามประกาศของธนาคาร ณ วันที่ 28 มี.ค. 56) เฉพาะมียอดเงินคงเหลือในบัญชี ณ สิ้นวันตั้งแต่ 1 แสนบาท - 10 ล้านบาท (กรณีมียอดเงินคงเหลือในบัญชีณ สิ้นวันน้อยกว่า 1 แสนบาทรับอัตราดอกเบี้ย 1% ต่อปี หรือกรณีที่มียอดเงินคงเหลือในบัญชีณ สิ้นวัน มากกว่า 10 ล้านบาท รับอัตราดอกเบี้ย 0.75% ต่อปี) • ถอน/โอนเงินจากบัญชีได้ไม่จำกัดวงเงิน กรณีถอน/โอนเงินจากบัญชีตั้งแต่ครั้งที่สามเป็นต้นไปในแต่ละเดือน คิดค่าธรรมเนียมครั้งละ 50 บาท • อัตราดอกเบี้ย ข้อกำหนดและเงื่อนไขเป็นไปตามประกาศของธนาคาร

สารบัญ

ปกโดย...สมเกียรติ ธรรมสูน

เจ้าของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทร. 0 2577-9300
E-mail: tistr@tistr.or.th

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

จากกองบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รู้สึกภาคภูมิใจที่การจัดงานเฉลิมฉลอง 50 ปี แห่งการครบรอบวันสถาปนา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว) ผ่านไปอย่างสำเร็จ งดงาม ท่ามกลางความชื่นชมของแขกผู้มีเกียรติ และประชาชนผู้เข้าร่วมงาน เนื่องจากมีผู้เข้าชมงานนิทรรศการที่มีการจัดแสดงผลงานวิจัยและพัฒนา การบริการแก่ภาคอุตสาหกรรม และการบริการภาคสังคมของ วว. ในปริมาณมิใช่น้อย และผู้เข้าชมงานต่างๆ เหล่านั้น ยังกล่าวเป็นเสียงเดียวกันว่า เขารู้สึกดีใจที่ได้มางานนี้ ได้มาเรียนรู้และค้นพบว่า ที่ผ่านมาตลอดระยะเวลา 50 ปี วว. ได้สร้างผลงานที่เกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติและประชาชนมาอย่างมากมาย

ในวารสารฯ ฉบับนี้ เราจึงได้เก็บตกบรรยากาศของงานนิทรรศการมาฝากท่านผู้อ่าน ในไดอารีแวดวงวิทย์ จึงขอให้ท่านลองติดตามอ่านได้ นอกจากนั้น ยังมีบทความต่างๆ ที่น่าสนใจอีกเช่นเคย เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากสมุนไพร ซึ่งนับเป็นความเชี่ยวชาญด้านหนึ่งของ วว. จนสามารถทำการถ่ายทอดสู่ภาคเอกชน เพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งด้านสุขภาพและความงาม ซึ่งมีผลกระทบในด้านบวกเป็นอย่างยิ่งเพื่อชีวิตที่ดีกว่าของประชาชนและเพื่อสร้างเศรษฐกิจไทย ด้วยภูมิปัญญาของคนไทย หรือจะเป็นบทสัมภาษณ์ ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตรของ วว. นายสายันต์ ตันพานิช ซึ่งมีความมุ่งมั่นกับการพัฒนาแหล่งอาหารจากโลกสีเขียว เป็นเกษตรที่ปลอดภัย และมีคุณค่าต่อสุขภาพของผู้บริโภคอย่างแท้จริง อีกทั้งยังช่วยยกระดับเกษตรกรไทย ผ่านทางการฝึกอบรมวิชาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนนโยบายการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมของ วว. ด้วยเช่นกัน

พวกเราชาว วว. ต่างเชื่อมั่นว่า ก้าวสู่ปีที่ 51 ของการดำเนินงาน วว. ยังคงจะยืนหยัดสร้างผลงานวิจัยและพัฒนา การบริการอุตสาหกรรมและการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวมทั้งองค์ความรู้ให้แก่สังคมไทยไปอีกเนิ่นนาน อีกทั้งยังพร้อมใจที่จะเชิดชูภูมิปัญญาไทยให้โดดเด่น เป็นที่ยอมรับถึงในระดับสากล

ดร.นฤมล รื่นไวย์
editor@tistr.or.th

จาก 100 ต้นแบบชุมชน ส่งต่อความยั่งยืน สู่ทั่วประเทศ

ต้นแบบด้านการบริหารจัดการน้ำ ด้วยฝายชะลอน้ำ

ภาคเหนือ

เพื่ออนุรักษ์น้ำ แก้ปัญหาความแห้งแล้ง
และน้ำท่วม พลิกฟื้นให้ป่าคืนสู่ความสมบูรณ์
เป็นแหล่งอาหารและสร้างรายได้ให้ชุมชน

ต้นแบบด้านการฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็ม

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

แก้ไขปัญหาพื้นที่ดินเค็ม
ให้ทำการเกษตรได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น
เพิ่มรายได้และคุณภาพชีวิตให้ชุมชน

ต้นแบบด้านการแก้ปัญหาน้ำเสีย

ภาคตะวันตก

ด้วยพลังความสามัคคีของคนในชุมชน
ร่วมบำบัดน้ำเสียให้กลายเป็นน้ำดี
เปลี่ยนธรรมชาติเสื่อมโทรม
ให้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ
เพิ่มรายได้จากการประมง

ต้นแบบด้านการพัฒนาอาชีพ ตามแนวพระราชดำริเกษตรทฤษฎีใหม่

ภาคตะวันออก

สร้างชุมชนเข้มแข็ง
ด้วยการดำรงชีวิตอย่างพอเพียง
ปลดหนี้ สร้างรายได้ ด้วยการพึ่งพาตัวเอง
จากผลิตภัณฑ์ที่เกื้อกูลธรรมชาติ

ต้นแบบด้านการบริหารจัดการ ทรัพยากรทางทะเล

ภาคใต้

โดยจัดทำเขตอนุรักษ์และฟื้นฟูพันธุ์สัตว์น้ำ
ปลูกป่าชายเลน สร้างจิตสำนึก
การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้ยั่งยืน

ตลอดระยะเวลา 100 ปี ชุมชนและ **SCG** ได้ร่วมกันเรียนรู้ โดยน้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และพัฒนาตนเองร่วมกัน จนเกิดความเข้มแข็ง พึ่งพาตัวเองได้
วันนี้ 100 ต้นแบบชุมชนแห่งความยั่งยืน พร้อมแล้วที่จะขยายกระบวนการเรียนรู้สู่ชุมชนอื่น
เป็นรากฐานการพัฒนาประเทศให้เติบโตอย่างยั่งยืน

ซิเมนต์-ผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง เคมีภัณฑ์ กระดาษ

www.scg.co.th

100 YEARS SCG

เส้นทางสู่เชิงพาณิชย์.... ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จากสมุนไพร

ดร. ชุลีรัตน์ บรรจงลิขิตกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ตลอดระยะเวลานานกว่า 10 ปี ที่ผ่านมา วิถีการดำรงชีวิตของประชากรโลกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องทำงานแข่งกับเวลา ชีวิตจึงมีแต่ความเร่งรีบ ก่อให้เกิดความเครียดสูง ส่งผลให้สุขภาพของประชากรประสบกับปัญหาในอัตราที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอัตราผู้ป่วยจากโรคร้ายแรงหรือเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางสมอง โรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร โรคทางภูมิคุ้มกัน โรคอ้วน และโรคจากการออกกำลังกาย เป็นต้น ประกอบกับผู้ป่วยส่วนใหญ่ต้องทนต่อผลข้างเคียงจากการใช้ยาแผนปัจจุบันเพื่อรักษาหรือบรรเทาอาการจากโรคเรื้อรังอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหรือตลอดชีวิต ดังนั้น ความต้องการในการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เช่น สมุนไพรจึงมีอัตราสูงขึ้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ได้นำข้อมูลจากการสืบค้น Technology Foresight ระหว่างปี ค.ศ. 2002–2020 ซึ่งพบว่า ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสำหรับป้องกันโรคต่างๆ เป็นที่ต้องการสูงในตลาดโลก วว. จึงดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยา อาหารเสริม และเครื่องสำอาง โดยการนำความรู้ความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาสูตร การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พิษวิทยาของทั้งสารสกัดและผลิตภัณฑ์ ทดสอบการปนเปื้อนจากโลหะหนักและจุลชีพ และการควบคุมคุณภาพทั้งทางเคมีและกายภาพของสารสำคัญและผลิตภัณฑ์ รวมทั้งดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีสูตรและกระบวนการผลิตสู่ภาคเอกชนเพื่อเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ วว. มีการดำเนินการจัดทำแผนวิสาหกิจทุก 5 ปี และทบทวนแผนทุกปีๆ ละครั้ง โดยแผนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจัดเป็นภารกิจหลัก เพื่อดำเนินการศึกษาวิจัยจนได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แหล่งวัตถุดิบ สูตรผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ผ่านการทดสอบการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์และข้อมูลความปลอดภัย ที่พร้อมถ่ายทอด

เทคโนโลยีสูตรและกระบวนการผลิตสู่ภาคเอกชน ที่มีศักยภาพในการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ รวมทั้งข้อมูลที่ อย. ต้องการในการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ เพื่อลดการนำเข้าทั้งเทคโนโลยีและการผลิตจากต่างประเทศ ส่งผลให้มีการเพิ่มมูลค่าให้แก่สมุนไพรและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูก

ปัจจุบันโอกาสและความท้าทายที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว และจากการปรับตัวของประชากรโลกเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในปี พ.ศ. 2561 การลดลงของประชากรวัยแรงงานของไทยจะส่งผลกระทบต่อศักยภาพการขยายตัวของเศรษฐกิจ จำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มแรงกดดันต่อรายจ่ายด้านสุขภาพและสวัสดิการสังคมมากขึ้น แม้แต่ผลกระทบที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนชาวไทย จึงเป็นโอกาสให้มีนโยบายการให้บริการการแพทย์และสุขภาพ นโยบายระดับชาติด้านสุขภาพที่มุ่งเน้นการดูแลสุขภาพเชิงป้องกัน เป็นต้น ดังนั้น การสร้างความเข้มแข็งและยั่งยืนให้กับประเทศเพื่อพึ่งตนเอง ด้วยการส่งเสริมให้ภูมิปัญญาแพทย์แผนโบราณเป็นที่ยอมรับและส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรไทยภายในประเทศ รวมทั้งส่งเสริมให้อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยา อาหารเสริม และเครื่องสำอางจากสมุนไพรเพื่อลดการนำเข้า ลดผลข้างเคียงจากการที่ต้องรับประทานยาในระยะยาว ผลจากการวิจัยและพัฒนาทำให้มีข้อมูลตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรหรือภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย ทำให้ผู้บริโภคมีการยอมรับและหันมาใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้เกิดเส้นทางในการนำผลงานวิจัยที่ได้ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมาออกสู่เชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นเส้นทางที่ไม่ได้โรยด้วยกลีบกุหลาบ แต่เป็นเส้นทางที่มีอุปสรรคและขวากหนามมากมายกว่าจะประสบความสำเร็จ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ต้นแบบด้านสุขภาพ ผลงานวิจัยของ วว. จะดำเนินการยื่นจดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรทุกผลิตภัณฑ์ก่อนการเปิดตัวผลิตภัณฑ์สู่สาธารณชน เพื่อป้องกันการเลียนแบบในอนาคตและเป็นการเปิดโอกาสให้สิทธิผู้ประกอบการที่สนใจรับถ่ายทอดเทคโนโลยีในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปจะได้รับสิทธิในการผลิตและจำหน่าย 3 หรือ 5 ปี ขึ้นอยู่กับสัญญาในการให้สิทธิในการผลิตสู่เชิงพาณิชย์

2. เตรียมข้อมูลเบื้องต้นด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบ ผลการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการทดลองตลาดของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น สำหรับเปิดเผยให้ผู้ประกอบการที่สนใจช่วงก่อนการเจรจาตกลง

3. เปิดให้มีการประมูลการรับสิทธิผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการ (แสดงแผนการตลาด มูลค่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีและความพร้อมในการผลิต) หรือการเจรจาต่อรอง นับว่าเป็นเส้นทางที่ยากและอาจมีปัญหา หากไม่สามารถเห็นพ้องกันในเรื่องข้อตกลง เช่น ระยะเวลาของการให้สิทธิ การจ่ายเงินเพื่อรับสิทธิ (การจ่ายเต็มจำนวนหรือการแบ่งจ่ายเป็นงวดๆ จะมีข้อแม้ที่ต่างกัน) และการจ่ายค่าลิขสิทธิ์ เป็นต้น

4. ลงนามในสัญญาข้อตกลงรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือเป็นผู้ได้รับสิทธิในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งหลังจากการลงนาม ผู้ประกอบการจะได้รับการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับสูตรและกระบวนการผลิต เช่น การเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนและวิธีการผลิต ให้ผู้ประกอบการจนสามารถผลิตในโรงงานได้เอง

5. การผลิตผลิตภัณฑ์และการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กับ อย. เป็นหน้าที่โดยตรงของผู้ผลิตที่ได้รับสิทธิในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ส่วน วว. จะเป็นผู้สนับสนุนข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางเคมี ทดสอบความปลอดภัย ประสิทธิภาพและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

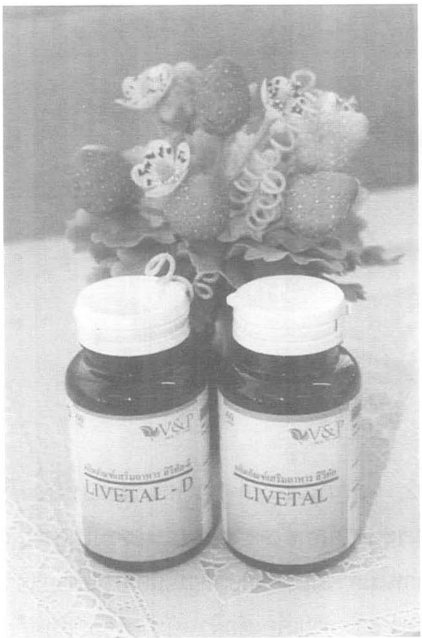
6. การจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ หลังจากผลิตภัณฑ์ได้รับเลขทะเบียนจาก อย. ผู้ประกอบการสามารถผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย

จากเส้นทางดังกล่าวข้างต้น วว. สามารถดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือให้สิทธิการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต้นแบบสู่เชิงพาณิชย์ให้ภาคเอกชน ดังต่อไปนี้

ก. ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

1. ผลิตภัณฑ์ลิวิทัล-ดี (Livetal-D) และลิวิทัล (Livetal) มีองค์ประกอบหลักของสารสกัดสมุนไพรรวมจาก ขมิ้นชัน ผักบุ้งและพริกไทยดำ เพื่อช่วยบำรุงตับ ช่วยขับน้ำดี และทำให้ตับทำงานได้ดีในผู้ที่มีอาการตับอักเสบจากการติดเชื้อไวรัส และลดพิษจากแอลกอฮอล์ ตามลำดับ

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> สมาคมแพทย์แผนไทยแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550- ปัจจุบัน



2. ผลิตภัณฑ์เสริมภูมิต้านทานพุงทะลายพลัส มีองค์ประกอบหลักของผงพุงทะลายและกล้วย เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับเพิ่มภูมิต้านทาน ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท สิงหรา จำกัด พ.ศ. 2552-ปัจจุบัน

3. ผลิตภัณฑ์ต้านอนุมูลอิสระ TISTRAMIN จากสารสกัดขมิ้นชัน ช่วยชะลอวัยและฟื้นฟูความจำ

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> สมาคมแพทย์แผนไทยแห่งประเทศไทย

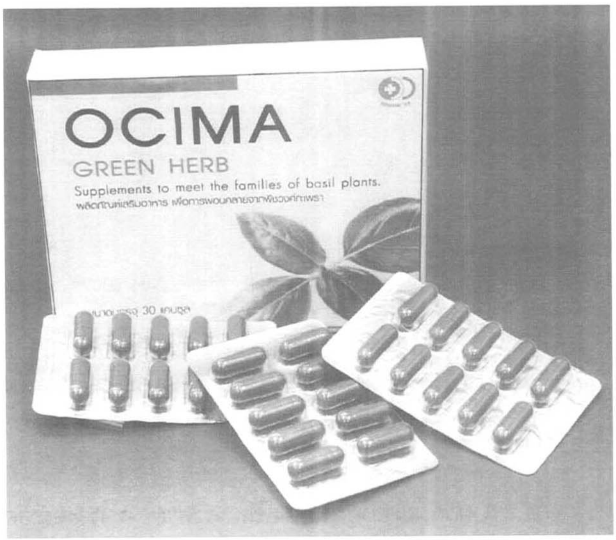
<u>ผลิตโดย</u> บริษัท ฮ้วยอันโอสถ จำกัด พ.ศ. 2553-ปัจจุบัน

4. ผลิตภัณฑ์ป้องกันแผลในกระเพาะอาหาร Herbacid (Musacid) มีองค์ประกอบหลักของผงกล้วยและโปรทิงเจอร์ขิง เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเพิ่มเยื่อเมือกกระเพาะอาหารและช่วยขับลม เหมาะสำหรับผู้ที่มีอาการโรคกระเพาะหรือกรดไหลย้อน นอกจากนี้ ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบในอาสาสมัครที่มีอาการโรคกระเพาะ พบว่า อาสาสมัครมีอาการดีขึ้นภายใน 7 วัน

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท เกร๊ทเตอร์ฟาร์ม่า จำกัด พ.ศ. 2554

5. ผลิตภัณฑ์ต้านความเครียด OCIMA เป็นผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบหลักจากสารสกัดวงศ์กะเพราที่ออกฤทธิ์ลดอาการวิตกกังวลได้ดี และผ่านการทดสอบในอาสาสมัคร โดยไม่พบอาการข้างเคียงและไม่มีผลต่อตับและไต

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัทเกร๊ทเตอร์ฟาร์มา จำกัด พ.ศ. 2555



6. ผลิตภัณฑ์ควบคุมน้ำหนัก EN-CON Tabs มีองค์ประกอบหลักจากสารสกัดชาเขียวและพริกไทยที่ออกฤทธิ์เผาผลาญพลังงานได้ดี เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบความปลอดภัยในอาสาสมัคร

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท เกร๊ทเตอร์ฟาร์ม่า จำกัด พ.ศ. 2555

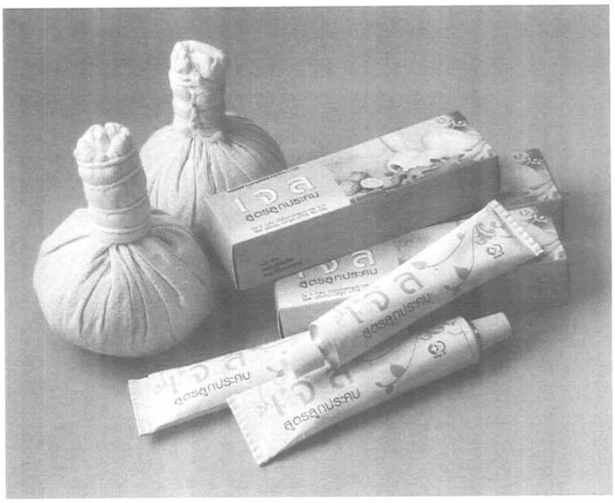
ข. ผลิตภัณฑ์ยาทาภายนอกจากสมุนไพร

1. ผลิตภัณฑ์ครีมไพลจีซาล ยาทาที่มีองค์ประกอบหลักของน้ำมันไพลร้อยละ 14 เพื่อลดอาการอักเสบ ฟกช้ำของกล้ามเนื้อ

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> องค์การเภสัชกรรม พ.ศ. 2530

2. ผลิตภัณฑ์เจลสูตรลูกประคบที่มีองค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากสมุนไพรรวมในสูตรลูกประคบมีประสิทธิภาพในการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ บรรเทาอาการปวดและบวม ไม่ก่อความระคายเคืองต่อผิวหนังมีความปลอดภัยต่อการนำไปใช้

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท Royal Health and Beauty พ.ศ. 2554



3. ผลิตภัณฑ์มายจีซาล เฮอร์เบิล (ไพลเจอร์สิด) ที่มีองค์ประกอบหลักของสารสกัดไพลและขิง เพื่อลดอาการอักเสบ ปวดบวมตามข้อ ที่ผ่านการทดสอบในผู้ป่วยข้ออักเสบ ไม่ก่ออาการระคายเคืองต่อผิวหนัง ปลอดภัยสำหรับการใช้อย่างต่อเนื่อง

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท เกร๊ทเตอร์ฟาร์ม่า จำกัด พ.ศ. 2554

4. ผลิตภัณฑ์ Rub-it (ลูกกลิ้งไพล) ในรูปแบบใหม่ที่มีองค์ประกอบหลักน้ำมันไพล สำหรับแก้ปวดเมื่อย เคล็ดขัดยอกกล้ามเนื้ออักเสบ มีลูกกลิ้งช่วยนวด สะดวกต่อการใช้ และพกพา

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่</u> บริษัท ศรีจันทร์สหโอสถ จำกัด พ.ศ. 2555

ค. ผลิตภัณฑ์สปาและเครื่องสำอาง

1. ผงสมุนไพรอบตัว จากน้ำมันหอมระเหยของไพล ขมิ้น ผิวมะกรูด ตะไคร้ พิมเสน การบูร ใบมะขาม และใบส้มป่อย ฯลฯ ที่มีสรรพคุณและประโยชน์ในการรักษาโรคและอาการต่างๆ เช่น ปวดเมื่อย เวียนศีรษะ คัดจมูก และโรคผิวหนังบางชนิด เมื่อผสมผสานกับวิธีการอบด้วยความร้อน จะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตในร่างกายและช่วยบำรุงผิวพรรณ ในรูปแบบผงโดยเทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชัน (microencapsulation) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการกักเก็บสารสำคัญที่มีลักษณะเป็นของเหลวให้อยู่ในรูปผงแห้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บสารสำคัญไม่ให้ระเหยออกไป และช่วยเพิ่มระยะเวลาการปลดปล่อยของสารสำคัญออกสู่ภายนอก ยืดอายุการเก็บรักษา โดยที่ยังคงประสิทธิภาพของสมุนไพรที่เป็นภูมิปัญญาของไทย

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท Royal Health and Beauty พ.ศ. 2554

2. ผลิตภัณฑ์ครีมบำรุงผิวจากเห็ดแครง (Schizoderma beauty cream) ผลิตจากสารสกัดเห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ ที่สกัดได้จากเห็ดแครง มีคุณสมบัติช่วยให้ผิวหนังอ่อนโยน มีความชุ่มชื้นสูง และลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผิวหนัง ผ่านการควบคุมคุณภาพทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ไม่ก่อความระคายเคืองต่อผิวหนัง

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท ไนน์ บีบี พลัส จำกัด
พ.ศ. 2553- ปัจจุบัน

3. ผลิตภัณฑ์ซีรัมลดริ้วรอย (Pure - Smooth Anti-wrinkle serum) เป็นผลิตภัณฑ์สูตรเข้มข้นเหมาะกับผู้ที่ต้องการลดริ้วรอยเฉพาะจุดอย่างเร่งด่วน มีประสิทธิภาพในการสร้างคอลลาเจน ช่วยลดริ้วรอย ทำให้ผิวเรียบเนียน เต่งตึง ดูอ่อนกว่าวัย และอุดมด้วยสารกลุ่มพอลิฟีนอล (polyphenol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยฟื้นฟูสภาพผิวให้สดใส และมีสารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ช่วยให้ความชุ่มชื่นกับผิวหน้า ทำให้มีชีวิตชีวาอย่างเป็นธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีสารบีตา-กลูแคน (b-glucan) ช่วยทำให้ซีรัมซึมซาบเข้าสู่ผิวหน้าอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผ่านการทดสอบความปลอดภัยต่อผิวหนังพบว่า ไม่ก่อความระคายเคืองและอาการแพ้

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท ไนน์ บีบี พลัส จำกัด
พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน

4. ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้ามาสก์หน้า (Pure - Smooth Anti-wrinkle Facial Mask) เป็นผลิตภัณฑ์สูตรประสิทธิภาพอ่อนโยนเหมาะกับผู้ที่ดูแลสภาพผิวเพื่อลดริ้วรอย อุดมด้วยสารกลุ่มพอลิฟีนอล (polyphenol) สารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) และสารบีตา-กลูแคน (b-glucan) มีประสิทธิภาพในการสร้างคอลลาเจน ช่วยลดริ้วรอย ทำให้ผิวเรียบเนียน เต่งตึง ดูอ่อนวัย ช่วยปกป้องและฟื้นฟูสภาพผิว ทำให้ชุ่มชื่นแลดูสดใส มีชีวิตชีวาอย่างเป็นธรรมชาติ รวมทั้งผ่านการทดสอบความปลอดภัยต่อผิวหนังพบว่า ไม่ก่อความระคายเคืองและอาการแพ้

<u>ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับ</u> บริษัท ไนน์ บีบี พลัส จำกัด
พ.ศ. 2554- ปัจจุบัน

แม้ว่าผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพดังกล่าวข้างต้นจะดำเนินการถ่ายทอดให้ผู้ประกอบการผลิตออกสู่ท้องตลาดตามเส้นทางที่กำหนดแล้วก็ตาม แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค หรือวางแผนการตลาดไม่ดี ก็จะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตและจำหน่ายสู่เชิงพาณิชย์เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของการออกสู่เชิงพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีปัจจัยที่แตกต่างกัน แต่เส้นทางดังกล่าวข้างต้นจะเดินไปในทิศทางเดียวกันในท้ายที่สุด

เกษตรกรรมสร้างความมั่นคงในสังคมให้มีความมั่นคงทางอาหาร เพราะเกษตรคือชีวิต...คืออาหาร...คือหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์

บทสัมภาษณ์ นายสายันต์ ตันพานิช

ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร

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

หากคิดถึงปัจจัยสี่ของมนุษย์จะประกอบด้วย อาหาร อากาศ เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค และหนึ่งในปัจจัยสี่ที่โดดเด่น นั่นคือ อาหาร ซึ่งทุกคนในโลกต้องบริโภคอาหารทุกวัน และอาหารที่บริโภคล้วนมาจากเกษตรกรรมทั้งสิ้น กอปรกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้น เรื่องของการเกษตรกรรมจึงเป็นเรื่องที่อยู่คู่คนไทยมานาน มีการสืบทอดกันมานานหลายชั่วอายุคน จากรุ่นสู่รุ่น จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตคนไทยไปโดยปริยาย และบุคคลที่ดูแลงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีการเกษตร ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) คือ ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร (ฝทก.) นายสายันต์ ตันพานิช และนับเป็นโอกาสดี ที่ได้มีโอกาสสัมภาษณ์ท่าน สำหรับคอลัมน์ คุยเฟื่องเรื่องวิทย์ ของวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับนี้ เราไปทำความรู้จักท่านกันดีกว่า

นโยบายในการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีการเกษตร ของ วว.

การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาของ ฝทก. โดยปกติมีหลากหลาย แต่ผมขอแบ่งเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

1. การพัฒนาผลผลิต

เน้นด้านเกษตรอินทรีย์หรือการวิจัยที่มาสนับสนุนเกษตรอินทรีย์ การเสาะแสวงหาพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ๆ โดยเน้นพืชผักพื้นบ้าน นำมาวิจัยเพื่อหาจุดเด่นของพืชนั้นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าการ

ผลิต นอกจากนี้ ยังมีการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (Post Harvest) เพื่อเพิ่มปริมาณและโอกาสการส่งออกผลิตผล

2. การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจการเกษตร

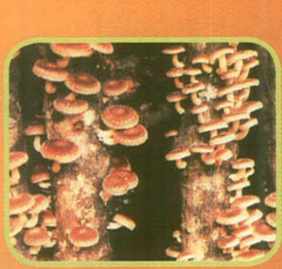
เน้นการสร้างผู้ประกอบการทางด้านเกษตรใหม่ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านปุ๋ยอินทรีย์ พัฒนาต่อยอดทำผลิตผลทางด้านการเกษตรอื่นๆ นอกเหนือไปจากที่เป็นอยู่ เช่น การเพาะเห็ด การปลูกพืชเศรษฐกิจ หรือการปลูกพืชเสริมอื่นๆ นอกเหนือจากพืชหลัก เมื่อผู้ประกอบการมีความชำนาญ สามารถเป็นแบบอย่างหรือเป็นพี่เลี้ยงให้กับชุมชนของตนเองและขยายไปสู่ชุมชนอื่นๆ ซึ่งเป็นการขยายการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยตัวของชุมชนเอง ซึ่งวิธีการนี้เป็นการสร้างความเข้มแข็งให้กับโครงสร้างการเกษตรและทำให้เกิดเครือข่ายของการผลิต

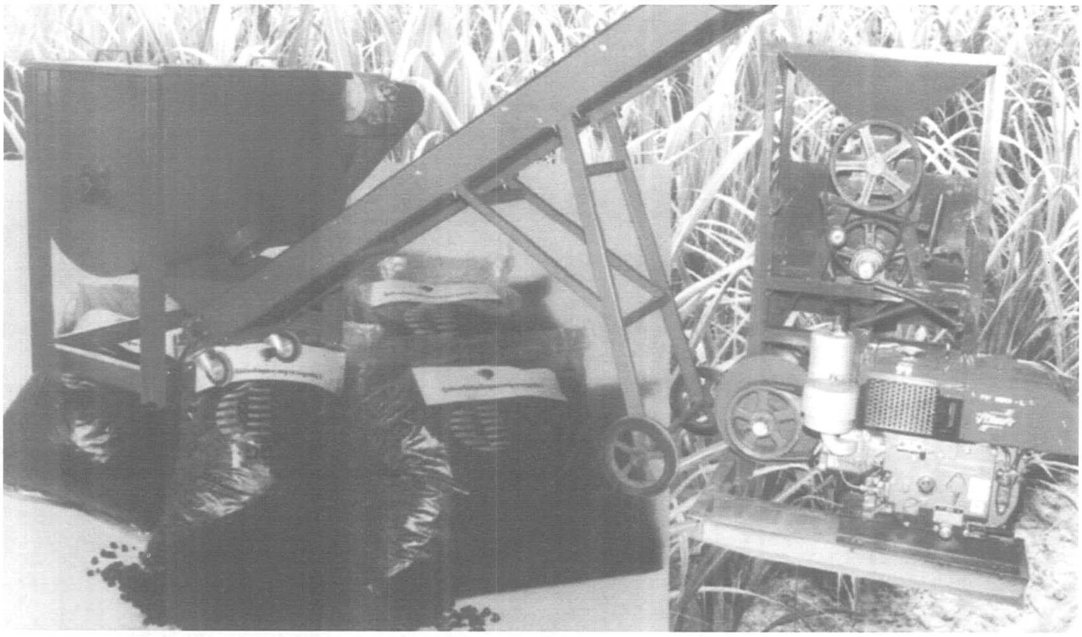
3. การวิจัยที่ประหยัดพลังงานและลดความเสี่ยงจากธรรมชาติ

เน้นการเกษตรพอเพียง ตามแนวพระราชดำริฯ ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ให้มากที่สุด ปลูกต้นไม้หลายๆ ชนิดในพื้นที่เดียวกัน โดยวิจัยหาพรรณไม้ที่เกื้อกูลกันปลูกด้วยกัน ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียมากกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เช่น การปลูกข้าวจำนวนมาก เมื่อมีแมลงและโรคระบาด จะทำให้เกิดโรคระบาดอย่างรุนแรง และเสียหายทั้งหมด ดังนั้นจึงควรปลูกพืชหลากหลายชนิดสลับกันไป เมื่อเชื้อโรคเข้าทำลาย จะทำลายบางส่วนหรือพืชบางชนิด และเหลือพืชบางส่วน ให้เกษตรกรยังสามารถเก็บผลผลิตได้ส่วนหนึ่ง

4. การขยายความร่วมมือในระดับประเทศ อาเซียน และภูมิภาคอื่นๆ

งานวิจัยพัฒนาทางการเกษตรเราได้ขยายความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ ให้ครบห่วงโซ่คุณค่า (value chain) ภายใน วว. และขยายไปถึงภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) ก็มีความร่วมมือในการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้ เพื่อนำมาประกอบการวิจัย นอกจากนี้ ยังขยายความร่วมมือกับต่างประเทศ โดยมีแนวคิดบนพื้นฐานที่ก่อประโยชน์ต่อคนไทยให้มากที่สุด เช่น ที่ผ่านมามีโครงการ PROSEA เพื่อสำรวจทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และไม้โตเร็ว ซึ่งมีความร่วมมือกันในหลายประเทศ

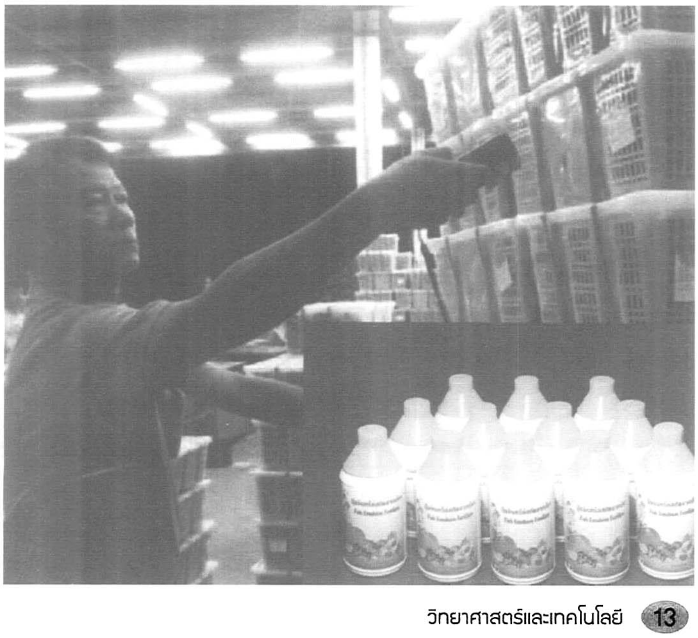




ภารกิจของฝ่ายเทคโนโลยีเกษตร ของ วว.

ผมขอแบ่งภารกิจ ดังนี้ ภารกิจแรก คือ การวิจัยและพัฒนาด้านเกษตร มี 2 รูปแบบ คือ Pre harvest และ Post harvest มีรายละเอียด ดังนี้ Pre harvest เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการเก็บเกี่ยว ดูแลตั้งแต่การเตรียมดิน เตรียมเมล็ดพันธุ์ ให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์มาตรฐานเกษตรกรรม เพื่อเพิ่มผลผลิต ส่วน Post harvest เป็นการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากมีการขนส่งสินค้าไปสู่ตลาด กอปรกับสินค้าทางเกษตรมีการเน่าเสียไว จึงต้องมีการวิจัยเพื่อรักษาคุณภาพสินค้าให้นานที่สุด และสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด นอกจากนี้ ผมยังมองว่า จะสามารถต่อยอดแปรรูปสินค้าเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก เช่น ผักเสี้ยน นอกจากดองแล้ว เมล็ดยังสามารถนำมาทำยา อาหารเสริม ไบโอดีเซล และสารกำจัดศัตรูพืช หรือที่เรียกว่า สารชีวภัณฑ์ได้หรือไม่

ภารกิจที่สอง คือ การถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านการเกษตร แบ่งเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบให้เปล่า และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้



การถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบให้เปล่า เนื่องประชากรในประเทศไทยมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ จึงมีโอกาสทางสังคมน้อย ดังนั้น วว. จึงขยายโอกาสให้พวกเขา โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบง่ายๆ ที่เกษตรกรสามารถจับต้องได้ เช่น การดูแลรักษา การคัดเลือกสายพันธุ์ที่แข็งแรง ต้านทานโรค และให้ผลผลิตดี ซึ่งสิ่งที่ได้รับกลับมามีคุณค่ามากกว่าการถ่ายทอดเชิงพาณิชย์ เช่น เราพัฒนาไม้เศรษฐกิจชนิดใหม่ เช่น ชมจันทร์แก่เกษตรกรไป และเกษตรกรสามารถขยายการปลูก เพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัว ขายภายในประเทศ จนสามารถส่งออกได้ ถือเป็นความภาคภูมิใจมากกว่า และมีมูลค่ามากเมื่อคิดเปรียบเทียบเป็นมูลค่าเชิงพาณิชย์

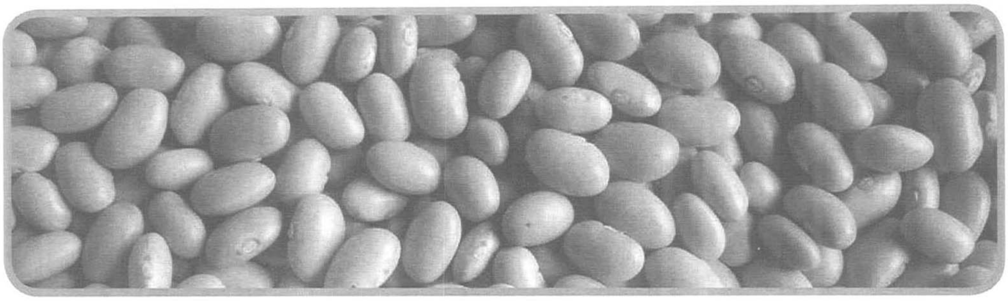
สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์ จะเน้นไปทาง Post harvest เพราะส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการที่มีศักยภาพทางด้านการเงินเพียงพอ ที่จะรับการถ่ายทอดได้

นอกจากนั้น เรายังมีการทำ CSR (corporate social responsibility) หรือ แสดงความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งใกล้เคียงกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบให้เปล่า แต่ CSR จะสามารถทำให้คนไม่มีอาชีพ กลับมามีอาชีพทางด้านเกษตรกรรม เช่น การจัดอบรม เรื่องการเพาะเห็ดเมืองร้อนให้กับผู้ต้องขังในเรือนจำ เพื่อเป็นแนวทางการประกอบอาชีพใหม่หลังจากพ้นโทษ และจะช่วยพัฒนาคนในสังคมให้ดี มีคุณภาพยิ่งขึ้น เป็นการคืนคนดีสู่สังคม นอกจากนี้ งานทางด้านเกษตร ยังลงทุนน้อย เพียงแค่มีความตั้งใจและลงแรงเท่านั้น วว. จึงเป็นส่วนหนึ่งในการเปลี่ยนผู้ด้อยโอกาสให้กลับมามีโอกาสในสังคมอีกครั้งหนึ่ง และยังขยายการทำ CSR ไปยังโรงเรียน โดยการปลูกฝังให้นักเรียนมีความรู้ทางด้านการเกษตรกรรมอย่างง่ายๆ เช่น การปลูกผักรับประทานเองที่บ้าน หากโรงเรียนมีความเข้มแข็งพอ จะสามารถพัฒนาเป็นอาหารกลางวันของเด็กนักเรียนได้ต่อไป

แนวทางการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสีเขียว

ผมมองว่าเทคโนโลยีสีเขียวเป็นประเด็นที่น่าสนใจในโลกปัจจุบัน เพราะปัจจุบันผู้คนคำนึงถึงสุขภาพกันมากขึ้น ในสมัยก่อนเรามักจะถูกสอนว่า ผักที่ไม่สวยมีรอยแมลงกัดกิน จะมีสารเคมีน้อย ซึ่งถือว่าเป็นความรู้ที่ไม่ได้ใช้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยพิจารณา แต่ในความเป็นจริง เราต้องดูลึกลงไปถึงมาตรฐานการผลิตว่าเป็นอย่างไร ดังนั้น วว. จึงมีนโยบายวิจัยทางด้านเกษตรอินทรีย์ให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิต ซึ่งมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง คือ

<u>**ปัจจัยการผลิต**</u> ทาง ฝทก. วิจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์กำจัดโรค แมลงและวัชพืชที่เป็นศัตรูพืช น้ำหมักชีวภาพ จุลินทรีย์ควบคุมศัตรูพืช ตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ กล้วยไม้มีเพลี้ยไฟเมื่อส่งออกจะถูกตีกลับ จึงพยายาม



พัฒนาหรือคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดเพลี้ยไฟ หรือ สารสกัดจากว่านน้ำที่สามารถกำจัดโรคพืชบางชนิดได้

การวิจัยทางด้านจุลินทรีย์ แบ่งเป็น 2 ส่วน

1. จุลินทรีย์ที่เพิ่มผลผลิต เช่น การพัฒนาจุลินทรีย์ที่อาศัยร่วมกับรากข้าว ให้สามารถข้าวพันธุ์นั้นทนความเค็มของดินได้และสามารถเพิ่มผลผลิตมากกว่าข้าวที่ไม่มีจุลินทรีย์

2. จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อโรคและแมลง เช่น ยีสต์กำจัดโรคใบจุดในผัก เชื้อราผลิตแก๊สเพื่อใช้ในการรมฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และการคัดเลือกพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ วิธีการเหล่านี้ เรียกว่า Bio Control กล่าวคือ การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

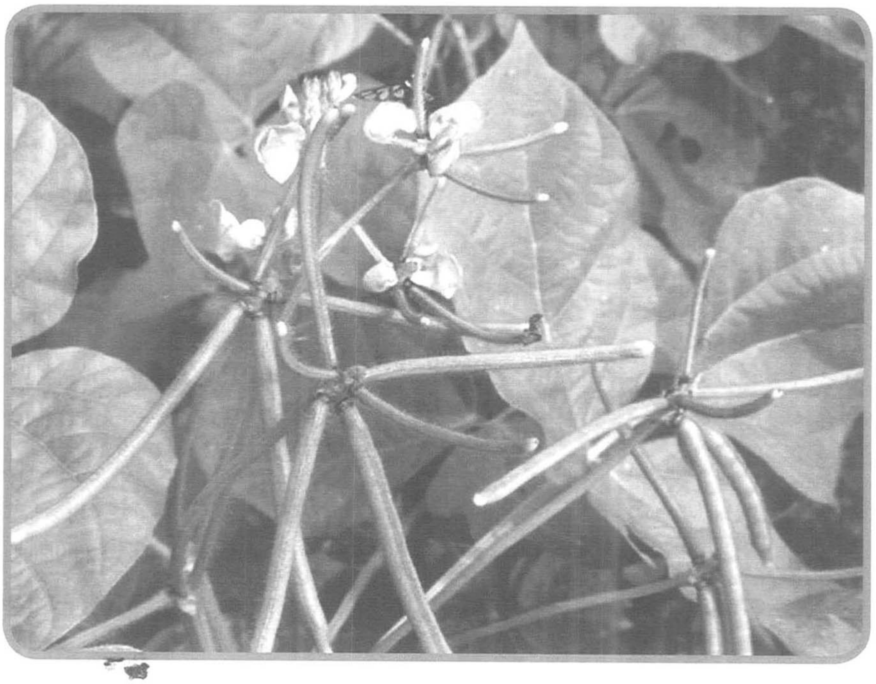
นอกจากนี้ ยังเน้นการปลูกพืชเชิงระบบ เพื่อลดความเสี่ยงต่อภัยธรรมชาติ โรคและแมลง การปลูกพืชหลายชนิดช่วยเสริมการเติบโตของพืชชนิดอื่น เช่น การปลูกผักหวานป่า ร่วมกับพืชตระกูลถั่ว เช่น ต้นแคบ้าน โดยที่รากผักหวานสามารถไปเกาะรากต้นแค เพื่อดูดสารอาหาร เป็นการช่วยเสริมการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่าให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นงานวิจัยของ วว. ที่ค้นพบเป็นหน่วยงานแรก

ทั้งนี้ ยังมีสารสกัดจากพืช ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดมันแกว สะเดา ช่วยกำจัดโรคและแมลงได้ การหาพืชใหม่ๆ ที่มีคุณสมบัติในการกำจัดโรคและแมลง งานวิจัยเหล่านี้ล้วนเป็นเทคโนโลยีสีเขียว (green technology)

ในอนาคตจะมีการพัฒนาสารสกัดเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช (growth hormone) เช่น ผลไม้ที่มีรสชาติอร่อย แต่ลูกเล็ก ต่อไปจะต้องพัฒนาให้มีขนาดของลูกใหญ่ขึ้น ก็เป็นหนึ่งในวิธีการของ green technology เช่นกัน

แนวทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีการเกษตร ที่เป็นความเชี่ยวชาญของ วว.

ผมมองว่า เนื่องจาก ฝทก. เป็นหน่วยงานภายใต้ วว. อยู่ภายใต้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจริงๆ แล้วเราไม่ใช่เจ้าภาพหลักทางด้านเกษตร แต่จะทำอย่างไรให้เรายืนอยู่ได้ในวงการเกษตร วิธีการ คือ ต้องหาอะไรใหม่ๆ เข้ามาในสังคม เน้นการเสาะแสวงหาพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ จากพืชพื้นบ้านให้



เป็นพืชเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าจะทำให้คนรู้จักน้อย แต่ถ้าหาจุดเด่นได้ จะทำให้คนหันมานิยมสนใจได้อย่างรวดเร็ว เช่น การปลูกผักหวานเป็นการค้า สมัยก่อนชาวบ้านสามารถเก็บจากป่าได้ ปีละ 2-3 เดือน เนื่องจากในป่าโดยเฉพาะป่าเต็งรังจะมีไฟไหม้บ่อยครั้ง เมื่อฝนตกได้รับความชื้น ผักหวานจะแตกยอดใหม่ๆ ออกมา ชาวบ้านจึงไปเก็บมาจำหน่ายกิโลกรัมละ 200-300 บาท ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะส่งเสริมการปลูกผักหวานให้มีจำหน่ายตลอดปี โดยเริ่มจากการเพาะเมล็ด ซึ่งสามารถทำได้สำเร็จ แต่ใช้เวลา 5 ปีกว่าจะมีผลผลิต ต่อมาจึงใช้วิธีการตอนกิ่ง ใช้เวลาเพียงปีครึ่งสามารถให้ผลผลิต จากนั้น จึงสังเกตเห็นว่า จากการปลูกผักหวานป่าเดี่ยวๆ จะโตได้ช้า แต่ถ้าหากปลูกร่วมกับต้นแคบ้าน จะช่วยเสริมให้โตไวยิ่งขึ้น

ด้านต้นชมจันทร์ เป็นพืชป่าที่ไม่ใช่พืชเศรษฐกิจ แต่สามารถวิจัยจนสามารถปลูกได้ทั่วประเทศ สำหรับงานวิจัยที่กำลังวิจัยอยู่ คือ ต้นผักกูด ซึ่งปกติเป็นพืชที่ใช้น้ำเยอะ นำมาปรับสภาพแวดล้อมให้ใช้น้ำน้อยลง โดยปลูกร่วมกับกล้วย รดน้ำแบบระบบ Mini springer ซึ่งมีความชื้นเหมาะสม ทำให้ผักกูดสามารถเติบโตได้ นอกจากนี้ พันธุ์พืชที่คาดว่าจะวิจัยในอนาคต คือ ถั่วมะแฮะ (pigeons pea) ซึ่งเป็นพืชทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย ประเทศของเราสามารถปลูกได้ แต่ศักยภาพน้อยกว่าทางประเทศอินเดีย จึงเกิดความร่วมมือที่จะวิจัยร่วมกันระหว่าง วว. และหน่วยงานวิจัยของประเทศอินเดีย พืชชนิดต่อมา คือ ถั่วหัวช้าง (chick pea) ซึ่งไม่มีในบ้านเรา สามารถนำมาปลูกทดแทนการทำนาปรัง เนื่องจากใช้น้ำน้อย พอหมดฤดูฝนก็สามารถปลูกได้ เมื่อเก็บฝักหมดแล้ว สามารถไถกลบเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงดินต่อไป ช่วง พ.ศ. 2554 ก่อนจะเกิดอุทกภัย รัฐบาลส่งเสริมให้ปลูกข้าวในพื้นที่ชลประทาน มีการใช้น้ำเยอะ ทำให้น้ำประปาไม่เพียงพอ ถั่ว chick pea จึงเป็นพืชทางเลือกที่สามารถเติบโตได้ในสภาวะที่ใช้ความชื้นตกค้างในนา หลังจากผ่านการทำนาปีมาแล้ว

นอกจากนี้ ยังมีพืชเศรษฐกิจที่กำลังอยู่ในระหว่างการวิจัย คือ มะขามป้อม และตะคร้อ ซึ่งจะเน้นพืชที่เป็นอาหาร และยังมีพืชอีกชนิดหนึ่ง คือ มะเยาเหลี่ยม ซึ่งมีน้ำมันจำนวนมาก สามารถพัฒนาเป็นไบโอดีเซลได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าสบู่ดำ และส่วนผลสามารถติดไฟได้ ซึ่งขณะนี้อยู่ในระหว่างการวิจัย

วว. มีความเชี่ยวชาญทางด้านปุ๋ยอินทรีย์ โดยการหมักปุ๋ยอินทรีย์ต้นทุนต่ำคุณภาพสูง ใช้แรงงานทดแทนเครื่องจักร โดยทั่วไปกองปุ๋ยจะเกิดแก๊ส และจุลินทรีย์

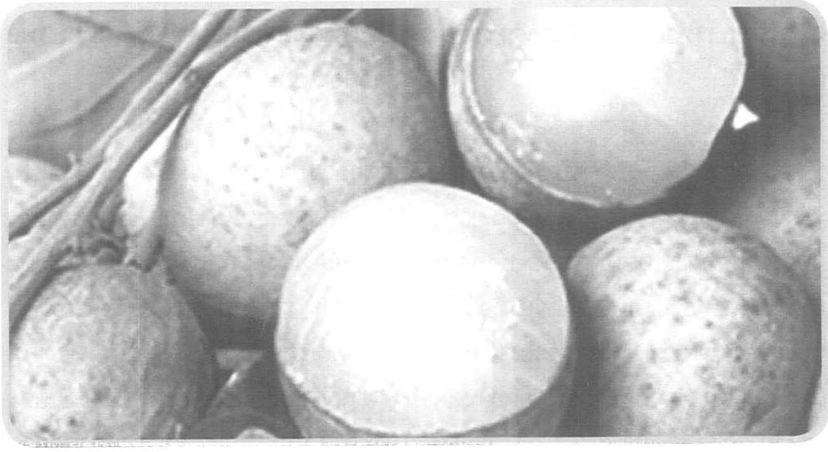
ที่อาจก่อโรคจากมูลสัตว์ หากไม่มีการกลับกองปุ๋ย ดังนั้น จึงใช้แรงงานคนกลับกองปุ๋ยทดแทนเครื่องจักร และยังมีการใช้ระบบเติมอากาศในกองปุ๋ย โดยใช้ลมธรรมชาติที่เกิดจากการใช้ลูกหมุนดึงออกซิเจนเข้ามา ทดแทนการเติมออกซิเจนด้วยระบบไฟฟ้า และยังมีการพัฒนาเม็ดปุ๋ยเคมี โดยใช้นาโนเทคโนโลยีในการเคลือบเม็ดปุ๋ยให้ละลายช้า โดยทั่วไป ปุ๋ยเคมีจะละลายในน้ำหายไปกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถนำมาใช้ได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม นาโนเทคโนโลยียังมีต้นทุนสูง และเครื่องมือมีราคาแพง ในอนาคตจะพัฒนานำสารอินทรีย์มาใช้เคลือบเม็ดปุ๋ยทดแทนสารเคลือบนาโนต่อไป

โครงการของ ฝทก. ที่ประสบความสำเร็จที่สุด และสร้างผลกระทบที่ดี

ผมคิดว่า โครงการที่ประสบความสำเร็จมี 3 โครงการ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คือ โครงการปลูกผักหวานป่าร่วมกับต้นแคบ้าน โครงการขยายพันธุ์ดอกชมจันทร์ให้ปลูกได้ทั่วประเทศ และโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ต้นทุนต่ำ

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ประสบความสำเร็จของ วว.

ผมคิดว่า โครงการที่สำเร็จชัดเจน คือ การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุลำไยและลิ้นจี่ เนื่องจากสมัยก่อน การขนส่งลำไยและลิ้นจี่ ต้องอาศัยการขนส่งทางเรือ ซึ่งใช้เวลานาน ทำให้ผลผลิตเน่าเสีย โดยปกติ ผลไม้เหล่านี้เก็บได้ไม่เกิน 7 วัน จึงเกิดการคิดค้นนวัตกรรมการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บลำไยและลิ้นจี่ ให้แก่เกษตรกรในภาคเหนือจนแพร่หลายตราบจนปัจจุบันนี้ ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าการส่งออก ได้ถึงปีละ 380-450 ล้านตัน คิดเป็นเงินมูลค่า 6,000-8,000 ล้านบาท เทคโนโลยีนี้สามารถยืดอายุการเก็บลำไยและลิ้นจี่



ได้นานถึง 45-60 วัน ในปัจจุบันยังไม่มีสารอื่นที่สามารถมาทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ ถึงแม้จะทดแทนได้ แต่คุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร

ปัจจุบันผู้ประกอบการมีการประยุกต์สูตรซัลเฟอร์ไดออกไซด์เอง ในอัตราส่วนที่เข้มข้นกว่าเดิม ทำให้เกิดการตกค้างมากขึ้น ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ถ้าหากเป็นคำแนะนำดั้งเดิมของ วว. จะไม่มีสารตกค้าง เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุนี้ วว. จึงมีโครงการสร้างโรงรมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์สำหรับลำไยที่จังหวัดลำพูนขึ้น เพื่อเป็นโรงงานนำร่องในการใช้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีมาตรฐาน และจะมีการพัฒนาคุณภาพที่ดีอยู่แล้ว ให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป ทั้งนี้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังมีข้อจำกัด คือ หากมีการรมในเตาที่ปิดไม่มิดชิด จะมีแก๊สกระจายออกมา ทำให้เมื่อสูดเข้าไป แสบจมูก เป็นผลเสียต่อสุขภาพ นอกจากนี้ ยังทำให้วัสดุเหล็กหรือโลหะในชุมชน ผุกร่อนเร็วกว่าปกติ เราจึงพัฒนาระบบการรมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้มีมาตรฐาน และเมื่อผ่านการรมด้วยแก๊สแล้ว จะมีระบบกำจัดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้มีมาตรฐานสูงกว่าผู้ประกอบการใช้ โครงการนี้คาดว่าจะดำเนินการในปีหน้า โดยให้บริการแก่เกษตรกรเป็นลำดับแรก จากนั้นจะขยายสู่ผู้ประกอบการต่อไป

แนวโน้มการดำเนินงานในอนาคตของ ฝทก.

ผมมีโครงการต่างๆ ที่จะนำมาบูรณาการร่วมกันมากขึ้น ภายใต้ วว. หน่วยงานในกระทรวงเดียวกัน และขยายสู่อาเซียนต่อไป โดยใช้ความร่วมมือการประหยัดทรัพยากร บุคคล เครื่องมือ เพื่อช่วยเสริมสร้างแรงความคิดขึ้นมาให้งานก้าวหน้า เนื่องจากหลากหลายความคิดจะสามารถทำให้งานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สำหรับการดำเนินงานทางด้านผลิตภัณฑ์จะเน้นผลิตภัณฑ์ที่จับต้องได้ ในสมัยก่อนจะวิจัยเฉพาะองค์ความรู้เพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันจะเน้นการต่อยอดให้มากขึ้น โดยวิจัยตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ได้ เช่น การรมแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เผาใหม่ๆ ซึ่งข้อเสียคือความร้อนจากแก๊สจะทำลายผลลำไยบางส่วน ต่อมาพัฒนาให้มีการเก็บแก๊สไว้ปล่อยให้เย็นลงก่อนแล้วจึงใช้รมลำไย ทั้งนี้งานวิจัยและพัฒนาพยายามต่อยอดพัฒนาเทคโนโลยีที่ขาดหายไปหรือตามความต้องการของสังคม

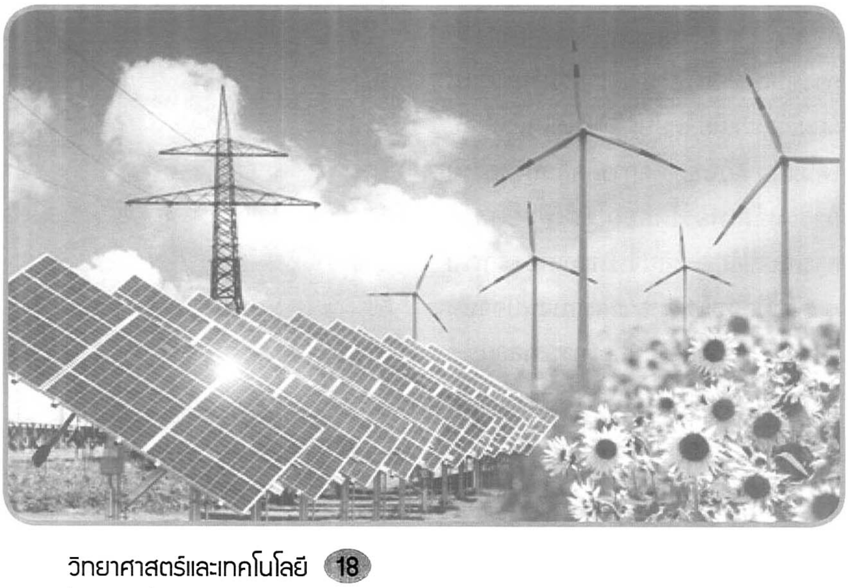
การเตรียมความพร้อมของ ฝทก. เพื่อก้าวสู่อาเซียน

ผมคิดว่า ที่ผ่านมา วว. ได้ทำโครงการบูรณาการระหว่างประเทศในภูมิภาคอาเซียนด้วยกัน เช่น โครงการ PROSEA ร่วมมือกับเวียดนาม อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และปาปัวนิวกินี ซึ่งประเทศเหล่านี้มีทรัพยากรใกล้เคียงกัน ทำงานวิจัยในระบบเดียวกัน โดยใช้แต่ละประเทศเป็นฐานการวิจัย ในอนาคตคาดว่า จะมีโครงการจัดตั้งศูนย์สร้างตัวเกษตรอินทรีย์ วว. เพื่อรวบรวมเทคโนโลยีสีเขียว พยายามผลักดันให้เป็นศูนย์รับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ โดยเน้นให้เป็นศูนย์บ่มเพาะเทคโนโลยี (Incubation center) ศูนย์เกษตรอินทรีย์ที่มีความพร้อมทางเทคโนโลยีสีเขียว มีการอบรมเกษตรกร มีโรงงานผลิตสารสกัดจากพืช ผลิตสารชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ แปลงสาธิตปลูกพืชเกษตรเชิงระบบ สาธิตการผลิตแบบชีวภาพ มีการศึกษาดูงาน เปิดรับเกษตรกรในภูมิภาคอาเซียน ผมคิดบนพื้นฐานว่า นักเรียนที่ไปเรียนในต่างประเทศจะมีความจงรักภักดีต่อสถานศึกษา ดังนั้น ถ้าเราตั้งตัวเป็นครู เราจะได้เปรียบประเทศอื่น เกษตรกรที่อบรมจากศูนย์เราเมื่อมีปัญหาก็จะนึกถึงเราเป็นอันดับแรก นี่เป็นกุศโลบายในการเตรียมพร้อมก้าวสู่อาเซียนต่อไป

สิ่งที่อยากฝากไว้กับรุ่นน้องนักวิจัย

ผมมีคติประจำใจว่า การทำงานในหน่วยวิจัยจะให้เน้นการวิจัยแบบคนญี่ปุ่น กล่าวคือ ให้มีความซื่อสัตย์ต่อผลงานวิจัยและในการทำงาน สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียน องค์กร ประเทศ มีการพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลงานวิจัยที่นั่งทำอยู่ในห้องทดลองหรือในแปลงทดลอง หากมีผลการวิจัยที่ขัดแย้งกับสมมุติฐานเกิดขึ้นต้องพยายามวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบให้ได้ว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร อย่าพยายามแก้ไขตัวเลขเพื่อให้คล้องจองกับทฤษฎีหรือสมมุติฐาน กล่าวคือ ความซื่อสัตย์ในการวิจัย คือ หัวใจของนักวิจัยนั่นเอง

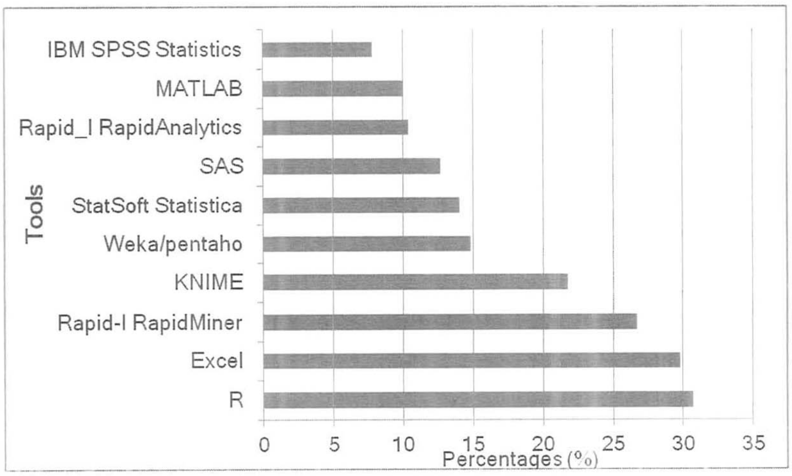
แม้จะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ที่ท่าน ผอ. สายันต์ ตันพานิช ได้ให้เกียรติพูดคุยกับวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ผู้สัมภาษณ์มองเห็นถึงมุมมองแนวความคิดในการทำงานเชิงรุก ได้เห็นหัวใจของนักเกษตรตัวจริง กอปรกับการเกษตรกรรมเป็นอาชีพส่วนใหญ่ของประชากรในประเทศไทย ทำให้รู้ว่า เราทุกคนไม่อาจตัดขาดจากการเกษตรกรรมได้เลย เพราะทุกวันเราต้องบริโภคอาหารจากการเกษตรกรรมทั้งสิ้น ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า **เกษตรกรรมสร้างความมั่นคงในสังคมให้มีความมั่นคงทางอาหาร เพราะเกษตรคือชีวิต...คืออาหาร...คือปัจจัยสี่ของมนุษย์...นั่นเอง**



Weka เครื่องมือสำหรับการทำเหมืองข้อมูล

ดร. ภัทราวุฒิ แสงศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

หลังจากที่เคยพูดถึงเรื่องการทำเหมืองข้อมูล (data mining) มาหลายตอนแล้ว ตอนนี้มาดูกันเรื่องการใช้เครื่องมือในการทำเหมืองข้อมูลกันบ้างนะครับ สำหรับเครื่องมือในการทำเหมืองข้อมูลนั้น มีอยู่หลายโปรแกรม มีทั้งโปรแกรมที่ต้องจ่ายเงินซื้อและที่เป็นโอเพนซอร์ส (Open source) สำหรับวันนี้ขอแนะนำโปรแกรม Weka เป็นเครื่องมือการทำเหมืองข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) โดยจากผลสำรวจออนไลน์ของ http://www.kdnuggets.com ใน ค.ศ. 2012 จากผู้ใช้งานจำนวน 798 คน พบว่า การใช้งานโปรแกรมเฉพาะด้าน Analytics, Data mining, Big Data ดังแสดงในรูปที่ 1 โปรแกรม Weka และ Pentaho เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส เป็นที่นิยมอันดับกลางๆ (จาก 10 อันดับแรก) ของผู้ใช้งานทั้งหมด ทั้งนี้โปรแกรม Weka และ Pentaho มีผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นจาก ค.ศ. 2011 ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1 ผลการสำรวจความนิยมโปรแกรมเฉพาะด้าน Analytics, Data mining, Big Data

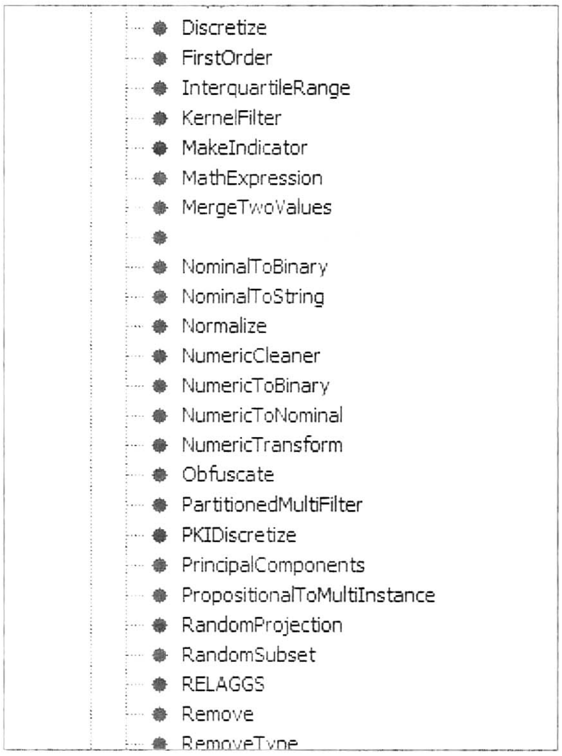
กำเนิดโปรแกรม Weka

โปรแกรม Weka ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Waikato ประเทศนิวซีแลนด์ และมีชื่อเต็มๆ ว่า Waikato Environment for Knowledge Analysis (การออกเสียงจะคล้ายคำว่า "Mecca" ซึ่งเป็นชื่อนกพื้นเมืองที่พบได้บนเกาะนิวซีแลนด์เท่านั้น) โปรแกรม weka ถูกเขียนขึ้นมาจากภาษา Java และอยู่ใต้สัญญาอนุญาตสาธารณะทั่วไปของกนู หรือ กนูจีพีแอล หรือ จีพีแอล (GNU General Public License, GNU GPL, GPL) ซึ่งเป็นสัญญาอนุญาตสำหรับซอฟต์แวร์เสรี (ข้อมูลเพิ่มเติมที่ https://th.wikipedia.org) โปรแกรมนี้สามารถนำไปใช้งานได้กับหลายระบบปฏิบัติการ (operating system) ทั้ง Window Max OS และ Linux ข้อดีของโปรแกรม Weka คือ มีอินเทอร์เฟสในการติดต่อผู้ใช้ที่เป็นรูปแบบเดียวกัน ถึงแม้มีหลายอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันให้ใช้งาน (Witten and Frank 2005) และเรายังสามารถประเมินผลลัพธ์ของอัลกอริทึมที่ทำงานกับชุดข้อมูล ด้วยการนำอัลกอริทึมมาทดสอบชุดข้อมูล (dataset) ได้ทั้งก่อนและหลัง

การจัดการข้อมูล

ในบางครั้งข้อมูลที่เรามีอาจมีค่าไม่เหมาะสมในการทดสอบกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ (learning algorithm) เช่น อัลกอริทึม Id3 ซึ่งเป็นอัลกอริทึมการจำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ (tree classifier algorithm) ไม่สามารถทำการประมวลผลกับข้อมูลชนิดตัวเลขได้ สิ่งที่จะเกิดขึ้นคือ เมื่อชุดข้อมูลของเราเป็นชุดข้อมูลตัวเลข เราจะไม่สามารถเลือกอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบ Id3 ได้เลย (แสดงเป็นสีเทา)

ยังมีเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลอื่นๆ ให้เลือกใช้งาน เช่น นอร์มัลไลส์ (normalize) แปลงข้อมูลเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง (discretize) ค่าพิสัยควอร์ไทล์ (interquartile range) การแทนที่ค่าที่สูญหาย (replace missing value) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องมือในการจัดการข้อมูลของโปรแกรม Weka

โปรแกรม Weka มีอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่เราสามารถใช้งานได้ง่าย เพียงแค่ผู้ใช้งานนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมและเลือกอัลกอริทึมการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ ทั้งนี้สิ่งที่ดีที่สุดคือ ผู้ใช้งานไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมใดๆ เพียงแต่ต้องกำหนดรูปแบบของข้อมูลนำเข้าให้ถูกต้องตามแบบของโปรแกรม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้รูปแบบข้อมูลได้หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ รูปแบบข้อมูลที่มีนามสกุล ARFF และ CSV เนื่องจากเป็นรูปแบบข้อมูลที่ง่ายในการจัดทำ และมีให้ดาวน์โหลดอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้รูปแบบข้อมูล ARFF ดังแสดงในรูปที่ 3 ต้องมีการกำหนดรายละเอียด ดังนี้

1. @RELATION iris	คือ การกำหนดชื่อของชุดข้อมูลที่ชื่อ iris
2. @ATTRIBUTE sepallength REAL	คือ การกำหนดชื่อของแอททริบิวต์ที่ชื่อ sepallength และมีชนิดของข้อมูลเป็นจำนวนจริง
3. @ATTRIBUTE sepalwidth REAL	คือ การกำหนดชื่อของแอททริบิวต์ที่ชื่อ sepalwidth และมีชนิดของข้อมูลเป็นจำนวนจริง
4. @ATTRIBUTE petallength REAL	คือ การกำหนดชื่อของแอททริบิวต์ที่ชื่อ petallength และมีชนิดของข้อมูลเป็นจำนวนจริง
5. @ATTRIBUTE petalwidth REAL	คือ การกำหนดชื่อของแอททริบิวต์ที่ชื่อ petalwidth และมีชนิดของข้อมูลเป็นจำนวนจริง
6. @ATTRIBUTE class {Iris-setosa, Iris-versicolor, Iris-virginica}	คือ การกำหนดชื่อของแอททริบิวต์ที่ชื่อ class และมีค่าที่เป็นไปได้คือ Iris-setosa Iris-versicolor Iris-virginica
7. @Data	คือ การบอกโปรแกรมให้ทราบว่าบรรทัดถัดจากนี้ไปจะเป็นข้อมูลของชุดข้อมูลนี้
8. 5.1,3.5m1.4,0.2,Iris-setosa	คือ ข้อมูลชุดที่ 1 ซึ่งมีค่า 3 แอททริบิวต์ และมีคลาส (class) Iris-setosa (บรรทัดถัดไปคือ ข้อมูลต่อๆ ไป)

```
@RELATION iris

@ATTRIBUTE sepallength  REAL
@ATTRIBUTE sepalwidth   REAL
@ATTRIBUTE petallength  REAL
@ATTRIBUTE petalwidth   REAL
@ATTRIBUTE class        {Iris-setosa,Iris-versicolor,Iris-virginica}

@DATA
5.1,3.5,1.4,0.2,Iris-setosa
4.9,3.0,1.4,0.2,Iris-setosa
4.7,3.2,1.3,0.2,Iris-setosa
4.6,3.1,1.5,0.2,Iris-setosa
5.0,3.6,1.4,0.2,Iris-setosa
5.4,3.9,1.7,0.4,Iris-setosa
4.6,3.4,1.4,0.3,Iris-setosa
5.0,3.4,1.5,0.2,Iris-setosa
4.4,2.9,1.4,0.2,Iris-setosa
```

รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูล Iris

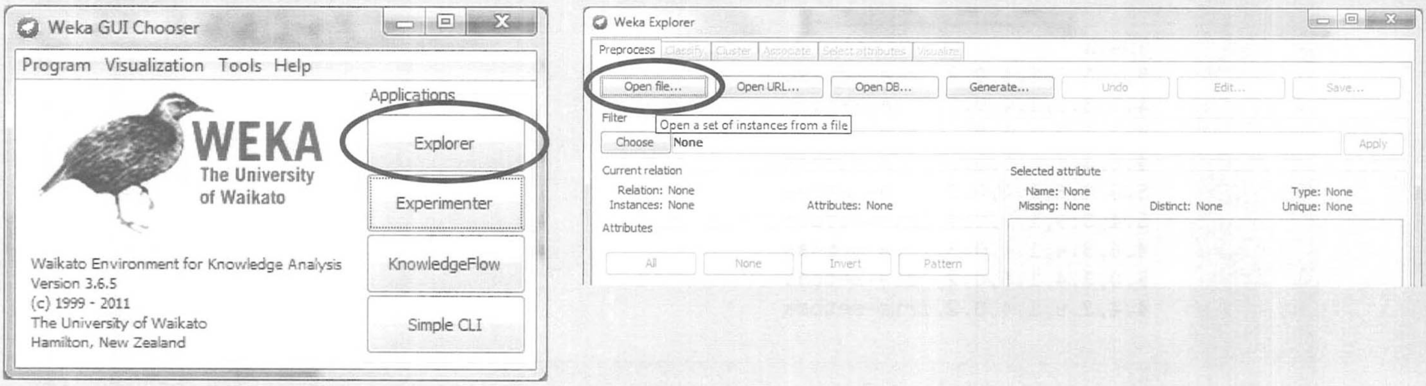
สำหรับข้อมูลชนิด CSV สามารถสร้างได้ง่ายๆ ด้วยการเปิดโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นในบรรทัดแรกให้ใส่ชื่อแอททริบิวต์ต่างๆ เช่น outlook temperature humidity windy รวมทั้งคลาส play ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นให้ทำการบันทึกข้อมูล โดยเลือกนามสกุลในการบันทึกเป็น CSV (comma delimited)

ตารางที่ 1 ข้อมูล Weather ชนิด CSV

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	85	85	FALSE	no
sunny	80	90	TRUE	no
overcast	83	86	FALSE	yes
rainy	70	96	FALSE	yes
rainy	68	80	FALSE	yes
rainy	65	70	TRUE	no
overcast	64	65	TRUE	yes
sunny	72	95	FALSE	no
sunny	69	70	FALSE	yes
rainy	75	80	FALSE	yes
sunny	75	70	TRUE	yes
overcast	72	90	TRUE	yes
overcast	81	75	FALSE	yes
rainy	71	91	TRUE	no

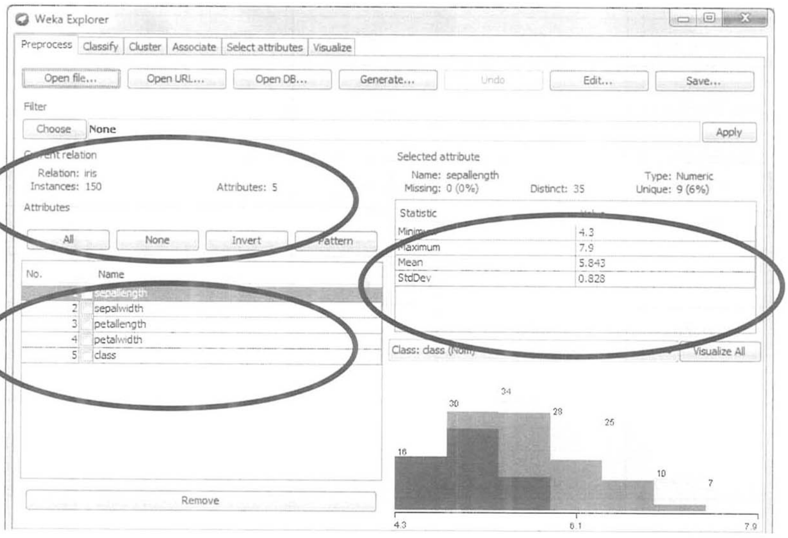
อัลกอริทึมการเรียนรู้

เมื่อเปิดโปรแกรม Weka ขึ้นมา จะพบกับหน้าจอ Weka GUI Chooser ซึ่งจะบอกถึงเวอร์ชันของโปรแกรม และรายละเอียดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม Explorer เพื่อทำการเปิด Weka Explorer สำหรับใช้ในการทดสอบชุดข้อมูลกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ และเมื่อเราต้องการนำเข้าชุดข้อมูลเพื่อการทดสอบกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ให้คลิกที่ปุ่ม "Open file..." จากนั้นให้เราเลือกตำแหน่งที่เก็บชุดข้อมูลไว้ (อาจเป็นชุดข้อมูลที่ดาวน์โหลดมาหรือเราได้จัดทำเอาไว้)

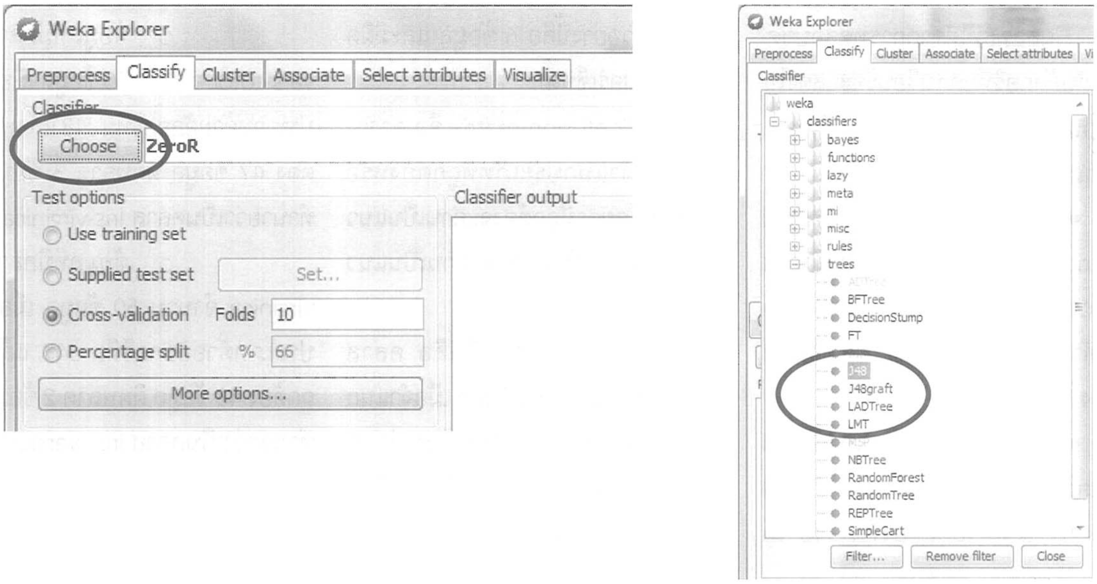


รูปที่ 4 หน้าจอ Weka GUI Chooser

เมื่อเรานำเข้าชุดข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วจะแสดงรายละเอียดชุดข้อมูล ได้แก่ ชื่อชุดข้อมูล (relation) จำนวนข้อมูลในชุดนี้ (instances) และจำนวนแอททริบิวต์ (attributes) และในด้านล่างซ้ายมือจะแสดงชื่อแอททริบิวต์ต่างๆ และเมื่อคลิกที่ชื่อแอททริบิวต์ใด ข้อมูลทางด้านขวามือก็จะแสดงรายละเอียด เช่น ค่าที่ต่ำสุด (minimum) ค่าที่สูงสุด (maximum) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (StdDev) ดังแสดงในรูปที่ 5 และเราสามารถเลือกอัลกอริทึมการเรียนรู้ต่างๆ ได้ เช่น การจำแนกประเภท (classify) การจัดกลุ่ม (cluster) การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล (association) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ดังที่ได้กล่าวไว้ตอนต้น การเลือกใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ต้องมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลจึงจะสามารถใช้งานอัลกอริทึมการเรียนรู้ได้ สำหรับตอนนี้จะทำการทดสอบโดยคลิกที่แท็บ Classify จากนั้นคลิกที่ปุ่ม "Choose" เลือกไปที่ "trees" และคลิกที่ "J48" ดังแสดงในรูปที่ 6

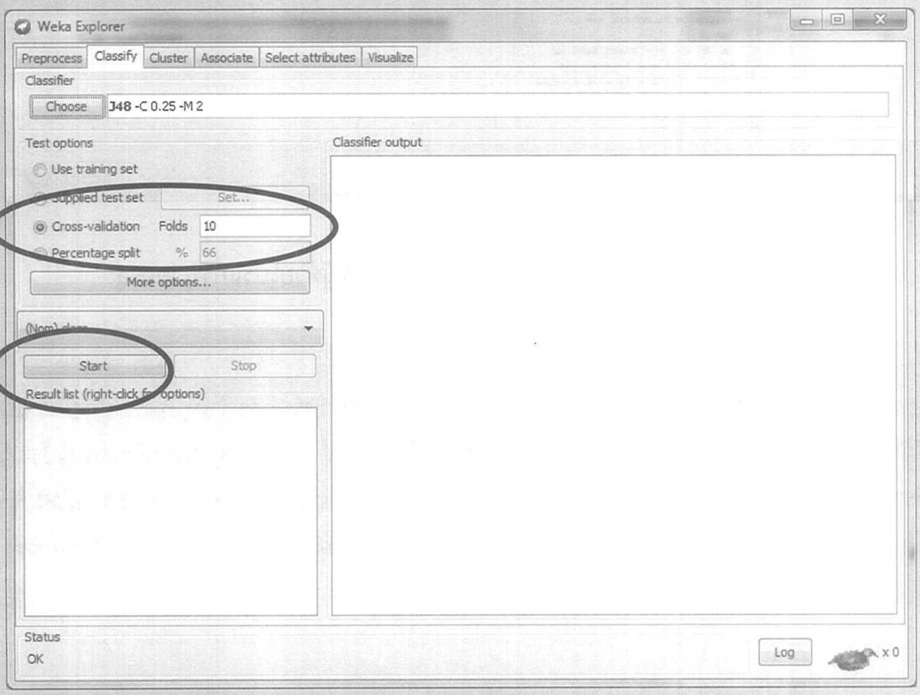


รูปที่ 5 หน้าจอชุดข้อมูล Iris



รูปที่ 6 การเลือกใช้งานอัลกอริทึมการเรียนรู้ J48

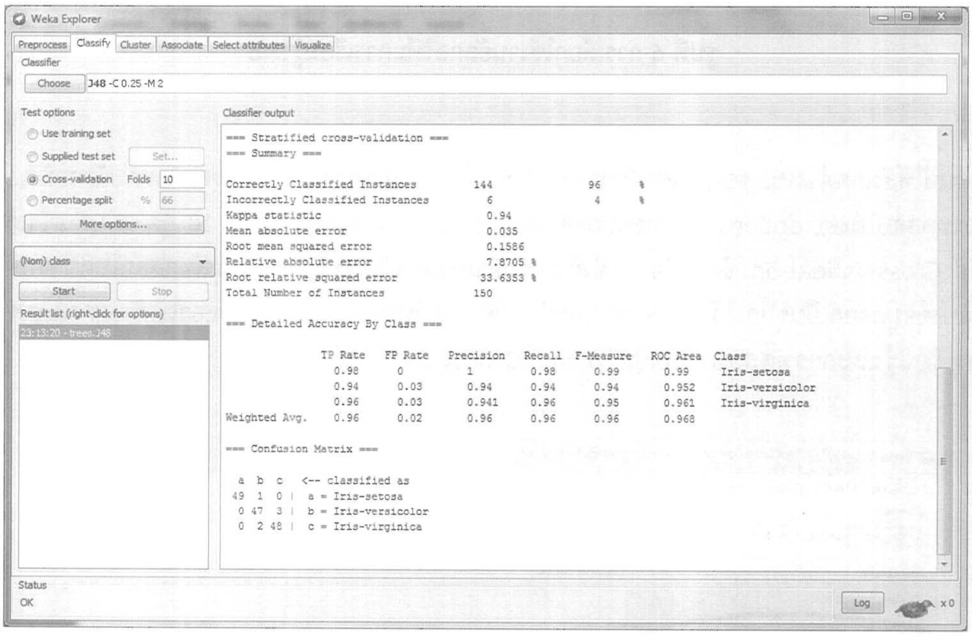
ในตอนนี้ให้สังเกตตำแหน่งของทางเลือกในการทดสอบ (test options) จะมีค่าปกติคือ Cross-validation ซึ่งหมายถึง การแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดๆ ไว้ทำสำหรับการเรียนรู้และการทดสอบ โดยจำนวนชุดที่จะแบ่งจะถูกกำหนดเป็นตัวเลขหลังคำว่า "Folds" (ในตัวอย่างนี้คือ 10 ซึ่งคือ แบ่งข้อมูลออกเป็นชุดเรียนรู้ 9 ชุด และมี 1 ชุด เอาไว้ทดสอบ) เมื่อกดปุ่ม "Start" โปรแกรมจะทำการเรียนรู้และทดสอบกับอัลกอริทึม โดยนำชุดข้อมูลทั้ง 10 ชุด สลับกันเป็นข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบไปจนครบทั้ง 10 ชุด ที่ได้แบ่งเอาไว้ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ทางเลือกในการทดสอบและการเริ่มทดสอบ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบชุดข้อมูลกับอัลกอริทึมการเรียนรู้จะแสดงในช่องด้านขวามือ ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยสามารถอ่านผลลัพธ์ได้คร่าวๆ ดังนี้

- Correctly classified instances คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึม J48 ได้ถูกต้อง (ตัวอย่างนี้คือ 144 ข้อมูล และมีความถูกต้อง 96 เปอร์เซ็นต์)
- Incorrectly classified instances คือ จำนวนข้อมูลที่ทำการจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึม J48 ไม่ถูกต้อง (ตัวอย่างนี้คือ 6 ข้อมูล และมีผิดพลาด 4 เปอร์เซ็นต์)
- Confusion matrix คือ ตารางแสดงการจำแนกประเภทที่ถูกต้องหรือผิดพลาด โดยค่าที่ถูกต้องจะอ่านเป็นแนวทแยง และค่าที่ผิดพลาดจะอ่านเป็นแนวนอน ดังเช่น
    - o ข้อมูลที่มีคือ คลาส Iris-setosa จำนวน 50 ข้อมูล เมื่อจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึม J48 แล้วพบว่า ถูกต้อง 49 ข้อมูล ผิดพลาด 1 ข้อมูล (โดยทำนายว่าเป็นคลาส Iris-versicolor)
    - o ข้อมูลที่มีคลาส Iris-varsicolor จำนวน 50 ข้อมูล เมื่อจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึม J48 แล้วพบว่า ถูกต้อง 47 ข้อมูล ผิดพลาด 3 ข้อมูล (โดยทำนายว่าเป็นคลาส Iris-virginica)
    - o ข้อมูลที่มีคลาส Iris-virginica จำนวน 50 ข้อมูล เมื่อจำแนกประเภทด้วยอัลกอริทึม J48 แล้วพบว่า ถูกต้อง 48 ข้อมูล ผิดพลาด 2 ข้อมูล (โดยทำนายว่าเป็นคลาส Iris- varsicolor)



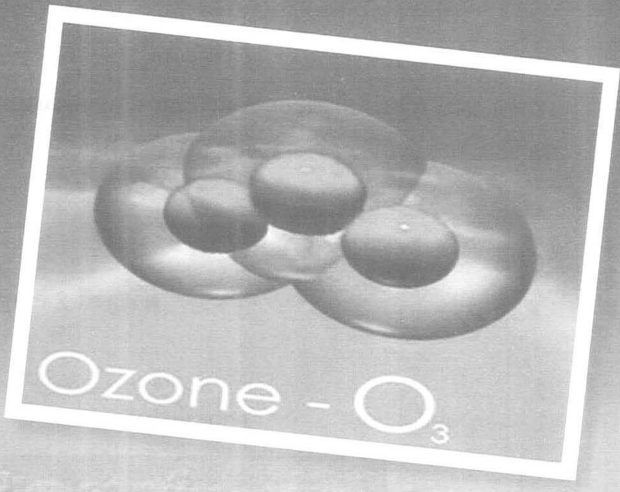
รูปที่ 8 ผลลัพธ์จากการทดสอบอัลกอริทึมการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Weka

จากที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรม Weka เป็นเครื่องมือสำหรับการทำเหมืองข้อมูล มีความเหมาะสม สะดวกและใช้งานง่าย ทั้งนี้ผู้อ่านสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยต่างๆ ที่ต้องการได้ โดยปัจจุบันผลลัพธ์ของโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือ และมีงานวิจัยหลายชิ้นที่อ้างอิงผลโดยการใช้โปรแกรม Weka ในการทดลอง อย่างไรก็ตาม อัลกอริทึมใหม่ๆ ก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังนั้นโปรแกรม Weka จึงต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองผู้ใช้งานได้อย่างสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

Witten, H. and Frank, E., 2005. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. San Francisco: Elsevier Inc.

อันตรายจากโอโซน



แสวง เกิดประทุม บุญชู ลีลาขจรจิต ทรงเกียรติ รอดแดง
สายชล เสถียรดี อรณัชชาย์ อุทัยธีรนันท์ และนภาพร คล้ายเจียม
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โอโซน (Ozone) โมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจนสามอะตอม มีสูตรทางเคมี O_3 มีสมบัติเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ เป็นก๊าซที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสูง (strong oxidizing agent) สูงกว่าคลอรีนถึง 2 เท่า หนักกว่าอากาศ 1.6 เท่า (ความถ่วงจำเพาะของ O_3 = 1.66, อากาศ = 1.00) มีกลิ่นเฉพาะตัว (คล้ายกลิ่นคาวปลา) มนุษย์จะรับรู้กลิ่นได้เมื่อมีความเข้มข้นของโอโซนประมาณ 0.01- 0.04 พีพีเอ็ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะบุคคลด้วย (1 พีพีเอ็ม O_3 = 2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (20°ซ., ความดัน 101.3 กิโลพาสคัล) คุณสมบัติอื่นๆ ดังแสดงในตาราง 1 เทียบกับคุณสมบัติของออกซิเจนและโอโซน

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของก๊าซออกซิเจนและโอโซน

คุณสมบัติทางกายภาพ	ออกซิเจน	โอโซน
1. น้ำหนักโมเลกุล (ดาลตัล)	32	84
2. ความถ่วงจำเพาะ (ภาวะก๊าซที่เปรียบเทียบกับอากาศ)	1.10	1.66
3. จุดเดือด °ซ. (ความดันบรรยากาศ)	- 182.9	-111.9
4. จุดหลอมเหลว °ซ. (ความดันบรรยากาศ)	-218.4	-192.5
5. ความสามารถในการละลายน้ำ (Vol./Vol.21.1 °ซ. , 1 atm.)	0.0489	0.64
6. สี (ภาวะเป็นของเหลว)	ไม่มีสี	สีฟ้าอ่อน

ที่มา : Compressed Gas Association (2001)

เนื่องจากโอโซนมีคุณสมบัติเป็นออกซิไดซิงเอเจนต์ที่รุนแรง เมื่อโอโซนเริ่มสลายตัว เกิดเป็นก๊าซออกซิเจน และออกซิเจนอะตอมเดี่ยวๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยปกติโอโซนจะมีอายุครึ่งชีวิต (half-life คือ จะมีปริมาณลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น) ใช้เวลาประมาณ 2 วัน เมื่ออยู่ในอากาศ และ 15 นาที เมื่ออยู่ในน้ำ ครึ่งชีวิตของโอโซนยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

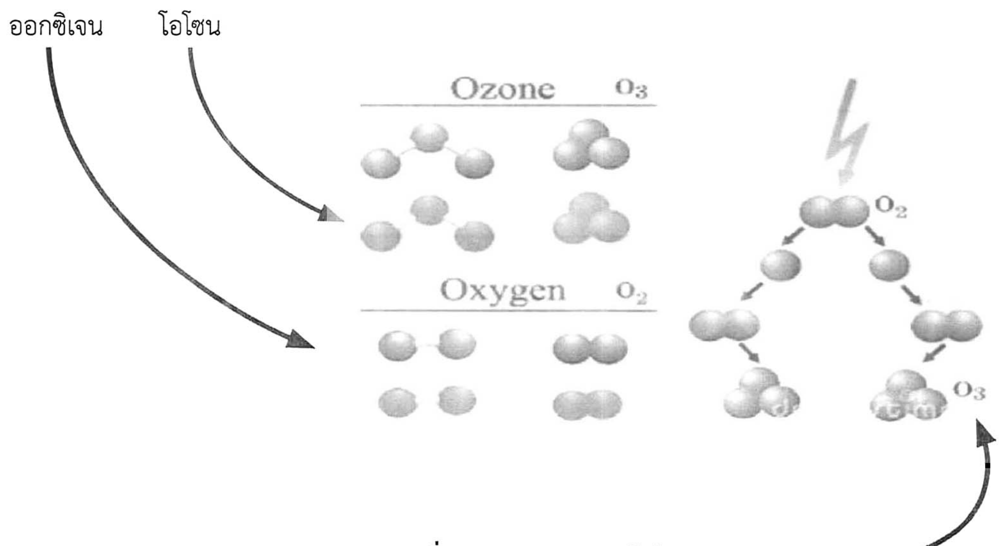
ตารางที่ 2 ค่าครึ่งชีวิตของโอโซนที่อุณหภูมิต่างๆ

ภาวะที่เป็นก๊าซ

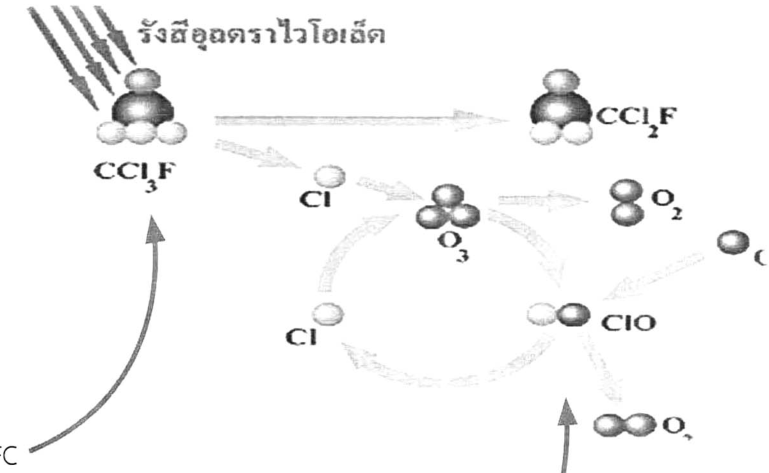
อุณหภูมิ(°ซ.)	ครึ่งชีวิต
-50	3-เดือน
-35	18-วัน
-25	8-วัน
20	3-วัน
120	1.5-ชั่วโมง
250	1.5-วินาที

เมื่อละลายน้ำ (pH 7)

อุณหภูมิ(°ซ.)	ครึ่งชีวิต
15	30-นาที
20	20-นาที
25	15-นาที
30	12-นาที
35	8-นาที



รูปที่ 1 กระบวนการเกิดโอโซน



รูปที่ 2 กระบวนการสลายโอโซน

รูปที่ 2 แสดงการเกิดและการสลายตัวของโอโซน จากการทำปฏิกิริยากับสาร CFC

เมื่อสูดดมก๊าซโอโซนจะทำให้เกิดการระคายเคืองของเยื่อบุโพรงจมูก ถ้าสูดดมก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม (โดยปริมาตร) จะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คอแห้ง เยื่อจมูกอักเสบ ถ้าได้รับโอโซนที่มีความเข้มข้นสูงอาจทำให้เกิดอาการน้ำท่วมปอด อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ หน้ามืด มึนงง เบื่ออาหารและถ้าได้รับโอโซนเป็นเวลานาน ทำให้หายใจลำบาก อึดอัด เป็นตะคริว ปวดท้องกะทันหัน หัวใจเต้นเร็วและอาจเสียชีวิต

จากข้อมูลพบว่า ถ้าหายใจเอาก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 30 นาที อาจเสียชีวิตได้ การได้รับโอโซนเป็นเวลานานต่อเนื่องอาจส่งผลกระทบเรื้อรัง เช่น ความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ โรคหืด โรคภูมิแพ้ อาจเกิดเนื้องอกในระบบทางเดินหายใจ มีการศึกษาพบว่า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมทั้งในสัตว์และมนุษย์และมีผลการทดลองที่เชื่อว่ามีส่วนสนับสนุนการเกิดเซลล์มะเร็งในสัตว์ทดลองจึงจัดกลุ่มของสารก่อมะเร็งในกลุ่ม B

ถ้าสัมผัสโอโซนที่ดวงตา ที่ความเข้มข้นเพียง 0.1 พีพีเอ็ม ทำให้เกิดอาการระคายเคืองของเยื่อบุตา ทำให้ตาแดง

ถ้าสัมผัสโอโซนที่ความเข้มข้นสูงๆ ที่ผิวหนัง จะทำให้ผิวเกิดการไหม้เกรียม เกิดการตายของเนื้อเยื่อ

องค์กรพิทักษ์ด้านสุขภาพและสุขอนามัยของสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดค่า IDLH ของโอโซน (O_3) ไว้ที่ 5 พีพีเอ็ม (IDLH, Immediately Dangerous to Life or Health Concentration) และได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้ทำงานได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมงทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลกระทบที่เกิดจากการสัมผัสกับบรรยากาศโอโซนที่ความเข้มข้นต่างๆ

ผลกระทบที่เกิด (observed effects)	ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)
1. รู้สึกได้ด้วยกลิ่น (ในคนปกติ)	0.01 – 0.04
2. ปริมาณสูงสุดที่สามารถทำงานได้ 8 ชั่วโมง (TLV – TWA 8-Hour limit)	0.1
3. ทำให้ตาแดง เกิดการระคายเคืองโพรงจมูกลำคอ ปวดศีรษะ	> 0.1
4. หายใจติดขัด ปอดลดการดูดซับออกซิเจน	0.5 – 1.0
5. ปวดศีรษะ และระบบหายใจถูกทำลายอย่างรุนแรง เกิดอาการน้ำท่วมปอด (โรคนิวมอเนีย)	1 - 10
6. ทำให้สัตว์ขนาดเล็กตายภายใน 2 ชั่วโมง	15 – 20
7. ทำให้เสียชีวิตภายใน 2-3 นาที	> 1,700

ที่มา : Compressed Gas Association (2001)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของโอโซนสูงสุดที่ยอมให้ทำงานได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมง (TLV)

ลักษณะการทำงาน	TLV (พีพีเอ็ม)
ผู้ทำงานหนัก	0.05
ผู้ทำงานหนักปานกลาง	0.08
ผู้ทำงานเบาๆ	0.10
ผู้ทำงานน้อยกว่า 2 ชั่วโมง	0.20

หมายเหตุ : TLV : Threshold limit Vales, (American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999)
TLV – TWA : Threshold limit value – fame weighted average) (ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดที่คนสามารถทำงานนาน 8 ชั่วโมงได้
ppm : ความเข้มข้นโอโซนส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร

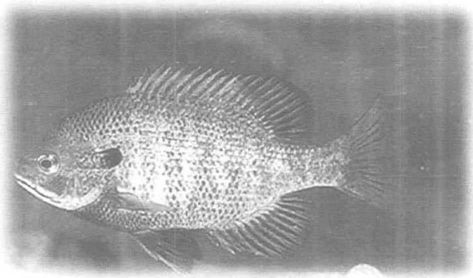
จากตารางที่ 4 ผู้ที่ทำงานหนักจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าคนที่ทำงานเบาๆ ในเวลาเท่ากัน คนที่ทำงานหนักจะได้รับอากาศมากกว่า คนที่ทำงานหนักจึงต้องกำหนดค่า TLV ต่ำกว่าคนที่ทำงานเบาๆ

ผลกระทบต่อสัตว์น้ำกรณีโอโซนละลายในน้ำได้มีการทดลองกำหนดค่า LC_{50} ดังแสดงในตารางที่ 5

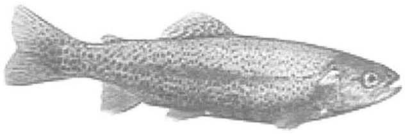
ตารางที่ 5 โอโซนที่ละลายอยู่ในน้ำที่เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำทดลองขนาดเล็ก

ชนิดสัตว์น้ำทดลอง	LC_{50} (มิลลิกรัม/ลิตร) (เวลาทดสอบ)
1. Bluegills (Lepomismacrochius)	0.06 (24 ชม.)
2. Rainbow trout (Salmogairdneri)	0.0093 (96 ชม.)
3. White perch (Moroheamericana)	4.38 (24 ชม.)

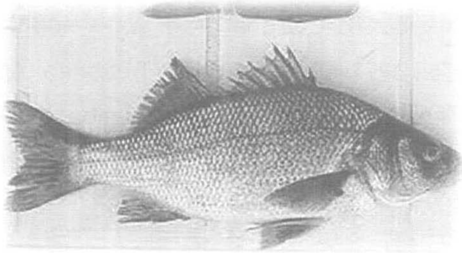
LC_{50} คือ ค่าความเข้มข้นโอโซนในน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง ที่ทำให้สัตว์ทดลองเกิดการตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนที่ใช้ทดลองในระยะเวลาที่กำหนด



Bluegills (Lepomismacrochius)



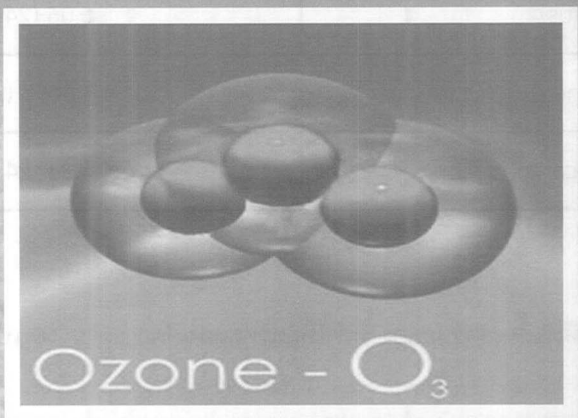
Rainbow trout (Salmogairdneri)



White perch (Moroheamericana)

ผลกระทบที่เกิดขึ้น ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด อายุ ของสัตว์ทดลอง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเป็นกรด-เบสของน้ำ ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาเป็นกรณีๆ ไป ถ้าจะนำโอโซนไปฆ่าเชื้อโรคในน้ำเพื่อนำน้ำไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ

บทความนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวัง และป้องกันอันตรายจากการใช้โอโซนด้วยความตั้งใจและไม่ตั้งใจก็ตาม หากท่านต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอาจติดต่อกับผู้เขียนได้ที่ ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โทร. 02 577 9252, 086 – 603 55 44 E-mail: water108@hotmail.com



เอกสารอ้างอิง

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 1999. [online]. Available at : http://www.acgih.org. [accessed 27 May 2013].

Compressed Gas Association, 2001. [online]. Available at : http://www.cganet.com. [accessed 27 May 2013].

Gottschalk, C., 2010. Ozonation of Water and Wastewater. Weinheim : Wiley-VCH.

Langlais, B., 1991. Ozone in Water Treatment Application and Engineering, Water Treatment. Colorado : American Water Work Association.

Rakness, K. L., 2005. Ozone in Drinking Water Treatment. Colorado : American Water Work Association.

บริษัท รุ้งสวรรค์ จำกัด

เป็นบริษัทผู้ผลิต <u>“ ก้อนเพาะปลูกมหัศจรรย์ ”</u> รายเดียวในโลก

สิทธิบัตรเลขที่ 2728 * * * * * OTOP 5 ดาวปี 2549,2551

ได้รับการคัดเลือกให้จัดแสดงใน ห้องสมุดวัสดุนานาชาติ 2553

“ก้อนมหัศจรรย์” ที่สุดของวัสดุปลูกไร้ดิน ปลูกพืชทุกชนิดได้งามมาก

โดยไม่ต้องใช้ดิน ไม่ต้องเติมปุ๋ยใดๆ ใช้ได้นานกว่าสองปี

รางวัล ผลิตภัณฑ์ยอดเยี่ยม 2539 เกียรติบัตรภูมิปัญญาเกษตรไทย 2547

สร้างยุคใหม่ทางการเพาะปลูก * * จะปลูกพืชแนวดิ่งเป็นจริงได้ที่นี่

เราสร้างวิธี ปลูกพืชแนวตั้ง ได้หลากหลายรูปแบบ

<u>จะปลูกพืชแนวตั้ง สมหวังที่นี่</u>

<u>รับผลิตน้ำมัน</u> - สบู่ดำ, ปาล์ม, เรป, ทานตะวัน, ถั่วเหลือง

เราเป็นผู้ผลิต <u>น้ำมันสบู่ดำ</u> รายใหญ่มากของประเทศไทย

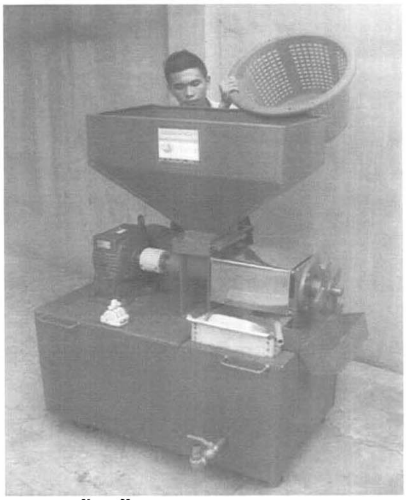
ผลิตให้โครงการ JATROPHA JET OIL ของสายการบินต่างๆ

บริษัท น้ำมันสบู่ดำไทย จำกัด

ทำธุรกิจเกี่ยวกับ **<u>สบู่ดำ</u>** เป็นบริษัทแรกของประเทศไทย

เป็นผู้นำในวิทยาการด้านสบู่ดำ ทำธุรกิจสบู่ดำอย่างครบวงจร

เป็นบริษัท ยอดนวัตกรรมไทย ปี 2550 จาก สนง. นวัตกรรมแห่งชาติ



<u>เครื่อง บีบคั้นน้ำมันพืช</u> รุ่นพลังแผ่นดิน ๕๐

อนุสิทธิบัตรเลขที่ 3165,4437 เป็นเครื่องบีบเย็นบีบน้ำมันได้หลายชนิด

ขนาด .76 x 1.2 x 1.3 ม.มอเตอร์ 2 สาย 3 แรง ใช้ไฟบ้านได้ทุกแห่ง

ใส่วัตถุดิบได้มาก, มีกรวยรับกากลงกระสอบ, ปรับแต่งอัตราป้อน,

และปรับแรงอัดได้ง่าย มีตะแกรงกรอง และถังพักน้ำมันในตัว,

บีบเมล็ดสบู่ดำได้ 60 กก/ช.ม. ทนทาน ใช้ง่าย ใช้ได้ 24 ชม./ว.

<u>เครื่อง แยกเมล็ดสบู่ดำออกจากผล</u>

ใช้ไฟ 2 สาย 1.5 แรงม้า -- ปรับตั้งอัตราป้อน และปรับแรงลมได้

- ใช้ได้ทั้งผลสด, หรือผลแห้ง -- แยกผลสดได้ 300 กก/ชม.

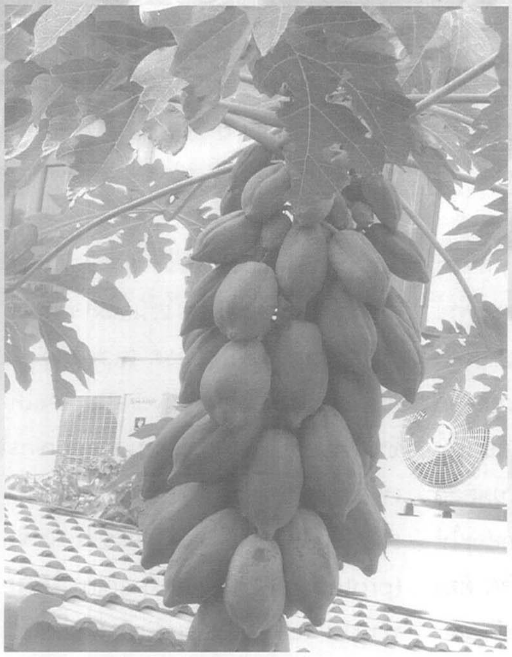
เราเป็นผู้ผลิต * เครื่องจักร * ต้นพันธ์ * เมล็ด * น้ำมัน *

กากสบู่ดำ ที่ใช้เป็นปุ๋ยในงานเกษตรอินทรีย์และเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม

นาย อรชุน แก้วกังวาล ผู้สร้างนวัตกรรมของทั้งสองบริษัทนี้ ยินดีร่วมมือกับผู้สนใจทุกท่าน ในการพัฒนาการผลิตและการตลาด

ติดต่อ บริษัทน้ำมันสบู่ดำไทยจำกัด และ บริษัทรุ้งสวรรค์จำกัด ที่ 38 หมู่ 9 ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 02 901 0075 - 6, 081 809 4754 โทรสาร 02 901 0076, E-mail; <u>MAGICBLOCKMB@YAHOO.COM</u>



มะละกอ ...

สมุนไพรไทย...ของดีที่มีอยู่

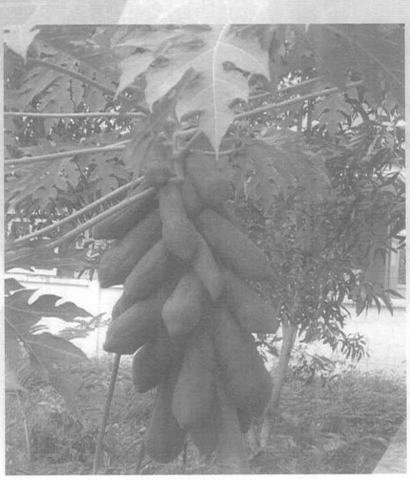
ชลธิชา นิวาสประกฤติ และ บุญเรียม น้อยชุมแพ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

มะละกอเป็นผลไม้ที่เราเห็นและรับประทานกันเป็นประจำ เป็นส่วนประกอบในอาหารคาวและหวาน ซึ่งเมนูที่นิยมและเลื่องชื่อดังไปไกลทั่วโลกก็คงจะไม่พ้นเมนูส้มตำ มะละกอนอกจากจะใช้ทำส้มตำแล้วยังใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารอีกหลากหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นแกงส้ม ต้มยำ และมะละกอผัดไข่ โดยในการประกอบอาหารส่วนใหญ่จะใช้มะละกอดิบในการประกอบอาหาร ส่วนมะละกอสุกเรานิยมรับประทานเป็นผลไม้ซึ่งมีรสชาติหวานชื่นใจ จากการที่มะละกอสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งผลดิบและสุกนั้น ทราบหรือไม่ว่าหากเรารับประทานมะละกอเป็นประจำแล้วจะมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างไร

มะละกอ (papaya) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Carica papaya* L. อยู่ในวงศ์ Cariceae มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา เป็นไม้ล้มลุก ต้นที่มีอายุหลายปีมีความสูง 3-10 เมตร เปลือกต้นมีสีน้ำตาลออกขาว ผิวเรียบ ลำต้นตรงกลวง ไม่มีแก่น แตกกิ่งก้านน้อย ยางมีสีขาวข้น ใบเป็นใบรูปฝ่ามือ ขอบใบเว้าเป็นแฉกลึกถึงแกนกลาง เป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับกันรอบต้น ก้านใบเป็นหลอด กลมและกลวงยาว 25-100 เซนติเมตร ต้นมะละกอมีทั้งต้นตัวผู้ ต้นตัวเมีย และต้นกะเทย โดยต้นตัวผู้และต้นตัวเมียจะมีดอกแยกเพศอยู่คนละต้น คือ ดอกตัวผู้จะอยู่คนละต้นกับดอกตัวเมีย ดอกตัวผู้มี 5 กลีบ ช่อดอกยาวและห้อยลง มีกลิ่นหอม ดอกเพศเมียมีสีขาวเช่นเดียวกันกับดอกตัวผู้แต่ดอกจะมีขนาดใหญ่กว่า ออกดอกเป็นช่อกระจุกตามซอกใบ ส่วนต้นกะเทยจะมีดอกสมบูรณ์เพศอยู่ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ผลมะละกอจะได้จากต้นที่มีดอกตัวเมียและต้นกะเทยเท่านั้น ลักษณะผลที่ได้จากต้นตัวเมียจะกลมสั้น ส่วนผลที่ได้จากต้นกะเทยจะยาวกลมรี ผลดิบสีเขียวเนื้อแข็ง ผลสุกมีเนื้อนิ่มสีส้มแดง เหลืองส้ม และเหลือง แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ เมล็ดมีเยื่อหุ้ม เมล็ดอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

การขยายพันธุ์และการปลูก

มะละกอเติบโตได้ทุกสภาพภูมิอากาศ เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดี ความเป็นกรด-เบสของดินที่เหมาะสม คือ 5-6.8 ไม่ทนต่อสภาพดินเกลือ ขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ด ปักชำ ติดตาและตอนกิ่ง แต่ที่นิยมจะเป็นการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด นำเมล็ดไปแช่น้ำ 3 คืน เปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 3 ครั้ง เพาะในวัสดุที่เตรียมไว้ ในอัตราส่วนดิน:ปุ๋ยหมัก:ขี้เถ้าแกลบ 3:1:1 ส่วน เพาะในถุงๆ ละ 3-5 เมล็ด รดน้ำทุกวัน อย่าให้น้ำขัง หลังจากนั้น 9 วัน เมล็ดจะงอก เมื่อมีใบจริง 6-8 ใบ จึงย้ายมาปลูก



การปลูกมะละกอ ทำการเตรียมดิน และใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 2-3 เมตร ระยะระหว่างต้น 2-3 เมตร 1 ไร่ปลูกได้ 250 ต้น ขุดหลุมให้ลึก 0.5 เมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตราส่วน 1 ช้อนแกงต่อหลุม ผสมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ปลูกและกลบ ปิดทับด้วยปุ๋ยหมักและฟางหรือแกลบ รดน้ำ มัดกับหลักเพื่อป้องกันต้นหักล้ม ควรใส่ปุ๋ย 12-15-20 เดือนละครั้ง หลังปลูก 3 เดือน มะละกอจะออกดอก ให้คัดต้นตัวผู้และตัวเมียทิ้ง เหลือไว้แต่ต้นสมบูรณ์เพศหรือต้นกะเทยเพราะเป็นต้นที่มีดอกสมบูรณ์เพศ คือ ในหนึ่งดอกมีเกสรเพศผู้และเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ผลที่ได้จะดก ลูกสวยและเนื้อหนา จากนั้น 5-6 เดือน เก็บเป็นผลดิบได้ หากต้องการเก็บเป็นผลสุกต้องรอให้มีอายุ 7-8 เดือน มะละกอจะให้ผลผลิตนาน 3 ปี จะหยุดให้ผลผลิต ต้องทำการปลูกใหม่ โรคและศัตรูที่สำคัญของมะละกอ คือ ใบด่างมะละกอหรือใบจุดวงแหวน เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน ไรแดงและแมลงวันทอง

องค์ประกอบที่มีประโยชน์ในมะละกอ

มะละกออุดมไปด้วยธาตุเหล็กและแคลเซียม เป็นแหล่งของวิตามินโดยเฉพาะวิตามินซี (ascobic acid) เอ บี และจี นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งธาตุอาหารหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แอลคาลอยด์ (alkaloids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ไกลโคซีน (glycosides) ซาโปนีน (saponins) เทอร์พีนอยด์(terpenoids) และสเตอรอยด์ (steroids) โพรทีโอไลติก (proteolytic) ปาเปน (papin) ไคโมปาเปน (chymopapain) คาร์เปอีน carpaine ไลโคพีน (lycopene) และไฟปริน fibrin ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการแข็งตัวของเลือด เป็นต้น คุณค่าทางโภชนาการในมะละกอ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการในมะละกอ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	163	กิโลจูล
โซเดียม	3	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	257	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	5	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	10	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.01	มิลลิกรัม
แคลเซียม	24	มิลลิกรัม
วิตามินซี	61	มิลลิกรัม
โฟเลต (วิตามินบี9)	38	มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.1	มิลลิกรัม
ไนอาซีน (วิตามินบี 3)	0.338	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2)	0.05	มิลลิกรัม
ไทอามีน (วิตามินบี 1)	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	328	มิลลิกรัม
โปรตีน	0.61	มิลลิกรัม
ไขมัน	0.14	มิลลิกรัม
เส้นใย	1.8	มิลลิกรัม
น้ำตาล	5.9	มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	9.81	มิลลิกรัม

ที่มา : Aravind *et al.* (2013)

ส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์

มะละกอจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายส่วน ทั้งในส่วนผลดิบที่ใช้ในการประกอบอาหาร ผลสุกรับประทานเป็นผลไม้ ใบ ลำต้น ราก และยาง โดยในแต่ละส่วนมีสารสำคัญแตกต่างกันไปทำให้มะละกอมีสรรพคุณที่หลากหลาย ดังนี้

ผลสุก เป็นยาระบาย ป้องกันหรือแก้โรคเลือดออกตามไรฟัน

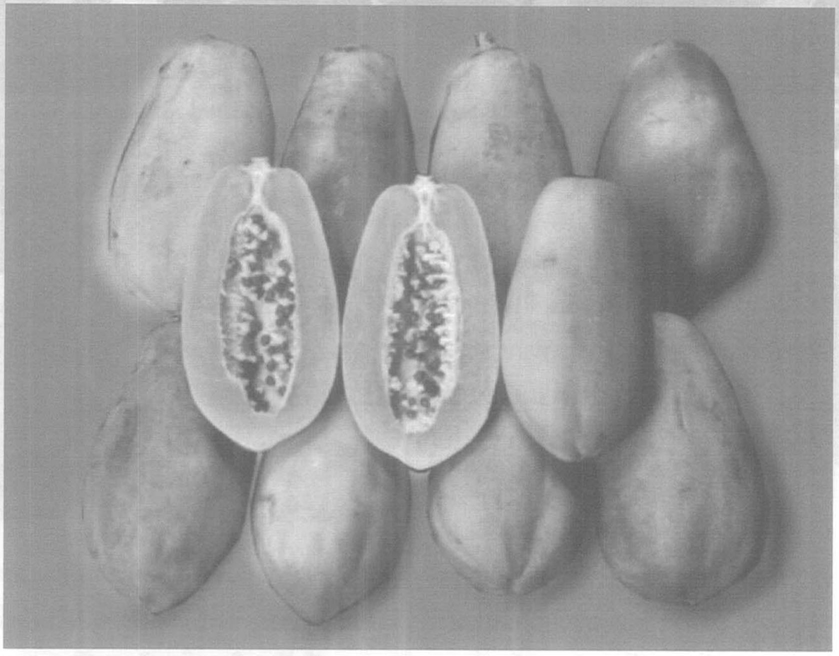
ผลดิบ ยางจากผลช่วยย่อยโปรตีนและฆ่าพยาธิ

ใบและยอด นำมาปรุงอาหารรับประทานได้ มีโปรตีนและวิตามินสูง บำรุงหัวใจ

ลำต้น เมื่อลอกเปลือกออกสามารถนำมาประกอบอาหารได้

ราก ช่วยขับปัสสาวะและแก้ขัดเบา

เมล็ด ใช้ถ่ายพยาธิและแก้กระหายได้



สรรพคุณของมะละกอ

มะละกอมีเอนไซม์ที่มีประโยชน์หลายชนิดด้วยกัน ซึ่งวิตามิน แร่ธาตุ และเอนไซม์เหล่านี้ต่างมีสรรพคุณต่างกันไป เอนไซม์ที่รู้จักกันดีในผลมะละกอ คือ เอนไซม์ปาเปน (papain) และเอนไซม์ไซโมปาเปน (chymopapain) ซึ่งได้จากผลมะละกอดิบ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง สบู่ สครับ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณช่วยย่อยโปรตีน ลดการอักเสบ กระตุ้นการสมานแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกและหมักเนื้อให้เนื้อเปื่อยและนุ่มอีกด้วย

เครื่องดื่มชาสมุนไพรจากมะละกอ ช่วยล้างลำไส้ของเราทำให้ผนังลำไส้ดูดซับสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการกินน้ำมันเป็นเวลานานทำให้ผนังลำไส้มีคราบไขมันเกาะ

วิตามินเอ บี1 บี2 อี แคลเซียม และบีตา-แคโรทีนจากมะละกอ มีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระ มีไลโคพีนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งคุณสมบัติเป็นสารช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก

มี Beta-crytoxanthin ซึ่งเป็นแคโรทีนอยด์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้

แคโรทีน วิตามินซี ฟลาโวนอยด์ โฟเลต กรดเพนโทเทนิก โพแทสเซียม แมกนีเซียมและเส้นใย มีคุณสมบัติบำรุงระบบหัวใจและหลอดเลือด ลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่

วิตามินซี วิตามินอี และวิตามินเอ ที่อยู่ในรูปแคโรทีนอยด์ ป้องกันโรคหลอดเลือดแข็งตัวและโรคหัวใจ

เส้นใยจากมะละกอช่วยลดคอเลสเตอรอล

กรดโฟลิกจะเปลี่ยนโฮโมซีสเทอีนไปเป็นกรดแอมิโนซิสเทอีน ซึ่งเป็นกรดที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย หากร่างกายมีโฮโมซีสเทอีนมากจะทำลายผนังหลอดเลือดทำให้เสี่ยงต่อการหัวใจวายและหลอดเลือดสมองอุดตัน

บีตา-แคโรทีน วิตามินซีและอี ช่วยลดอาการของผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรคหอบ หืด โรคข้อเสื่อมและข้ออักเสบรูมาตอยด์ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำมาผลิตเป็นยาลดอาการบวมและอาการอักเสบจากบาดแผล หรือการผ่าตัด ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำให้ป่วยเป็นไข้หวัดน้อยลง อีกทั้งยังช่วยลดอาการติดเชื้อในช่องหูโดยร่างกายจะเปลี่ยนบีตา-แคโรทีน ไปเป็นวิตามินเอและซีได้

ป้องกันโรคถุงลมโป่งพองและโรคมะเร็งปอด ซึ่งได้มีการทดลองในสัตว์ทดลองที่ให้วิตามินเอในปริมาณที่มากพอพร้อมกับสารก่อมะเร็งจากบุหรี่หรือที่มีชื่ออีกอย่างว่า benza (a) pyrene พบว่า สัตว์ทดลองดังกล่าวไม่มีอาการถุงลมโป่งพอง

เมล็ดมะละกอมีเอนไซม์ไมโรซิเนส มีคุณสมบัติย่อยสารเบนซิลกลูโคซิโนเลต ซึ่งพบในมะละกอเช่นเดียวกัน ได้สารที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง นอกจากนี้ ยังพบว่าหากนำเมล็ดมะละกอมาสกัดด้วยเฮกเซน สารที่ได้จะมีฤทธิ์ในการฆ่าเซลล์มะเร็งได้

ป้องกันภาวะจอประสาทตาเสื่อม ซึ่งเป็นอาการที่พบมากในวัยชรา

จากประโยชน์ที่หลากหลายของมะละกอที่กล่าวมาข้างต้น หากต้องการมีสุขภาพที่ดีตั้งแต่วันนี้และในอนาคตถึงเวลาแล้วหรือยังที่ต้องเริ่มรับประทานมะละกอ ผลไม้ดีและราคาถูก

เอกสารอ้างอิง

การปลูกมะละกอ: ฐานข้อมูลการเกษตร. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.farmkaset.org/content/? content=01679%27/ การปลูกมะละ: กอ:ฐานข้อมูลการเกษตร, [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2556].

ขั้นตอนการปฏิบัติในการผลิตมะละกอ. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.riclib.nrct .go.th/book/fruit/ papaya.pdf./, [เข้าถึงเมื่อ 14 กรกฎาคม 2556].

ปัญญา, ธีรวุฒิ . 2553. กองทัพผลไม้ปราบมะเร็ง. กรุงเทพฯ: บริษัทไพลินบุ๊คเน็ต จำกัด (มหาชน), 176 หน้า.

พลังของมะละกอ. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.bhshop. blog.com/ 2012/ 08/09/papaya power/, [เข้าถึงเมื่อ 12 กรกฎาคม 2556].

พันธุ์มะละกอที่นิยมนำมาปลูกเป็นการค้า. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.kasetporpeang.com/forums/index.php? topic...0/, [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2556].

มะละกอ. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.en.wikipedia.org/wiki/มะละกอ, [เข้าถึงเมื่อ 14 กรกฎาคม 2556].

มะละกอที่บอกว่าเป็นตัวผู้ ตัวเมีย หรือ กระเทยดูอย่างไร. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.bannangio.com/, [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2556].

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. เล่มที่ 9. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์, หน้า 202-212.

Aravind, G., Debjit, Bhowmik, Duraivel, S. and Harish, G., 2013. Traditional and Medicinal Uses of Carica papaya. *Journal of Medicinal Plants Studies,* 1(1), pp. 7-15.

ก้าวต่อไปของการพัฒนางานบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา วว.

ดร. อรรถชัย แมนมนตรี และ ดร.ปารมี เพ็งปรีชา

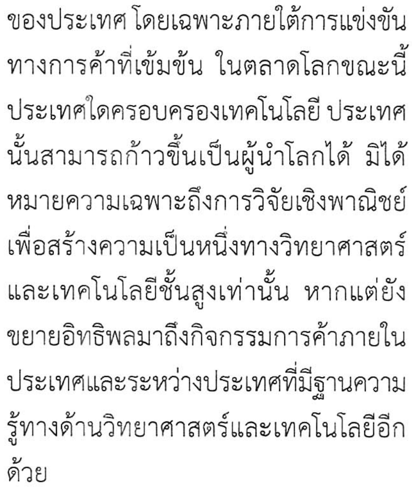
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

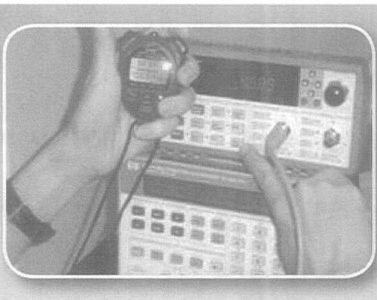
ครบรอบสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) 50 ปี หากนับแล้วนับว่าเป็นระยะเวลาไม่น้อยที่องค์กรหนึ่งสะสมองค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ทำงานด้าน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ถ่ายทอดไปยังนักวิชาการรุ่นต่อรุ่นถึงครึ่งศตวรรษ นักวิชาการ วว. มีความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่หลากหลายหลัง 25 ปีแรก ที่บางเขน ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา (ศทม.) ได้ย้ายมาตั้งอยู่ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ โดยเป็นหน่วยงานภายใต้กลุ่มบริการอุตสาหกรรม วว. มีหน้าที่หลักในการให้บริการทดสอบวิเคราะห์สินค้าและผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อม วัตถุดิบ และสอบเทียบเครื่องมือวัด อุปกรณ์ และเครื่องทดสอบ ให้แก่ภาคอุตสาหกรรม และหน่วยงานภาครัฐ

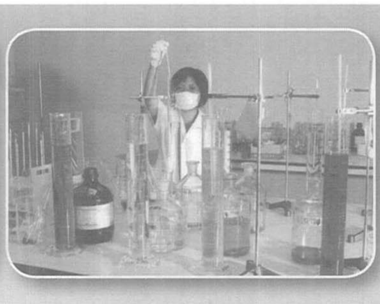
ศทม. ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และห้องปฏิบัติการทดสอบห้องปฏิบัติการของ ศทม. เป็นห้องปฏิบัติการแรกของประเทศ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการสากล ISO Guide 25 จากกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันพัฒนาเป็น ISO/IEC 17025 และห้องปฏิบัติการทั้งหมด ยังคงตั้งมั่นและมุ่งมั่นในการบริหารงานภายใต้มาตรฐานห้องปฏิบัติการด้วยระบบคุณภาพและความเชี่ยวชาญในการวัดที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

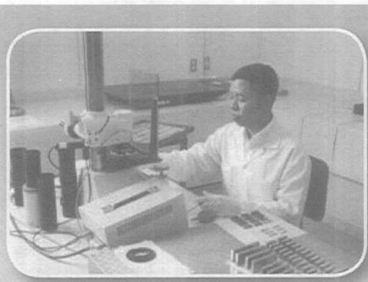
เนื่องในวันครบรอบ 50 ปี วว. จะขอกล่าวแนะนำความก้าวหน้าของการให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของหน่วยงานห้องปฏิบัติการสอบเทียบและทดสอบของ วว. ซึ่งแต่เดิมเน้นการบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รองรับการค้าภายในประเทศ การทดแทนการนำเข้า การยกระดับมาตรฐานสินค้าและผลิตภัณฑ์ การคุ้มครองผู้บริโภค มาเป็นการบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องสนับสนุนการค้าระหว่างประเทศ และมาตรฐานการบริหารงานคุณภาพในระบบต่างๆ เพื่อให้ท่านผู้อ่านได้เห็นอีกมุมหนึ่งของงานบริการจากห้องปฏิบัติการที่นอกเหนือจากงานวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์

งานบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นับว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งในการรองรับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจสมัยใหม่ของประเทศ โดยเฉพาะภายใต้การแข่งขันทางการค้าที่เข้มข้น ในตลาดโลกขณะนี้ ประเทศใดครอบครองเทคโนโลยี ประเทศนั้นสามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำโลกได้ มิได้หมายความเฉพาะถึงการวิจัยเชิงพาณิชย์เพื่อสร้างความเป็นหนึ่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นสูงเท่านั้น หากแต่ยังขยายอิทธิพลมาถึงกิจกรรมการค้าภายในประเทศและระหว่างประเทศที่มีฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย



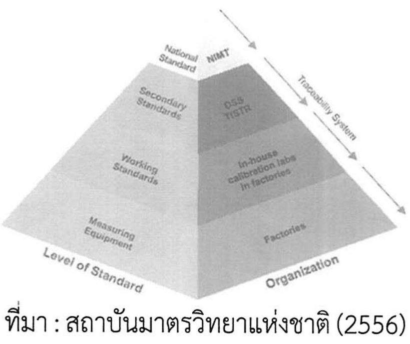






งานบริการสอบเทียบ

หนึ่งในภารกิจหลักของ ศทม. คือ งานบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดให้แก่ภาคอุตสาหกรรม โดยงานบริการสอบเทียบนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างพื้นฐานคุณภาพของประเทศ (national quality infrastructure) อันประกอบไปด้วย งานด้านมาตรวิทยา (metrology) งานด้านการมาตรฐาน (standardization) งานด้านการทดสอบ (testing) และงานด้านระบบบริหารคุณภาพ (quality management) โดยงานบริการสอบเทียบนี้เข้าไปเกี่ยวข้องในส่วนของมาตรวิทยาที่หมายถึง วิทยาศาสตร์ของการวัดเพื่อให้ได้มาซึ่งการวัดที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ นอกจากนี้ ยังเป็นส่วนสนับสนุนงานด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านมาตรฐาน ด้านการทดสอบ และระบบบริหารคุณภาพ อาจกล่าวอีกอย่างได้ว่างานสอบเทียบนั้นเป็นการสร้างความเชื่อมโยงของมาตรฐานการวัดในระหว่างภาคอุตสาหกรรมและระดับที่สูงขึ้น จนเกิดเป็นการตรวจสอบย้อนกลับได้ของการวัด (traceability)



ที่มา : สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (2556)

งานด้านมาตรวิทยามีลักษณะที่คล้ายคลึงกันในเกือบทุกประเทศโดยประกอบไปด้วยหน่วยงานมาตรวิทยาแห่งชาติ ซึ่งทำหน้าที่สถาปนามาตรฐานระดับชาติหรือเรียกว่า เป็นมาตรฐานปฐมภูมิขึ้น และถ่ายทอดมาตรฐานระดับชาติลงไปยังมาตรฐานระดับทุติยภูมิ ซึ่งห้องปฏิบัติการสอบเทียบในระดับทุติยภูมิจะเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่รักษามาตรฐานนี้ ในขณะเดียวกันห้องปฏิบัติการสอบเทียบระดับทุติยภูมิก็จะสร้างความเชื่อมโยงหรือการตรวจสอบย้อนกลับได้ที่ได้รับมาจากหน่วยงานมาตรวิทยาแห่งชาตินี้ไปยังห้องปฏิบัติการที่มีการรักษามาตรฐานในระดับรองๆ ลงไป เป็นต้นว่า ห้องปฏิบัติการสอบเทียบภายในบริษัทหรือเครื่องมือวัดที่ใช้งานในบริษัท โดยทั่วไปแล้ว ในแต่ละประเทศจะกำหนดให้มีหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยงานมาตรวิทยาแห่งชาติเพียงหน่วยงานเดียว ซึ่งในกรณีของประเทศไทย หน่วยงานมาตรวิทยาดังกล่าว ได้แก่ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ซึ่งจะทำหน้าที่สถาปนามาตรฐานระดับชาติ สร้างการตรวจสอบย้อนกลับได้มายังห้องปฏิบัติการสอบเทียบในระดับทุติยภูมิ ที่ดูแลรักษามาตรฐานที่รองลงไป ในขณะเดียวกัน สถาบันมาตรวิทยาก็ทำหน้าที่เปรียบเทียบค่ามาตรฐานดังกล่าวกับประเทศอื่นๆ เพื่อสร้างความยอมรับกับประเทศอื่นๆ ในภูมิภาค

ในส่วนของห้องปฏิบัติการสอบเทียบในระดับทุติยภูมินั้นมีทั้งที่เป็นของภาครัฐและเอกชน ซึ่งมีศักยภาพแตกต่างกันไปตามระดับของมาตรฐานระดับทุติยภูมิที่มีใช้งาน รวมทั้งมีระบบบริหารงานที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน สำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่มีระบบการบริหารงานเป็นไปตามมาตรฐานสากลจะได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005-General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories หรือที่รู้จักกันในชื่อภาษาไทยว่า มาตรฐาน มอก. 17025-2548 ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

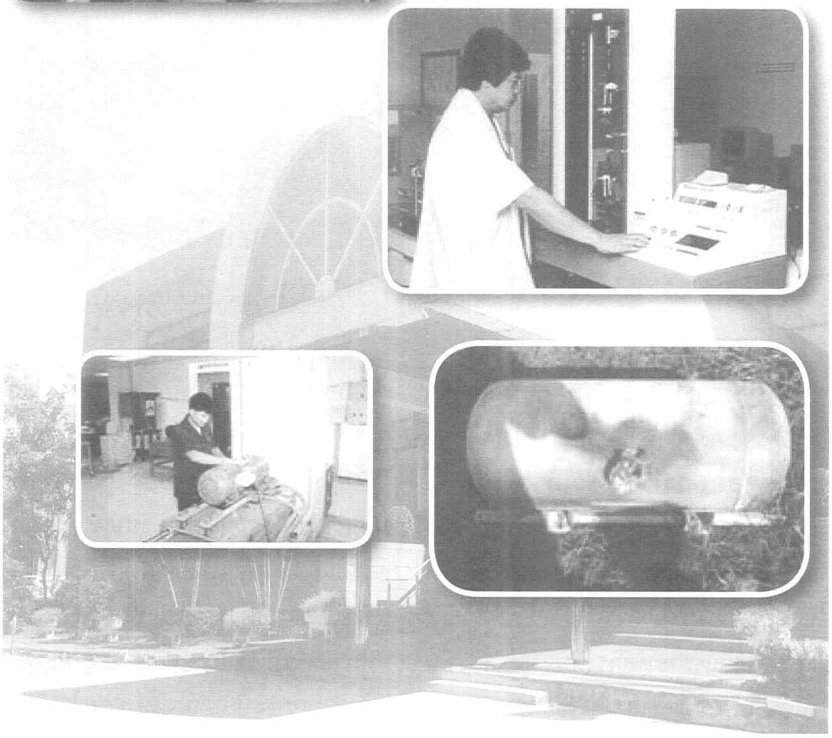
สำหรับภาคอุตสาหกรรมที่มีความต้องการสอบเทียบเครื่องมือกับทางห้องปฏิบัติการในระดับทุติยภูมินั้น จำเป็นต้องพิจารณาในด้านต่างๆ เป็นต้นว่า ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (Calibration and Measurement Capability, CMC) ของห้องปฏิบัติการสอบเทียบต้องเหมาะสมกับค่าคุณลักษณะ (specification) ของเครื่องมือวัดหรือข้อกำหนดใช้งานพิเศษของเครื่องมือวัด นอกจากนี้ ภาคอุตสาหกรรมที่ได้รับการรับรองระบบการบริหารงานคุณภาพ เช่น ISO 9001: 2008 ที่กำหนดให้ต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือวัดนั้น จะต้องพิจารณาการตรวจสอบย้อนกลับได้ของการวัดไปยังหน่วยงานมาตรวิทยาแห่งชาติด้วย หรือถ้า

หากเลือกใช้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025: 2005 ภาคอุตสากรรมก็ต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ เนื่องจากการตรวจสอบย้อนกลับได้นั้น เป็นหนึ่งในข้อกำหนดของมาตรฐานดังกล่าว

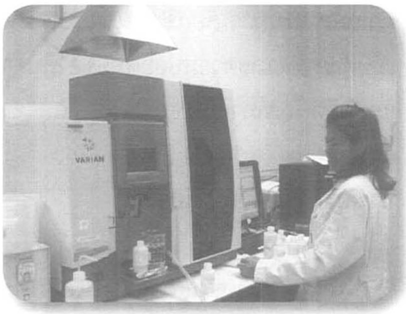
ปัจจุบัน ศทม. ให้บริการสอบเทียบแบ่งตามประเภทของเครื่องมือวัด โดยใช้ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ จำนวน 3 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ และห้องปฏิบัติการมาตรฐานวิศวกรรมทางกล โดยห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่สอบเทียบเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องมือวัดด้านแรงดันต่ำและแรงดันสูง กระแส ความต้านทาน ความเหนี่ยวนำ การเก็บประจุ ความถี่สัญญาณ เวลาและเสียง ห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางแสงและอุณหภูมิ ทำหน้าที่สอบเทียบเครื่องมือวัดด้านแสง เช่น Lux meter และเครื่องมือวัดด้านอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ห้องปฏิบัติการมาตรฐานวิศวกรรมทางกล ทำหน้าที่สอบเทียบเครื่องมือวัดด้านแรง ความดัน มิติ อัตราการไหล ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และปริมาตร เป็นต้น โดยห้องปฏิบัติการทั้งสามได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 แล้วนอกจากนี้งานพัฒนาการวัดด้านเคมี เป็นอีกสาขาหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากข้อกำหนดทางการค้าสากลให้ความสำคัญด้านคุณลักษณะของสินค้า ควบคู่กับความปลอดภัยของสินค้า ซึ่งประเด็นหลังได้มีความเข้มงวดมากขึ้นตลอดเวลา ด้วยสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน และการให้ความสำคัญกับสุขอนามัย และความใส่ใจในการเลือกซื้อสินค้าอุปโภคที่เน้นคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าและผลิตภัณฑ์มากขึ้น

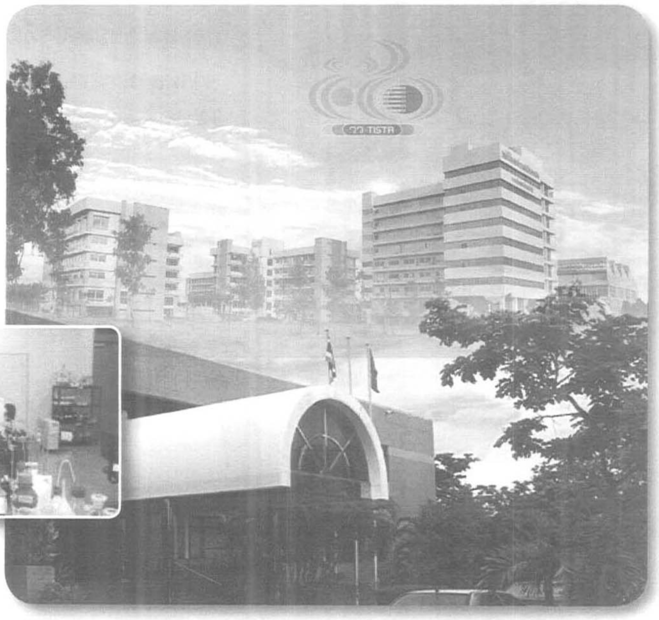
งานบริการทดสอบวิเคราะห์

ความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำประเทศที่เป็นผู้นำทางเศรษฐกิจรวมกลุ่มกันทางวิชาการและกำหนดเกณฑ์การค้าผ่านองค์กรระหว่างประเทศ มุ่งเน้นการใช้มาตรฐานระบบการผลิตและบริการที่สามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลาผ่านระบบการบริหารงานคุณภาพครอบคลุมเรื่องต่างๆ ที่เป็นความต้องการของตลาดโลก และอยู่ในกระแสความสนใจของประชาชน ในขณะเดียวกันยังเน้นความเข้มข้นในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าที่ผลิตขึ้นผ่านคุณลักษณะสินค้า (specification) โดยใช้ผลการทดสอบทางวิทยาศาสตร์จากห้องปฏิบัติการที่เป็นที่ยอมรับมาประกอบทางการค้าด้วย การกำหนดมาตรฐานทางการค้า ในปัจจุบันมิได้ครอบคลุมเฉพาะคุณลักษณะของสินค้าและคุณสมบัติการใช้งานเท่านั้น แต่ยังมองไปไกลถึงเรื่องการนำไปกำจัดเมื่อหมดอายุใช้งาน การปลดปล่อยสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบออกมาแล้วเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม หรือความสามารถในการย่อยสลายของแบคทีเรียในธรรมชาติ และความสามารถสลายตัวได้ด้วยตนเองภายใต้สภาวะแวดล้อมทั่วไป



ห้องปฏิบัติการทดสอบประกอบด้วยห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการชีวเคมีและจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทดสอบทางฟิสิกส์ มีหน้าที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบสินค้าและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มาจากเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ทั้งที่เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต และที่สำคัญ ประกอบด้วยสารเคมีที่เป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ครอบคลุมตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เกษตร เกษตรแปรรูป อาหาร เครื่องดื่ม ยา บรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ยาง เคมีภัณฑ์ พลาสติก สินค้าอุปโภคในบ้านเรือน เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง สิ่งทอ สิ่งพิมพ์ สีอุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม และการทดสอบเชื้อก่อโรค เป็นต้น





การให้บริการทดสอบที่สำคัญเพื่อคุ้มครองสุขอนามัยของผู้บริโภคได้แก่ การทดสอบอาหารและเครื่องดื่มตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้ข้อมูลฉลากโภชนาการประกอบผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์สารเติมแต่ง สารปนเปื้อนที่เป็นอันตราย และเชื้อก่อโรค

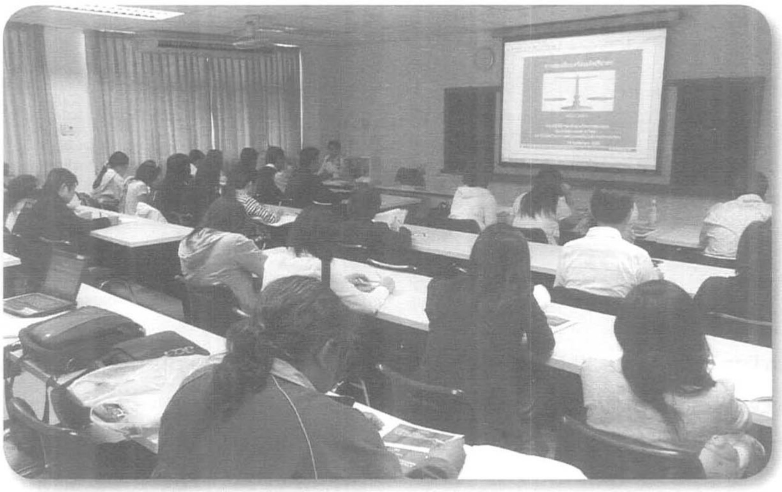
การทดสอบเพื่อขอการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นการทดสอบเกี่ยวกับคุณลักษณะทางกายภาพ การใช้งานและคุณสมบัติทางเคมีที่เป็นส่วนประกอบและที่เป็นสารอันตราย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในสินค้า ทำให้ผู้ซื้อมีความมั่นใจในความปลอดภัยของสินค้า นอกจากนี้ ยังเป็นการเพิ่มโอกาสทางธุรกิจให้ภาคอุตสาหกรรม การทดสอบเพื่อใช้ข้อมูลประกอบในทางการค้าหรือการส่งออก การทดสอบดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของลูกค้าของประเทศคู่ค้าเป็นหลักที่สำคัญในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา ได้แก่ กฎระเบียบการค้าของสหภาพยุโรป ได้แก่ ROHs และ REACH หรือตามกฎระเบียบของสหภาพยุโรป (EC Directive) สำหรับสินค้าอุตสาหกรรม และ Codex สำหรับสินค้าอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร มาตรฐานระหว่างประเทศดังกล่าวให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้สารเคมีและการตกค้างของสารอันตรายเป็นอย่างยิ่ง หลายครั้งกำหนด “ห้ามพบ” สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์ หรือ zero tolerance ซึ่งทำให้ห้องปฏิบัติการต้องทำการตรวจสอบยืนยันจนสามารถระบุค่าที่สามารถกล่าวได้ว่าตรวจไม่พบ (Limit of Detection, LOD) ซึ่งต้องสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในสินค้าเช่นกัน

การทดสอบเพื่อขอมาตรฐานผลิตภัณฑ์ฉลากเขียวของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ซึ่งครอบคลุมผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลากหลายชนิด เกณฑ์โดยส่วนใหญ่ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีเกณฑ์เพิ่มเติม ซึ่งหนึ่งในเกณฑ์นั้นคือ การควบคุมการใช้สารเคมีอันตรายในผลิตภัณฑ์ โดยผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิตต้องทำการแจ้งการใช้หรือไม่ใช้สารเคมีนั้น หรือบางครั้งหากไม่มั่นใจต้องยืนยันโดยส่งห้องปฏิบัติการทดสอบและออกรายงานผลให้

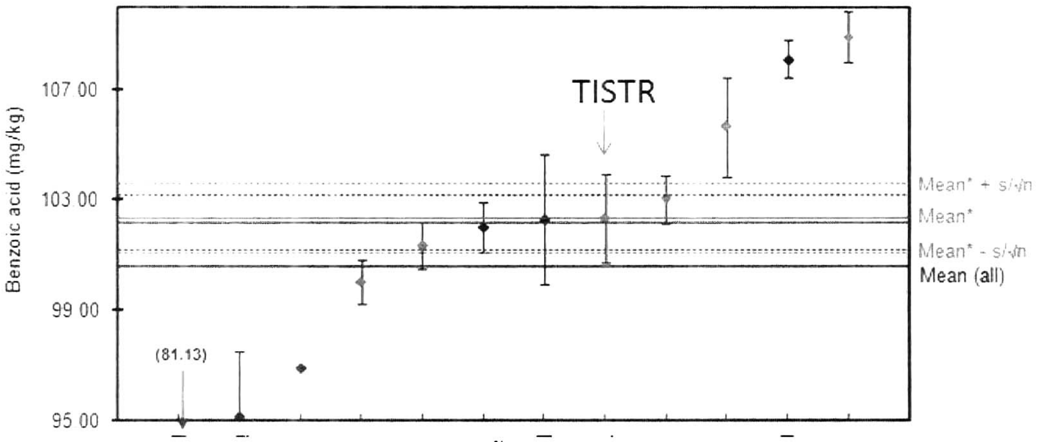
การทดสอบเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำทิ้ง น้ำผ่านระบบบำบัด น้ำธรรมชาติ ดินตะกอน กากของเสียหรือของเสีย ในกระบวนการผลิตก่อนทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม การทดสอบดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานที่ควบคุมกำกับดูแลสิ่งแวดล้อม หรือรายการทดสอบขึ้นอยู่กับผู้ขอใช้บริการ เช่น ต้องการนำสารเหลือค้างจากกระบวนการผลิตนำกลับมาใช้ใหม่ หรือวิจัยพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมอื่น

การบริการทดสอบเพื่อสนับสนุนทางการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โท และเอก นอกจากนี้ ยังมีการบริการทดสอบวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ เช่น ความคงตัวของสารเคลือบผิวหรือความต้านทานการสึกกร่อน หรือความทนทานต่อแสง UV ความร้อน ความชื้น และความสามารถในการปลดปล่อยสารออกฤทธิ์/สารอันตรายบนผิวเคลือบหรือบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น การบริการดังกล่าวสามารถทำในรูปงานบริการวิจัยให้แก่ภาคอุตสาหกรรมเช่นกัน

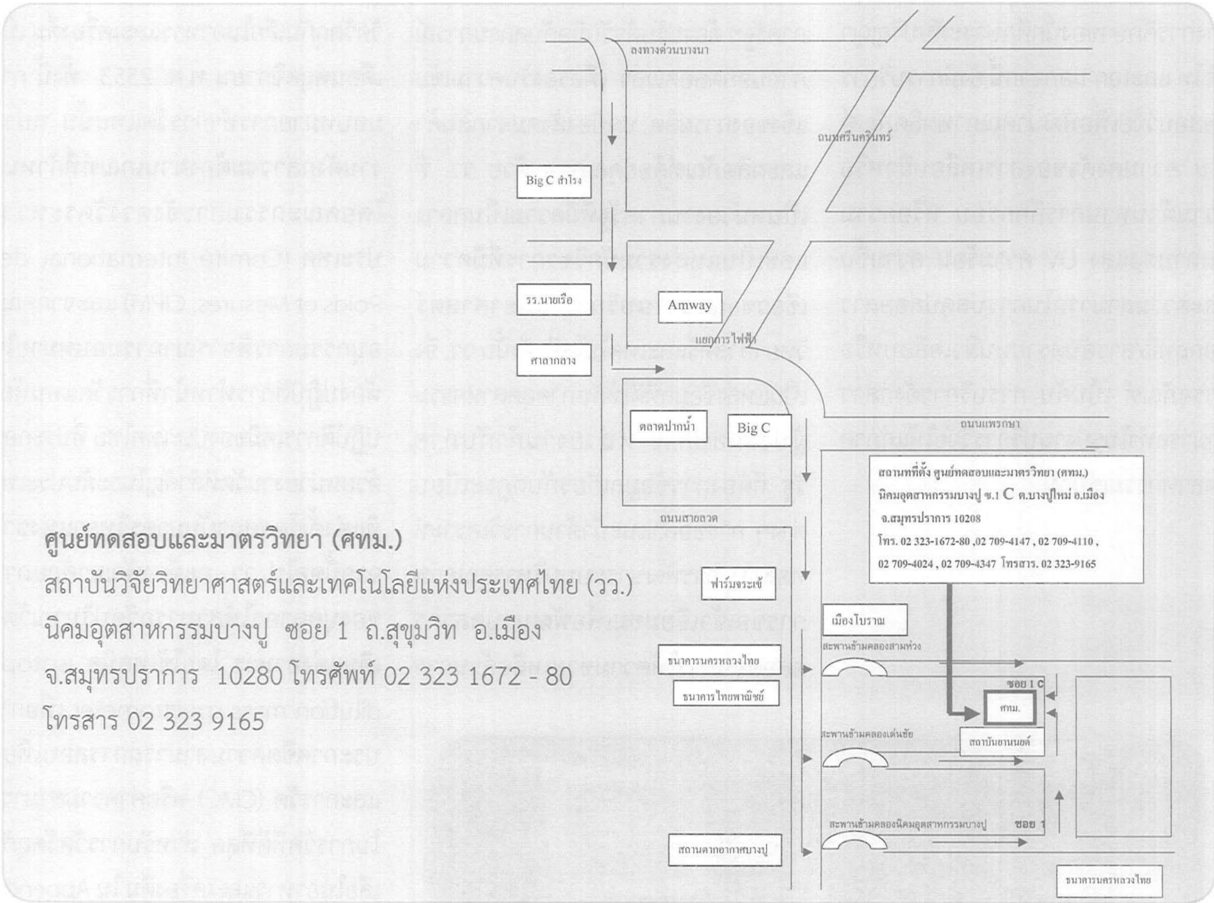
จากการแข่งขันทางการค้าโดยใช้กฎระเบียบด้านความปลอดภัย และมาตรฐานระบบการจัดการต่างๆ มาเป็นเครื่องมือเพื่อสร้างโอกาสทางธุรกิจของประเทศที่พัฒนาแล้ว ทำให้หน่วยงานภาครัฐฯ ต้องปรับตัวรับมือกับสถานการณ์ภายนอกตลอดเวลา เพื่อรองรับความเข้มแข็งของการผลิต ปกป้องสังคมจากสินค้าและผลิตภัณฑ์ด้อยคุณภาพ ด้วย วว. ที่เป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีความเป็นกลาง และเป็นแหล่งรวมนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญในงานบริการ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้น วว. จึงเป็นแหล่งข้อมูลที่ดีให้กับภาคอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการ หน่วยงานกำกับภาครัฐ ที่ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับกฎระเบียบต่างๆ การขอคำแนะนำด้านการวิเคราะห์ทดสอบ การพัฒนาระบบบริหารคุณภาพ การขอเข้าเยี่ยมชมเพื่อพัฒนาบุคลากร ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือด้านการฝึกทักษะและพัฒนาศักยภาพของบุคลากรของกลุ่มอุตสาหกรรมและนักศึกษา ในรูปของฝึกอบรมหรือฝึกสอนงาน การแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์ทดสอบ การขอคำแนะนำในการจัดเตรียมเอกสารความปลอดภัยสินค้าเพื่อประกอบทางการค้า เช่น safety data sheet เป็นต้น



อีกบทบาทหนึ่งที่สำคัญของกลุ่มงานบริการอุตสาหกรรม คือ การที่ วว. ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่การวัดทางเคมีแทนสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (Designated Institute, DI) ขอบข่ายการวัดวัตถุกันเสียในอาหารและเครื่องดื่ม เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ทั้งนี้ การมอบหมายการทำการวัดแทนนั้น หน่วยงานดังกล่าวจะต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยคณะกรรมการชั่งตวงวัดระหว่างประเทศ (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) และจากคณะอนุกรรมการพิจารณาการมอบหมายให้ห้องปฏิบัติการทำหน้าที่การวัดแทนห้องปฏิบัติการเคมีของประเทศไทย ที่ประกอบด้วยหน่วยงานวัดที่สำคัญในระดับประเทศที่แต่งตั้งโดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ จากนี้ต่อไป วว. จะต้องพัฒนาศักยภาพของบุคลากรให้สามารถวัดปริมาณวัตถุเติมแต่งอาหาร โดยใช้เทคนิค isotope dilution mass spectrometer เพื่อการประกาศขีดความสามารถการสอบเทียบและการวัด (CMC) หรือค่าความสามารถในการวัดที่ดีที่สุด สำหรับการวัดวัตถุกันเสียในอาหารและเครื่องดื่ม ใน Appendix A-C ของเว็บไซต์ BIPM (http://kcdb.bipm.org/) ซึ่งจะเป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมรายชื่อสถาบันมาตรวิทยาและหน่วยงานที่ทำหน้าที่การวัดแทนของแต่ละประเทศ พร้อมระดับความสามารถในการวัดของแต่ละประเทศที่มีการเปรียบเทียบกัน และการประกาศค่า CMC



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณเบนโซอิกแอซิดในน้ำส้ม (APMP.QM-P23) ของประเทศสมาชิก Asia Pacific Metrology Program เมื่อ พ.ศ. 2555, จัดโดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติสามแห่ง : NIM ประเทศไทย, KRISS เกาหลีใต้ และ HAS สิงค์โปร์



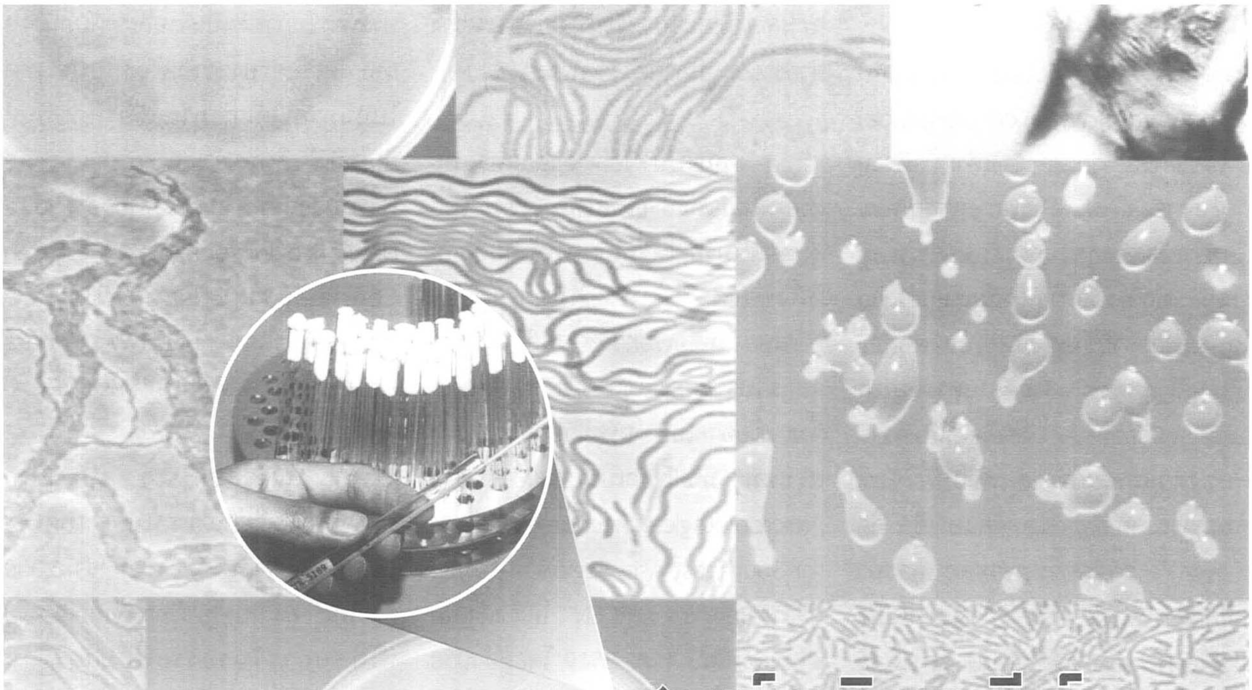
แผนที่ ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา (ศทม.) นิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

เอกสารอ้างอิง

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ. 2556. Traceability chain. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.nimt.or.th, [เข้าถึงเมื่อ 7 มกราคม 2556].

International Organization for Standardization. 2005. ISO/IEC 17025 : 2005 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva : ISO.

International Organization for Standardization. 2008. ISO 9001: 2008. Quality management systems – requirements. Geneva : ISO.



ศูนย์จุลินทรีย์ (TISTR Culture Collection, Bangkok MIRCEN)

ดร. ฉัตรฤดี สุวรรณชาติ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เป็นที่ทราบกันอย่างแพร่หลายแล้วว่า จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ สัตว์ และพืช บางชนิดมีประโยชน์แต่บางชนิดก็ให้โทษ จุลินทรีย์ที่รู้จักกันดี ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา สาหร่าย โพรโทซัว และไวรัส เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมหลายอย่าง ทั้งในงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพและอุตสาหกรรม เช่น ด้านการแพทย์ สัตวแพทย์ การเกษตร อาหาร สิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และยังมีอุตสาหกรรมอีกหลายประเภทที่มีการใช้จุลินทรีย์เป็นเครื่องมือในการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูง รวมถึงการใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ปัจจุบันนี้งานวิจัยทางด้านจุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรมของประเทศ มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ความต้องการใช้จุลินทรีย์จึงสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะในงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งจัดเป็นคลื่นลูกที่สี่ที่จะช่วยฟื้นฟูและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศอย่างยั่งยืนจึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่ง หลายหน่วยงานจึงมีการจัดตั้งศูนย์หรือแหล่งเก็บรักษาจุลินทรีย์เพื่อทำหน้าที่ในการรับฝากเก็บรักษาและดูแลจุลินทรีย์ให้มีชีวิตอย่างถาวรและมีคุณภาพทั้งด้านตัวเชื้อและข้อมูลตามมาตรฐานสากล อย่างไรก็ตามแหล่งเก็บจุลินทรีย์จะมีความแตกต่างกันตามขนาดและชนิดของจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาตลอดจนขอบข่ายของกิจกรรมซึ่งมักถูกกำหนดโดยนโยบายขององค์กร ปัจจุบันทั่วโลกมีศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์มากกว่า 500 แห่ง จากเกือบ 60 ประเทศ ไม่มีแหล่งใดที่สามารถรวบรวมจุลินทรีย์ทุกชนิดมาเก็บรักษาไว้เป็นแหล่งเดียวกันได้ เนื่องจากต้องใช้งบประมาณและบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้เกิดแหล่งเก็บจุลินทรีย์ที่สมบูรณ์ หลายประเทศจึงสร้างความร่วมมือระหว่างศูนย์เก็บจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศของตน เกิดเป็นเครือข่ายหรือองค์กรสหกิจการเก็บรักษาจุลินทรีย์ของประเทศที่สมบูรณ์ทั้งชนิดจุลินทรีย์และ

บุคลากร เช่น ประเทศอังกฤษ (www.ukncc.co.uk), จีน (www.eccem.ma.com) และเบลเยียม (www.bccm.belspo.be) เครือข่ายจุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ร่วมกันในการกำกับดูแลทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศตลอดจนการศึกษา/สร้างกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการเข้าถึงและการถ่ายโอนทรัพยากรจุลินทรีย์โดยให้สอดคล้องกับอนุสัญญาความหลากหลายทางชีวภาพและกฎหมายของประเทศเพื่อให้เกิดความคล่องตัวและสะดวกสำหรับนักวิจัยที่ต้องการเก็บตัวอย่างและคัดแยกเชื้อ อีกทั้งยังสามารถติดตามตรวจสอบการนำทรัพยากรเหล่านี้ไปใช้และการแบ่งปันผลประโยชน์ หรือการถ่ายทอดเทคโนโลยีหากจะมีขึ้น ประเทศไทยเองก็มีแหล่งเก็บจุลินทรีย์ที่กระจายอยู่ตามสถาบันการศึกษาหลักๆ ในหลายภูมิภาค ซึ่งแต่ละแห่งจะทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเรียน การสอน และการศึกษาวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์

ประวัติการก่อตั้งศูนย์จุลินทรีย์ วว.

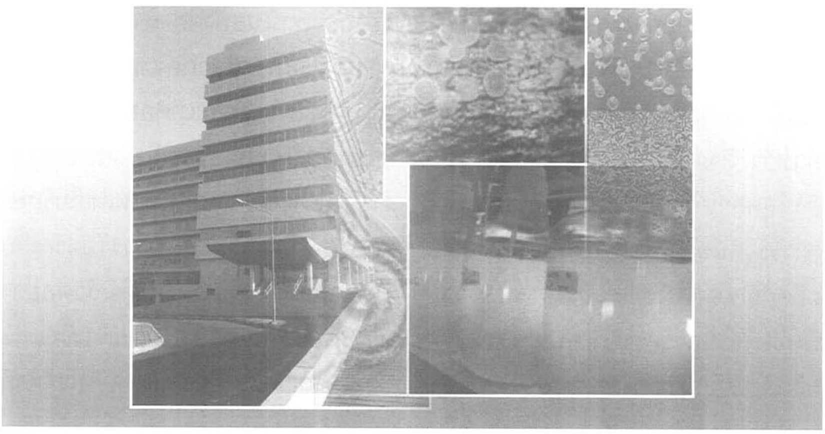
องค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) และแผนงานด้านสิ่งแวดล้อมขององค์การสหประชาชาติ (UNEP) ได้เห็นความสำคัญของการเก็บรักษาจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ให้แพร่หลายในหมู่ผู้ที่มีความสนใจมากขึ้น และได้สนับสนุนโดยให้ทุนอุดหนุนเพื่อจัดตั้งศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์ (Microbiological Resources Centre, MIRCEN) ขึ้นในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ปัจจุบันมีอยู่ 34 ศูนย์ ทำหน้าที่เป็นแหล่งกลางด้านจุลินทรีย์ในภูมิภาคนั้นๆ เพื่อให้บริการแจกจ่ายสายพันธุ์จุลินทรีย์ จัดจำแนกชนิดจุลินทรีย์ จัดเก็บจุลินทรีย์แบบถาวร รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุลินทรีย์ และส่งเสริมการค้นคว้าเพื่อการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ ตลอดจนแลกเปลี่ยนความรู้ในงานวิจัยระหว่างข่ายงานในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยศูนย์จุลินทรีย์ ได้รับเกียรติให้เป็นสถานที่ตั้งของศูนย์สำหรับภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ มีชื่อเรียกว่า "ศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์สำหรับภาคพื้นเอเชียอาคเนย์" หรือมีชื่อย่อว่า "ศูนย์กรุงเทพ" มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า "Microbiological Resources Centre for Southeast Asia Region" หรือมีชื่อย่อว่า "Bangkok MIRCEN" ได้เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 โดยผู้อำนวยการคนแรกคือ ดร. มาลี สุวรรณอัตถ์

หน้าที่ของศูนย์จุลินทรีย์ วว.

หน้าที่ของศูนย์จุลินทรีย์มีอยู่ด้วยกัน 3 ระดับ คือ ระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก โดยเป็นแหล่งกลางเก็บรักษาทรัพยากรพันธุกรรมจุลินทรีย์นอกถิ่นกำเนิด (*Ex-situ*) ของประเทศเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรค มีประโยชน์ใช้สอยในอุตสาหกรรม การเกษตร และสิ่งแวดล้อม ทำการจัดเก็บข้อมูลจุลินทรีย์เพื่อประโยชน์ในการค้นคว้าข้อมูลและการเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข่าวสารกับแหล่งข้อมูลในต่างประเทศในการดำเนินงานในระดับภูมิภาค และมีเครือข่ายงานสัมพันธ์กับประเทศในภูมิภาค ได้แก่ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และไทย และในระดับโลก ศูนย์จุลินทรีย์เป็นเครือข่ายของ World Network of Microbiological Resource Centres (MIRCENs) ของ UNESCO และเป็นหนึ่งในสมาชิกของ World Data Centre For Microorganisms (WDCM) อีกด้วย

ศูนย์จุลินทรีย์ วว. เป็นหน่วยบริการจุลินทรีย์แห่งแรกในประเทศไทย โดยเก็บรักษาจุลินทรีย์จำนวนกว่า 6,000 สายพันธุ์ ดำเนินงานบริการด้านจุลินทรีย์ที่ได้รับการรับรองระบบมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2008 ทำหน้าที่รวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรีย ยีสต์ รา สาหร่าย เพื่อให้บริการแก่บุคคลทั่วไป ครู อาจารย์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียน การสอน งานวิจัย โดยได้รับการยอมรับและรู้จักแพร่หลายทั่วไปในวงการวิชาการทั้งในสาขาจุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงภาคเอกชนและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ ไม่เพียงแต่ภายในประเทศเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงต่างประเทศ ในทุกภูมิภาคของโลก ได้แก่ อาเซียน เอเชีย ยุโรป อเมริกา แอฟริกา และออสเตรเลีย เป็นต้น

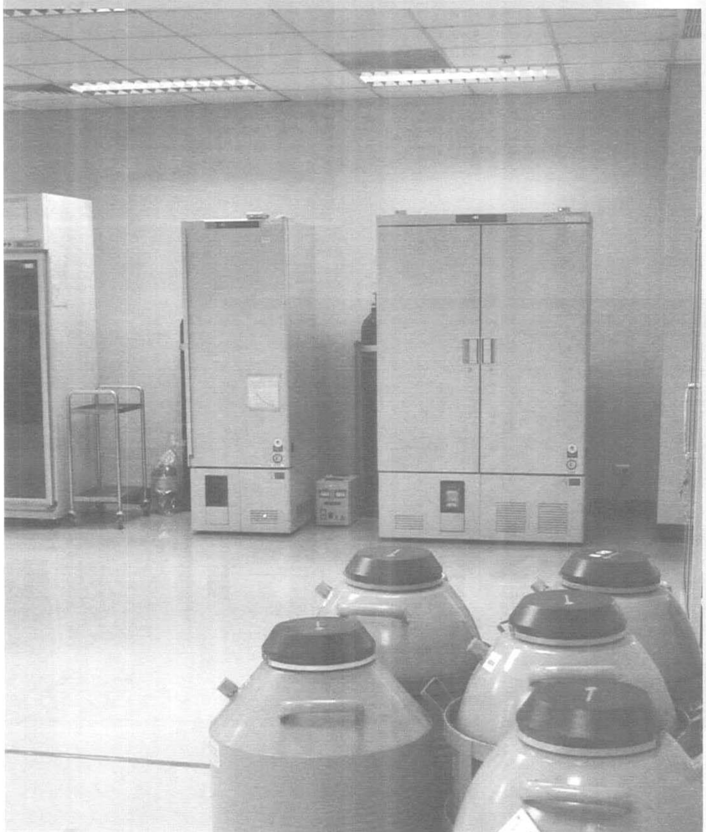


กิจกรรมหลัก

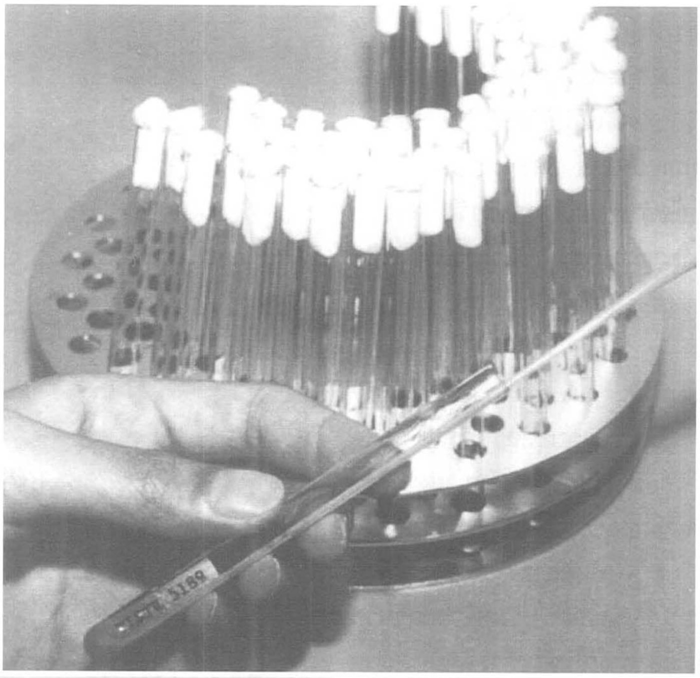
- เป็นสถานที่เก็บรักษาจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ก่อโรค ที่มีประโยชน์ในทางการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการเก็บรักษาตามมาตรฐานสากล จุลินทรีย์สามารถมีชีวิตที่ยาวนานด้วยคุณสมบัติที่คงเดิม
- เป็นแหล่งให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์ สายพันธุ์แท้และบริสุทธิ์ เพื่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และใช้ในการศึกษา และวิจัย แก่หน่วยงานทั้งภายในและนอกประเทศ
- เป็นสถานที่ฝึกอบรม เพื่อการพัฒนาบุคลากร เสริมสร้างความรู้และความสามารถในด้านการจัดเก็บ การจัดจำแนก และการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์
- เป็นแหล่งค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับจุลินทรีย์ และส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์
- เป็นแหล่งกลางทำหน้าที่ในการประสานงานระหว่างหน่วยเก็บจุลินทรีย์ในประเทศและในภูมิภาค กับศูนย์เก็บจุลินทรีย์ในต่างประเทศ รวมทั้งศูนย์ข้อมูลจุลินทรีย์ของโลก ณ ประเทศญี่ปุ่น

นอกจากกิจกรรมหลักๆ แล้ว ศูนย์จุลินทรีย์ยังมีการให้บริการอย่างอื่นด้วย ได้แก่

- บริการเก็บรักษาจุลินทรีย์แบบถาวร (long-term preservation)
- บริการฝากเก็บสายพันธุ์จุลินทรีย์ (safe deposit)
- บริการฝากเก็บเพื่อการจดสิทธิบัตร (patent deposit)
- One day lyophilization
- Package deposit

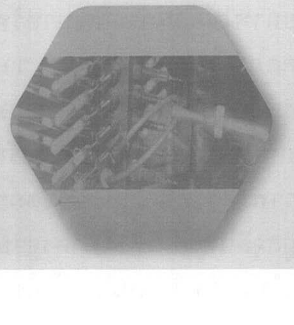


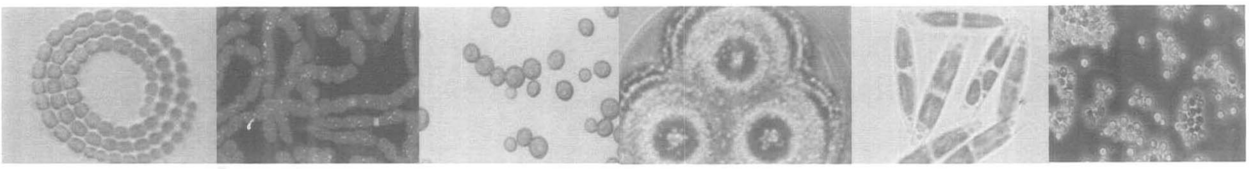
- บริการจัดจำแนกและวิเคราะห์ทดสอบด้านจุลินทรีย์ (identification and analysis) ทั้งทางด้านชีวเคมีและการวิเคราะห์สารพันธุกรรม
- บริการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลสาหร่าย
- บริการจัดเก็บสารพันธุ-กรรม (genetic materials)
- จำหน่ายอาหารเลี้ยงสาหร่ายสำเร็จรูป
- บริการถ่ายภาพจุลินทรีย์และลักษณะโคโลนีด้วยกล้องจุลทรรศน์
- บริการอบแห้งชีวภัณฑ์ด้วยเครื่อง freeze-dryer
- บริการเครื่อง gas chromatography mass spectrometry
- บริการเครื่อง high pressure liquid chromatography
- บริการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ



เครือข่ายความร่วมมือภายในประเทศ

ใน พ.ศ. 2543 ศูนย์จุลินทรีย์ วว. ร่วมกับศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ในการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์แห่งประเทศไทย (Thailand Network on Culture Collection, TNCC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนากลไกการประสานความร่วมมือการบริหารจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศระหว่างหน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์ในประเทศ บนพื้นฐานของศักยภาพที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและอย่างคุ้มค่า และเพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศเป็นไปอย่างมีระบบ เป็นเอกภาพ และได้ระดับมาตรฐานเดียวกันอย่างเป็นสากล





WFCC
World Federation for Culture Collections

เครือข่ายความร่วมมือกับต่างประเทศ

ศูนย์จุลินทรีย์ วว. มีเครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยและการบริหารจัดการศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์กับหลายๆ ประเทศ เช่น World Federation of Culture Collection (WFCC), World Data Centre for Microorganisms (WDCM), Korea Collection Type Cultures (KCTC) เป็นต้น

WDCM

KCTC
KOREAN COLLECTION FOR TYPE CULTURES
유전자은행

เป้าหมายในอนาคตของศูนย์จุลินทรีย์ วว.

จากการทำงานของศูนย์จุลินทรีย์ตลอดระยะเวลา 37 ปี ที่ผ่านมา ศูนย์จุลินทรีย์จัดเป็นหนึ่งหน่วยงานที่ทำงานอย่างมุ่งมั่น เสียสละ และสามารถสร้างรายได้ให้แก่ วว. อย่างต่อเนื่อง และมีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับเป็นอย่างดีจากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งเป็นศูนย์ที่มีระดับความพร้อมในหลายๆ ด้าน แต่อย่างไรก็ตาม ศูนย์จุลินทรีย์ยังมีความจำเป็นต้องพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพในด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลภายในศูนย์จุลินทรีย์ วว. ให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ การสำรวจ จัดหา และเพิ่มจำนวนสายพันธุ์ของทรัพยากรชีวภาพ การพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลจุลินทรีย์ ให้ได้มาตรฐานสากล การนำเทคนิคที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดจำแนกและการจัดเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์โดยควบคู่ไปกับการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์เพื่อให้มีการนำไปพัฒนาต่อยอดได้มากขึ้น อีกทั้งต้องส่งเสริมการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในระดับอาเซียนให้มีความเข้มแข็ง เนื่องจากประเทศในภูมิภาคอาเซียนยังมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและมีทรัพยากรพันธุกรรมจำนวนมาก ดังนั้นการร่วมมือกันในการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพในระดับภูมิภาคถือเป็นการป้องกันการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพร่วมกันโดยคำนึงถึงพิธีสารนาโงยา (Nagoya Protocal) ว่าด้วยการเข้าถึงทรัพยากรพันธุกรรมและการแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรมอย่างเท่าเทียมและยุติธรรม

นอกจากนี้จากเหตุการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 วว. ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมเป็นระยะเวลานานกว่าหนึ่งเดือน เครื่องมือ อุปกรณ์หลายอย่างเสียหาย ศูนย์จุลินทรีย์ วว. ก็ได้รับผลกระทบมากเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากศูนย์จุลินทรีย์มีการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ด้วยวิธีการเก็บรักษาอย่างถูกต้องเหมาะสม และมีคลังเก็บสำรองจึงสามารถลดการสูญเสียทรัพยากรชีวภาพเอาไว้ได้ ดังนั้น บทบาทหน้าที่หนึ่งที่สำคัญของศูนย์จุลินทรีย์ คือ การส่งเสริมให้นักวิจัยทั้งจากภายในและภายนอก วว. มีความตระหนักต่อความสำคัญของการเก็บรักษาจุลินทรีย์อย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือฝากเก็บไว้ในสถานที่ปลอดภัยเพื่อใช้เป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพต่อไปสำหรับลูกหลานในอนาคต

สนใจรายละเอียดเพิ่มเติมโปรดติดต่อ
ศูนย์จุลินทรีย์ ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย อาคารวิจัยและพัฒนา 1 เทคโนธานี เลขที่ 35 หมู่ 3 ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ 0 2577 9034, 0 2577 9041
โทรสาร 0 2577 9031
E-mail : mircen@tistr.or.th
http://www.tistr.or.th/tistr_culture

วิทย์แกเลอรี

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

ผลงานสร้างสรรค์จาก เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ

ลองจินตนาการดูว่า ถ้าหากวันหนึ่งคุณสามารถพิมพ์รองเท้าคู่ใหม่ กระเป๋าใบใหม่ หรือสินค้าอื่นๆ ที่คุณเพิ่งสั่งซื้อจากร้านค้าออนไลน์ออกมาได้ เหตุการณ์นี้อาจจะฟังดูแฟนตาซีเหมือนในภาพยนตร์เรื่อง Star Trek แม้ว่าในปัจจุบันแนวความคิดในการจัดส่งสินค้าจากร้านค้าออนไลน์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จะยังเป็นเรื่องในจินตนาการ แต่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่มีอยู่ในทุกวันนี้ สามารถพิมพ์วัตถุออกมาเป็นชิ้นเป็นอันได้แล้ว การพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งเริ่มต้นเมื่อสองทศวรรษที่ผ่านมา กำลังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ครั้งสำคัญ

การพิมพ์ 3 มิติ และวัสดุต่างๆ ที่สามารถถูกผลิตออกมาด้วยเทคโนโลยีล้ำสมัยนี้ เชื่อว่าผู้อ่านหลายๆ ท่านอาจจะรู้สึกว่า เหตุการณ์สมมติที่กล่าวถึงข้างต้น อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตอันใกล้นี้

การพิมพ์ 3 มิติ สามารถพิมพ์วัตถุออกมาได้โดยการสร้างหรือปูวัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นชั้นบางๆ หลายชั้นทับซ้อนกัน ชั้นวัสดุบางๆ จะค่อยๆ ก่อตัวขึ้นตามรูปทรงที่ได้ออกแบบไว้จนกลายเป็นวัสดุตามที่ต้องการ เครื่องพิมพ์แบบ 3 มิติ เพื่อการพาณิชย์ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรก พ.ศ. 2527 โดย Charles Hull และมีชื่อว่า Stereolithographic 3-D printer ซึ่งเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ยังมีการใช้งานในปัจจุบัน

หลังจากนั้น เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ก็มีการพัฒนา ในปัจจุบันมีวิธีการพิมพ์ 3 มิติ หลากหลายวิธี โดยมีรายละเอียดของเทคนิคการสร้างวัตถุที่แตกต่างกันไป เช่น วิธี Binder jetting metal printing ที่เครื่องพิมพ์จะพ่นโลหะออกมาเป็นลักษณะคล้ายผงแป้ง และปล่อยความร้อนเพื่อให้ชั้นโลหะแข็งตัวก่อนที่จะพ่นผงโลหะชั้นต่อไป และวิธี Selective laser sintering (SLS) ที่สามารถพ่นผงแป้งของวัสดุหลากหลายชนิด เช่น แก้ว พลาสติก เซรามิก และโลหะต่างๆ จากนั้น ก็ยิงเลเซอร์ไปยังจุดที่ต้องการเพื่อให้วัสดุในบริเวณนั้นแข็งตัวและเกาะตัวกัน แม้ว่าผู้บริโภคที่สนใจจะสามารถซื้อหาเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ไปใช้ที่บ้านได้แล้ว แต่เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ส่วนใหญ่ ในปัจจุบันถูกใช้เพื่อพิมพ์วัสดุต้นแบบหรือสร้างแม่พิมพ์ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการผลิตจริง อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ กำลังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นในทุกๆ วัน

ตัวอ่อนมนุษย์จำลอง และรูปปั้น เพื่อการศึกษาทางการแพทย์

เอกสารอ้างอิง

ผลงานสร้างสรรค์จากเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ. 2556. รายงานข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากวอชิงตัน. 6/2556.

Brian. 2556. ผลงานสร้างสรรค์จากเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.honghiat.com/blog/3dprinting, [เข้าถึงเมื่อ 6 มิถุนายน 2556].

Christopher B., 2556. ผลงานสร้างสรรค์จากเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.explainigthefuture.com/3dprint.html, [เข้าถึงเมื่อ 6 มิถุนายน 2556].

แบตเตอรี่ที่มีความยืดหยุ่น

วัสดุพอลิเมอร์สามารถให้พลังงานแก่จอแสดงภาพและอุปกรณ์อื่นๆ ได้อย่างปลอดภัย ลองจินตนาการดูว่า การใช้แบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จใหม่ได้จะก้าวหน้าไปอย่างไร หากแบตเตอรี่ดังกล่าวมีลักษณะที่บางเบา สามารถโค้งงอ ยืด และม้วนได้ หรือแม้แต่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เปี่ยมไปด้วยพลังงานและปลอดภัย

แบตเตอรี่ที่มีความยืดหยุ่นสูงดังกล่าว จะช่วยให้ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถออกแบบโดยไม่มีขีดจำกัด ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์ที่สามารถพับเก็บในกระเป๋ากางเกงได้ แผ่นนำส่งยา (drug delivery patches) ที่สามารถควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถยืดและติดได้ตามลักษณะสรีระของแขน ดังนั้น สินค้าต่างๆ จะสามารถออกแบบให้เหมาะสมต่อการใช้งานได้โดยมีความบางเบาแต่ยังสามารถรักษาความปลอดภัย และอาจจะสามารถนำไปช่วยพัฒนาการสร้างยานพาหนะไฟฟ้าและนวัตกรรมอื่นๆ ได้ในอนาคต

พอลิเมอร์อินทรีย์เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้ ซึ่งเชื่อว่า น่าจะปลอดภัยกว่าวัสดุที่ใช้ในเครื่องบินและรถยนต์ที่สร้างขึ้นเมื่อเร็วๆ นี้ วัสดุดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการวิจัยและพัฒนาลิเทียม-แบตเตอรี่ จนนำไปสู่การวิจัยเรื่อง ลิเทียม-พอลิเมอร์ แบตเตอรี่ แต่ปัจจุบัน ยังพบข้อจำกัดในการใช้งานขนาดใหญ่ เพราะจะต้องใช้พอลิเมอร์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้มากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวนับเป็นความหวังใหม่ในวงการแบตเตอรี่เลยทีเดียว

เนื่องจากลิเทียม-แบตเตอรี่สามารถให้พลังงานมากกว่า และยังสามารถนำไปสร้างแบตเตอรี่ที่เล็กและเบากว่าแบตเตอรี่ทั่วไป ทำให้ลิเทียม-แบตเตอรี่ได้รับความนิยมสำหรับผลิตภัณฑ์มือถือ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา และรวมถึงการประยุกต์ใช้อื่นๆ เช่น แบตเตอรี่ในรถยนต์และรถประจำทางไฮบริด

Nitash P. Balsara ผู้เชี่ยวชาญเรื่องแบตเตอรี่ และศาสตราจารย์วิศวกรรมเคมีจาก University of California, Berkeley ได้อธิบายไว้ว่า ในการทำงานของลิเทียม-พอลิเมอร์ แบตเตอรี่ จะมีพอลิเมอร์ตัวหนึ่ง (ปกติจะเป็น polyvinylidene fluoride) ทำหน้าที่เหมือนกาวที่คอยประสานอนุภาคคาร์บอนนำไฟฟ้าเข้ากับอนุภาคของโลหะออกไซด์และแกรไฟต์ ในขณะที่พอลิเมอร์อีกตัวหนึ่ง (ปกติจะเป็น polyethylene หรือ polypropylene) จะทำหน้าที่เป็นตัวกันระหว่างอิเล็กโทรด ซึ่งมีหน้าที่แยกขั้วบวกและลบ เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร แต่จะยอมให้ลิเทียมสามารถเดินทางไปกลับระหว่างอิเล็กโทรด เพื่อให้เกิดการชาร์จพลังงาน

ในปัจจุบัน นักวิจัยและผู้ประกอบการได้ออกแบบแบตเตอรี่ในรูปแบบใหม่ เช่น แบตเตอรี่ที่ผลิตขึ้นโดยบริษัท Silicore ในเมือง Lakeland มลรัฐ Florida จะมีลักษณะเป็นแบตเตอรี่ในรูปแบบฟิล์มบางๆ ที่มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถทำงานได้เหมือนแบตเตอรี่ปกติ แต่มีข้อด้อยคือ การกระจายของลิเทียมไอออนจะช้ากว่าลิเทียม-แบตเตอรี่ทั่วไปที่อิเล็กโทรไลต์เป็นของเหลว

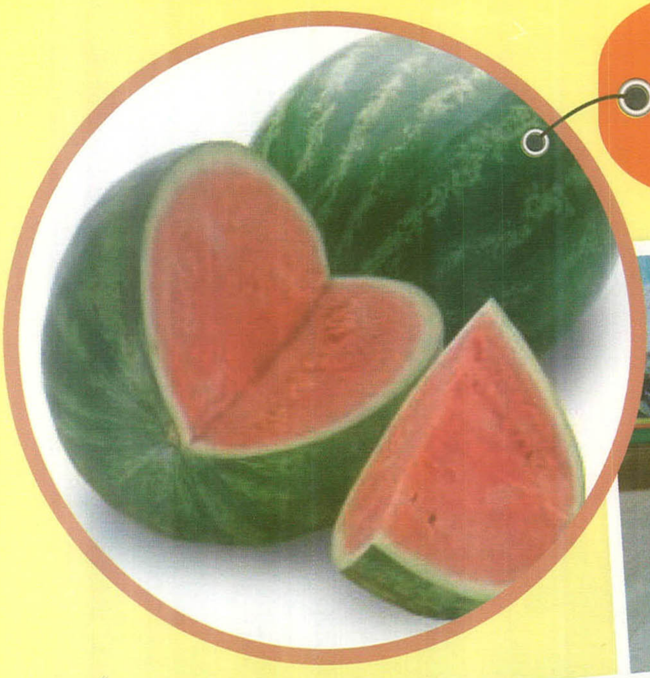
อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่แบบฟิล์มก็มีข้อได้เปรียบ ซึ่ง Danie J. Tillwick, Chief Operating Officer บริษัท Silicore ได้อธิบายไว้ว่า แบตเตอรี่แบบฟิล์มของทางบริษัทมีความยืดหยุ่น และสามารถโค้งงอได้ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถต้านทานอุณหภูมิสูงจากกระบวนการผลิต เช่น ในการเคลือบฟิล์มเข้ากับวัสดุอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ เพื่อพัฒนาในการออกแบบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท เช่น ให้พลังงานแก่ Smart card หรือ อุปกรณ์จำพวก radio-frequency identification ซึ่งทางบริษัทเชื่อว่า จะสามารถพัฒนาไปสู่การสนับสนุนอุปกรณ์ทางการแพทย์ได้ในเร็วๆ นี้

เอกสารอ้างอิง

แบตเตอรี่ที่มีความยืดหยุ่น. 2556. รายงานข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากวอชิงตัน. 6/2556.

Mitch, J., 2556. แบตเตอรี่ที่มีความยืดหยุ่น. *นิตยสาร C&EN Chicago*. 6 พฤษภาคม 2556.

รวบรวมและเรียบเรียงโดย : รัชนี วุฒิพฤกษ์ E-mail: rachanee@tistr.or.th โทร. 0 2577 9033
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120



น้ำหมักไล่แมลง

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ดนัย แซ่ตั้น

ผู้วิจัย
นางสาวชญัญญา สีสัน
นางสาวจันจิรา ฉัตรโพธิ์
นายวัชรวีร์ ศรีปราบหล่ม

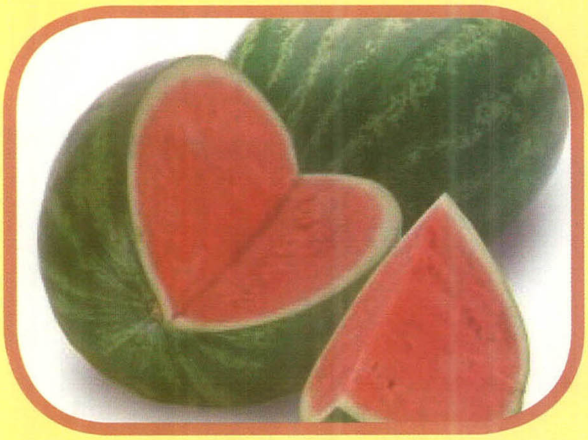
โรงเรียนอุดมวิทยา
ถ.รังสิต-นครนายก ซ.รังสิต-นครยายก 31
ต.ประชาธิปัตย์ จ.ปทุมธานี 12120

ที่มาและความสำคัญ

มนุษย์นั้นรู้จักการใช้สมุนไพรในการกำจัดศัตรูพืชมานานแล้ว แต่สิ่งเหล่านี้กลับถูกมองข้าม และขาดการเผยแพร่ ประกอบกับสารเคมีทางการเกษตรในปัจจุบันมีความสะดวก และหาซื้อง่าย เกษตรกรจึงหันมาใช้ แต่เมื่อมีการใช้ในระยะเวลานานๆ ก็เริ่มส่งผลเสียออกมาให้เห็น มีทั้งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ พืช รวมทั้งสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัย จัดทำโครงการนี้เพราะเห็นความสำคัญของพืชสมุนไพร และเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้าน และมีข้อดีหลายอย่าง เช่น ราคาถูก ปลอดภัยกับมนุษย์ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เตรียมการทดลอง



แตงโม

บอระเพ็ด

กระเทียม

ข่า

ขี้เหล็ก

ฝักคูน

วัสดุอุปกรณ์

1. เปลือกแตงโม
2. บอระเพ็ด
3. ข่า
4. ขี้เหล็ก
5. ฝักคูน
6. กระเทียม
7. กะเพรา
8. น้ำ
9. เมล็ดคะน้า
10. เครื่องปั่น
11. เขียง
12. บัวรดน้ำ
13. จอบ
14. คราด
15. ถุงมือ
16. ตาชั่ง
17. บีกเกอร์
18. มีด
19. ผ้าขาวบาง
20. ถังน้ำ
21. เสียม
22. ถุงดำ
23. แท่งแก้ว
24. น้ำตาล
25. ปุ๋ย

วิธีการทดลอง

1. สูตรที่ 1 เตรียมส่วนผสม

- แตงโม	400 กรัม
- บอระเพ็ด	300 กรัม
- ข่า	300 กรัม
- น้ำตาลทรายแดง	1 กิโลกรัม
- ถังที่มีฝาปิด	1 ใบ

2. นำส่วนผสมทั้งหมดไปปั่นให้ละเอียดทีละอย่าง
3. เมื่อปั่นเสร็จแล้วนำส่วนประกอบทั้งหมดใส่ไว้ในถังที่เตรียมไว้
4. นำน้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม ไปผสมแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. หมักไว้ในถัง ปิดฝาให้สนิท รอดูผลอีก 2 สัปดาห์
6. สูตรที่ 2 ทำตามข้อที่ 1-5 แต่เปลี่ยนส่วนประกอบเป็น แตงโม ฝักคูน และขี้เหล็ก ให้ใช้อัตราส่วนเท่าเดิม
7. สูตรที่ 3 ทำตามข้อที่ 1-5 แต่เปลี่ยนส่วนประกอบเป็น แตงโม กระเทียม และกะเพรา ให้ใช้อัตราส่วนเท่าเดิม

ผลการทดลอง

สูตรที่ 1

นำส่วนผสมของน้ำหมัก 3 ชนิด ดังนี้

แตงโม บอระเพ็ด ข่า : น้ำ อัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้ามีจำนวนมาก

แตงโม บอระเพ็ด ข่า : น้ำ อัตราส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้ายังมีอยู่

แตงโม บอระเพ็ด ข่า : น้ำ อัตราส่วน 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าเริ่มลดลง

แตงโม บอระเพ็ด ข่า : น้ำ อัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าลดลงมากขึ้น

สูตรที่ 2

นำส่วนผสมของน้ำหมัก 3 ชนิด ดังนี้

แตงโม ฝักคูน ขี้เหล็ก : น้ำ อัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้ามีจำนวนมาก

แตงโม ฝักคูน ขี้เหล็ก : น้ำ อัตราส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าเริ่มลดลง

แตงโม ฝักคูน ขี้เหล็ก : น้ำ อัตราส่วน 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าลดลงมากขึ้น

แตงโม ฝักคูน ขี้เหล็ก : น้ำ อัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าไม่มีแมลงมารบกวน

สูตรที่ 3

นำส่วนผสมของน้ำหมัก 3 ชนิด ดังนี้

แตงโม กระเทียม กะเพรา : น้ำ อัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้ามีจำนวนมาก

แตงโม กระเทียม กะเพรา : น้ำ อัตราส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้ายังมีอยู่

แตงโม กระเทียม กะเพรา : น้ำ อัตราส่วน 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าเริ่มลดลง

แตงโม กระเทียม กะเพรา : น้ำ อัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แมลงในแปลงผักคะน้าลดลงมากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

สูตรที่ 1

น้ำหมักของแตงโม บอระเพ็ด ข่า ในอัตราส่วน 40-100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีประสิทธิภาพในการไล่แมลงในแปลงผักคะน้า

สูตรที่ 2

น้ำหมักของแตงโม ฝักคูน ขี้เหล็ก ในอัตราส่วน 40-100 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการไล่แมลงในแปลงผักคะน้า

สูตรที่ 3

น้ำหมักของแตงโม กระเทียม กะเพรา ในอัตราส่วน 40-100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีประสิทธิภาพในการไล่แมลงในแปลงผักคะน้า

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาพืชชนิดอื่นมาทำเป็นน้ำสมุนไพรนอกเหนือจากที่ได้ทำการทดลองแล้ว
2. นำของเหลือทิ้งในครัวเรือนไปใช้ประโยชน์
3. ไม่ควรทำการทดลองในฤดูฝน เพราะผลการทดลองอาจคลาดเคลื่อนได้

ประโยชน์ที่ได้

1. นำวัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตรมาแปรรูปให้เกิดประโยชน์
2. ลดการใช้ยาฆ่าแมลง
3. ลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
4. ผักสวนครัวปลอดยาฆ่าแมลง

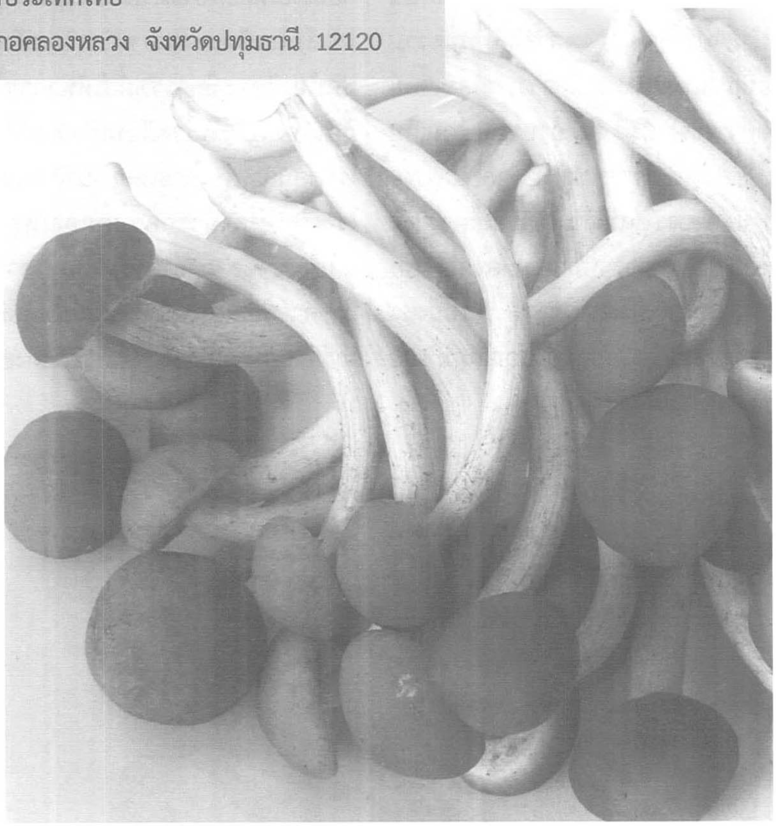
เอกสารอ้างอิง

แตงโม. 2555. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http:/th.wikipedia.org, [เข้าถึงเมื่อ 1 กรกฎาคม 2555].

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2555. การใช้สมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/set-52/A0110.df, [เข้าถึงเมื่อ 1 กรกฎาคม 2555].

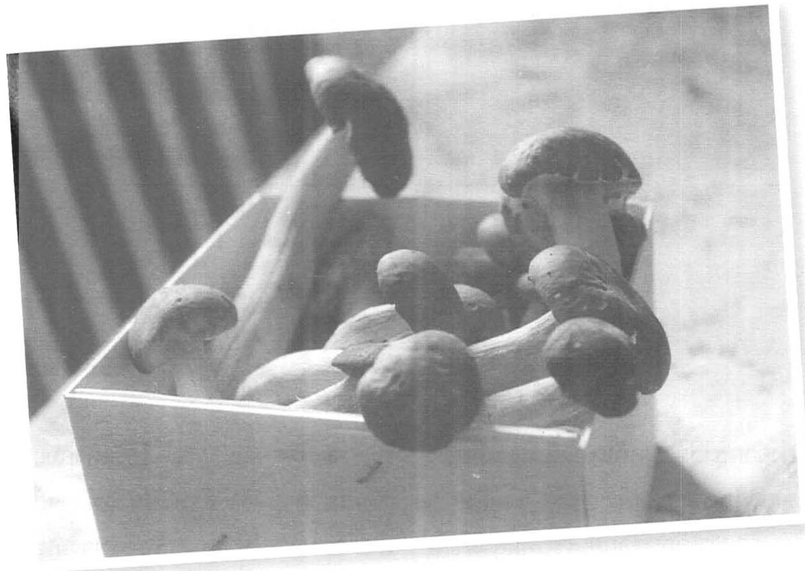
เคล็ดไม่ลับ สำหรับการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่น (ยานางิ) ให้ได้ผลผลิตสูง

ดร. ธนภักษ์ อินยอด ดร. ตันติมา กำลัง และ สุพัตรา เปี่ยมวารี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120



เห็ดโคนญี่ปุ่นหรือเห็ดยานางิ ดอกมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เห็ดออกดอก หรือพันธุ์ที่มีดอกหมวกขาว ก้านดอกสีขาว เนื้อแน่นและมีเนื้อเยื่อยาว ทำให้ไม่เปราะหรือหักง่าย รสชาติคล้ายกับเห็ดโคนไทย สามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้นานกว่า 1 สัปดาห์ เป็นเห็ดที่นำสายพันธุ์มาจากประเทศญี่ปุ่น แล้วนำมาศึกษาการเพาะให้เหมาะสมกับประเทศไทย การเพาะเลี้ยงสามารถกระทำได้ง่ายเหมือนการเพาะเห็ดถุงทั่วไป และยังเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี มีรสชาติอร่อย และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในเชิงยาสามารถป้องกันและต่อต้านมะเร็ง ลดไขมัน และคอเลสเตอรอลในโลหิตได้ (ไทยทัตกุล 2546) สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายชนิด ทั้งอาหารญี่ปุ่น จีน และอาหารไทย ด้วยเหตุนี้เห็ดโคนญี่ปุ่นจึงมีราคาสูง และเป็นที่ต้องการของตลาดทั่วไป ทั้งในรูปของเห็ดสดและในอุตสาหกรรมเห็ดแปรรูป ขณะที่ปริมาณเห็ดไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ปัจจุบันเห็ดโคนญี่ปุ่นจึงเป็นเห็ดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจตัวหนึ่งของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การทำฟาร์มเห็ดโคนญี่ปุ่นนั้นยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่แน่นอนและเชื่อถือได้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิต รวมถึงการผลิตหรือการเลือกซื้อก้อนเชื้อที่มีคุณภาพก็ไม่ใช่เรื่องง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นเพาะเห็ดรายใหม่ สำหรับขั้นตอนการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นนั้นไม่ยุ่งยากมากนัก เริ่มจากการเตรียมหัวเชื้อเห็ด ซึ่งอาจจะผลิตเองหรือซื้อจากร้านที่จำหน่ายอุปกรณ์เพาะเห็ดก็ได้ โดยต้องสังเกตว่าหัวเชื้อที่ดีจะต้องมีเส้นใยเห็ดเจริญเต็มขวด ไม่มีเชื้อราอื่นๆ ปนเปื้อน และต้องไม่เป็นเชื้อเห็ดที่แก่เกินไป ซึ่งจะมีลักษณะของเส้นใยรัดตัวกันแน่นเป็นสีน้ำตาล-ดำ สำหรับการทำถุงก้อนเชื้อ สามารถใช้วัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรมาใช้เป็นวัสดุเพาะได้ เช่น การใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุหลัก ผสมด้วยรำละเอียด พูไมซ์ ปูนขาว ยิปซัม ดีเกลือ อาจมีการเติมแป้งข้าวเหนียว ส่าเหล้า ด้วยก็ได้ ปรับความชื้นด้วยน้ำให้อยู่ระหว่าง 65-70 เปอร์เซ็นต์ วัสดุอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นและให้ผลผลิตดี คือฟางข้าว การใช้ฟางข้าวเป็น

วัสดุหลักในการเพาะนั้นเชื้อเห็ดจะเดินเต็มก้อนเชื้อได้เร็วกว่า อีกทั้งการเกิดดอกในแต่ละรุ่นก็เร็วกว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะด้วย (ไชยวงศ์เกียรติ 2549) นอกจากนี้การใช้ขี้เลื่อยเก่าอย่างเดียวหรือนำมาผสมกับขี้เลื่อยใหม่ในอัตราส่วน 50 : 50 ในการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่น สามารถให้ผลผลิตที่สูงกว่า หรือเทียบเท่ากับใช้ขี้เลื่อยใหม่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น ต้นทุนต่อกิโลกรัมในการผลิตจะลดลง จากนั้นก็นำมาบรรจุลงในถุงพลาสติกที่ทนความร้อนแน่นพอประมาณ การทำก้อนเชื้อมีข้อควรระวัง ดังนี้ คือ ถ้าบรรจุหลวมเกินไป เชื้อจะเดินไปเร็ว ทำให้อายุก้อนเชื้อจะสั้น แต่ถ้าบรรจุแน่นเกินไป เชื้อเห็ดจะเดินได้ช้า ต้องเสียเวลาบ่มก้อนเชื้อนาน จากนั้นใส่คอขวด ปิดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งแบบลูกทุ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนึ่งก้อนเชื้อแล้วให้นำไปพักไว้ในห้องที่มีลักษณะมิดชิด สะอาดปราศจากเชื้อโรคและแมลงศัตรูเห็ดต่างๆ หลังจากต่อเชื้อเห็ดลงในถุงก้อนเชื้อแล้ว นำถุงก้อนเชื้อเห็ดไปพักบ่มไว้ในห้องพักบ่มเชื้อที่มีอากาศถ่ายเทดี ไม่อับชื้น ถ้าสามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องบ่มได้จะดีมาก เมื่อเส้นใยเห็ดเดินเต็มถุงดีแล้ว ให้ทิ้งก้อนเชื้อเห็ดอีกประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อให้เส้นใยเห็ดสะสมอาหาร โดยสังเกตเส้นใยเห็ดจะมีการรัดตัวให้ทำการย้ายก้อนเห็ดไปไว้ในโรงเรือนเปิดดอกต่อไป โรงเรือนสำหรับเพาะเห็ดยานางิ ควรเป็นโรงเรือนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้และระบายอากาศได้ดี เพื่อเป็นการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ไม่ถึงกับมีลมโกรก นอกจากนี้โรงเรือนควรมีแสงสว่างเพียงพอ หากมืดเกินไป เห็ดจะไม่ออกดอกหรือดอกออกมาจะไม่สมบูรณ์ การรักษาความชื้นภายในโรงเรือน โดยการให้น้ำแก่ก้อนเชื้อและบริเวณภายในโรงเรือน การให้น้ำแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะพักก้อน ระยะกระตุ้นให้เกิดดอก และระยะให้ดอก ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันดังนี้ 1) ระยะพักก้อน คือ หลังจากเก็บเห็ดชุดนั้นๆ แล้ว จะงดน้ำ นานประมาณ 14-21 วัน เพื่อปล่อยให้หน้าก้อนเชื้อแห้ง 2) ระยะกระตุ้นให้เกิดดอก ทำหลังจากระยะที่ 1 โดยจะให้น้ำแต่น้อย แต่บ่อยครั้ง อย่างน้อย 4-5 ครั้ง/วัน 3) ระยะเกิดดอก ให้ลดการให้น้ำลงเหลือ 3-4 ครั้งต่อวันก็เพียงพอ (พยัพพานนท์ 2551)



ปัญหาอุปสรรคของการผลิตเห็ดโคนญี่ปุ่น นอกจากเชื้อสายพันธุ์และก้อนเชื้อที่มีคุณภาพแล้ว แมลงศัตรูเห็ดก็มีความสำคัญเช่นกัน ได้แก่ แมลงหวี่ จะไข่เป็นตัวหนอนและแพร่ขยายกินเส้นใยเห็ด ทำให้เห็ดไม่ออกดอก หรือผลผลิตต่ำ ดังนั้น วิธีการป้องกันกำจัดแมลงดังกล่าวโดยวิธีง่ายๆ คือ การใช้แผ่นกับดักกาวสีเหลือง เพื่อดึงดูดแมลงหวี่ให้มาติด ก็เป็นวิธีหนึ่งที่เราสามารถทำเองได้และประหยัดต้นทุนอีกด้วย ปัจจุบัน วว. ได้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของดอกเห็ด สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม “การเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นหรือเห็ดยานางิ” ได้ที่ ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร วว. โทร. 0 2577 9241 โทรสาร 0 2577 9007 ในวันเวลาราชการ www.tistr.or.th, E-mail: tistr@tistr.or.th

เอกสารอ้างอิง

ไชยวงศ์เกียรติ, ดีพร้อม. 2549. *เดลินิวส์*, ฉบับที่ 20586. วันที่ 22 กุมภาพันธ์, หน้า 10.

ไทยทัตกุล, สาธิต. 2546. เห็ดสมุนไพร “เห็ด อาหารที่เป็นยา”. *เห็ดไทย*. กรุงเทพมหานคร : สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, หน้า 18-34.

พยัพพานนท์, อัจฉรา. 2551. วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดยานางิ. *จดหมายข่าวเพื่อชาวฟาร์มเห็ด*, **17**(3), หน้า 10-16.

การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักรและอุปกรณ์

ดร. พรศักดิ์ ทัศนราพันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมักได้รับการออกแบบให้มีอายุการใช้งานจำกัดในสภาวะที่ออกแบบไว้ เช่น ท่อไอน้ำยิ่งยวดของหม้อน้ำแบบท่อน้ำของโรงไฟฟ้า ออกแบบไว้ให้มีอายุการใช้งาน 15 ปี เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริงกับเครื่องจักรและอุปกรณ์เหล่านี้อาจเกิดความเสียหายก่อนเวลาอันควร ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ มากมายที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายของอุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่ ข้อบกพร่องจากการออกแบบเอง รวมถึงจากการผลิต สภาพการใช้งานที่สูงกว่าที่ออกแบบ และการบำรุงรักษาที่ไม่ดี ความเสียหายของอุปกรณ์เหล่านี้อาจเป็นสาเหตุให้ต้องหยุดการเดินเครื่องเป็นเวลานานเพื่อซ่อมแซม โดยเฉพาะหากเกิดกับเครื่องจักรและอุปกรณ์สำคัญ ซึ่งส่งผลเสียต่อกิจการ ดังนั้น โรงงานจึงควรมีโปรแกรมการบำรุงรักษาที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเดินเครื่องได้อย่างคุ้มค่าและประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือ (remaining life assessment; RLA) เป็นกระบวนการและวิธีการประเมินสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์สำคัญในสภาวะที่เกิดจากการใช้งานจริงของอุปกรณ์นั้นๆ หลังผ่านการใช้งานในระยะหนึ่ง โดยปกติจะกระทำเมื่ออายุการใช้งานเกินครึ่งหนึ่งของอายุอุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งผลจากการประเมินจะช่วยให้โรงงานสามารถวางแผนหยุดการทำงานได้ล่วงหน้าเพื่อตรวจสอบและซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันความเสียหายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้น และยังสามารถยืดอายุการใช้งานและเพิ่มความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในขณะใช้งาน เทคนิคการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือมีขอบข่ายกว้าง สามารถนำไปใช้ในการประเมินในเครื่องจักรและอุปกรณ์เกือบทุกชิ้นส่วนหรือจะประเมินเป็นระบบทั้งโรงงานก็ได้ สามารถนำไปใช้ได้กับอุตสาหกรรมทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ดังแสดงในรูปที่ 1 โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมการก่อสร้าง เป็นต้น

รูปที่ 1 โรงแยกก๊าซในกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือมีการนำมาใช้ในต่างประเทศมานานแล้วและเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้นในอุตสาหกรรมของไทยเมื่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม เห็นถึงความสำคัญในเรื่องนี้ โดยนำมาใช้กับหม้อน้ำที่มีขนาดกำลังการผลิตไอน้ำมากกว่า 20 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป จึงออกเป็นประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการให้ความเห็นชอบในการตรวจสอบภายในหม้อน้ำทุกระยะเวลาเกินกว่า 1 ปี แต่ไม่เกิน 5 ปี ต่อการตรวจสอบหนึ่งครั้ง พ.ศ. 2555 ในข้อที่ 8 ระบุ

ว่า “มีการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือของหม้อน้ำโดยวิธีที่ได้มาตรฐานหรือตามวิธีที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบทุกระยะเวลาเกินกว่า 3 ปี แต่ไม่เกิน 5 ปี ต่อการตรวจสอบหนึ่งครั้ง” (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2555) เนื่องจากว่าหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ การตรวจสอบแต่ละครั้งจะใช้เวลานาน จึงเป็นผลเสียกับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความจำเป็นต้องใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิต ถ้าจะต้องหยุดเพื่อทำการตรวจสอบทุกปี สำหรับมาตรฐานที่รู้จักกันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในการประเมินอายุการใช้งานมีทั้งในระดับมาตรฐานสากลและมาตรฐานที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม เช่น API 579 (API 2000) BS 7910 (BSI 2005) และโปรแกรม R-Code เวอร์ชัน 5 เป็นต้น

ในบทความนี้จะอธิบายหลักการและขั้นตอนทั่วไปของการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือตามมาตรฐาน API 579 ซึ่งโดยทั่วไปมาตรฐานการออกแบบต่างๆ เช่น ASME และ API จะพิจารณาแต่เฉพาะในการออกแบบ การตรวจสอบและการทดสอบของอุปกรณ์รับแรงดัน (pressure vessel) ระบบท่อ (piping system) และถังเก็บ (storage tank) ที่ผลิตขึ้นมาใหม่เท่านั้น ไม่ได้รวมการพิจารณาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์และวัสดุในขณะใช้งาน (in-service) หรือหลังจากผ่านการใช้งาน การประเมินตาม API 579: และ BS 7910 เป็นการคำนวณเชิงวิศวกรรมที่มีคุณภาพสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ตรวจพบรอยบกพร่อง (flaw) หรือความเสียหาย (damage) จากการใช้งาน การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับรอยบกพร่องและกลไกความเสียหายของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้งานก่อน เพราะการประเมินอายุการใช้งานนั้นต้องใช้หลักการพิจารณารอยบกพร่อง รอยร้าวหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมิน

ตัวอย่างชนิดของรอยบกพร่องที่ถูกบัญญัติไว้ในมาตรฐาน

ชนิดของรอยบกพร่อง

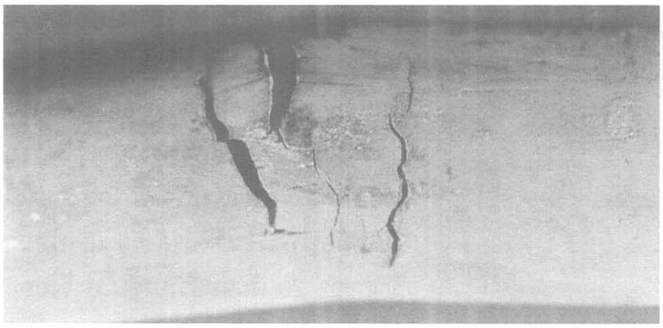
1) Planar flaws
   1. Crack
   2. Lack of fusion or penetration
   3. Undercut, root undercut, concavity and overlap
2) Non-planar flaws
   1. Cavities
   2. Solid inclusions
   3. Local thinning
3) Shape imperfections
   1. Misalignment
   2. Imperfect profile

กลไกความเสียหาย

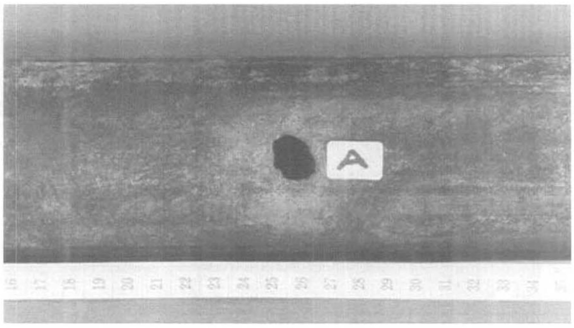
ลักษณะของกลไกความเสียหายจากการใช้งานที่มักจะเกิดขึ้นกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมที่สำคัญๆ มี ดังนี้

- การคืบ (creep)
- การล้า (fatigue)
- การกัดกร่อน (corrosion)
- การสึกหรอ (wear)

กลไกความเสียหายที่เกิดอาจจะเกิดในลักษณะเดียวหรือเกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งลักษณะพร้อมกันได้แล้วแต่ว่าชิ้นส่วนและอุปกรณ์นั้น รับภาระกรรมแบบใด ตัวอย่างกลไกความเสียหายของท่อเนื่องจากความล้าและการกัดกร่อนดังแสดงในรูปที่ 2 และตัวอย่างกลไกความเสียหายของอุปกรณ์หม้อน้ำดังแสดงในตารางที่ 1



ก) การล้า (fatigue)



ข) การกัดกร่อน (corrosion)

รูปที่ 2 ตัวอย่างกลไกความเสียหายที่เกิดขึ้นกับท่อของหม้อไอน้ำ

ตารางที่ 1 กลไกความเสียหายของอุปกรณ์หม้อไอน้ำ

Components	Damage Mechanism			
	Creep	Fatigue	Erosion	Corrosion
Drums		x		x
Steam Headers	x	x		x
Water Headers		x		x
Steam Piping	x	x		x
Superheater& Reheater Tubes	x	x	x	x
Waterwall Tubes		x	x	x
Ductings			x	x
Precipitator			x	x
Structures			x	x

หมายเหตุ : x แสดงลักษณะกลไกเสียหายที่พบ (Paoliello 2005)

หลักการและขั้นตอนการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือ

การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือในบทความนี้จะพิจารณาแสดงวิธีการประเมินเฉพาะอุปกรณ์และภาชนะรับแรงดันที่พบความเสียหายหรือรอยบกพร่อง ผลของการประเมินจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าอุปกรณ์และภาชนะนั้นยังเหมาะสมสำหรับการใช้งานที่สภาวะการใช้งานปกติภายใต้โปรแกรมการตรวจติดตามและการตรวจสอบที่จัดเตรียมขึ้นหรือไม่ ผลที่ได้จากการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความดันใช้งานสูงสุด (maximum allowable working pressure) ที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิใช้งานเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของภาชนะรับแรงดันที่มีรอยร้าว และใช้ในการการคำนวณปริมาณการบรรจุสูงสุด (maximum fill height) ของภาชนะหรือถังเก็บที่เกิดรอยร้าว

ขั้นตอนหลักของการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือ มี 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 บ่งชี้กลไกความเสียหายและรอยบกพร่อง เป็นการระบุและบ่งชี้กลไกความเสียหายที่เกิดขึ้นหรือชนิดของรอยบกพร่องในเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องการประเมินอายุการใช้งาน เช่น ความเสียหายจากการแตกหัก ความเสียหายจากการกัดกร่อน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การจำกัดขอบเขตและความสามารถในการนำไปใช้ การประเมินอายุการใช้งานอาจจะมีข้อจำกัดหรือการนำไปใช้ เช่น มาตรฐานการประเมินอายุ API 579 นั้นเหมาะกับการนำไปใช้ประเมินภาชนะรับแรงดันและระบบท่อที่ผลิตตามมาตรฐาน ASME แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประเมินโครงสร้างอาคาร

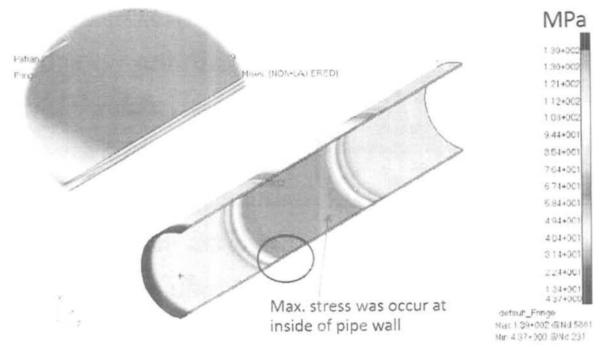
ขั้นตอนที่ 3 รวบรวมข้อมูล หลังจากทราบกลไกความเสียหายแล้วเพื่อให้รู้สาเหตุที่เกิดขึ้นจำเป็นจะต้องกลับไปตรวจสอบการออกแบบ การผลิตและวัสดุของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องการประเมินอายุการใช้งาน ตรวจสอบประวัติการใช้งานและการซ่อมแซมที่ผ่านมารวมถึงสภาวะการใช้งานในปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้จะช่วยเป็นพื้นฐานที่ทำให้ทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายได้

ขั้นตอนที่ 4 เทคนิคการประเมินและเกณฑ์การยอมรับ การประเมินอายุการใช้งาน จะแบ่งระดับการประเมินออกเป็น 3 ระดับ โดยจะอ้างอิงจากความสมดุลระหว่างข้อมูลที่ได้รับและความซับซ้อนของการวิเคราะห์ โดยความสมดุลนี้จะขึ้นอยู่กับระดับความเสียหายและตำแหน่งชิ้นส่วนที่จะทำการประเมินด้วย ระดับการประเมินแต่ละระดับมีดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับการปฏิบัติที่ง่ายที่สุด มีเป้าหมายที่จะยังคงรักษาสภาพของชิ้นส่วนนั้นๆ ไว้ให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ โดยมีข้อมูลการตรวจสอบหรือข้อมูลของระบบที่จำกัด การประเมินระดับนี้มักจะกระทำโดยผู้ตรวจสอบหรือวิศวกรของโรงงาน

ระดับที่ 2 จะมีการตรวจสอบและการคำนวณมากขึ้นกว่าในระดับแรก ตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ประเมินจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณอายุที่เหลือเพื่อให้ได้ผลที่เอานำไปใช้ในเกณฑ์การยอมรับ ในระดับนี้จะประเมินโดยวิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์และความรู้ด้านการประเมินอายุการใช้งานเป็นผู้ประเมิน

ระดับที่ 3 เป็นการประเมินความเหมาะสมในการใช้งานที่มีรายละเอียดและความถูกต้องมากกว่าระดับ 1 และ 2 รายละเอียดข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์รวมทั้งข้อมูลการตรวจสอบต้องนำมาใช้ในการประเมิน และเพิ่มการวิเคราะห์เฉพาะทาง เช่น เทคนิคการคำนวณเชิงตัวเลข (finite element analysis) ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนั้น จึงจำเป็นที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการวิเคราะห์เฉพาะทางเป็นผู้ทำการประเมิน



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ความเค้นด้วยการคำนวณเชิงตัวเลขหรือวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

เกณฑ์การยอมรับอาจจะใช้หนึ่งเกณฑ์หรือมากกว่ามาพิจารณาในการยอมรับ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

- ความเค้นที่ยอมให้ได้ (allowable stress)
- ปัจจัยความแข็งแรงที่เหลือ (remaining strength factor)
- กราฟการประเมินความเสียหาย (failure assessment diagram)

ขั้นตอนที่ 5 การคำนวณอายุการใช้งานที่เหลือ เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดช่วงระยะเวลาการตรวจสอบในครั้งต่อๆ ไป การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือไม่ได้บอกระยะเวลาแน่นอนของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผลการคำนวณเป็นแค่เพียงค่าประมาณ ซึ่งความแม่นยำของการประเมินขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินและระดับที่ทำการประเมิน รวมถึงสมมุติฐานที่เหมาะสมซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีส่วนทำให้การใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ยังอยู่ในความปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 6 การปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงแก้ไขจะขึ้นอยู่กับลักษณะของความเสียหายหรือลักษณะของรอยบกพร่อง การแก้ไขจะกระทำต่อเมื่อรอยบกพร่องไม่สามารถยอมรับได้ อายุการใช้งานที่เหลือมีน้อยหรือยากต่อการประเมินระยะเวลาหมดอายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ

ขั้นตอนที่ 7 การตรวจติดตามขณะใช้งาน หากสภาวะการใช้งานมีความซับซ้อนและการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือหรือการตรวจสอบเป็นระยะไม่เพียงพอ อาจต้องมีการตรวจติดตามขณะใช้งานเพื่อเฝ้าระวังความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต เทคนิคที่ใช้การตรวจติดตามขึ้นอยู่กับลักษณะของความเสียหายหรือลักษณะของรอยบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว เช่น กรณีที่มีความเสียหายจากการกัดกร่อนจะใช้ corrosion probe เพื่อติดตามและคำนวณอัตราการกัดกร่อน หรือในกรณีที่เกิดความเสียหายจากการแตกร้าวอาจใช้เทคนิคการตรวจรอยร้าวด้วยคลื่นความถี่สูงหรืออัลตราโซนิกส์เพื่อติดตามการขยายตัวของรอยร้าวและนำมาคำนวณหาอัตราการขยายตัวของการแตก

ขั้นตอนที่ 8 การจัดทำเอกสาร การจัดทำรายงานควรที่จะรวมเอาบันทึกข้อมูลทั้งหมดและผลการประเมินแต่ละขั้นตอนรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือในครั้งต่อๆ ไป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในบทความนี้ได้อธิบายถึงความหมายและความสำคัญของการประเมินอายุการใช้งานที่เหลือและประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำการประเมินลักษณะของรอยบกพร่องและกลไกความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ รวมถึงวิธีการและขั้นตอนคร่าวๆ ของการประเมิน ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในการพิจารณาตัดสินใจของโรงงานในการทำประเมินอายุการใช้งานที่เหลือเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการประกอบกิจการ

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการให้ความเห็นชอบในการตรวจสอบภายในหม้อน้ำทุกระยะเวลาเกินกว่า 1 ปี แต่ไม่เกิน 5 ปี ต่อการตรวจสอบหนึ่งครั้ง พ.ศ. 2555. *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 129 ตอนพิเศษ 88 ง.

API, 2000. Recommended practice for fitness-for-service. API 579. Washington, DC: American Petroleum Institute.

BSI, 2005. Guide to Methods for Assessing the Acceptability of Flaws in Metallic Structures, BS 7910. London: British Standards Institute.

Paoliello, P. A., 2005. Guidelines for integrity evaluation and remaining life assessment of recovery boilers – CENIBRA's experience. *TAPPI Journal*, **4**(2), pp. 17-22.

องค์ประกอบของค่าความไม่แน่นอนของการวัด

สิทธิพงษ์ โล่วิรกรณ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดส่วนใหญ่จะมีคำถามว่าองค์ประกอบนั้นมีอะไรบ้างทั้งในงานสอบเทียบหรือทดสอบ แต่ถ้าการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดนั้นมีเอกสารอ้างอิงหรือมาตรฐานที่แสดงการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดนั้นไว้จะสะดวกต่อการอ้างอิง แต่ถ้าไม่มีเอกสารอ้างอิงผู้ปฏิบัติงานจะรู้สึกลำบากใจว่าจะประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดอย่างไร สำหรับบทความนี้พอจะเป็นแนวทางในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดสามารถแบ่งองค์ประกอบเพื่อความสะดวกในการประมาณค่าความไม่แน่นอนได้เป็นกลุ่มดังนี้

1. สภาวะแวดล้อมของการวัด
2. มาตรฐานอ้างอิง
3. เครื่องมือวัด
4. การตั้งค่าการวัด
5. การคำนวณและซอฟต์แวร์
6. บุคลากร
7. ชิ้นงาน
8. การกำหนดของคุณลักษณะรูปทรงเรขาคณิต
9. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
10. ลักษณะทางกายภาพ

จะเห็นได้ว่าการประมาณค่าความไม่แน่นอนแบ่งออกเป็น 10 กลุ่มใหญ่ โดยในแต่ละกลุ่มนั้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. สภาวะแวดล้อมของการวัด โดยส่วนใหญ่นั้นจะมีอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบหลักของการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด ส่วนองค์ประกอบอื่นเป็นดังตัวอย่างที่แสดง เช่น

- อุณหภูมิ/อุณหภูมิสัมบูรณ์
- การสั่นสะเทือน/เสียง
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความดันบรรยากาศ

2. มาตรฐานอ้างอิง ในส่วนของมาตรฐานอ้างอิง มีดังนี้

- ความเสถียร
- สัมประสิทธิ์การขยายตัว
- คุณภาพของสเกล
- ค่าความไม่แน่นอนจากการสอบเทียบ

3. เครื่องมือวัด ในส่วนของเครื่องมือวัด มีดังนี้

- ความเสถียรที่ zero-point
- Hysteresis
- Parallaxes

4. การตั้งค่าการวัด

ในบางกรณีอาจไม่มีการตั้งค่าเครื่องมือวัดก็สามารถวัดได้ทันที สำหรับการตั้งค่าเครื่องมือวัดมีองค์ประกอบ ดังนี้

- Cosine errors และ sine errors

- Abbe principle

- Temperature sensitivity

5. การคำนวณและซอฟต์แวร์

จากการสังเกต จะเห็นได้ว่าจำนวนตัวเลขและทศนิยมมีผลในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด ซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

- การปัดเศษหรือการระบุจำนวน

- Algorithms

- การประมาณค่าในช่วง (interpolation) หรือการประมาณค่านอกช่วง (extrapolation)

6. บุคลากร

บุคลากรเป็นองค์ประกอบที่ไม่เสถียร ซึ่งจะมีความแตกต่างในแต่ละวันและค่อนข้างมีผลอย่างมากในระหว่างการปฏิบัติงาน มีองค์ประกอบ ดังนี้

- การศึกษา
- ประสบการณ์
- การอบรม

7. ชิ้นงาน มีองค์ประกอบที่มีผลกระทบกับผลการวัด ดังนี้

- ความหยาบของผิว
- ขนาด
- รูปร่าง

8. การกำหนดของคุณลักษณะรูปทรงเรขาคณิต มีองค์ประกอบ ดังนี้

- มุม
- ระยะทาง
- Tolerance

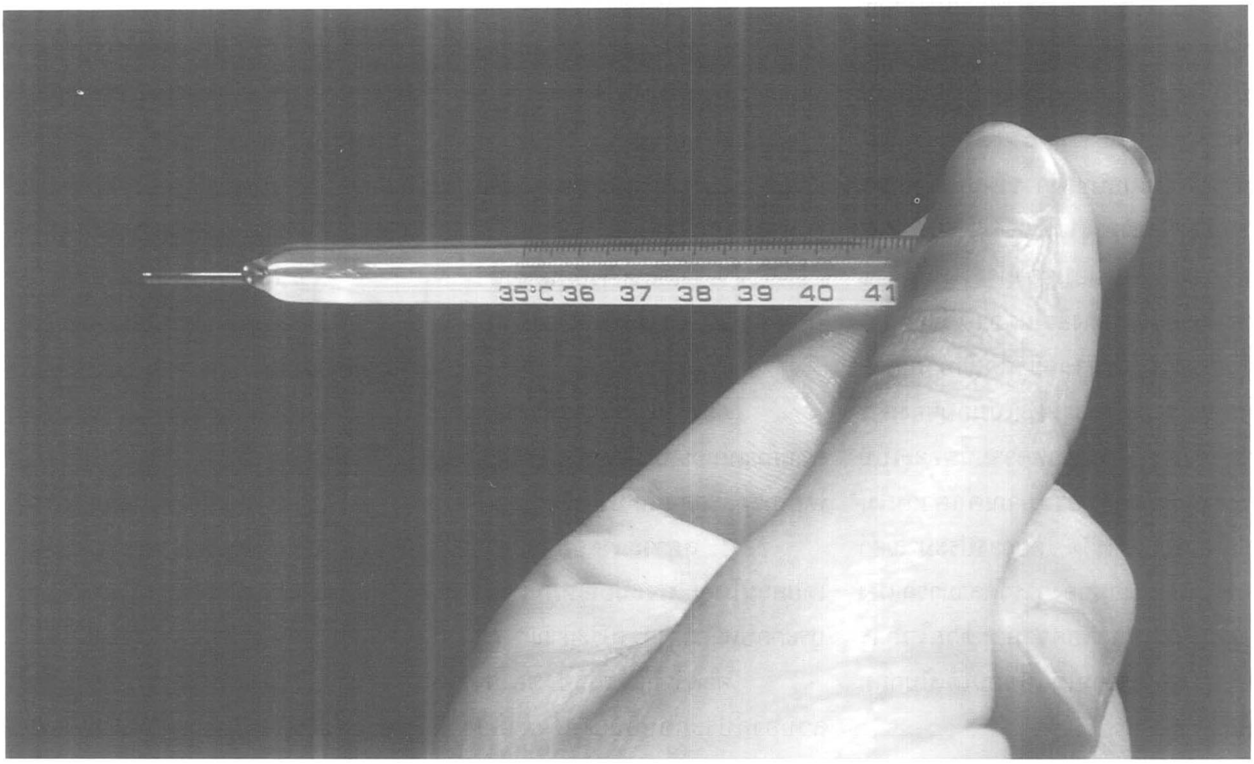
9. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน มีองค์ประกอบดังนี้

- จำนวนของการวัด
- จำนวนของผู้ปฏิบัติงาน
- เงื่อนไขที่กำหนด

10. ลักษณะทางกายภาพ

ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพนั้นมีส่วนสำคัญ เช่น คุณสมบัติของโลหะ (ชิ้นงาน เครื่องมือวัด สภาวะแวดล้อม เป็นต้น)

บทความนี้จึงอาจเป็นแนวทางในการจัดทำ uncertainty budgets ต่อไปว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้างในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดทั้งในการสอบเทียบหรือการทดสอบ



เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization. 2001. ISO 14253-2: 2001(E) Geometrical product specifications (GPS). Geneva: ISO.

Nielsen, H.S, 2000. Know Your Uncertainty. *Quality Magazine.* (April), 8 p.

การวัดปริมาณความเค้นตกค้างในรอยเชื่อมของเพลาขับเครื่องบดซีเมนต์โดยใช้ strain gauge

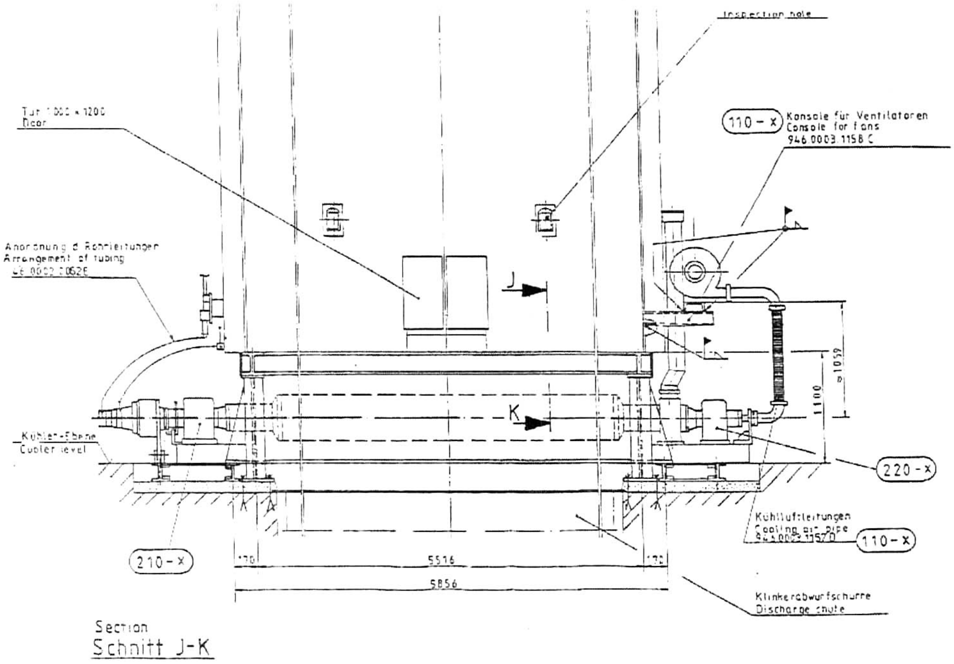
ปัณณวัฒน์ เทพนุ้ย และ ประภาพรรณ อรัญญะ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนวิศวกรรม เช่น การเชื่อม การหล่อ และการกลึง อาจเหนี่ยวนำให้เกิดความเค้นตกค้างในเนื้อวัสดุ ซึ่งจะส่งผลให้ชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถรับภาระกรรมที่มากระทำได้ต่ำกว่าความสามารถในการรับภาระกรรมของวัสดุ ดังนั้น การที่เราทราบหรือมีข้อมูลเกี่ยวกับความเค้นตกค้างที่มีอยู่ภายในชิ้นส่วน จะทำให้สามารถประเมินหรือหาวิธีกำจัดความเค้นตกค้าง เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับชิ้นส่วนต่อไป บทความนี้เสนอการวัดปริมาณความเค้นตกค้างในรอยเชื่อมซ่อมของเพลาขับเครื่องบดซีเมนต์ ด้วยวิธีการเจาะรู (hole drilling method)

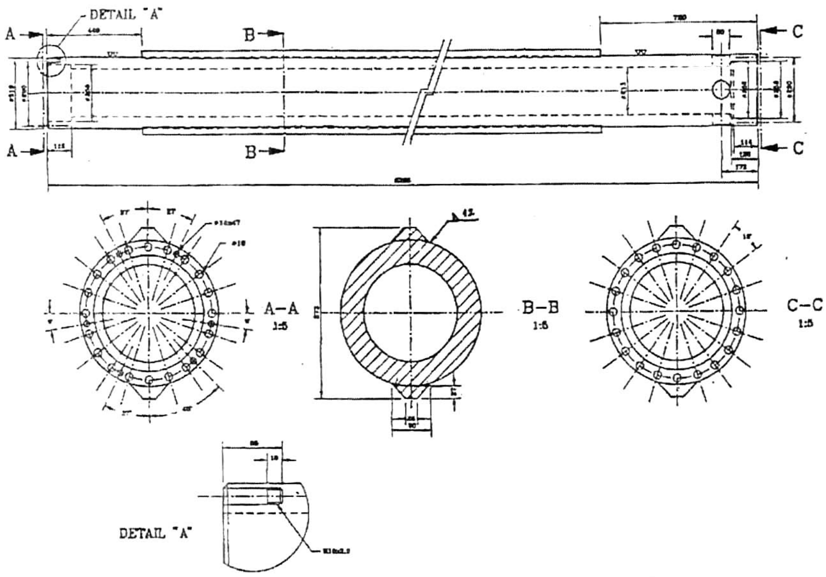
เพลาขับของเครื่องบดซีเมนต์ผลิตจากวัสดุเหล็กโครงสร้าง ตามมาตรฐาน DIN หมายเลขอ้างอิงของวัสดุ ST52 คุณสมบัติของวัสดุ ST52 ดังแสดงในตารางที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของระบบบดซีเมนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1 รายละเอียดของเพลาขับ ดังแสดงในรูปที่ 2 ชิ้นส่วนเพลาขับผ่านการเชื่อมซ่อมที่บริเวณกึ่งกลางความยาวของเพลา ซึ่งเป็นรอยเชื่อมระหว่างเพลากับลิ่มเพลา การเชื่อมซ่อมกระทำโดยการตัดเพลาช่วงกลางออก แล้วนำชิ้นส่วนโลหะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาเท่ากันมาต่อด้วยการเชื่อมให้ได้ความยาวเช่นเดิม แต่เนื่องจากกระบวนการเชื่อมซ่อมเพลา มักจะมีผลให้เกิดปริมาณความเค้นตกค้างบริเวณรอยเชื่อม และช่วงกลางของเพลาเป็นช่วงที่รับภาระแรงดัดโค้งสูงที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถในการรับภาระกรรมของเพลาลดลง ดังนั้น จึงได้ทำการวัดความเค้นตกค้างโดยใช้ strain gauge ชนิด hole drill ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีการติดตั้งบนชิ้นงานตามตำแหน่งดังรูปที่ 4 ผลที่ได้จากการวัดจะอยู่ในรูปความเครียด ดังแสดงในตารางที่ 2 แล้วจึงนำมาคำนวณเป็นค่าความเค้นตกค้างโดยใช้ค่า Young's Modulus ดังแสดงในตารางที่ 3 และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมซ่อมบำรุงเพลาขับชุดนี้ต่อไป

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุ หมายเลขอ้างอิง ST 52

หมายเลขอ้างอิงของวัสดุ	คุณสมบัติทางกล		
	ความต้านแรงดึงสูงสุด (นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร)	ความเค้นครากที่ 0.2% (นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร)	เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%)
ST52	500 - 650	345	21



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของระบบบดซีเมนต์



รูปที่ 2 รายละเอียดของเพลาขับ

รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด

- ชนิดและรุ่นของ strain gauge

  ชนิด hole drilling rosette (แต่ละ strain gauge ประกอบด้วย gauge a, b และ c)

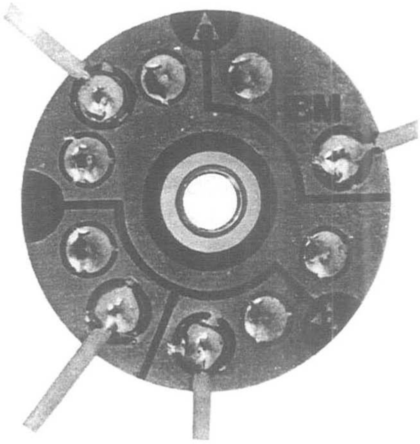
  รุ่น 1.5/120 RY61, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

  ความต้านทาน 120 โอห์ม ±1 เปอร์เซ็นต์

  Gauge factor 1.87 ±1 เปอร์เซ็นต์

  ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อน 95 พีพีเอ็ม/องศาเคลวิน ของ gauge factor

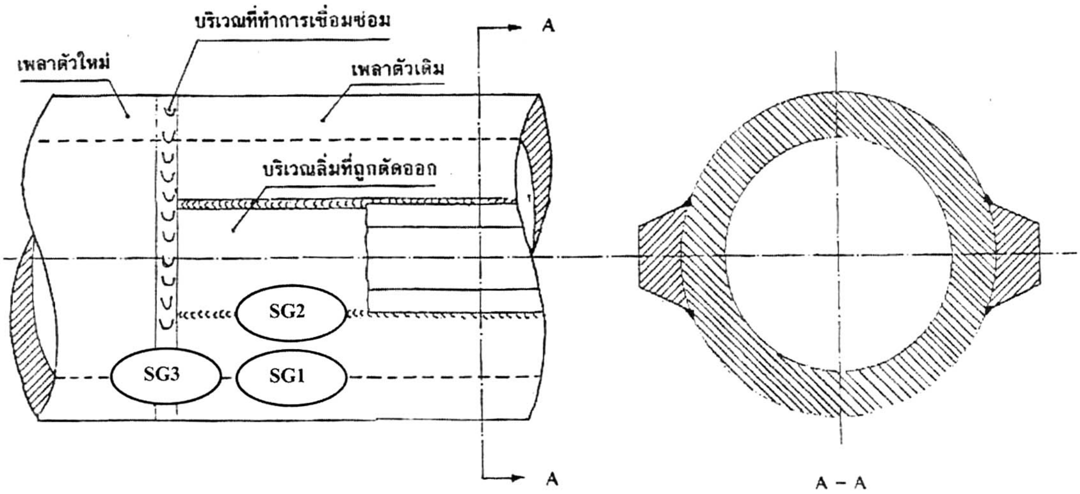
  การชดเชยอุณหภูมิสำหรับเหล็กกล้า, α = 11 พีพีเอ็ม/องศาเคลวิน



- อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อวิเคราะห์สัญญาณจาก strain gauge
  - P-3500 digital strain indicator
  - SB-10 switch and balance unit

  ของบริษัท Measurements Group, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา
- วิธีการวัด hole drilling method
- ตำแหน่งที่ทำการวัดความเค้นตกค้าง ดังแสดงในรูปที่ 4
- อุณหภูมิชิ้นงานขณะทำการวัด 33 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3 ลักษณะของ strain gauge ชนิด hole drilling rosette รุ่น 1.5/120 RY61



รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ทำการวัดความเค้นตกค้าง

SG 1 = Strain gauge ที่วัด ณ ตำแหน่งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเชื่อมเนื้อวัสดุปกติ

SG 2 = Strain gauge ที่วัด ณ ตำแหน่งกลางแนวเชื่อมระหว่างลิ่มและเพลา

SG 3 = Strain gauge ที่วัด ณ ตำแหน่งกลางแนวเชื่อมซ่อม

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าความเครียดที่ตำแหน่งต่างๆ

ตำแหน่งที่	ความลึกของรูเจาะ (มิลลิเมตร)	$\Delta\varepsilon a$ (ไมโครเมตร/เมตร)	$\Delta\varepsilon b$ (ไมโครเมตร/เมตร)	$\Delta\varepsilon c$ (ไมโครเมตร/เมตร)
SG 1	1.5	-39	+32	+104
SG 2	1.5	-420	-441	-350
SG 3	1.5	-182	+44	-36

$\Delta\varepsilon a$ = ค่าความเครียดที่เปลี่ยนไปของ strain gauge a

$\Delta\varepsilon b$ = ค่าความเครียดที่เปลี่ยนไปของ strain gauge b

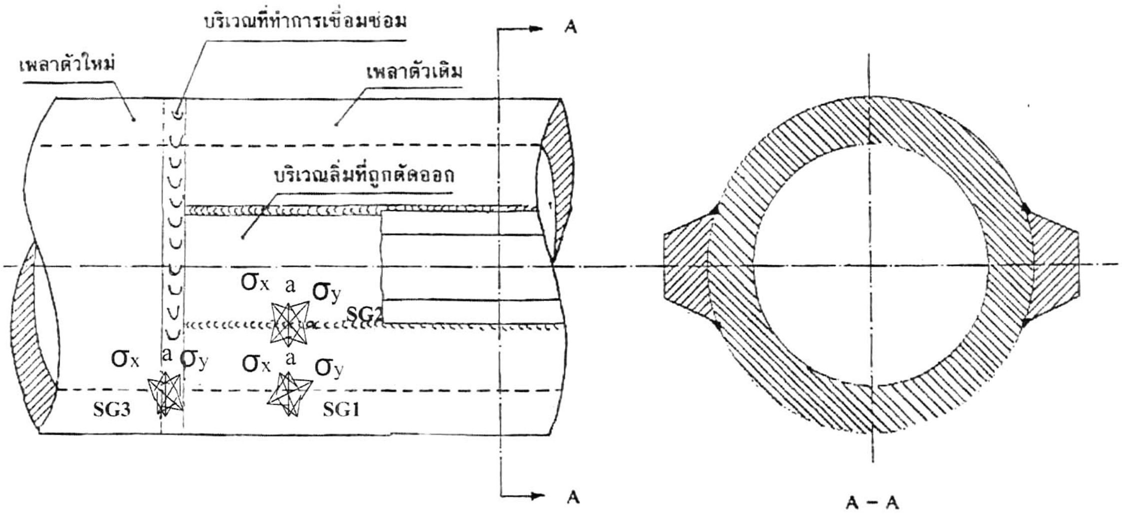
$\Delta\varepsilon c$ = ค่าความเครียดที่เปลี่ยนไปของ strain gauge c

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณค่าและทิศทางความเค้นตกค้าง

ตำแหน่งที่	σ_X (นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร)	σ_Y (นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร)	tan 2β	β (degree)
SG 1	-11.20	-99.70	+0.007	+0.2010
SG 2	+697.6	+615.8	+1.800	+28.997
SG 3	+290.8	+81.00	-2.096	-32.247

σ_X = Stress ตกค้างที่มุม β กับ strain gauge a

σ_Y = Stress ตกค้างที่มุม 90° กับ σ_X



รูปที่ 5 ทิศทางของความเค้นตกค้างที่วัดได้ ณ ตำแหน่งต่างๆ

ผลการวัด

จากผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 5 จะเห็นว่าความเค้นตกค้าง ณ ตำแหน่ง SG 2 มีค่าสูงกว่าค่าความเค้นครากที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของวัสดุ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 1 ซึ่งค่าเกินที่วัดได้นี้น่าจะเป็นผลจากการเชื่อมซ่อม แต่ค่าความเค้นตกค้างโดยวิธีนี้ใช้สูตรคำนวณ ซึ่งจะใช้ได้เฉพาะในช่วงการแปรรูปแบบยืดหยุ่นเท่านั้น ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า ค่าความเค้นตกค้างที่สูงดังกล่าวเป็นผลรวมของการแปรรูปแบบยืดหยุ่นและการแปรรูปแบบถาวร จึงสรุปได้ว่าค่าดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อนและไม่สามารถใช้อ้างอิงได้ซึ่งสามารถระบุได้เพียงความเค้นตกค้าง ณ ตำแหน่ง SG 2 มีค่าสูงกว่าความเค้นครากที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และอาจจะเป็นสาเหตุให้วัสดุดังกล่าวรับภาระได้น้อยกว่าที่ควร

บทสรุป

ความเค้นตกค้างในชิ้นงานที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเชื่อม (SG 1) มีความเค้นตกค้างอยู่น้อย ส่วนความเค้นบนแนวเชื่อมเดิมที่ผ่านการเชื่อมโดยผู้ผลิต (SG 2) มีค่าสูงเกินกว่าค่าความเค้นครากที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรอยเชื่อมซ่อม (SG 3) มีค่าความเค้นตกค้าง 80 เปอร์เซ็นต์ของความเค้นครากที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่า SG 2 จึงควรนำไปผ่านกระบวนการลดความเค้นตกค้างโดยกระบวนการทางความร้อน (heat treatment) ก่อนนำไปใช้งาน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในขณะใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

Hoffmann, K., 1989. An Introduction to Measurements Using Strain Gages. Darmstadt: Baldwin Messtechnik GmbH.

เก็บตก งาน "๕๐ ปี ความภูมิใจ นวัตกรรมไทย สร้างเศรษฐกิจและสังคม"

ดร. ชุลีรัตน์ บรรจงลิขิตกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

สวัสดีค่ะ ท่านสมาชิกและท่านผู้อ่านทุกท่าน พบกันอีกครั้งนะคะ สำหรับการเก็บตกสิ่งดีๆ จากงานเปิดโลกทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๕๐ ปี ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ในหัวข้อ "๕๐ ปี ความภูมิใจ นวัตกรรมไทย สร้างเศรษฐกิจและสังคม" ระหว่างวันที่ ๔-๖ สิงหาคม ๒๕๕๖ ณ ห้องบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ชั้น ๒๒ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์ หากท่านสมาชิกหรือผู้อ่านที่เป็นแฟนพันธุ์แท้คงจะสงสัยหรือแปลกใจว่างานครบรอบในแต่ละปีของ วว. มักจะจัดภายในเดือนพฤษภาคม แต่ปีนี้มีความพิเศษกว่าปีอื่นๆ เพื่อต้องการเปิดตัวมะลิสายพันธุ์ใหม่ในงาน จึงทำให้ต้องเลื่อนมาจัดงานเดือนสิงหาคม เนื่องจากองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้โปรดเกล้าพระราชทานนามมะลิสายพันธุ์ใหม่ของโลกที่ค้นพบโดย ดร. ปิยะ เฉลิมกลิ่น ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ วว. ว่า "มะลิเฉลิมนรินทร์" ซึ่งหมายถึงดอกมะลิของพระเจ้าแผ่นดิน ส่วนเดือนสิงหาคม ทุกท่านคงทราบดีแล้วว่าดอกมะลิมีความสำคัญอย่างไร นอกจากนี้ในงานยังมีการจัดจำหน่ายเข็มกลัดและพินดอกมะลิเฉลิมนรินทร์สำหรับมอบเป็นของขวัญวันแม่ และจะนำรายได้จากการจำหน่ายไปมอบแด่สภากาชาดต่อไป ต้องขอบอกว่าลักษณะการจัดงานในครั้งนี้จะมีความแตกต่างจากปีอื่นๆ ที่ผ่านมา โดยในงานจะแสดงให้เห็นว่า ๕๐ ปี บนเส้นทางการวิจัยของ วว. ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) มีความเป็นมาและมีผลงานจากงานวิจัย งานบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบของโซนต่างๆ ต่อจากนี้ เรามาเริ่มเก็บสิ่งดีๆ ในงานกันเลยนะคะ

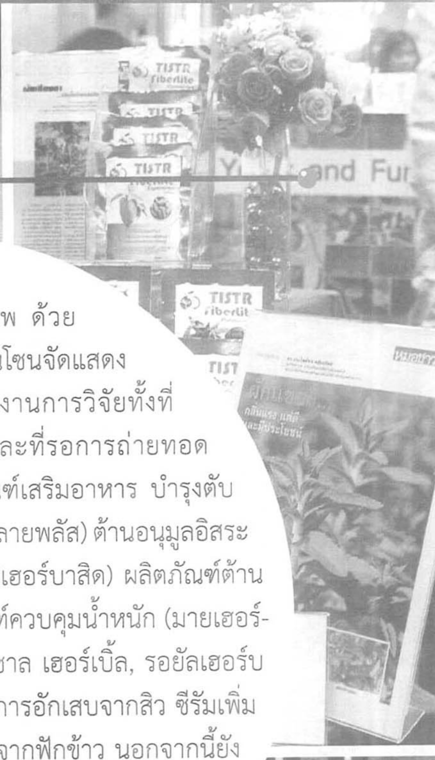
เมื่อเดินเข้างาน ก็จะพบกับโซนแรกที่สำคัญ ได้แก่ โซน “พระมหากรุณาธิคุณ” ท่านจะได้พบกับการเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและพระราชวงศ์ที่ทรงมีคุณูปการกับ วว. ต้นมะลิเฉลิมนรินทร์ และผลงานวิจัยที่สนองตามแนวพระราชดำริในโครงการต่างๆ เช่น เห็ดเมืองหนาวชนิดต่างๆ หากไม่มีโครงการนี้ พวกเราคงไม่มีโอกาสได้รับประทานเห็ดเมืองหนาวที่แสนอร่อย มีคุณค่าทางอาหารสูงในราคาที่ไม่แพง และต้นวานิลลาจากความร่วมมือของโครงการหลวงกับ วว.

โซน ๕๐ ปี แห่งความภูมิใจ เป็นโซนถัดมาที่แสดงถึงรางวัลแห่งความสำเร็จบนเส้นทางงานวิจัยและงานบริการที่ วว. ได้รับจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ ในรอบ ๕๐ ปี

โซนถัดไปจะเป็นโซนที่นำผลงานเด่นๆ จากงานวิจัยของ วว. มาแสดงในรูปแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรให้ได้ชมและทดลองกันจริงๆ ต่อจากนี้เรามาชมผลงานเด่นกันเลยนะคะ

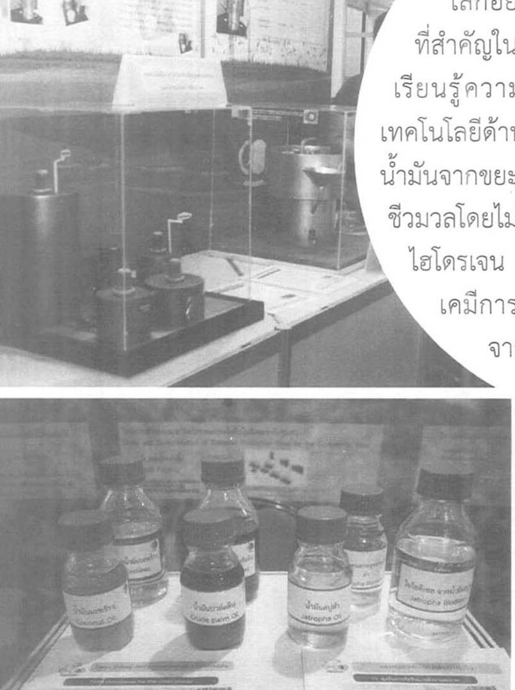
โซนสร้างมูลค่าเพิ่ม เสริมรายได้ด้วยเทคโนโลยีอาหาร วว. ท่านจะได้พบกับผลิตภัณฑ์ผัก และผลไม้แปรรูปมากมายหลายชนิด เช่น เห็ด กระท้อน สตรอเบอรี เครื่องดื่มจากผักและผลไม้ ที่ดึงดูดให้ผู้เข้าชมงานต้องแวะเวียนเข้ามาชิมกัน ทั้งอร่อยและมีสีสันสวยงามน่าชวนชิมมากๆ หากชิมแล้วติดใจก็มีจำหน่ายให้พกพากลับบ้านกันที่โซน TISTR MART

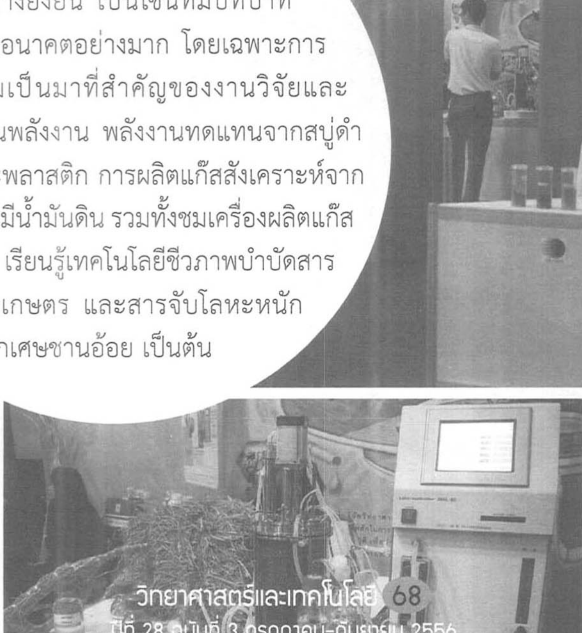
โซนนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เพื่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ดูจากชื่อก็น่าสนใจแล้ว ในงานได้นำนวัตกรรมทางการแพทย์ ที่สามารถทดลองใช้ได้เลย เช่น รถเคลื่อนที่อัตโนมัติสำหรับผู้สูงอายุและผู้ป่วย เครื่องอัลตราซาวด์โฟโนโซนิกส์ พลาสติกชีวภาพสำหรับเฝือกอ่อน เป็นต้น

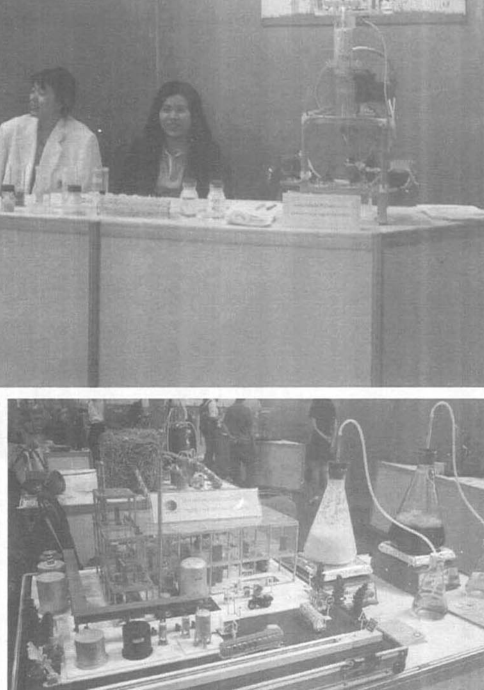


โซนชีวิตสดใส ใส่ใจสุขภาพ ด้วยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ วว. ภายในโซนจัดแสดงผลงานในรูปแบบผลิตภัณฑ์จากผลงานการวิจัยทั้งที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับภาคเอกชนและที่รอการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ถูกจัดเป็นกลุ่มๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร บำรุงตับ (ลิวิทัล และลิวิทัลดี) เสริมภูมิต้านทาน (พุงทะลายพลัส) ต้านอนุมูลอิสระ (Tristramin) ป้องกันแผลในกระเพาะอาหาร (เฮอร์บาสิด) ผลิตภัณฑ์ต้านความเครียด (มายเฮอร์เบิ้ล รีแลกซา) ผลิตภัณฑ์ควบคุมน้ำหนัก (มายเฮอร์เบิ้ล สเลนดี) ผลิตภัณฑ์ยาทาภายนอก (มายจีซาล เฮอร์เบิ้ล, รอยัลเฮอร์บ และลูกกลิ้งไพล) ผลิตภัณฑ์เวชสำอาง (ลดอาการอักเสบจากสิว ซีรัมเพิ่มคอลลาเจน ครีมบำรุงผิว) และเครื่องสำอางจากฟักข้าว นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์เด่นที่มีให้ทดสอบ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากเปลือกลองกอง และแจกผลิตภัณฑ์ลดริ้วรอย ลดฝ้าและกันแดดจากสมุนไพร และโทนิกป้องกันและบำรุงหนังศีรษะแจกผู้สนใจเข้าชมงานด้วย

โซนพลังงานสะอาด.....รักษ์โลกอย่างยั่งยืน เป็นโซนที่มีบทบาทที่สำคัญในอนาคตอย่างมาก โดยเฉพาะการเรียนรู้ความเป็นมาที่สำคัญของงานวิจัยและเทคโนโลยีด้านพลังงาน พลังงานทดแทนจากสบู่ดำ น้ำมันจากขยะพลาสติก การผลิตแก๊สสังเคราะห์จากชีวมวลโดยไม่มีน้ำมันดิน รวมทั้งชมเครื่องผลิตแก๊สไฮโดรเจน เรียนรู้เทคโนโลยีชีวภาพบำบัดสารเคมีการเกษตร และสารจับโลหะหนักจากเศษชานอ้อย เป็นต้น







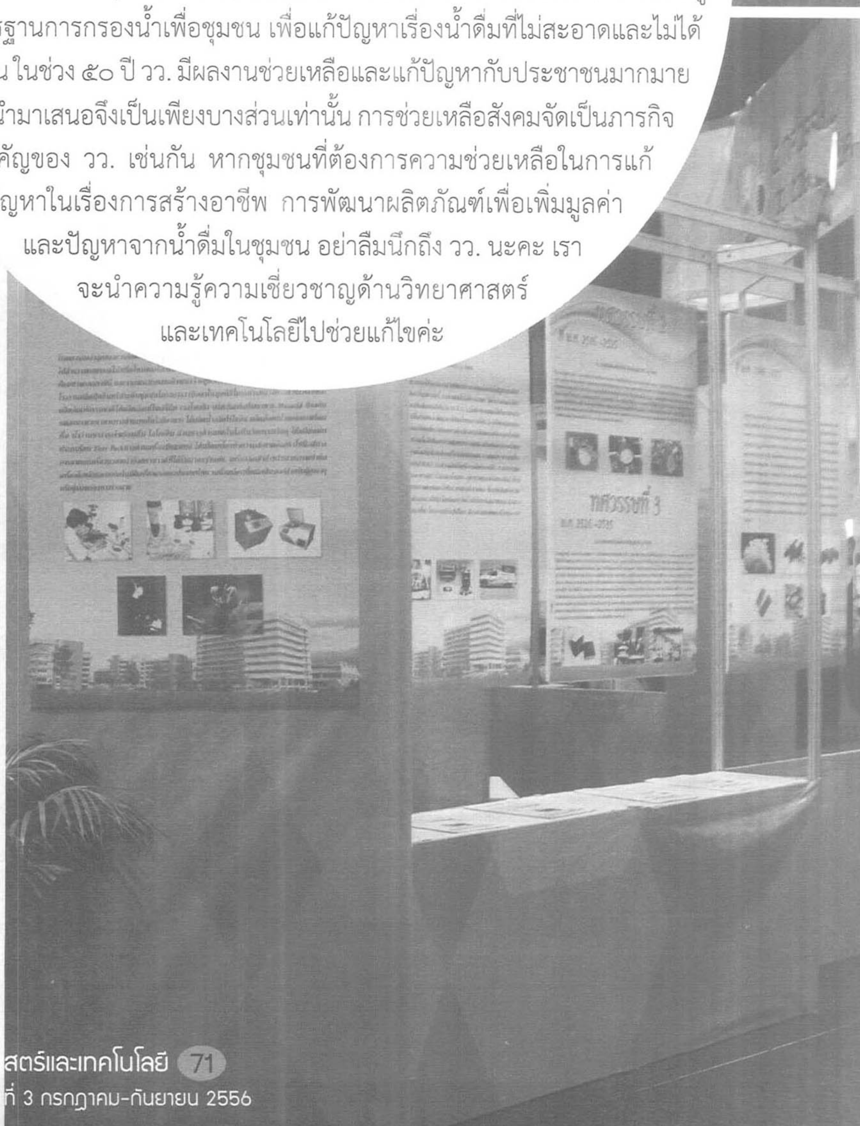
โซนพัฒนาเกษตรไทย.... ก้าวไกลสู่ตลาดโลก ภายในรอบ ๕๐ ปี วว. รวบรวมผลงานด้านการเกษตรที่มีผลช่วยให้เศรษฐกิจชุมชนของประเทศมีความแข็งแกร่งขึ้น เช่น เทคโนโลยีปุ๋ย เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (การช่วยยืดอายุลำไย) เทคโนโลยีการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อกำจัดหนอนหัวดำในต้นมะพร้าว นอกจากนี้ วว. ได้พบกับความสำเร็จในการวิจัยและพัฒนาพืชพื้นบ้านสู่การเป็นพืชเศรษฐกิจ เช่น ผักกูด ผักหวานป่าและชมจันทร์ ให้ผู้ชมที่สนใจได้รับความรู้ในเรื่องของการปลูก การใช้ประโยชน์ ดิฉันสังเกตว่ามีผู้ที่สนใจซื้อต้นผักกูด ผักหวานป่า และต้นชมจันทร์ ไปลองปลูกดูจากโซน TISTR MART จำนวนมากเลยค่ะ หากท่านผู้อ่านหรือสมาชิกที่เข้ามาชมงานได้มีโอกาสซื้อไปปลูกแล้วพบกับปัญหาหรือต้องการทราบรายละเอียด สามารถสอบถามจากนักวิชาการฝ่ายเกษตร วว. ได้ทุกวันตามเวลาราชการนะคะ

โซนเทคโนโลยีสาหร่าย วว. ......จากองค์ความรู้สู่ความเป็นเลิศ เป็นโซนที่นำเสนองานวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเพื่ออนาคต ซึ่งแสดงให้เห็นศักยภาพและความสำเร็จของ วว. สำหรับการเป็นผู้นำด้านสาหร่าย ภายในโซนจะพบตั้งแต่การเพาะเลี้ยงสาหร่าย งานวิจัยด้านสาหร่าย และการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายเพื่อมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านอาหาร เช่น สาหร่ายมุกหยก พลังงานทดแทนจากสาหร่ายสายพันธุ์ที่สามารถผลิตน้ำมันได้ในระดับปริมาณที่เพียงพอต่อเชิงพาณิชย์ในอนาคตอันใกล้นี้ และประโยชน์ด้านการเกษตรเพื่อลดการใช้สารเคมี

นอกจากโซนที่นำเสนอผลงานจากงานวิจัย ภายในงานยังมีโซนอื่นๆ ที่น่าสนใจ ดังนี้

โซน สู่อาเซียนอย่างมั่นใจ.....ด้วยบริการทันสมัยของ วว. ระยะเวลาในรอบ ๕๐ ปี ที่ผ่านมา วว. มีความรู้และความเชี่ยวชาญด้านงานบริการที่สามารถรองรับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ที่เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ เช่น งานวิเคราะห์ทดสอบ สอบเทียบ งานบริการทดสอบบรรจุภัณฑ์ ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่ทันสมัย การทดสอบเครื่องกรองน้ำและไส้กรองน้ำ การบริการทดสอบการสลายตัวของพลาสติกชีวภาพ งานบริการด้านเชื้อจุลินทรีย์ และงานรับรองระบบมาตรฐานสากล ซึ่งปัจจุบันมีหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่ได้รับการรับรองจาก วว. ดังนั้น ในงานจึงนำเสนอทั้งผลงานบริการ ด้านการวิเคราะห์ ทดสอบและการรับรองที่ผ่านมา รวมทั้งให้ความรู้และคำปรึกษาสำหรับหน่วยงานที่สนใจใช้บริการ หรือต้องการเตรียมตัวเพื่อรองรับการเข้าสู่อาเซียน

โซน ๕ ทศวรรษ ....วว. ช่วยเหลือสังคมไทย จะเป็นโซนที่นำเสนอผลงานเด่นๆ ที่ วว. ได้มีโอกาสนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยแก้ปัญหาความยากจน จากการอบรมวิชาชีพฟรีให้กับประชาชนในชนบทในเรื่องต่างๆ เช่น การแปรรูปอาหาร ช่วยสร้างรายได้และเพิ่มคุณภาพชีวิตของวิสาหกิจชุมชนเรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของสินค้า OTOP ให้มีมูลค่าเพิ่ม ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น หากผู้ที่ได้มีโอกาสเข้ามาแวะชมก็จะได้พบกับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่เหมาะสมและสวยงามมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ขนมคุกกี้ทองม้วน ฝรั่งแก้ว เครื่องสำอางจากสมุนไพร และอื่นๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ วว. ได้นำเสนอการเสริมสร้างความรู้เรื่องมาตรฐานการกรองน้ำเพื่อชุมชน เพื่อแก้ปัญหาเรื่องน้ำดื่มที่ไม่สะอาดและไม่ได้มาตรฐาน ในช่วง ๕๐ ปี วว. มีผลงานช่วยเหลือและแก้ปัญหากับประชาชนมากมาย ส่วนที่นำมาเสนอจึงเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น การช่วยเหลือสังคมจัดเป็นภารกิจที่สำคัญของ วว. เช่นกัน หากชุมชนที่ต้องการความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาในเรื่องการสร้างอาชีพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า และปัญหาจากน้ำดื่มในชุมชน อย่าลืมนึกถึง วว. นะคะ เราจะนำความรู้ความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปช่วยแก้ไขค่ะ



โซนสุดท้ายที่จะนำเสนอในงานครั้งนี้ ได้แก่ โซน TISTR MART ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับความสนใจเข้าชมจากนักชอปจำนวนมากเนื่องจากราคาถูกและมีคุณภาพ ดิฉันจึงเห็นเกือบทุกท่านที่เข้าในโซนนี้จะต้องหิ้วกันพะรุงพะรังเลยทีเดียว เรามาดูกันดีกว่าค่ะว่ามีอะไรน่าสนใจบ้าง จากที่เห็น ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปต่างๆ เช่น สินค้ายอดฮิตและขายดี ได้แก่ กระท้อนแช่อิ่มอบแห้งและสตรอเบอรีแช่อิ่มที่แสนอร่อย มีพลังงานต่ำ ซอสจากฟักข้าว และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ส่วนเครื่องสำอางก็ไม่น้อยหน้าอาหารแปรรูปเลยนะคะ เช่น ครีมลดฝ้าและริ้วรอย ครีมกันแดดจากธรรมชาติล้วนๆ เครื่องประทินผิวจากฟักข้าว และลองกองมากมายหลายชนิดให้เลือกซื้อกัน ผลิตภัณฑ์ป้องกันแผลเป็นนูน และโทนิกบำรุงศีรษะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์สิ่งพิมพ์จากผลงานวิจัยของ วว. และผลิตภัณฑ์ OTOP มากมายหลายชนิด เช่น เซรามิกที่ออกแบบทันสมัย น้ำพริก ฯลฯ ยังไม่หมดนะคะ เรายังนำต้นชมจันทร์ ต้นผักกูด ต้นผักหวานป่า ชะอม ต้นน้อยหน่าเพชรปากช่องมาจำหน่ายในราคาถูกเช่นกัน

เมื่อจินตนาการถึงจุดชอปปิ้ง เห็นคนซื้อๆ และหิ้วเดินกลับกันเริ่มเหนื่อยใช่ไหมคะ ดิฉันก็เหนื่อยค่ะแต่สนุกเพราะว่าได้มีโอกาสนำเสนอส่วนที่เก็บตกเล็กๆ น้อยๆ มาให้ได้ทราบและหวังว่าคงจะได้ความรู้กันไม่มากก็น้อยนะคะ แต่ดิฉันอยากจะแจ้งให้ทราบว่าใครที่มาชมงานเรามีแผ่นซีดี "อบรมอาชีพ ๕๐ นาที ๕๐ ปี วว." แจกฟรีทุกท่านเลยค่ะ อย่างไรก็ตาม ดิฉันไม่แน่ใจว่ายังมีเหลืออยู่หรือไม่ ถ้าใครสนใจ สอบถามที่ Call Center วว. เบอร์ ๐ ๒๕๗๗ ๙๓๐๐ นะคะ ขอยืนยันว่าของเขาดีจริงๆ ค่ะ สุดท้ายนี้ ดิฉันคงต้องลาท่านสมาชิกและท่านผู้อ่านไปก่อน แล้วพบกันใหม่ในงานครบรอบปีต่อไปนะคะ สวัสดีค่ะ

บทบาทนักเคมีผ่าน "เคมีสีเขียว" จากทฤษฎีสู่ยุทธศาสตร์แห่งชาติ

Chemist's Role on "Green Chemistry" From Theory to National Strategy

ดร. นพพร ทัศนา
ห้องปฏิบัติการเภสัชเคมี สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ (CRI)
54 ถนนกำแพงเพชร 6 ตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
nopporn@cri.or.th

บทคัดย่อ

แนวคิดและหลักการของ "เคมีสีเขียว" ได้มีการนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยการเลือกใช้ตัวทำละลายที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานทางเลือกที่มีประสิทธิภาพอย่างพลังงานไมโครเวฟ ตลอดจนการใช้วัฏภาคของแข็งและการลดการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ "เคมีสีเขียว" เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัยภายใต้ยุทธศาสตร์แห่งชาติ ในการลดความเสี่ยงและอันตรายจากการใช้สารเคมี พร้อมข้อเสนอแนะด้านบทบาทของนักเคมีต่อเวทีสาธารณะของสิ่งแวดล้อมและแผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ

คำสำคัญ: เคมีสีเขียว สิ่งแวดล้อม พลังงานทางเลือก การเลือกใช้ตัวทำละลาย การจัดการสารเคมี ยุทธศาสตร์แห่งชาติ

บทนำ

"เคมีสีเขียว" (Thasana 2010) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ยึดหลักปรัชญาของกระบวนการออกแบบและสังเคราะห์วัสดุหรือสารเคมี โดยการลด ละเว้นหรือหลีกเลี่ยงการใช้หรือสังเคราะห์สารที่ก่อให้เกิดอันตรายและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นกระบวนการหรือขั้นตอนทางเคมี รวมถึงการวางแผนการปฏิบัติการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นหัวใจและกลไกสำคัญของ "เคมีสีเขียว" ต่างจากเคมีสิ่งแวดล้อม (environmental chemistry) (Williams 2001) ศึกษาถึงสาเหตุ แหล่งที่มา ปฏิกิริยาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางอากาศ ดิน และน้ำ รวมถึงผลกระทบต่อกิจกรรมในการดำรงชีวิตของมวลมนุษย์อันเนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์สารหรือใช้สารเคมีในลักษณะต่างๆ

"เคมีสีเขียว" สามารถสอดแทรกอยู่ได้ในเคมีพื้นฐานแขนงต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอินทรียเคมี (organic chemistry) อนินทรียเคมี (inorganic chemistry) ชีวเคมี (biochemistry) เคมีชีวภาพ (chemical biology) เคมีวิเคราะห์ (analytical chemistry) หรือแม้แต่เคมีเชิงฟิสิกส์ (physical chemistry) ตลอดจนมีการประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมที่มีการใช้ประโยชน์ของกระบวนการทางเคมีในแขนงต่างๆ กัน เช่น ปิโตรเคมี พอลิเมอร์ นาโนเทคโนโลยี เป็นต้น ทั้งนี้ด้วยจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ การทำให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด แต่เพิ่มประสิทธิผลและศักยภาพของกระบวนการผลิตและสังเคราะห์ รวมไปถึงการนำไปใช้ประโยชน์ด้วย

Anastas (2010) และ Warner (2008) ได้คิดหลักการ ของการพัฒนา "เคมีสีเขียว" ไว้ 12 ข้อ ดังนี้

1. ป้องกันการเกิดของเสีย (prevent waste) โดยการออกแบบกระบวนการการสังเคราะห์ที่ไม่ก่อให้เกิดของเสียเพื่อจะได้ไม่ต้องมีการกำจัดในภายหลัง

2. ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นพิษ (design safer chemicals and products) เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีพิษน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

3. ออกแบบกระบวนการสังเคราะห์ที่ไม่เป็นอันตราย (design less hazardous chemical synthesis) โดยการใช้ หรือสังเคราะห์สารที่เป็นพิษน้อยหรือไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

4. ใช้สารหรือวัตถุดิบที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (use renewable feedstock) ซึ่งรวมถึงการใช้วัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่ทิ้งแล้วจากกระบวนการอื่นๆ

5. ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (use catalysts) ที่มีประสิทธิภาพ โดยหลีกเลี่ยงการใช้สารทำปฏิกิริยาในปริมาณมาก (stoichiometric reagents) ปฏิกิริยาที่มีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้เกิดของเสียในปริมาณที่น้อยและสามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้งในปฏิกิริยาแบบเดียวกัน

6. หลีกเลี่ยงการทำอนุพันธ์ที่ไม่จำเป็น (avoid chemical derivatives) เช่น การใส่หมู่ป้องกัน (protecting groups) ที่ต้องมีการเอาออกในภายหลัง ขั้นตอนของการใส่หมู่ป้องกันและการเอาออก อาจจะเป็นการสร้างของเสียขึ้นมาได้

7. ทำปฏิกิริยาที่ให้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด (maximize atom economy) (Chao-Jun and Barry 2008) โดยการออกแบบกระบวนการที่ให้ผลิตผลอันเกิดจากการรวมตัวของมวลสารตั้งต้นสูงสุด และมีการสูญเสียมวลสารที่ใช้น้อยที่สุด

$$\text{\% Atom Economy} = \frac{\text{Molecular Weight of desired product}}{\text{Molecular Weight of all reactants}} \times 100\%$$

8. ใช้ตัวทำละลายและกระบวนการที่ปลอดภัย (use safer solvents and reaction conditions) ตัวทำละลายที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (supercritical CO_2) และตัวทำละลายมีประจุ (ionic liquids) ในขณะที่ตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนมากไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากการหลีกเลี่ยงการใช้สภาวะที่เป็นพิษ มีกรดหรือด่างรุนแรง

9. เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน (increase energy efficiency) เช่น การทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิปกติ แต่ภายใต้สภาวะความดันสูง จะช่วยทำให้ปฏิกิริยามีประสิทธิภาพมากขึ้น

10. การออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วไม่เป็นอันตราย (design chemicals and products to degrade after use) ภายหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์หรือสารที่ได้จากกิจกรรมนั้นๆ จะต้องมีการสลายตัวในรูปที่ไม่เป็นอันตรายหรือสะสมในสิ่งแวดล้อม

11. มีกระบวนการวิเคราะห์เพื่อป้องกันการเกิดมลภาวะ (analyze in real time to prevent pollution) ของผลข้างเคียงจากปฏิกิริยาโดยการตรวจสอบและควบคุมตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนเสร็จสิ้น จะสามารถลดหรือกำจัดการเกิดผลข้างเคียงได้

12. ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (minimize the potential for accidents) โดยการออกแบบและควบคุมปฏิกิริยาทั้งในสภาวะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส เพื่อป้องกันมิให้เกิดการระเบิด ลุกติดไฟ หรือถูกปลดปล่อยสู่ธรรมชาติ

การพัฒนากระบวนการสังเคราะห์สารเคมีโดย "เคมีสีเขียว" เป็นวิธีการที่กำลังมีการศึกษาอย่างมากในต่างประเทศ รวมถึงในห้องปฏิบัติการเคมีของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ทั้งนี้เพื่อลดขั้นตอนในการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการห้ามใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นสิ่งที่มีความยุ่งยากในห้องปฏิบัติการทางเคมี การเลือกใช้ตัวทำละลายสีเขียวในปฏิกิริยาเคมีจึงเริ่มได้รับการพิจารณามากขึ้น ทั้งในกระบวนการผลิตของห้องปฏิบัติการเภสัชเคมีและบริษัทผู้ผลิตยา เช่น Pfizer (Alfonsi *et al.* 2008) บนพื้นฐานของ Environmental Health and Safety (EHS) ได้แก่

1. Worker safety
2. Process safety
3. Environmental and regulatory considerations

การแบ่งชนิดของตัวทำละลายตามหลักการดังกล่าว ซึ่งครอบคลุมชนิดของตัวทำละลายที่ถูกใช้ในห้องปฏิบัติการเภสัชเคมีเกือบทั้งหมด สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 1 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการแนะนำให้ใช้ (Preferred) กลุ่มที่สามารถใช้ได้ (Usable) และกลุ่มที่ไม่แนะนำให้ใช้ (Undesirable) (Alfonsi *et al.* 2008)

Preferred	Usable	Undesirable
Water	Cyclohexane	Pentane
Acetone	Hepatane	Hexane(s)
Ethanol	Toluene	Di-isopropyl ether
2-Propanol	Methylcyclohaxane	Diethyl ether
1-Propanol	Methyl t-butyl ether	Dichloromethane
Ethyl acetate	Isooctane	Dichloroethane
Isopropyl acetate	Acetonitrile	Chloroform
Methanol	Tetrahydrofuan (THF)	Dimethyl formamide
Methyl ethyl ketone	2-MethylTHF	*N*-Methylpyrrolidinone
1-Butanol	Xylenes	Pyridine
t-Butanol	Dimethyl sulfoxide	Dimethyl acetate
	Acetic acid	Dioxane
	Ethylene glycol	Dimethoxyethane
		Benzene
		Carbon tetraachloride

รูปที่ 1 แนวทางการเลือกใช้ตัวทำละลายสำหรับเภสัชเคมีของ Pfizer
ที่มา: Alfonsi *et al.* (2008)

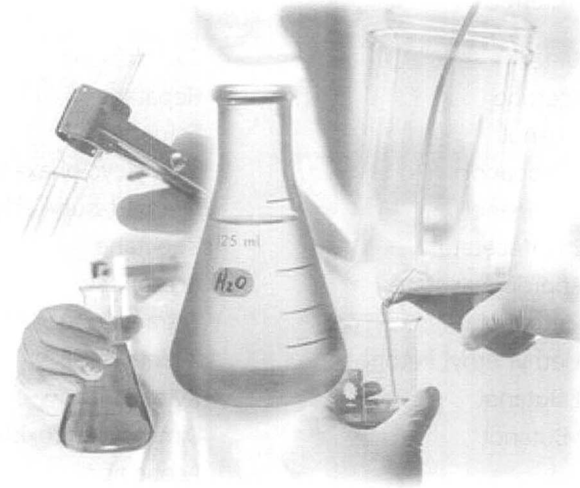
นอกจาก benzene และ carbon tetrachloride ที่ถูกผลักดันให้ยกเลิกการใช้และให้ใช้ตัวทำละลายทางเลือกแล้ว ตัวทำละลายกลุ่ม Undesirable หลายชนิดมีจุดวาบไฟต่ำ มีความเป็นพิษสูง และเป็นสารก่อมะเร็งหลายชนิดจัดเป็น hazardous airborne pollutant (HAP) ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศยุโรปมีการหลีกเลี่ยงหรือห้ามใช้ อย่างไรก็ตาม เพื่อลดปัญหาทางจิตวิทยาต่อนักวิจัย ในการห้ามใช้ “Don’t use” ตัวทำละลาย จึงมีการกำหนดตารางการเลือกใช้ “Use this instead” สำหรับตัวทำละลายทางเลือก (alternative solvents) (Alfonsi *et al.* 2008)

ตารางที่ 1 การเลือกใช้ตัวทำละลาย (solvent replacement)

ตัวทำละลายที่ควรหลีกเลี่ยง (undesirable solvents)	ตัวทำละลายทางเลือก (alternative solvents)
Pentane	Heptane
Hexane(s)	Heptane
Di-isopropyl ether or diethyl ether	2-MeTHF or methyl *t*-butyl ether (MTBE)
Dioxane or dimethoxyethane	2-MeTHF or methyl *t*-butyl ether (MTBE)
Chloroform, dichloroethane or carbon tetrachloride	Dichloromethane
Dimethyl formamide, dimethyl acetamide or *N*-methylpyrrolidinone	Acetonitrile
Pyridine	Et_3N (if pyridine used as base)
Dichloromethane (extractions)	EtOAc, MTBE, Toluene, 2-MeTHF
Dichloromethane (chromatography)	EtOAc/heptanes
Benzene	Toluene

ที่มา: Alfonsi *et al.* (2008)

ตัวทำละลายทางเลือกส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติทางเคมีหรือบทบาทหน้าที่ใกล้เคียงกัน เช่น heptanes มีจุดวาบไฟที่สูงกว่า pentane จึงลดความเสี่ยงได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อโต้เถียงในประเด็นการเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (chlorinated solvent) อยู่บ้าง แต่ก็มีการอนุโลมให้ใช้ dichloromethane แทน chlorinated solvent อื่นๆ เช่น chloroform ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยา ในขณะที่ EtOAc MTBE และ 2-MeTHF สามารถใช้เป็นทางเลือกแทนการใช้ dichloromethane ในขั้นตอนการสกัดสาร เป็นต้น

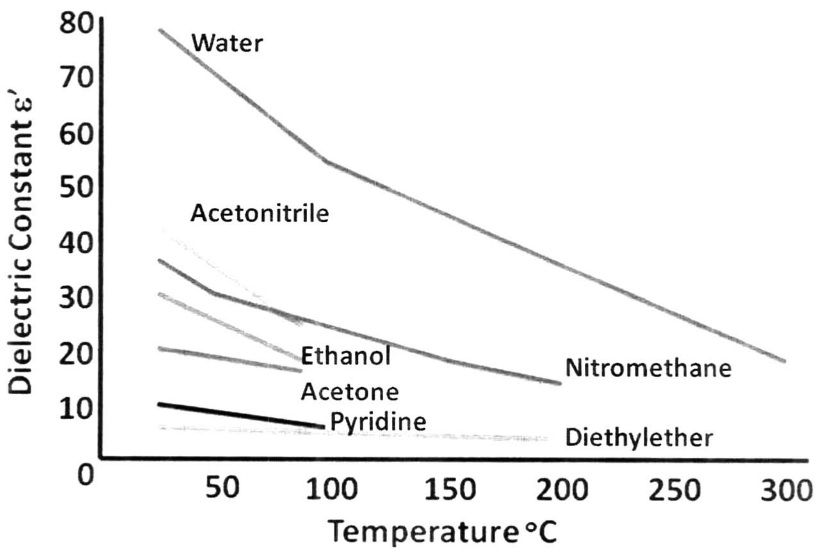


รูปที่ 2 การใช้น้ำเป็นตัวทำละลายใน "เคมีสีเขียว"

ผลการวิจัย

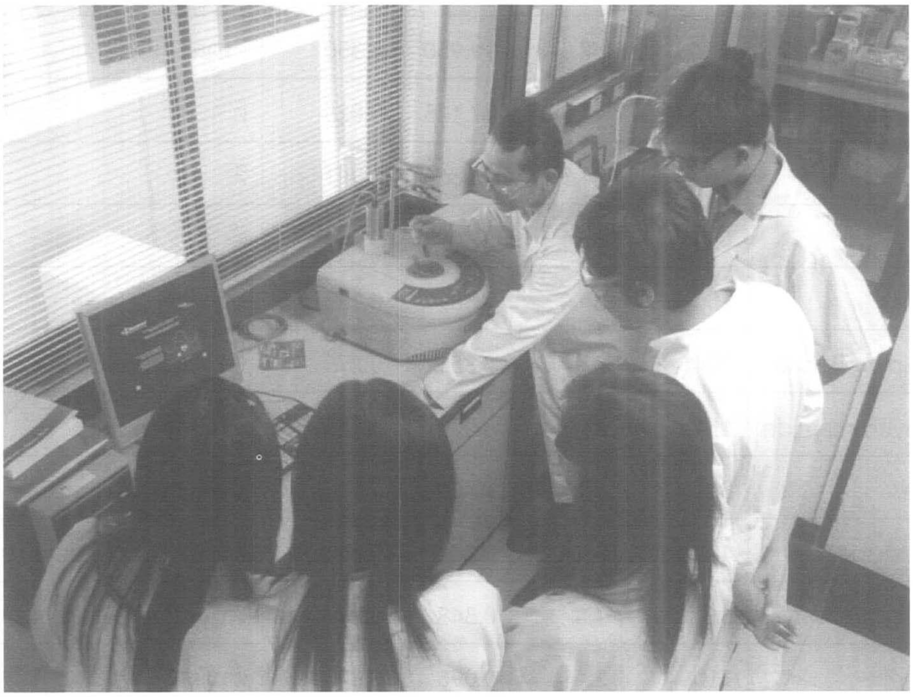
การวิจัยและศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ใหม่เพื่อการสังเคราะห์สารที่มีฤทธิ์ทางยาที่ห้องปฏิบัติการเภสัชเคมีของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ และโครงการบัณฑิตศึกษา สาขาเคมีชีวภาพ ของสถาบันบัณฑิตศึกษาจุฬาภรณ์ ได้ให้ความสำคัญกับการใช้ตัวทำละลายสีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นทางเลือกในปฏิกิริยาเคมี "น้ำ" (Narayan *et al.* 2005 ; Hayashi 2006) จึงเป็นคำตอบของกระบวนการสังเคราะห์แบบใหม่ที่พัฒนาขึ้น โดยคำนึงถึงความจำเป็นของการใช้น้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งมีความหมายต่อการแยกสารระหว่างสารอินทรีย์เคมีที่ละลายและไม่ละลายในชั้นน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2 เช่นเดียวกับความจำเป็นในกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ที่ต้องคำนึงถึงปัญหาสภาวะแวดล้อมด้วย ทั้งนี้เป็นไปตามหลักการของ "เคมีสีเขียว" ข้อที่ 8

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาวิจัยการใช้พลังงานทางเลือกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการต่างๆ และลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นไปตามหลักการของ "เคมีสีเขียว" ข้อที่ 9 เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน (increase energy efficiency) เช่น การทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิปกติ แต่ภายใต้สภาวะความดันสูงจะช่วยทำให้ปฏิกิริยามีประสิทธิภาพมากขึ้น

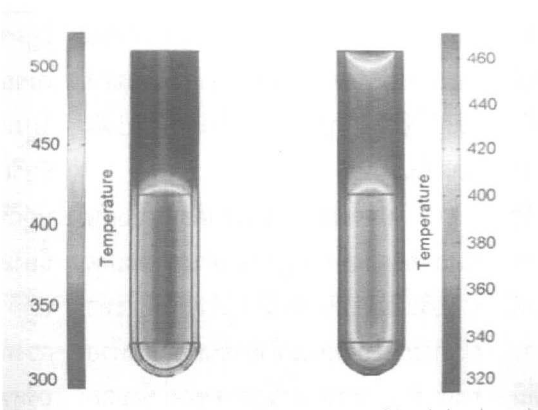


รูปที่ 3 สภาวะน้ำร้อนยิ่งยวด (supercritical water) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับตัวทำละลายอื่นๆ
ที่มา: Kappe and Stadler (2005)

การนำพลังงานไมโครเวฟมาใช้ ถือเป็นทางเลือกใหม่ (Kappe and Stadler 2005) ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการทำปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ที่รวมถึงการสร้างพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน (Worayuthakarn *et al.* 2008 ; Thasana, Bjerke-Kroll and Ruchirawat 2008) หรือคาร์บอนกับเฮเทอโรอะตอมต่างๆ เช่น ไนโตรเจน (Boonya-udtayan *et al.* 2010) หรือออกซิเจน (Thasana *et al.* 2007) ประโยชน์ของการนำพลังงานไมโครเวฟมาใช้ในปฏิกิริยาทางเคมีช่วยทำให้เกิดความเชื่อมโยงของเคมีแนวใหม่กับพลังงานที่สะอาด นอกจากนี้พลังงานไมโครเวฟยังสามารถช่วยย่นระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาให้สั้นกว่าการใช้พลังงานแบบเดิม ถือเป็นการลดภาระการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5



รูปที่ 4 พลังงานไมโครเวฟใน "เคมีสีเขียว" ช่วยลดการใช้เวลาและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยา



รูปที่ 5 เปรียบเทียบพลังงานความร้อนของปฏิกิริยาที่ใช้ไมโครเวฟที่สามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 500 °ซ. (ภาพซ้าย) ในขณะที่การต้มให้ความร้อนสูงสุดเพียง 360 °ซ. (ภาพขวา) ที่จุดกึ่งกลางภาชนะ

การเลือกใช้ตัวทำละลายในปฏิกิริยาที่ใช้พลังงานไมโครเวฟเป็นอีกวิธีที่สอดคล้องกับหลักการของ "เคมีสีเขียว" ตัวทำละลายที่ใช้ในปฏิกิริยาไมโครเวฟส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่ได้รับการแนะนำให้ใช้ (preferred) และกลุ่มที่สามารถใช้ได้ (usable) โดยมีการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ตัวทำละลายในปฏิกิริยาไมโครเวฟในแต่ละปฏิกิริยา จึงควรพิจารณาจากค่าการดูดกลืนพลังงาน (Tan δ) และกลุ่มของตัวทำละลายสีเขียว

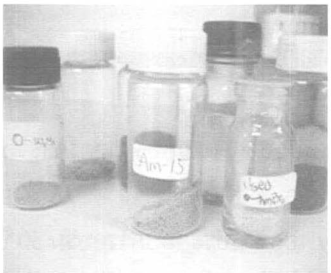
ตารางที่ 2 คุณสมบัติการดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟของตัวทำละลายสีเขียว

ตัวทำละลาย	b.p. (°C)	ε'	ε''	Tan δ	การดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟ
Ethylene glycol	197	37.0	49.950	1.350	ดีมาก
Dimethyl sulfoxide	189	45.9	37.125	0.825	ดี
Ethanol	78	24.3	22.866	0.941	ดี
Methanol	63	32.6	21.483	0.659	ดี
Water	100	80.4	9.889	0.123	ปานกลาง
1-Methyl-2-pyrrolidone	204	32.2	8.855	0.275	ปานกลาง
N,N-dimethylformamide	154	37.7	6.070	0.161	ปานกลาง
Acetonitrile	81	37.5	2.325	0.062	ปานกลาง
Dichloromethane	40	9.1	0.382	0.042	ต่ำ
Tetrahydrofuran	66	7.4	0.348	0.047	ต่ำ
Toluene	110	2.4	0.096	0.040	ต่ำมาก

ที่มา : Kappe and Stadler (2005)

นอกจากนี้ การศึกษาการใช้วัฏภาคของแข็งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่แสดงผลอย่างมีนัยสำคัญต่องานวิจัยทางเคมีสังเคราะห์ และช่วยในการลดการใช้ตัวทำละลายภายหลังปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์ รวมถึงกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีโครมาโทกราฟี ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ "เคมีสีเขียว" ข้อที่ 1 และ 3 เป็นที่ทราบกันดีว่า การใช้วัฏภาคของแข็งในการพัฒนากระบวนวิธีการสังเคราะห์สารที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน สามารถจำแนกได้เป็นสองแนวทาง คือ การนำสารสำคัญไปจับกับวัฏภาคของแข็ง และการใช้รีเอเจนต์ที่อยู่บนวัฏภาคของแข็ง การจะเลือกใช้แนวทางใดขึ้นอยู่กับเป้าหมายและลักษณะของงาน ตลอดจนความหลากหลายของวัสดุที่ใช้ผลิตวัฏภาคของแข็งโดยทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 6

ในกรณีแรกที่สารสำคัญไปจับกับวัฏภาคของแข็ง ปฏิกิริยาต่างๆ จะเกิดบนบริเวณผิวสัมผัสที่มีหมู่สำหรับการทำปฏิกิริยา ไปจนกระทั่งถึงขั้นตอนสุดท้ายจึงกำจัดเอาส่วนของวัฏภาคของแข็งออกไป โดยเป็นการทำสารให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนเดียว อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์และตรวจสอบปฏิกิริยายังมีข้อจำกัดและอาจต้องใช้วิธีการเฉพาะ โดยการนำส่วนของวัฏภาคของแข็งบางเม็ดไปทำการวิเคราะห์ ในขณะที่แบบที่สองซึ่งรีเอเจนต์จับอยู่บนวัฏภาคของแข็ง จะทำหน้าที่แบบเดียวกับรีเอเจนต์ปกติและสามารถนำออกจากปฏิกิริยาได้ง่ายโดยผ่านการกรอง นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของปฏิกิริยาได้ตามวิธีการปกติทางโครมาโทกราฟี อย่างไรก็ดี กระบวนการทำสารให้บริสุทธิ์ในแต่ละขั้นตอนอาจเป็นสิ่งจำเป็น แม้ว่าสารวัฏภาคของแข็งและตัวกำจัดผลข้างเคียงจะช่วยลดปัญหานี้ไปได้ส่วนหนึ่งแล้วก็ตาม



ภาพที่ 6 การใช้รีเอเจนต์ชนิดที่จับอยู่บนวัฏภาคของแข็ง ช่วยลดการใช้ตัวทำละลายภายหลังปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์

การคิดค้นและพัฒนาหลักการใหม่ในกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีโดยการใช้วัฏภาคของแข็ง จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ดังแสดงให้เห็นจากผลงานจากห้องปฏิบัติการเภสัชเคมี มีการใช้สารรีเอเจนต์ในรูปของวัฏภาคของแข็ง (Batsomboon *et al.* 2009 ; Tangdenpaisal *et al.* 2009) ที่ให้ผลทางเคมีอย่างเฉพาะเจาะจงระดับดีถึงดีเยี่ยม ยิ่งไปกว่าการใช้ปฏิกิริยาในตัวทำละลายเคมีตามปกติ นอกจากนี้โดยหลักการแล้ว การใช้วัฏภาคของแข็งมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ สามารถนำกลับมาสร้างใหม่และใช้ซ้ำติดต่อกันได้ ซึ่งเป็นไปตามหลักการของ "เคมีสีเขียว" ข้อที่ 4 การใช้สารหรือวัตถุดิบที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (use renewable feedstock)

ข้อเสนอแนะ

จากความสำเร็จในการพัฒนากระบวนการการสังเคราะห์สาร ในสภาวะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงองค์ความรู้ในห้องปฏิบัติการ แต่แสดงถึงความมุ่งมั่นอย่างแท้จริงในการพัฒนา "เคมีสีเขียว" ให้สามารถนำมาใช้ได้จริง และเป็นอีกบทบาทหนึ่งของนักเคมี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคการศึกษาในสังคม ควรริเริ่มให้เป็นแบบอย่างอันดีต่อภาคประชาชนและภาคอุตสาหกรรม

บทบาทของนักเคมี (ตันตยานนท์ 2553) จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประดิษฐ์ และคิดค้นกระบวนการที่ส่งเสริมให้เกิดพลวัตสู่ "เคมีสีเขียว" โดยการก้าวเดินร่วมไปพร้อมกับภาคประชาชน ในอันที่จะส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจและความชำนาญด้าน "เคมีสีเขียว" และร่วมกับภาคอุตสาหกรรมในการนำองค์ความรู้จากห้องปฏิบัติการสู่กระบวนการผลิตที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปจนถึงการร่วมมือกับภาครัฐเพื่อผลักดันให้เกิดมีกฎระเบียบของการจัดการสารเคมี

เป็นที่น่ายินดีอย่างยิ่งที่การจัดทำแผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555-2564) ซึ่งมีคณะอนุกรรมการฯ ประกอบด้วยทุกภาคส่วน ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ที่ให้มีการลดความเสี่ยงอันตรายจากสารเคมี และกำหนดกลวิธีให้มีการส่งเสริมการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีสีเขียว/เทคโนโลยีสะอาด (green/clean technology) ให้มีการเผยแพร่และส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมใช้หลักการเคมีสีเขียว (green chemistry principle) เป็นองค์ความรู้ในกระบวนการผลิตและกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้สอดรับกับเป้าหมายของยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศว่าด้วยการจัดการสารเคมี (Strategic Approach to International Chemicals Management : SAICM) (คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการสารเคมี 2554)

ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในด้านการจัดการสารเคมี นับวันจะประสบปัญหามากขึ้น และปัญหาก็ได้ทวีความรุนแรงส่งผลกระทบต่อทุกภาคส่วนมากขึ้น ทั้งด้านประชาชน ชุมชน สังคม สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม ที่ผูกโยงกันไว้ด้วยกลไกทางเศรษฐศาสตร์ของประเทศและของภูมิภาค จึงมิใช่เป็นบทบาทหรือความรับผิดชอบของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น

ดังนั้น ทุกภาคส่วนจึงควรมีส่วนร่วมกันในการจัดการสารเคมี เพื่อให้การใช้สารเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยหลักการพื้นฐานทั้ง 12 ข้อ ของ "เคมีสีเขียว" ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพกว้างครอบคลุมหลักการที่สำคัญที่สุด ได้ดังนี้

1. การออกแบบกระบวนการสังเคราะห์ให้ได้ผลิตผลมากที่สุด
2. การเลือกใช้กระบวนการที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
3. การออกแบบและเลือกใช้กระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
4. การจัดการของเสียที่ดีที่สุด คือการไม่สร้างของเสีย

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการสารเคมี. 2554. แผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2555-2564). นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข, 78 หน้า.

ตันตยานนท์, ศุภวรรณ. 2553. ทำไมจึงต้องสนใจ Green Chemistry. เอกสารประกอบการอบรม 30 ปี สมาคมเคมีแห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ของศาสตราจารย์ ดร.สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี, หน้า 93-107.

Alfonsi, K., Colberg, J., Dumn, P. J., Fevig, T., Jennings, S., Johnson, T. A., Kleine, H. P., Knight, C., Nagy, M. A., Perry, D. A. and Stefaniak, M., 2008. Green chemistry tools to influence a medicinal chemistry and research chemistry based organisation. *Green Chem*., **10**, pp. 31-36.

Anastas, P. and Eghbali, N., 2010. Green Chemistry: Principles and Practice. *Chem. Soc. Rev*., **39**, pp. 301-312.

Batsomboon, P., Phakhodee, W., Ruchirawat, S. and Ploypradith, P., 2009. Generation of ortho-quinone methides by p-TsOH on silica and their hetero-Diels-Alder reactions with styrenes. *J. Org Chem*., **74**, pp. 4009-4012.

Boonya-udtayan, S., Yotapan, N., Woo, C., Bruns, C. J., Ruchirawat, S. and Thasana, N., 2010. Synthesis and biological activities of azalamellarins. *Chem. Asian. J*., **5**, pp. 2113-2123.

Chao-Jun, L. and Barry, M. T., 2008. Green Chemistry for Chemical Synthesis. *PNAS*, **105**, pp. 13197-13202.

Hayashi, Y., 2006. In Water or in the Presence of Water? Angew. *Chem. Int. Ed*., **45**, pp. 8103 – 8104.

Kappe, C. O. and Stadler, A., 2005. Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry. Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Narayan, S., Muldoon, J., Finn, M. G., Fokin, V. V., Kolb, H. C. and Sharpless, K. B., 2005. Unique Reactivity of Organic Compounds in Aqueous Suspension. Angew. *Chem. Int. Ed*., **44**, pp. 8103 – 8104.

Tangdenpaisal, K., Sualek, S., Ruchirawat, S. and Ploypradith, P., 2009. Factors affecting orthogonality in the deprotection of 2,4-diprotected aromatic ethers employing solid-supported acids. *Tetrahedron*, **65**, pp. 4316-4325.

Thasana, N., 2010. Twelve Principles of Green Chemistry. *Pharma Time*, **8**, pp. 31-33.

Thasana, N., Bjerke-Kroll, B. and Ruchirawat, S., 2008. A facile synthesis of telisatin A via microwave-promoted annulation and Reformatsky reaction. *Synlett*., **4**, pp. 505-508.

Thasana, N., Worayuthakarn, R.,Kradanrat, P., Hohn, E., Young, L. and Ruchirawat, S., 2007. Copper(I)-mediated and microwave-assisted C_{aryl}-$O_{carboxylic}$ coupling: Synthesis of benzopyaranones and isolamellarin alkaloids. *J. Org. Chem*., **72**, pp. 9379-9382.

Warner, J.C., 2008. Green Chemistry Initiative. [online]. Available at : http://www.dtsc.ca.gov/PollutionPrevention/Green Chemistry Initiative. [accessed 3 June 2013].

Williams, I., 2001. Environmental Chemistry, A Modular Approach. New Jersey : Wiley.

Worayuthakarn, R., Boonya-udtayan, S., Arom-oon, E., Ploypradith, P., Ruchirawat, S. and Thasana, N., 2008. Synthesis of unsymmetrical benzil licoagrodione. *J. Org. Chem*., **73**, pp. 7432-7435.

ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท

ฉบับที่ 124 (กรกฎาคม-กันยายน 2556)

กนกพร เนียมศรี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การทำอาหารบรรจุกระป๋องที่บ้าน

สวัสดีค่ะ บ้านเราในช่วงนี้มีผลไม้หลากหลายออกมาให้เราได้รับประทานกันอยู่หลายชนิด อาทิเช่น เงาะ ลองกอง ทุเรียน ลิ้นจี่ มังคุด เป็นต้น ซึ่งบางทีเราอาจทานไม่หมดหรือต้องการหาวิธีที่จะเก็บผลไม้ในหน้านี้ไว้ทานในช่วงเวลาอื่นๆ ที่ไม่ใช่ฤดูของผลไม้นั้น ดังนั้น ในครั้งนี้จึงขอแนะนำวิธีการทำอาหารบรรจุกระป๋องที่บ้าน โดยใช้ขวดแก้วบรรจุแทนกระป๋อง

การทำอาหารบรรจุขวดหรือกระป๋อง เป็นวิธีการถนอมอาหารที่ทำมานานกว่า 150 ปี ในประเทศต่างๆ ในโลกตะวันตก การถนอมด้วยวิธีนี้ได้รับความนิยมและสนใจจากคนทั่วไปเพราะสามารถทำได้ในครัวเรือน และเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ สามารถรักษาอาหารให้อยู่ในสภาพคล้ายอาหารสดมากกว่าอาหารที่ผ่านการถนอมอาหารแบบเก่า 2 วิธี คือ การตากแห้งและการหมักดอง การถนอมอาหารด้วยวิธีนี้ ถ้าทำเพียงบริโภคในครัวเรือน ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องมืออะไรมากนัก แต่ถ้าเป็นอุตสาหกรรมก็จำเป็นต้องมีเครื่องมือเฉพาะ มีการลงทุนปานกลาง และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ยากหรือสลับซับซ้อนมากนัก

วิธีการทำอาหารบรรจุขวดหรือกระป๋องที่ทำกันในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี หลักๆ ดังนี้

1. การทำอาหารในภาชนะเปิด (open kettle) แล้วจึงบรรจุลงในภาชนะ คือ การปรุงแต่งและทำให้อาหารสุก จนสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ในภาชนะที่เปิด แล้วจึงบรรจุลงในภาชนะในบรรยากาศธรรมดา เช่น การกวน การทำแยม เยลลี หรือซอสรสจัด เป็นต้น

วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุด ใช้เครื่องมือน้อย แต่ผลิตผลอาจเก็บไว้ได้ไม่นานโดยอาจมีราขึ้นได้ วิธีป้องกันได้โดยการใส่น้ำมันพาราฟินลงบนผิวหน้าอาหาร หรืออาจใช้วิธีนำขวดที่บรรจุอาหารแล้วไปต้มฆ่าเชื้ออีกครั้งก่อนเก็บ เป็นต้น

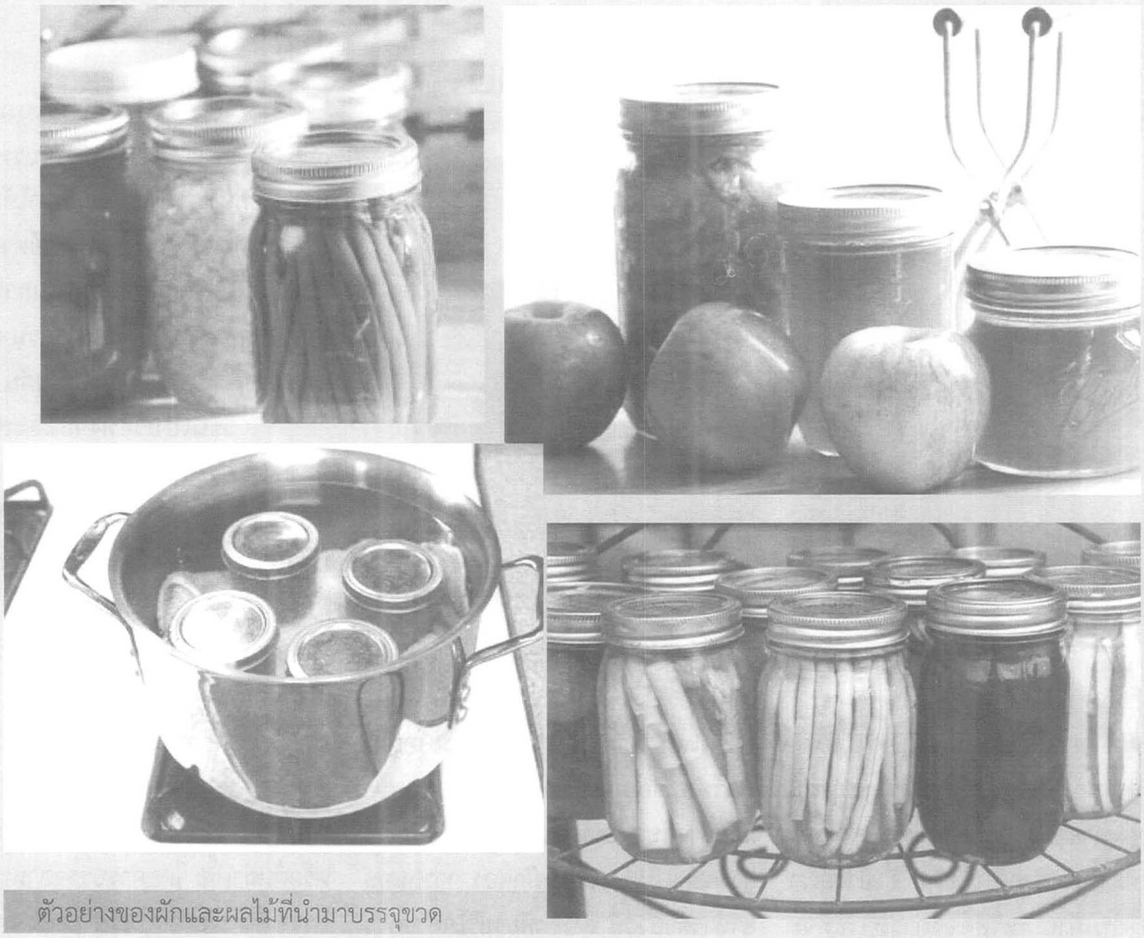
2. การบรรจุอาหารแล้วจึงอบหรือนำไปฆ่าเชื้อ คือ การนำอาหารที่ดิบหรือสุกบรรจุลงในภาชนะแล้วจึงปิดผนึกหรือต้มฆ่าเชื้อ โดยการบรรจุอาหาร การบรรจุเย็น เรียกว่า cold pack ส่วนการบรรจุอาหารขณะร้อน เรียกว่า hot pack

3. การบรรจุอาหารในสุญญากาศ คือ การฆ่าเชื้ออาหารและภาชนะต่างหาก แล้วจึงบรรจุในสภาวะสุญญากาศ วิธีการนี้เป็นวิธีการใหม่ ซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องการเครื่องมือพิเศษหลายอย่าง แต่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีมาก ฉะนั้น ในอนาคตอันใกล้นี้อุตสาหกรรมอาหารกระป๋องส่วนมากจะหันมาใช้วิธีการนี้มากขึ้น

ในการถนอมอาหาร ก่อนที่เราจะนำผลไม้ต่างๆ ที่เราต้องการนั้นมาบรรจุขวด ต้องทราบกระบวนการต่างๆ เช่น ผลไม้เชื่อม กวน แช่อิ่ม ลอยแก้ว แยมผลไม้ เป็นต้น ซึ่งวิธีการปรุงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิดผลไม้ที่จะนำมาบรรจุขวด

เมื่อเราได้วิธีการหรือสูตรการปรุงผลไม้ต่างๆ ที่เราชอบและต้องการถนอมอาหารโดยการบรรจุขวด เราต้องคำนึงถึงความสะอาดและต้องฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยนำขวดแก้วที่เตรียมไว้ก่อนที่จะบรรจุอาหารมานึ่งหรือต้มขวด ฝา รวมถึงทัพพีที่ใช้ตักด้วย

จากนั้นเมื่อบรรจุอาหารแล้วจึงเตรียมหม้อแล้ววางผ้าขาวบางให้หนา เติมน้ำให้ท่วมผ้าขาวบาง แล้วจึงนำขวดที่บรรจุอาหารแล้ววางทับผ้าขาวบางและปิดฝาหม้อ นึ่งอีกประมาณ 15 นาที เพียงเท่านี้เราก็สามารถถนอมอาหารของเราให้รับประทานที่บ้านได้อย่างสะอาดและเก็บได้นาน



ตัวอย่างของผักและผลไม้ที่นำมาบรรจุขวด

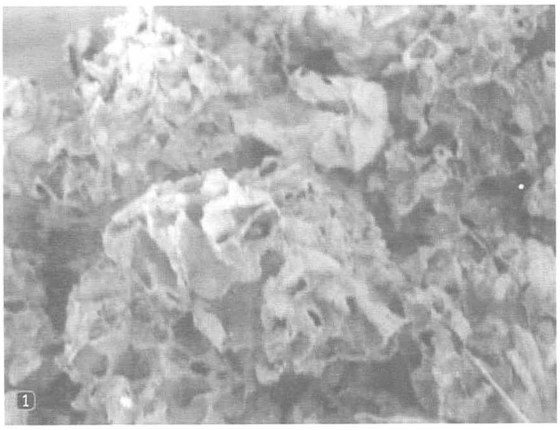
เอกสารอ้างอิง

ฉายประทีป, ธนภรณ์. 2556. การทำอาหารบรรจุขวดหรือกระป๋อง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.kasetporpeangclub.com, [เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2556].

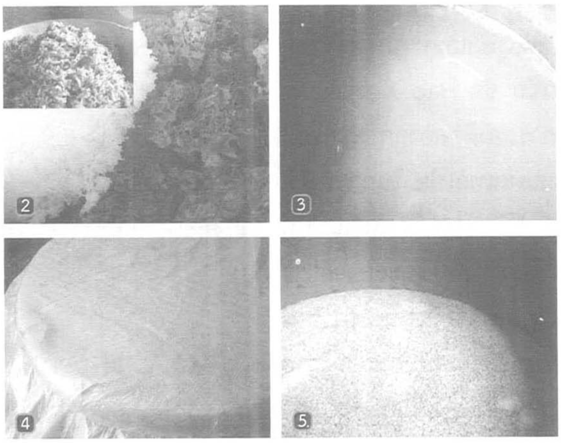
Beginners Guide to Canning Food, 2013. [Online]. Available at: http://www.grit.com/garden/preserving/guide-to-canning-food.aspx?page=4#axzz2YQI2f9HR, [accessed: 10 June 2013].

การทำน้ำหมักจุลินทรีย์จากจาวปลวก

บทความนี้จะกล่าวถึงวิธีการทำน้ำหมักจุลินทรีย์จาก “จาวปลวก” ที่มีประสิทธิภาพ สามารถย่อยสลายฟางข้าวเป็นปุ๋ยบนพื้นนา โดยไม่ต้องเผาฟางข้าว ใช้เวลาประมาณ 7 วัน เมื่อนำไปราดบนขอนไม้ให้ชุ่มชื้นจะได้เห็ดโคน เนื่องจากมีเชื้อเห็ดโคนในจาวปลวก สามารถนำไปรดต้นไม้ พืชที่มีชีวิต ช่วยย่อยจุลินทรีย์ บำรุงดิน บำรุงต้น และเป็นปุ๋ยได้อย่างดี ซึ่งคิดค้นโดย ปราชญ์ชาวบ้าน คุณจักรภฤต บรรเจิดกิจ ชาวนาจังหวัดพิจิตร



จาวปลวกที่มีลักษณะเหมือนรังผึ้งที่ขุดได้



วิธีทำ

1. ขั้นตอนแรก คือ หาจอมปลวกตามหัวไร่และปลายนา จากนั้นขุดลงไปข้างในโพรงปลวกจะมี “จาวปลวก” ลักษณะเหมือนรังผึ้ง ให้นำออกมา ใช้ประมาณ 1 กิโลกรัม
2. นึ่งข้าวเหนียว (ใช้ข้าวสุกหรือข้าวเจ้าแทนได้) 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น ทุบจาวปลวกให้ป่นละเอียดแล้วนำมาผสมคลุกเคล้ากับข้าวเหนียวนึ่งที่เตรียมไว้
3. นำจาวปลวกที่ผสมกับข้าวเหนียวสุกแล้วมาหมักรวมกันโดยใส่ในน้ำ ประมาณ 20 ลิตร ให้ท่วม
4. ปิดฝา ทิ้งไว้ 7 วัน พร้อมบันทึกวันที่เริ่มทำ
5. เมื่อครบกำหนด 7 วัน จะมีฝ้าขาวขึ้นมาจึงสามารถนำไปใช้งานได้ หมัก

วิธีใช้

น้ำหมักจุลินทรีย์จากจาวปลวกในอัตราส่วนประมาณ 1 ลิตร /น้ำ 10 ลิตร ฉีดพ่นเพื่อย่อยสลายเศษวัชพืช (หมักทำปุ๋ยหมัก) หรือย่อยสลายตอซังข้าวก่อนทำการไถประมาณ 7 วัน หลัง-จากนั้นไถกลบ และสามารถนำไปรดโคนต้นเพื่อบำรุงพืชผลอื่นๆ ได้เช่นกันในอัตราส่วนข้างต้น โดยอัตราส่วนนี้ไม่คงที่ สามารถปรับได้ตามความเหมาะสมกับการใช้งาน

น้ำหมักจุลินทรีย์จากจาวปลวก

- นำไปราดบนขอนไม้ให้ชุ่มชื้นจะได้เห็ดโคน เนื่องจากมีเชื้อเห็ดโคนในจาวปลวก
- นำไปราดในนาให้ชุ่ม ช่วยย่อยสลายฟางข้าว เพื่อเป็นปุ๋ยบนพื้นนา โดยไม่ต้องเผาฟางข้าว ใช้เวลา 7 วัน
- นำไปรดต้นไม้ พืชที่มีชีวิต เพื่อใช้เป็นปุ๋ย ช่วยย่อยจุลินทรีย์ บำรุงดินและบำรุงต้น

ข้อดีของจุลินทรีย์ปลวก คือ ทำเองได้ง่าย ต้นทุนน้อย โดยไม่ต้องซื้อกากน้ำตาล มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายของแห้ง ไม้แห้ง และฟางข้าวได้

ส่วนข้อเสีย คือ มีกลิ่นค่อนข้างแรงจากข้าวสุกและโคนจากจาวปลวก

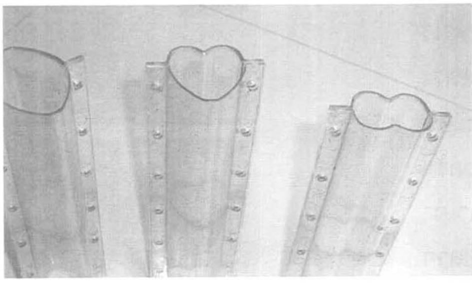
เอกสารอ้างอิง

มาทำจุลินทรีย์จากปลวกใช้กันเถอะ. 2556. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.kasetporpeangclub.com/, [เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2556].

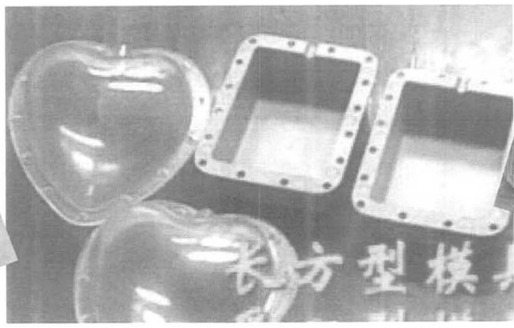
จีนปลูกลูกแพร์ให้มีลูกออกมาเป็นรูปทรงที่ต้องการ เพื่อเป็นสินค้าส่งออกทั่วโลก

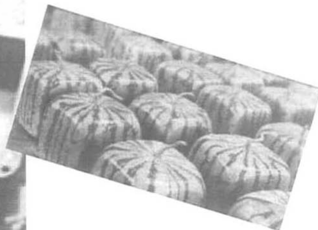
ประเทศจีนมีกรรมวิธีเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร โดยวิธีการทำให้ลูกแพร์มีลักษณะเป็นรูปทรงต่างๆ เช่น เจ้าแม่กวนอิม พระพุทธรูป และทารก ฯลฯ โดยเกษตรกรชาวจีน ชื่อ Hao Xianzhang ได้ใช้เวลาในการลองผิดลองถูกอยู่นานถึง 6 ปีกว่า ที่มณฑลเหอเป่ย ในการทำให้ลูกแพร์ออกผลมีลักษณะที่สมบูรณ์แบบภายในแม่พิมพ์แต่ละแบบ และผลจากการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรของเกษตรกรชาวจีนในครั้งนี้ นอกจากจะเพิ่มการจำหน่ายพืชผลทางการเกษตรแล้ว จีนยังได้เปิดตัวจำหน่ายแม่พิมพ์รูปร่างพระพุทธรูป หัวใจ หรือแม่พิมพ์สำหรับพืชผลชนิดอื่น เช่น แตงโม แตงกวา และรูปร่างต่างๆ อีกด้วย ซึ่งเกษตรกรอาจนำมาประยุกต์ใช้กับพืชผักบ้านเราได้เช่นกัน

รูปแบบแม่พิมพ์ในการทำให้พืชผลชนิดอื่นๆ นอกจากลูกแพร์ เช่น แตงกวาเป็นรูปหัวใจ และรูปดาว เป็นต้น



แม่พิมพ์สำหรับผลแตงโมทำเป็นรูปหัวใจและรูปสี่เหลี่ยม





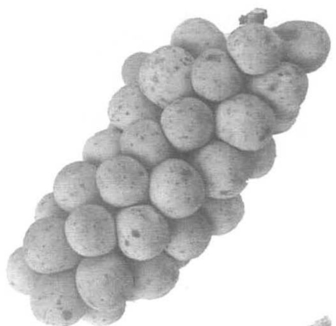
เอกสารอ้างอิง

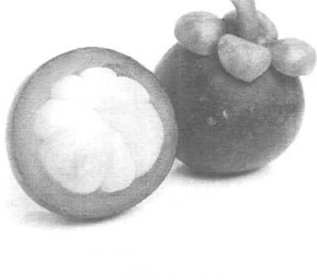
BUDDHA PEARS : Branching out the Buddha: The Chinese orchard growing pears in the image of religion's founder. 2013. [Online]. Available at: http://ecbuddhism.blogspot.com/2012/11/buddha-pears-branching-out-buddha.html, [accessed: 10 June 2013].

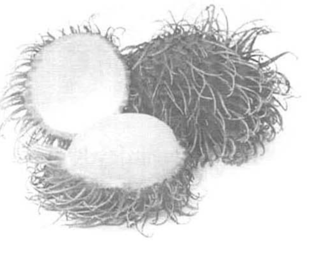
Grow your magic, a great creation of fruits. 2013. [Online]. Available at: http://www.fruitmould.com, [accessed: 10 June 2013].

วว. เร่งนำเทคโนโลยีช่วยเกษตรกร แปรรูปผลไม้ไทยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาด

วรรณรัตน์ วุฒิสาร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120







อากาศเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลกระทบจากโลกร้อน ทำให้ผลไม้ไทยในปีนี้ให้ผลผลิตพร้อมกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลให้มีผลผลิตล้นตลาดและมีราคาจำหน่ายต่ำ ดังนั้นเพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว เกษตรกรและผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในด้านการส่งออกผลไม้ในรูปผลิตภัณฑ์แปรรูปมากกว่าการส่งออกผลสด ซึ่งจะก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตการเกษตรต่อเนื่อง และนำเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเข้ามาช่วยยืดอายุผลผลิต เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการกีดกันด้านแมลง โรคพืช สารเคมีตกค้าง รวมทั้งสร้างความแตกต่างสินค้าด้วยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ทำให้เพิ่มมูลค่าของสินค้าในตลาดนานาชาติได้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการแปรรูปผลไม้ไทยได้หลากหลาย และมีความพร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบการฝึกอบรมให้แก่พี่น้องเกษตรกร ผู้ประกอบการ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต อาทิ

"เงาะ" ที่สามารถแปรรูปได้หมดทั้งผลออกมาเป็น 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1. น้ำเงาะเข้มข้น 2. เนื้อเงาะแผ่นกรอบ 3. เงาะแช่อิ่มอบแห้งในน้ำเสาวรส 4. น้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำเงาะ 5. เมล็ดเงาะเคลือบปรุงรส 6. ใยอาหารจากเปลือกเงาะ ซึ่งใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายประเภท อาทิ ไอศกรีม เบเกอรี (ทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุดถึง 30 เปอร์เซ็นต์) ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (ไส้กรอก ลูกชิ้น) และ 7. แป้งจากเมล็ดเงาะ ใช้เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดในน้ำสลัดไขมันต่ำ ซึ่งมีแคลอรีน้อยกว่าน้ำสลัดสูตรไขมันปกติถึง 4 เท่า


น้ำเงาะเข้มข้น


เนื้อเงาะแผ่นกรอบ

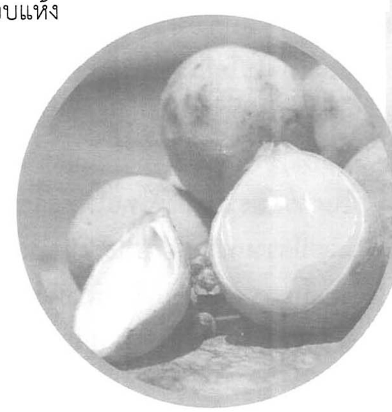

เงาะแช่อิ่มอบแห้ง


เมล็ดเงาะเคลือบปรุงรส

แป้งเมล็ดเงาะ


ผลิตภัณฑ์ใยอาหารจากเปลือกเงาะ

อีกทั้งยังได้แปรรูป **"ลองกอง"** ได้เป็น 5 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1. เครื่องดื่มน้ำลองกอง 2. แยมลองกอง 3. เยลลีลองกอง 4. ลองกองลอยแก้ว และ 5. ลองกองแช่อิ่มอบแห้ง



▲ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลองกอง


บะหมี่ทุเรียน

มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง


น้ำกล้วยหอม


น้ำมังคุด

นอกจากนั้นยังได้แปรรูปผลไม้อื่นๆ ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ทุเรียน (ในรูปแบบแป้งทุเรียน) ลำไยแห้งสอดไส้วุ้นกรอบ ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง (มะม่วงสับปะรด ฝรั่ง มะละกอ กระท้อน) ผลไม้อบแห้ง (สตรอเบอรี พีช มังคุด) ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้พร้อมดื่ม (มะนาว มังคุด มะขาม กล้วยหอม ฟักข้าว) เป็นต้น

ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตผลไม้ เกษตรกร ผู้ประกอบการสามารถติดต่อ วว. ด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว **เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเงาะโดยใช้น้ำอิเล็กทรอไลต์** ทำให้เปลือกเงาะสด ช่วยยืดอายุผลเงาะสดได้นานถึง 10 วัน

การรมควันลำไย/ลิ้นจี่ด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้เปลือกสด ป้องกันเชื้อรา เก็บผลผลิตในห้องเย็นช่วยยืดอายุได้นานถึง 40 วัน

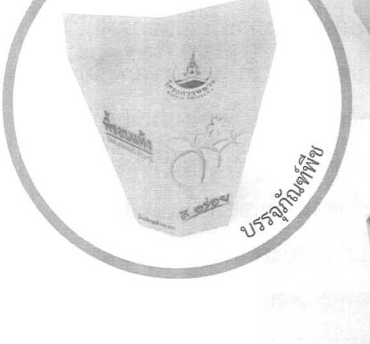
การเคลือบผิวทุเรียน ช่วยยืดอายุได้ไม่น้อยกว่า 7 วัน โดยผลทุเรียนไม่แตกและกลิ่นไม่แรง

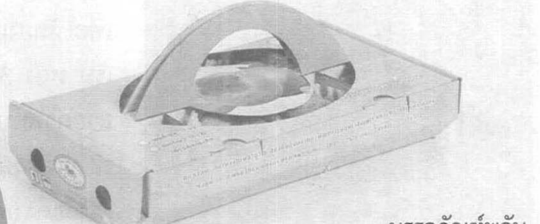
การเร่งการสุกและป้องกันโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง ช่วยควบคุมการสุกให้มีคุณภาพสม่ำเสมอและตรงต่อความต้องการของตลาด

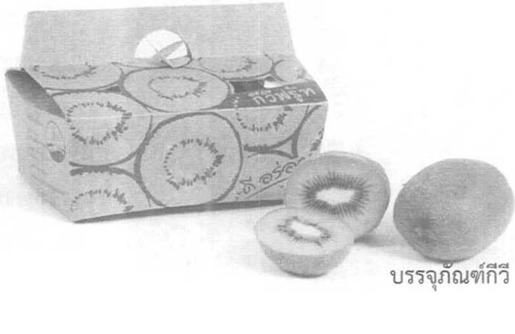
การเคลือบผิวพืชตระกูลส้ม ยืดอายุผลผลิต ทำให้ผิวสะอาดเป็นมันวาว

สำหรับการสร้างความแตกต่างของ**บรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออกและเพิ่มมูลค่าของสินค้า** วว. ได้ให้บริการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาด้านบรรจุภัณฑ์เพื่อผลผลิตการเกษตรทั้ง**ผลไม้เมืองร้อน** เช่น ทุเรียน เงาะ ลำไย มังคุด มะม่วง ฝรั่ง กล้วย มะละกอ ส้มโอ มะเขือเทศ และ**ผลไม้เมืองหนาว** เช่น พีช กีวี พลับ ท้อ สตรอเบอรี เป็นต้น

ดังตัวอย่างที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า วว. มีความพร้อมทั้งองค์ความรู้ บุคลากร รวมทั้งเทคโนโลยีด้านการแปรรูปผลไม้ไทย ตลอดจนวิจัยและพัฒนาออกแบบด้านบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุ และเพิ่มมูลค่าผลไม้สดในรูปแบบผลิตภัณฑ์แปรรูป ทั้งนี้ เกษตรกร ผู้ประกอบการสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมหรือขอรับบริการเกี่ยวกับเทคโนโลยีแปรรูปผลไม้ไทย ได้ที่ Call Center วว. โทร. 0 2577 9300 หรือที่ โทร. 0 2577 9000 ในวันและเวลาราชการ หรือที่ E-mail: tistr@tistr.or.th


บรรจุภัณฑ์พีช


บรรจุภัณฑ์พลับ


บรรจุภัณฑ์กีวี

เยี่ยมโต๊ะ บก.

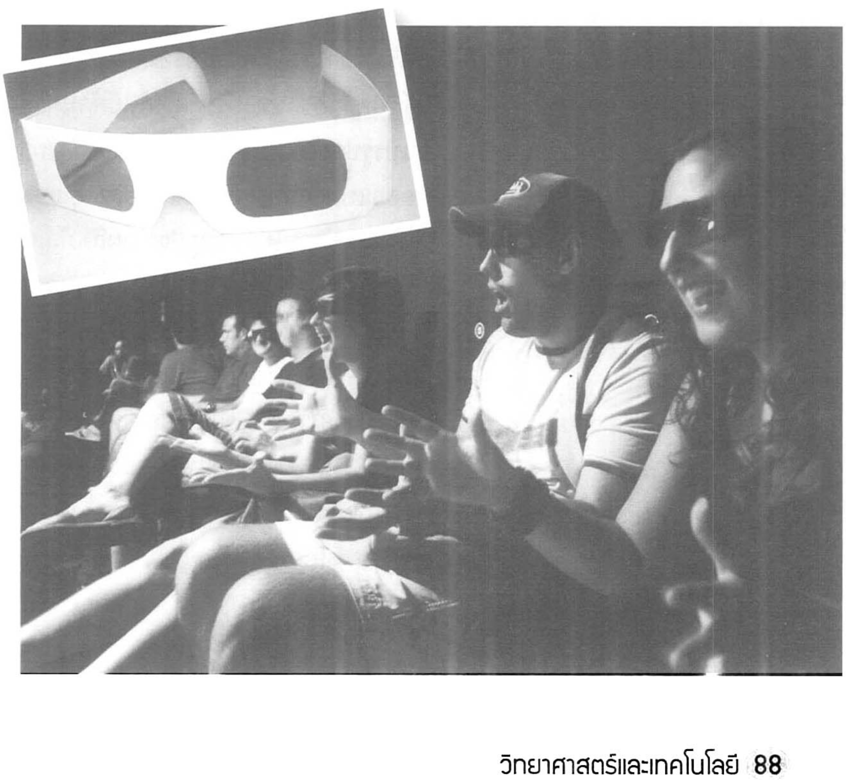
แว่น 3 มิติ กับหนัง 3 มิติ

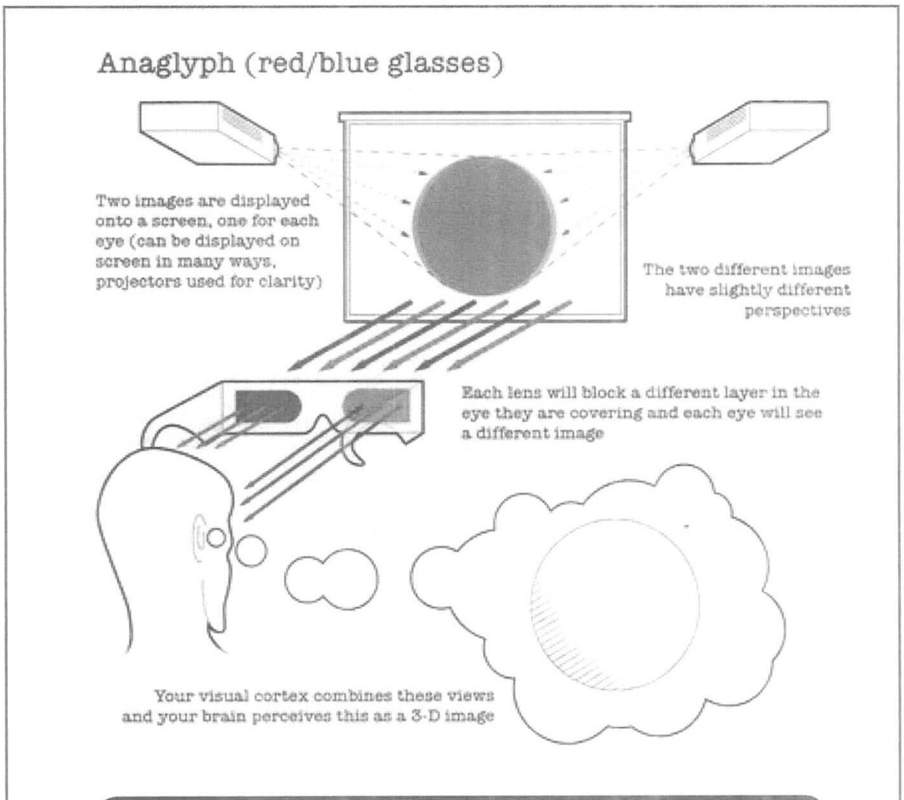
ดร. นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

สวัสดีค่ะท่านผู้อ่านวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คำถามประจำฉบับนี้ เราได้รับจดหมายจาก เด็กชายพันธกร กอบวิทย์กรณ์ นักเรียนโรงเรียนเฟื่องฟ้าวิทยา ถามมาว่า

อยากทราบว่า ทำไมแว่น 3 มิติ เวลาดูหนัง 3 มิติ แล้วเหมือนมีคนอยู่นอกจอ น้องจะรอคำตอบจากพี่ๆ นะครับ

น้องพันธกร ท่าจะเป็นแฟนพันธุ์แท้หนัง 3 มิติ นะคะ หนัง 3 มิติ ก็คือ หนังที่มีมิติภาพที่ลึก มีที่มาจากหลักการสร้างภาพ 3 มิติ ที่เรียกกันว่า stereoscopic photography หนัง 3 มิตินั้น จะใช้ระบบกล้องที่บันทึกภาพแบบสองมุมมอง หรือในปัจจุบัน อาจมีการใช้ระบบการสร้างภาพโดยโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ จากนั้นเมื่อเวลาฉาย จะมีเครื่องฉายแบบพิเศษหรือผู้ชม อาจต้องสวมแว่นตาแบบพิเศษเพื่อให้มองเห็นความลึกของภาพ แต่แรกเริ่ม หนัง 3 มิติ สร้างขึ้นด้วยเทคนิคการฉายภาพแบบที่เรียกว่า Anaglyph ที่จะทำการฉายภาพสองภาพที่มีสีแตกต่างกัน คือ สีแดง (red) และ สีน้ำเงิน (cyan) ซ้อนลงไปบนเฟรมเดียวกัน โดยให้มีมุมเหลื่อมกันเล็กน้อย สำหรับผู้ชม จำเป็นจะต้องใส่แว่นสีแดงข้างหนึ่ง อีกข้างหนึ่งเป็นสีน้ำเงิน เพื่อใช้เป็นตัวกรองสี ทำให้ตาแต่ละข้างมองเห็นเฉพาะแต่ละสี และสมองของเราเองจะทำหน้าที่รวมภาพที่ตาทั้งสองมองเห็น และสร้างภาพให้เรารับรู้ในลักษณะ 3 มิติ





หลักการทำงานของภาพ 3 มิติ จากการใส่แว่นสีแดง-น้ำเงินในการชม

(**ที่มา:** http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/1160--หลักการของภาพยนตร์+3+มิติ?groupid=246)

ปัจจุบัน เทคโนโลยี 3 มิติ มีพัฒนาการขึ้นเรื่อยๆ จาก Anaglyph กลายเป็นเทคโนโลยีที่เรียกว่า Polarized 3D ซึ่งมีขั้นตอนในการฉายภาพสองภาพลงไปบนเฟรมเดียวกัน แต่ภาพที่ฉายออกมา จะฉายผ่านฟิลเตอร์ Polarize ที่แตกต่างกัน และภาพจะเหลื่อมกันเช่นเดิม ดังนั้น เมื่อผู้ชมต้องการชม ก็จะต้องสวมแว่นพิเศษ ซึ่งมีราคาสูงกว่าแว่นแดง-น้ำเงินแบบเดิม เพราะแว่นนี้ ด้านหนึ่งจะทำหน้าที่กรองคลื่นแสงเฉพาะแนวนอน ส่วนอีกด้านหนึ่ง ก็จะกรองคลื่นแสงเฉพาะแนวตั้งเท่านั้น ตัวอย่างหนัง 3 มิติ ที่ใช้เทคนิคนี้ คือ เรื่อง Avatar

ปัจจุบัน เทคโนโลยี 3 มิติ มีพัฒนาถึงขั้นที่ไม่ต้องใส่แว่นดู เรียกว่า Parallax Barrier แต่ยังไม่แพร่หลายมาถึงเมืองไทยมากนัก ซึ่งจะเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กับทีวีในอนาคต โดยทำการฉายภาพสองเฟรมพร้อมกันลงบนจอ จากนั้น จะมีฟิลเตอร์ทำหน้าที่กรองแสงบนหน้าจอให้เข้าตาของเราทั้งสองข้าง เพื่อให้ดวงตาของเราแต่ละข้าง ได้รับภาพที่แตกต่างกันสองภาพ

นี่ละค่ะ คือที่มาของหนัง 3 มิติ เราเห็นมีสิ่งของหรือคน ลอยออกมา เป็นเพราะเทคนิคการฉายภาพ 2 ภาพ ลงบนเฟรมพร้อมกัน และให้เหลื่อมกันเล็กน้อย จากนั้น สมองจะทำการประมวลให้เราเห็นภาพเป็นหนึ่งเดียว แต่ลอยออกมาเสมือนจริง โดยอาศัยแว่นตาเป็นเครื่องช่วย ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับสีและการทำมุมของแสง

หวังว่าคำตอบนี้ จะทำให้น้องพันธกร เข้าใจถึงการทำงานของหนัง 3 มิติ บ้างนะคะ แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าค่ะ

เอกสารอ้างอิง

มาเรียนรู้หลักการทำงานการแสดงภาพ 3 มิติ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันกันเถอะ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://hitech.sanook.com/941797 มาเรียนรู้หลักการทำงานการแสดงภาพ-3มิติ-ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันกันเถอะ, [เข้าถึงเมื่อ 2 สิงหาคม 2556].

Commando, S., 2010. หนังหรือภาพ 3 มิติ ทำงานอย่างไร ? [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.techblog.in.th/2010/02/16/how-3d-work/, [เข้าถึงเมื่อ 2 สิงหาคม 2556].

บทความจากผู้เขียน

ผู้อ่านท่านใดสนใจส่งบทความมาลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุณาจัดเตรียมต้นฉบับตามข้อกำหนด ดังนี้

การจัดเตรียมต้นฉบับ

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

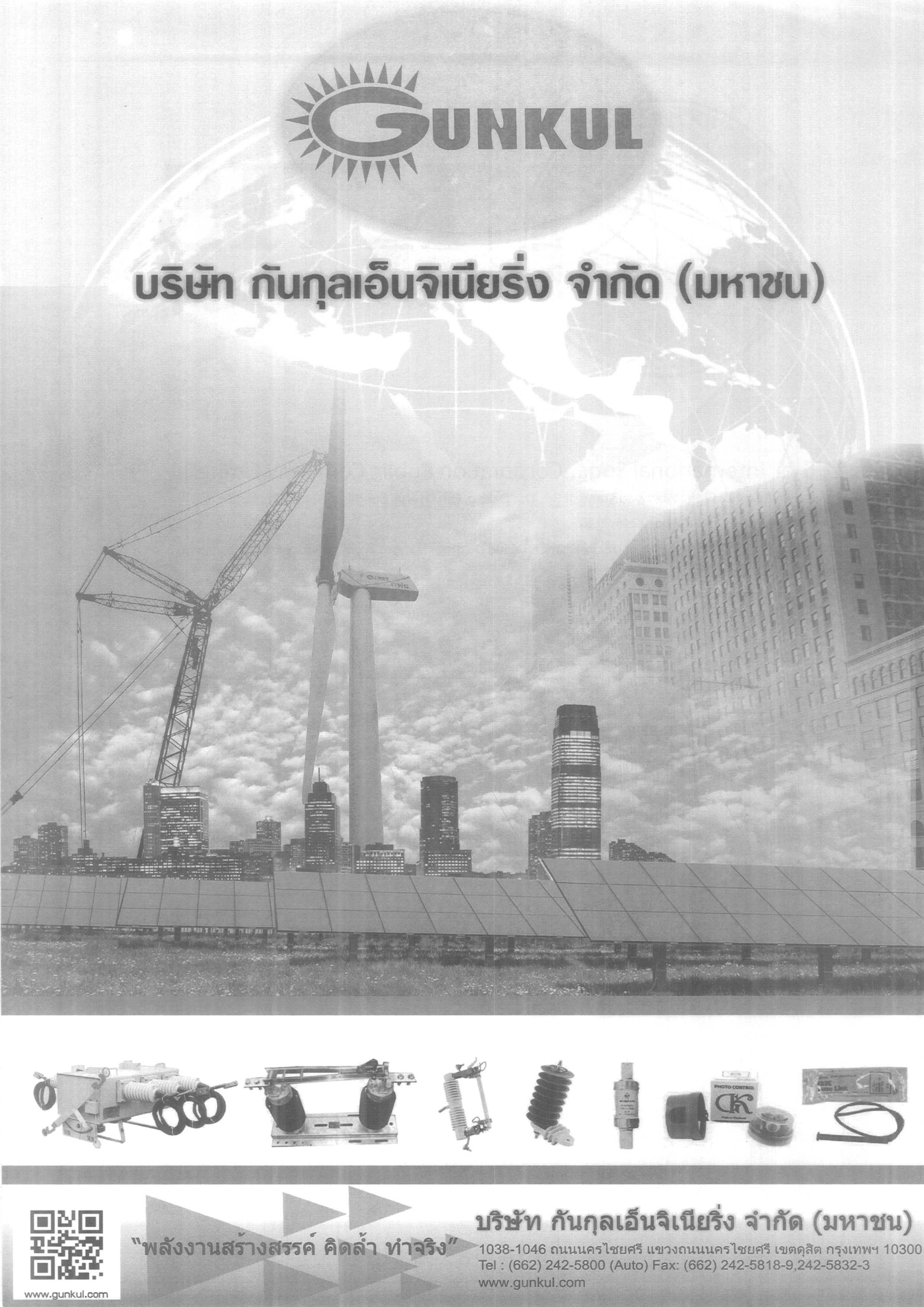
6.4 การอ้างอิงจากสิ่งพิมพ์ที่มีชื่อผู้แต่งและตีพิมพ์ในเว็บไซต์หรือเผยแพร่ทางระบบออนไลน์ (online) แต่ไม่ใช่บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร

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].


GUNKUL
บริษัท กันกุลเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
PHOTO CONTROL
"พลังงานสร้างสรรค์ คิดล้ำ ทำจริง"
บริษัท กันกุลเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
1038-1046 ถนนนครไชยศรี แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
Tel : (662) 242-5800 (Auto) Fax: (662) 242-5818-9,242-5832-3
www.gunkul.com
www.gunkul.com


แร่ธาตุธรรมชาติ 100%
ปูนมาร์ล
Calcium carbonate
ปูนร้อน
Calcium oxide
ยิปซั่ม
Gypsum
50 กก.
ปูนขาว
Calcium hydroxid
ซีโอไลท์
Zeolite
เพอร์ไลท์
Perlite
โดโลไมท์
Dolomite
แคลเซียม
Calcium
ฟอสเฟต
Phosphate
จำหน่าย
- แร่ธาตุธรรมชาติเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน
- ปูนฆ่าเชื้อสำหรับใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์
- ปูนปรับสภาพน้ำ บ่อปลา บ่อกุ้ง
- ปูนแร่ธาตุส่วนผสมสำหรับปั้นและอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์
- กระสอบพลาสติกบรรจุทุกชนิด
เหมาะสำหรับ
- โครงการกองทุนหมู่บ้าน และแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง
- โรงปุ๋ยชุมชนขนาดเล็ก (เอสเอ็มแอล) วิสาหกิจชุมชน
- โครงการเกษตรอินทรีย์ และเกษตรแบบยั่งยืน
- เกษตรกรผู้สนใจทำปุ๋ยใช้เอง
ทำปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง
พออยู่ พอกิน พอใช้
ชีวิตพอเพียง
ห้างหุ้นส่วนจำกัด พึ่งพรหม
189/32 ถนนสุขาภิบาลบางศรีเมือง ตำบลบางศรีเมือง อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000
โทรสาร 02-832-7122 E-mail : gogosurasak@hotmail.com
สายด่วน : 081-721-4042

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

Antibacterial Plastic
พลาสติกต้านแบคทีเรีย

ไออาร์พีซี ส่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ POLIMAXX "BANBAX" หรือเม็ดพลาสติกที่ผสานคุณสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรีย เข้าสู่ตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ที่หันมาสนใจการดูแลรักษาสุขอนามัยกันมากขึ้น

POLIMAXX

เพราะปัญหาแบคทีเรีย ไม่ใช่เรื่องเล่นๆ

แบคทีเรียตัวร้าย

ในปัจจุบันคนไทยเราเริ่มหันมาดูแลรักษาสุขภาพกันมากขึ้น ทำให้ทิศทางหรือแนวโน้มของสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจึงเติบโตขึ้นเช่นกัน ไออาร์พีซี จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม POLIMAXX BANBAX ที่มีคุณสมบัติพิเศษด้านการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน JIS Z 2801 แบคทีเรียคือเชื้อโรคที่อยู่ใกล้ตัวเรามากที่สุด โดยมักจะสะสมอยู่ตามที่ต่างๆซึ่งเมื่อรวมตัวกับความเปียกชื้นภายใต้อุณหภูมิที่พอเหมาะ ก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหากลิ่นไม่พึงประสงค์ กลิ่นอับชื้น ตามมาด้วยโรคผิวหนัง ผื่นคัน และหากเข้าสู่ร่างกายอาจก่อให้เกิดโรคท้องเสียหรือท้องร่วงอย่างรุนแรงได้

สารต้านแบคทีเรียทำงานอย่างไร

สารต้านแบคทีเรียที่นิยมใช้ในพลาสติกนั้นมีอยู่หลายชนิด เช่น ซิลเวอร์นาโนหรืออนุภาคเงินขนาดจิ๋ว ซิงค์ออกไซด์ เป็นต้น โดยแต่ละชนิดนั้นจะมีคุณสมบัติและความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งนาโนเทคโนโลยีนั้น จะทำให้อนุภาคของสารมีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของสารส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของสารดียิ่งขึ้น โดยสารต้านแบคทีเรียจะเข้าไปทำลายหรือยับยั้งการทำงานของโปรตีนภายในเซลล์แบคทีเรีย ทำให้เกิดความเสียหายต่อผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์หรือต่อสารพันธุกรรมที่เรียกว่า DNA (Deoxyribonucleic Acid) มีผลทำให้แบคทีเรียไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้ และทำให้เซลล์ตายในที่สุด

POLIMAXX BANBAX ดีอย่างไร

POLIMAXX BANBAX เป็นเม็ดพลาสติกชนิดพิเศษ ที่ได้มีการผสมสารต้านแบคทีเรียเข้าไปในเนื้อพลาสติกในระหว่างขั้นตอนการผลิต จึงทำให้สารต้านเชื้อแบคทีเรียสามารถทำงานได้อย่างทั่วถึง และไม่ถูกชะล้างหลุดลอกออกไป สามารถปกป้องคนที่คุณรักจากเชื้อแบคทีเรียได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน โดยไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อคุณสมบัติเชิงกลของเม็ดพลาสติก อีกทั้งยังสามารถใช้ผสมกับพลาสติกได้หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น

- โพลิเอทิลีน (Polyethylene – PE)
- โพลิพรอพิลีน (Polypropylene – PP)
- เอบีเอส (ABS)
- โพลิสไตรีนทนแรงกระแทกสูง (High Impact Polystyrene – HIPS)

และได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานจากประเทศญี่ปุ่น หรือ JIS Z 2801

www.irpc.co.th

IRPC