ISSN 0857-2380 ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2542

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

ครบรอบวันสถาปนา 36 ปีวท.

ขอแสดงความยินดี

เนื่องในโอกาสครบรอบ ๓๖ ปี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย วท.

THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ไทย

ตราช้างสามเศียร
三象牌
水磨粘米粉
FINEST RICE FLOUR
水磨糯米粉
FINEST GLUTINOUS RICE FLOUR
ERAWAN BRAND
เอราวัณ

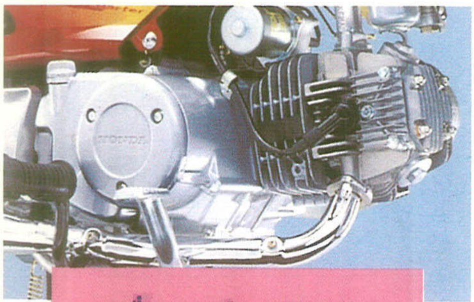
สัมผัส.ความสุขทุกที่. ทุกเวลา กับฮอนด้า ดรีม

4 จังหวะ

โฉมใหม่

ฮอนด้า ดรีม โฉมใหม่ รถเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ระบบโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ ปริมาตรกระบอกสูบ 97 ซีซี. ประหยัด ทนทาน ออกแบบให้สตาร์ทเบาแม้สุภาพสตรี การเข้าเกียร์นุ่มนวลในทุกความเร็ว รูปโฉมออกแบบใหม่ สวยงาม ปราดเปรียวทุกช่วงลีลาการขับขี่ สมบูรณ์แบบด้วยคุณประโยชน์ที่คุ้มค่า ทุกบรรยากาศ ทุกสไตล์ เหมาะสำหรับครอบครัวที่เปี่ยมความสุข อบอุ่น และทันสมัย ***เลือกซื้ออย่างชาญฉลาด เลือกฮอนด้า ดรีม***

เลือกซื้ออย่างชาญฉลาด เลือก ฮอนด้า "ดรีม"



เครื่องยนต์สุดประหยัด 4 จังหวะ ระบบ OHC

เครื่องยนต์ ECONO POWER 4 จังหวะ ระบบโอเวอร์เฮดแคมชาฟท์ เสื้อสูบอะลูมิเนียม ที่ให้กำลังสูงและทนทาน ระบายความร้อนด้วยอากาศ 97 ซีซี. ประหยัดน้ำมันเป็นเยี่ยม ไม่ต้องใช้น้ำมันออโตลู้ป ให้การเผาไหม้หมดจดสมบูรณ์แบบ ไอเสียสะอาด

สตาร์ทเครื่องระบบลดแรงอัดอัตโนมัติและระบบเกียร์วน

สตาร์ทง่าย เบาแรง ด้วยระบบลดแรงอัดอัตโนมัติ (DECOMPRESSURE START SYSTEM) ระบบเกียร์เป็นระบบเกียร์วน (ROTARY GEAR) 4 ระดับ เวลาจอด ถ้าต้องการปลดเกียร์ 4 เป็นเกียร์ว่าง สามารถทำได้ง่าย โดยกดคันเกียร์ไปข้างหน้า

คลัทช์ออโตเมติค 2 ชุด ระบบ EXTERNAL PRIMARY BRAKE SYSTEM

ระบบชุดคลัทช์ใหม่เป็นคลัทช์ออโตเมติค 2 ชุด ติดตั้งระบบ EXTERNAL PRIMARY BRAKE SYSTEM ชุดเบรกคลัทช์แรงเหวี่ยง เวลากดคันเกียร์และปล่อยคันเกียร์ คลัทช์จะทำงานตัดและส่งกำลังราบรื่น ทำให้การเข้าเกียร์นิ่มนวล เบาแรง ป้องกันการกระตุกและกระชาก

ไฟหน้าและไฟเลี้ยวออกแบบใหม่ แบบโคมไฟตาเพชร

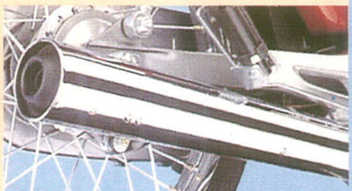
ชุดไฟหน้าและไฟเลี้ยวหน้า ออกแบบใหม่ โค้งมนพร้อมโคมไฟตาเพชรแบบมัลติรีเฟลกเตอร์ (MULTI-REFLECTOR) เข้าชุดสุดหรู ตามหลักแอโรไดนามิค ให้พลังแสงสว่างในเวลาค่ำคืน ผสานกลมกลืนเป็นหนึ่งเดียว

รูปทรงช่วงท้าย สวย สะดุดตา

ออกแบบชุดไฟท้ายแบบโคมไฟตาเพชร มัลติ-รีเฟลกเตอร์ (MULTI-REFLECTOR) ผสานเข้ากับไฟเลี้ยวได้อย่างลงตัว ให้ความสว่างที่สดใสและเจิดจ้า เห็นได้เด่นชัดแม้ในเวลาค่ำคืน

เบาะนั่งพร้อมตำแหน่งท่านั่งออกแบบใหม่

เบาะนั่งเพรียวเรียบกระชับรับกับสรีระท่านั่งของผู้ขับขี่ ตำแหน่งเบาะนั่งออกแบบให้ผู้ขับขี่วางเท้าทั้ง 2 ข้างบนพื้นถนนอย่างสบายในขณะหยุดนิ่ง พร้อมด้วยมือจับหลังชุบโครเมี่ยม ให้ประโยชน์ใช้สอยในรูปลักษณ์ที่ภูมิฐาน



ท่อไอเสียใหม่ เสียงไพเราะ

ออกแบบสวย ล้ำสมัย เสียงไพเราะ สามารถตอบสนองเครื่องยนต์ได้ในทุกรอบความเร็ว

บังลมออกแบบใหม่ โค้งมน พร้อมตะกร้าหน้าสุดสวย

บังลมออกแบบใหม่ โทนสีเดียวกับตัวรถ สไตล์ทันสมัย สดใส สามารถถอดเปลี่ยนได้สะดวก ทำความสะอาดได้ง่าย พร้อมตะกร้าหน้าลายตาข่ายสวยเก๋ใส่ของได้จุใจ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900
โทร. 579-1121-30, 579-5515, 579-0160

บทบรรณาธิการ

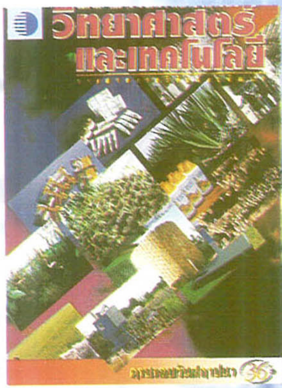
เทคโนโลยีการยืดอายุความสดของลำไยเพื่อการส่งออก การเพาะเห็ดเมืองหนาวปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว เครื่องกรองน้ำสะอาดระบบกึ่งอัตโนมัติ ถังเก็บน้ำราคาประหยัด น้ำมันปลาโอเมกา 3 การผลิตอาหารขบเคี้ยวด้วยเครื่องอัดสุกแบบเกลียว แบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมันปิโตรเลียมในสถานีบริการน้ำมัน ไพลเจล ต้านอาการอักเสบจากไพล เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร...และอื่นๆ อีกมากมาย ล้วนแล้วแต่เป็นโครงการที่ดูเหมือนจะเป็นคำอธิบายที่เห็นภาพลักษณ์ได้ดีที่สุด ของภารกิจและวิสัยทัศน์ของ วท.

เส้นทางการวิจัยของ วท. ในระยะเวลา 36 ปีที่ผ่านมา ได้แสดงถึงภาพการทำงานอย่างไม่หยุดยั้งในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้างภูมิปัญญาและองค์ความรู้ รวมทั้งนำประสบการณ์ที่สั่งสมมานั้นกลับไปพัฒนาประเทศอีกต่อหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นในด้านของเกษตรกรรม อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อมและพลังงาน คุณภาพชีวิตและการสาธารณสุข ทั้งในเมืองและชนบท ตามแนวทางการพัฒนาแบบยั่งยืน ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลปัจจุบันทรงเป็นเสมือนต้นแบบ ในการนำพาประเทศชาติไปสู่ความอยู่รอดในระบบเศรษฐกิจที่พอเพียง

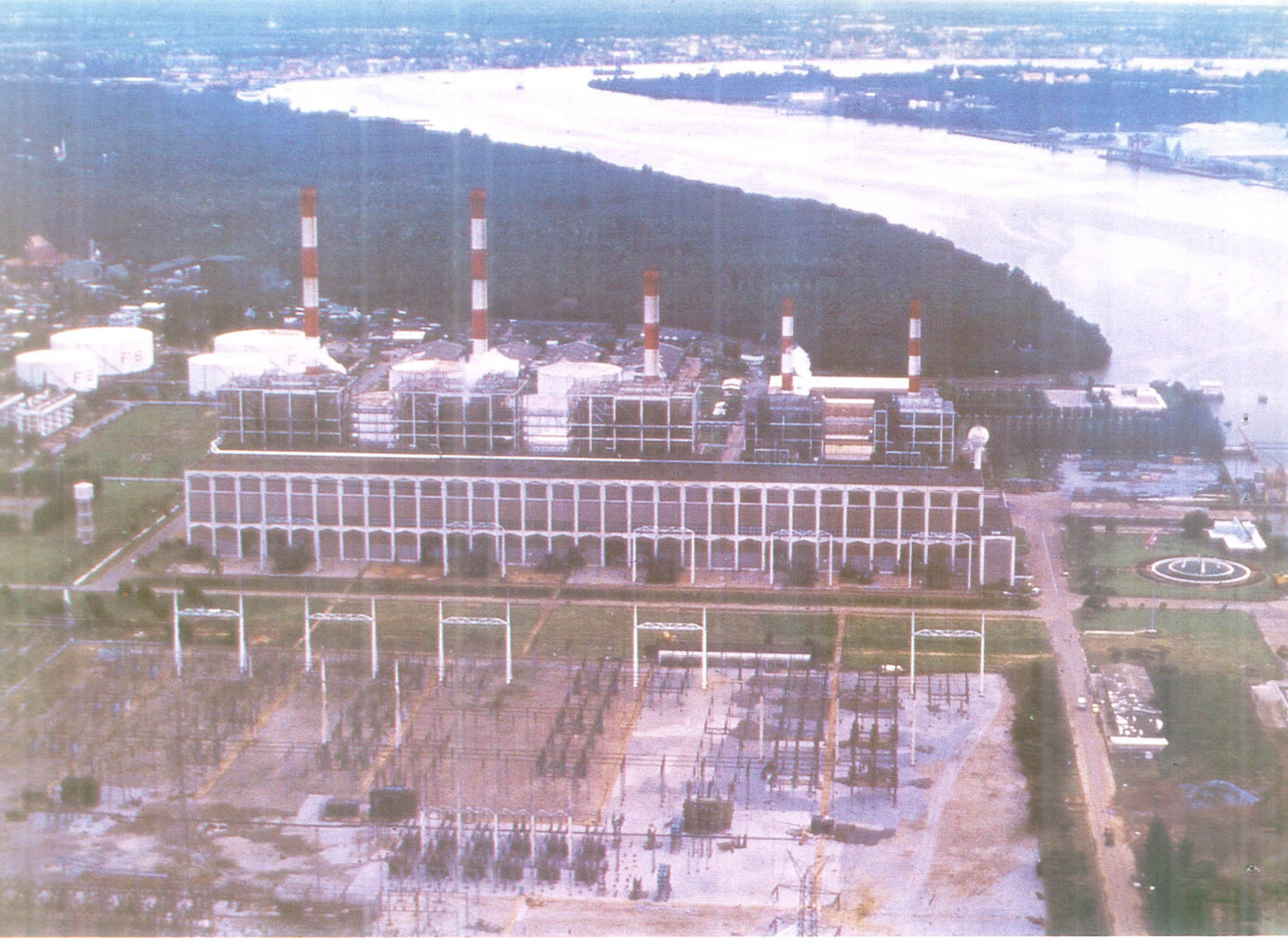
การครบรอบคล้ายวันสถาปนา 36 ปีของ วท. จึงแสดงถึงผลงานอันเป็นที่น่าภูมิใจ และเราหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานดังกล่าวจะเป็นที่แจ้งประจักษ์ในหมู่สาธารณชน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกทั้งเป็นพื้นฐานของการริเริ่มสร้างสรรค์ และเป็นรากฐานสำคัญในการจุดประกายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศอย่างแท้จริง


เครื่องปรับอากาศ ประหยัดไฟเบอร์ 5
"คุ้มค่า คุ้มเงิน" ไดบาชิ
DAIBASHI®
เครื่องปรับอากาศไดบาชิ
ให้คุณมากกว่าสายลมเย็นบริสุทธิ์
วันนี้! มาร่วมใจกัน ประหยัดพลังงาน เพื่อชาติ

สารบัญ



ปกโดย
ก่อโชค บัณฑิตมงคล



พลังงานไฟฟ้า คือปัจจัยหลัก
เสมือนแรงผลักดันการพัฒนาเศรษฐกิจ
และสังคมของประเทศ
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
มุ่งมั่น ดำเนินการ ผลิตกระแสไฟฟ้า
เพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ทั่วประเทศ
ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเสมอมา

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ผลิตไฟฟ้าพัฒนาไทย

30 กฟผ. 2512-2542

36 วท. กับตัวอย่างผลงานเด่น

ตลอดระยะเวลา 36 ปี ของการดำเนินงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ซึ่งมีชื่อเดิมว่า สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวป.) ได้มุ่งมั่นทำงานวิจัยและพัฒนาในหลากหลายสาขาจนมีผลงานวิจัยเป็นที่ประจักษ์แก่สาธารณชนเป็นจำนวนมาก และได้รับคัดเลือกจากคณะอนุกรรมการคัดเลือก และเผยแพร่ผลงานดีเด่นของชาติ ในคณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ ให้เป็นหน่วยงานดีเด่นของชาติ สาขาพัฒนาเศรษฐกิจประจำปี พ.ศ. 2538

เพื่อเป็นการร่วมรับใช้สังคมทางด้านการให้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ประชาชน วท. ยินดีที่จะถ่ายทอดและเผยแพร่ความรู้อันเป็นผลงานวิจัยเหล่านี้ให้แก่ภาคอุตสาหกรรมและกลุ่มชาวชนบทที่สนใจทั่วไปโดยคิดค่าใช้จ่ายในการถ่ายทอดเทคโนโลยีในอัตราที่เหมาะสม

ผู้สนใจต้องการติดต่อขอทราบรายละเอียด ติดต่อได้โดยตรงที่

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

196 พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900

โทร. (662) 579-1121, 579-5515

โทรสาร. (662) 561-4771, 579-8533

Email:- TISTR@mozart.inet.co.th

เทคโนโลยีการยืดอายุความสดของลำไยเพื่อการส่งออก

ชื่อโครงการ
เทคโนโลยีการยืดอายุความสดของลำไยเพื่อการส่งออก

ความสำคัญ

ช่วยให้อุตสาหกรรมการส่งออกลำไยขยายตัว เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวสามารถลดความเสียหายการเน่าเสียของลำไย ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อราได้

คุณสมบัติเด่น

สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดได้นานเกิน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายยาวนานขึ้น เป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการส่งออก

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาลำไยให้ยาวนานขึ้น
2. ช่วยทำให้การขยายตัวของตลาดเป็นไปอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ
3. มูลค่าการส่งออกลำไยเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่า 10 เท่า ในระยะเวลา 10 ปี

ชื่อโครงการ
การผลิตสเตอรอยด์ระดับโรงงานนำทางจากวัสดุเหลือทิ้งอุตสาหกรรมป่านศรนารายณ์

ความสำคัญ

เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีถึงระดับโรงงานนำทาง และพร้อมที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การผลิตขั้นอุตสาหกรรม

คุณสมบัติเด่น

ลดการนำเข้ายา โดยการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง จากอุตสาหกรรมเกษตร สารสเตอรอยด์ใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมสารตั้งต้นสำหรับสังเคราะห์ยาในกลุ่มยาคอติโคสเตอรอยด์ และยาคุมกำเนิด นอกจากนี้เส้นใยยังใช้ทำหัตถกรรมเป็นอาชีพเสริมของคนในชนบท

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม
2. ลดการนำเข้ายา คิดเป็นมูลค่าปีละประมาณหนึ่งพันล้านบาท
3. ทำให้เกิดอุตสาหกรรมเส้นใยในอุตสาหกรรมกระดาษ การใช้เส้นใยทำหัตถกรรมเพื่อเป็นอาชีพเสริมแก่เกษตรกร กลุ่มแม่บ้านในชนบท

การผลิตสเตอรอยด์ระดับโรงงานนำทางจากวัสดุเหลือทิ้งอุตสาหกรรมป่านศรนารายณ์

การเพาะเห็ดเมืองหนาว

ชื่อโครงการ
การเพาะเห็ดเมืองหนาว

ความสำคัญ

เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เห็ดนางรมหลวง เห็ดโคนหลวง เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

คุณสมบัติเด่น

เป็นเห็ดที่ชอบอากาศเย็น เนื้อแน่น กลิ่นหอม รสดี และใช้ประกอบอาหารได้หลากหลาย

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อเป็นแหล่งอาหารชนิดใหม่

2.ใช้ผลผลิตทางการเกษตรอย่างคุ้มค่า

3.เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

ชื่อโครงการ
ปุ๋ยอินทรีย์สกัดจากปลา

ความสำคัญ

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้จากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานปลากระป๋อง ในส่วนของหัวปลา กระดูกปลา หางปลา อวัยวะภายในปลา นำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำทดแทนการนำเข้า

คุณสมบัติเด่น

เป็นปุ๋ยทางใบที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืช ใช้ในอุตสาหกรรมไม้ดอก

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ลดการนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำจากต่างประเทศ

2. เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้

3. ลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ชื่อโครงการ
ปุ๋ยชีวภาพไบโอฟอสก้า

ความสำคัญ

เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีความสามารถละลายหินฟอสเฟตและสารอินทรีย์ ทำให้ฟอสฟอรัสละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช

คุณสมบัติเด่น

เป็นปุ๋ยชีวภาพที่สามารถละลายฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปละลายยากให้ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชและทำให้พืชต้านทานโรค

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ลดการใช้ปุ๋ยเคมีฟอสเฟตลง 30%

2. ลดมลภาวะจากการใช้ปุ๋ยเคมี

3. เพิ่มความต้านทานโรคให้แก่พืช

ปุ๋ยอินทรีย์สกัดจากปลา

ปุ๋ยชีวภาพไบโอฟอสก้า

ชื่อโครงการ

ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

ความสำคัญ

ปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์จำพวกสาหร่ายที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และปลดปล่อยสารประกอบไนโตรเจนมาเป็นปุ๋ยสำหรับข้าว แนะนำให้ใช้ปุ๋ยในอัตรา 20 กก./ไร่ การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี จะทำให้ลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง ร้อยละ 30-40และเพิ่มผลผลิตข้าว 15-20%

คุณสมบัติเด่น

เป็นปุ๋ยที่มีชีวิตให้ธาตุอาหารและสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ลดการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรลงได้ 30-40%
2. ปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น
3. ลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมี

เครื่องกรองน้ำสะอาดระบบกึ่งอัตโนมัติ

ชื่อโครงการ

เครื่องกรองน้ำสะอาดระบบกึ่งอัตโนมัติ

ความสำคัญ

เครื่องกรองน้ำสะอาด กำลังการผลิต 100 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้กรองน้ำตามหนองน้ำ คลอง บึง

คุณสมบัติเด่น

สามารถล้างไส้กรองด้วยระบบย้อนกลับ ไม่ต้องถอดออกล้าง เคลื่อนย้ายได้สะดวก บรรทุกบนรถบรรทุกขนาดเล็กได้

ประโยชน์ที่ได้รับ

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรองน้ำผิวดินที่ไม่สะอาด มีสารปนเปื้อนและขุ่น ช่วยให้ชาวชนบทได้มีน้ำดื่มน้ำใช้ที่สะอาด

ชื่อโครงการ

เครื่องกรองน้ำกร่อยระบบอัตโนมัติ

ความสำคัญ

ออกแบบและสร้างเครื่องกรองน้ำกร่อยระบบอัตโนมัติ ใช้กรองน้ำกร่อยที่มีความเค็ม 500 ppm - 8000 ppm กำลังการผลิตในการกรอง 35 ลูกบาศก์เมตร/วัน

คุณสมบัติเด่น

ตั้งเวลาให้เครื่องทำงานได้เอง โดยกดปุ่มเพียงปุ่มเดียว เครื่องจะทำงาน และหยุดเองได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังสามารถล้างเครื่องเองโดยอัตโนมัติทุกครั้งที่ปิด

ประโยชน์ที่ได้รับ

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรองน้ำกร่อยให้เป็นน้ำจืดพร้อมดื่มได้ น้ำที่ผลิตมีคุณสมบัติตามมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

เครื่องกรองน้ำกร่อยระบบอัตโนมัติ

กับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรทั่วไป

คุณสมบัติเด่น

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง เป็นระบบหมักไร้อากาศ ควบคุมง่าย ได้ก๊าซมีเทนนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเตา ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดไอน้ำขนาด 2,500 ลูกบาศก์เมตร/วัน เป็นการช่วยลดก๊าซมีเทนที่จะไปทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ แก้ปัญหากลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดน้ำเสียเดิมและลดพื้นที่ใช้งานจาก 20 ไร่ เหลือเพียง 2 ไร่

ชื่อโครงการ

ถังเก็บน้ำราคาประหยัด

ความสำคัญ

ใช้ประโยชน์จากวัสดุในท้องถิ่นผลิตบล็อกก่อสร้างได้รวดเร็ว ประหยัด เก็บน้ำได้ดี คงทนถาวร และสวยงาม

คุณสมบัติเด่น

ถังเก็บน้ำความจุ 7,000-28,000 ลิตร มีความคงทนถาวร

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้วัสดุท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์
2. ช่วยชุมชนให้สามารถพึ่งตนเองในฤดูแล้ง
3. พัฒนาสุขภาพและอนามัยของคนในชุมชนต่างๆ
4. สร้างกลุ่มอาชีพ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิต และกลุ่มก่อสร้าง

ถังเก็บน้ำราคาประหยัด

ชื่อโครงการ

ระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมเกษตร

ความสำคัญ

เป็นเทคโนโลยีของระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถประยุกต์ใช้ได้

ระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมเกษตร

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ได้กับโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร
2. ช่วยลดก๊าซมีเทนที่จะไปทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ
3. แก้ปัญหากลิ่นเหม็นจากระบบบ่อบำบัด
4. ลดพื้นที่ใช้งานจากระบบเดิม

ชื่อโครงการ

น้ำมันปลาโอเมก้า-3

ความสำคัญ

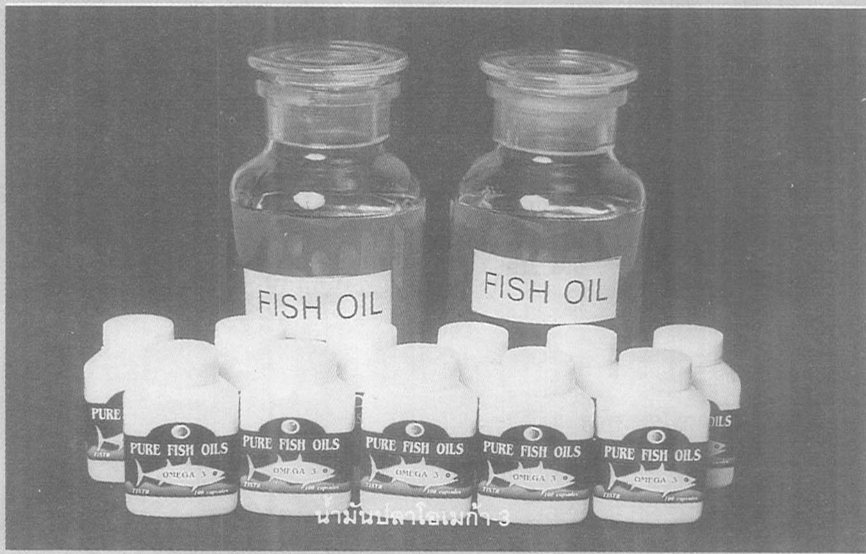
เป็นเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและค่าใช้จ่ายการบำบัดน้ำเสีย

คุณสมบัติเด่น

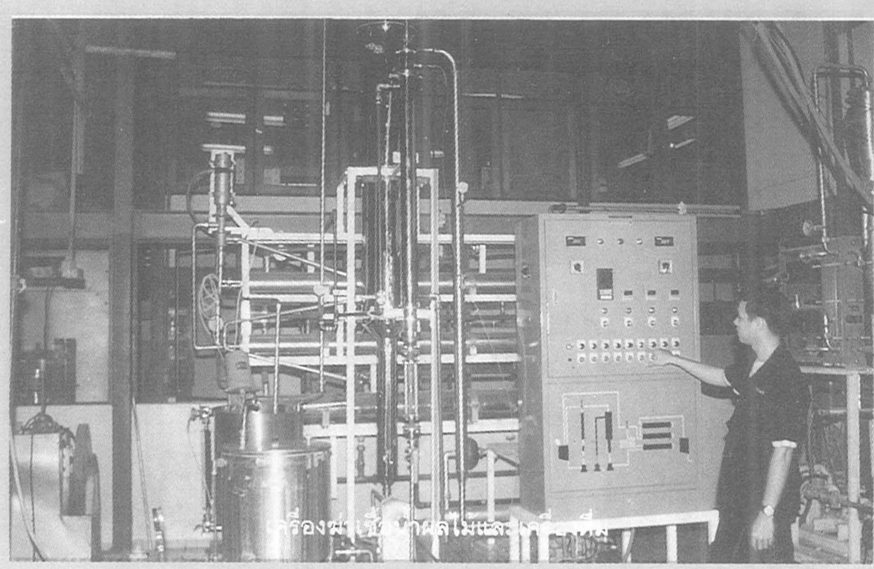
น้ำมันปลาบรรจุแคปซูลประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประเภทโอเมก้า-3 ประมาณ 29.5-36.5% (กรด EPA 4-7% และกรด DHA 22-27%) มีประโยชน์ในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ลดความดันโลหิต ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาสมอง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นและมีประโยชน์ต่อร่างกาย
2. ลดพลังงานในการบำบัดน้ำเสีย และลดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม
3. เพิ่มรายได้และลดต้นทุนในการผลิตให้แก่อุตสาหกรรมผลิตปลาทูน่ากระป๋อง



น้ำมันปลาโอเมก้า-3


เครื่องฆ่าเชื้อน้ำผลไม้และเครื่องดื่ม

ชื่อโครงการ

เครื่องฆ่าเชื้อน้ำผลไม้และเครื่องดื่ม

ความสำคัญ

ออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้หรือเครื่องดื่มที่มีความหนืดและปริมาณของแข็งที่ละลายและมีกากใยสูงเช่น น้ำมะม่วง น้ำองุ่น น้ำส้ม น้ำเสาวรส เครื่องดื่มบำรุงกำลัง เป็นต้น

คุณสมบัติเด่น

เป็นเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้และเครื่องดื่ม เช่น บักเตรี ยีสต์ และราหมดได้ที่ระดับการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ ชั้น UHT หรือ HHST และกำจัดออกซิเจนได้ไม่ต่ำกว่า 70% เครื่องดังกล่าวยังประกอบด้วยอุปกรณ์อุ่นและหล่อเย็น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการออกแบบระบบการทำงานให้สามารถใช้งานได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถซื้อหาได้ภายในประเทศ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นเทคโนโลยีการสร้างเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในน้ำผลไม้และเครื่องดื่ม
2. ทดแทนการนำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และการนำเข้าเทคโนโลยี จากต่างประเทศ
3. สามารถออกแบบระบบการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ ตามความต้องการของผู้ประกอบการ

การผลิตอาหารขบเคี้ยวด้วยเครื่องอัดสุก

แบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมันปิโตรเลียมในสถานีบริการน้ำมัน

ชื่อโครงการ

การผลิตอาหารขบเคี้ยวด้วยเครื่องอัดสุก

ความสำคัญ

เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาการผลิตอาหารขบเคี้ยวด้วยเครื่องอัดสุก โดยใช้วัตถุดิบจากธัญพืชต่างๆ ภายในประเทศ พร้อมทั้งเสริมสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อให้ได้อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางอาหาร

คุณสมบัติเด่น

เครื่องผลิตอาหารขบเคี้ยวสามารถทำให้วัตถุดิบประเภทแป้งชนิดต่างๆ สุก และเกิดการขยายตัวผ่านแม่พิมพ์เป็นรูปต่างๆ โดยไม่ต้องต้ม ย่าง หรือทอด สามารถผลิตอาหารขบเคี้ยว ได้ประมาณ 60-80% กก./ชม.

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นเครื่องผลิตอาหารขบเคี้ยวที่มีสูตรส่วนผสมของวัตถุดิบภายในประเทศ เช่นข้าวฟ่าง ข้าวโพด ถั่วเขียว ข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง ฯลฯ โดยการเสริมสารที่มีคุณค่าทางอาหาร เช่น PUFA ปลาป่น เป็นต้น
2. ประยุกต์เป็นเครื่องขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ข้าวเกรียบ เป็นต้น
3. ประยุกต์เป็นเครื่องอัดรำข้าวให้คงรูป ไม่มีกลิ่นหืน ก่อนที่จะส่งรำข้าวอยู่ตัวเป็นวัตถุดิบผลิตน้ำมันรำข้าว

ชื่อโครงการ

แบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมันปิโตรเลียมในสถานีบริการน้ำมัน

ความสำคัญ

แบคทีเรียกำจัดคราบน้ำมันซึ่งสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่เป็นพิษภัยต่อสิ่งแวดล้อม

คุณสมบัติเด่น

เป็นแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถผลิตได้ในราคาต่ำ โดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก แบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตและทนทานต่อสิ่งแวดล้อมในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยและประเทศอินโดจีน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. ใช้บำบัดมลพิษจากคราบน้ำมันแทนสารเคมีที่ต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ

3. เพื่อรองรับ พ.ร.บ. มาตรฐานน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมัน ซึ่งกำลังจะประกาศใช้

ชื่อโครงการ

ครีมโทรลอลต้านเชื้อราจากสมุนไพร

ความสำคัญ

เป็นการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร เพื่อทดแทนการนำเข้ายา

คุณสมบัติเด่น

ใช้รักษาโรคติดเชื้อราบนผิวหนัง เช่น กลาก เกลื้อน น้ำกัดเท้า คันในร่มผ้า มีประสิทธิภาพทัดเทียมจากต่างประเทศ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้รักษาอาการได้ผลดีจริง

2. ช่วยให้ประเทศไทยพึ่งตนเองได้ทางยา

3. ช่วยสนับสนุนภาคการเกษตรของไทย

ชื่อโครงการ

ไพลเจล-เจลต้านการอักเสบจากไพล

ความสำคัญ

เป็นการใช้ประโยชน์จากสมุนไพร เพื่อทดแทนการนำเข้ายา

คุณสมบัติเด่น

ใช้รักษาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เคล็ดขัดยอก ฟกช้ำข้อเท้าแพลง มีการซึมผ่านของตัวยาสำคัญได้มากขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้รักษาอาการได้ผลดีจริง

2. ช่วยให้ประเทศไทยพึ่งตนเองได้ทางยา

3. ช่วยสนับสนุนภาคการเกษตรของไทย

ครีมโทรลอลต้านเชื้อราจากสมุนไพร

ไพลเจล-เจลต้านการอักเสบจาก ไพล

ชื่อโครงการ

เทคโนโลยีการจัดพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา

ความสำคัญ

เป็นแหล่งข้อมูลด้านธรรมชาติวิทยาและนิเวศวิทยาอย่างเป็นระบบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

คุณสมบัติเด่น

เป็นการจำลองธรรมชาติใช้เป็นแหล่งความรู้ กระตุ้นให้ผู้เข้าชมได้เล็งเห็นถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา

2. เป็นแหล่งข้อมูลด้านธรรมชาติวิทยา ชีววิทยา นิเวศวิทยา พืชและสัตว์

3. เป็นแหล่งให้ความรู้ ปลูกฝังทัศนคติ และกระตุ้นให้เกิดความร่วมมือในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

เทคโนโลยีการจัดพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา

ชื่อโครงการ

เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

ความสำคัญ

เป็นเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

คุณสมบัติเด่น

เป็นห้องเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงถึง 97% และมีปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เกิดจากการเผาไหม้น้อยกว่า 360 ppm

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นเทคโนโลยีที่ระบบการเผาไหม้มีมลพิษน้อย เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. เป็นการใช้วัสดุเหลือใช้ให้เป็นประโยชน์ และช่วยประหยัดพลังงาน

SUPERIOR SYNTHETIC LEATHER

ISO 9002

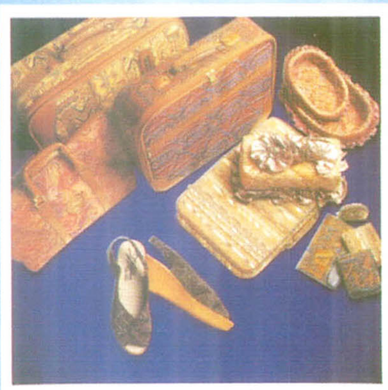
THAI LEATHER COATING CO., LTD.

119 Moo 7 Pasicharoen Canal Side Road (North), Suanluang,
Kratumban, Samuthsakorn 10160, Thailand.
Tel: (662) 431-0031
Fax: (662) 420-8949

THAI POLY COATING LTD., PART.

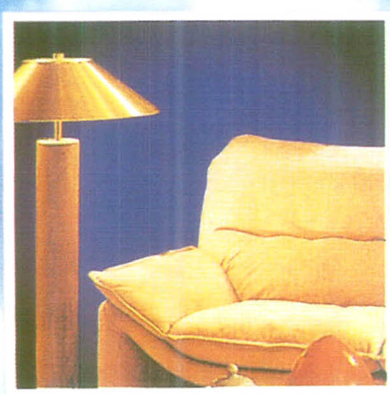
23 Pasicharoen Canal Side Road, Nongkham,
Bangkok 10160, Thailand.
Tel: (662) 421-1206, 421-4244, 421-4247, 421-0787
Fax: (662) 421-0382

GRANDTEX INDUSTRY CO., LTD.



JACQUARD WOVEN

FOR DRAPERIES, UPHOLSTERY, BEDSPREADS, CAR'S SEATS, BAGS, TRAVELING BAGS.



GRANDTEX INDUSTRY CO., LTD.

99/1 Moo 13 Suanluang-Ruamjai Rd., Suanluang, Kratumban,
Samutsakorn 74110, Thailand.
Office: Tel: (662) 216-8167-8 Fax: (662) 215-6591
Factory: Tel: (662) 811-0180-4 Fax (662) 811-0188

999/150 ซ. วิภาวดี 60 ต. ตลาดบางเขน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210
999/150 Soi Wipawadee 60 Wipawadee Rd. Donmuang Bangkok 10210
Tel : (66 2) 940-7600 (Automatic) Fax : (66 2) 940-7800

ARL, Switzerland	}	WD-XRF Spectrometer , Optical Spectrometer (Laser Spark)
KEVEX, USA.	}	ED-XRF Spectrometer
VG Elemental, UK.	}	ICP-MS Spectrometer (ICP-MS)
UNICAM, UK.	}	UV-VIS Spectrometer ,Atomic Absorption Spectrometer (AA) , Gas Chromatography (GC) , UV-VIS ,AA & GC Accessories
MATTSON, USA	}	Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) , FT-NIR
BREITLANDER, Germany	}	Standard Solution for AA, ICP, ICP-MS, XRF etc.

อภินันทนาการ

จาก เครือเบทาโกร

BETAGRO
GROUP

อาคารเบทาโกร ทาวเวอร์ (นอร์ธปาร์ค) 323 ถนนวิภาวดีรังสิต หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ : 955-0555 โทรสาร : 955-0345

เรียนต่อระดับ ปวช.

เทคโนโลยีนครปฐม

เรียนต่อระดับ ปวส.

หลักสูตร
1. กระทรวงศึกษาธิการ
2. ใช้เวลาศึกษา 3 ปี การศึกษาจบแล้วรับราชการ ได้เงินเดือน 4,700.- บาท ศึกษาต่อ 2 ปี ได้วุฒิ ปวส.

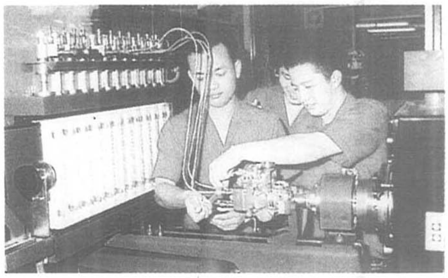
หลักสูตร
1. กระทรวงศึกษาธิการ
2. ใช้เวลาการศึกษา 2 ปี ตามจำนวนหน่วยกิตที่ลงทะเบียนเรียน
3. เป็นการศึกษาระดับอนุปริญญา

พณิชยกรรม
(การบัญชี,
การตลาด,
คอมพิวเตอร์ธุรกิจ)
ช่างไฟฟ้ากำลัง
ช่างยนต์
ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
ช่างอิเล็กทรอนิกส์

การบัญชี
การตลาด
คอมพิวเตอร์ธุรกิจ
ช่างยนต์
ช่างไฟฟ้ากำลัง (เครื่องกลไฟฟ้า)
ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

จุดหมายและหลักวิชาการ
จาก "ผู้บริหาร"

อาจารย์อภินันท์ เหงี่ยมสง่า
Dip. in Accounting, พ.ม.,คบ.,คม.
(บริหารการศึกษา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

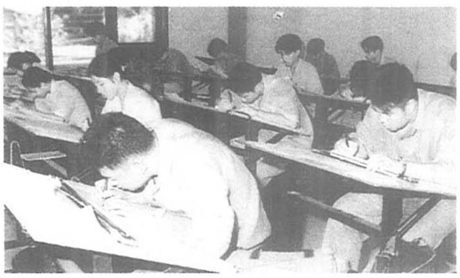


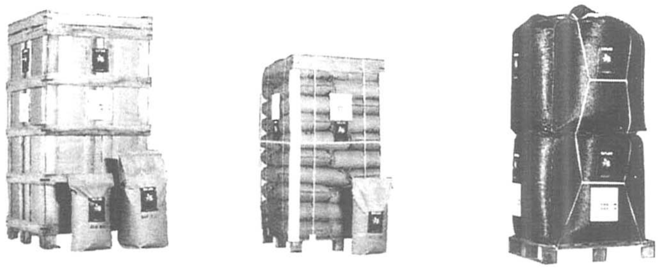
การอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาเป็นการศึกษาที่ปฏิเสธความสูญเปล่าทางการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านฝีมือและอาชีพ หลักการของการจัดการศึกษาวิชาชีพที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลคือต้องจัดให้ผู้ศึกษา ประสบผลสำเร็จในการศึกษาตามทุนทรัพย์ และเวลาที่กำหนดไว้

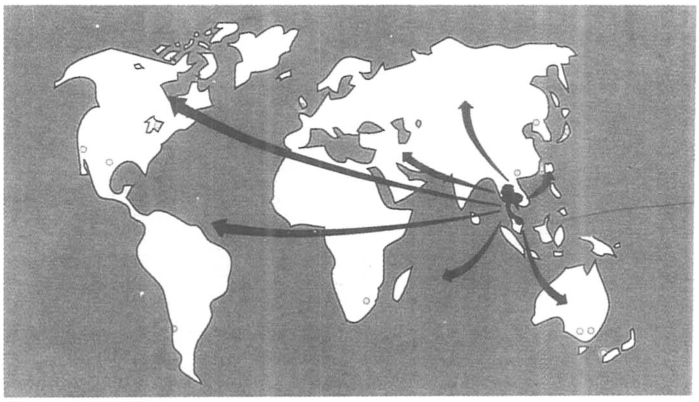
ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองอำนวยการรับสมัคร

149 ใกล้หอนาฬิกานครปฐม
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
โทรศัพท์ (034) 211867-9 โทรสาร (034) 252118
ทุกวันไม่เว้นวันหยุดราชการ







องค์การเภสัชกรรม

สร้างสรรค์ คุณภาพชีวิตไทย

มุ่งมั่นก้าวไกล เพื่อสุขภาพทั่วไทย

ตลอด 32 ปีที่**องค์การเภสัชกรรม**ยึดมั่นในปณิธาน **รับผิดชอบชีวิต ผลิตยาคุณภาพ** ผสมผสานความรู้ความเชี่ยวชาญเข้ากับเทคโนโลยีอันก้าวหน้าและศักยภาพของทีมงาน ผลิตภัณฑ์ยาและอุปกรณ์การแพทย์ขององค์การเภสัชกรรมก้าวหน้าด้วยคุณภาพ ได้รับมาตรฐานการผลิตที่ดี หรือ GMP. (Good Manufacturing Practices) และยังก้าวไกลสู่มาตรฐานโลก ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO 9002...

องค์การเภสัชกรรม

75/1 ถนนพระราม 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร. 246-0042

องค์การเภสัชกรรม อีกหนึ่งแรงพลัง...สร้างสังคมไทยให้เปี่ยมคุณภาพ


กว่าร้อยปีที่คนไทยในทุกเส้นทางมอบความวางใจให้เรา
บริษัทเชลล์ในประเทศไทย
10 ถนนสุนทรโกษา คลองเตย กรุงเทพฯ 10110 โทร. 249-0491

แสตมป์กับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์
แสตมป์ชุดนกไทย
ชุดที่ 5

พรทิพย์ อังคปรีชาเศรษฐ์ เรื่อง
ปัญจพร ศรีคุณ ภาพ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

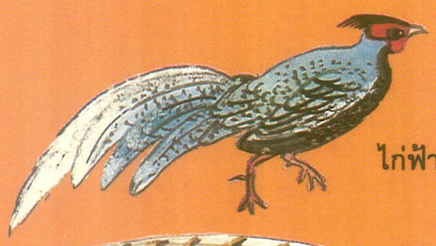
แสตมป์ชุดนกไทย ชุดที่ 5 ออกวางจำหน่าย เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2531 แสตมป์ชุดนี้มี 4 ดวง เช่นเดียวกับแสตมป์ชุดอื่นๆ เป็นชุดของนกไก่ฟ้าที่หายากของประเทศไทยโดยเฉพาะ ได้แก่ ไก่ฟ้าหลังขาว ไก่ฟ้าหลังเทา ไก่ฟ้าหน้าเขียว และไก่ฟ้าหางลายขวาง แสตมป์ชุดนี้นอกจากจะเน้นให้เห็นถึงความสวยงามของนกในกลุ่มนกไก่ฟ้าแล้ว ยังต้องการชี้ให้เห็นว่า นกในกลุ่มนี้เป็นนกหายาก และได้เดินมาถึงจุดวิกฤติแล้ว ถึงเวลาที่พวกเราทุกคน จะต้องช่วยกันพิทักษ์รักษาให้คงอยู่คู่ประเทศไทยตลอดไป

ไก่ฟ้าเป็นกลุ่มของนกในวงศ์ Phasianidae นกในวงศ์นี้ประกอบด้วยนกหลายกลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มไก่ฟ้า (pheasant) กลุ่มนกยูง (peacock) กลุ่มนกกระทา (partridge) และกลุ่มนกคุ่ม (quail) นกในวงศ์นี้มีรูปร่างสีสัน และขนาดของลำตัวแตกต่างกันมาก ตั้งแต่นกที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ นกคุ่ม ซึ่งยาวประมาณ 14 เซนติเมตร จนถึงนกยูงที่มีลำตัวยาวถึง 245 เซนติเมตร

นกในวงศ์ Phasianidae เป็นนกที่หากินบนพื้นดิน จึงมีการพัฒนาโครงสร้างของร่างกายให้เหมาะสม คือ มีลำตัวสั้น ปากหนาสั้น และแข็งแรง ใช้สำหรับจิกอาหารบนพื้นดิน ปีกสั้นกลมมน แต่มีกล้ามเนื้ออกที่แข็งแรง จึงทำให้บินได้ดีและบินได้เร็ว แต่บินได้ในระยะใกล้ๆ เท่านั้น ขา เท้า และนิ้วเท้าแข็งแรง เหมาะในการเดินคุ้ยหาอาหารบนพื้นดิน ไก่ตัวผู้บางชนิดมีนิ้วเท้าขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่าเดือย ข้างละ 1 นิ้ว อยู่เหนือนิ้วเท้าหลังขึ้นมาเล็กน้อย นิ้วนี้อยู่เหนือระดับพื้นดินขึ้นมา จึงไม่ได้ใช้สำหรับเดิน แต่ใช้ในการต่อสู้ศัตรู ไก่ฟ้าตัวเมียไม่มีเดือย แต่มีเป็นตุ่มเล็กๆ และไม่ได้ใช้ประโยชน์เลย

กลุ่มนกไก่ฟ้า เป็นกลุ่มของนกที่มีความงามเป็นเลิศ โดยเฉพาะนกตัวผู้จะมีรูปร่างสง่างาม สีสันสดใส โดยเฉพาะบริเวณหน้า ปีก และหาง นกตัวเมียจะมีสีน้ำตาลเรียบๆ กลมกลืนไปกับธรรมชาติที่อาศัยอยู่ นกไก่ฟ้าที่พบในเมืองไทยมี 10 ชนิด ได้แก่ ไก่ฟ้าพญาลอ ไก่ป่า นกแว่นสีเทา นกแว่นสีน้ำตาล นกหว้า นกยูง ไก่ฟ้าหลังขาว ไก่ฟ้าหลังเทา ไก่ฟ้าหน้าเขียว และไก่ฟ้าหางลายขวาง

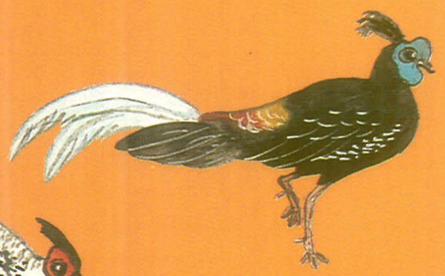
อุปนิสัยของนกไก่ฟ้า โดยทั่วๆ ไป จะคล้ายคลึงกันมาก คือ เป็นนกที่หากินบนพื้นดิน อาศัยรวมกันอยู่เป็นกลุ่มเล็กๆ 3-5 ตัว หลบซ่อนตัวอยู่ตามกอไม้ กอหญ้า และกอไผ่ที่รกทึบ แต่ออกมาหากินในที่โล่งแจ้งตามชายป่าและตามทางเดินในป่า ในเวลาเช้าและเวลาเย็น อาหารมีทั้งพืชและสัตว์ เช่น ตัวหนอน แมลง ปลวก สัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก หน่อพืช ลูกไม้ ผลไม้ เมล็ดพืช กลางคืนขึ้นไปในนอนรวมกันบนต้นไม้ ทำรังอยู่ตามใต้ต้นไม้ที่รกทึบ รังเป็นแอ่งตื้นๆ บนดิน รองรังด้วยใบไม้ใบหญ้า



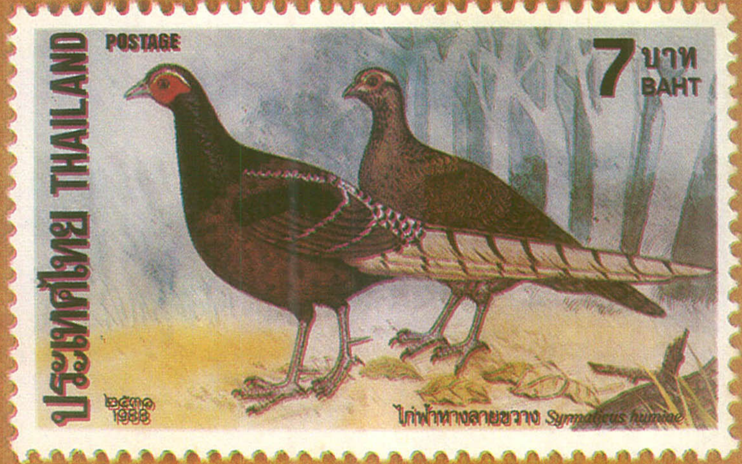
ไก่ฟ้าหลังเทา

ไก่ฟ้าหางลายขวาง

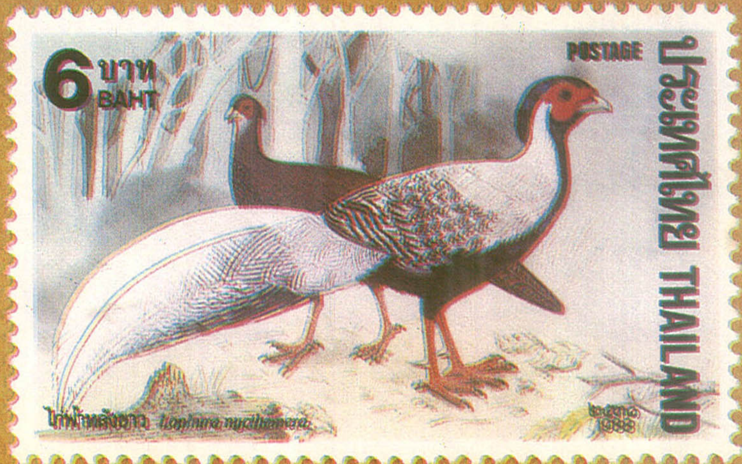
ไก่ฟ้าหลังขาว

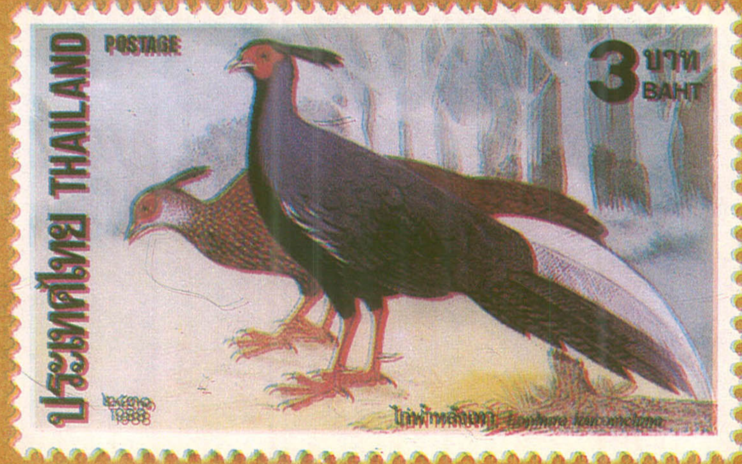


ไก่ฟ้าหน้าเขียว


POSTAGE
7 บาท
BAHT
ประเทศไทย THAILAND
๒๕๓๑
1988
ไก่ฟ้าหางลายขวาง


2 บาท
BAHT
POSTAGE
ประเทศไทย THAILAND
Lophura ignita


6 บาท
BAHT
POSTAGE
ประเทศไทย THAILAND
ไก่ฟ้าหลังขาว
๒๕๓๑
1988


POSTAGE
3 บาท
BAHT
ประเทศไทย THAILAND
๒๕๓๑
1988

ไก่ฟ้าหลังขาว
(Silver Pheasant)

ไก่ฟ้าหลังขาวหรือไก่ฟ้าหลังเงิน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lophura nycthemera* ไก่ฟ้าชนิดนี้ทั่วโลกแยกออกเป็นชนิดย่อยได้ 14 ชนิด ที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิดย่อย คือ

1. ไก่ฟ้าหลังขาวโจนส์ *(Lophura nycthemera jonesi)* ทางภาคเหนือ เรียกไก่ขาว ตัวผู้และตัวเมียไม่เหมือนกัน ไก่ฟ้าตัวผู้มีลำตัวยาว 120 เซนติเมตร รวมทั้งหาง ซึ่งยาว 51 เซนติเมตร หัวสีน้ำตาลดำ มีขนหงอนยาวเป็นกระจุกเอนไปทางด้านหลังแนบไปกับหัว บริเวณหน้าเป็นหนังเปลือยเปล่าขนาดใหญ่สีแดงเข้ม ขนด้านหลังจากคอถึงโคนหาง และปีกสีขาว มีลายเป็นรูปตัว V สีดำ วางซ้อนกันอยู่ทั่วไป ด้านท้องเป็นสีดำตลอด ขาและเท้าสีชมพูสด หางยาวสีขาว หางคู่กลางยาวกว่าหางเส้นอื่นๆ ไก่ฟ้าตัวเมียมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ ตัวยาวประมาณ 51 เซนติเมตร หางสั้นกว่า ขนด้านหลังสีน้ำตาลแดงท้องสีดำมีลายเป็นรูปตัว V สีขาว แผ่นหนังบนในหน้าสีแดงมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ มีหงอนเล็กมากจนแทบมองไม่เห็นสีน้ำตาลเข้ม

ไก่ฟ้าหลังขาวโจนส์ เป็นไก่ฟ้าที่มีถิ่นกระจายกว้างขวางที่สุดในประเทศไทย พบได้ตามป่าอนุรักษ์ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชอบอาศัยอยู่ตามป่าดิบ ป่าโปร่ง และป่าเบญจพรรณ ในระดับความสูงตั้งแต่ 600 เมตรขึ้นไป

2. ไก่ฟ้าหลังขาวจันทบูรณ์ *(Lophura nycthemera lewisi)* หรือไก่ฟ้าหลังดำหรือไก่ดำ คล้ายไก่ฟ้าหลังขาวโจนส์ แต่ขนด้านหลังเป็นสีดำมีลายเป็นรูปตัว V สีขาว นกตัวเมียคล้ายไก่ฟ้าหลังขาวโจนส์ แต่ด้านท้องเป็นสีน้ำตาลเรียบๆ ไม่มีลายเป็นไก่ฟ้าที่พบได้ตามป่าเขา ในระดับความสูงตั้งแต่ 600 เมตรขึ้นไป พบเฉพาะทางภาคตะวันออกแถบจันทบุรี และตราดเท่านั้น

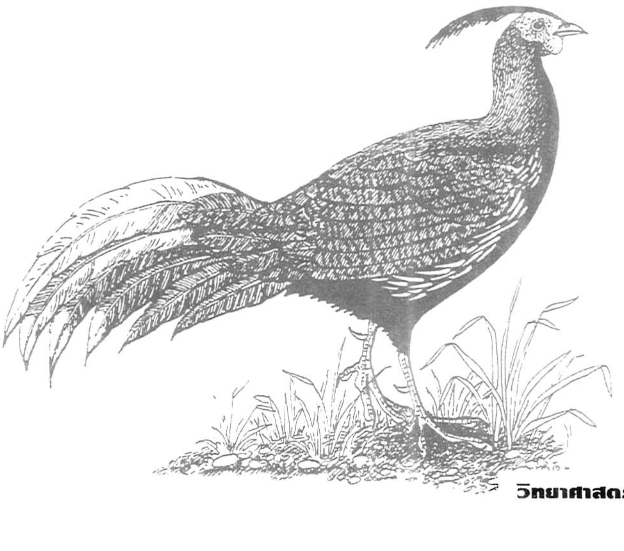
ฤดูผสมพันธุ์ของไก่ฟ้าหลังขาว อยู่ระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม วางไข่ครั้งละ 5-8 ฟอง ระยะฟักไข่ 24-25 วัน

ไก่ฟ้าหลังเทา
(Kalij Pheasant)

ไก่ฟ้าหลังเทา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lophura leucomelana* มีถิ่นกำเนิดบริเวณเทือกเขาหิมาลัย จีน พม่า และไทย ทั่วโลกมีอยู่ 9 ชนิดย่อย ที่พบในเมืองไทยมี 2 ชนิดย่อยคือ ไก่ฟ้าหลังเทาแข้งแดง *(Lophura leucomelana crawfurdii)* และไก่ฟ้าหลังเทาแข้งดำ *(Lophura leucomelana lineata)*

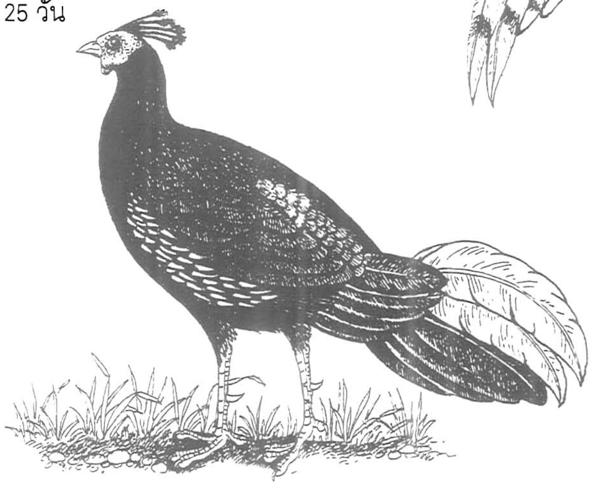
ไก่ฟ้าหลังเทามีลำตัวยาวประมาณ 51-74 เซนติเมตร ลักษณะโดยทั่วๆ ไป คล้ายไก่ฟ้าหลังขาวจันทบูรณ์ แต่มีสีเข้มกว่า ไก่ฟ้าตัวผู้มีสีขนเป็นสีดำทั้งตัว ขนบริเวณด้านหลังยกเว้นขนหางคู่กลางจะมีริ้วลายละเอียดสีขาว มองดูไกลๆ ทำให้เห็นเป็นสีเทาไก่ฟ้าตัวเมียมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ ขนด้านหลังสีน้ำตาลแดง ด้านท้อง สีน้ำตาลดำ มีลายเป็นรูปตัว V สีขาว

ไก่ฟ้าหลังเทาทั้ง 2 ชนิดย่อยนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ต่างกันที่สีของแข้ง คือไก่ฟ้าหลังเทาแข้งแดง จะมีขาและเท้าสีชมพูสด ไก่ฟ้าชนิดย่อยนี้จะพบได้บนเทือกเขาตะนาวศรี ตั้งแต่จังหวัดตาก กาญจนบุรี จนถึงประจวบคีรีขันธ์ ส่วนไก่ฟ้าหลังเทาแข้งดำ จะมีขา



และเท้าสีเทาเข้ม ไก่ฟ้าหลังเทาแข้งดำนี้จะพบได้ตั้งแต่จังหวัดตากขึ้นไปถึงแม่สอด จนสุดเทือกเขาตะนาวศรี

ตามปกติไก่ฟ้าหลังเทาจะอยู่กันเป็นคู่ๆ ตามป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา ตั้งแต่ที่ราบเชิงเขา จนถึงระดับความสูง 1200 เมตร ผสมพันธุ์ระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน วางไข่ครั้งละ 5-8 ฟอง ใช้เวลาฟักไข่ 24-25 วัน



ไก่ฟ้าหน้าเขียว

(Crested Fireback Pheasant)

ไก่ฟ้าหน้าเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lophura iqnita* ไก่ฟ้าตัวผู้มีความยาวตัวรวมทั้งหางประมาณ 72เซนติเมตร ตัวเมียมีขนาดเล็กกว่า ยาวประมาณ 60 เซนติ-เมตร ลักษณะเด่นของไก่ฟ้าชนิดนี้คือมีแผ่นหนังที่ใบหน้าเป็นสีฟ้าสด ต่างจากไก่ฟ้าชนิดอื่นซึ่งมีสีแดง แข้งและเท้าสีแดง ไก่ฟ้าตัวผู้มีขนสีดำเหลือบน้ำเงินตลอดทั้งตัว บนกระหม่อมมีหงอนเป็นเส้นขนเล็กๆ ขึ้นเป็นกระจุก กลางแผ่นหลังถึงโคนหาง มีแถบขนาดใหญ่สีแดงเพลิง สีข้างมีลายขีดสีขาว หางเป็นพุ่มโค้งลง ขนหางเส้นกลางเป็นสีขาว ตัวเมียมีขนสีน้ำตาล ขอบขนบริเวณอกและท้องขลิบขาว

ไก่ฟ้าหน้าเขียวชอบอาศัยอยู่ตามป่าดงดิบต่ำ จนถึงระดับความสูง 1,000 เมตร โดยเฉพาะใกล้ธารน้ำ อาศัยอยู่เป็นกลุ่ม 5-6 ตัว โดยมีตัวผู้เพียงตัวเดียว แต่ละกลุ่มจะมีขอบเขตหากินเป็นของตัวเอง ชอบหากินตามพื้นป่าที่ค่อนข้างรก ผสมพันธุ์ระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม วางไข่ครั้งละ 5-8 ฟอง ระยะฟักไข่ 25 วัน

ไก่ฟ้าหน้าเขียวมีขอบเขตการแพร่กระจายค่อนข้างแคบ พบตั้งแต่ตอนใต้ของเทือกเขาตะนาวศรีลงไปตลอดภาคใต้ของประเทศไทย จนถึงมาเลเซีย สุมาตรา และบอร์เนียว ใน ประเทศไทยพบตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปจนสุดชายแดน ปัจจุบันเป็นนกที่มีเหลืออยู่น้อยมากตามป่าอนุรักษ์บางแห่งในภาคใต้

ไก่ฟ้าหางลายขวาง

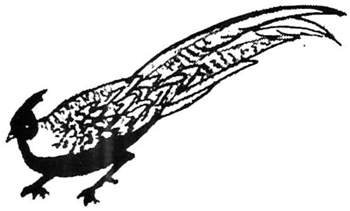
(Hume's Pheasant)

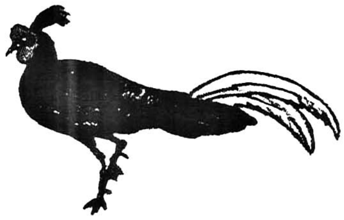
ไก่ฟ้าหางลายขวาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Syrmaticus humiae* เป็นไก่ฟ้าขนาดใหญ่ อยู่ในกลุ่มของไก่ฟ้าที่มีหางยาว ไก่ฟ้าตัวผู้มีลำตัวยาว 90 เซนติเมตร รวมทั้งหางที่ยาวถึง 40-54 เซนติเมตร ตัวเมียยาวประมาณ 60 เซนติเมตร นกตัวผู้มีสีสวยงาม แตกต่างจากนกตัวเมีย คือมีหัวและคอสีน้ำเงินเหลือบม่วง ใบหน้าเป็นหนังสีแดงสด บนหัวไม่มีหงอนเหมือนไก่ฟ้าชนิดอื่นๆ หลัง ปีก อก และท้องสีน้ำตาลแดง มีแถบขาวติดต่อด้วยแถบสีน้ำเงินเหลือบม่วงที่โคนปีก ต่อด้วยแถบขาวอีก 2 แถบที่กลางปีก สะโพกขาวปลายขนขลิบด้วยสีน้ำตาลเข้ม มองดูเป็นเกล็ดซ้อนๆ กัน หางเรียวยาวสีขาว มีลายขวางสีน้ำตาลดำเป็นระยะๆ ไก่ฟ้าตัวเมียมีขนสีน้ำตาล ด้านหลังมีลายขีดและลายจุดสีน้ำตาลเข้มหางเรียวมีลายขวางสีน้ำตาลเข้ม ปลายหางขลิบขาว

ไก่ฟ้าหางลายขวางชอบอาศัยอยู่ตามป่าดิบเขาและป่าสน-เขาใน ระดับความสูง 900-1,500 เมตร หากินเป็นกลุ่มครอบครัว 3-5 ตัว

ผสมพันธุ์ระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน วางไข่ครั้งละ 6-10 ฟอง ใช้เวลาฟักไข่ 27 วัน

ไก่ฟ้าหางลายขวางเป็นไก่ฟ้าที่หายากมากที่สุดของประเทศไทย มีเขตแพร่กระจายค่อนข้างแคบ บนเทือกเขาตอนเหนือของพม่าจนถึงอินเดียเข้าสู่จีนตอนใต้และภาคเหนือของไทย ในประเทศไทยเคยมีรายงานการพบบนยอดดอยบางแห่งในจังหวัดเชียงใหม่ปัจจุบันมีรายงานการพบน้อยมากที่ดอยเชียงดาว และดอยปุย





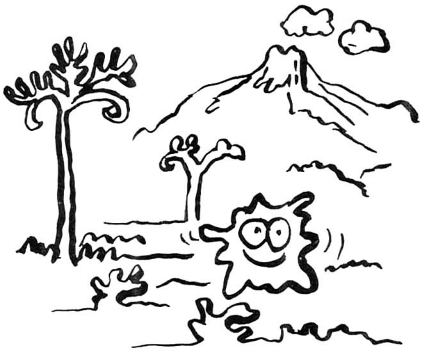
สิ่งละอันพันละน้อย จากจุลินทรีย์

ศาสตราจารย์ นภา โล่ห์ทอง
ภาควิชาจุลชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจุลินทรีย์

สิ่งมีชีวิตที่อุบัติขึ้นสิ่งแรกในโลกได้แก่จุลินทรีย์ และนับตั้งแต่อุบัติการณ์จุลินทรีย์ได้มีบทบาทต่อการแปรเปลี่ยนของสรรพสิ่งในโลก เป็นจุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการ ซึ่งมีผลทำให้เกิดความหลากหลายทางชีววิทยา (biodiversity) ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตนานาชนิดรวมทั้งมนุษย์ ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ดึกดำบรรพ์ได้วิวัฒนาการ มาเป็นจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติและความสามารถแตกต่างกัน ความหลากหลายของจุลินทรีย์ในเชิงความสามารถที่จะดำรงชีวิตในระบบนิเวศและสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กระจายอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้ในที่ๆ สิ่งมีชีวิตอื่นไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่นในน้ำพุร้อนซึ่งอุณหภูมิสูงถึง 90-100 °ซ หรือที่เย็นจัดจนอุณหภูมิติดลบที่เป็นกรดหรือด่างมากๆ บริเวณที่ซึ่งปราศจากออกซิเจนใต้ทะเลหรือที่ที่มีความกดดันสูง ที่ที่มีเกลือเข้มข้น 25-30% หรือน้ำตาลเข้มข้น 60-70% ดังนั้นจึงเป็นการง่ายที่จะระบุแหล่งที่ปลอดจุลินทรีย์ ได้แก่ในเนื้อเยื่อและเซลล์ของพืชและของสัตว์ที่ไม่เป็นโรค ลาวาที่กำลังหลอมละลายจากการระเบิดของภูเขาไฟ รวมทั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการทำลายเชื้อจนหมด

จุลินทรีย์ที่อยู่ทุกหนทุกแห่งในโลกดังได้กล่าวแล้ว ล้วนมีความสำคัญกับโลกทั้งในส่วนที่มีชีวิต (biotic component) และส่วนที่ไม่มีชีวิต (abiotic component) ทั้งด้านที่เป็นคุณและเป็นโทษ จนกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของ



ทุกคน ดังนั้นการเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุลินทรีย์ จึงเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการป้องกันและลดโทษอันพึงจะเกิดจากจุลินทรีย์ให้น้อยลง และหาวิธีนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ให้มากกว่าที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ

บทบาทของจุลินทรีย์ในห่วงโซ่อาหาร

จุลินทรีย์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในทุกระดับของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ คือเป็นทั้งผู้ผลิต (producer) ผู้บริโภค (consumer) และผู้ย่อยสลาย (decomposer) สิ่งมีชีวิตจะดำรงอยู่ได้ต้องได้รับสารอาหารและพลังงาน แหล่งพลังงานที่สำคัญได้แก่แสงอาทิตย์ ซึ่งเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้เท่านั้นที่จะใช้แหล่งพลังงานนี้ได้ สิ่งมีชีวิตดังกล่าวได้แก่ พืช สาหร่าย ไซยาโนแบคทีเรียและแบคทีเรียสังเคราะห์แสง โดยมีกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานเคมี และใช้พลังงานเคมีในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ในห่วงโซ่อาหาร จึงเรียกสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ว่าผู้ผลิต (producer) แต่โดยที่จริงแล้วยังมีแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งที่สังเคราะห์แสงไม่ได้ แต่สามารถเจริญได้โดยใช้สารอนินทรีย์เป็นแหล่งพลังงาน และสามารถเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารอินทรีย์ได้เช่นกัน เรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่าลิโธโทรฟ (lithotroph) ดังนั้นแบคทีเรียกลุ่มนี้ จึงจัดว่าเป็นผู้ผลิตที่สำคัญอีกกลุ่มหนึ่ง

โดยสรุปจุลินทรีย์ที่เป็นผู้ผลิตจึงได้แก่แบคทีเรียสังเคราะห์แสง ไซยาโนแบคทีเรียสาหร่ายและลิโธโทรฟ ส่วนจุลินทรีย์ที่เป็นผู้บริโภคปฐมภูมิ (primary consumer) ได้แก่โปรโตซัว ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์ที่ใหญ่ขึ้น

เช่น ปลา และเมื่อสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มใดก็ตามตายลง ซากจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์นานาชนิดเกิดเป็นแหล่งอาหารและพลังงานหมุนเวียนกันไปเช่นนี้ไม่มีที่สิ้นสุด

จุลินทรีย์กับอาหารพื้นเมือง

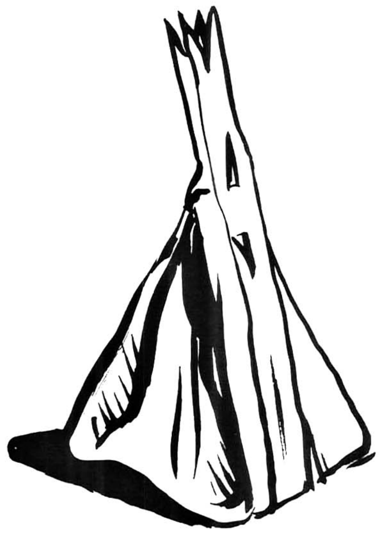
ลูกแป้ง คือ กล้าเชื้อจุลินทรีย์ที่เก็บในรูปเชื้อแห้งเพื่อใช้ในการผลิตอาหารหมักหลายชนิดในประเทศแถบเอเชีย เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ลูกแป้งมีมาแต่โบราณ ก่อนที่มนุษย์จะเข้าใจถึงศาสตร์ทางจุลชีววิทยา โดยเข้าใจกันว่ามีต้นกำเนิดจากประเทศจีน และถ่ายทอดไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เช่น กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย ทิเบต สิคขิม อินเดีย และเกาหลี สำหรับประเทศไทยลูกแป้งที่ใช้มาแต่โบราณถึงปัจจุบันได้แก่ลูกแป้งข้าวหมาก ลูกแป้งเหล้าซึ่งใช้หมักสุรา กระแช่ น้ำขาว สาโท อุ และลูกแป้งน้ำส้มสายชูหรือที่เรียกว่าส่าน้ำส้ม

ลูกแป้งทั้งสามชนิดประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิดที่สำคัญคือ เชื้อราซึ่งสามารถย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลและยีสต์ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ โดยที่ยีสต์ในลูกแป้งข้าวหมากเป็นยีสต์ที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้ไม่ดีนักแต่มีคุณสมบัติผลิตสารระเหยที่ให้กลิ่นหอม ในขณะที่ยีสต์ในลูกแป้งเหล้าและลูกแป้งน้ำส้มสายชูมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์ได้สูงมาก ลูกแป้งน้ำส้มสายชูนอกจากจะประกอบด้วยเชื้อราและยีสต์แล้ว ยังมีเชื้อน้ำส้มสายชูซึ่งเป็นแบคทีเรียประกอบอยู่ด้วย จึงหมักแอลกอฮอล์ต่อไปเป็นกรดน้ำส้ม นอกจากนั้นปรากฏจากคำบอกเล่าว่าคนโบราณทำให้แป้งขนมถ้วยฟูขึ้นด้วยลูกแป้งขนมถ้วยฟู ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายว่าไม่มีเอกสารบันทึกไว้ ปัจจุบันจึงขาดรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับลูกแป้งชนิดนี้

ข้าวหมากก็มีความหลากหลาย

ประเทศในแถบเอเชียมีอาหารหมักพื้นบ้านที่คล้ายหรือเหมือนกันหลายชนิด รวมทั้งข้าวหมาก ซึ่งนอกจากญี่ปุ่นแล้ว ประเทศในแถบนี้มีกรรมวิธีการหมักข้าวหมากที่คล้ายกันมาก ตั้งแต่การแช่ข้าวเหนียวแล้วนึ่งให้สุกโดยไม่เละ ล้างน้ำให้หมดเมือก ทำให้สะเด็ดน้ำ โรยลูกแป้งข้าวหมากลงบนข้าวและเคล้าให้ทั่วถึง ห่อด้วยใบตอง ใบบัวหรือใบไม้ชนิดอื่นๆ หรือแบ่งบรรจุในภาชนะ เช่น ขวด กล่องพลาสติก หรือหมักในหม้อ หรือ ขวดใบใหญ่แล้วแต่วัตถุประสงค์ โดยใช้เวลาในการหมักประมาณ 2 วัน จะมีข้อแตกต่างกันบ้างในกรรมวิธีการทำ ได้แก่ ข้าวหมากของเวียดนามนั้น ก่อนการหมักจะปั้นข้าวเป็นก้อนกลมๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 ซม. และข้าวหมากของบางประเทศหมักโดยไม่ล้างเมือกข้าว

จุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมากได้แก่เชื้อราและยีสต์ ที่ผลิตเอนไซม์ย่อยแป้ง แป้งบางส่วนในข้าวจึงเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ทำให้ข้าวหมากมีรสหวาน เชื้อราที่เป็นตัวการสำคัญได้แก่ *Amylomyces rouxii* และมีเชื้ออื่นๆ ปนอยู่บ้าง เช่น *Mucor* spp. และ *Rhizopus* spp. ส่วนยีสต์ในลูกแป้งข้าวหมากได้แก่ *Endomycopsis* spp. และ *Hansenula* spp. ซึ่งนอกจากจะสามารถเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลแล้วยังหมักน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ (เอทานอล) ได้บ้าง ที่สำคัญคือ ยีสต์กลุ่มนี้จะผลิตแอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆ และเอสเทอร์ ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ข้าวหมากมีกลิ่นหอม โดยทั่วๆ ไป ข้าวหมากจะมีแอลกอฮอล์อยู่เพียง 1-2.5% แต่หากใช้เวลาการหมักนานขึ้น หรือลูกแป้งที่ใช้มี *Saccharomyces cerevisiae* ปนอยู่ด้วย ปริมาณแอลกอฮอล์จะสูงขึ้นเล็กน้อย



ข้าวหมากของประเทศเพื่อนบ้านในแถบเอเชียมีกรรมวิธีการผลิต จุลินทรีย์ที่ใช้และลักษณะของข้าวหมากเหมือนข้าวหมากไทย ยกเว้นข้าวหมากเวียดนาม ซึ่งปั้นเป็นก้อนกลมๆ ก่อนหมัก บทความนี้จึงเป็นเรื่องของข้าวหมากในลักษณะที่แตกต่างออกไป

ประเทศอินโดนีเซียนอกจากจะมีข้าวหมากแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์จากข้าวหมากเรียก "เบรม" ซึ่งผลิตโดยกรองข้าวหมาก แยกเอาส่วนของข้าวที่ยังเป็นเมล็ดออก นำน้ำข้าวหมากที่มีลักษณะขาวขุ่นไปเคี่ยวโดยกวนตลอดเวลาจนงวด น้ำข้าวหมากจะเปลี่ยนเป็นแป้งข้นๆ สีขาว เมื่อเทใส่กระด้งแล้วผึ่งให้แห้งประมาณ 8-12

ชั่วโมง จะตัดเป็นชิ้นได้เรียก "เบรมเมเดียน" หรือใช้วงไม้ไผ่กดให้เป็นแผ่นกลมๆ ผึ่งไว้ประมาณครึ่งวันแล้วนำไปตากแดดจนแห้งเรียก "เบรมออโนกิริ" นอกจากนี้ในบาหลียังมีผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมาก ซึ่งได้จากการกรองอย่างช้าๆ และส่วนที่ใสเรียก "เบรมบาหลี"

ข้าวหมากของญี่ปุ่นที่เรียก "อามาซาเกะ" มีความแตกต่างจากข้าวหมากของประเทศอื่นๆ เป็นอย่างมาก ตั้งแต่ใช้ข้าวจ้าวเมล็ดสั้นของญี่ปุ่นแทนข้าวเหนียว การหมักแบ่งเป็นสองขั้นตอน โดยหมักข้าวกับกล้าเชื้อ *Aspergillus oryzae* ในสภาพที่แห้งมากประมาณหนึ่งวัน จึงนำข้าวที่มีเชื้อราเจริญและยังคงเป็นเมล็ดร่วนๆ เรียกโคจิข้าว มาเติมน้ำอุ่นประมาณ 50-60°ซ. ในขณะที่ข้าวอยู่ในน้ำอุ่นเอนไซม์อไมเลสที่เชื้อราผลิตไว้ในข้าว จะย่อยสลายแป้งได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวทำให้มีน้ำตาลเกิดขึ้นในปริมาณมาก อามาซาเกะมีลักษณะเหมือนข้าวต้มเละๆ และมีรสหวาน

เมรัยจากข้าว

ประเทศแถบเอเชียซึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เช่น จีน เกาหลี ไทย เวียดนาม เขมร ลาว พม่า อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย และ สิคขิม เป็นต้น ล้วนมีเมรัยพื้นบ้าน ซึ่งใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ โดยมีเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตคล้ายคลึงกัน ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดสืบเนื่องกันมาจากประเทศจีน เมรัยเหล่านี้มีชื่อเรียกต่างๆ กันตามภาษาท้องถิ่น แม้แต่ในประเทศไทยก็เรียกชื่อต่างกันในแต่ละภาค เช่น ภาคกลางเรียก "น้ำขาว" แต่บางท้องถิ่นเรียก "กระแช่" ส่วนภาคอีสานเรียกเมรัยชนิดเดียวกันนี้ว่า "สาโท" หรือ "เหล้าโท"

เมรัยที่กล่าวแล้วข้างต้นผลิตโดยแช่ข้าวเหนียว นึ่งให้สุก เมื่อปล่อยให้เย็นแล้วจึงใส่ลูกแป้งเหล้า เพื่อเป็นกล้าเชื้อ บ่มในสภาพการหมักแบบแห้งประมาณ 2-3 วัน แล้วจึงเติมน้ำหมักต่อไปอีก 1-2 สัปดาห์ คั้นและกรองมาใช้เฉพาะส่วนน้ำ ซึ่งจะมีสีขาวขุ่น และเนื่องจากเป็นการผลิตที่ไม่มีการฆ่าเชื้อเมรัยชนิดนี้เก็บไว้ไม่ได้นานส่วนใหญ่การเสียจะเกิดจากเชื้อน้ำส้มสายชูซึ่งปนเปื้อนในลูกแป้ง

ลูกแป้งที่ใช้ประกอบด้วยเชื้อรา ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ *Rhizomes* spp. โดยมี

Mucor spp. และ *Amylomyces rouxii* ปนอยู่บ้าง เชื้อราเหล่านี้ สามารถผลิตเอนไซม์อไมเลสย่อยแป้งให้ได้น้ำตาล นอกจากเชื้อราแล้วในลูกแป้งยังมียีสต์ที่สำคัญได้แก่ *Saccharomyces cereviseae* ซึ่งจะหมักน้ำตาลต่อเป็นแอลกอฮอล์ และเนื่องจาก เชื้อราในลูกแป้งบางชนิดสามารถผลิตกรดแลกติกได้ ตลอดจนแบคทีเรียแลกติกปนอยู่ในลูกแป้ง เมรัยที่หมักได้จึงมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับนักดื่ม

นอกจากกระแช่ สาโท หรือ น้ำขาวแล้ว ประเทศในแถบเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งไทยและอินโดจีน ยังมีเมรัยจากข้าวอีกชนิดหนึ่งได้แก่ "อุ" ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้หมักนอกจากข้าวเหนียวที่แช่น้ำแล้ว จะเติมแกลบก่อนนำไปนึ่ง เมื่อเย็นแล้วจึงคลุกเคล้าด้วยลูกแป้ง และบรรจุในไหปากแคบปิดผนึกฝา หมักไว้ไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ และจะเก็บไว้ได้เป็นเดือนๆ จนเมื่อจะดื่มจึงเติมน้ำลงในไห ซึ่งประเพณีการดื่มอุแต่โบราณนั้นไม่นิยมรินออกจากไห แต่จะล้อมวงผลัดกันดูดน้ำอุจากไหโดยตรงด้วยไม้ซาง ดังนั้น อุจึงเป็นเมรัยที่เหมาะสำหรับดื่มในการพบปะสังสรรค์ แต่ในปัจจุบันวิธีการดื่มอุได้มีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง โดยใช้ท่อยางไซ-ฟอนน้ำอุออกจากไหเพื่อแจกจ่ายกัน ซึ่งก็เป็นการดีในด้านหลักสุขอนามัย น้ำอุที่ได้จากการเติมน้ำครั้งแรกจะเข้มข้นมีแอลกอฮอล์สูง เมื่อดูดน้ำแรกหมดแล้วจะเติมน้ำลงไปได้อีก ซึ่งจะได้น้ำอุที่มีรสชาติ และเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์น้อยลงตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าการหมักอุเป็นการหมักแบบแห้งตลอดกระบวนการ จึงสามารถเก็บอุที่หมักไว้ในไหโดยไม่เปิดฝาไว้ได้เป็นเวลานาน ซึ่งนับว่าเป็นความชาญฉลาดอย่างยิ่งของคนโบราณ ส่วนแกลบที่ผสมลงไปด้วยนั้นทำให้อุมีรสฝาดของแทนนิน เช่นเดียวกับการหมักไวน์จากองุ่นแดง

เหล้าสาเก

เหล้าสาเกของญี่ปุ่นเป็นเมรัยข้าวที่มีแอลกอฮอล์สูงถึง 20-22% ซึ่งนับว่าสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มประเภทเดียวกันที่เกิดจากการหมักโดยไม่ผ่านการกลั่น เช่น กระแช่ สา-โท น้ำขาว ไวน์ และเบียร์ เป็นต้น ซึ่งเครื่องดื่มดังกล่าวเหล่านี้ จะหมักได้แอลกอฮอล์สูงสุดไม่เกิน 15%

โดยหลักการแล้ว การหมักเหล้าสาเกจะคล้ายกับการหมักเมรัยอื่นๆ

ที่ใช้ข้าวหรือพืชหัวที่มีแป้งเป็นวัตถุดิบ กล่าวคือต้องการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลโดยเชื้อราซึ่งผลิตเอมไซม์อไมเลส และหมักต่อให้ได้แอลกอฮอล์ด้วยยีสต์ แต่มีวิธีการที่แตกต่างจากการหมักเมรัยชนิดอื่นๆ บางประการ ได้แก่ ประเทศอื่นๆ ในแถบเอเชียหมักเมรัยโดยใช้เชื้อราสกุล *Rhizopus* หรือ *Mucor* หรือ *Amylomyces* ในรูปของลูกแป้งเป็นตัวการในการย่อยสลายแป้งให้ได้น้ำตาล ในขณะที่การหมักเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของญี่ปุ่น รวมทั้งเหล้าสาเก ใช้เชื้อรา *Aspergillus oryzae* นอกจากนั้นการหมักเหล้าสาเกจะมีการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 15°ซ. ตลอดเวลา

จากการวิจัย ชาวญี่ปุ่นพบว่าเส้นใยของเชื้อราที่ใช้หมักเหล้าสาเกประกอบด้วยสารโปรตีนโอไลปิด เช่น ฟอสโฟทิดิลโคลิน (phosphotidylcholine) ที่จับกับอัลบูมิน (albumin) หรือเมทิลเซลลูโลส (methylcellulose) ซึ่งระหว่างการหมักสารเหล่านี้จะสะสมในเซลล์ของยีสต์ทำให้ยีสต์ทนแอลกอฮอล์ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหมักที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจึงทำให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ได้ต่อไป

ประโยชน์จากการอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียแลกติก และยีสต์ต่ออาหารหมัก

แบคทีเรียแลกติกและยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มักพบอยู่ร่วมกันในธรรมชาติ เนื่องจากจุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มนี้ ชอบและทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้คล้ายๆ กัน นอกจากนั้นยังมีกิจกรรมเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน เช่น แบคทีเรียแลกติกผลิตกรดทำให้ระดับ pH เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ ในขณะเดียวกันสารอาหารที่ได้จาก การย่อยสลายตัวเองของเซลล์ยีสต์ ก็จะทำให้แบคทีเรียแลกติกสามารถเจริญได้ดี การหมักอาหารที่ทำกันมาแต่โบราณนั้นอาศัยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ดังนั้นอาหารหมักหลายๆ ชนิด จึงเกิดขึ้นจากกิจกรรมร่วมระหว่าง ยีสต์ และแบคทีเรียแลกติก ซึ่งเท่ากับเป็นการจำลองระบบนิเวศจากธรรมชาตินั่นเอง ซึ่งกิจกรรมนี้อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการหมัก เช่น ในขั้นตอนการหมักน้ำเกลือ ของการหมักเต้าเจี้ยว ซีอิ้วและมิโซ หรืออาจเกิดขึ้นตลอดกระบวนการหมัก เช่น การทำให้ขนมปังแป้งหมักขึ้นฟู ผลิตภัณฑ์นมบางชนิดและเมรัยเป็นต้น

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอาหารหมักเหล่านี้แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป บางชนิดได้มีการศึกษากันอย่างละเอียด แยกและคัดเลือกเชื้อพร้อมทั้งหาวิธีการผลิตเป็นกล้าเชื้อบริสุทธิ์ แต่ก็มีผลิตภัณฑ์อีกหลายชนิดที่ไม่จำเป็นต้องพัฒนาวิธีการผลิตกล้าขึ้นมาใหม่ เนื่องจากสามารถใช้กล้าแบบดั้งเดิมในรูปของเชื้อผสมที่ได้เพาะเลี้ยงต่อเนื่องกันมาอย่างได้ผลดี

คีเฟอร์นมเปรี้ยวของรัสเซีย

คือนมเปรี้ยวพื้นบ้านของรัสเซีย มีแหล่งผลิตแรกเริ่มแถบภูเขาคอเคซัส และปัจจุบันมีการผลิตเป็นการค้า ในประเทศรัสเซีย ยุโรป และอเมริกา ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดนี้ต่างจากนมเปรี้ยวชนิดอื่นๆ ที่นอกเหนือจากรสเปรี้ยวของกรดและแลกติก ที่เป็นองค์ประกอบแล้วจะมีกลิ่นเหล้าอ่อนๆ เนื่องจากมีแอลกอฮอล์เกิดขึ้นจากการหมัก

กล้าเชื้อที่ใช้ในการหมักเป็นกล้าเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียแลกติกและยีสต์ที่ใช้สืบเนื่องกันมาเรียกคีเฟอร์-เกรน (kifir grain) ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนเชื้อที่มีจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดดังกล่าว เจริญฝังตัวอยู่ในเมือกสารเหนียวประเภทพอลิแซกคาไรด์ เชื้อผสมนี้มีลักษณะเป็นก้อนเมือกสีขาว ตะปุ่มตะป่ำคล้ายดอกกะหล่ำ

การหมักคีเฟอร์ ทำได้โดยใส่ก้อนเชื้อคีเฟอร์ประมาณ 50-60 กรัม ในน้ำนม 1 ลิตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 18-25°ซ. ประมาณ 24-28 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยกระชอน เพื่อใช้ดื่มเฉพาะส่วนน้ำ และเก็บก้อนเชื้อไว้ใช้ต่อไป โดยเชื้อจะคงประสิทธิภาพตราบที่เลี้ยงในน้ำนม การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในก้อนเชื้อคีเฟอร์มีความสมดุลตามธรรมชาติ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะพึ่งพาอาศัยกัน และถึงแม้ว่าการหมักคีเฟอร์จะเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านที่ไม่ได้ใช้เทคนิคการทำให้ปลอดเชื้อก็จะไม่พบการปนเปื้อนจากเชื้ออื่น

เมรัยที่หมักจากกล้าเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียแลกติก และยีสต์

ในขณะที่ชาวตะวันออกส่วนใหญ่ใช้กล้าเชื้อในรูปลูกแป้งในการหมักเมรัย ชาวตะวันตกจะมีเมรัยพื้นบ้านที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีแบบดั้งเดิมต่างๆ

กัน รวมทั้งการใช้กล้าเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียแลกติกและยีสต์ที่ได้จากการคัดเลือกโดยธรรมชาติและสามารถเพาะเลี้ยงต่อเนื่องสืบทอดมา ส่วนใหญ่การหมักเมรัยประเภทนี้จะทำกันในระดับครัวเรือน โดยใส่กล้าเชื้อในน้ำตาล (10-20%) และเพื่อให้ได้กลิ่นรสตามที่ชอบ จะมีการเติมขิงหรือผลไม้บางชนิด เช่น มะนาวหรือลูกเกด แล้วหมักไว้ 1-2 วัน แยกก้อนเชื้อออกจากน้ำเมรัย เพื่อไว้ใช้เป็นกล้าในการหมักครั้งต่อๆ ไป เมรัยชนิดนี้มีรสค่อนข้างเปรี้ยว และมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามท้องถิ่น เช่น "ทิบิ" (tibi) "จินเจอร์เบียร์" (ginger beer) "บีสไวน์" (bees' wine) ส่วนกล้าเชื้อที่ใช้ในการหมักเรียก "ทิบิเกรน" (tibi grain) หรือ "จินเจอร์เบียร์แพลนท์" (ginger beer plant) ซึ่งมีลักษณะคล้ายก้อนเชื้อคีเฟอร์ที่กล่าวถึงในบทความก่อนหน้านี้แต่มีขนาดเล็กและใสกว่า

ขนมปังและขนมอบขึ้นฟูได้อย่างไร

การที่ขนมปังหรือผลิตภัณฑ์แป้งขึ้นฟูชนิดต่างๆ จะขึ้นฟู หรือที่เรียกว่าแป้งขึ้นได้นั้น เป็นผลจากการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ อาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากการเติมผงฟูซึ่งได้แก่ส่วนผสมระหว่างโซเดียมไบคาร์บอเนตและเกลือฟอสเฟตหรือไพโรฟอสเฟต หรือเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สำหรับขนมปัง หรือขนมอบบางชนิดที่ผลิตกันอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้ยีสต์ซึ่งอยู่ในรูปยีสต์ผงโดยได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของยีสต์ขณะนวดและพัก หรือหมักแป้ง

นอกจากนี้ยังมีขนมปังแป้งหมักที่เกิดจากการใช้เชื้อผสมระหว่างยีสต์และแบคทีเรียแลกติกกลุ่มที่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และยังผลิตกรดและสารอื่นๆ อีกหลายชนิด ที่ทำให้เกิดกลิ่นหมัก ขนมปังแป้งหมักจะมีเนื้อเหนียวหนักกว่าขนมปังที่ใช้ยีสต์ผง ขนมปังแป้งหมักที่มีชื่อเสียง ได้แก่ ขนมปังแป้งหมักเมืองซานฟรานซิสโก (San Francisco sour dough bread) และขนมปังแป้งหมักของฝรั่งเศส (French sour dough bread)

วิทยาศาสตร์เบื้องหลังการหมักเต้าเจี้ยวและซีอิ๊ว

เต้าเจี้ยวและซีอิ๊วเป็นสิ่งปรุงรสได้จากการหมักถั่วเหลืองและแป้งสาลีหรือแป้งข้าวจ้าว หรือแป้งสาลี ผสมแป้งข้าวจ้าว ซึ่งกระบวนการหมัก แบ่งเป็นสองขั้นตอน

ขั้นตอนแรกได้แก่การนำถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำจนพองตัว และนึ่งหรือต้มให้สุกแล้วมาหมักกับแป้ง และเชื้อราแอสเปอจิลลัส ออไรเซ (*Aspergillus oryzae*) เชื้อราจะเจริญและผลิตน้ำย่อยที่สามารถย่อยสลายโปรตีนในถั่วให้กรดอะมิโน และย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล วัสดุหมักที่ได้นี้เรียกตามภาษาญี่ปุ่นว่าโคจิ

ขั้นตอนที่สองได้แก่การหมักโคจิในน้ำเกลือเข้มข้นประมาณ 18-21% การหมักช่วงนี้น้ำย่อยในโคจิจะทำงานย่อยสลายโปรตีนและแป้งต่อ เปรียบเสมือนเป็นการสกัดกรดอะมิโนและน้ำตาลออกจากวัตถุดิบให้มาอยู่ในน้ำหมัก และทำให้เมล็ดถั่วนิ่มและยุ่ย ในขณะเดียวกันจะมีแบคทีเรียแลกติกซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนน้ำตาล บางส่วนไปเป็นกรดแลกติก ทำให้น้ำหมักมีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาล เป็นแอลกอฮอล์และสารให้กลิ่นหอมอีกหลายชนิด

ดังนั้น องค์ประกอบหลักของน้ำหมักจึงได้แก่ กรดอะมิโน น้ำตาล กรดแลกติก แอลกอฮอล์ และสารให้กลิ่นหอมของซีอิ๊วและเต้าเจี้ยวในปริมาณที่เหมาะสม

วิทยาศาสตร์เบื้องหลังการดองผัก

การดองผักแบ่งเป็นสองวิธี ได้แก่ ดองด้วยน้ำส้มผสมน้ำตาลและเกลือ ซึ่งจุลินทรีย์มีบทบาทต่อการดองแบบนี้น้อยมาก ต่างจากการดองด้วยเกลือ ซึ่งเป็นการดองที่ทำให้ผักเปรี้ยว โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญได้แก่ แบคทีเรียแลกติก ซึ่งปนมากับวัตถุดิบ แบคทีเรียนี้แบ่งเป็นสองกลุ่ม ใหญ่ๆ ได้แก่ กลุ่มที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลกติก เรียกว่ากลุ่มโฮโมเฟอร์เมนเตทีฟ (homofermentative) และกลุ่มที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลกติกผสมกรดน้ำส้ม แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เรียกว่ากลุ่มเฮทเทอโรเฟอร์เมนเตทีฟ (heterofermentative) และบางครั้งการหมักไม่สมบูรณ์จะเกิดเอสเทอร์ (ester) และอัลดีไฮด์ (aldehyde) ซึ่งสารเหล่านี้ เป็นสารระเหยที่มีกลิ่นหอม

การดองผักด้วยเกลือไม่จำเป็นต้องใส่น้ำตาล เนื่องจากในเซลล์ผักมีน้ำตาลอยู่แล้วมากน้อยตามชนิดของผัก ที่สำคัญคือต้องทำให้น้ำตาลใน

เซลล์ออกมาอยู่ในน้ำหมัก ซึ่งทำได้โดยเคล้าผักกับเกลือ ให้เซลล์ผักบางส่วนแตก การดองอาจทำได้โดยอัดผักที่เคล้ากับเกลือให้แน่นมีน้ำผักพอท่วม หรือเติมน้ำเกลือแล้วปิดภาชนะให้แน่น เพื่อให้มีออกซิเจนเหลืออยู่น้อยที่สุด ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและสร้างกรดของแบคทีเรียแลกติก หากอุณหภูมิ ไม่สูงเกินไป (ต่ำกว่า 30°ซ.) เช่น ในหน้าหนาวของประเทศไทย หรือในช่วงกลางคืน การหมักจะเริ่มจากกิจกรรมของแบคทีเรีย กลุ่มเฮทเทอโรเฟอร์เมนเตทีฟ แล้วจึงต่อด้วยกลุ่มโฮโมเฟอร์เมนเตทีฟ ผักที่หมักในที่อุณหภูมิต่ำจึงมีกลิ่นหอมของสารระเหย ซึ่งสำหรับผักดองของไทยกลิ่นของสารเหล่านี้ไม่ใช่คุณสมบัติสำคัญ ต่างจากผักดองของประเทศที่มีอากาศหนาวที่ผักดองคุณภาพดีจำเป็นต้องมีกลิ่นเฉพาะของสารดังกล่าว

วิทยาศาสตร์เบื้องหลังการหมักแหนม

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่ขึ้นชื่อของประเทศไทย ซึ่งผลิตได้ทั้งจากหมูและเนื้อ โดยมีแหนมหมูเป็นที่คุ้นเคยและนิยมแพร่หลายมากกว่าแหนมเนื้อ ส่วนผสมโดยทั่วๆ ไปได้แก่ เนื้อหมูบด หนังหมู ข้าวเหนียวนึ่ง ดินประสิว (โพแทสเซียมไนเตรท) พริกไทย กระเทียมและเกลือ ในปริมาณที่เหมาะสม (3-3.5%) ซึ่งจะมีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้หมูเน่าเสีย ส่วนจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมในการหมักแหนมจะสามารถทนเกลือปริมาณดังกล่าวได้ บทบาทของจุลินทรีย์เหล่านี้ได้แก่ การหมักให้เกิดกลิ่นรสของแหนม โดยแบคทีเรียแลกติก และการตรึงสีเนื้อ โดยแบคทีเรียไมโครคอคคัส

แบคทีเรียแลกติกแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ กลุ่มที่เปลี่ยนน้ำตาลที่เกิดจากการย่อยสลายของข้าวเหนียวเป็นกรดแลกติก เรียกว่ากลุ่มโฮโมเฟอร์เมนเตทีฟ และกลุ่มที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลกติกผสมกรดน้ำส้ม แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และบางครั้งการหมักไม่สมบูรณ์จะเกิดเอสเทอร์และอัลดีไฮด์ ซึ่งสารเหล่านี้มีกลิ่นหอม แบคทีเรียแลกติกจะเจริญมีกิจกรรมการหมักดีเฉพาะในที่ๆ มีออกซิเจนอยู่น้อยมาก ดังนั้น ในการหมักแหนมจึงต้องห่อและรัดให้แน่น หรือทับด้วยของหนักๆ เพื่อให้ออกซิเจนเหลืออยู่น้อยที่สุด การเกิดกรดนี้จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่หมัก ซึ่งหากถือตามความถูกปากของผู้บริโภค การหมักแหนมเพียงสามถึงสี่วันก็น่าจะเพียงพอ อย่างไรก็ตามกรดที่เกิดขึ้น ยังมีผลต่อการทำลายแบคทีเรียเชื้อโรคบางชนิดที่ปนเปื้อนมากับหมูดิบ เช่น เชื้อซาลโมเนลลาที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง ซึ่งจากการวิจัยของภาควิชาฯ พบว่าจะต้องหมักแหนมให้ครบห้าวัน เชื้อนี้จึงจะถูกทำลายหมดไปได้

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการหมักแหนมอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ แบคทีเรียไมโครคอคคัสซึ่งจะรีดิวส์ไนเตรทมาเป็นไนไตรท์และไนตรัสออกไซด์ตามลำดับ ซึ่งไนตรัสออกไซด์จะมีผลในการตรึงสีของเนื้อ

เทมเป้ ถั่วเหลืองหมักจากเอเชียสู่สากล

เทมเป้ คืออาหารหมักพื้นเมืองของอินโดนีเซีย ซึ่งผลิตโดยให้เชื้อราในสกุลไรโซปัส เจริญบนเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้ผ่านการแช่น้ำ ลอกเปลือก แกะซีกและนึ่งพอสุก เส้นใยเชื้อราจะประสานเมล็ดถั่วให้ยึดเกาะกันเป็นก้อนและมีเส้นใยสีขาวปกคลุม ลักษณะโดยทั่วๆ ไปจึงคล้ายเนยแข็ง และในขณะที่เชื้อราเจริญจะผลิตเอนไซม์โปรตีเอสย่อยสลายโปรตีนในเมล็ดถั่วไปบางส่วน ทำให้เทมเป้เป็นอาหารโปรตีนที่ย่อยง่ายขึ้น นอกจากนั้น เชื้อรายังย่อยสลายน้ำตาลสแตไคโอสทำให้ผู้บริโภคไม่อืดท้อง จึงนับว่า เทมเป้เป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าทาง โภชนาการสูง และประกอบด้วยไวตามินหลายชนิด ชาวอินโดนีเซียนิยมบริโภคเทมเป้โดยการหั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วทอดน้ำมัน นอกจากถั่วเหลืองแล้วยังใช้วัตถุดิบอื่นผลิตเทมเป้ได้อีกหลายชนิด เช่น กากมะพร้าว กากถั่วเหลืองที่เหลือจากการทำเต้าหู้ แต่ที่นิยมบริโภคกันมากที่สุด ได้แก่เทมเป้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง

นอกจากประเทศอินโดนีเซียแล้ว ปัจจุบันได้มีการผลิตเทมเป้ในหลายประเทศ เช่น อเมริกา แคนาดา เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ไทยและแอฟริกา ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมบริโภคกันในหมู่ผู้รับประทานอาหารมังสวิรัติ และอาหารเพื่อสุขภาพ

นัตโต รายได้ใหม่ของคนไทย

นัตโตเป็นอาหารหมักชนิดหนึ่งของญี่ปุ่นที่ทำจากถั่วเหลือง ปัจจุบันคนไทยผลิตขายให้ภัตตาคารญี่ปุ่น และอาจรวมถึงชาวญี่ปุ่นที่อาศัยในประเทศไทย

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมัก ได้แก่ แบซิลลัส นัตโต (*Bacillus natto*) ซึ่งเป็นสายพันธุ์หนึ่งของแบซิลลัสสับทิลิส (*Bacillus subtilis*) การผลิตเริ่มโดยแช่ถั่วเหลืองให้อุ้มน้ำ นึ่งหรือ ต้มให้สุก เมื่อถั่วเย็นลงถึงประมาณ

45°ซ. จึงใส่กล้าเชื้อซึ่งอยู่ในรูปของสปอร์ แล้วแบ่งบรรจุลงกล่อง หรือถุงพลาสติกประมาณ 50-100 กรัม เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อนี้อยู่ระหว่าง 40-42°ซ. จึงต้องบ่มภาชนะไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าวประมาณ 18-20 ชั่วโมง

แบคทีเรียจะเจริญและสร้างเมือกเหนียว ซึ่งเป็นพอลิเปปไตด์ของกรดกลูตามิกและพอลิเมอร์ของฟรุคโตส (ฟรุคแตน) ทำให้เมล็ดถั่วปกคลุมไปด้วยเมือกเหนียวเหล่านี้ ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคนัตโตกับข้าวร้อนๆ หรือนำไปปรุงกับอาหารชนิดอื่น

ซุปมิโซ จานแถมในอาหารชุดของญี่ปุ่น

ปัจจุบันคนไทยคุ้นเคยกับอาหารญี่ปุ่นมากขึ้น ภัตตาคารญี่ปุ่นมีอยู่ทั่วทุกหนแห่งทั้งตามห้างสรรพสินค้าและโรงแรม เมื่อรับประทานอาหารญี่ปุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารชุดมักมีซุปมิโซรวมอยู่ด้วย เมื่อรับประทานแล้ว อาจอยากทราบว่ามิโซคืออะไร

มิโซ เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักของญี่ปุ่น มีลักษณะคล้ายเต้าเจี้ยวบด แต่กลิ่นรสต่างกัน มิโซมีหลาย ชนิด แต่ชนิดที่ใช้ปรุงซุปโดยทั่วๆ ไป เป็นมิโซที่ใช้ถั่วเหลืองและข้าวเป็นวัตถุดิบ การหมักทำโดยเพาะเชื้อรา *Aspergillus oryzae* บนเมล็ดข้าวนึ่งสุก บ่มประมาณ 24 ชั่วโมง จนปรากฏเส้นใยสีขาวขึ้นคลุมเมล็ดข้าว เรียก ข้าวที่มีเชื้อราเจริญนี้ว่าโคจิข้าว ระหว่างที่เชื้อราเจริญและผลิตเอนไซม์โปรตีเอสและอไมเลสเพื่อใช้ย่อยโปรตีนและแป้งในระหว่างการหมักถั่วเหลือง โดยนำถั่วนึ่งหรือต้มสุกและเกลือมาบดผสมกับโคจิข้าว อัดใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิทหรือทับด้วยของหนัก หมักประมาณ 3-4 เดือน อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้โดยทั่วๆ ไป ได้แก่ ถั่วเหลืองสิบส่วน ข้าวหกส่วน และเกลือสี่ส่วน ระหว่างการหมักเอนไซม์ในโคจิข้าวจะย่อยสลายโปรตีน ได้กรดอะมิโน และย่อยสลายแห้งได้น้ำตาลกลูโคส ซึ่งแบคทีเรียแลกติก เช่น *Pediococcus halophilus* จะใช้เป็นสารอาหารแล้วเปลี่ยนเป็นกรดแลกติกและกรดอินทรีย์อื่นๆ หลังจากนั้น ยีสต์ เช่น *Saccharomyces rouxii* จะหมักน้ำตาลที่เหลืออยู่เป็นแอลกอฮอล์และสารที่ให้กลิ่นเฉพาะของมิโซหลายชนิด ดังนั้นมิโซจึงเป็นอาหารหมักที่เกิดจาก กิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย และยีสต์

สีแดงของเต้าหู้ยี้

สีแดงของเต้าหู้ยี้เกิดจากการเติมข้าวแดงในขณะหมัก ข้าวแดงที่กล่าวถึงไม่ใช่พันธุ์ข้าว แต่เป็นข้าวที่เกิดจากการหมักข้าวสารสีขาวนึ่งสุกด้วยเชื้อราแดง ซึ่งเป็นเชื้อราในสกุลโมแนสคัส (Monascus) ราชนิดนี้มีความสามารถย่อยสลายแป้งในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาล และเปลี่ยนน้ำตาลเป็นสารสีหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารสีแดง ในการผลิตข้าวแดงเชื้อจะเจริญและชอนไชเส้นใยไปทั่วเมล็ดข้าว ทั้งภายในและภายนอกพร้อมกับการสร้างสารสีแดงดังกล่าวแล้วภายในเส้นใย และในขณะเดียวกันก็ปลดปล่อยสารสีบางส่วนออกสู่ภายนอก จึง ทำให้ข้าวทั้งเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีแดง

ข้าวแดงนี้ภาษาจีนเรียก “อั๊กคัก” ซึ่งเป็นสีผสมอาหารธรรมชาติที่ใช้ปรุงแต่งสีและกลิ่นของอาหารหมักอีกหลายชนิด เช่น ปลาแป้งแดง กะปิ และสุรา เป็นต้น นอกจากนั้นข้าวแดงยังเป็นส่วนผสมในตำรับยาจีนหลายตำรับอีกด้วย

ถั่วเน่า กะปิของชาวเหนือ

เห็นชื่อเรื่องแล้วอย่าเข้าใจผิดว่าชาวเหนือใช้ถั่วเน่าเสียแล้วมาปรุงอาหาร แต่ถั่วเน่าเป็นอาหารหมักพื้นเมืองชนิดหนึ่ง ที่ชาวเหนือใช้ปรุงอาหารคล้ายกับที่ภาคอื่นๆ ใช้กะปิ การหมักทำโดยแช่ถั่วเหลืองให้พองแล้วต้มให้เปื่อย ห่อด้วยใบตองหรือใบสัก หมักไว้ประมาณ 2 วัน ถั่วจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียในสกุลแบซิลลัส ส่วนใหญ่ได้แก่ *Bacillus subtilis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์โปรตีเอส (protease) ได้ดี โปรตีนในถั่วจึงถูก ย่อยสลายจนเละ และมีกลิ่นฉุนของสารที่เกิดจากการย่อยสลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนีย สำหรับผู้ไม่คุ้นเคยจะรู้สึกคล้ายกลิ่นเหม็นเน่า และหากปล่อยไว้เกิน 2 วัน

กลิ่นจะฉุนรุนแรงมากจนรับประทานไม่ได้ การทำถั่วเน่าเป็นการหมักที่นอกจากจะต้องควบคุมเรื่องระยะเวลาแล้ว ยังต้องใช้ความร้อนที่ต้มถั่วให้เพียงพอ สำหรับทำลายจุลินทรีย์กลุ่มอื่นๆ ที่ไม่สร้างสปอร์ โดยเฉพาะกลุ่มที่เป็นเชื้อโรคให้หมด

ไปด้วยเหลือแต่แบคทีเรีย แบซิลลัสที่ทนความร้อน ซึ่งสปอร์จะงอกและเจริญในขณะหมักถั่ว

ถั่วเน่าที่หมักเสร็จใหม่ๆ เรียกถั่วเหมอะ หากจะเก็บไว้ใช้นานๆ ก็นำไปบดแผ่ให้เป็นแผ่นและตากให้แห้ง เรียกถั่วเน่าแข็บหรือถั่วแข็บ ชาวเหนือใช้ถั่วเน่าปรุงน้ำพริกแกงพื้นเมืองหลายชนิดแทนกะปิ หรือใช้ตำน้ำพริก เรียกน้ำพริกถั่วเน่า นอกจากนั้นยังใช้ถั่วเน่าปรุงรสผัดต่างๆ เช่น ผัดหมู ผัดไก่ หรือผัดไข่ เป็นต้น

กล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกเบื้องหลังความอร่อยของพิซซ่า

พิซซ่า จะอร่อยและน่ารับประทานหรือไม่ ขึ้นอยู่กับทั้งวิธีทำ เคล็ดลับของแต่ละเจ้าและองค์ประกอบของเครื่องปรุง ซึ่งในบรรดาเครื่องปรุงที่สำคัญที่จะต้องเลือกสรรอย่างพิถีพิถัน เพื่อให้เกิดความอร่อยน่ารับประทาน และคงเอกลักษณ์ของแต่ละเจ้าที่จำหน่าย ได้แก่ เนยแข็ง (cheese) ที่เยิ้มยืดอยู่บนหน้าพิซซ่าแต่ละแผ่น

เนยแข็งที่ใช้จัดเป็นเนยจำพวกมอสซาเรลลา (Mozzarella) ซึ่งเนยแข็งในกลุ่มนี้ใช้ในการปรุงอาหารได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารอิตาเลียน แต่เนยมอสซาเรลลาที่ใช้บนหน้าพิซซ่า จะมีคุณสมบัติต่างจากที่ใช้กับอาหาร ชนิดอื่นๆ หลายประการที่สำคัญ ได้แก่ ต้องไม่เปราะ สามารถยืดได้ยาวโดยไม่ขาดจากกัน ไม่ละลายมากเกินไปจนเหลว และไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อถูกความร้อนขณะอบ บางครั้งเรียกเนยแข็งที่ผลิตเฉพาะ สำหรับใส่หน้าพิซซ่าว่า pizza cheese ซึ่งมีความชื้นต่ำกว่ามอสซาเรลลาชนิดอื่นๆ ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์จากกล้าแบคทีเรียแลคติกที่ใช้ในการหมักน้อยกว่า และเพื่อขจัดปัญหาไม่ให้เนยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แบคทีเรียที่ใช้ต้องสามารถเฟอร์เมนต์ น้ำตาลนม (แลกโตส) ได้หมด ดังนั้นการผลิต pizza cheese จึงต้องเลือกกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกให้เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วๆ ไปจะเป็นกล้าผสมระหว่างเชื้อ สเตรปโตคอคคัส ซาวาเรียส (*Streptococcus salvarius* subspecies *thermophilus* ชื่อเดิม *S. thermophilus*) และ แลคโตบาซิลลัส เดลบรูคีอาย (*Lactobacillus delbrueckii* subspecies *bulgaricus* ชื่อเดิม *L.bulgaricus* หรือ *L.helveticus*) ส่วนกล้าเชื้อที่ใช้ผลิตเนยมอสซาเรลลา เพื่อวัตถุประสงค์อื่นจะใช้เชื้อ *S.salvarius* subspecies *thermophilus* เพียงเชื้อเดียว

ไบโอฟาวลิงและการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์

ลิขิต หาญจางสิทธิ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ไบโอฟาวลิง (biofouling) และการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ (Microbiologically Influenced Corrosion หรือ MIC) เกิดจากการที่จุลินทรีย์หลายๆ ประเภท เช่น แบคทีเรีย เป็นต้น ไปเกาะติดจับอยู่บนผิวของโลหะ และมีการฝังตัวเซลล์ในสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเหนียวที่จุลินทรีย์เหล่านี้ผลิตขึ้นมา กระบวนการเกาะติดของจุลินทรีย์เหล่านี้ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญซึ่งเกิดขึ้น ณ บริเวณที่โลหะและสารละลายพบกัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชนิดและความเข้มข้นของไอออน ความเป็นกรดด่าง ปริมาณของออกซิเจน อัตราการไหล และความสามารถในการปรับสภาวะของสารละลาย ณ จุดที่โลหะ และสารละลายพบกัน หรือที่บริเวณสิ่งแวดล้อมที่เล็กมากในระดับไมครอน (microenvironment) ของของเหลวนั้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเหล่านี้ มีผลต่อแนวคิดด้านเคมีไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการศึกษาเรื่องการกัดกร่อน การสลายตัวของโลหะบริเวณผิวที่ถูกปกคลุมด้วยไบโอ-ฟิล์มเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการที่แตกต่างกันสองอย่างที่เกิดขึ้น ณ จุดที่โลหะติดกับสารละลาย อย่างแรกคือ passivity ซึ่งมีทิศทางการเกิดจากโลหะไปสู่สารละลาย และอีกอย่างหนึ่งก็คือ biofouling settlement จะเกิดในทิศทางตรงกันข้าม คือจะวิ่งเข้าไปหาโลหะ แนวคิดด้านเคมีไฟฟ้าที่มีการปรับปรุงให้เข้ากับคุณสมบัติ ณ จุดที่โลหะและสารละลายพบกันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา เพื่อที่จะใช้ทำนายผลของกระบวนการกัดกร่อนและการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อจะทำนายผลของการเกิดไบโอฟาวลิ่งนั้น ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อที่จะทำให้เข้าใจเรื่องไบโอฟิล์ม MIC และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกันได้

บทนำ

ฟาวลิง หรือ fouling หมายถึงการสะสมของสิ่งตกตะกอนบนพื้นผิวของเครื่องมือที่เราไม่ต้องการ มีส่วนสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานและอายุการใช้งานของเครื่องมือนั้นลดลงเป็นอย่างมาก ฟาวลิงที่เกิดขึ้นมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งรวมถึงการกัดกร่อน การตกตะกอนด้วย ในสิ่งแวดล้อมส่วนมากการเกิดฟาวลิงเกิดขึ้นได้มากกว่าหนึ่งชนิดในเวลาเดียวกัน

ในบทความนี้ จะบรรยายถึงเรื่อง ไบโอฟาวลิงและผลที่มีต่อการกัดกร่อนของโลหะต่างๆ ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เกิดจากการที่มีจุลินทรีย์เข้ามาเกาะอยู่ที่ผิวหน้าของโลหะนั้น และฝังตัวอยู่ในสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเหนียวหนืด **ที่เรียกว่า ไบโอฟิล์ม**

ไบโอฟิล์มมีผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาระหว่างโลหะและสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่แต่เฉพาะกระบวนการย่อยสลายทางชีววิทยา เช่น การกัดกร่อนเท่านั้น แต่ยังรวมถึงกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพต่างๆ ที่นำมาใช้งานในการจัดการและการนำวัสดุต่างๆ กลับคืนมาใช้งานด้วย

กระบวนการเกาะติดและดูดซับที่เกิดจากการผลิตสารประกอบพวกพอลิเมอร์ (extracellular polymeric substances, EPS) ถือว่าเป็นคุณสมบัติโดยเฉพาะของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสารอาหารที่มีความเข้มข้นของอาหารในระดับต่ำมากได้ (Costerton *et al.* 1978)

กระบวนการเกาะติดของจุลินทรีย์ต่างๆ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ณ บริเวณจุดที่โลหะและสารละลายพบกัน และที่มีไบโอฟิล์มปกคลุมบางส่วนหรือตลอดทั้งผิวหน้า ไบโอฟิล์มยังทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างสารต่างๆ ที่ผิวของโลหะกับสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ ปฏิกิริยาระหว่างสารที่แบคทีเรียผลิตขึ้นจากเมแทบอลิซึม (metabolism) กับโลหะก็จะเกิดขึ้นภายใต้ไบโอฟิล์มนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบสาร EPS กับมวลสารของแบคทีเรียในไบโอฟิล์ม และปริมาณการสูญเสียน้ำในไบโอฟิล์มแล้ว พบว่าระบบในไบโอฟิล์มทั้งหมดนี้จะถูกควบคุมโดย

กระบวนการถ่ายเทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในไบโอฟิล์ม (Geesey 1992) ซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของแนวคิดด้านเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาการกัดกร่อนของสารพวกอนินทรีย์

การกัดกร่อนโดยวิธี MIC นี้ ส่วนมากพบว่า จะเกิดการกัดกร่อนแบบเฉพาะที่ หรือ localised corrosion ถึงแม้ว่า ทฤษฎีของเคมีไฟฟ้าของการกัดกร่อนจะนำมาใช้ได้ดีกับ MIC แต่เนื่องจากการมีส่วนร่วมของจุลินทรีย์ในกระบวนการกัดกร่อน ก็มีส่วนทำให้เกิดรูปแบบที่มีลักษณะเฉพาะต่างๆ ได้หลายรูปแบบ ผลของจุลินทรีย์ที่มีต่อการกัดกร่อน เราจะเน้นตรงผลหลักที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของจุดที่โลหะ และสารละลายต่อกันนั้น และเป็นผลจากการสะสมของไบโอฟิล์มบนผิวหน้าของโลหะ

การวิจัยทางด้านไบโอฟิล์มจะรายงานทั้งปริมาณที่ทำการวัดและสังเกตได้ที่แน่นอน การสะสมของไบโอฟิล์มทั้งหมด การกำจัดโลหะหรือออกซิเจนออกไป ความยุ่งยากของปริมาณที่สังเกตได้นี้คือปริมาณที่ได้ดังกล่าวนี้ จะมีผลกระทบต่อการเข้ามามีส่วนร่วมของหลายๆ กระบวนการที่มีความสำคัญทางพื้นฐาน ตัวอย่างเช่น การสะสมของไบโอฟิล์ม เป็นผลสืบเนื่องมาจากการประสานกัน ระหว่างการขนถ่ายเซลล์ไปสู่ผิวของโลหะ การดูดซับเซลล์นั้นบนผิวของโลหะ การเจริญเติบโตและกระบวนการทางเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในไบโอฟิล์มและการที่บางส่วนของไบโอฟิล์มหลุดออกมาจากผิวของโลหะที่เคยติดอยู่ ถ้าหากว่ากระบวนการทั้งหมดนี้ เกิดขึ้นตามลำดับ ขั้นตอนที่เกิดขึ้นช้าที่สุดก็จะเรียกว่า เป็นขั้นตอนที่แสดงอัตราการเกิดของกระบวนการทั้งหมด โดยรวม แต่ถ้ากระบวนการทั้งหมดนี้เกิดขึ้นแบบเป็นอิสระต่อกัน กระบวนการที่ใช้เวลานานที่สุดจะเป็นกระบวนการที่แสดงอัตราการเกิดของกระบวนการทั้งหมด ในการหาอัตราการเกิดการกัดกร่อนนี้ จะต้องใช้ความรู้ที่ได้จากผลการทดลอง การวิเคราะห์ของกระบวนการก็จะช่วยให้การหาขั้นตอนที่แสดงอัตราการเกิดการกัดกร่อนในกระบวนการทั้งหมดได้ ในสภาวะที่แตกต่างกันทั้งในด้านกายภาพ สภาวะการทดลองและสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงทางอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดโคโลนีและไบโอฟิล์มของแบคทีเรียนั้น จะมีความเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของโลหะ (metal dissolution) และสารที่เกิดขึ้นจากการกัดกร่อน (passivation)

สารที่เกิดขึ้นจากการกัดกร่อนนั้น จะมีผลต่อพฤติกรรมการกัดกร่อนของโลหะ ตัวอย่างก็คือ การเกิดออกไซด์ฟิล์มที่ปกคลุมผิวหน้าของโลหะเมื่อสัมผัสกับอากาศ ออกไซด์ฟิล์มนี้ก็จะทำหน้าที่เป็นฟิล์มป้องกันที่ดี ไม่ให้การกัดกร่อนเกิดขึ้นได้อีกในสภาวะแวดล้อมหลายอย่าง ความสามารถของออกไซด์ฟิล์มที่จะเกาะติดกับผิวของโลหะอย่างเหนียวแน่น หรือป้องกันการหลุดออกไปเนื่องจากการผสมกันอย่างรุนแรง (turbulence) ก็จะเป็นตัวบอกความสามารถของโลหะในการที่ปรับตัวให้อยู่ในสภาพที่ไม่เกิดการกัดกร่อน กระบวนการที่ไบโอฟิล์มไปเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของการป้องกันการกัดกร่อนของออกไซด์ฟิล์มนี้ ในปัจจุบัน ยังไม่มีใครสามารถอธิบายได้โดยละเอียด การกัดกร่อนและการเกิดไบโอฟาวลิงบนผิวของโลหะในสารละลายที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ อาจจะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน และเริ่มขึ้นได้ทันทีที่โลหะนั้นได้สัมผัสกับน้ำ

การศึกษาเพื่อพัฒนาให้ได้มาซึ่งทฤษฎีของ MIC นั้น จะต้องเป็นการศึกษาแบบสหสัมพันธ์วิทยาการ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเคมี ชีววิทยา วิศวกรรมโลหะการ วิศวกรรมเคมี Surface Science เคมีไฟฟ้า และยังรวมถึงการวิเคราะห์กระบวนการทั้งหมดเข้าไปกับวิธีการทางจุลชีววิทยาและชีวเคมีไฟฟ้าที่มีคำอธิบายเป็นอย่างดีแล้ว

ไบโอฟาวลิงและการวิเคราะห์กระบวนการ

การสะสมของไบโอฟิล์มเป็นผลรวมสุทธิของกระบวนการทางกายภาพ ทางเคมีและชีวภาพที่มีขั้นตอนของการเกิดตามลำดับ ต่อไปนี้คือ

1.การเคลื่อนย้ายของโมเลกุลของสารอินทรีย์จากสารละลายไปสู่พื้นผิวหน้าของโลหะ ซึ่งจะมีบางส่วนถูกดูดกลืนเข้าไป และสร้างเป็นแผ่นฟิล์มบางคลุมผิวหน้าอยู่ เรียกว่า conditioning film

2.เซลล์จำนวนหนึ่งที่กระจายอยู่ในสารละลาย จะเคลื่อนที่เข้าไปเกาะติดอยู่กับ conditioning film บนผิวของโลหะนั้น

3.เซลล์จำนวนหนึ่งที่เกาะติดอยู่บนผิวโลหะได้ชั่วขณะหนึ่ง จะมีบางส่วนที่หลุดออกมาจากผิวของโลหะ ขั้นตอนนี้เรียกว่า reversible adsorption

4.การหลุดของเซลล์อาจเกิดจากแรงเค้น (shear force) ของของไหล แต่ปัจจัยอื่นๆ ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพอาจมีส่วนในกระบวนการนี้ได้เช่นกัน

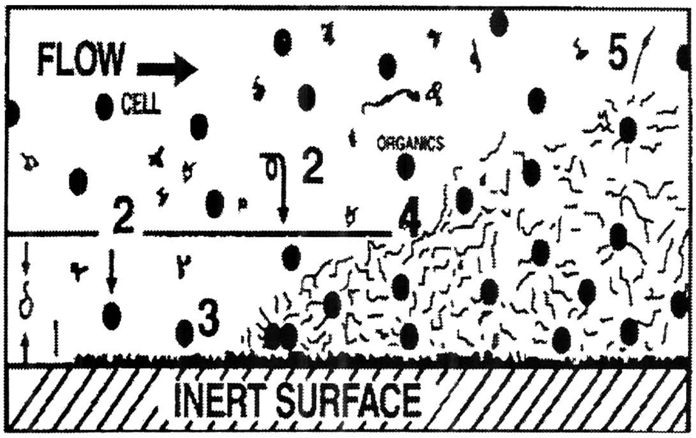
5.เซลล์จำนวนหนึ่งที่ถูกดูด

ซับไว้ที่ conditioning film อาจจะหลุดออกมาได้แต่จะไม่เคลื่อนที่จนกระทั่งถึงช่วงเวลาหนึ่งที่นานพอสมควร จึงกลายเป็นการดูดซับแบบถาวรอีกต่อไป

6.เซลล์ที่ถูกดูดซับแบบถาวรนี้ จะเจริญเติบโตบนผิวของโลหะนั้น และใช้สารอาหารจากน้ำที่อยู่โดยรอบ มีการเพิ่มจำนวนเซลล์ในไบโอฟิล์ม เซลล์เหล่านี้จะผลิตสารจากกระบวนการเมแทบอลิซึมโดยใช้พลังงานจากสารอาหารในน้ำและสารบางอย่างจะถูกกำจัดออกมาจากเซลล์ ผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งคือสารพอลิเมอร์ที่มีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า EPS ซึ่งจะเป็นสารที่จับไบโอฟิล์มเข้าด้วยกัน

7.การสะสมของไบโอฟิล์มจะเพิ่มขึ้นจากการที่ทั้งเซลล์และสารตกตะกอนอื่นๆ เข้ามาเกาะติดที่ไบโอฟิล์ม เป็นการเพิ่มปริมาณการสะสมของไบโอฟิล์ม การเกาะติดนี้ (attachment) คือการที่เซลล์และสารตกตะกอนอื่นๆเกาะติดและไม่มีการเคลื่อนที่ในไบโอฟิล์ม ส่วนการดูดซับ (adsorption) นั้นจะหมายถึงกระบวนการแบบเดียวกัน แต่จะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของโลหะ

8.ไบโอฟิล์มบางส่วนจะหลุดออกจากผิวหน้าของโลหะและกลับเข้าไปในน้ำ การหลุดออกไปนี้ (detachment) หมายถึงการสูญเสียที่เกิดขึ้นในไบโอฟิล์ม ส่วนการ desorption จะหมายถึงการสูญเสียของเซลล์จากผิวหน้าของโลหะ การหลุดออกไปนี้ อาจจะหมายถึงการกร่อน (erosion) หรือการหลุดลอก (sloughing) และจะขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของการสูญเสียของไบโอฟิล์ม การเพิ่มจำนวนของเซลล์ก็จะมีการปล่อยให้เซลล์ใหม่ไปสู่น้ำได้



1. การถ่ายเทและดูดซับสารอินทรีย์บนผิว
2. การถ่ายเทของเซลล์จุลินทรีย์
3. การเกาะติดของเซลล์จุลินทรีย์
4. การเจริญเติบโตในไบโอฟิล์ม
5. การหลุดออกของไบโอฟิล์ม

รูปที่ 1. แสดงกระบวนการสะสมไบโอฟิล์มบนผิวของโลหะ.

รูปแบบของกระบวนการทั่วไปที่อธิบายข้างต้นนี้ สามารถแสดงได้ในรูปที่ 1

การเปลี่ยนแปลงการสะสมของไบโอฟิล์ม ส่วนมากจะเกิดขึ้นในรูปแบบที่สามารถเขียนแทนได้ด้วยกราฟซิกมอยด์ (sigmoidal curve) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ initial event, exponential หรือ log accumulation และ plateau หรือ steady state แต่ละกระบวนการนั้น ก็สามารถรวมกันได้เป็นกระบวนการถ่ายเทมวลสาร การถ่ายเทระหว่างสถานะต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างที่เกิดขึ้น กระบวนการถ่ายเทระหว่างสถานะนั้น คือการถ่ายเทมวลสารหรือพลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งแวดล้อมกับระบบ ในขณะที่การถ่ายเทมวลสารนั้นจะหมายถึง การถ่ายเทมวลสารหรือพลังงานจากขอบเขตของระบบเข้าไปในระบบนั้นๆ จากกระบวนการทั้งหลายที่ได้อธิบายแล้วในข้างต้นนี้ จะสามารถเรียกได้ว่าเป็นกระบวนการถ่ายเทมวลสารหรือการถ่ายเทระหว่างสถานะได้ ยกเว้นในกรณีของกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ในไบโอฟิล์ม การผลิตเซลล์และผลิตภัณฑ์จากเซลล์ ถือว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบ และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารต่างๆในระดับโมเลกุล ไม่ว่าจะเป็นปฏิกิริยาทางเคมีหรือชีวภาพก็ตาม กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ อธิบายได้จากสมการของอัตราการเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือ การเปลี่ยนแปลงจากจลนศาสตร์ ตามสมการ

$$r = r(C_1 \dots C_n)$$

เมื่อ r หมายถึง อัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลง และ $C_1 \dots C_n$ คือความเข้มข้นของแต่ละสารที่เข้าทำปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางจุลชีววิทยานี้สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าเป็นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การสร้างสารผลิตภัณฑ์ เช่น EPS

การดูแลรักษาและการเสื่อมสลาย เป็นต้น

กระบวนการทั้งหลายข้างต้นนี้จะถือว่าเป็นกระบวนการพื้นฐาน เนื่องจากว่าแต่ละกระบวนการมีคำอธิบายทางคณิตศาสตร์ที่ยอมรับได้ ในการวิเคราะห์กระบวนการการเกิด MIC นั้นจะต้องมีการทำนายผลของการเกิดไบโอฟาวลิ่งด้วยวิธีทางเคมีไฟฟ้าและทางกายภาพที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้าของโลหะนั้นด้วย และจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ คือ อิทธิพลของความแตกต่างของสารเคมีและความไม่สม่ำเสมอของการเกิดโคโลนีที่มีต่อการกัดกร่อน การสร้างและสะสมของสารผลิตภัณฑ์ที่เซลล์สร้างขึ้นมาในไบโอฟิล์มและอิทธิพลของสารเหล่านี้ต่อการกัดกร่อน และบทบาทของสาร EPS ที่เซลล์เหล่านี้ผลิตขึ้นมาที่มีต่อการสะสมของไบโอฟิล์มและการกัดกร่อน นอกจากนี้ ผลกระทบของการกัดกร่อนที่มีต่อการเกิดไบโอฟิล์มก็ต้องนำมาพิจารณาด้วย เนื่องจากการกัดกร่อนโดยที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยนั้น มีผลอย่างยิ่งต่อการสะสมของไบโอฟิล์ม

ลักษณะทางเคมีไฟฟ้าของการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ (Electrochemical nature of MIC)

การกัดกร่อน เป็นกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีการไหลของกระแสไฟฟ้าจากโลหะชนิดหนึ่งไปยังโลหะอีกชนิดหนึ่ง หรือไปยังแหล่งที่รับอิเล็กตรอน มีผลทำให้โลหะเปลี่ยนจากสถานะที่เป็นธาตุไปสู่สถานะที่มีการรวมตัวกัน การกัดกร่อนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดขึ้นได้แม้แต่กับโลหะมีสกุล (noble metal) กระบวนการในการกัดกร่อนมีทั้งที่เป็นการออกซิเดชันและรีดักชัน และจะต้องมีสารละลายอิเล็กโทรไลต์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน น้ำทะเลและน้ำในอุตสาหกรรมหลายประเภท มีเกลือละลายอยู่ จะเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ดีที่ช่วยให้มีการไหลของอิเล็กตรอนจากขั้วลบไปยังขั้วบวกได้

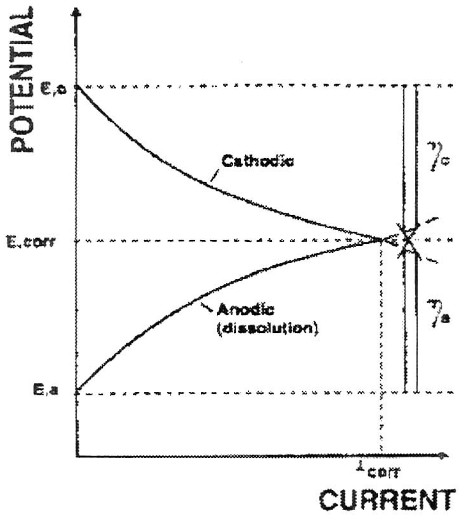
ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เคมีไฟฟ้านั้น ประกอบด้วยปฏิกิริยาการกัดกร่อนเกิดขึ้นที่ขั้วบวกและเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ผลที่ได้คือการสลายตัวของโลหะ (metal dissolution) บริเวณผิวหน้า ส่วนปฏิกิริยาที่ขั้วลบจึงต้องมีการให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับสู่โลหะ ซึ่งอาจเป็นโลหะชนิดเดียวกันได้ ถ้าองค์ประกอบของสารละลายอิเล็กโทรไลต์เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น ปฏิกิริยาที่ขั้วลบก็จะเป็นรีดักชันหรือปฏิกิริยาที่มีการใช้อิเล็กตรอน

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จุดต่อระหว่างโลหะ และสารละลาย เรียกว่าเกิดการ polarisation ซึ่งเป็นตัวบอกอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการโดยรวมในเซลล์เคมีไฟฟ้านี้ การที่ปฏิกิริยาการกัดกร่อนมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นได้ช้าลง เนื่องจากมีสารที่เกิดขึ้นจากการกัดกร่อนสะสมอยู่ที่ผิวหน้าของโลหะ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า polarisation effect ในทางตรงกันข้าม ผลของการเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อน ก็จะเรียกว่า depolarisation

ถ้าเราวัดอัตราการสลายตัวของโลหะ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีค่าเทียบได้กับอัตราที่ไอออนของโลหะเคลื่อนตัวออกจากผิวหน้าของโลหะและเข้าไปสู่สารละลาย และเนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากสารละลายอิเล็กโทรไลต์กลับเข้าสู่โลหะที่ขั้วลบ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วลบนี้ต้องมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วบวก ในการศึกษาเรื่องการกัดกร่อนนั้น ไม่เพียงแต่เราจะรู้ว่า โลหะชนิดใดเกิดการกัดกร่อนในสภาวะใดเท่านั้น เราจำเป็นต้องรู้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการกัดกร่อนนั้นด้วย ซึ่งอัตราการกัดกร่อนนี้สามารถแสดงได้ด้วยปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เทียบเท่าแล้วที่ขั้วบวกอย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้ว ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า หรือปริมาณกระแสต่อหน่วยพื้นที่ มักเป็นที่นิยมมากกว่า เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องต่อปริมาณของการเข้าทำลายของโลหะได้โดยตรง

ในสารละลายใดๆ เมื่อมีอิเล็กตรอนเดี่ยวที่ไม่อยู่ในสภาวะสมดุลย์แล้ว ก็จะทำให้เกิดความแตกต่างของความต่างศักย์ไฟฟ้า (potential) จากค่าศักย์ไฟฟ้าของการกัดกร่อน (corrosion potential หรือ open circuit potential) ความเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า overvoltage และจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดของการเกิด polarisation สำหรับปฏิกิริยาที่ขั้วลบนั้น ค่า overvoltage จะมีค่าต่ำกว่า ศูนย์

พารามิเตอร์ทางเคมีไฟฟ้าต่างๆ เหล่านี้ มีใช้กันอย่างกว้างขวางในการศึกษาเรื่องการหาอัตราการเกิดการกัดกร่อน และเช่นเดียวกับการศึกษาเรื่องผลทางจุลชีววิทยาที่มีต่ออัตราการเกิดการกัดกร่อน ถ้าเราใช้อิเล็กโทรดอ้างอิงสองอันที่แยกจากกันในการวัดความแตกต่างที่เกิดขึ้นของกระบวนการทั้งที่ขั้วบวกและขั้วลบได้แล้ว เราจะสามารถสร้างไดอะแกรมความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า polarisation diagram ได้ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Evans diagram



รูปที่ 2. **ไดอะแกรมอีแวนส์ (Evans diagram) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง polarisation curve ของทั้งที่ขั้วบวกและขั้วลบที่เกิดขึ้นบนโลหะขณะที่กำลังเกิดการกัดกร่อน.**

ดังตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 2

การเกิดสารผลิตภัณฑ์จากการกัดกร่อนที่ผิวหน้าของโลหะ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของจุดที่โลหะกับสารละลายพบกัน และทำให้ความสามารถในการเข้าทำปฏิกิริยาของสารเคมีนั้นสูญหายไป ผลของการเกิด polarisation เนื่องจากการเกิดชั้นของสารอนินทรีย์ที่ผิวหน้าของโลหะนั้น เราจะเรียกว่า passivity โดยทั่วไป คำว่า passivity นั้นเกิดจากฟิล์มที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้าของโลหะ ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการถ่ายเทของมวลสารและการกัดกร่อนในภายหลัง ยกตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าไร้สนิม จะมีออกไซด์ฟิล์มเกิดขึ้นที่ผิวหน้า ไม่ว่าจะถูกใช้งานในสภาวะแวดล้อมใดก็ตาม จะทำหน้าที่ป้องกันหรือทำให้การกัดกร่อนในเหล็กกล้าไร้สนิมลดลงได้ ในปัจจุบัน กลไกของการกัดกร่อนที่เกิดจากกระบวนการทางไบโอฟาวลิงของจุลินทรีย์นั้น ยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างถูกต้อง ยังจะต้องมีการศึกษาวิจัยในเรื่องดังกล่าวนี้อีกต่อไป

ถึงแม้ว่า ปรากฏการณ์ทางเคมีไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับการกัดกร่อนจะยังใช้ได้กับ MIC ก็ตาม บทบาทต่างๆ ของจุลินทรีย์ที่มีต่อปฏิกิริยาการกัดกร่อน มีดังต่อไปนี้คือ

1.ผลจากการที่จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ ทำให้จุลินทรีย์ทั้งหลายนี้ สร้างกลุ่มก้อนของเซลล์ต่างๆ สาร EPS และผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมแทบอลิซึม ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของผิวหน้าของโลหะที่เคยสะอาดและไม่มีสิ่งสะสมใดอยู่ก่อนเลย กิจกรรมหลักของจุลินทรีย์ เช่น การหายใจ หรือผลผลิตที่ได้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ณ บริเวณที่โลหะและสารละลายพบกัน ดังนั้น ความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะอาจจะเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดการสลายตัวของโลหะ และมีการกัดกร่อนแบบ pitting เกิดขึ้นได้ภายใต้สิ่งสะสมหรือไบโอฟาวลิง

2.การเปลี่ยนแปลง ณ จุดที่โลหะกับสารละลายพบกันนั้น อาจจะเกี่ยวข้องต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเมแทบอลิซึมที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนด้วย ผลของจุลินทรีย์มีต่อทั้งกระบวนการที่ขั้วบวกและขั้วลบ มีผลต่อการป้องกันหรือทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะได้

ผลของไบโอฟาวลิงที่มีต่อการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ (Biofouling effects on MIC)

ผลของความแตกต่างและความกระจายของไบโอฟาวลิง (Influence of gradients and patchiness)

ก่อนที่จะมีการเกิดโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าของโลหะนั้น จะมีฟิล์มบางๆที่เป็น conditioning film ประกอบด้วยสารที่มีโมเลกุลค่อนข้างใหญ่ถูกดูดซับเข้าไปในผิวหน้านั้น การดูดซับสารอินทรีย์จากน้ำนี้ จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าพลังงานอิสระหรือ free energy ของโลหะนั้น และค่าศักย์ไฟฟ้าของการกัดกร่อนที่ผิวหน้าของโลหะ (Dexter 1976)

การดูดซับของเซลล์และกระบวนการของเมแทบอลิซึมของพวกจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าของโลหะ มีผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า เซลล์ที่ถูกดูดกลืนก็จะเจริญเติบโต ขยายพันธุ์ สร้างโคโลนีใหม่ขึ้นมา ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความแตกต่างทางกายภาพบนผิวของโลหะและทำให้เกิดเป็นขั้วบวกและขั้วลบในระบบเซลล์เคมีไฟฟ้าขึ้นมาได้ นอกจากนี้ การเกิดโคโลนีอย่างกระจัดกระจายโดยแบคทีเรีย จะทำให้เกิดสภาวะที่มีความแตกต่างกันของออกซิเจนได้ บริเวณที่ถูกปกคลุมด้วยโคโลนีจะขาดออกซิเจนและเป็นขั้วบวก เมื่อเทียบกับบริเวณที่ไม่มีโคโลนีปกคลุม การเกิดโคโลนีทำให้เกิดความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า และในที่สุดก็มีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในการกัดกร่อน ใน

สภาวะที่มีอากาศ บริเวณที่มีโคโลนีของแบคทีเรียปกคลุม จะเป็นขั้วบวก และจะมีปฏิกิริยาการสลายตัวของโลหะเกิดขึ้น ส่วนบริเวณรอบๆ จะเป็นขั้วลบ และเกิดปฏิกิริยารีดักชันของออกซิเจน

บทบาทที่สำคัญอย่างหนึ่งของไบโอฟิล์มคือ ไบโอฟิล์มจะสะสมและทำหน้าที่เป็นตัวกีดขวางการแพร่ของสารเคมีบางชนิด เช่น การแพร่ของออกซิเจนในน้ำ จากการใช้ microelectrode วัดปริมาณของออกซิเจนในไบโอฟิล์มพบว่า ในไบโอฟิล์มที่มีความหนาประมาณ 400 ไมครอน ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะเป็นศูนย์ที่ระยะประมาณ 180 ไมครอน วัดจากผิวหน้าของโลหะ จุลินทรีย์ในไบโอฟิล์มจะใช้คาร์บอนและออกซิเจนที่แพร่เข้ามาในไบโอฟิล์ม ภายใต้ความหนา 180 ไมครอน ของไบโอฟิล์มจากผิวโลหะ แบคทีเรียประเภทที่ไม่ต้องการอากาศ เช่น sulphate-reducing bacteria (SRB) ก็จะสามารถเจริญเติบโตได้

ไบโอฟิล์มที่เกิดขึ้นนานแล้วจะประกอบด้วย เซลล์ของจุลินทรีย์ และสาร EPS ที่จุลินทรีย์เหล่านี้สร้างขึ้นมา ทำหน้าที่ป้องกันการแพร่ของออกซิเจน และการแพร่ของสารที่มีประจุบวกที่เป็นอันตรายต่อโลหะเช่นคลอไรด์ ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก นอกจากนี้ การแพร่ของสารที่จุลินทรีย์ผลิตจากกระบวนการเมแทบอลิซึม และสารที่เกิดจากการกัดกร่อนออกจากไบโอฟิล์มก็จะเป็นไปได้ยาก ตัวอย่าง ก็คือจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดไขมันที่มีโมเลกุลต่อกันอย่างสั้นๆ เช่น กรดอะซีติก อาจจะสะสมอยู่ในไบโอฟิล์ม และทำให้ค่า pH ลดลง (Little et al. 1986) ดังแสดงได้จากการวัดด้วย microelectrode (Lewandowski et al. 1988)

โลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล มีรายงานว่า ได้พบการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอของไบโอฟิล์ม เมื่อใช้โลหะผสมชนิดนี้ในน้ำทะเลไประยะเวลาหนึ่ง การเกิดไบโอฟิล์มบนโลหะผสมชนิดนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคมีและการกระจายของฟิล์มชั้นป้องกันการกัดกร่อน(หรือที่เรียกว่า passive layer) และจากองค์ประกอบทางเคมีของโลหะ (Chamberlain and Garner 1988) Blunn (1986)ได้รายงานว่า หลังจากที่ใช้โลหะผสมชนิดนี้ในน้ำทะเลไปเป็นเวลานานหลายเดือน เราจะพบแบคทีเรียถูกจับอยู่ระหว่างชั้นของสารที่เกิดจากการกัดกร่อนที่มีสารพวก EPS เป็นองค์ประกอบอยู่ โครงสร้างของฟิล์มชั้นป้องกันการกัดกร่อนจะถูกสารEPS ทำให้เปลี่ยนแปลงไป ภายใต้สภาวะนี้ การหลุดของไบโอฟิล์มก็จะมีผลต่อการกำจัดฟิล์มชั้นป้องกันที่เป็นสารอนินทรีย์ ทำให้เกิดการกระจายตัวของไบโอฟิล์ม ซึ่งอาจทำให้การกัดกร่อนจากกลไกของเซลล์ที่มีระดับของออกซิเจนแตกต่างกัน (differential aeration cell) มีอัตราเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Videla et al. (1989) ยังพบว่า การหลุดของไบโอฟิล์มที่มีโครงสร้างซับซ้อน โดยวิธีที่เรียกว่า sloughing นั้น เกิดจากความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านไบโอฟิล์ม ซึ่งวิธีการนี้จะแสดงให้เห็นถึงจุลโครงสร้างของโลหะผสมถึงระดับเม็ด (grain) และผลึกของออกไซด์ของทองแดงที่ตกตะกอนด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3

กระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในไบโอฟิล์ม (Metabolic processes within the biofilm)

กระบวนการเมแทบอลิซึมมีผลกระทบที่สำคัญต่อ MIC ตามปรกติเราจะพิจารณากลไกเฉพาะของ MIC โดยพิจารณาทั้งในสภาพที่ไร้อากาศและมีอากาศ จากนั้นจึงจะพิจารณากลไกเฉพาะที่เลือกแล้วสำหรับจุลินทรีย์ประเภทใดประเภทหนึ่ง อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์ส่วนมากจะสร้างกลุ่มของสายพันธุ์ที่สามารถช่วยหรือเสริมกันได้ ในขณะที่จุลินทรีย์เพียงสายพันธุ์เดียวไม่สามารถทำได้ เช่น แบคทีเรียที่ทั้งต้องการและไม่ต้องการอากาศสามารถอยู่ร่วมกันในไบโอฟิล์มที่เกิด

รูปที่ 3. ภาพไบโอฟิล์มจาก SEM แสดง passive layer และแบคทีเรียที่เกาะบนผิวของโลหะผสมทองแดงและนิกเกิล.

ขึ้นเองตามธรรมชาติในสภาวะแวดล้อมที่มีออกซิเจนปะปนอยู่ด้วยได้ ดังนั้น แบคทีเรียที่ต้องการอากาศและ SRB ก็สามารถเจริญเติบโตในไบโอฟิล์มเดียวกันได้และอยู่ร่วมกับแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศชนิดที่สามารถใช้สารอาหารหลายชนิดได้ (anaerobic heterotroph) (Hamilton 1985) นอกจากนี้ จุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งยังมีผลกระทบต่อกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า โดยมีกลไกหลายๆ อย่างได้เช่นกัน ปฏิกิริยาระหว่างสายพันธุ์ต่างๆ ในไบโอฟิล์มนั้น ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาวิเคราะห์กระบวนการเกิด MIC

การกระทำของจุลินทรีย์ที่มีต่อปฏิกิริยาการกัดกร่อนทั้งที่ขั้วบวกและขั้วลบ คือ ที่ขั้วบวก จะมีการผลิตสารจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่มีผลต่อการกัดกร่อน เช่น กรดอินทรีย์ต่างๆ และสารอื่นๆ ที่มีผลทางอ้อมต่อการกัดกร่อน โดยมีปฏิกิริยาเสริมกับสารตัวอื่นที่มีอยู่ในสารอาหารนั้นอยู่แล้ว เช่น ซัลไฟด์ หรือคลอไรด์ เป็นต้น หรือการที่จุลินทรีย์พวกเชื้อราเข้าไปจับหรือใช้สารป้องกันการเกิดการกัดกร่อน เช่น ไนเตรท

ส่วนที่ขั้วลบ ก็คือ การผลิตสารจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่นำมาใช้ในกระบวนการที่เกิดขึ้นที่ขั้วลบ เช่น ไฮโดรเจน เป็นต้น การใช้สารที่เกิดขึ้นที่ขั้วลบ เช่น ออกซิเจน โดยแบคทีเรีย ที่ใช้ไปในการหายใจ และการเร่งปฏิกิริยาที่ขั้วลบโดยทางอ้อม โดยสารที่ผลิตจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่มีผลต่อการเร่งการเกิดการกัดกร่อน เช่น เหล็กซัลไฟด์ เป็นต้น

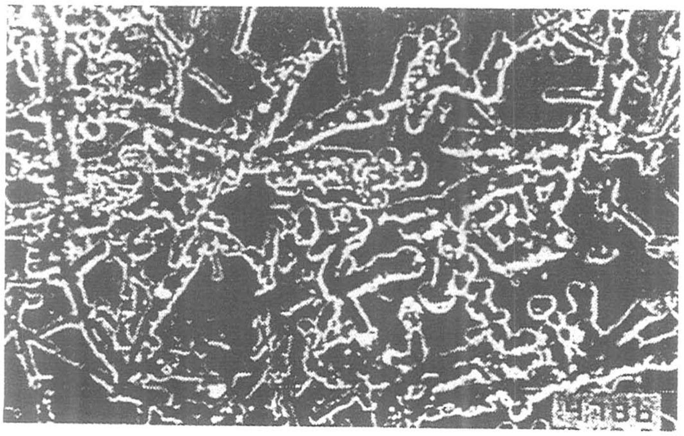
สารที่เกิดขึ้นจากการเมแทบอลิซึมในไบโอฟิล์มที่มีอิทธิพลต่อการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์
(Biofilm metabolic products which enhance MIC)

กรดอินทรีย์

แบคทีเรีย และเชื้อราสามารถผลิตกรดอินทรีย์ขึ้นในระหว่างขั้นตอนการหมักสารอาหารอินทรีย์ได้ ประเภทและปริมาณของกรดที่ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ สภาวะแวดล้อมและสารอาหารที่มีอยู่ กรดอินทรีย์เหล่านี้ อาจมีผลต่อแนวโน้มที่จะเกิดการกัดกร่อน โดยการวัดค่าทางเคมีไฟฟ้า เช่น ค่าศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป หรือกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ ผลกระทบของสารที่จุลินทรีย์ต่างๆ ผลิตขึ้นมาที่มีต่อการกัดกร่อนนี้ จะมีมากขึ้นเมื่อสารดังกล่าว ไปสะสมอยู่ที่จุดที่โคโลนีต่อกับโลหะ เช่น ในกรณีการกัดกร่อนของอลูมิเนียมโดยกรดอินทรีย์ที่เชื้อราผลิตขึ้นจากเชื้อเพลิงพวกเคโรซีน การเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้นที่บริเวณขอบนอกของหยดน้ำที่มีการสัมผัสกับโลหะ เส้นใยของราจะเกาะติดกับบริเวณที่น้ำ เชื้อเพลิง และโลหะพบกันอย่างเหนียวแน่น เมื่อเรากำจัดเส้นใยราออก จะพบว่า โลหะเกิดการกัดกร่อนในลักษณะคล้ายกับเส้นใยราที่เคยเกาะติดอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยการกัดกร่อนแบบที่เรียกว่า pitting จะเกิดขึ้นที่บริเวณที่มีการเกาะติดของเชื้อรา

ซัลไฟด์และสารประกอบของซัลเฟอร์

แบคทีเรียประเภทที่ไม่ต้องการอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง SRB ถือว่าเป็น สิ่งสำคัญในการวิจัยเรื่อง MIC โดยเริ่มตั้งแต่ที่มีทฤษฎี Cathodic Depolarisation ซึ่งเสนอโดย von Wolzogen Kuhr and van der Vlugt ในปี ค.ศ. 1934 หลังจากนั้นก็ได้มีผู้รายงานการวิจัยเรื่องการกัดกร่อน ที่เป็นผลจากการกระทำของ SRB นี้อีกมากมาย ผลทั้งหมดของ SRB ที่มีต่อการกัดกร่อนนี้ รวมถึงการให้สารประกอบของซัลเฟอร์ที่มีไอออนที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนต่อเหล็กและเหล็กผสมได้ สารที่ SRB ผลิตขึ้นในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น ซัลไฟด์ ไบซัลไฟด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นสารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะได้ดี โดยเฉพาะเมื่อถูกเปลี่ยนให้เป็นซัลไฟด์ไอออนโดยขั้นตอนทางชีวภาพและทางอนินทรีย์ คุณสมบัติและความรุนแรงของซัลไฟด์ไอออนจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของ passive film ที่มีอยู่บนผิวของโลหะ คลอไรด์มีส่วนร่วมในการช่วยให้ซัลไฟด์มีผลต่อการกัดกร่อนมากขึ้น คุณสมบัติทางเคมีของ



รูปที่ 4. ภาพจาก SEM แสดงผิวหน้าของอะลูมิเนียมเกรด 2024 หลังจากถูกกัดกร่อนโดยการกระทำของเชื้อรา *Hormoconis resinae*.

สิ่งแวดล้อม เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง องค์ประกอบของไอออน ระดับของออกซิเจน ทำให้ผลของ SRB เปลี่ยนแปลงไป และสุดท้ายคือ ผลของ SRB อาจจะมีมากขึ้นเนื่องจากการกระทำของแบคทีเรียชนิดอื่นๆที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกัน ณ บริเวณจุดที่โลหะและสารละลายพบกัน และภายในโครงสร้างของไบโอฟิล์ม

สารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของโลหะ

แบคทีเรียสองชนิดคือ แบคทีเรียที่สามารถออกซิไดส์เหล็กและแมงกานีสได้ มีความสามารถเร่งให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กเหนียว (cast iron) และการสะสมของสารที่ผนังด้านในของท่อเหล็กเหนียว โดยทั่วๆไป ปัญหาของ MIC มักจะพบที่ส่วนที่มีการไหลของน้ำในท่อเหล็กอย่างช้าๆหรือไม่ไหลเลย ในระบบจัดส่งน้ำ ซึ่งแบคทีเรียที่สามารถสร้างสารสะสมที่ผนังภายในของท่อได้ มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็ก ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ผลโดยตรงก็ตาม แบคทีเรียที่สามารถออกซิไดส์เหล็กได้ที่พบอยู่บ่อยๆได้แก่ แบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยยาวเช่น สายพันธุ์ *Sphaerotilus, Crenothrix* และ *Leptothrix* เป็นต้น ซึ่งต่างจากพวกที่เป็นท่อนกลมยาว หรือสายพันธุ์ *Gallionella* แบคทีเรียเหล่านี้ จะออกซิไดส์เฟอร์รัสไอออนให้เป็นเฟอร์ริกไอออน หรือแมงกานัสไอออนเป็นแมงกานิกไอออน เพื่อที่จะใช้พลังงานที่ได้ในการเจริญเติบโต

จุลินทรีย์ที่สามารถออกซิไดส์เหล็กได้ จะสร้างสภาวะสำหรับการสะสมคลอไรด์ไอออน และผลิตเหล็กคลอไรด์และแมงกานิกคลอไรด์ที่อยู่ในสภาพกรด และมีคุณสมบัติที่กัดกร่อนต่อเหล็กกล้าไร้สนิม อย่างไรก็ตาม กลไกในการกัดกร่อนของแบคทีเรียที่สะสมสารที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนบนผนังท่อนี้ ก็คือมีการสร้างเซลล์ที่มีความแตกต่างกันของระดับออกซิเจนขึ้นมานั่นเอง

ส่วนมาก การกัดกร่อนนั้นจะเป็นผลเนื่องมาจาก การที่มี SRB สะสมอยู่ภายใต้ของสารสะสมที่อยู่ในผนังด้านในของท่อ ก็น่าจะเป็นไปได้ที่แบคทีเรียที่ออกซิไดส์เหล็กหรือแมงกานีสนี้จะสามารถเลือกแบคทีเรียชนิดอื่นที่จะมาช่วยในการสร้างสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของตัวเองได้ นอกจากนี้ แบคทีเรียพวก *Gallionella* ยังมีชีวิตอยู่ได้โดยจะอาศัย SRB หรือแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศอื่นๆ ในการคงรักษาสภาวะที่ชอบอากาศอยู่ในสภาวะแวดล้อมของตัวเองได้ ตามกฎทั่วไป แบคทีเรียที่ออกซิไดส์โลหะนั้นจะต้องใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ก็จะช่วยสร้างสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ โดยเฉพาะ SRB ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Blunn, G. 1986. Biological fouling of copper and copper alloys. In Biodeterioration 6. Eds S. Barry, D. R. Houghton, G. C. Llewellyn and C. E. O'Rear, CAB International, London, pp. 576-85.

Chamberlain, A. H. L. and Garner, B. J. 1988. The influence of iron content on the biofouling resistance of 90/10 copper-nickel alloys. Biofouling. 1: 79-96.

Characklis, W. G. 1981. Fouling biofilm development: a process development. Biotech. Bioeng. 23: 1923-60.

Costerton, J.W., Geesey, G. G. and Cheng, K. J. 1978. How bacteria stick. Scientific American. 238: 86-95.

Dexter, S. C. 1976. Influence of substrate wettability on the formation of bacterial slime films on solid surfaces immersed in natural seawater. In Proc. 4th Int. Congress on Marine Corrosion and Fouling. Juan les Pins/Antibes, France, pp. 137-44.

Geesey, G. G. 1982. Microbial exopolymers : ecological and economic considerations. Am. Soc. Microbiol. News. 48: 9-14.

Hamilton, W. A. 1985. Sulphate-reducing bacteria and anaerobic corrosion. Ann. Rev. Microbiol. 39: 195-217.

Lewandowski, Z., Lee, W. C., Characklis, W. G. and Little, B. J. 1988. Dissolved oxygen and pH microelectrode measurements at water-immersed metal surfaces. In Corrosion/88, Houston, NACE, paper no. 93.

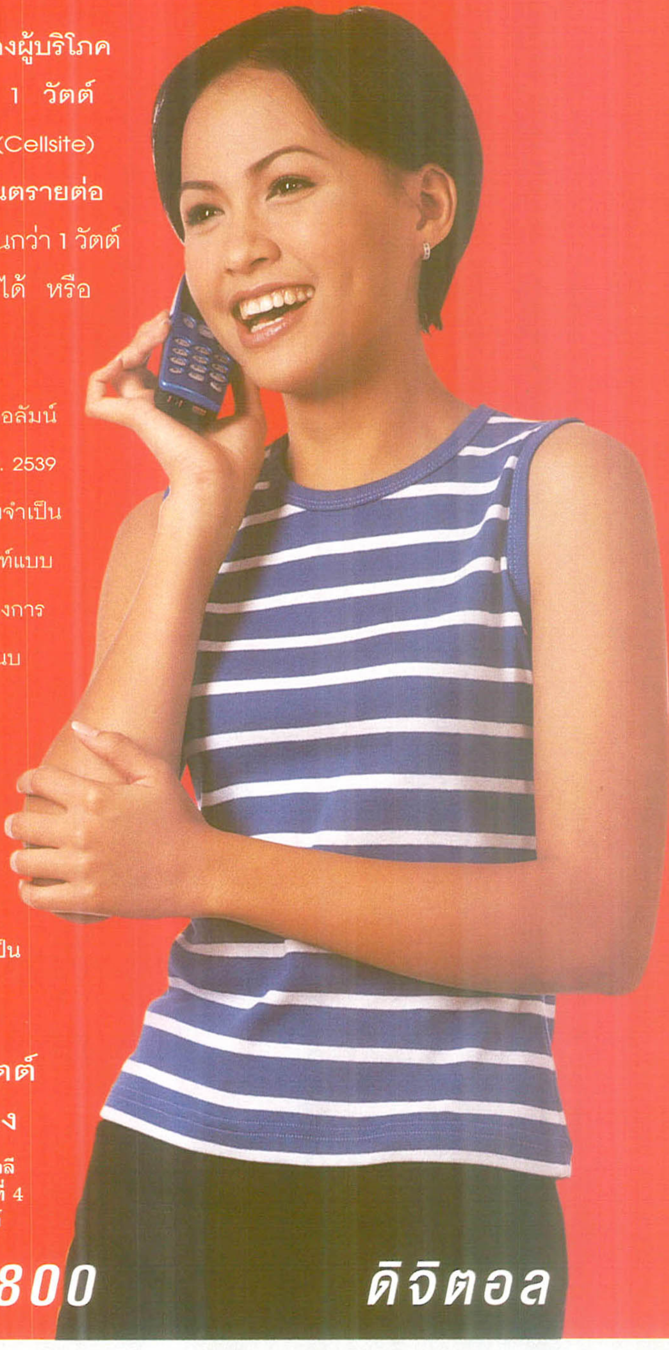
Little, B. J., Wagner, P. A., Gerchakov, S. M., Walch, M. and Mitchell, R. 1986. Probing microbiologically induced corrosion. Corrosion. 42: 689-92.

Videla, H. A., Mele, M. F. L. de and Brankevich, G. J. 1989. Biofouling and corrosion of stainless steel and70/30 copper-nickel samples after several weeks of immersion in seawater. In Corrosion/89. NACE, Houston, paper no. 291.

Van Wolzogen Kuhr, G. A. H. and van der Flugt, L.R. 1934. De grafiteering van gietijzer als electrobiochemisch proces in anaerobe gronden. Water (den Haag). 18: 147-65; (translation in Corrosion. 17 (1961): 293-9).

WorldPhone 1800 Digital

กำลังส่งสูงกว่า "1 วัตต์" อาจมีอันตรายต่อสุขภาพ



ระบบเวิลด์โฟน 1800 ดิจิตอล คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลัก เราจึงออกแบบกำลังส่งให้มีเพียง 0.25 - 1 วัตต์ ซึ่งจะปรับอัตโนมัติตามระยะทางของมือถือกับสถานีฐาน (Cellsite) **เราจึงขอยืนยันว่ากำลังส่ง 0.25 - 1 วัตต์ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างแน่นอน** และไม่รับประกันระบบที่มีกำลังส่งเกินกว่า 1 วัตต์ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ทำให้สมองเสื่อมได้ หรือความร้อนในตัวผู้ใช้ขึ้นสูง

รศ.ดร. ถวิล พึ่งมา ผู้เชี่ยวชาญด้านโทรคมนาคม ได้เขียนไว้ในคอลัมน์ท่องโลกสื่อสาร หนังสือพิมพ์ "สยามธุรกิจ" ฉบับที่ 84 วันที่ 21-27 ก.ค. 2539 ว่า "กำลังส่งที่สูงกว่า 0.6 วัตต์ สำหรับโทรศัพท์มือถือนั้น ไม่มีความจำเป็นแต่ประการใด และไม่ได้ช่วยให้รับส่งสัญญาณได้ชัดเจน เครื่องโทรศัพท์แบบมือถือที่พัฒนาใหม่ ๆจะปรับให้เครื่องมีกำลังส่งต่ำสุด สาเหตุเพราะต้องการให้เครื่องมีขนาดเล็ก รวมทั้งไม่มีอันตรายกับผู้ใช้ เพราะเครื่องส่งจะแนบติดกับศีรษะอยู่ในขณะที่ใช้ ถ้าความแรงของเครื่องส่งสูง ๆ จะมีผลต่อระบบสมองมากกว่า ซึ่งบางครั้งอันตรายจากเครื่องส่งกำลังสูงก็มากมายกว่าที่เราคิด และถ้าต่อไปในอนาคตเกิดมีผู้นิยมใช้โทรศัพท์มือถือชนิดกำลังส่งสูงมาก ๆแล้ว ระบบเซลลูล่าร์ก็อาจจะพังลงเนื่องจากการรบกวนและแทรกซ้อนของสัญญาณจะมีมากยิ่งขึ้น"

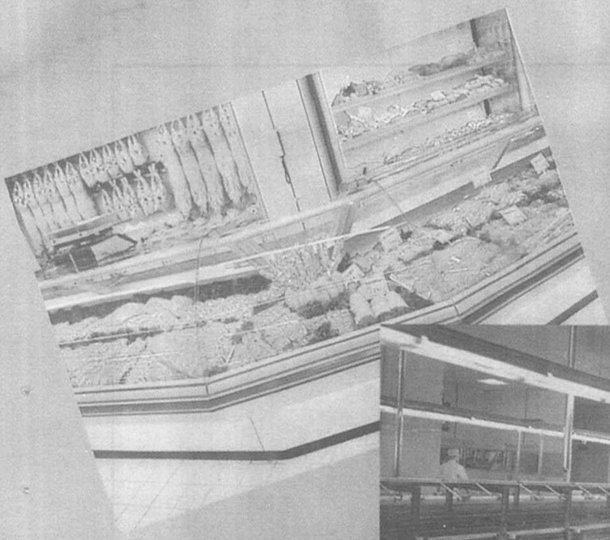
ท่านคงเห็นแล้วว่า เครื่องที่มีกำลังส่งสูง ๆนั้นไม่มีความจำเป็นและอาจเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสุขภาพของท่าน

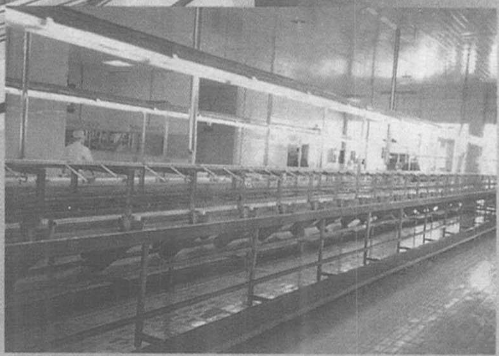
เราจึงขอยืนยันว่า กำลังส่ง 0.25 - 1 วัตต์ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของท่านอย่างแน่นอน

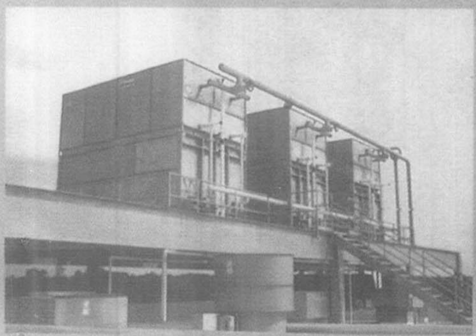
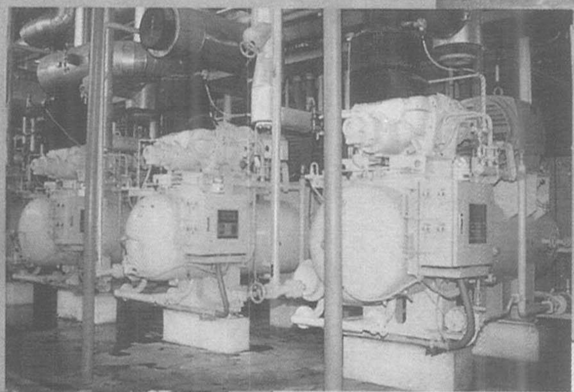
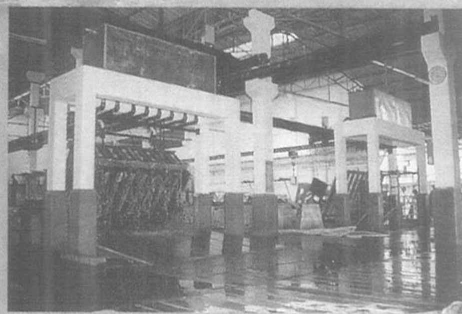
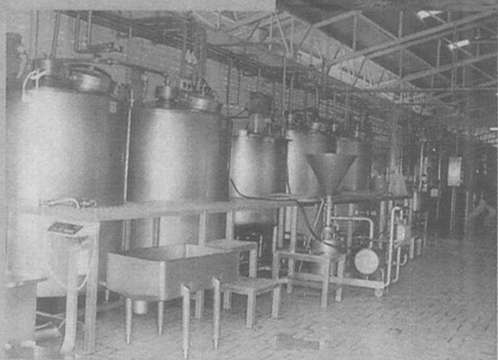
นางสาว อริศรา วงษ์ชาลี
นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

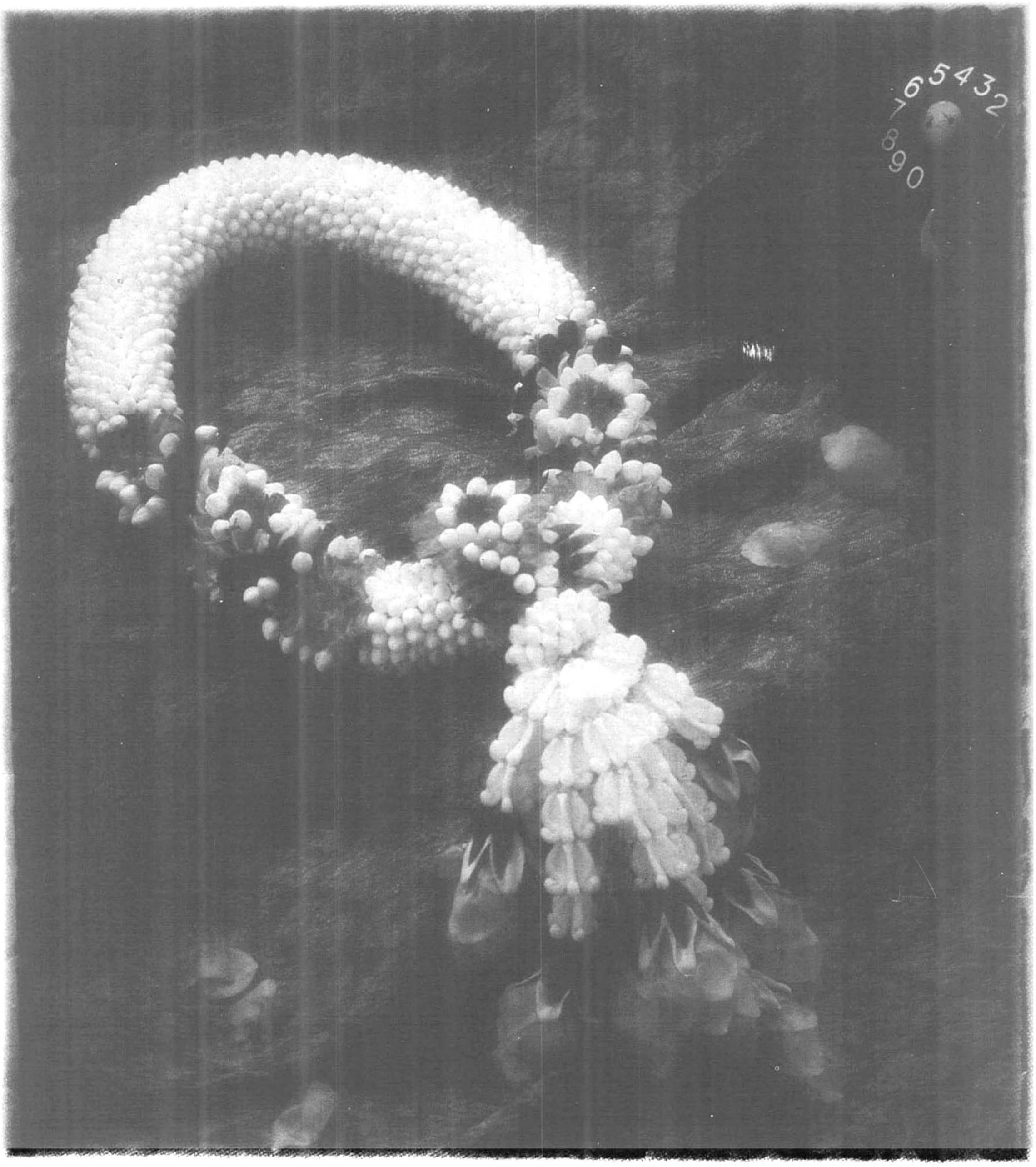
เวิลด์โฟน 1800 ดิจิตอล

UCOM GROUP · World Media · am pm · 1678 Tele Guide · IEC ตัวแทนผู้ให้บริการ · TAC Member of UCOM Group





NOBLE LORDS

FINEST BRANDY

A brandy full of fragrance and flavor,
deliciously gentle and pleasantly mild.

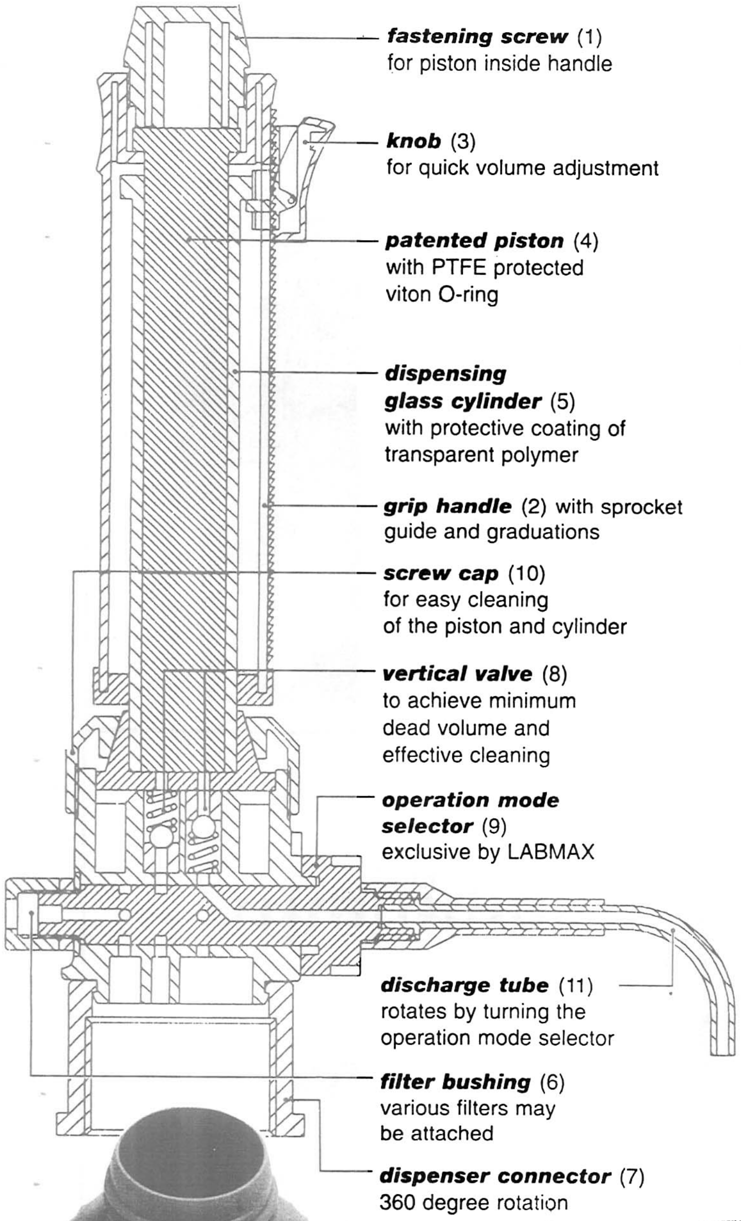
56 Sukhapibal Road, Nakhon chaisri, Nakhon pathom, Thailand 73120 Tel : (66)34 227-368, (66)2 866-6301-8 Fax : (66)34 331-157, (66)2 866-6310

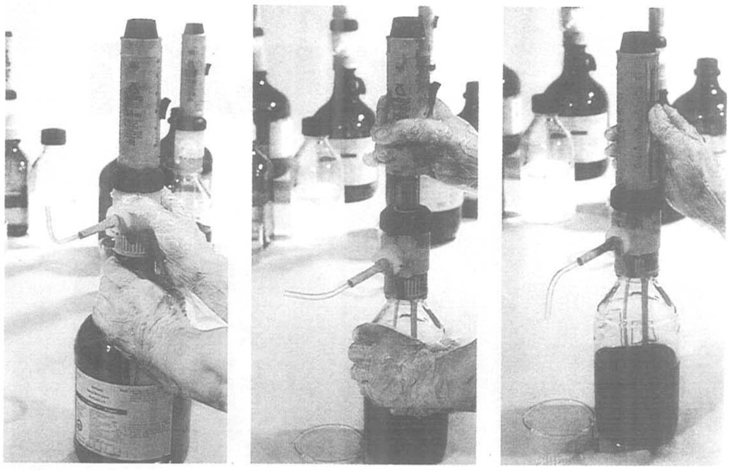
บริษัท อิตัลมาร์ จำกัด

ITALMAR CO., LTD.

766 ซอยเกษมสุวรรณ (สุขุมวิท 50) ถนนสุขุมวิท พระโขนง กรุงเทพฯ โทร. 3319090-3

ผู้แทนจำหน่าย FAX : 3319094





The "360 degree-turn" is already integrated

No matter how tight you secure the LABMAX - with or without the adapter - you can direct the discharge tube with 1 simple turn, wherever you wish to direct it.

For example: above the label of the bottle which should be visible when working with a Dispenser.

The use of adapters for different bottle threads does not limit this function!

"Air-purging" without problems or loss of reagents

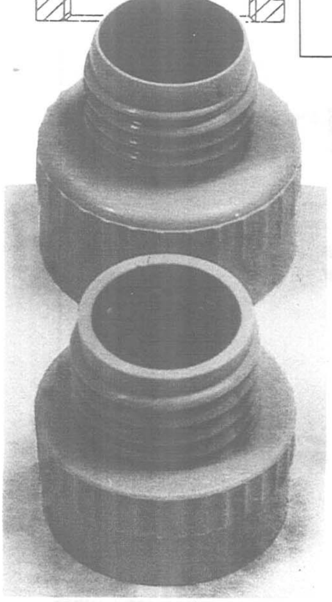
Turn the operation mode selector to the right at a 90 degree angle. A marker and the discharge tube will indicate the right position. Remove (purge) the air by several pumping actions. No reagent is lost as you are pumping in a closed circuit.

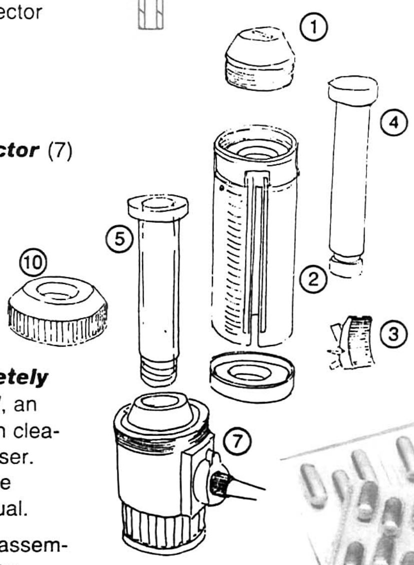
If you do not wish air exchange between reagent and room air the LABMAX is equipped with a bushing which allows the simple attachment of different filters as well as calcium chloride tubes or a check valve.

Easy and fastest possible volume selection

Adjusting the volume of the LABMAX is done by a quick-adjust knob. The desired volume is set by a sprocket. Just push the knob - move to the desired volume - release - thats all!

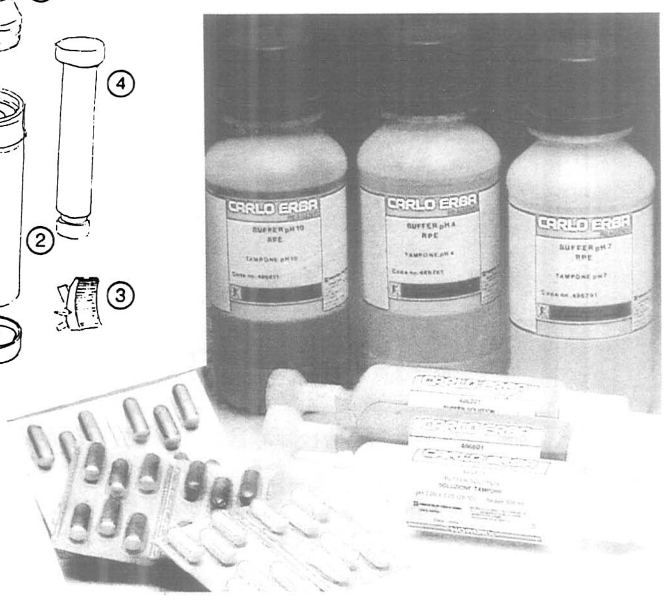
Precise reproductibility of the volume in the clinical field, science and research - the word is LABMAX After all - if the LABMAX has to be disassembled e.g. for cleaning it does not need to be re-adjusted after assembling. The zero-point is part of the construction and automatically calibrated.





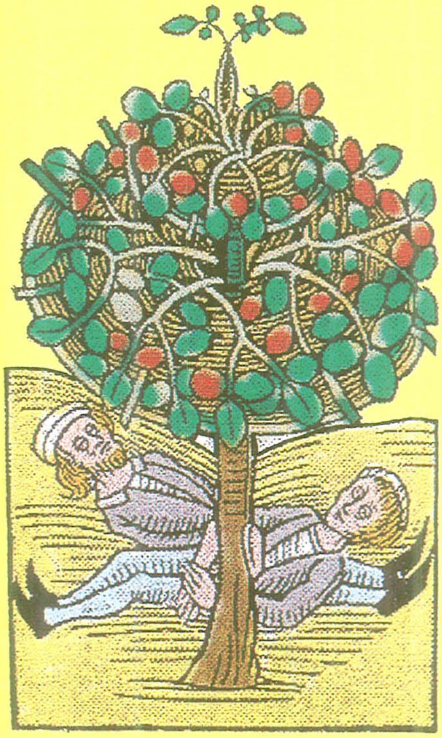
The LABMAX may be ***completely disassembled***, an advantage when cleaning the Dispenser. Please follow the instruction manual.

Due to easy disassembly all parts of the LABMAX may be replaced without any problem.




หวานบริสุทธิ์ไร้สารฟอกสี
น้ำตาลมิตรผล ทุกเกล็ดคือคุณภาพ
MITR PHOL

ความมหัศจรรย์ของพืช (3)

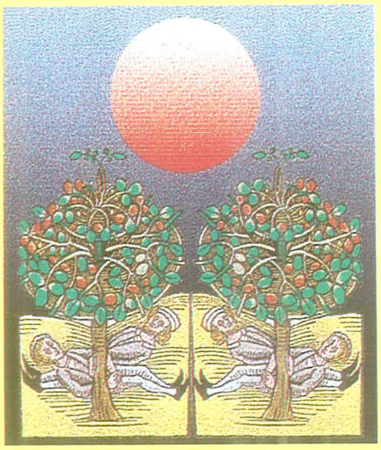


พนัส บูรณศิลปิน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ.10900

มีพืชจำนวนไม่น้อยในโลกนี้ที่มีคุณสมบัติพิเศษซ่อนเร้นอยู่ เป็นคุณสมบัติอันน่ามหัศจรรย์ เช่นสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์ได้ หรือทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มมีความสุข หลายชนิดกระตุ้นความรู้สึกทางเพศ บางชนิดช่วยลดความเจ็บปวด หรือทำให้หลับอย่างสลบไสลยาวนาน คุณสมบัติอันน่ามหัศจรรย์เหล่านี้คนโบราณล้วนได้เคยนำมาใช้ประโยชน์แล้วทั้งสิ้น อาทิ ใช้พืชที่ช่วยลดความเจ็บปวดและทำให้หลับยาวนานเป็นยาสลบเมื่อครั้งที่ยังไม่มีการค้นพบสารอีเธอร์ (ether) หรือใช้พืชที่ทำให้เกิดอารมณ์ดี ลืมทุกข์ลืมโศกนำมาเคี้ยวในพิธีทางศาสนา พิธีแต่งงาน และฝังศพ เป็นต้น พืชที่กระตุ้นความรู้สึกทางเพศมักจะได้รับความนิยมอย่างสูง และคุณสมบัติอันวิเศษของต้นไม้ดังกล่าวนี้ถึงกับเคยมีประวัติว่ากษัตริย์ของบางประเทศยอมแลกสินค้าทั้งลำเรือกับเมล็ดของต้นไม้เพียงเมล็ดเดียวก็ยังมี อย่างไรก็ตาม การนำมาใช้ประโยชน์บางครั้งก็เป็นไปในทางไม่ถูกต้องทำนองคลองธรรมเท่าใดนัก เช่น พวกพ่อมดหมอผีใช้พืชบางชนิดเปลี่ยนคนให้เป็นผีดิบ เพื่อนำไปใช้เป็นแรงงานทาสในไร่อ้อย หรือบางชนิดนำมาใช้เสพเพื่อให้เห็นภาพสวยสดงดงามวิจิตรตระการตาสร้างความเพลิดเพลินจนกลายเป็นสิ่งเสพย์ติดขึ้นในภายหลังก็มี เป็นต้น

มาถึงยุคปัจจุบันที่วิทยาศาสตร์สมัยใหม่เจริญก้าวหน้า การใช้ประโยชน์จากพืชมหัศจรรย์เหมือนเช่นในอดีต นับวันมีแต่จะลดน้อยลงหรือหมดสิ้นไป พร้อม ๆ กับป่าไม้ที่ถูกทำลายอย่างรวดเร็วซึ่งก็หมายถึงพันธุกรรมของพืชเหล่านี้กำลังล่อแหลมต่อการสูญหายไปด้วย จึงได้แต่เพียงหวังว่า นับแต่นี้เป็นต้นไปมนุษยชาติน่าจะได้ตระหนักถึงความสูญเสียแล้วช่วยกันอนุรักษ์เอาไว้ก่อนที่จะสูญพันธุ์ และที่สำคัญยิ่งกว่าก็คือให้รู้ถึงคุณค่าของคุณสมบัติพิเศษที่พืชแต่ละชนิดมีอยู่นั้น แล้วหาทางนำมาพัฒนา ใช้ให้เกิดประโยชน์สำหรับสังคมปัจจุบันของเราต่อไป

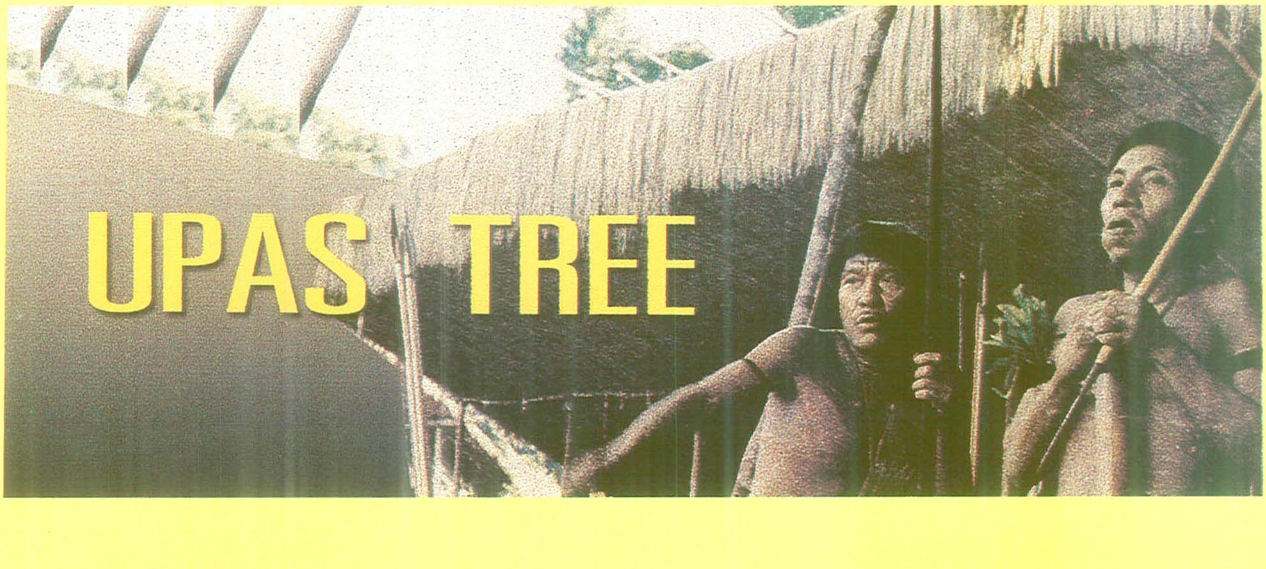
บทความเรื่องนี้มีจุดประสงค์ที่จะนำเสนอเรื่องราวของพืชที่มีคุณสมบัติแปลก ๆ ซึ่งคนโบราณเคยใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางมาแล้ว มาเล่าสู่กันฟัง โดยหวังที่จะให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ดังกล่าว



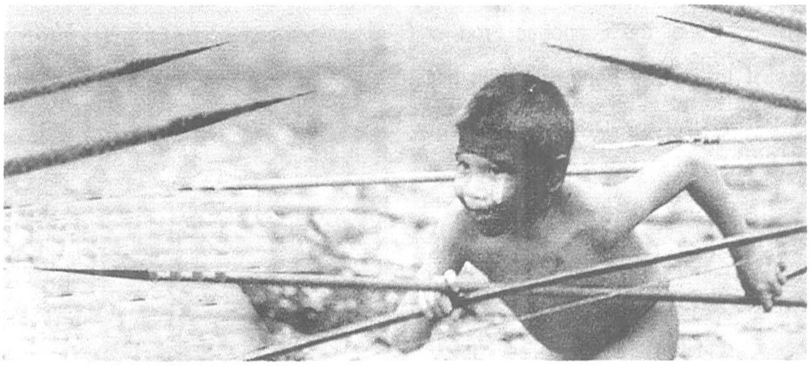
ยางน่อง (upas tree) : พืชใช้ฆ่า

มีต้นไม้ชนิดหนึ่งขึ้นอยู่ในป่าแถบเขตร้อนของโลกเก่าที่ฝรั่งนักสำรวจหลายยุคหลายสมัยในอดีต นับตั้งแต่ศตวรรษที่ 14 เป็นต้นมาได้เขียนบันทึกเล่าถึงคุณสมบัติอันน่าเกรงขามเอาไว้ ตำราด้านพฤกษศาสตร์ที่สำคัญเล่มหนึ่ง คือ Flora Malesiana (series 1. vol. 4) ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 1948-1954 และหนังสือ The Strangest Plants in the World เขียนโดยศาสตราจารย์ S. Talalaj และคณะ ได้กล่าวถึง Friar Odoric หมอสอนศาสนาชาวอิตาเลียนว่าเป็นบุคคลแรกที่เปิดเผยเรื่องราวของ *"ต้นไม้* ***มีพิษร้ายที่สุดในโลก"*** ต้นนี้แก่ชาวตะวันตก เขาเดินทางมาแวะที่เกาะชวา ระหว่างปี ค.ศ.1321-1323 ได้บรรยายความเอาไว้พอสรุปได้ว่า *upas tree เป็นต้นไม้มีอานุภาพฆ่าทุกสิ่งทุกอย่างที่เข้าใกล้ โดยระเหยก๊าซพิษที่ทำให้นกซึ่งบินผ่านตกลงมาตายได้ มนุษย์คนไหนเผลอนอนหลับที่ใต้ต้นไม้ต้นนี้ ก็จะไม่มีโอกาสได้ตื่นขึ้นมาอีกเลย รอบบริเวณโคนต้นไม่มีพืชใดใดขึ้นอยู่ และมักพบกระดูกคนและสัตว์เกลื่อนกลาด ให้เห็นอยู่เสมอ* บันทึกเหลือเชื่อดังกล่าวนี้ได้รับการยืนยันโดยหมอสอนศาสนาซึ่งเป็นเพื่อนของ Friar Odoric ชื่อว่า Jordanus Catalanus ซึ่งได้พบต้นไม้ต้นนี้ ที่หมู่เกาะเครื่องเทศ (Islands of Spices) เมื่อปี ค.ศ.1335 ว่า *"upas tree ในขณะออกดอกจะฆ่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิด"* นักเดินทางรุ่นแรกๆ ที่กลับจากแหลมมลายูก็เล่าเรื่องเป็นทำนองเดียวกัน แถมมีรายละเอียดเพิ่มเติมด้วยว่า นักโทษประหารของที่นั่นจะถูกสำเร็จโทษ ด้วยการนำไปมัดติดไว้ที่โคนของ upas tree ต้นที่ว่านี้

อย่างไรก็ตาม ไม่ได้มีการสืบสาวราวเรื่องเพื่อให้ได้รู้ข้อเท็จจริงกันอย่างจริงจังจนกระทั่งเวลาผ่านไปอีกถึง 400 ปี เมื่อนักธรรมชาติวิทยาผู้มีชื่อเสียงชาวเยอรมันชื่อ Rumphius (Georg Eberhard Rumpf) ได้ให้ความสนใจต้น upas tree นี้ขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง Rumphius ผู้นี้จากบ้านมาตั้งหลักแหล่งอยู่ที่เกาะ Amboina ในหมู่เกาะอินเดียตะวันตกตั้งแต่วัยหนุ่ม เป็นผู้มีความสามารถในการเขียนบรรยายลักษณะของพืชและสัตว์จนเป็นที่ยอมรับของบรรดานักพฤกษศาสตร์และนักสัตววิทยาทั้งหลายในสมัยนั้นเขาเป็นเจ้าของผลงานการจำแนกลักษณะพรรณพืชอันสำคัญชื่อ Herbarium Ambionense (ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1750) ดังนั้นเมื่อ Rumphius เขียนถึงคุณสมบัติอันพิลึกพิลั่นของ upas tree จึงเป็นที่เชื่อถือและถูกนำเอาไปอ้างอิงกันต่อไปเป็นทอดๆ โดยที่ก็ยังมิได้มีการพิสูจน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้เป็นที่ประจักษ์กันอย่างชัดแจ้งแต่อย่างใด ข้อความที่ Rumphius บันทึกไว้มีดังนี้ *"ที่ใต้ต้นไม้นี้ ไม่มีไม้อื่นหรือแม้แต่หญ้าจะขึ้นได้ ทั้งนี้มิใช่เฉพาะเพียงภายใต้บริเวณทรงพุ่ม เท่านั้น แต่ในรัศมีที่ขว้างก้อนหินออกไปจนสุดแรงนั่นทีเดียว ผิวดินมีลักษณะ กันดาร ดำแลดูคล้ายถูกไฟไหม้ ความเป็นพิษนี้ต้นไม้คายออกมาสู่อากาศโดยรอบ ทำให้นกที่บินผ่านหรือหลงมาเกาะอยู่ตามกิ่งหล่นลงตายดุจใบไม้ร่วงเห็นขนกระจายเกลื่อนอยู่ทั่วไป"* ครั้งหนึ่ง Rumphius เคยขอทราบข้อมูลเกี่ยวกับ upas tree นี้จากรัฐบาลฮอลันดา ซึ่งมาตั้งทำการอยู่ที่เมืองมากัสซา (Macassar) บนเกาะ Sulawesi ประเทศอินโดนีเซีย เขาคอยอยู่นาน



จนถึงปี ค.ศ.1681 จึงได้รับตัวอย่างกิ่งของต้นไม้ มีพิษบรรจุในกระบอกไม้ไผ่ส่งมาให้ *"เมื่อล้วงมือเข้าไปในกระบอกไม้ไผ่ที่บรรจุกิ่งของ upas tree มานั้น จะรู้สึกร้อนวูบวาบ เหมือนออกมาจากในที่เย็นๆ แล้วกระทบกับอากาศร้อนยังไง ยังงั้นทีเดียว"*



กิตติศัพท์ความมีพิษร้ายอย่างน่ามหัศจรรย์ของ upas tree นี้ บันทึกในสมัยหลังๆ ต่อจากนั้นมาเริ่มคลายความรู้สึกตื่นเต้นลงเป็นลำดับ สังเกตได้จากสรรพนามที่ผู้บันทึกใช้เรียก หรือกล่าวถึงไม้ต้นนี้มักเป็นไปในทำนอง ไม่เชื่อถือว่าจะมีคุณสมบัติจริงดังที่คนรุ่นเก่าได้เล่าขานกันเอาไว้ ตัวอย่างเช่น ใช้คำว่า mythical plants ซึ่งมีความหมายว่าต้นไม้ในนิยายเมื่อจะสื่อความถึง upas tree เป็นต้น N.P. Foersch ผู้เขียนเรื่อง upas tree ลงตีพิมพ์ใน London Magazine ฉบับเดือนกันยายน ค.ศ. 1785 ก็ยังได้อ้างถึงคำบอกเล่าของนักสำรวจ และจดบันทึกอีกท่านหนึ่งชื่อ Charles Campbell ซึ่งได้เขียนเล่าเอาไว้ ว่า "เมื่อข้าพเจ้าไปถึงเมืองเมืองหนึ่งด้านหลังของ Bencoolen ได้พบกับต้น upas tree เจ้าของเรื่อง โกหกตลก ๆ ที่เล่ากันมาแต่โบราณ ความเป็นพิษนั้นมีจริง แต่ก็ไม่ถึงกับน่ากลัวเหมือนอย่างที่ว่าไว้ ต้นไม้นี้มิได้มีคุณสมบัติทำอันตรายต่อ ผู้ที่เข้าใกล้แต่อย่างใด ข้าพเจ้ายังเคย ไปนั่งที่ใต้ต้น upas tree นี้มาแล้ว ได้เห็นนกบินลงมาเกาะบนกิ่ง....ก็ไม่เห็นเป็นอะไร ส่วนที่ว่าไม่มีหญ้าขึ้นอยู่ได้ที่ใต้ต้นนั้น ทุกคนที่เคยเข้าป่าจะต้องทราบดีว่า สภาพของป่าเช่นนั้นหญ้าไม่สามารถขึ้นได้อยู่แล้ว"

ก็เป็นอันว่าเรื่องนี้คงต้องยุติลงแบบไม่มีบทสรุป เพราะคนรุ่นหลังไม่สามารถหาข้อพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ อีกทั้งคนรุ่นเก่าผู้เขียนบันทึกยืนยันไว้ก็ได้ล้มหายตายจากกันไปนานแล้ว แต่แม้ว่าเรื่องราวความมีพิษร้ายดังกล่าว จะเป็นเรื่องเล่าเกินความจริงก็ตาม upas tree โดยธรรมชาติแล้วก็ยังถือได้ว่าน่าเกรงขาม จัดเข้าในประเภท "ต้นไม้ ใช้ฆ่า" ได้อยู่ดี เพราะน้ำยางสีขาว (sap) ที่ได้จากการกรีดเปลือกของลำต้นนั้น มีพิษใช้ทาหัวลูกดอกเพื่อฆ่าคน หรือสัตว์ได้ Sir Charles Brooke เมื่อครั้งเดินทางออกสำรวจถึงแหลมมลายูเขียนเล่าเอาไว้ว่า *"ชายคนหนึ่งถูกลูกศร ยิงที่หน้าอกเห็นเป็นรอยเล็ก ๆ เท่าเข็มกรีดเขาหลับในทันทีแล้วไม่ตื่นอีกเลย และตายภายในครึ่งชั่วโมง"* อีกบันทึกหนึ่งเขียนว่า *"พิษร้ายของมันทำให้ตายเกือบจะในทันที ตอนนั้นผมอยู่บนเรือด้วย เมื่อชายคนหนึ่งถูกยิงเข้าที่มือ พิษของมันวิ่งไปตามแขนรวดเร็วมาก ที่หัวไหล่เป็นสีเขียว ส่วนข้อมือนั้นดำ เขาตายภายใน 4 นาที"* พวกชาว โปรตุเกส ดัชท์ และอังกฤษต่างเอาชีวิตมาสังเวยให้กับลูกดอกที่ว่านี้นับพันๆ คนมาแล้วเมื่อตอนสำรวจ (รุกราน) แหลมมลายู

ที่ประเทศมาเลเซียสมัยก่อนนั้นก็เคยใช้น้ำยางของ upas tree เป็นเครื่องมือในการประหารชีวิต คือ เมื่อปี ค.ศ. 1776 มีการลงโทษนางสนม 13 คน ของเจ้าผู้ครองนครด้วยการจับเปลือยท่อนบนมัดติดกับเสา แล้วใช้ไม้แหลมจุ่มสารที่สกัดจาก upas tree จิ้มหน้าอกของเธอให้เกิดแผลเพียงเล็กน้อย ทุกนางตายภายใน 5 นาที ด้วยความเจ็บปวดทรมาน

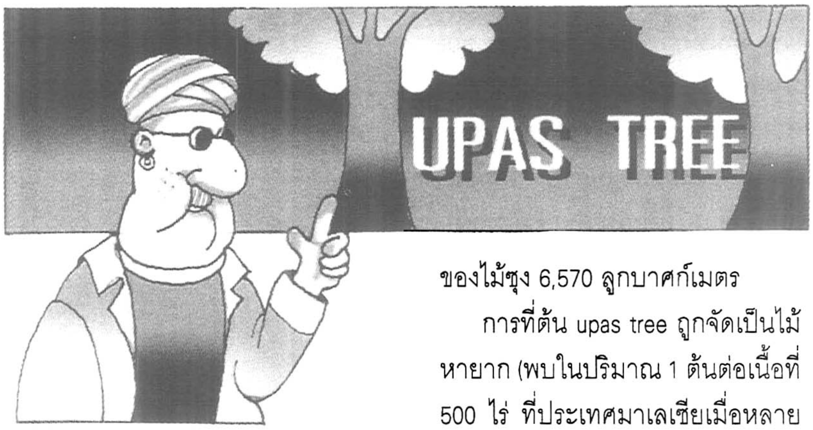
สำหรับที่เมืองไทย upas tree หรือต้นยางน่องเป็นที่รู้จักกันดีในกลุ่มคนรุ่นเก่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกหมอยา หรือพรานล่าสัตว์ หนังสือเรื่อง 'ไม้และของป่าบางชนิดในประเทศไทย' ของ กรมป่าไม้ กล่าวถึงคุณสมบัติของ ยางน่องเอาไว้ว่าหมอโบราณทางภาคเหนือกล่าวว่ายางที่ได้จากต้นเป็นพิษ ใช้ชุบปลายลูกหน้าไม้ยิงสัตว์ใหญ่ได้ แต่ก่อนจะรับประทานเนื้อสัตว์นั้นให้เฉือนเอาเนื้อร้ายที่มีสีเขียวอันเกิดจากพิษยางน่องออกจนหมดเสียก่อนจึงจะรับประทานได้

พิษของน้ำยางจาก upas tree นี้ I.H. Burkill กล่าวไว้ในหนังสือ

A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. Vol. I ว่า ประกอบด้วย glucosides 2 ชนิด ได้แก่ antiarin A และ antiarin B ทั้งสองมีคุณสมบัติเหมือนกัน คือหยุดการทำงานของหัวใจ โดยผ่านเข้าทางกระแสโลหิต

ต้นยางน่องหรือ upas tree เป็นพืชอยู่ในวงศ์ (family) MORACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Antiaris toxicaria* เป็นไม้ใหญ่ผลัดใบ มีทั้ง 2 เพศอยู่บนต้นเดียวกัน สูง 45-60 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นกว้างถึง 180 ซม. บางต้นมีพู (buttress) ลึก สูงจากพื้นดินถึง 3 เมตร เปลือกลำต้นเรียบ มีรอยแตกตื้นๆ ยางสีขาวอมเหลืองหรือสีครีม ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในภายหลัง และเมื่อถูกกับอากาศจะจับตัวเป็นเม็ด ทรงพุ่มเมื่อต้นอายุน้อยรูปกรวย เมื่อแก่ เปลี่ยนเป็นรูปหลังคากลม (dome-shaped) กิ่งแขนงมีขน ใบเดี่ยว ขอบใบ เรียบถึงหยักถี่ (denticulate) รูปใบกลม จนถึงรูปคล้ายหัวใจ ตรงฐานใบค่อนข้างเบี้ยวไม่เท่ากัน ช่อดอกมีก้านสั้น เกิดตามซอกใบหรือใต้ใบ ช่อดอกตัวผู้เกิดอยู่ใต้ช่อดอกตัวเมียบนกิ่งเดียวกัน ผลมี 1 เมล็ดและมีเนื้อหุ้ม (drupe) รูปกระสวยจนถึงรูปลูกแพร์ ผิวเป็นกำมะหยี่

ต้นยางน่องพบขึ้นทั่วไปในแถบเขตร้อนของโลกเก่าตั้งแต่แอฟริกาตะวันตกจนถึงเกาะมาดากาสก้า ศรีลังกา อินเดีย อินโดไชน่า จีนตอนใต้ ไทย จนถึงมาเลเซีย แปซิฟิก (ทางตะวันออกของเกาะฟิจิ และตองก้า) และออสเตรเลียตอนเหนือ เกิดกระจายอยู่ในป่าดั้งเดิม (primary forest) ที่ความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึง 1,500 เมตร บางครั้งก็พบในทุ่งหญ้า savanna หรือตามที่ราบสูงชายฝั่งทะเลถือเป็นไม้หายากชนิดหนึ่งในป่าธรรมชาติ แถบคาบสมุทรมาเลเซีย พบขึ้นในปริมาณ 1 ต้นต่อพื้นที่ 80 เฮกตาร์ หรือ 500 ไร่ มีที่ขึ้นรวมกลุ่มกันอยู่เป็นดงบ้าง เช่น ทางตะวันออกของอ่าวเบงกอล เป็นต้น แต่ที่สำคัญและน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งก็คือลักษณะเด่นของ upas tree ซึ่ง I. H. Burkill บรรยายเอาไว้สั้น ๆ ในหนังสือเล่มเดียวกันความตอนหนึ่งว่า *A. toxicaria* นี้เป็นต้นไม้ที่ใหญ่ที่สุดในป่าของประเทศอินเดียแถบเทือกเขากอตซ์ (Ghats) ตอนใต้และเป็นต้นไม้ที่มี ขนาดใหญ่ที่สุดชนิดหนึ่งของซีลอน ที่เดียว



ประโยชน์ทางเศรษฐกิจของ *Antiaris toxicaria* คือเนื้อไม้ใช้ในการก่อสร้าง ประเภทที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ทำเฟอร์นิเจอร์ และงานตกแต่งภายใน ทำไม้แบบ ฝากั้นห้อง บานหน้าต่าง กระดานปูพื้น ลังใส่ผลไม้ หรือผลิตเป็น ไม้อัด โดยปรกติมักใช้กันแต่เฉพาะในท้องถิ่น หรือส่งเสริมเป็นสินค้าออกปนไปกับไม้เนื้อแข็งน้ำหนักเบาอื่น ๆ อย่างเช่น ปาปัวนิวกีนีก็ส่งออกในปริมาณมาก กล่าวคือ ในปี ค.ศ.1987 ส่งออกขายญี่ปุ่นคิดเป็น 2.7 % ของปริมาณ ไม้ทั้งหมดและปี 1966 ส่งออกในรูปของไม้ซุง 6,570 ลูกบาศก์เมตร

การที่ต้น upas tree ถูกจัดเป็นไม้หายาก (พบในปริมาณ 1 ต้นต่อเนื้อที่ 500 ไร่ ที่ประเทศมาเลเซียเมื่อหลายสิบปีมาแล้ว) ขณะเดียวกันก็เป็นไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้ มีการตัดส่งขายตลาดต่างประเทศ อยู่ตลอดเวลาดังกล่าวแล้ว ทำให้พอจะประเมินสถานภาพของไม้ต้นนี้ได้ว่า ปัจจุบันคงมีเหลืออยู่ในป่า ในปริมาณที่น้อยเต็มที ต้นอายุเป็นร้อยๆ ปี สูงถึง 60 เมตร (บางแห่งถือเป็นไม้ที่ใหญ่ที่สุดในป่านั้น) ที่เคยมีรายงานไว้ ก็คงถูกโค่นทำลาย หรือล้มตายไปหมดสิ้น และ upas tree รุ่นใหม่น่าจะ ไม่มีโอกาสมีชีวิตอยู่ยืนยาวได้เหมือนรุ่นเมื่อหลายศตวรรษที่ผ่านมาเนื่องจาก ป่าถูกมนุษย์รุกรานมากขึ้น นักสำรวจสมัยหลังๆ จึงพูดได้เต็มปากว่าสามารถนั่งเล่นที่ใต้ต้นและได้เห็นนกบินมาเกาะ อยู่ตามกิ่งโดยไม่ได้รับอันตรายใดใด จึงเป็นเรื่องที่น่าเสียดายถ้าเราจะพากันหยุดความเชื่อเรื่องไอพิษร้ายของ upas tree เอาไว้เพียงแค่เห็นเป็นเรื่องเล่า เหลือเชื่อในนิยาย ตามความคิดของนักสำรวจรุ่นหลังเท่านั้น เพราะหากความจริงมิได้เป็นไปอย่างที่ว่า โดยที่ upas tree ต้นใหญ่ๆ อายุเกินร้อยปี ในอดีตมีไอพิษฆ่ามนุษย์และสัตว์ที่เข้าใกล้ได้จริงแล้ว ก็เท่ากับว่าเราได้สูญเสียข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับ คุณสมบัติอันน่าเกรงขามของต้นไม้ ต้นหนึ่งไปอย่างน่าเสียดายไม่น้อยทีเดียว

มะกล่ำตาหนู (prayer bean หรือ crab's-eye vine) : พืชใช้ฆ่าอีกชนิดหนึ่ง

เมื่อพูดถึงมะกล่ำตาหนู เชื่อว่าเด็กตามชนบทต่างรู้จักกันแทบทุกคน เพราะล้วนเคยนำเมล็ดมาเล่นเป็นของเล่นแก้เหงาอยู่เป็นประจำ เมล็ดมะกล่ำตาหนูมีสีแดงเป็นมันเลื่อม สดใส และมี จุดสีดำอยู่หนึ่งจุด คนไทยมองเห็นเหมือนตาหนู จึงเรียกมะกล่ำตาหนู ผิดกับฝรั่งที่เห็นเหมือนตาปูจึงตั้งชื่อสามัญให้ว่า crab's-eye vine ความสวยงามของเมล็ดมะกล่ำตาหนูทำให้เป็นที่นิยมนำมาเจาะรูแล้วร้อยเป็นสายสร้อยหรือลูกประคำใช้ประดับ หรือ ใช้ในพิธีกรรมทางศาสนาของบางประเทศ จึงมีชื่อเรียกเล่นอีกชื่อหนึ่งว่า prayer bean ใครเลยจะรู้ว่าเมล็ดมะกล่ำตาหนูนี้ แท้จริงแล้วเปรียบเสมือนเพชฌฆาตหน้าหยกเราดีๆ นี่เอง เพราะภายในเมล็ดที่สวยงามจะมีสารพิษร้ายแรง สามารถใช้ฆ่าคนให้ตายได้ง่ายๆ ว่ากันว่าที่ประเทศอินเดียใช้เมล็ดมะกล่ำตาหนูทำยาพิษกันมาตั้งแต่โบราณกาลแล้วด้วยซ้ำ

ทราบความจริงเรื่องพิษร้ายเช่นนี้แล้ว หลายท่านอาจรู้สึกสยองขวัญเพราะไม่รู้เหมือนกันว่าตัวเองรอดปากเหยี่ยวปากกามาได้อย่างไร ทั้งๆที่ ได้คลุกคลีตีโมงอยู่กับเมล็ดมะกล่ำตาหนูมาตลอดช่วงชีวิตในวัยเด็ก ตอบแบบกำปั้นทุบดินคงได้ว่าเป็นเพราะบุญรักษา หรือคุณพระคุณเจ้าคุ้มครองอะไรเทือกนั้น แต่ข้อเท็จจริงมีอยู่ว่า เปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงของมะกล่ำตาหนูนั้นแข็งมาก เมื่อเด็กๆ หลงกลืนเข้าไปในท้อง จึงไม่ได้รับอันตรายเพราะสารพิษภายในเล็ดลอดออกมาไม่ได้แม้จะผ่านกระบวนการย่อยในกระเพาะอาหารหรือลำไส้แล้วก็ตาม

อันตรายน่าจะมีอยู่ตรง ที่นำเมล็ดมาเจาะรูร้อยเป็นสายสร้อยสวมคอนั่นเอง เพราะหากผู้สวมเกิดมีบาดแผลแม้เพียงรอยข่วนแล้ว ผงพิษภายในเมล็ดหลุดร่วงออกมาจากรูที่เจาะสัมผัสเข้ากับแผล ก็จะมีอันตรายถึงตายได้ สรุปว่าอย่าให้เด็กๆ นำเมล็ดพืชมฤตยูชนิดนี้มาเล่นเป็นดีที่สุด

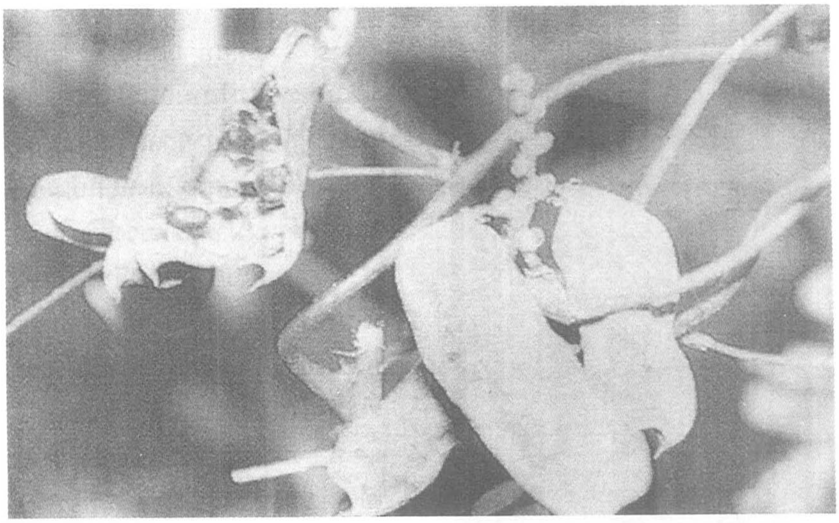
มะกล่ำตาหนูเป็นไม้เถาเลื้อยจัดอยู่ในวงศ์ (family) PAPILIONACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Abrus precatorius* Linn. แต่เดิมเป็นพืชพื้นเมืองของยุโรป แต่ปัจจุบันพบขึ้นทั่วไปตามธรรมชาติในเขตร้อนและกึ่งร้อน โดยเลื้อยพันขึ้น ต้นไม้อื่นสูงถึง 10-20 ฟุต ลำต้นเมื่อยังอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่เปลือกจะมีสีเทา ใบเป็นใบประกอบรูปขนนก ออกสลับใบย่อยมี 8-15 คู่รูปร่างยาว (oblong) ยาวประมาณ 1/2 นิ้ว ช่อดอกเกิดตรงซอกระหว่างใบกับลำต้น ช่อดอกยาว 1-3 นิ้ว ผลเกิดเป็นฝักรูปกลม ยาว 1 1/2 หรือ สั้นกว่า มีขนละเอียดราบติดกับผิวของฝัก ภายในฝักมีเมล็ดรูปร่างค่อนข้างกลม 5-9 เมล็ด สีแดงสดเป็นมัน และมีจุดดำ 1 จุด ดูเหมือนกับได้จุ่มปลายของเมล็ดลงบนสารที่มีสีดำ

ภายในเมล็ดมะกล่ำตาหนูมีสาร Phytotoxin ชื่อว่า Abrin เป็นสารที่มีพิษร้ายแรงมาก ปริมาณเพียง 1 เมล็ด ถ้าเคี้ยวกลืนก็เพียงพอที่จะฆ่าคนผู้ใหญ่คนหนึ่งได้ การเตรียมสารพิษจากเมล็ดมะกล่ำตาหนู คนโบราณจะตำเมล็ด จนเป็นผงละเอียดแล้วละลายน้ำตั้งทิ้งไว้ เมื่อน้ำระเหยหมดจะได้ผลึกใสเป็นแท่งรูปเข็มเล็กๆ ผลึกรูปเข็มนี้ คือ สาร Abrin บริสุทธิ์ เมื่อนำไปทิ่มแทงผิวหนังของเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย จะทำให้รู้สึกเจ็บหรือคันเหมือนยุงกัด แต่เหยื่อก็จะตายไม่นานจากนั้น เป็นการตายแบบไร้ร่องรอยยากที่จะสืบสวนหา สาเหตุได้เสียด้วย

อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของมะกล่ำตาหนูในแง่มุมที่ดีก็มีอยู่ มิใช่จะเลวร้ายเป็นเพชฌฆาตไปเสียทั้งหมด อาทิ เมื่อปลูกเป็นไม้ประดับไว้ในสวนหลังบ้าน ต้นมะกล่ำตาหนูจะแสดงคุณสมบัติตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของสภาพฝนฟ้าอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าในบรรยากาศ โดยการนอนหลับ (go to sleep) ศาสตราจารย์ S. Talalaj และคณะกล่าวไว้ในหนังสือ The Strangest Plants in the World ว่าครั้งหนึ่งสวนพฤกษศาสตร์คิว (Kew Gardens) แห่งประเทศอังกฤษเคยทดลองเรื่องนี้ได้ผลว่าต้นมะกล่ำตาหนูอาจมีประโยชน์ในการใช้พยากรณ์การเกิดพายุและแผ่นดินไหวได้ แต่ก็น่าเสียดายที่รายงานและข้อสังเกตที่ว่านี้ไม่เป็นที่ยอมรับของวงการวิทยาศาสตร์ แถมได้ถูก

นักวิทยาศาสตร์ บางคนหัวเราะเยาะเอาก็มี

ประโยชน์แง่ดีอีกประการหนึ่งก็คือ ความสม่ำเสมอของน้ำหนักเมล็ด ในอดีตหลายประเทศเคยใช้เมล็ดมะกล่ำตาหนูเป็นมาตรฐานสำหรับชั่งน้ำหนักสิ่งของที่มีค่ามากๆ เช่น ประเทศกานา (Ghana) ใช้ชั่งน้ำหนักทอง และเพชรพลอย และอินเดียใช้ชั่งน้ำหนักเพชรโดยเทียบน้ำหนักเมล็ดมะกล่ำตาหนู 1 เมล็ดเท่ากับเพชร 1 กะรัต



บรรณานุกรม

เพชรพลาย, ดรุณ ; จันทร์สุวานิชย์, ณุฉัตรา และชาญประเสริฐ, ชาตรี. 2538. พืชสมุนไพรในประเทศไทย ตอนที่ 1. กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข. 219 หน้า.

Bailey, L.H. 1963. The Standard Cyclopedia of Horticulture. Vol. I. The Macmillan Company. New York. pp. 1-1200.

Burkill, I. H. 1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. Vol. I. Ministry of Agriculture and Co-operatives, Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 1-1240.

Matterer, J. L. 1998. Mythical Plants of the Middle Ages. http: // www. labs. net / dmccormick / mythic 02. htm.

Milne L. and Milne, M. 1967. Living Plants of the World. Thomas Nelson and Sons Ltd., 36 Park Street W I. London. 336 p.

PROSEA. 1998. Timber Trees : Lesser-known Timbers: Plant Resources of South-East Asia 5. Backhuys Publishers, Leiden. 859 p.

Ridley, H. N. 1924. The Flora of the Malay Peninsula. L. Reeve & Co., Ltd. WC 2. London. 405 p.

Talalaj, S., Talalaj, D. and Talalaj, J. 1991. The Strangest Plants in the World. Melbourne, Hill of Content Publishing Company Pty, Australia. 166 p.

Van Steenis, C. G. G. J. 1948-1954. Flora Malesiana. Series I. Vol. 4. Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia. P. Noordhoff Ltd. pp. 1-631.

William, M. 1966. The History of Sumatra. Oxford Univ. Press, Ely House. Kuala Lumpur. London. 479 p.

วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า

ECO-BATTERY แบบใหม่ในเยอรมนี

นักค้นคว้าชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์แบตเตอรีที่มีวิวัฒนาการแบบใหม่ ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าเดิม และทำลายสภาพแวดล้อมน้อยกว่า ต้นแบบหลายๆ รูปแบบได้ถูกนำมาเปิดเผยที่งานแสดงสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เมืองมิวนิค แบตเตอรีวิวัฒนาการใหม่นี้ได้ถูกเปลี่ยนของเหลวพิษสูงที่ถูกบรรจุไว้ในเซลล์ โดยนำเอาของแข็งลักษณะนิ่มที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน แต่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ามากมาแทนที่

จากคุณสมบัติที่กล่าวมานี้ ทำให้ของแข็งดังกล่าวมีประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมมากกว่า ทั้งยังสามารถนำไปหล่อให้เป็นรูปลักษณะใดๆ ก็ได้โดยง่ายตามต้องการ ทั้งยังสามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ด้วย ประกอบกับคุณสมบัติของมันอนุญาตให้ใช้พลาสติกห่อหุ้มได้ด้วย ผู้ผลิตจึงใช้พลาสติกห่อหุ้มเป็นเปลือกแทนโลหะ ดังเช่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้

สิ่งประดิษฐ์นี้จะสมบูรณ์แบบและสามารถผลิตในอุตสาหกรรมได้ภายในปีนี้ ทั้งนี้จากการให้สัมภาษณ์ของ Gerard Neumann ผู้เชี่ยวชาญสาขา Silicium Technology ซึ่งเป็นผู้หนึ่งในการประดิษฐ์ค้นคว้าแบตเตอรีชนิดใหม่ดังกล่าว ณ Fraunhofer Research Institute เมือง Itzeho ประเทศเยอรมนี เขาได้ทำการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ร่วมกับ Peter Berke แห่งมหาวิทยาลัย Kiel

Neumann กล่าวว่าผู้ผลิตเครื่องไฟฟ้าหลายรายพยายามจะติดต่อขอซื้อลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว แต่เขายังไม่พิจารณาในเรื่องนี้

ข้อคิดเห็นของ ปว. (บซ) : คงไม่นานนักที่ไทยจะได้ใช้ผลิตภัณฑ์นี้ แต่มีข้อที่พึงตระหนักข้อหนึ่งคือ เปลือกพลาสติกของแบตเตอรีชนิดใหม่ เราจะนำไป recycle ได้อย่างไร หรือจะทำลายด้วยวิธีใด

ที่มา : European Environment, December 1, 1998 fortnightly number 534 สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ บรัสเซลส์ เบลเยียม "รายงานข่าววิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และพลังงานของทวีปยุโรป" ประจำปักษ์หลังของเดือนพฤศจิกายน 2541

ราสำหรับผลิตกลิ่นวานิลา

ขณะนี้ได้มีการทดลองนำราจากกากของเสียจำพวกพืชมาผลิตกลิ่นวานิลา นับเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การผลิตสารแต่งกลิ่นที่มีราคาถูกลงด้วยวิธีธรรมชาติ และได้ผลผลิตที่ดีกว่าสารแต่งกลิ่นสังเคราะห์

เมื่อเร็วๆ นี้ INRA หรือสถาบันวิจัยเทคโนโลยีการปลูกพืชแห่งชาติ หนึ่งในผู้ร่วมโครงการยูโรเปียนแฟร์ที่ชื่อว่า Agrovanillin ได้พัฒนาเทคโนโลยีทางชีววิทยาจนได้กระบวนการที่นำไปสู่การผลิตหัวเชื้อกลิ่นวานิลาจากของเสียจำพวกพืชโดยใช้เชื้อรา ผลผลิตที่ได้น่าจะผ่านการพิจารณาตามกฎและข้อบังคับยุโรปปี 1998 และได้รับฉลาก "ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ" ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคในยุคนี้

ตลาดหัวเชื้อกลิ่นวานิลาโลกมีมูลค่ากว่า 1 พันล้านฟรังก์ต่อปี โดยมี

การนำไปใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมด้านอาหาร นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้ในวงการน้ำหอม เครื่องสำอาง และเภสัชกรรม ถึงแม้ว่าความต้องการสารแต่งกลิ่นจากธรรมชาติยังคงขยายตัวเป็นปริมาณสูง แต่ราคาหัวเชื้อกลิ่นวานิลากลับยังคงมีราคาสูงมาก (ประมาณ 170,000-190,000 บาทต่อกิโลกรัม) ทำให้มีส่วนแบ่งในตลาดเพียง 20% เท่านั้น ส่วนแบ่งตลาดส่วนใหญ่เป็นของหัวเชื้อกลิ่นวานิลาสังเคราะห์ซึ่งมีราคาถูกกว่ามากมาย (ประมาณ 600-700 บาทต่อกิโลกรัมเท่านั้น) บริษัท Rhone-Poulenc มีกระบวนการผลิตหัวเชื้อกลิ่นวานิลาสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีส่วนแบ่งถึงครึ่งหนึ่งในตลาดโลก

พื้นฐานของกระบวนการของ INRA อยู่ที่การใช้ประโยชน์จาก Ferulic acid (precursor ของหัวเชื้อกลิ่นวานิลา) ที่มีอยู่มากมายในผนังเซลล์ของพืช โดยอาจใช้รำจากข้าวสาลีที่มาจากอุตสาหกรรมการผลิตแป้ง หรือกากหัวผักกาดหวานจากการผลิตน้ำตาล เป็นต้น กระบวนการเริ่มจากการแยก Ferulic acid ออกมาจากพืชแล้วเปลี่ยนให้เป็นกรดวานิลา ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นหัวเชื้อกลิ่นวานิลาด้วยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุล

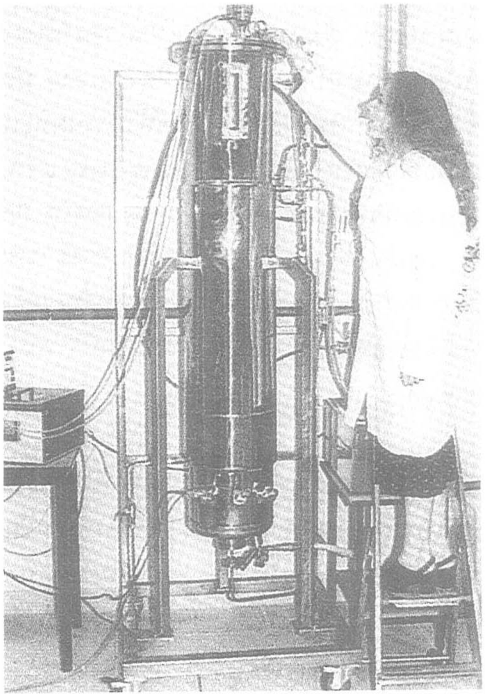
"แรกเริ่มเดิมที สถาบันวิจัยอาหาร Norwich (อังกฤษ) ได้ทำการวิจัยและค้นพบราชนิดหนึ่งที่มีเอ็นไซม์ที่สามารถปลดปล่อย Ferulic acid ได้" Laurence Lesage-Meessen นักวิจัยเชื้อราจำพวก Filamentous fungi แห่ง INRA กล่าว การแยกกรดดังกล่าวได้ผลถึง 95% ด้วยการใช้เอ็นไซม์จากราที่ชื่อว่า *Aspergillus niger*

หลังจากแยก Ferulic acid มาแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนเปลี่ยนให้เป็นหัวเชื้อกลิ่นวานิลา ด้วยการใช้รา *Aspergillus niger* ตัวเดิมร่วมกับรา *Pycnoporus cinnabarinus* "แต่สิ่งที่ยุ่งยากที่สุดในขั้นตอนนี้คือ การลดการสูญเสียปริมาณผลผลิตอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีอื่นๆ ที่เกิดควบคู่กัน เช่น การป้องกันการสังเคราะห์เอ็นไซม์ที่มีผลต่อการเปลี่ยน Ferulic acid ให้เป็นโพลิเมอร์ แทนที่จะเป็นหัวเชื้อกลิ่นวานิลา" Laurence Lesage-Meessen กล่าว

ขณะนี้ INRA กำลังเตรียมถ่ายทอดกระบวนการผลิตให้กับคู่ธุรกิจต่างๆ ซึ่งเมื่อสามารถทำเป็นการค้าได้ บริษัทอิตาลี San Giorgio Flavors สาขากลุ่มบริษัท Pernord Ricard จะรับหน้าที่ในการทำให้บริสุทธิ์ในขั้นตอนสุดท้ายและจัดจำหน่าย ขณะนี้กำลังมีการสร้าง Bioreactor ต้นแบบอยู่ ซึ่งจะสามารถผลิตหัวเชื้อกลิ่นวานิลาได้ 1 กรัมต่อลิตร แทนที่ 560 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อครั้งอยู่ในห้องทดลอง

รา และข้อได้เปรียบ

การนำรามาใช้ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา มีให้เห็นไม่บ่อยนัก เพราะส่วนใหญ่จะใช้แบคทีเรียหรือยีสต์มากกว่า เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการใช้งานและเติบโตเร็ว แต่ในบางกรณีเชื้อราก็มีข้อได้เปรียบ เช่น เชื้อราบางชนิดเติบโตได้ในที่แห้ง ซึ่งทำให้ใช้ค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เมื่อเทียบกับกระบวนการที่เกิดในที่ที่เป็นของเหลว และสามารถแยกเอ็นไซม์ได้เข้มข้น เพราะไม่มีการละลายในน้ำ นอกจากนี้เชื้อราแบบ Filamentous สามารถพบได้ทุกที่และมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม มีความทนทานมากกว่าแบคทีเรีย คาดว่าเชื้อราจะเข้ามามีบทบาทในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพมากขึ้นในอนาคต เช่น การสังเคราะห์กลิ่นชนิดอื่น หรือการฟอกขาวเยื่อกระดาษ เป็นต้น



คำอธิบายภาพ

กระบวนการ INRA เริ่มต้นด้วยการเปลี่ยน Ferulic acid เป็นกรดวานิลาแล้วจึงค่อยเปลี่ยนให้เป็นหัวเชื้อกลิ่นวานิลา

แปลจากนิตยสาร "L'Usine Nouvelle" ฉ.2655 ประจำวันที่ 17-23 กย. 1998
ที่มา : สำนักข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส
December 18, 1998

มหกรรมฟุตบอลหุ่นยนต์โลก 98

สำหรับการแข่งขันฟุตบอลโลกหุ่นยนต์ที่ได้จัดขึ้นที่ La Villette ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน ถึงวันที่ 8 กรกฎาคม ที่ผ่านมา ประเทศฝรั่งเศส ได้อาศัยกลยุทธ์ Decentralized collective intelligence และหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมาให้มีความสามารถเฉพาะตัวแตกต่างกันไป

สำหรับการแข่งขันหุ่นยนต์ฟุตบอลที่เมืองวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม (Cité des Sciences et de l'Industrie) นั้นไม่ใช่กิจกรรมที่ภาควิชาวิจัยหุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์แห่งมหาวิทยาลัย Pierre-et-Marie-Curie จัดขึ้นเพื่อความสนุกสนาน แต่เป็นกิจกรรมที่มีเป้าหมายในด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง การแข่งขันครั้งนี้มีทีมหุ่นยนต์กว่า 60 ทีมจากทั่วทุกมุมโลกเข้าร่วมประชันความสามารถและเทคโนโลยี การแข่งขันแบ่งออกเป็นหลายระดับเปิดโอกาสให้หุ่นยนต์ตั้งแต่ขนาด 4.5 ถึง 50 เซนติเมตรเข้าแข่งขัน

Dominique Duhaut เทรนเนอร์และผู้บรรยายพิเศษประจำมหาวิทยาลัยได้เตรียมทีมหุ่นยนต์นักฟุตบอลขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นกล่องสูง ภายในประกอบด้วยคอมพิวเตอร์พีซีสองตัวและมีเสาอากาศอยู่ด้านบน หุ่นยนต์หนัก 50 กิโลกรัม เคลื่อนไหวบนล้อ Roller ด้วยความเร็วสูงสุดถึง 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ "เตะ" ลูกฟุตบอลด้วยอุปกรณ์ที่ใช้แรงอัดอากาศและเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นทางทีมจึงติดตั้งอุปกรณ์เทคนิคสองชิ้น ซึ่งก็คือกระจกส่องหลัง Hyperbolic ที่ทำหน้าที่ส่งภาพพาโนรามา ด้านหลังมายังกล้องทำให้หุ่นยนต์มองเห็นภาพทั้งทางด้านหลังและทางด้านหน้า อุปกรณ์อีกชิ้นหนึ่งก็คือล้อที่ทำขึ้นมาเป็นพิเศษเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวอยู่กับที่

แต่นั่นยังไม่ใช่สุดยอดเทคโนโลยีของทีม จุดเด่นของหุ่นยนต์ทีมฝรั่งเศสอยู่ที่ Collective Intelligence หรืออาจเรียกได้ว่าเป็น "ความฉลาด" ของหุ่นยนต์แต่ละตัว Dominique Duhaut กล่าวว่าผู้ร่วมแข่งขันส่วนใหญ่ใช้หุ่นยนต์ที่สร้างอยู่บนพื้นฐานของรถบังคับวิทยุ ซึ่งเป็นคอนเซ็ปท์ที่มีปัญหาหลายด้าน หุ่นยนต์เหล่านี้ต้องแล่นและเข้ามาจอดอยู่หน้าลูกฟุตบอลก่อนที่จะยิง อีกทั้งยังมีขนาดเล็กจึงไม่สามารถใส่อุปกรณ์เทคนิคลงไปได้มาก ผลก็คือต้องใช้ระบบ Central organization ที่มีหน่วยประมวลผลสั่งการอยู่ด้านนอกผ่านทางคลื่นวิทยุ ที่จริงระบบนี้มีความเป็นไปได้ แต่ในเชิงปฏิบัติจริงอาจมีความด้อยกว่าด้วยข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพของระบบการถ่ายทอดสัญญาณ

ผู้เล่นที่มีเอกภาพในตัวเอง

หุ่นยนต์ของฝรั่งเศสเป็นแบบที่พัฒนาขึ้นมาให้มีเอกภาพในตัวเองและยังสามารถสื่อสารระหว่างกันและกันได้อีกด้วย "หุ่นยนต์ของเราแต่ละตัวจะมีความสามารถพิเศษเฉพาะ" Jean-Daniel Zucker หนึ่งในผู้ร่วมวิจัยและพัฒนา Collective intelligence กล่าวชี้ตัวอย่างเช่น หุ่นยนต์ศูนย์หน้าจะได้รับการตั้งโปรแกรมให้สั่งการได้อย่างฉับไว สำหรับระดับศูนย์หน้ามี Collective intelligence อย่างเดียวคือ มันสามารถจำเพื่อนร่วมทีมของมันได้ ส่วนกองกลางจะเป็นหุ่นยนต์ที่ "ฉลาด" กว่าเล็กน้อย หุ่นยนต์เหล่านี้จะมีโปรแกรมวิเคราะห์สถานการณ์รอบข้างเพื่อใช้ในการสร้างแผนการรุก โดยใช้ข้อมูลที่ถ่ายทอดมาจากเพื่อนร่วมทีมด้วยกันเอง โดยเฉพาะในเรื่องตำแหน่งและความเร็วของหุ่นยนต์แต่ละตัว และนอกจากนั้นยังมีหน่วยความจำเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาวิถีที่ดีที่สุดในการเล่น เป็นต้น

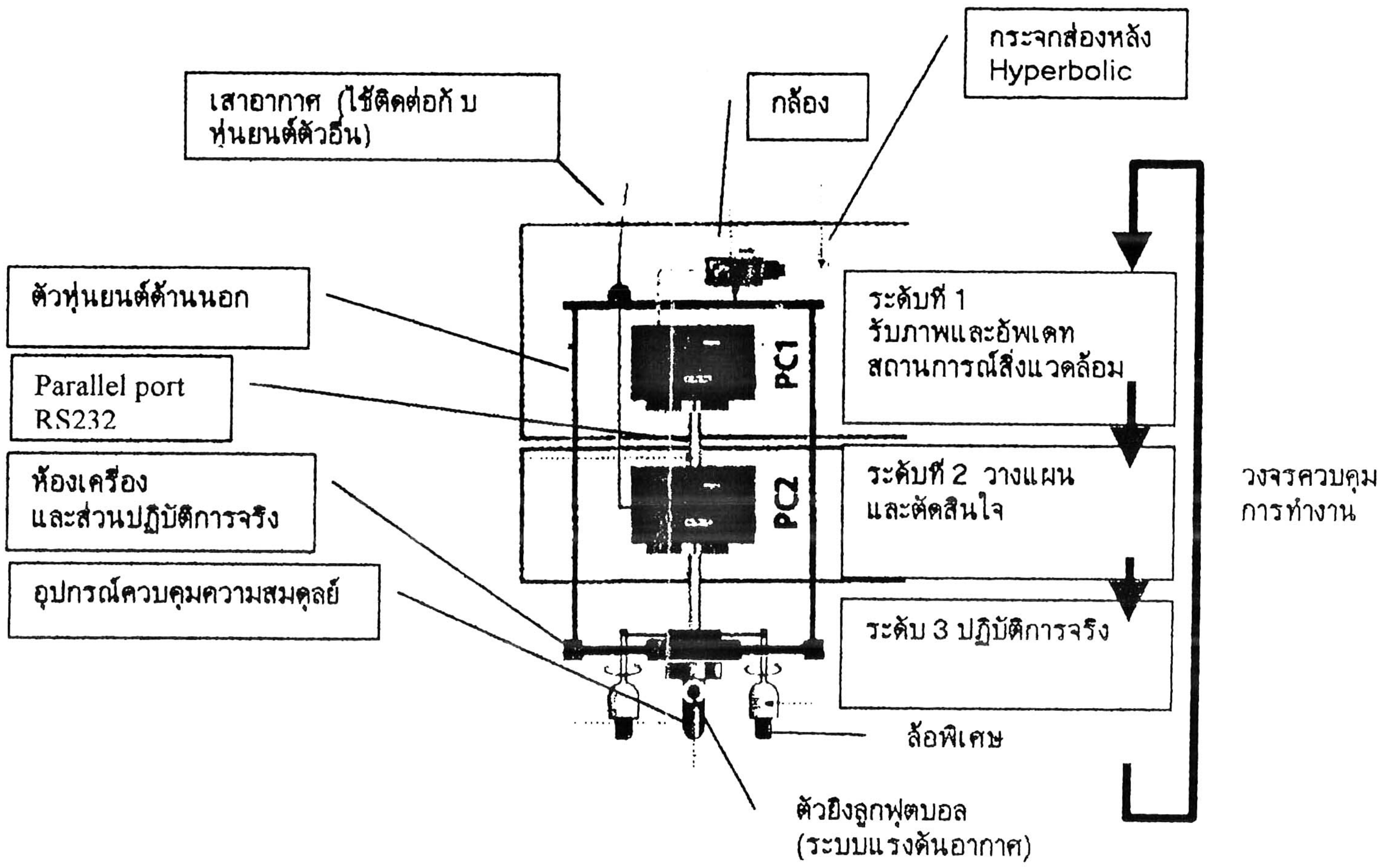
กองหลังและเทคโนโลยีอันซับซ้อน

หุ่นยนต์ผู้เล่นกองหลังจะมีความซับซ้อนกว่าหุ่นยนต์ตำแหน่งอื่นเป็นอันมาก และเป็นผู้เล่นชุดเดียวที่มีหน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญเทียบเท่ากับสมองของมนุษย์ หุ่นยนต์กองหลังมีหน่วยวิเคราะห์สถานการณ์ที่สามารถอัพเดทได้จากการใช้ข้อมูลของเพื่อนร่วมทีมเหมือนกองกลาง แต่สิ่งที่ต่างจากเพื่อนร่วมทีมคือประสิทธิภาพในการตัดสินใจในการทำงานต่างๆ เช่น การเคลื่อนไหวต่างๆ การขัดขวางศูนย์หน้าของฝ่ายตรงข้าม หรือทำงานตามคำสั่งผู้รักษาประตู "ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้หุ่นยนต์มีความสลับซับซ้อนในการทำงาน อีกทั้งมันยังสามารถจดจำรูปแบบการเล่นของฝ่ายตรงข้าม และเรียนรู้วิธีการเล่นจากการฝึกฝน" Jean-Daniel Zucker กล่าว ส่วนผู้รักษาประตูเป็นกองหลังพิเศษที่มีความว่องไวเหมือนกองหน้า เพราะว่าหุ่นยนต์ผู้รักษาประตูก็เหมือนกับผู้รักษาประตูที่ดีทั่วไปที่ต้องว่องไว ไม่ใช่เอาแต่เสียเวลาไปกับการคำนวณ

แปลจากนิตยสาร "L'Usine Nouvelle" ฉ.2647 ประจำวันที่ 25 มิ.ย.- 1 ก.ค.1998
เขียนโดย Francois SAVATIER
ที่มา : สำนักข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส

Ostober 5, 1998

การทำงานทั้งสามระดับของ Robotsoccer



นักวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จในการสร้างอวัยวะจากเซลล์ตัวอ่อนมนุษย์

เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2541 นักวิทยาศาสตร์สหรัฐฯ ได้ประกาศผลความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ในทางชีววิทยา โดยสามารถแยกเซลล์จากตัวอ่อนมนุษย์ (embryos) และเซลล์จากเด็กอ่อนในครรภ์ (fetus) แล้วนำมาเลี้ยงให้เติบโตกลายเป็นเซลล์ของอวัยวะต่างๆ ของมนุษย์ เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก และสมอง

การค้นพบนี้เป็นก้าวสำคัญทางวิทยาศาสตร์หลังจากที่รอกันมาเป็นเวลายาวนาน เพื่อค้นหาเซลล์ที่เรียกว่า human embryonic stem cells ซึ่งเป็นเซลล์เริ่มต้นของเซลล์ต่างๆ ของมนุษย์ สิ่งนี้จะเป็นประโยชน์ในการรักษาโรคและวิทยาศาสตร์การแพทย์อย่างมากในอนาคต นักวิทยาศาสตร์มีความหวังว่าจะสามารถเพาะเซลล์ขึ้นมาเพื่อทดแทนเซลล์ในคนไข้ เช่น ไขกระดูกในคนไข้มะเร็ง เซลล์ประสาทในคนไข้อัลไซเมอร์ และเซลล์ตับอ่อนในคนไข้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ stem cells เพื่อให้เติบโตกลายเป็นเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจมนุษย์หรือเซลล์หลอดเลือด เซลล์กระดูก เซลล์สมอง และเซลล์กล้ามเนื้อกระดูก เป็นต้น

อย่างไรก็ตามแม้จะประสบความสำเร็จในด้านวิชาการก็ตาม แต่ประเด็นเรื่องกฎหมายและด้านศีลธรรมยังคงเป็นประเด็นที่ยังมีการวิจารณ์โดยไม่มีข้อยุติ สาเหตุเนื่องจาก stem cells ทำให้นักวิทยาศาสตร์ด้าน embryologists สามารถใช้วิธีง่ายๆ เพื่อกำหนดหรือสร้าง หรือออกแบบเด็กที่มีลักษณะเฉพาะตามใจชอบ โดยไม่ต้องรอพระเจ้าหรือธรรมชาติกำหนด

การค้นพบดังกล่าวข้างต้นก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่จะเปิดการโต้เถียงเรื่องการโคลนมนุษย์ (human cloning) ขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายมากในการปลูกเนื้อเยื่อใหม่ที่สามารถนำมาทดแทนในคนได้ ได้แก่ การทำโคลนนิ่ง

ในวงการการเมือง การค้นพบดังกล่าวคาดว่าจะก่อให้เกิดการอภิปรายอย่างเผ็ดร้อนเกี่ยวกับการที่รัฐสภาห้ามการใช้จ่ายเงินของรัฐบาลในเรื่องการวิจัยตัวอ่อนมนุษย์ (human embryo research) เมื่อสี่ปีก่อนว่า มีการนำมาพิจารณาทบทวนใหม่อีกครั้งหรือไม่ หากแนวโน้มที่ใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคโดยใช้เซลล์ตัวอ่อนเริ่มมีความเป็นจริงเป็นจังขึ้นมา

การทบทวนเรื่องนี้จะดึงกลุ่มต่อต้านการทำแท้งและกลุ่มทางศาสนาบางกลุ่มเข้ามาชนกับกลุ่มวิจัยทางการแพทย์ ซึ่งสองสามปีที่ผ่านมาได้สร้างแรงนิยมในรัฐสภาและสาธารณะเป็นอย่างสูง

กลุ่มต่อต้านการทำแท้งพิจารณาเห็นว่าวิทยาศาสตร์ด้านการวิจัยตัวอ่อนเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่มีศีลธรรม เป็นการฆาตกรรมดีๆ นี่เอง เพราะชีวิตมนุษย์ถือว่าเกิดขึ้นแล้วแม้ในขั้นปฏิสนธิ (fertilization) ต้นๆ กลุ่มศาสนา เช่น Roman Catholics และ Southern Baptists ก็เห็นว่าไม่มีข้อแตกต่างเลยระหว่างการทำแท้งและการวิจัยตัวอ่อน ในขณะที่กลุ่มศาสนาอื่นๆ เช่น The United Methodists ให้ความสนใจในเรื่องการวิจัยตัวอ่อนมากกว่าการทำแท้ง เพราะค่อนข้างสนับสนุนสิทธิ์ในการทำแท้งของผู้หญิง แต่ไม่สนับสนุนความต้องการของอุตสาหกรรม เพื่อสรรหาตัวอ่อนเพื่อการวิจัย นอกจากนี้ยังคัดค้านการบุกรุกทางวิทยาศาสตร์ (science intrusion) ที่ทำให้พันธุกรรมของบุคคลใดบุคคลหนึ่งถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างสมบูรณ์ เช่น การนำ stem cells ไปสร้างเป็นเด็กที่มีคุณสมบัติเฉพาะ (tailored babies)

การค้นพบดังกล่าวดำเนินการเป็นเอกเทศจากกันโดยนักวิทยาศาสตร์ 3 กลุ่มจากมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน, Johns Hopkins University School of Medicine เมือง Baltimore และ University of California, San Francisco การสามารถแยกหา stem cells ได้จัดว่าเป็นเหมืองทองคำทางเทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology goldmine) ที่สำคัญ ทั้งนี้สิทธิทางการค้า (commercial rights) ของทั้ง 3 กลุ่มได้ให้ใบอนุญาต (license) ต่อ Geron Corp. ซึ่งเป็นบริษัทด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่ Menlo Park, California

นักวิทยาศาสตร์จากกลุ่มทดลองทั้งสามพยายามหลีกเลี่ยงปัญหากรณีการทำแท้งและข้อโต้แย้งอื่นๆ โดยการดำเนินการสองประการ ประการแรกได้แก่ การใช้ตัวอ่อนซึ่งเหลือใช้จากการปฏิสนธิเทียม (fertility treatment) แทนการใช้ตัวอ่อนจากการทำแท้ง ประการที่สองได้แก่ การเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานของ stem cells ให้แบ่งตัวเติบโตได้ดีจนไม่สามารถกลับไปสู่เซลล์ตัวอ่อนเหมือนเดิม

ดังนั้น ปัญหาสำคัญของการวิจัยในเรื่องตัวอ่อนมนุษย์ จึงมิใช่เป็นเรื่อง

เทคโนโลยีอีกต่อไป แต่เป็นเรื่องทางศาสนาและศีลธรรมว่าตัวอ่อนในระยะปฏิสนธิแรกๆ นั้น จะถือว่าเป็นมนุษย์หรือยัง เช่น ตามกฎหมายชาวยิวกล่าวว่าสิ่งต่างๆ ที่มีอายุน้อยกว่า 40 วัน ไม่ถือว่าเป็นตัวอ่อน คำถามดังกล่าวหรือเรียกว่า Nazi Question คงต้องการการพิจารณาอย่างรอบคอบจากหลายๆ ฝ่าย เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

(ที่มา : The Washington Post, November 6, 1998.)
สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี "รายงานข่าววิทยาศวสตร์และเทคโนโลยีจากวอชิงตัน" ฉบับที่ 48/2541

เนื้อ
สาเหตุของมะเร็ง

80% ของมะเร็งลำไส้และมะเร็งเต้านม สามารถจะป้องกันได้โดยการเปลี่ยนนิสัยการบริโภคของผู้ป่วยโรคดังกล่าว

จากการเปิดเผยของนักค้นคว้าจาก Dunn Clinical Nutrition Centre แห่งมหาวิทยาลัย Cambridge แจ้งว่า การงดบริโภคเนื้อสัตว์สามารถลดอัตราการเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งในปอด ต่อมน้ำกาม กระเพาะ หลอดอาหาร และตับอ่อนได้ โดยทั่วๆ ไป ผลไม้ ผัก และพืชเส้นใยมีผลในการป้องกันโรคมะเร็ง ในขณะที่เนื้อสัตว์ทั้งดิบและสุกเพิ่มอัตราการเสี่ยงในการก่อให้เกิดโรค นักค้นคว้ายังพบอีกว่า ไวตามินและอาหารเสริมไม่สามารถช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้ British Medical Journal กล่าวว่า ชาวอังกฤษเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งในหัวใจมากที่สุด ครึ่งหนึ่งของผู้เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็ง เกิดใน ปอด ลำไส้ เต้านม และต่อมน้ำกาม นักค้นคว้าสรุปว่า มะเร็งที่เกิดแก่ชาวตะวันตกโดยทั่วๆ ไป เกิดจากตัวประกอบของสิ่งแวดล้อมที่สามารถป้องกันได้ ซึ่งการงดบริโภคเนื้อสัตว์ถือเป็นตัวประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญตัวหนึ่ง ผู้บริโภคผักและผลไม้จะมีอัตราเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งน้อยกว่า ดังจะสามารถเปรียบเทียบได้จากประชากรในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งบริโภคผักและผลไม้ในชีวิตประจำวันมากกว่าชาวอังกฤษเป็นสัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่ง สตรีผู้บริโภคเนื้อและมีน้ำหนักตัวเกินกว่าปกติที่ควรจะเป็นจะมีโอกาสเป็นมะเร็งมากกว่าสตรีผู้มีน้ำหนักปรกติและบริโภคเนื้อเช่นกันถึงสองเท่า การเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นนี้เกี่ยวกันกับความเข้มข้นของเซรุ่มในฮอร์โมนแอสโตรเจนในเพศหญิง แอสโตรเจนนี้สงเคราะห์จากฮอร์โมน androstendione ใน fat tissue ดังนั้นผู้หญิงที่มีน้ำหนักน้อย ความเข้มข้นของเซรุ่มในแอสโตรเจนจะเบาบาง ทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งลงด้วย ทั้งเนื้อสัตว์และแอลกอฮอล์ จัดเป็นตัวก่อให้เกิดความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในมะเร็งเต้านมในสตรีผู้บริโภคผักและผลไม้น้อย เส้นใยในผักและผลไม้จะลดอัตราเสี่ยงในการเป็นมะเร็งในระบบลำไส้ เพราะมันมีส่วนในการกระตุ้นให้ระบบลำไส้ทำงาน เส้นใยจะหมักในลำไส้ใหญ่ และผลิต fatty acids ที่มีลูกโซ่สั้นๆ ที่มีความสามารถในการป้องกันมะเร็ง โดยจับเซลล์ที่เจริญเติบโตและกระตุ้นให้เซลล์เหล่านั้นทำลายตัวเอง

ผู้บริโภคเนื้อสัตว์ในปริมาณมากๆ จะมีโอกาสเป็นมะเร็งในระบบลำไส้ได้ง่าย เพราะจะมีสารเคมีเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อของเนื้อสัตว์ในช่วงเวลาที่มีการอบ การปิ้ง การย่าง และการทอด เมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไป ร่างกายจะสร้างเอนไซม์ปริมาณมากออกมาทำลายสารเคมีนั้น แต่เอนไซม์ดังกล่าวจะเป็นตัวการสำคัญ ที่ทำให้ร่างกายพัฒนามะเร็งขึ้น นอกจากนี้ปริมาณของกากเนื้อที่ถูกย่อยจะเข้าไปในลำไส้ใหญ่ในปริมาณมากกว่าปริมาณของกากเส้นใยของพืชและผักในน้ำหนักที่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้ปริมาณของสารประกอบที่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ผลิตขึ้นมาเพื่อทำลายกากเนื้อดังกล่าวถูกสร้างเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของสารประกอบที่ถูกสร้างเพิ่มมากขึ้นนี้ หากมีมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้

ที่มา : BBC NEWS, Friday, December 11, 1998
สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ บรัสเซลส์ เบลเยียม "รายงานข่าววิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และพลังงานของทวีปยุโรป" ประจำปักษ์หลังของเดือนธันวาคม 2541

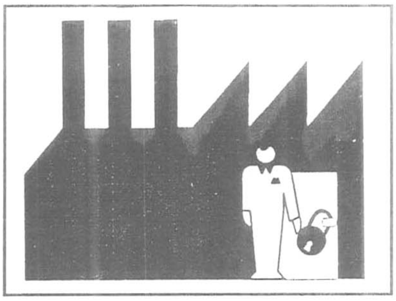
การกำจัดขยะจากครัวเรือนด้วยวิธี Thermolysis

ชุมชนสองแห่งในฝรั่งเศสได้เลือกวิธี Thermolysis ในการกำจัดขยะจากครัวเรือนเพราะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกำจัดขยะที่มีปริมาณไม่มากเมื่อเทียบกับการเผากำจัดแบบดั้งเดิม

ในที่สุดการกำจัดขยะด้วยวิธี Thermolysis ก็ผ่านการพิจารณา โดยจะมีการเปิดโรงกำจัดขยะที่ใช้กระบวนการเผาด้วยความร้อนและไม่มีเปลวเพลิงแห่งแรกนี้ในปี 2000 ที่เมือง Digny ทางตะวันตกเฉียงใต้ของกรุงปารีส

สหพันธ์เพื่อการกำจัดขยะจากครัวเรือนระหว่างชุมชน หรือ Sirtom ของ La Loupe-Courville ได้ตัดสินใจเลือกวิธีการ Thermolysis มาใช้ในการกำจัดขยะจากครัวเรือนจำนวน 14,000 ตันต่อปี "เราไม่พิจารณาสร้างโรงงานเผาขยะแบบดั้งเดิมเพราะมันคุ้มค่าสำหรับการกำจัดขยะที่มีปริมาณเป็นหลายแสนตันเท่านั้น แล้วโรงงานขนาดใหญ่ยังทำให้เกิดปัญหามลพิษ รวมทั้งการขนส่ง เพราะโรงงานจะต้องตั้งอยู่ไกลชุมชนอีกด้วย" Michel Guinaudie ผู้ให้คำปรึกษาด้านนิเวศวิทยาของ Sirtom กล่าว

กระบวนการเผาขยะด้วยวิธี Thermolysis ที่ได้รับเลือกมีชื่อว่า Softer พัฒนาโดยบริษัท Nexus Technologie และจำหน่ายโดย TTD (เมือง Saint-Clound เขต Hautes-de-Seine) ขั้นแรกขยะจะถูกย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบรรจุลงกระบะรถรางขนาด 15 ลูกบาศก์เมตร แล้วจึงค่อยๆ เคลื่อนเข้าไปในอุโมงค์ Thermolysis ทุกๆ 45 นาที จะมีกระบะเคลื่อนเข้าและออกอุโมงค์ทางละ 1 กระบะ โดยแต่ละกระบะจะอยู่ภายในอุโมงค์มากกว่า 7 ชั่วโมงก่อนถึงทางออก ขยะจะถูกสลายภายใต้บรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน ด้วยความร้อนจากก๊าซที่สูงถึง 650 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะคล้ายคลึงกับการกลั่นน้ำมัน ก๊าซ Thermolysis ที่เกิดขึ้น จะนำไปใช้สร้างความร้อนในเตาโดยตรงหรือนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ขยะเมื่อออกจากเตามาจะกลายสภาพเป็นผงของแข็งสีดำ คล้ายๆ กับถ่านที่ให้ความร้อนต่ำ ผงของแข็งสีดำนี้ สามารถเก็บรักษาพลังงานความร้อนและอาจเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานเผาซีเมนต์ เป็นต้น แต่สำหรับ Sirtom ของเหลือเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยครึ่งหนึ่งของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขายให้กับการไฟฟ้าฝรั่งเศส สร้างรายได้ถึง 1 ล้านฟรังก์ต่อปี



วิธีเผาขยะแบบ Thermolysis ก่อให้เกิดของแข็งที่เกิดจากการหลอมรวมตัวกันของโลหะน้อยกว่าการเผา inert residual ต่างๆ เช่น แก้ว โลหะ ฯลฯ สามารถแยกออกมาได้ภายหลังการเผา ซึ่งมีส่วนช่วยลดปริมาตรในการสต๊อก และช่วยลดค่าใช้จ่ายถึง 1,500 ฟรังก์ต่อตัน Marc Wuillemin แห่งบริษัท Thide Environnement ผู้พัฒนาวิธีกำจัดขยะ Thermolysis ชื่อ Eddith ซึ่งเป็นเตาเผาที่มีลักษณะเป็นท่อขนาดใหญ่และหมุนอยู่ตลอดเวลา กล่าวว่า เทคโนโลยีชนิดนี้เหมาะสมกับการใช้กำจัดขยะที่มีปริมาณไม่มากนัก (ประมาณ 30,000 ถึง 80,000 ตันต่อปี) ที่มาจากชุมชนย่อย

ปัจจุบันมีบริษัทอยู่ประมาณ 10 ราย ที่เสนอกระบวนการกำจัดขยะด้วยวิธี Thermolysis บางรายต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดให้ถึง 100,000 ตันต่อปี รวมทั้งเพิ่มขั้นตอน Oxidation เพื่อแปรสภาพของเหลือจากการเผา บริษัท Thide Environnement ประเมินว่าเตา Thermolysis สามารถทำงานได้แม้จะมีขยะเพียง 40% ของปริมาตรขั้นต่ำสุดของขยะที่กำหนดไว้ ในขณะที่เตาเผาขยะธรรมดาต้องมีอย่างน้อย 80% ซึ่งนับเป็นข้อดีสำหรับการนำไปใช้ในชุมชนขนาดเล็กที่มีปริมาณคนเพิ่มขึ้นมากมาย ระหว่างฤดูการท่องเที่ยว

เมื่อเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมา ชุมชน La Loupe-Courville ภายใต้การกำกับดูแลของสมาคมชุมชนเมือง Arras ได้เรียกประกวดราคาสร้างโรงกำจัดขยะแบบ Thermolysis ขนาด 50,000 ตัน พร้อมระบบการนำพลังงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์ "เราตัดสินใจไม่สร้างโรงเผาขยะขนาด 100,000 ตัน เพื่อใช้ร่วมกับชุมชนอื่น เพราะมาตรการการแยกขยะแตกต่างกัน" Alfred Blanchard ประธานฝ่ายบริการด้านเทคนิคแห่งสมาคมชุมชนเมือง Arras กล่าว "เราใช้เวลากว่า 15 ปี ในการดำเนินตามนโยบายแยกขยะจากครัวเรือนอย่างจริงจังเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะ วัสดุบรรจุภัณฑ์ กระดาษ กระดาษแข็ง และเศษขยะจำพวกพืช ส่วนประกอบโดยเฉลี่ยของขยะมีการเปลี่ยนแปลงและทำให้อุณหภูมิจากการเผาไหม้ในเตาสูงกว่าที่เคยคาดการณ์ไว้ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหายุ่งยากในการบำรุงรักษา แต่ในขณะเดียวกันเราก็พบว่าอัตราการเกิด Dioxin ได้ลดลง และทำให้ได้ข้อสรุปว่า อุณหภูมิที่สูงนั้น

มีประโยชน์สำคัญและเป็นการสมควรที่จะใช้เทคโนโลยีที่สามารถรองรับอุณหภูมิที่สูงๆ ได้

เมือง Digny ก็เช่นกันที่มอบหมายงานให้กับบริษัทอุตสาหกรรมผู้เชี่ยวชาญด้าน Thermolysis รายหนึ่งเข้ามาดูแล อย่างไรก็ตาม Philippe Bajeat แห่งแผนกขยะมูลฝอยเทศบาลสังกัด Ademe หรือหน่วยงานเพื่อการป้องกันสิ่งแวดล้อมและควบคุมพลังงานกล่าวว่าต้องมีการควบคุมดูแลการสร้างโรงงานกำจัดขยะด้วยเทคโนโลยีชนิดใหม่นี้ เพราะมีบางส่วนที่ชุมชนเหล่านี้ไม่ได้เป็นผู้รับผิดชอบความเสี่ยงด้านเงินทุนโดยตรง และยังเตือนว่า ตลาดดูเหมือนจะสร้างรายได้ให้มหาศาลแต่ก็สามารถนำไปสู่หายนะได้เช่นกัน

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะสูง

โรงงานกำจัดขยะที่ Digny จะรองรับขยะจากตัวเมืองเองจำนวน 16,000 ตันต่อปี และจะต้องรองรับขยะจากสหพันธ์ เพื่อการกำจัดขยะจากครัวเรือนระหว่างชุมชน หรือ Sirtom อีก 14,000 ตัน เพื่อให้ตรงกับขนาดของโรงงานที่ลงทุนสร้างไว้สำหรับกำจัดขยะจำนวน 30,000 ตันต่อปี ซึ่งขยะที่จะนำมาเสริมจะเป็นขยะทั่วไปจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษกระดาษ พลาสติก ยาง และอื่นๆ

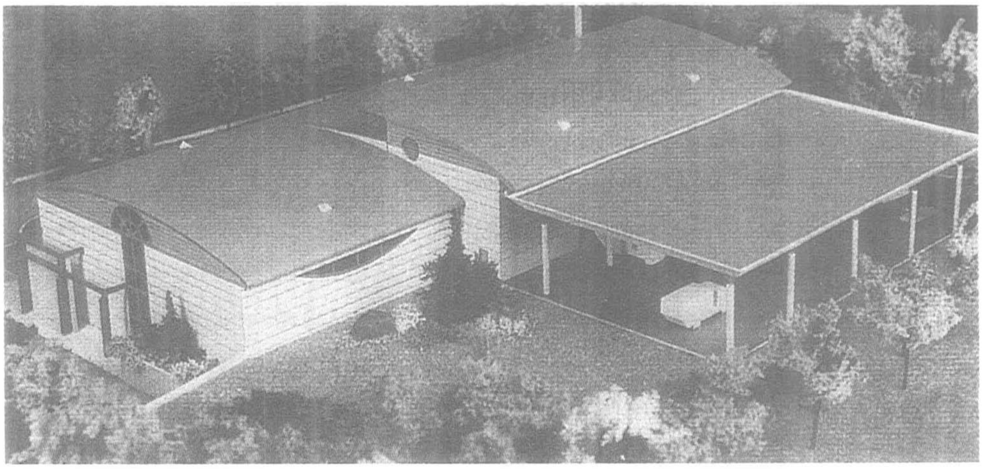
ในส่วนของค่าใช้จ่ายจะสูงกว่าโรงงานเผาขยะขนาดใหญ่ทั่วไป "ปัจจุบันนี้ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะจากครัวเรือนที่ผ่านการแยกมาแล้วของเราตกประมาณ 340 ฟรังก์ต่อตัน และเราหวังว่าค่าใช้จ่ายคงจะไม่สูงกว่ากว่า 500 ฟรังก์ต่อตัน สำหรับโรงกำจัดขยะแบบใหม่" Alfred Blanchard จากเมือง Arras กล่าว ทางฝ่ายเมือง Digny นั้นได้รับเงินอุดหนุนจาก Ademe คิดเป็น 20% ของค่าใช้จ่ายในการลงทุน และประมาณค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะไว้ที่ 470 ฟรังก์ต่อตัน Ademe จะให้เงินทุนอุดหนุนประมาณ 20-30% สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีใหม่ แต่ให้เพียง 5% เท่านั้นสำหรับการสร้างโรงงานกำจัดขยะแบบดั้งเดิม

เทคโนโลยีใหม่กำลังพัฒนาขึ้นอย่างช้าๆ

Philippe Bajeat แห่ง Ademe เห็นว่าการกำจัดขยะด้วยวิธี Thermolysis เป็นเทคโนโลยีที่มีอนาคต แต่คงยังไม่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในระยะเวลาอันใกล้นี้ กระบวนการกำจัดขยะแบบ Thermolysis ที่เสนอโดยบริษัทต่างๆ ประมาณ 10 แห่ง ยังอยู่ในขั้นทดลองหรือขั้นโครงการนำร่องกึ่งอุตสาหกรรม ไม่มีโรงงานขนาดใหญ่แม้แต่โรงงานเดียวที่ดำเนินการมานานพอที่จะให้ข้อมูลด้านประสิทธิภาพแท้จริงที่ลดลงเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากการทดลอง "โรงงานที่ตั้งใหม่จะช่วยให้เราได้ข้อมูลด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์อีกมากมาย" Philippe Bajeat กล่าวให้ความเห็น เงื่อนไขสำคัญข้อหนึ่งที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ คือ การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นไปได้ว่าการเผาขยะในทรายอุณหภูมิสูง ซึ่งแม้ว่าจะเป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีขั้นต่ำกว่าจะถูกพัฒนาจนสมบูรณ์ก่อนวิธี Thermolysis

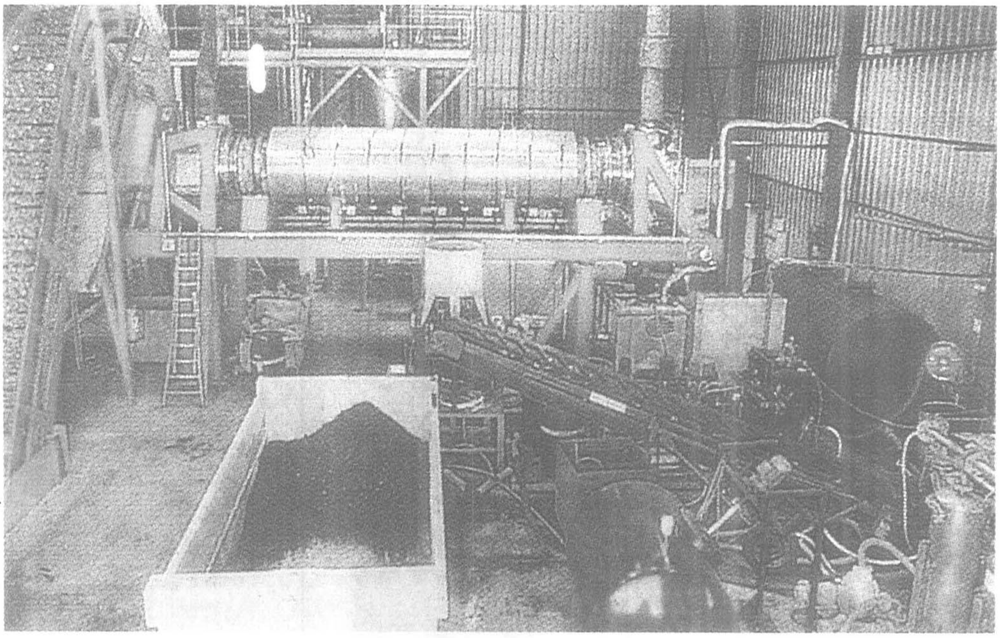
แปลจากนิตยสาร "L'Usine Nouvelle" ฉ.2663 ประจำวันที่ 12-18 พ.ย. 1998 เขียนโดย Francois LEGRAND

ที่มา : สำนักข่าวเทคโนโลยีฝรั่งเศส
December 21, 1998



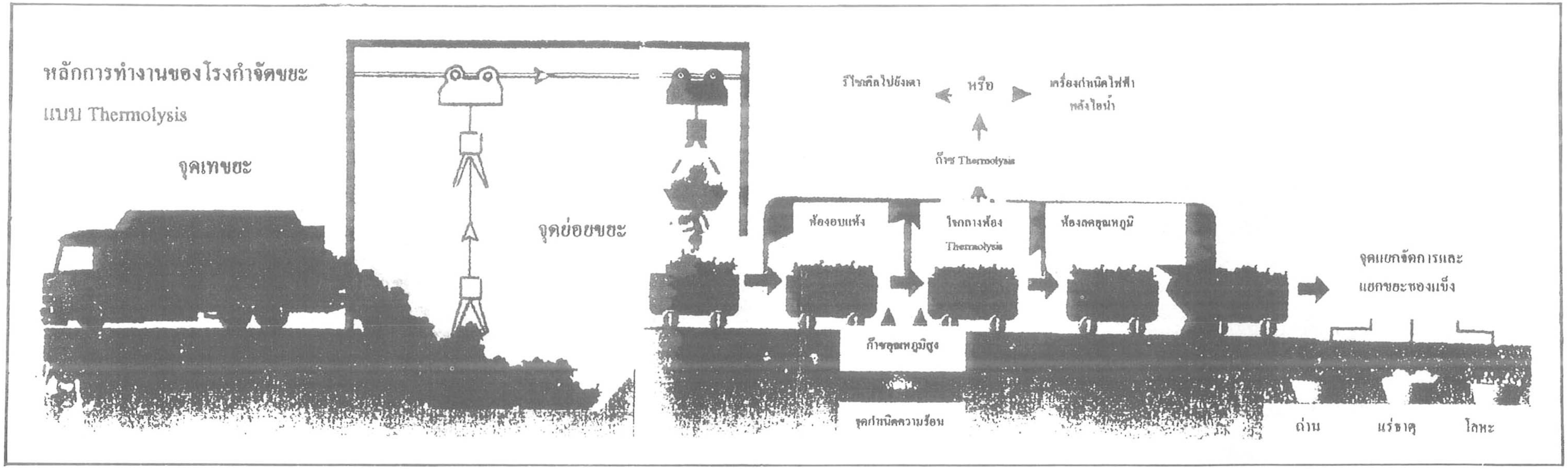
คำบรรยายประกอบภาพ

ภาพที่ 1 : แบบจำลองโรงงานกำจัดขยะจากครัวเรือนด้วยวิธี Thermolysis แห่งแรก ซึ่งจะเปิดทำการในปี 2000 ที่เมือง Digny ใกล้ๆ กับเมือง Chartres กระบวนการที่ใช้ชื่อ Softer พัฒนาโดยบริษัท Nexus Technologie โดยจะทำการกำจัดขยะ 14,000 ตันต่อปี

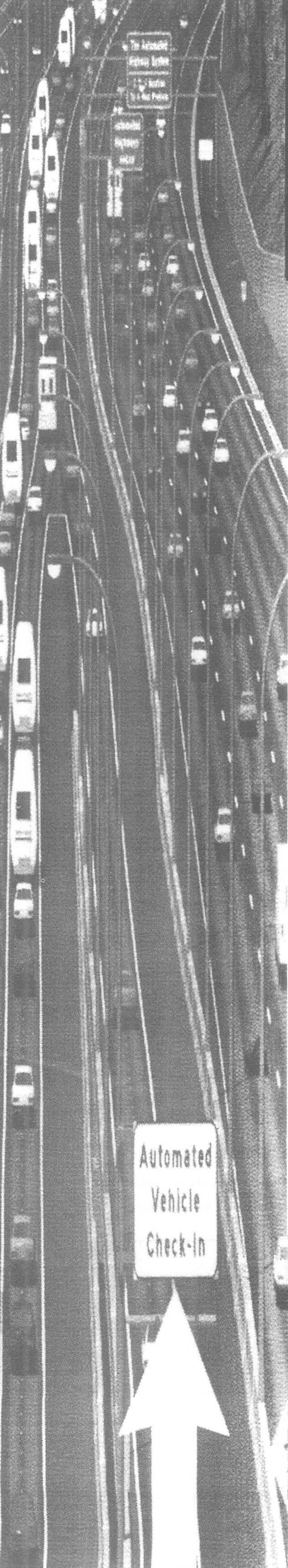


ภาพที่ 2 : ในจำนวนสิบกว่าบริษัทที่เสนอกระบวนการกำจัดขยะด้วยวิธี Thermolysis กระบวนการที่ชื่อ Eddith ก็เป็นอีกหนึ่งที่พัฒนาโดย Thide Environnement ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยเตาเผาที่มีลักษณะเป็นท่อกลมและหมุนอยู่ตลอดเวลา

ทางออกที่เหมาะสมสำหรับขยะปริมาณน้อย



ภาพที่ 3 : ขยะจะถูกตัดเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยก่อนใส่ลงในกระบะรถรางและลำเลียงผ่านไปยังห้องอบ ห้อง Thermolysis สุญญากาศ และสุดท้ายคือ ห้องลดอุณหภูมิ ขยะจะกลายเป็นกากแห้ง เมื่อออกมาจากเตา จากนั้นจึงทำการคัดแยกตามชนิดของกากว่าเป็นแร่ธาตุ โลหะ หรือถ่าน



ระบบควบคุมการจราจร

ดร.นระ คมนามูล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

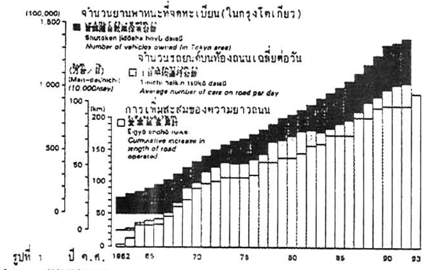
ระหว่างการดูงานด้านการจราจรในประเทศญี่ปุ่น วันหนึ่งขณะนั่งรถยนต์ออกไปนอกเมือง "ถนนคับคั่งมากจังเลยนะ" "ใช่ ถูกต้องทีเดียว วันนี้อากาศดีมาก มันเป็นวันเสาร์ จึงมีรถมาก ต่างก็มุ่งหน้าออกนอกเมือง"

คณะของเรากำลังเดินทางออกจากกรุงโตเกียวไปยังฮาโกเนพร้อมคุณโยชิดะ ชาวญี่ปุ่นที่ดูแลพวกเรา คุณโยชิดะกำลังพาคณะของเราเดินทางโดยรถยนต์เพื่อจะไปชมภูเขาฟูจิ เรามาอยู่ที่ประเทศญี่ปุ่นกัน 3 เดือนแล้ว นี่เป็นครั้งแรกที่คณะของเราได้มีโอกาสนั่งรถยนต์ออกมาไกลๆ นอกกรุงโตเกียว ทุกคนรู้สึกตื่นตาตื่นใจกับถนนหนทางและทิวทัศน์ที่สวยงามของประเทศญี่ปุ่นตลอดทางจนกระทั่งมาถึงทางด่วนแห่งหนึ่ง

"คุณโยชิดะ นั่นเครื่องหมายอะไรนะ ที่ปรากฏบนจอว่า 1,620 กิโลเฮิรตซ์"

"อ้อ นั่นเป็นระบบการกระจายข่าวข้างทาง ถ้าเราเปิดวิทยุ ณ คลื่นความถี่นั้น ผู้คนที่กำลังขับรถในบริเวณนี้จะสามารถรับฟังข่าวสารการจราจรล่าสุดได้"

คุณโยชิดะ ได้เปิดวิทยุในรถยนต์ให้พวกเราฟัง ขณะนั้นก็มีเสียงบอกเราว่า "ระยะเวลาเดินทางจากทางแยกต่างระดับเอ ถึงทางแยกต่างระดับบี ประมาณ 15 นาที : ถึงทางแยกต่างระดับซี......."

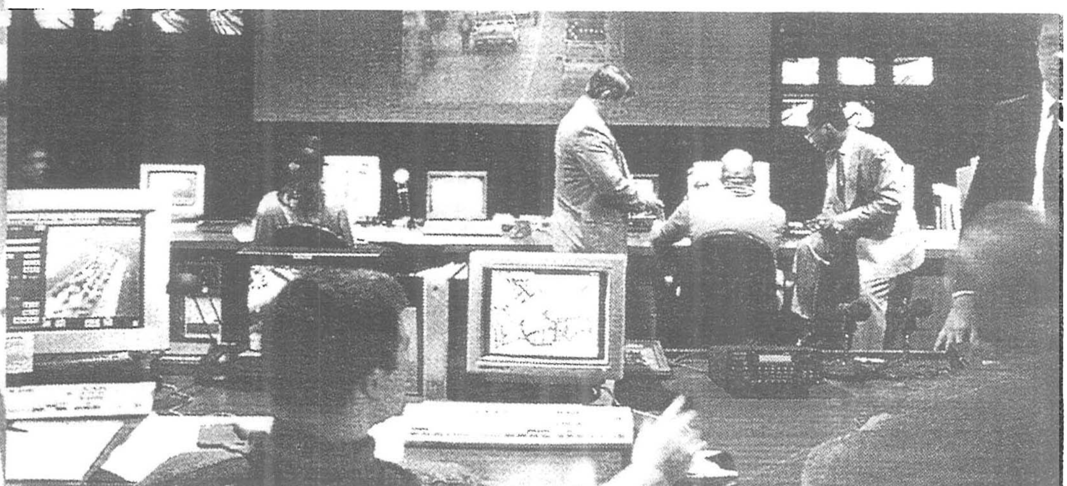


Zu-1 Shuto Kōsoku Dōro Eigyō Enchō, Tsūkō Daisū, Shutoken Jidōsha Hoyū Daisū
Figure 1 Increase in Length of Roads Operated in Tokyo Metropolitan Area/Number of Vehicles Using Roads/Number of Vehicles Owned (in Tokyo Area)

"เห็นหรือยังครับ ถึงแม้ถนนจะคับคั่งปานใด ท่านสามารถคาดคะเนโดยประมาณว่า การเดินทางของท่านจะกินเวลานานเท่าใด มันสะดวกมากครับ เนื่องจากมันสามารถให้ข่าวสารอุบัติเหตุบนเส้นทาง และอุปกรณ์นี้ก็รวดเร็วกว่าวิทยุธรรมดา"

"วาว! แต่เขารู้ได้อย่างไรว่าการเดินทางจะใช้เวลาเท่าไร"

"ก็เช็คจากอุปกรณ์ตรวจจับซึ่งเป็นตัววัดความเร็วที่รถต่างๆ กำลังวิ่งและคอมพิวเตอร์ก็คำนวณเวลาบนทางด่วนแถบนี้ทั้งหมด ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับไว้ ทุกๆ 300 เมตร

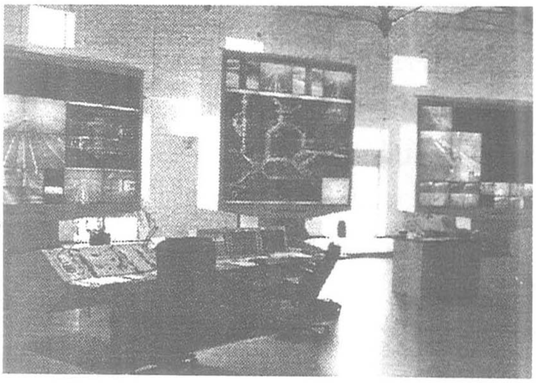


และข่าวสารก็จะถูกปรับปรุงให้ทันการทุกๆ 5 นาทีดังนั้นตัวเลขจะสอดคล้องกับสถานการณ์ภาคพื้นดินเสมอ" (ดูแผนภูมิข้างล่าง)

"วิเศษจริง คุณรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้มากทีเดียวนะ คุณโยชิดะ"

"ถูกต้องครับ ความจริงผมเพิ่งไปเยี่ยมชมศูนย์ควบคุมการจราจรบนทางด่วนของมหานครโตเกียว เมื่อสัปดาห์ที่แล้วนี้เอง"

ตามที่คุณโยชิดะได้เล่าให้ฟังเฉพาะพื้นที่มหานครโตเกียวอย่างเดียวมีหน่วยงานควบคุมการจราจรทางบกมากมาย และหน่วยงานต่างๆ



จะแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน ดังนั้นพื้นที่แต่ละหน่วยจึงสามารถเข้าถึงข่าวสารการจราจรที่รวบรวมได้อย่างทันทีทันใดระบบข่าวสารใหม่ๆ มีพัฒนาออกมาอยู่เรื่อยๆ ซึ่งคุณโยชิดะได้เล่าให้พวกเราฟังหลายสิ่งหลายอย่างเกี่ยวกับเรื่องนี้ คือ

1. ความต้องการข่าวสารการจราจรที่เพิ่มมากขึ้น

ถนนภายในและรอบๆ กรุงโตเกียวมักจะคับคั่งอยู่เสมอ และได้กลายเป็นปัญหาใหญ่ทางสังคมของทุกวันนี้จำนวนรถบนท้องถนนเพิ่มขึ้นทุกปี และการสร้างถนนใหม่ๆ ก็ตามไม่ทันความต้องการ (ดังแสดงในรูปที่ 1)

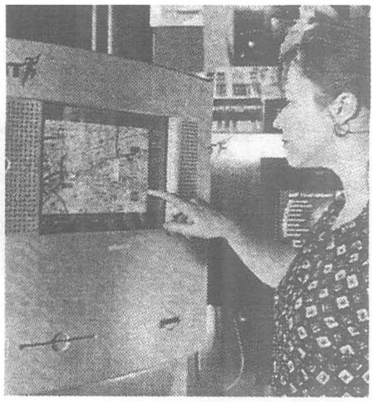
เมื่อถนนสายต่างๆ คับคั่งมากอุบัติเหตุก็มักจะเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ปริมาณไอเสียจากรถยนต์ก็เพิ่มขึ้นและทำลายสภาพแวดล้อมอย่างมาก ขณะเดียวกันถ้าไม่สามารถขนส่งผู้คนและสินค้าไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างสะดวกและปลอดภัยแล้ว กิจกรรมทางการค้าและอุตสาหกรรมก็จะเกิดความล่าช้า และผิดเวลานัดหมายไปหมด มีผลเสียหายอย่างรุนแรงแก่ระบบเศรษฐกิจของประเทศ

ร้อยละ 70 ของการจราจรติดขัดที่เกิดขึ้นบนทางด่วนในกรุงโตเกียวมีสาเหตุมาจากการกระจุกตัวโดยธรรมชาติของยวดยานต่างๆ ณ ที่หนึ่งๆและเวลาหนึ่งๆ การที่จะลดความสูญเสียเวลาบนท้องถนนแม้แต่เพียงเล็กน้อย ก็จะช่วยได้มาก ดังนั้นการป้อนข่าวสารที่เหมาะสมให้ผู้ใช้รถใช้ถนนทั้งหลายทราบ จะช่วยในการตัดสินใจเลือกถนนเดินทางที่สะดวกและใช้เวลาน้อยที่สุด นี่คือเหตุผลที่ต้องมีความพยายามในการปรับปรุงระบบควบคุมการจราจร โดยการเฝ้าตรวจวัดความเร็วของกระแสจราจร ณ ที่ต่างๆ

2. โครงข่ายระบบควบคุมการจราจร

ระบบควบคุมการจราจร **มีหน้าที่หลัก 3 ประการคือ รวบรวมข้อมูล ประมวลผล และกระจายข่าวสาร** เช่นตัวอย่าง ลองดูว่าอะไรจะเกิดขึ้นที่ศูนย์ควบคุมเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบนทางด่วน

(1) รายงานอุบัติเหตุจากรถ

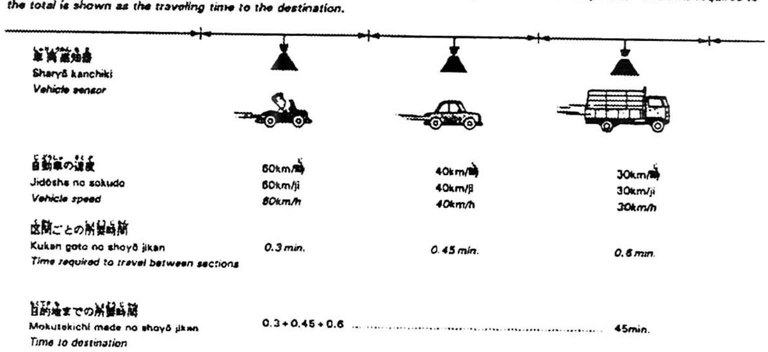


ตำรวจลาดตระเวน หรือจากโทรศัพท์ฉุกเฉินข้างทาง จะสามารถดูเหตุการณ์ได้โดยตรงบนจอโทรทัศน์ที่ศูนย์ควบคุมผ่านการใช้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดตั้งอยู่ตามข้างถนน

(2) ผู้ควบคุมศูนย์ฯ จะยืนยันรายละเอียดเกี่ยวกับอุบัติเหตุและบันทึกข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์

(3) ต่อจากนั้น ตำแหน่งที่เกิดอุบัติเหตุและข่าวสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจะสื่อสารมายังคนขับรถโดยวิธีการแสดงข่าวสารบนจอข้างทาง นอกจากนี้ศูนย์ควบคุมยังมีอุปกรณ์ออกอากาศทางวิทยุ สามารถจะส่งข่าวสารที่ถูกต้องได้อย่างทันทีทันใด เมื่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป ด้วยวิธีนี้ผู้ใช้รถใช้ถนนจะรับข่าวสารได้ตลอดเวลาเกี่ยวกับเรื่องรถติดเนื่องจากเกิดอุบัติเหตุ

ข่าวสารนี้ไม่ใช่จะมีเฉพาะ



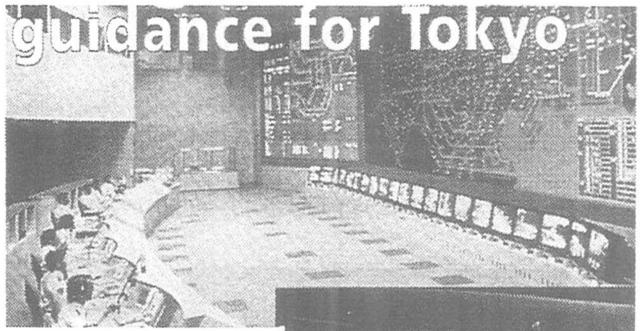
แผนภูมิแสดงวิธีการตรวจวัดความเร็วของกระแสการจราจร

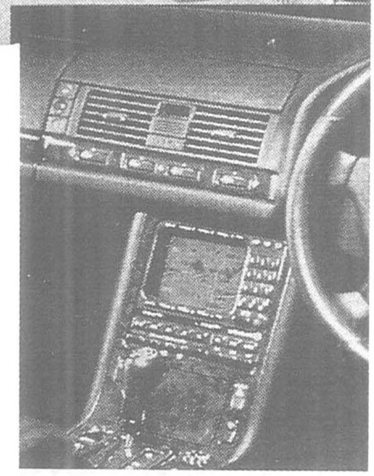
บนทางด่วนเท่านั้น หากแต่จะแจ้งให้ผู้ขับขี่รถยนต์ที่กำลังเดินทางบนถนนข้างล่างที่อยู่ใกล้เคียงด้วย ทางด่วนและถนนธรรมดาทั้งหลายล้วนแต่มีศูนย์ควบคุมของตัวเองที่รับผิดชอบเขตต่างๆแต่ข่าวสารทั้งหมดจะถูกส่งไปรวมกันที่คอมพิวเตอร์กลาง ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนกับระบบควบคุมอื่นได้ทุกเวลา

ทุกพื้นที่บริการ (service-area)จะมีศูนย์ข่าวสารตั้งอยู่ ทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์สามารถเรียกข่าวสารที่ต้องการทราบได้โดยตรง เมื่อเลือกพื้นที่ที่ต้องการแล้ว คอมพิวเตอร์จะแสดงพื้นที่ที่การจราจรคับคั่งและบริเวณรถติดด้วยสีต่างๆ บนหน้าจอ ซึ่งจะช่วยให้ทราบระยะเวลาการเดินทาง ณ แต่ละช่วงของถนนเพื่อการเปรียบเทียบ ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าจะเลือกเดินทางบนเส้นทางสายใดจึงจะเร็วที่สุดระบบดังกล่าวหลายระบบสามารถให้ข่าวสารเป็นภาษาอังกฤษ และจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้คนต่างชาติเข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วย

3. ข่าวสารการจราจรในอนาคต

การให้ข่าวสารอาจจะทำได้ด้วยวิธีอื่นๆ อีกหลายวิธี เช่น แผ่นป้ายข่าวสารข้างถนนหรือโดยทางโทรศัพท์อย่างไรก็ตาม แต่ละแบบก็มีจุดอ่อนบางประการและต้องมีการปรับปรุงขึ้นเรื่อยๆ ตัวอย่าง เช่น ขนาดของแผ่นป้ายข่าวสารอาจจะมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถแสดงเนื้อหาข่าวสารได้ทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ส่วนการใช้โทรศัพท์สอบถามข่าวจราจรก่อนออกเดินทางก็อาจจะพบว่าสถานการณ์ ณ จุดหนึ่งๆ อาจเปลี่ยนแปลงได้ระหว่างการเดินทาง

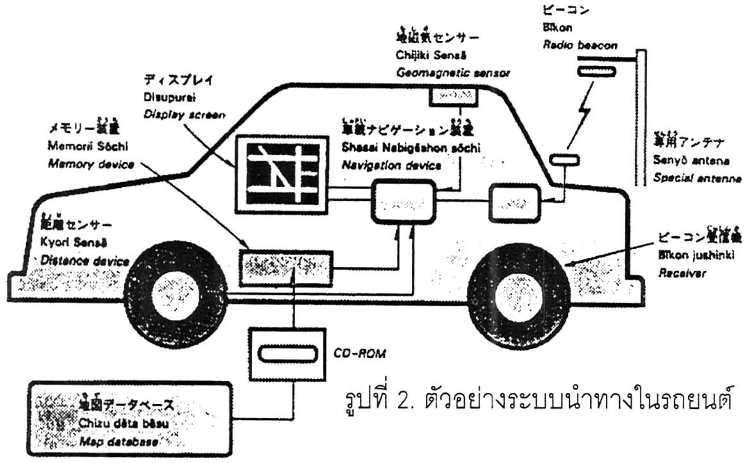




ด้วยเหตุนี้ ระบบสื่อสารส่งข่าวสารการจราจรบนท้องถนนแบบใหม่ๆนี้กำลังทดลองอยู่ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับทุกวันนี้ เช่น ระบบนำทางในรถยนต์ (in-car navigation system) ที่เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่รับข่าวสารการจราจร ระบบนำทางในรถยนต์จะแสดงแผนที่บนจอคอมพิวเตอร์ในรถยนต์ด้วยข้อมูลในซีดี-รอม และแสดงตำแหน่งของรถยนต์ขณะนั้นบนแผนที่โดยอาศัยการถ่ายทอดข้อมูลผ่านดาวเทียมหรือวิธีอื่นๆ (ดังรูปที่ 2)

นอกจากนี้ระบบนี้ยังออกแบบให้แสดงข่าวอุบัติเหตุและบริเวณรถติดขัดอีกด้วย รถยนต์ทุกคันจะรับข่าวสารที่ส่งมาโดยระบบควบคุมการจราจรและแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ ระบบนี้สามารถประกาศข่าวเป็นคำพูดได้ด้วย เพื่อที่ผู้ขับขี่รถยนต์จะได้ไม่ใจลอยออกจากถนนมากนัก วิธีดังกล่าวได้เริ่มทดลองใช้มาตั้งแต่ปี 2538 (1995)

การพัฒนาระบบข่าวสารการจราจร ได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วสอดคล้องกับความต้องการของ “สังคมข่าวสาร” ความคับคั่งของการจราจรบนทางด่วนในกรุงโตเกียว พอจะกล่าวได้ว่าได้ลดลงในระดับหนึ่ง เนื่องจากผู้ขับขี่รถยนต์สามารถทราบระยะเวลาเดินทางของเขาที่ไปยังจุดหนึ่งๆ ได้ตลอดเวลา เราก็หวังว่าการนำเอาระบบใหม่ๆ นี้มาใช้ จะทำให้ข่าวสารการจราจรใช้ง่ายขึ้นและยวดยานก็จะลื่นไหลดีขึ้นอีกด้วย

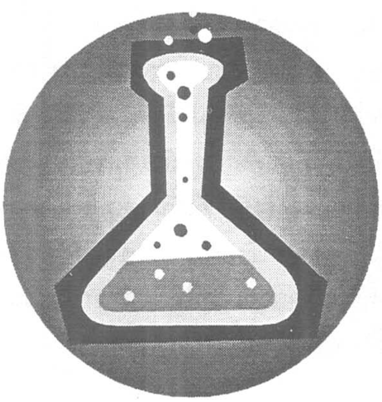


รูปที่ 2. ตัวอย่างระบบนำทางในรถยนต์

図2　カーナビゲーションのしくみの例 (朝日新聞1988年2月5日)
Zu–2　Kā Nabigēshon no Shikumi no Rei (Asahi Shinbun 2–gatsu Itsuka)
Figure 2　Example of In–car Navigation System (Asahi Shimbun 5 Feb., 1988)

อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/ของเหลวที่มีต่อกระบวนการกลับเฟสของของเหลวผสมแบบกระจายตัว

ดร.อภิชัย เทอดเทียนวงษ์, ดร.สุภาภรณ์ เทอดเทียนวงษ์
บริษัทไทยออยล์ จำกัด 42/1 ถ.สุขุมวิท กท. 124 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230



บทคัดย่อ

การทดสอบปรากฏการณ์การกลับเฟสของของเหลวผสมแบบกระจายตัวโดยใช้ระบบเฮกเซน/น้ำเป็นตัวอย่างในการทดสอบนั้นสามารถกระทำได้โดยการวัดค่าเวลาของการรวมตัวและค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าของของผสมแบบกระจายตัว โดยในการศึกษานี้จะเน้นศึกษาอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส จากผลการทดสอบพบว่าทั้งค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซน ตำแหน่งของใบกวน อุณหภูมิ และชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนล้วนมีผลต่อค่าความเร็วแห่งการกลับเฟส เมื่อค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าลดลง ความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าสูงขึ้น แนวโน้มเดียวกันนี้จะพบในกรณีที่อุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น สำหรับอิทธิพลของตำแหน่งของใบกวนพบว่าเมื่อใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฮกเซน/น้ำ โอกาสการเกิดเป็นของเหลวผสมแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำ (O/W dispersion) และแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซน (W/O dispersion) จะมีความเป็นไปได้พอๆ กันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าความเร็วรอบของใบกวนมีค่าเท่าใด ที่ความเร็วรอบต่ำของเหลวผสมจะเกิดเป็นแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำ และเมื่อความเร็วรอบมีค่าสูงขึ้นของเหลวผสมจะเกิดเป็นแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซนแทน

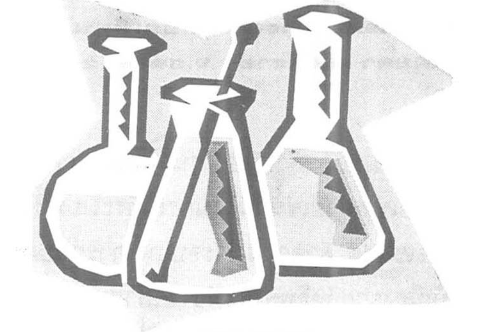
ชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนมีผลต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสด้วยเช่นกัน ในกรณีที่ระบบมีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่ ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าลดลงทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของฟองอากาศที่เกิดขึ้น โดยอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนจะมีผลต่อของเหลวผสมที่มีค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนต่ำ หรือที่ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสสูง ในทางตรงกันข้ามชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนจะมีผลน้อยสำหรับของเหลวผสมที่มีค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนสูง

ABSTRACT

Phase inversion phenomena of liquid-liquid dispersion was studied on hexane/water system. In particular, the effect of air/liquid interface on the phase inversion stirring speed was investigated by measuring the coalescing time and electrical conductivity. The results show the influences of volume fraction of hexane, impeller position, temperature, and air/hexane interface on phase inversion stirring speed. When volume fraction of hexane decreases, the phase inversion stirring speed also increases. This trend was also observed with the increase of temperature. For the effect of impeller position, it was found that the possibility of getting O/W dispersion and W/O dispersion are equivalent depending on the rotating speed. The hexane dispersed in water (O/W dispersion) was obtained at low stirring speed whereas at high rotating speed water is dispersed in hexane (W/O dispersion).

At low volume fraction of hexane or high stirring speed, the phase inversion stirring speed is strongly affected by air/

hexane interface. The phase inversion is occurred at lower impeller speed if the air/hexane interface presents in the system. This is caused by air bubble which enhances the mixing and subsequently coalescing of hexane droplet in the vessel. However the air/hexane interface weakly influences the phase inversion stirring speed at high volume fraction of hexane or in low stirring speed range.



บทนำ

ของเหลวผสมแบบกระจายตัวนั้นพบกันมากในอุปกรณ์การทำงานที่มีการสัมผัสกันระหว่างของเหลวกับของเหลว อาทิเช่น ในกระบวนการสกัดสาร เครื่องปฏิกรณ์เคมีแบบหลายเฟส การแยกโดยใช้เมมเบรนของเหลว (liquid membrane separation) เป็นต้น ซึ่งอัตราการผลิต ขนาดของอุปกรณ์ และกำลังงานที่ต้องการของกระบวนการเหล่านี้ มักมีค่าขึ้นกับว่าเฟสของเหลวชนิดใดเป็นเฟสต่อเนื่อง และเฟสใดเป็นเฟสกระจาย .

ของเหลวผสมแบบกระจายตัวส่วนใหญ่ประกอบด้วยของเหลวชนิดหนึ่งที่มีขั้ว (polar liquid) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำกับของเหลวอีกชนิดหนึ่งที่ไม่มีขั้ว (nonpolar liquid) ซึ่งมักเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การที่จะระบุว่าของเหลวชนิดใดจะเป็นเฟสต่อเนื่อง และของเหลวใดจะเป็นเฟสกระจายได้นั้น มักพบว่ามีตัวแปรหลายตัวเข้ามาเกี่ยวข้องได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพของของเหลวทั้งสอง (ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืด และค่าความตึงผิว (surface tension)) ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรระหว่างของเหลว ตำแหน่งและประเภทของใบกวน ค่าความเร็วรอบของใบกวน ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำใบกวน อุณหภูมิ และสิ่งเจือปน ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเหล่านี้ได้รับการศึกษาจากผู้ทำวิจัยหลายๆ ท่าน (Quinn และ Sigloh 1963; Selker และ Sleicher 1965; Falco และ Walker 1974; Coulaloglou และ Tavlaride 1976; Clark และ Sawistowski 1978; McClarey และ Mansoori 1978; Arashmid และ Jeffreys 1980; Kato และ Kawasaki 1991)

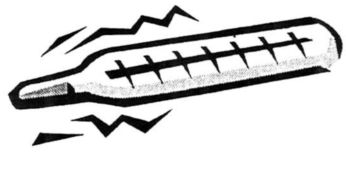
ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรข้างต้น เฟสต่อเนื่องอาจถูกเปลี่ยนเป็นเฟสกระจาย และเฟสกระจายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเฟสต่อเนื่องแทน และเรียกปรากฏการณ์นี้ว่ากระบวนการกลับเฟส (phase inversion)

จากการศึกษากระบวนการกลับเฟส ได้มีผู้วิจัยทำการศึกษาหาช่วงก้ำกึ่ง (ambivalence range) โดยใช้ภาชนะทั้งแบบไม่มีชั้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับของเหลว (air/liquid interface) และแบบที่มีชั้นผิวสัมผัส ในกรณีที่มีชั้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับของเหลวอยู่ ได้มีผู้สังเกตว่าอากาศจะถูกพัดพาเข้าไปในของเหลว และฟองอากาศที่เกิดขึ้นในของเหลวจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการกลับเฟส (Gilchrist *et al.*, 1989) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการทำวิจัยเพื่อหาอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสที่มีผลต่อการกลับเฟสของของเหลวผสมแบบกระจายตัวกันอย่างจริงจัง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาเพื่อหาอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/ของเหลว กับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่มีผลต่อกระบวนการกลับเฟส ซึ่งมีผู้สนใจศึกษาในส่วนนี้น้อยมาก

การทดลอง

ภาชนะกวนดังแสดงในรูปที่ 1 ได้ถูกนำมาใช้ทดสอบอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/ของเหลวที่มีต่อปรากฏการณ์การกลับเฟสของของเหลวผสมแบบกระจายตัว ปริมาตรของถังกวนมีค่าประมาณ 2,750 มล. ภาชนะกวนทำมาจากแก้ว ในขณะที่ใบพัดและฝาครอบทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม ที่ผนังของภาชนะมีการติดตั้งแผ่นกั้นที่ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิมจำนวน 4 แผ่น ค่าความเร็วรอบการกวนถูกวัดโดยเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (stroboscope) ใบกวนที่ใช้เป็นแบบใบพัดหมุนแบน 6 ใบ (six-flat blade turbine)

ตารางที่ 1 และ 2 ได้แสดงสภาวะการทดลองและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ตามลำดับ ในการทดสอบทั้งหมดนี้ไม่มีการเติมสารไวต่อพื้นผิว (surface active agent) และถังกวนจะถูกติดตั้งภายในอ่างที่ควบคุมอุณหภูมิคงที่ที่ 10°ซ.

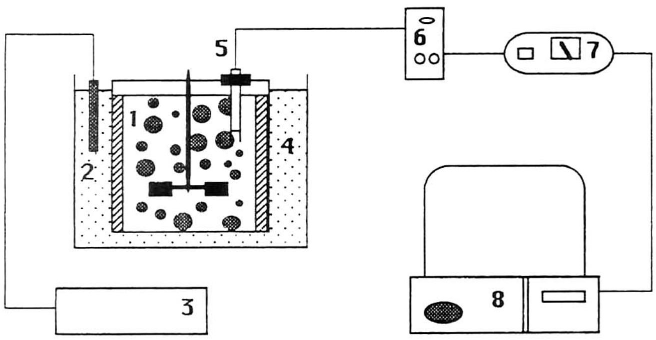


ตารางที่ 1. สภาวะการทดลองของปรากฏการณ์การกลับเฟส

คุณสมบัติ	สภาวะการทดสอบ
ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฟสกระจาย (ϕ_D)	0.52-0.67
ค่าความเร็วรอบของใบกวน [s^{-1}]	5-23
ค่าความสูงของใบกวนจากระดับของชั้นผิวสัมผัสระหว่างของเหลว-ของเหลว [cm]	(-3.1) - 4.2
อุณหภูมิของของเหลว [K]	283
ประเภทของของเหลวผสม	นอร์มอลเฮกเซน/น้ำ

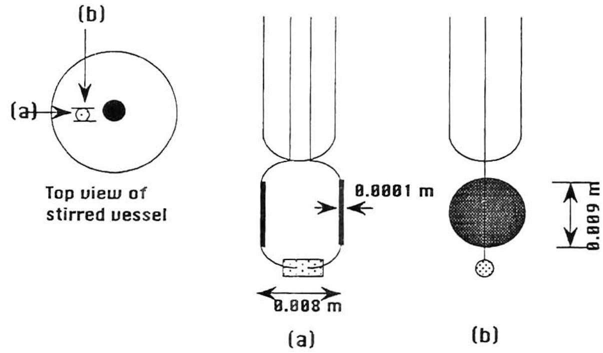
ตารางที่ 2. คุณสมบัติทางกายภาพของของผสม

ประเภทของของเหลว	ค่าความหนาแน่น (kg/m^3)	ค่าความหนืด Pa.S	ความตึงผิวเมื่อเทียบกับน้ำ (N/m)
น้ำ	999.7 (ที่ 283 K) 997.0 (ที่ 298 K)	1.26×10^{-3} (ที่ 283 K) 1×10^{-3} (ที่ 298 K)	-
นอร์มอล-เฮกเซน	659.0 (ที่ 298 K)	0.36×10^{-3} (ที่ 283 K) 0.304×10^{-3} (ที่ 298 K)	0.0513 (ที่ 298 K)



1:Stirred vessel, 2:Heater, 3:Thermostat, 4:Temperature control bath, 5:Conductivity probe, 6:Conductivity meter, 7:Amplifier, 8:Computer with digitising system

รูปที่ 1. แผนภาพแสดงรายละเอียดของถังกวนและชุดอุปกรณ์ทดสอบปรากฏการณ์การกลับเฟส



รูปที่ 2. แผนภาพและรูปลักษณะของชุดวัดค่าการนำไฟฟ้า

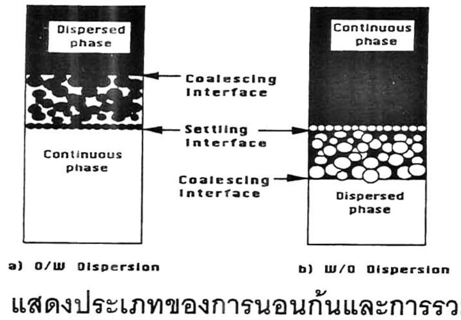
การศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสสามารถทำได้ 2 วิธีใหญ่ๆ คือ โดยการดูจากการเปรียบเทียบเวลาของการรวมตัว (coalescing time) และโดยใช้วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)

วิธีที่ 1 การศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสจากเวลาของการรวมตัว (coalescing time)

เวลาที่นิยมใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสมีอยู่ 2 นิยาม ได้แก่ เวลาของการรวมตัว (coalescing time) และเวลาของการนอนก้น (settling time) โดยมีนิยามที่แตก-ต่างกันดังนี้

-เวลาของการนอนก้น (t_s) ถูกนิยามว่าเป็นช่วงเวลาที่ชั้นผิวของการนอนก้น (settling interface) เริ่มสงบนิ่งภายหลังการหยุดกวน (ดูรูปที่ 3 ประกอบ)

-เวลาของการรวมตัว (t_C) ถูกนิยามว่าเป็นเวลาที่ต้องการสำหรับของเหลวผสมแบบกระจายตัวที่ปล่อยให้เกิดการแยกเฟสจนกระทั่งเริ่มปรากฏชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฟส (interface) ได้ชัดเจนภายหลังจากการหยุดกวน



รูปที่ 3. แสดงประเภทของการนอนก้นและการรวมตัวสำหรับระบบที่ประกอบด้วยนอร์มอลเฮกเซนและน้ำ

รูปที่ 3a แสดงปรากฏการณ์การตกนอนก้นและการรวมตัวในของเหลวผสมแบบกระจายตัวระหว่างเฮกเซน-น้ำ (O/W) เมื่อใบกวนถูกทำให้หยุด หยดน้ำมันจะลอยตัวขึ้นเกิดเป็นชั้นผิวสัมผัสของการนอนก้นขึ้น และชั้นผิวสัมผัสของการนอนก้นนี้จะเคลื่อนที่ขึ้น แต่อย่างไรก็ตามชั้นผิวสัมผัสของการนอนก้นนี้จะไปหยุดนิ่งอยู่ที่ระดับความสูงที่ซึ่งเป็นระดับเดียวกันกับชั้นผิวสัมผัสระหว่างน้ำมันและน้ำในตอนเริ่มต้น (ตรงจุดนี้คือ เวลาของการนอนก้น) หยดน้ำมันที่สะสมตรงชั้นที่อยู่เหนือจากชั้นผิวสัมผัสการนอนก้น (ซึ่งไม่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่า) จะเริ่มเกิดการรวมตัว ในระหว่างการรวมตัวกันนี้ ชั้นผิวสัมผัสการรวมตัวจะเริ่มเคลื่อนที่ลง จนในที่สุดชั้นผิวสัมผัสของการรวมตัวเข้าบรรจบกับชั้นผิวสัมผัสการนอนก้น และ ณ จุดนี้ชั้นผิวสัมผัสระหว่างน้ำมัน-น้ำ ที่ชัดเจนจะเกิดขึ้น และจุดนี้คือเวลาของการรวมตัว ดังนั้น $t_c > t_s$ เสมอ

ในกรณีที่ของเหลวผสมแบบกระจายตัวเป็นแบบน้ำ/น้ำมัน มักพบว่าขนาดของหยดน้ำจะมีขนาดไม่ค่อยเท่ากัน รูปที่ 3b แสดงภาพการเกิดชั้นผิวสัมผัสของการรวมตัว และชั้นผิวสัมผัสของการนอนก้นของของเหลวผสมแบบกระจายตัวของน้ำในน้ำมัน (W/O dispersions) ในกรณีนี้ทั้งชั้นผิวสัมผัสของการนอนก้นและชั้นผิวสัมผัสของการรวมตัวจะเคลื่อนตัวขึ้น ถึงแม้ว่าในกรณีนี้ทั้งสองเฟสจะดูขุ่นแต่ของเหลวจะเปลี่ยนเป็นสีขาวทันทีภายหลังที่การรวมตัวเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยปกติความขุ่นของเฟสน้ำมันจะหายไปภายใน 10 นาที

เหตุผลที่เวลาของการรวมตัวสามารถนำมาใช้ศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสได้นั้น เป็นเพราะว่าเวลาของการรวมตัวสำหรับของเหลวผสมแบบน้ำมันกระจายตัวในน้ำ (O/W dispersion) จะมีค่ามากกว่าเวลาของการรวมตัวของของเหลวผสมแบบน้ำกระจายตัวในน้ำมัน (W/O dispersion)

วิธีที่ 2 การศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสจากการวัดค่าการนำไฟฟ้า

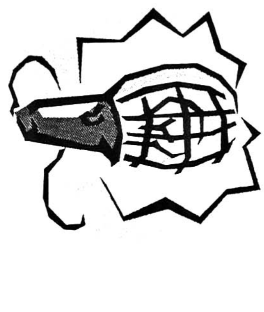
การศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสสามารถกระทำได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า เหตุผลที่การวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถถูกใช้เป็นเครื่องมือวัดปรากฏการณ์การกลับเฟสได้เนื่องจากว่าในกรณีที่ของเหลวผสมเป็นแบบน้ำมันกระจายตัวในน้ำนั้นมีค่าความต้านทานน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านทานของของเหลวผสมแบบน้ำกระจายตัวในน้ำมัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าหรือเป็นสื่อการนำไฟฟ้าที่ดีกว่าอินทรียสาร ดังนั้นในกรณีที่ของเหลวผสมมีน้ำเป็นเฟสต่อเนื่องย่อมสามารถนำไฟฟ้าได้ดีกว่าของเหลวผสมที่มีน้ำมันเป็นเฟสต่อเนื่อง

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวผสมแบบกระจายตัวทำได้โดยการใช้ชุดวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity probe) ชุดวัดหรือหัววัดจะประกอบด้วยหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มม. ที่ปลายด้านหนึ่งปิด ภายในบรรจุด้วยเส้นลวดแพลทินัม 2 เส้น ตรงด้านปลายของเส้นลวดจะต่อเข้ากับแผ่นแพลทินัมที่ทำเป็นรูปวงกลม 2 แผ่น ซึ่งวางห่างจากกันเป็นระยะทาง 0.8 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นแพลทินัมมีค่าเท่ากับ 0.9 ซม. (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

วิธีการทดลองจะกระทำโดยการกวนของเหลวผสมเป็นเวลา 10 นาที ในระหว่างการกวนจะทำการบันทึกค่าการนำไฟฟ้าโดยทำการเก็บข้อมูล 20 ค่าที่ทุกๆ หนึ่งวินาที ภายหลังที่ใบกวนถูกทำให้หยุด จะทำการบันทึกค่าเวลาของการรวมตัว (t_c) การทดลองข้างต้นจะกระทำซ้ำที่ค่าความเร็วรอบของใบกวนอื่นๆ

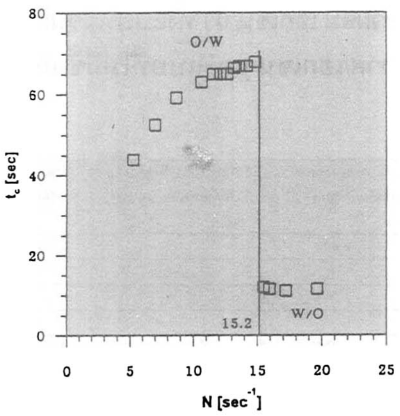
ในการทดสอบอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน ที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบของการกลับเฟส สามารถกระทำได้โดยทำการทดลองที่ค่าปริมาตรของเหลว (V) 2 ค่า คือที่ปริมาตร 2,745 มล. ซึ่งในกรณีนี้จะบรรจุของเหลวเต็มภาชนะ และไม่มีชั้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศ/เฮกเซน กับทำการทดลองที่ปริมาตรของเหลวที่ลดลงคือที่ 2,000 มล. และ 2,600 มล. ทั้งนี้เพื่อให้มีช่องว่างอากาศในภาชนะกวน แล้วทำการทดสอบเช่นเดียวกันโดยวัดทั้งค่าเวลาแห่งการรวมตัว และการนำไฟฟ้า

การทดสอบปรากฏการณ์กลับเฟสได้กระทำที่ระดับความสูงของใบกวนต่างๆ กัน โดยที่กำหนดในเทอมค่า H เมื่อค่า H คือระดับใบกวนที่อยู่ห่างจากชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ โดยมีค่าเป็นบวกเมื่อใบกวนอยู่สูงกว่าชั้นผิวสัมผัส และมีค่าเป็นลบในกรณีตรงกันข้าม



ผลการทดลอง

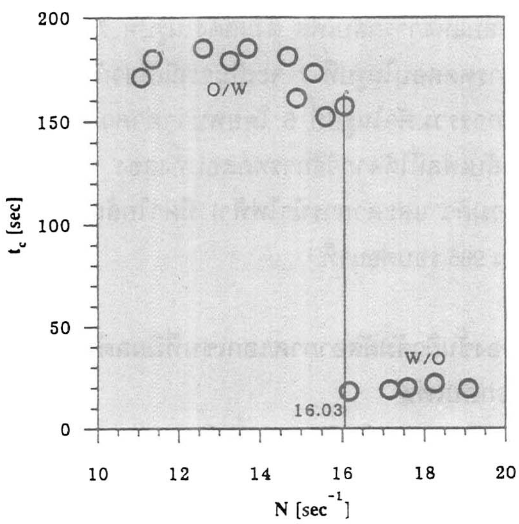
รูปที่ 4 แสดงเวลาของการรวมตัวของระบบของเหลวผสมระหว่างน้ำ/เฮกเซน กับความเร็วรอบของใบกวนโดยมีค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซน (ϕ_H) เท่ากับ 0.57 ปริมาตรของของเหลวผสมเป็น 2,745 มล. (ไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน) ตำแหน่งของใบกวนอยู่ที่ตรงชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฮกเซนกับน้ำ (H = 0) จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าเวลาของการรวมตัวของของเหลวผสมแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำหรือ O/W dispersion จะมีค่าอยู่ในช่วง 40-60 วินาที ในขณะที่ค่าเวลาของการรวมตัวของของเหลวผสมแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซน (W/O dispersion) มีค่าต่ำกว่ามาก (~10-12 วินาที) ณ ตำแหน่งของการกลับเฟสจาก O/W ไปเป็น W/O จะเห็นว่าค่าเวลาของการรวมตัวจะมีค่าเปลี่ยนแปลง และเรียกตำแหน่งค่าความเร็วรอบนี้ว่าค่าความเร็วรอบแห่งการเปลี่ยนเฟส (N_I) ดังแสดงเป็นเส้นขีดในแนวดิ่งในรูปที่ 4 ซึ่งในกรณีนี้มีค่าเท่ากับ 15.2 S^{-1} หรือ 912 รอบต่อนาที



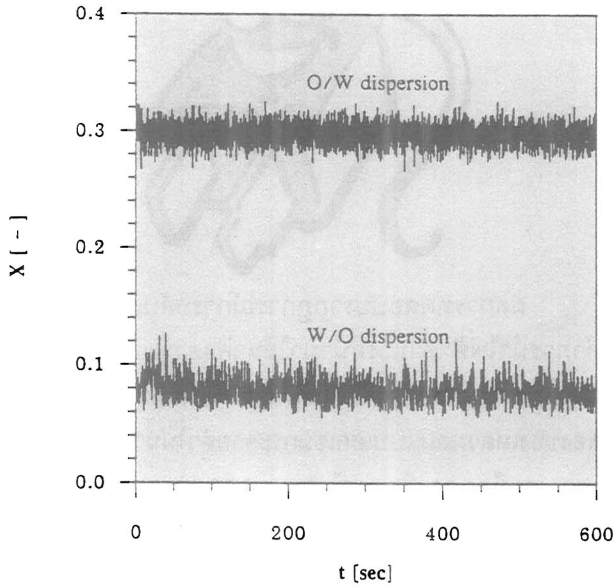
รูปที่ 4. การลดลงของเวลาของการรวมตัวกับการเปลี่ยนเฟสจาก O/W ไปเป็น W/O กรณีที่ ϕ_H = 0.57, H = 0 และ V = 2,745 มล.

ในกรณีที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าลดลงเป็น 0.52 และตำแหน่งใบกวนอยู่ตรงชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฮกเซน/น้ำ และไม่มีชั้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศ/เฮกเซน พบว่าค่าความเร็วรอบใบกวนของการกลับเฟสมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าในกรณีที่ค่า ϕ_H = 0.57 (โดยที่สภาวะการทดลองอื่นๆ เหมือนกัน) ดังจะเห็นได้จากการที่ค่าเวลาของการรวมตัว (t_c) มีค่าลดลงจาก 175 s เป็น 20 s ที่ค่าความเร็วรอบเท่ากับ 16.03 s^{-1} หรือที่ 962 รอบต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 5

ผลการทดสอบปรากฏการณ์การกลับเฟสจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าสามารถนำมาใช้หาค่าความเร็วรอบใบกวนแห่งการเปลี่ยนเฟสได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวผสมแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำ (O/W dispersion) จะมีค่าสูง (ในกรณี ϕ_H = 0.52 ค่าการนำไฟฟ้าของ O/W มีค่าอยู่ในช่วง 0.012-0.014 $s.cm^{-1}$) แต่ค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวผสมแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซน (W/O dispersion) จะมีค่าต่ำกว่า (ในกรณี ϕ_H = 0.52 ค่าการนำไฟฟ้าของ W/O มีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.004 $s.cm^{-1}$) ทั้งนี้เพราะเฮกเซนซึ่งเป็นเฟสต่อเนื่องใน W/O dispersion จะมีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวผสมทั้งแบบ O/W และ W/O จะถูกพล็อตในเทอมไร้หน่วย χ ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวผสมกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไร้อิออน (ion-exchanged water) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไร้อิออนนี้มีค่าเท่ากับ 0.045 $s.cm^{-1}$ ค่า χ สำหรับของเหลวผสมแบบ O/W และ W/O ที่ค่า ϕ_H = 0.52, V = 2,745 มล. และ H = O ถูกแสดงอยู่ในรูปที่ 6



รูปที่ 5. ค่าความเร็วรอบใบกวนแห่งการเปลี่ยนเฟสจาก O/W ไปเป็น W/O กรณีที่ ϕ_H = 0.52, H = 0 และ V = 2,745 มล.

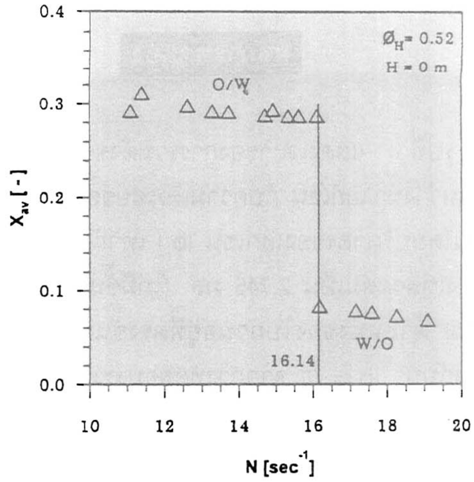


รูปที่ 6. ค่า χ ของของเหลวผสมเฮกเซน-น้ำทั้งแบบ O/W และ W/O กรณีที่ ϕ_H = 0.52, V = 2,745 **มล. (ไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน) และ H = 0**

ค่า χ ที่ความเร็วรอบหนึ่งๆ ดังแสดงในรูป 6 จะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบๆ ดังนั้นจึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของ χ และเขียนเป็นเทอม χ_{av} จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของ χ นี้ไปพล็อตกับค่าความเร็วรอบของใบกวนเพื่อทำการหาค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการทดสอบในรูปที่ 7 จะเป็นกรณีเดียวกันกับกราฟเวลาแห่งการรวมตัวในรูปที่ 5 โดยพบว่าค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสที่ได้จากวิธีการทดสอบทั้งสอง (จากเวลาแห่งการรวมตัว และค่าการนำไฟฟ้า) มีค่าใกล้เคียงกันคือที่ประมาณ 965 รอบต่อนาที

อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนที่มีผลต่อปรากฏการณ์การกลับเฟส

ในการทดสอบอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบใบกวนแห่งการกลับเฟส (N) สามารถทำการทดลองโดยให้มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน แล้วทำการเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีชั้นผิวสัมผัสดังกล่าว โดยทำการเปลี่ยนแปลงทั้งระดับความสูงของใบกวนและค่า ϕ_H ต่างๆ กัน ซึ่งผลการทดลองได้ถูกสรุปไว้ในตารางที่ 3



รูปที่ 7. อิทธิพลของค่าความเร็วรอบใบกวนที่มีผลต่อค่า χ_{av} สำหรับกรณี ϕ_H = 0.52, V = 2,745 มล. (ไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน) และตำแหน่งใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ (H = 0)

ตารางที่ 3. ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสของของเหลวผสม เฮกเซน/น้ำ ทั้งแบบที่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน และแบบที่ไม่มีชั้นผิวสัมผัส

% โดยปริมาตรของเฮกเซน, ϕ_H	ปริมาตรของของเหลวผสมในถังกวน (V)[1], ml	ตำแหน่งใบกวนที่อยู่ห่างจากชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ [H][2] (cm)	ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส (rpm)
0.52	2,600	0	797
		-1.7	964
	2,745	0	968
		-1.8	1,310
0.57	2,000	+3.1	No phase inversion
		0	708
		-2.2	830
	2,600	+4.2	No phase inversion
		0	780
		-2.2	980
	2,745	0	912
		-2.7	No phase inversion
0.6	2,600	0	486
		-2.8	586
	2,745	0	510
		-2.2	600
0.67	2,600	0	430
		-2.2	480
	2,745	0 ที่อุณหภูมิ 10 °C	484
		-2.3	535
		0 ที่อุณหภูมิ 25 °C	508

หมายเหตุ: [1] V = 2,000 และ 2,600 ml หมายถึงการที่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่ภายในระบบ
= 2,745 ml หมายถึงการไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่ภายในระบบ (ของเหลวบรรจุเต็มถังกวน)
[2] H = ค่าเป็นบวก หมายถึงตำแหน่งใบกวนอยู่สูงกว่าชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ (จุ่มอยู่ในเฮกเซน)
= ค่าเป็นศูนย์ หมายถึงตำแหน่งใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ
= ค่าเป็นลบ หมายถึงตำแหน่งใบกวนอยู่ต่ำกว่าชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ (จุ่มอยู่ในน้ำ)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดสอบปรากฏการณ์การกลับเฟสโดยการใช้ของเหลวผสมแบบกระจายตัวระหว่างเฮกเซนกับน้ำพบว่ามีปัจจัยหลายตัวที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบของใบกวนที่ต้องการเพื่อให้เกิดการกลับเฟส อาทิเช่น ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซน ตำแหน่งของใบกวนเมื่อเปรียบเทียบกับความสูงของชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฮกเซน/น้ำ อิทธิพลจากชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน และอุณหภูมิ เป็นต้น

อิทธิพลจากตำแหน่งของใบกวน

ในกรณีที่ตำแหน่งของใบกวนอยู่ในของเหลวชนิดใดชนิดหนึ่ง ของเหลวชนิดนั้นมักจะเกิดเป็นเฟสต่อเนื่องที่ค่าความเร็วรอบของใบกวนต่ำ ดังจะเห็นได้จากกรณีที่ตำแหน่งใบกวนจมอยู่ในน้ำ (ค่า H มีค่าติดลบ) ของเหลวผสมแบบกระจายตัวที่เกิดในตอนเริ่มต้นเป็นแบบ O/W dispersion หรือแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำ และเมื่อความเร็วรอบมีค่าสูงขึ้นจนถึงจุดๆ หนึ่งกระบวนการกลับเฟสจะเกิดขึ้นโดยเกิดเป็นของเหลวผสมแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซน (W/O dispersion) แทน ในทางตรงกันข้ามกรณีที่ตำแหน่งของใบกวนจมอยู่ในเฮกเซน (ค่า H มีค่าเป็นบวก) ของเหลวผสมที่เกิดจะเป็นแบบ W/O dispersion หรือแบบน้ำกระจายตัวในเฮกเซนตั้งแต่ต้น และปรากฏการณ์การกลับเฟสจะไม่เกิดขึ้น ซึ่งที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเมื่อระดับของใบกวนมีค่าสูงเกินไป โอกาสที่ของเหลวผสมจะเกิดเป็นแบบ O/W ไม่มี ดังจะเห็นได้ในกรณีที่ใบกวนถูกยกให้สูงจนอยู่ในระดับกึ่งกลางของชั้นเฮกเซน (H = +3.1 และ +4.2 cm ที่ ϕ_H = 0.57 ในตารางที่ 3)

สำหรับในกรณีที่ค่า H = -3.1 cm ϕ_H = 0.57 และ V = 2,745 มล. นั้น ถึงแม้ว่าในตอนเริ่มต้นของเหลวผสมจะเป็นแบบเฮกเซนกระจายตัวในน้ำ แต่ไม่มีปรากฏการณ์การกลับเฟสเกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากค่าความเร็วแห่งการกลับเฟส ณ สภาวะดังกล่าวมีค่าสูงกว่าความเร็วรอบสูงสุดของมอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ที่ทดสอบในครั้งนี้ หรืออาจเป็นเพราะระดับของใบกวนมีค่าต่ำเกินไป (ระดับกึ่งกลางของชั้นน้ำ) จนทำให้การกลับเฟสจาก O/W ไปเป็นแบบ W/O dispersion ไม่สามารถเกิดขึ้นได้

ในกรณีที่ตำแหน่งของใบกวนไปอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสระหว่างเฮกเซนกับน้ำ (H = 0) การเกิดเป็นของเหลวผสมแบบ O/W หรือ W/O dispersion ในตอนเริ่มต้นมีความเป็นไปได้พอๆ กันทั้งนี้ขึ้นอยู่ว่าค่าความเร็วรอบของใบกวนมีค่าเป็นเท่าใด ซึ่งในการทดลองนี้จะเริ่มจากที่ค่าความเร็วรอบต่ำไปหาสูง ดังนั้นของเหลวผสมที่เกิดตอนเริ่มต้นจึงเริ่มจากแบบ O/W dispersion แล้วเปลี่ยนเป็นแบบ W/O dispersion หากทำการเปรียบเทียบที่ค่าปริมาตรของของเหลวผสมที่เท่ากัน และที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนเดียวกันจะเห็นได้ว่าค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสเมื่อตำแหน่งของใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำมีค่าต่ำกว่าในกรณีที่ระดับของใบกวนไปอยู่ ณ ตำแหน่งอื่นซึ่งสูงหรือต่ำกว่าชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ (พิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 3 ประกอบ)

อิทธิพลของค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของของเหลวผสม

หากพิจารณาอิทธิพลของค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซน (ซึ่งในการทดลองวิจัยนี้ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าอยู่ในช่วง 0.52-0.67) จากผลการทดลองพบว่าเมื่อค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าเพิ่มขึ้นแล้ว ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าลดลง หรือกล่าวในอีกแง่หนึ่งคือค่าพลังงานที่ต้องการในการกลับเฟส (จาก O/W เป็น W/O dispersion) จะมีค่าลดลง ดังจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ค่า H = 0 และที่ V = 2,745 มล. เดียวกัน ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าลดลงจาก 982 รอบต่อนาทีไปเป็น 484 รอบต่อนาที เมื่อค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.52 ไปเป็น 0.67 เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเมื่อ ϕ_H มีค่าสูงขึ้น โอกาสการเกิดการรวมตัวกันของหยดเฮกเซนย่อมมีค่ามากขึ้น ทำให้ปรากฏการณ์การกลับเฟสเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบที่ต่ำลง

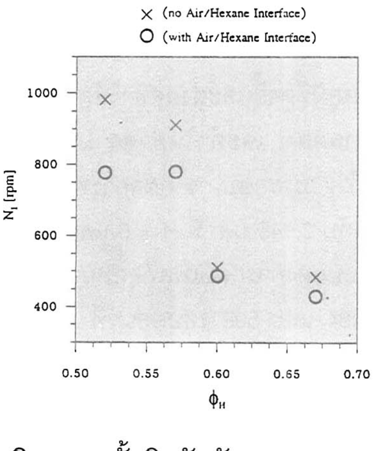
อิทธิพลของอุณหภูมิ

อุณหภูมิก็มีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์การกลับเฟสเช่นเดียวกัน โดยอิทธิพลดังกล่าวจะเป็นอิทธิพลโดยทางอ้อม กล่าวคืออุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นของของเหลวมีค่าลดลง และทำให้ค่าความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น (ดูค่าในตารางที่ 2 ประกอบ) จากผลการทดลองที่ปริมาตรของเหลวผสมเท่ากับ 2,745 มล. ที่ H = 0 และ ϕ_H = 0.67 พบว่าค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสที่อุณหภูมิ 10°ซ. และ 25°ซ. มีค่าเท่ากับ 484 และ 508 รอบต่อนาที ตามลำดับ การที่ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นนี้อาจเป็นเพราะค่าความหนืดของของเหลวทั้งสองมีค่าเพิ่มขึ้นและทำให้โอกาสของการรวมตัวกันของเฟสกระจายแล้วเกิดเป็นเฟสต่อเนื่องมีค่าลดลง และทำให้ความเร็วรอบที่ต้องการในการกลับเฟสมีค่าเพิ่มขึ้น

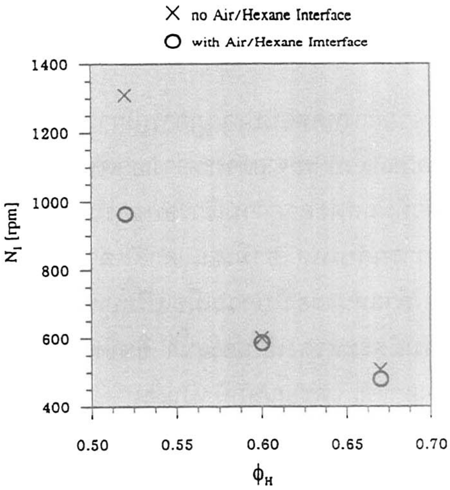
อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสที่สภาวะค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนต่างกัน

ในการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน การทดสอบได้กระทำที่ค่าปริมาตรของของเหลวผสมเท่ากับ 2,600 และ 2,745 มล. ณ ค่าปริมาตรสูงสุด ภาชนะกวนจะถูกบรรจุเต็มด้วยของเหลวผสมโดยที่ภาชนะกวนนี้มีฝาปิดแน่น ดังนั้นฟองอากาศจะไม่เกิดขึ้นในของเหลวผสม ในทางตรงกันข้ามสำหรับการทดลองที่ปริมาตรของของเหลวผสมมีค่าเท่ากับ 2,600 มล. นี้จะมีชั้นผิวสัมผัสระหว่างอากาศกับเฮกเซนอยู่ ในขณะที่มีการกวน อากาศจะถูกดูดเข้าไปในของเหลวผสมและอยู่ในรูปของฟองอากาศเล็กๆ ผลการทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 ได้ถูกนำมาพล็อตเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสกับค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนโดยที่ระดับของใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ (H = 0) และที่ระดับกึ่งกลางชั้นน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9 ตามลำดับ

จากรูปที่ 8 และ 9 แสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่ระบบของเหลวผสมมีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่ ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสมีค่าต่ำกว่าในกรณีของระบบที่เหมือนกันแต่ไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่ไม่ว่าที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนใดๆ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้อาจอธิบายจากข้อสังเกตที่ว่า ฟองอากาศที่เกิดขึ้นในของเหลวผสมสำหรับระบบที่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนจะช่วยทำให้การกวนในถังกวนเกิดได้ดีขึ้น อัตราการรวมตัวของเฟสกระจายที่เป็นเฮกเซนจะเกิดขึ้นได้ดีกว่า ส่งผลให้การกลับเฟสเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบใบกวนต่ำลง



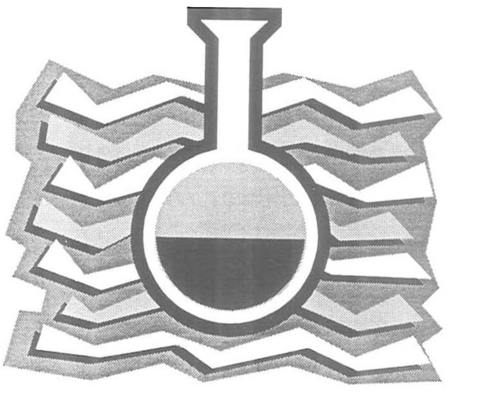
รูปที่ 8 อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส (N_I) โดยที่ตำแหน่งใบกวนอยู่ตรงชั้นผิวสัมผัสเฮกเซน/น้ำ



รูปที่ 9 อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนที่มีผลต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส (N_I) โดยที่ตำแหน่งใบกวนอยู่ตรงกึ่งกลางชั้นน้ำ

แต่อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนจะเห็นได้เด่นชัดที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนต่ำ ในขณะที่เมื่อค่า ϕ_H มีค่าสูง ค่าความแตกต่างของความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสของทั้งกรณีที่มีและไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนจะน้อยลง ทั้งนี้เพราะที่ ϕ_H มีค่าต่ำ ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะเกิดที่ค่าความเร็วรอบของใบกวนที่สูง ดังนั้นอากาศจะถูกดูดเข้าไปในของเหลวได้มากกว่า จึงทำให้อิทธิพลของฟองอากาศมีผลต่อการลดลงของความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสมากขึ้น

เพื่อให้แน่ใจว่าค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสที่ต่ำลงนี้ไม่ใช่เกิดจากการที่ระบบมีปริมาตรที่แตกต่างกัน จึงได้ทำการคำนวณหาค่าพลังงานที่ต้องการในกรณีที่กำหนดให้ค่าพลังงานที่ต้องการต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่เท่ากันทั้งของระบบที่มีและไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน ดังแสดงวิธีการคำนวณไว้ในภาคผนวก ก และได้สรุปผลการคำนวณไว้ในตารางที่ 4



ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจริงกับค่าความเร็วรอบที่คำนวณได้ในกรณีที่กำหนดให้ค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีค่าเท่ากันทั้งระบบที่มีและไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซน

ϕ_H	H (cm)	ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส (rpm)	ค่าความเร็วรอบที่คำนวณได้จากการกำหนดให้ค่าพลังงานต่อปริมาตรมีค่าเท่าเดิม
0.52	0	982	791
	-1.8	1,310	981
0.57	0	912	794
	-3.1	No phase inversion	998
0.60	0	510	495
	-2.8	600	596
0.67	0	484	438
	-2.3	535	489

จากผลการคำนวณในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าความเร็วรอบของใบกวนที่จะทำให้ระบบที่ไม่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนมีค่าพลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่เท่ากันกับระบบที่มีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนนั้น มีค่าต่ำกว่าค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสที่เกิดขึ้นจริง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การที่ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจริงมีค่าสูงนี้ไม่ใช่เกิดจากการที่ปริมาตรมีค่าเพิ่มจาก 2,600 ml ไปเป็น 2,745 ml หากแต่เป็นเพราะว่าปราศจากอิทธิพลของฟองอากาศในของเหลวผสมนั่นเอง

สรุปผลการทดลอง

จากผลของการศึกษาปรากฏการณ์การกลับเฟสของของเหลวผสมแบบกระจายตัวสามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ตำแหน่งของใบกวนมีผลต่อปรากฏการณ์การกลับเฟส ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อตำแหน่งของใบกวนอยู่ที่ชั้นผิวสัมผัส
2. ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีผลต่อค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส ซึ่งพบว่ายิ่งค่าสัดส่วนโดยปริมาตรมีค่าสูงขึ้นเท่าใด ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสจะมีค่าลดลงเท่านั้น
3. อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อปรากฏการณ์การกลับเฟส คือ เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้นการกลับเฟสจาก O/W เป็น W/O dispersion จะเกิดขึ้นที่ค่าความเร็วรอบสูงขึ้นซึ่งสืบเนื่องมาจากค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้น
4. การที่ระบบมีชั้นผิวสัมผัสอากาศ/เฮกเซนอยู่จะทำให้ค่าความเร็วแห่งการกลับเฟสมีค่าลดลง และอิทธิพลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ชัดเจนที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าต่ำหรือที่ค่าความเร็วรอบสูงๆ และอิทธิพลดังกล่าวจะลดลงเมื่อความเร็วรอบแห่งการกลับเฟสมีค่าต่ำหรือที่ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซนมีค่าสูง

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาค่าความเร็วรอบของใบกวนในกรณีที่ต้องการให้พลังงานที่ให้ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของของเหลวผสมมีค่าเท่าเดิม

ทำการคำนวณหาคุณสมบัติทางกายภาพของของเหลวผสมแบบกระจายตัว ค่าความหนาแน่นของของเหลวผสมแบบกระจายตัวสามารถคำนวณได้จาก

$$\rho\phi = (1-\phi)\rho_w + \phi.\rho_H$$

เมื่อ ϕ = ค่าสัดส่วนโดยปริมาตรของเฮกเซน = 0.57

ρ_H = ค่าความหนาแน่นของน้ำ = 999.7 kg/m^3

ρ_w = ค่าความหนาแน่นของเฮกเซน = 659 kg/m^3

เพราะฉะนั้น

$$\rho\phi = (1-0.57)999.7 + 0.57(659) = 806 \text{ kg/m}^3$$

ค่าความหนืดของของเหลวผสมแบบกระจายตัว สามารถคำนวณได้จากสมการของ Vermeulen

$$\mu_\phi = \frac{\mu_w}{1-\phi}\left[1+\frac{(1.5)\phi\mu_H}{\mu_w+\mu_H}\right]$$

$$\mu_\phi = \frac{1.26x10^{-3}}{1-0.57}\left[1+\frac{(1.5)(0.57)(0.36x10^{-3})}{1.26x10^{-3}+0.36x10^{-3}}\right]$$

$$\mu\phi = 3.49x10^{-3} \text{ Pa.S}$$

คำนวณหากำลังงานที่ต้องการสำหรับใบกวนโดยใช้สมการ

$$P = P_o\rho\phi N^3 (D_i)^5$$

โดยปกติ สำหรับของเหลวผสมแบบกระจายตัว เมื่อเลขเรย์โนลด์ (Re_D) มีค่ามากกว่า 10^4 เทอมเลขกำลัง (Power Number, P_o) จะมีค่าคงที่เท่ากับ 5.5 เมื่อ

$$Re_D = \rho\phi N (D_1)^2 / \mu\phi$$

กรณี $\phi_H = 0.57$ และ V = 2,600 ml และ H = 0 ค่าความเร็วรอบแห่งการกลับเฟส (N_1) มีค่าเท่ากับ 780 rpm และ D_1 = ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของใบกวน = 0.075 m

$$Re_D = [(806)(780)(0.075)^2]/[3.49\times10^{-3}\times60]$$
$$= 16,888$$

เนื่องจากเลขเรย์โนลด์มีค่ามากกว่า 10^4 เพราะฉะนั้น เลือกค่า P_o = 5.5 คำนวณหาพลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของกรณีนี้มีค่าเท่ากับ $P_o\rho\phi N^3 (D_1)^5 / V$

$$V = 2,600 \text{ ml}$$

$P_1 / V_1 = (5.5)(806)(780/60)^3(0\ 075)^5/(2,600\times10^{-6}) = 8,889$ Watts/m^3

ในกรณีที่ V = 2,745 ml และต้องการให้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีค่าเท่าเดิม ค่าความเร็วรอบของใบกวนต้องมีค่าดังนี้

$$P_2 / V_2 = 8,889 \text{ watts/m}^3$$

ดังนั้น $P_2 = 8,889(2,745\times10^{-6}) = 24.4$ watts = $P_o\rho\phi N^3 (D_1)^5$

แก้สมการข้างต้นหาค่า N

$$N = [(24.4)/(806)(5.5)(0.075)^5]^{1/3}$$
$$= 13.24 \text{ rps} = 794 \text{ rpm}$$

ในกรณีที่เลขเรย์โนลด์มีค่าเกินกว่า 10^4 เทอม P_o จะมีค่าคงที่และการคำนวณสามารถกระทำได้ง่ายขึ้น โดยใช้สมการ

$$\frac{P_1 / V_1}{P_2 / V_2} = \frac{N_1^3 / V_1}{N_2^3 / V_2} = 1$$

เพราะฉะนั้น $(N_2)^3 = (N_1)^3 V_2 / V_1$

$N_2 = (N_1)[V_2 / V_1]^{1/3}$

สำหรับในกรณีนี้ $N_2 = (780)[2,745\times10^{-6}/2,600\times10^{-6}]^{1-3} = 794$ rpm

เอกสารอ้างอิง

Arashmid, M. and Jeffreys, 1980. Analysis of the phase inversion characteristics of liquid-liquid dispersions. *AIChE Journal.* *26*(1):51-55.

Clarke, S.I. and Sawistowski, H. 1978. Phase inversion of stirred liquid/liquid dispersions under mass transfer conditions. *Trans IchemE.* *56*:50-55.

Coulaloglou, C.A. and Tavlarides, L.L. 1976. Drop size distributions and coalescence frequencies of liquid-liquid dispersions in flow vessels. *AIChE Journal.* *22*(2):289-297.

Efthimiadu, I. And Moore, I.P.T. 1994. Phase inversion of liquid-liquid dispersions produced between parallel shearing plates. *Chemical Engineering Science.* *49*(9):1439-1449.

Falco, J.W., Walker, Jr., R.D., and Shah, D.O. 1974. Effect of phase-volume ratio and phase-inversion on viscosity of microemulsions and liquid crystals. *AIChE Journal.* *20*(3):510-514.

Gilchrist, A., Dyster, K.N., Moore, I.P.T., Nienow, A.w. and Carpenter, K.J. 1989. Delayed phase inversion in stirred liquid-liquid dispersions. *Chem. Eng. Sci.* *44*:2381-2383.

Kato, S. and Kawasaki, J. 1987. A new technique for the mechanical demulsification of O/W emulsions. *Journal of Chemical Engineering of Japan.* *20*(3):232-237.

Kato, S. and Kawasaki, J. 1988. Continuous demulsification of O/W emulsions by a mechanical technique. *Journal of Chemical Engineering of Japan.* *21*(3):321-323.

Kato, S., Nakayama, E., and Kawasaki, J. 1991. Types of dispersion in agitated liquid-liquid systems. *The Canadian Journal of Chemical Engineering.* *69*:222-227.

McClarey, M.J. and Mansoori, G. 1978. Factors Affecting the Phase Inversion of Dispersed immiscible Liquid-Liquid Mixtures. AIChE, No. 173, Vol. 74, pp. 134-139.

Quinn, J.A. and Sigloh, J.A. 1963. Phase inversion in the mixing of immiscible liquids. *The Canadian Journal of Chemical Engineeri.* February, pp. 15-18.

Selker, A.H. and Sleicher, Jr., C.A. 1965. Factors affecting which phase will disperse when immiscible liquids are stirred together. *The Canadian Journal of Chemical Engineering.* December, pp. 298-301.

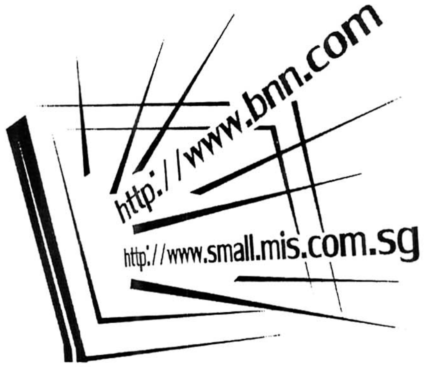
ย่ำเทคโน

กระเป๋าเงินอิเล็กทรอนิกส์

วันนี้ผู้ถือบัตรวีซ่าก้าวกระโดดซื้อสินค้าข้ามทวีปสู่เอเชียผ่านอินเตอร์เน็ตได้แล้ว

ปัจจุบันในภาคพื้นทวีปยุโรปและเอเชีย สามารถซื้อสินค้าโดยผู้ถือบัตรวีซ่าผ่านอินเตอร์เน็ตอย่างปลอดภัย สบายใจ ไร้กังวล จากสินค้าในเอเชีย 2 แห่ง ได้แก่ "สิงคโปร์ มอลล์" ในเวปไซต์ http://www.small.mis.com.sg และ"เวล คัม ทู บีเอ็นเอ็น " http://www.bnn.com โดยการทำรายการผ่านซอฟต์แวร์ระบบ SET ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานโลกทางการค้าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งร่วมกันพัฒนาโดยวีซ่าอินเตอร์เน็ต (เอส อี ซี) บริษัทด้านอุตสาหกรรมการชำระเงิน และบริษัทด้านเทคโนโลยี

ซอฟต์แวร์ระบบ SET จะใช้ประโยชน์ได้นั้น ผู้ถือบัตรวีซ่าจะต้องเข้าร่วมโครงการ **กระเป๋าเงินอิเล็กทรอนิกส์** โดยผู้ถือบัตรวีซ่าจะต้องเปิดบัญชีไว้ที่ธนาคารซิตี้แบงก์ และจะได้รับบัตรวีซ่าเป็นบัตรดิจิตอล ทั้งนี้ ก่อนที่ผู้ถือบัตรจะทำธุรกรรมซื้อสินค้าผู้ถือบัตรจะต้องทำรายการตรวจสอบหลักฐานต่างๆ อย่างถูกต้อง โดยผ่านขั้นตอนต่างๆ แล้วจากนั้นบัตรดิจิตอลก็จะเป็นกระเป๋าเงินอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถใช้ซื้อสินค้าผ่านอินเตอร์เน็ตได้อย่างปลอดภัย



ขั้นตอนในการซื้อจะเป็นทำนองเดียวกันนี้จะนำไปใช้กับร้านค้าที่ต้องการใช้บัตรดิจิตอลวีซ่า ในการชำระเงินค่าสินค้า และบริการจากผู้ซื้อสินค้าโดยผ่านอินเตอร์เน็ตเช่นกัน

การนำบัตรวีซ่ามาใช้นับได้ว่าเป็นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยอันล้ำค่าของการค้าระหว่างประเทศที่สำคัญยิ่ง การซื้อสินค้าผ่านอินเตอร์เน็ตเป็นการมอบประสบการณ์ในการซื้อสินค้าระหว่างประเทศอย่างแท้จริงให้กับผู้ถือบัตร และเพื่อที่จะให้ชาวยุโรปได้ซื้อสินค้าจากเอเชียได้อย่างปลอดภัย ฉะนั้นการใช้ซื้อสินค้าผ่านอินเตอร์เน็ตจึงเป็นวิวัฒนาการสมัยใหม่ที่น่าตื่นเต้นสำหรับผู้ถือบัตรวีซ่าทั่วโลก

ที่มา: *Bangkok Electricity Magazine. 8*(96)97:109. 1999.
http://www.bnn.com.

บุญเรียม ชมเมฆ

การตรวจวินิจฉัยโรค Kala-azar ที่ฉับไว

Kala-azar เป็นโรคที่เกิดจากปรสิตโปรโตซัวลิชมาเนียอยู่ในอวัยวะภายในร่างกาย (visceral leishmaniasis) อาการของโรคจะมีไข้ น้ำหนักตัวลด ม้ามโต ซึ่งสามารถตรวจสอบซ้ำโดยการดูดเนื้อม้าม ไขกระดูกหรือต่อมน้ำเหลืองแล้วตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ปัจจุบันนักวิชาการในประเทศอินเดียได้พัฒนาวิธีการตรวจวินิจฉัยโรคนี้ได้อย่างรวดเร็ว โดยการตรวจเลือดคนไข้ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโลกนี้

การตรวจสอบทำโดยการออกหาแอนติบอดีในเลือดคนไข้ที่มีต่อสิ่งแปลกปลอมซึ่งเป็นชิ้นส่วนของโปรโตซัวลิชมาเนียที่เรียกว่า K39 (leishmanial antigen K39) โดยหยดเลือดของคนไข้ลงบนแผ่นไนโตรเจนเซลลูโลสที่อาบด้วยชิ้นส่วนของโปรโตซัวลิชมาเนีย K39 แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง หลังจากนั้นหยดสารละลายบัฟเฟอร์ 3 หยด (ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ผสมกับอัลบูมินในน้ำเลือดของวัว) ถ้าเลือดคนไข้

มีแอนติบอดีชนิดไอจีจี (IgG) ที่สามารถจับตัวอย่างเฉพาะเจาะจงกับชิ้นส่วน K39 ของโปรโตซัวลิชมาเนีย แล้วละก็จะปรากฏแถบสีแดง 2 แถบบนแผ่นตรวจสอบดังกล่าว

จากการศึกษาพบว่า คนไข้ที่ป่วยเป็นโรค Kala-azar ที่ให้ผลบวกจากการตรวจสอบด้วยวิธีนี้จำนวน 127 ราย ให้ผลบวกตรงกันเมื่อตรวจซ้ำโดยการตรวจดูเนื้อม้ามภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แต่การตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลลบในคนปกติจำนวน 25 ราย (กลุ่มควบคุม), คนไข้ป่วยเป็นโรคมาลาเรียหรือวัณโรคจำนวนรวม 73 ราย, และคนไข้ที่ให้ผลลบเมื่อตรวจสอบม้ามจำนวน 119 รายที่ไม่แสดงอาการของโรค Kala-azar นอกจากนี้มีคนไข้จำนวน 4 รายที่ตอบสนองการรักษาลิชมาเนียซิส (leishmaniasis) เป็นอย่างดี ให้ผลบวกเมื่อตรวจเลือดด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ แต่ให้ผลลบเมื่อตรวจม้ามภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การตรวจเลือดคนไข้เพื่อวินิจฉัยโรค Kala-azar ด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ น่าจะเป็นวิธีที่แม่นยำและเหมาะที่จะใช้ในการตรวจโรคคนไข้ในภาคสนาม การตรวจวินิจฉัยโรคโดยหลักการเดียวกันนี้น่าจะใช้ได้ในคนไข้ที่ติดเชื้อ HIV ได้หรือไม่ยังไม่ทราบได้ แต่จากการสังเกตการณ์ในเบื้องต้นบ่งชี้ว่าน่าจะเป็นไปได้

เรียบเรียงจาก *Medicine Digest. 16*(9):53. 1998.

ดร. จักรพงษ์ ลิมปนุสสรณ์

การตรวจพบปริมาณเชื้ออสุจิต่ำไม่ใช่ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งที่ลูกอัณฑะ

มีการคาดการณ์กันว่าผู้ชายที่เป็นหมันจะมีความเสี่ยงสูงในการเกิดโรคมะเร็งที่ลูกอัณฑะ และสมควรได้รับการผ่าตัดวินิจฉัย มีการศึกษาในผู้ชายที่เป็นหมันจำนวน 207 รายในประเทศเดนมาร์ก ผู้ชายเหล่านี้มีปริมาณเชื้ออสุจิต่ำกว่า 10 ล้านต่อมิลลิลิตร เมื่อได้รับการตัดชิ้นเนื้อวินิจฉัยแล้ว ไม่พบการเกิดมะเร็งในเนื้อเยื่อลูกอัณฑะในชายเหล่านี้ ภาวะเชื้ออสุจิในน้ำกามต่ำจึงไม่เกี่ยวกับการเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่ลูกอัณฑะแต่อย่างใด

เรียบเรียงจาก *Medicine Digest. 16*(3):42.1998.

ฉันทรา พูนศิริ

สิ่งที่คอมพิวเตอร์ขนาดเท่าฝ่ามือทำได้

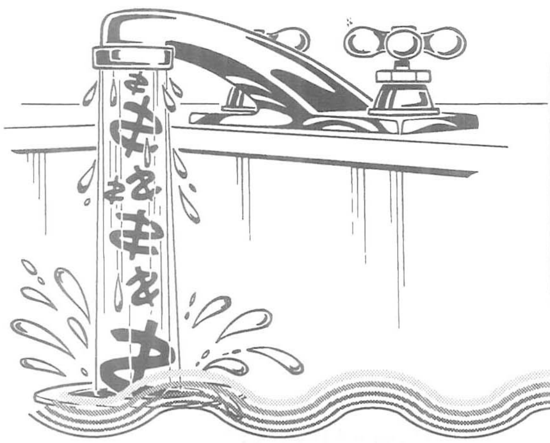
ในปัจจุบัน พัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้ก้าวไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นในด้านของซอฟต์แวร์ หรือฮาร์ดแวร์ รวมทั้งการพัฒนารูปลักษณ์ภายนอกให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้

ไมโครซอฟต์ นับเป็นบริษัทหนึ่งที่ครองความเป็นเจ้าความคิดในการพัฒนานวัตกรรมใหม่สู่ตลาดอย่างกว้างขวาง จากในอดีต เราใช้คอมพิวเตอร์ในรูปแบบเทอะทะขนาดใหญ่ แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลง นับตั้งแต่ขนาดตั้งโต๊ะ จนกระทั่งถึงแบบที่เรียกว่า Notebook และทุกวันนี้คอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาให้เล็กลงเท่าฝ่ามือของคน (Palm size PCs) คอมพิวเตอร์ขนาดเท่าฝ่ามือนี้ มีน้ำหนักเพียง 7.2 ออนซ์ หน้าจอเป็นแบบ monochrome 240 x 320-pixel สิ่งที่คอมพิวเตอร์ขนาดเท่าฝ่ามือโดยทั่วไปทำได้คือ บันทึกการนัดหมายติดต่อ แสดงปฏิทิน จัดทำบันทึกรายการต่างๆ การส่ง-รับ E-mail และการเข้าไปดูข้อมูลตาม Website ต่างๆ ซึ่งเป็นการใช้งานในแบบง่ายๆ มีการออกแบบที่ไม่สลับซับซ้อน

แต่ ไมโครซอฟต์ ได้พยายามพัฒนาให้คอมพิวเตอร์ขนาดเท่าฝ่ามือมีลักษณะการใช้งานที่หลากหลายประโยชน์มากขึ้น รวมทั้งมีการแสดงสัญลักษณ์ เมนูแถบแสดงคำสั่ง (toolbars) บนหน้าจอมากขึ้น อย่างไรก็ตาม มีผู้ใช้ให้ความเห็นว่า จากหน้าจอขนาดเล็กทำให้การอ่านสัญลักษณ์ต่างๆ เหล่านั้นไม่ชัดเจนนัก คอมพิวเตอร์รุ่นนี้โดยมากจะใช้ถ่าน ขนาด AAA 2 ก้อน ซึ่งระยะการใช้งานจะอยู่ในระหว่าง 1 สัปดาห์-1 เดือน

ที่มา : *Business Week*
June 8, 1998.

นฤมล รื่นไวย์



น้ำ สำหรับหม้อไอน้ำ

ชุมพร ถาวร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

น้ำสำหรับหม้อไอน้ำ

น้ำ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหม้อไอน้ำ (boiler) เมื่อน้ำได้รับความร้อนถึงจุดเดือด คือ 100 องศาเซลเซียส (ตามสภาพบริเวณที่ต้ม) น้ำจะกลายเป็นไอ ไอน้ำถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลายประเภท คือ ใช้หมุนเครื่องจักรไอน้ำและอื่นๆ การนำน้ำมาใช้หรือมาทำให้กลายเป็นไอ จำต้องคำนึงถึงสิ่งเจือปนในน้ำเป็นสำคัญ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะกลายไปเป็นไอน้ำ สิ่งเจือปนในน้ำจะตกค้างอยู่ภายในหม้อน้ำ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหากับหม้อไอน้ำได้ ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อความปลอดภัยในการใช้หม้อไอน้ำ และเพื่อยืดอายุการใช้งานของหม้อไอน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำอีกด้วย

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติแบ่งออกเป็น 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ

1. แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ ลำธาร คลอง และอื่นๆ ปกติจะขุ่นมีความกระด้าง (ทำให้เกิดตะกรัน) มีแร่ธาตุ ออกซิเจน และตะกอนโคลนตมสูง แต่ปริมาณแร่ธาตุ สิ่งเจือปนอื่นๆ และตะกอนโคลนตมจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล

2. แหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำบาดาล น้ำบ่อ และน้ำพุ ปกติจะใสมีความกระด้าง มีแร่ธาตุ คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ ผสมอยู่ในปริมาณที่สูง

คุณสมบัติของน้ำตามธรรมชาติ

คุณสมบัติของน้ำตามธรรมชาติ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้ คือ

1. น้ำอ่อน (soft water) เช่น น้ำตามท้องทุ่ง สระ และทะเลสาบ เป็นน้ำที่มีปริมาณเกลือแร่ละลายอยู่น้อย สำหรับน้ำประเภทนี้การปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปใช้ประโยชน์ทำได้ง่าย เพียงผ่านวิธีการกรองด้วยเรซิน 2 ครั้ง ก็เติมเข้าหม้อต้มเพื่อผลิตไอน้ำได้แล้ว

2. น้ำกระด้าง (hard water) เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ลำธาร บาดาล น้ำบ่อ เป็นต้น เป็นน้ำที่มีปริมาณเกลือแร่ละลายอยู่มาก เมื่อนำน้ำชนิดนี้ไปตรวจวัดคุณสมบัติด้านกายภาพหรือด้านเคมีจะพบข้อแตกต่างเด่นชัด เช่น ค่า pH สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือแร่ และส่วนประกอบอื่นๆ ที่ละลายน้ำได้ดีเจือปนอยู่มาก วิธีวัดความกระด้างของน้ำแบบง่ายๆ คือใช้สบู่ ถ้าเป็นน้ำกระด้างจะต้องใช้สบู่มากจึงจะทำให้เกิดฟอง น้ำกระด้างมีด้วยกัน 2 ชนิด ดังนี้คือ

2.1 น้ำกระด้างชั่วคราว เป็นน้ำกระด้างที่เกิดจากมีเกลือคาร์บอเนตละลายอยู่ เช่น แคลเซียมไบคาร์บอเนต $Ca(HCO_3)_2$ และแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต $Mg(HCO_3)_2$ วิธีการที่ทำให้น้ำกระด้างชั่วคราวนี้หายกระด้างทำได้โดยนำน้ำไปต้มให้เดือด

2.2 น้ำกระด้างถาวร เป็นน้ำที่มีเกลือแร่ละลายอยู่ดังนี้ คือ

$CaSO_4$	แคลเซียมซัลเฟต
$CaCl_2$	แคลเซียมคลอไรด์
$Ca(NO_3)_2$	แคลเซียมไนเตรท
$MgSO_4$	แมกนีเซียมซัลเฟต
$MgCl_2$	แมกนีเซียมคลอไรด์
$Mg(NO_3)_2$	แมกนีเซียมไนเตรท

น้ำกระด้างถาวรไม่สามารถขจัดความกระด้างได้ด้วยการต้มแต่เพียงอย่างเดียว มีวิธีอื่นๆ อีก เช่น การกรองด้วยเรซิน การกรองด้วยเซรามิกส์ และอื่นๆ

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณแร่ธาตุที่เจือปนหรือละลายอยู่ในน้ำ

ปริมาณแร่ธาตุ : gpg (grains per u.s. gallon)
(หน่วย) ppm (parts per million)

ความกระด้าง : mg/l (มิลลิกรัมต่อลิตร)
(หน่วย) ppm (parts per million)

สภาพความเป็นด่างของน้ำ (หน่วย)

pH = 7 น้ำจะเป็นกลาง

pH > 7 น้ำจะเป็นด่าง
pH < 7 น้ำจะเป็นกรด

คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมสำหรับหม้อไอน้ำ

น้ำที่เติมในหม้อไอน้ำ ถ้าทำได้ควรเป็นน้ำบริสุทธิ์ไม่มีสิ่งเจือปนใดๆ เลย แต่ความจริงแล้วไม่มีน้ำที่มีความบริสุทธิ์ 100% ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีเครื่องปรับปรุงคุณภาพน้ำหรือเครื่องทำน้ำให้บริสุทธิ์ที่ทันสมัยแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถทำน้ำให้บริสุทธิ 100% ได้ ดังนั้นจึงมีการกำหนดสิ่งเจือปนในน้ำที่ยอมให้มีได้ (ดังตารางที่ 1) สิ่งที่ควรรู้ในขั้นต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำที่เติมหม้อไอน้ำควรมีดังนี้ คือ ความขุ่นความกระด้างควรมีน้อยที่สุด ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 10-11 (วัดเมื่ออยู่ในหม้อน้ำ) ปริมาณสารที่ละลายในน้ำทั้งหมดควรมีค่าไม่มากกว่า 3,500 ppm.

ตารางที่ 1. แสดงค่าปริมาณที่ยอมให้มีได้และผลของสารเจือปนที่มีผลต่อหม้อไอน้ำ

สารเจือปน	ปริมาณที่ยอมให้มีได้	ผลของสารเจือปนต่อหม้อไอน้ำ
ออกซิเจน	0.03 ลบ.ซม./ลิตร	ตัวเร่งให้เกิดการผุกร่อน
คาร์บอนไดออกไซด์	3 ในล้านส่วน	ตัวเร่งให้เกิดการผุกร่อน
เกลือของแคลเซียมหรือแมกนีเซียม	20 ในล้านส่วน	เกิดการจับเกาะของตะกรัน
แร่เหล็ก	1.0 ในล้านส่วน	เกิดการกัดกร่อนในหม้อน้ำ
ซิลิกา	40 ในล้านส่วน	เกิดการจับเกาะของตะกรัน และการติดพาไปกับไอน้ำ
โซเดียม	700 ในล้านส่วน	เกิดการแตกร้าวตามรอยต่อ
สารที่ละลายได้ทั้งหมด	3,500 ในล้านส่วน	1. ทำให้เกิดฟองในผิวน้ำ 2. ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 3. ทำให้ไอน้ำมีสิ่งติดไป
น้ำมัน	5 ในล้านส่วน	1. ทำให้เกิดฟองในผิวน้ำ 2. ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 3. ทำให้ไอน้ำมีสิ่งติดไป

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมี 2 วิธี คือ การปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเติมเข้าหม้อไอน้ำ (ปรับปรุงภายนอก) และการปรับปรุงคุณภาพน้ำภายในหม้อน้ำ

1. การปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเติมเข้าหม้อไอน้ำ (ปรับปรุงภายนอก)

น้ำฝน น้ำจากธรรมชาติในอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติและน้ำประปา ถ้านำมาเติมหม้อไอน้ำโดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จะทำให้เกิดปัญหาภายในหม้อน้ำดังกล่าวแล้วข้างต้น จำเป็นต้องวิเคราะห์หาชนิดของสิ่งเจือปนในน้ำนั้นเสียก่อน เพื่อหาวิธีที่เหมาะสม ความกระด้างชั่วคราว ความกระด้างถาวร และจำนวนซิลิกา เป็นสาเหตุของการเกิดตะกรัน ซึ่งสามารถขจัดสารเหล่านี้ได้ดังนี้

1.1 วิธีใช้ปูนขาว และเติมโซดาแอช (รูปที่ 1)

ใช้ปูนขาวละลายในน้ำจนละลายหมดก่อน เอาตามที่ต้องการจะใช้ แล้วเติมใส่ถังเก็บน้ำจะทำให้ความกระด้างชั่วคราวตกตะกอนได้หมด ส่วนความกระด้างถาวรตกตะกอนไม่หมดยังคงเป็นน้ำกระด้างอยู่ส่วนหนึ่ง ทำให้น้ำกระด้างที่เหลือหมดความกระด้าง โดยเติมโซดาแอชเข้าไปแล้วตั้งทิ้งไว้ ความกระด้างถาวรจะตกตะกอนอีกครั้ง จนกระทั่งเป็นน้ำปกติ สามารถนำไปเติมหรือใช้ผลิตเป็นไอน้ำได้

สูตรการคำนวณหาจำนวนปูนขาวและเติมโซดาแอชกำหนด

ก. คือความกระด้างชั่วคราว

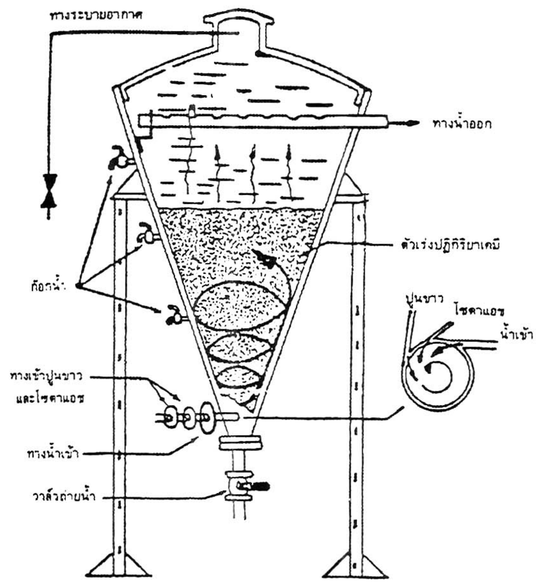
ข. คือความกระด้างถาวร

ค. คือความกระด้างของเกลือแมกนีเซียม

น้ำปูนขาว = (ก+ค) x 0.74 ปอนด์/10,000 แกลลอน

โซดาแอช = ข x 1.06 ปอนด์/10,000 แกลลอน

ในทางปฏิบัติจะใช้ปูนขาวและโซดาแอชมากกว่าทางทฤษฎี 10% เนื่องจากปูนขาวและโซดาแอชมีสิ่งเจือปนอยู่



รูปที่ 1. แสดงการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยปูนขาวและใช้โซดาแอช.

สมการเคมีการใช้ปูนขาวและโซดาแอช

ความกระด้างชั่วคราว

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

(เติมปูนขาว) หินปูนตกตะกอน

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = 2CaCO_3\downarrow + Mg(OH)_2\downarrow + 2H_2O$$

ตกตะกอน ตกตะกอน

ความกระด้างถาวร

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$$

(เติมปูนขาว) ตกตะกอน กระด้างถาวร

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$$

(เติมโซดาแอช) ตกตะกอน (ไม่เกิดตะกรัน)

1.2 วิธีการใช้ความร้อนและแรงดันในการปรับคุณภาพน้ำ

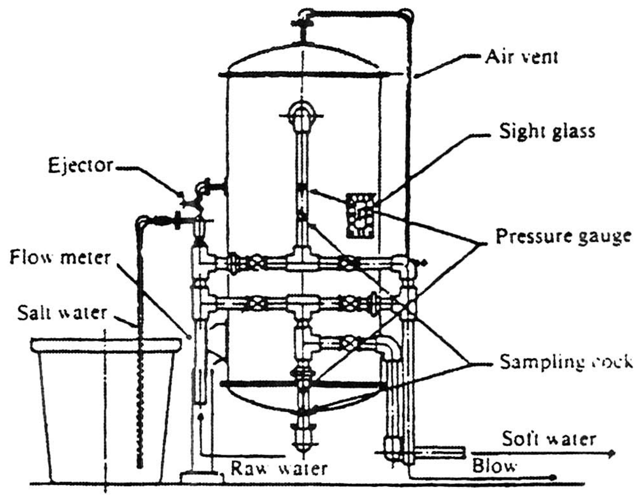
โดยการต้มให้มีอุณหภูมิ 105 °ฟ. แล้วเติมสารเคมี (ปูนขาวและโซดาแอช) ซึ่งมีอยู่ในรูปของสารละลายหรือสารแขวนลอยด้วยเครื่องอัตโนมัติ โดยให้ปริมาณสารที่เติมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความกระด้างที่ตกตะกอน เวลาที่ใช้เพื่อให้ตะกอนนอนก้นประมาณ 4 ชั่วโมง ถ้าในน้ำมีเกลือแมกนีเซียมอยู่จะเติมอะลูมินา (Sodium aluminate) เพื่อเร่งให้ตะกอนนอนก้นเร็วขึ้น การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับหม้อไอน้ำที่มีความดันใช้งานสูงกว่า 250 ปอนด์/ตารางนิ้ว

1.3 วิธีการแลกเปลี่ยนประจุ

คือการใช้สารเคมีสังเคราะห์ชนิดพิเศษ สำหรับแลกเปลี่ยนประจุบวกและประจุลบกับสิ่งเจือปนในน้ำ สารเคมีสังเคราะห์ชนิดพิเศษนี้จะเรียกว่า เรซิน (resin)

การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยเรซินมีดังนี้

- Ion exchange resin มีลักษณะ (ดังรูปที่ 2) เป็นการใช้เรซินชนิดแลกเปลี่ยนประจุบวกอย่างเดียว บางครั้งเรียกการปรับปรุงน้ำวิธีนี้ว่า การทำน้ำอ่อน เรซินชนิดนี้จะดึงประจุบวกของสารที่ละลายอยู่ออกจากน้ำ ทำให้สารชนิดนั้นไม่สามารถจับตัวเป็นตะกรันได้



รูปที่ 2. แสดงเครื่องกรองน้ำแบบเรซิน.

เรซินสามารถขจัดสารละลายที่เจือปนได้ดังสมการต่อไปนี้

Ion-exchangers + Temporary hard → Ion-exchangers + Soluble ingredient

$R(-SO_3Na)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow + R(-SO_3)_2Ca + 2Na(HCO_3)$

$R(-SO_3Na)_2 + Mg\,SO''_4 \rightarrow + R(-SO_3)_2Mg + Na_2SO_4$

$R(-SO_3Na)_2 + Ca\,SO''_4 \rightarrow + R(-SO_3)_2Ca + Na_2SO_4$

เมื่อเรซินใช้งานไปนาน สิ่งเจือปนจะจับรอบเรซินทำให้ประสิทธิภาพการกรองของเรซินลดลง ต้องล้างเรซินด้วยเกลือเพื่อไล่ Ca หรือ Mg ที่จับเรซินอยู่ออกไปดังสมการ

Ion-exchangers + Salt or sea water Ion-exchangers + Blowdown

$R(-SO_3)_2 + Mg + 2NaCl \rightarrow R(-SO_3Na)_2 + MgCl_2$

$R(-SO_3)_2 + Ca + 2\,NaCl \rightarrow R(-SO_3Na)_2 + CaCl_2$

เกลือที่ใช้ล้างเรซินเป็นเกลือแกงธรรมดาผสมน้ำแล้วกรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำเกลือ ข้อควรระวังอย่าให้น้ำมันผสมในน้ำเกลือ เพราะน้ำมันจะไปเคลือบเรซินทำให้การทำความสะอาดเรซินไม่ได้ผล

- การกำจัดด่าง (dealkaly) เป็นการใช้เรซินชนิดแลกเปลี่ยนประจุลบเพื่อใช้กำจัดความเป็นด่างที่มีมากไป ปกติมักจะติดตั้งไว้หลังถังกรองเรซินชนิดแลกประจุบวก

- ดีมิเนอรัลไลเซชัน (demineralization) เป็นการใช้เรซินชนิดแลกเปลี่ยนประจุบวกและประจุลบกับสิ่งเจือปนในน้ำ ทำให้สามารถขจัดสิ่งเจือปนในน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงคุณภาพน้ำวิธีนี้อาจจะใช้เรซินที่กำจัดประจุบวกและประจุลบอยู่ในถังเดียวกันซึ่งเรียกว่า mixed-bed exchange หรือแยกเป็นตัวกรองประจุบวกกับถังกรองประจุลบก็ได้ บางครั้งใช้เรซินชนิดกำจัดซิลิกาใส่เข้าไปในระยะปรับปรุงคุณภาพน้ำอีกถังก็ได้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยวิธีนี้สามารถลดปริมาณสารละลายในน้ำลงเหลือ 0-20 ppm.

1.4 วิธีการกำจัดแก๊ซละลายน้ำ (deaeration)

เป็นการกำจัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ หม้อไอน้ำมีทิศทางเปิดสู่บรรยากาศภายนอกหลายทางทำให้มีการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศให้กับน้ำอยู่เสมอ การกำจัดออกซิเจนด้วยสารเคมี เช่น โซเดียม-ซัลไฟต์ หรือไฮดราซินอาจแพงไป ดังนั้นใช้เครื่องดีแอเรเตอร์จะประหยัดกว่าและไม่ยุ่งยาก โดยมีลักษณะเป็นหม้ออุ่นน้ำเลี้ยงที่ให้เป็นดีแอเรเตอร์ วิธีการกำจัดออกซิเจนวิธีนี้ทำโดยให้น้ำที่จะป้อนเข้าหม้อไอ

น้ำมีอุณหภูมิสูง 180-200 ํฟ. ซึ่งที่อุณหภูมิดังกล่าวออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อย

2. การปรับปรุงคุณภาพน้ำภายในหม้อน้ำ

แม้จะมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเติมเข้าหม้อไอน้ำไปครั้งหนึ่งแล้วก็ตาม น้ำภายในหม้อไอน้ำจะถูกต้มระเหยกลายเป็นไอเรื่อยๆ ทำให้ความเข้มข้นของสารเจือปนต่างๆ เพิ่มขึ้น จึงจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำภายในหม้อไอน้ำโดยการนำเอาน้ำที่โบลดาวน์ (เปิดให้ไอน้ำหรือน้ำก้นหม้อทิ้ง ใช้เวลา 1-2 นาที) ไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสิ่งเจือปนต่างๆ ว่าเพิ่มขึ้นเกินปริมาณที่ยอมให้มี ถ้าเกินก็สามารถปรับปรุงคุณภาพภายในหม้อไอน้ำได้ 2 วิธีคือ

2.1 โดยการเติมสารเคมี ในการปฏิบัติทั่วไปจะเติมสาร "คอลลอยด์ (colloid)" ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติแขวนลอยในน้ำโดยไม่ตกตะกอน เช่น พวกแทนนิน ที่สกัดได้จากเม็ดฝ้าย เมื่อความกระด้างทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่ใส่ เกิดเป็นตะกอนหินปูน ตะกอนจะไปเคลือบที่ผิวของคอลลอยด์แทนที่จะไปจับท่อกลายเป็นตะกรัน คอลลอยด์เมื่อถูกหินปูนมาจับมากจะมีขนาดใหญ่และตกลงข้างล่าง เราจะสามารถเปิดน้ำก้นหม้อไอน้ำทิ้งไปได้

ในบางครั้งก็มีการเติมโซดาแอชด้วยปริมาณมากพอจะป้องกันการเกิดตะกรันได้ แต่จะต้องควบคุมการเติมสารเคมีที่มีอยู่ในรูปของสารละลายในหม้อไอน้ำด้วยความระมัดระวัง

2.2 โดยการโบลดาวน์ การถ่ายน้ำใต้หม้อไอน้ำบ่อยๆ จะช่วยให้สิ่งเจือปนในหม้อไอน้ำบางชนิดที่ตกตะกอนถูกกำจัดออกก่อนที่จะไปทำปฏิกิริยาเป็นตะกรัน

การเกิดตะกรันในหม้อไอน้ำ

ถ้าไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่จะเติมหม้อไอน้ำ จะเกิดตะกรันในหม้อไอน้ำได้เมื่อน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวรตกตะกอนไปสัมผัสกับพื้นผิวที่ร้อน น้ำกระด้างชั่วคราวจะตกตะกอนที่อุณหภูมิมากกว่า 160 ํฟ. ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่เท่าใดก็ตาม ส่วนน้ำกระด้างถาวรจะตกตะกอนก็ต่อเมื่อมีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่สูง

เท่านั้น เช่น แคลเซียมซัลเฟตจะตกตะกอนเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 180 ส่วนในแสนส่วน

ที่อุณหภูมิต่ำและความเข้มข้นของเกลือน้อย ตะกรันจะเกิดจากน้ำกระด้างชั่วคราว เช่น หม้อไอน้ำที่ใช้มีเกลือละลายอยู่น้อยกว่า 300 ส่วนในแสนส่วน หินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) แมกนีเซียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์จะทำให้เกิดตะกรันเป็นแผ่นหนาจับพื้นผิวที่ร้อน ในตอนแรกจะเกิดเป็นตะกรันแผ่นบางๆ ก่อน จากนั้นเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำก็จะมาจับกับผลึกของตะกรันเดิมพอกหนาขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่างๆ ได้แก่

1. ถ้าตะกรันจับท่อทางออก จะลดปริมาณไอน้ำที่จะออกจากหม้อไอน้ำ

2. ตะกรันที่จับท่อน้ำหรือท่อไฟจะทำให้เกิดการบวมของท่อ อีกทั้งจะทำให้การกลายเป็นไอน้ำลดลง

3. จะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากขึ้น

4. ตะกรันบางส่วนที่ติดไปกับไอน้ำแล้วไปจับที่ใบพัดของกังหันไอน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

ปัญหาอื่นๆ ที่เกิดจากน้ำ

น้ำที่ใช้กับหม้อไอน้ำจะก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับตะกรัน สิ่งแปลกปลอม และการกัดกร่อนภายในหม้อไอน้ำ นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้วน้ำที่ใช้ยังก่อให้เกิดปัญหาภายในหม้อน้ำได้ดังนี้

1. การเกิดน้ำปะทุ และน้ำเป็นฟองในหม้อไอน้ำ

น้ำปะทุภายในหม้อไอน้ำ หมายถึง ลักษณะการเดือดอย่างรุนแรง และความผิดปกติของน้ำภายในหม้อไอน้ำ จะทำให้ระดับน้ำของหม้อไอน้ำแปรปรวนมาก ทำให้การควบคุมระดับน้ำของหม้อไอน้ำทำได้ยาก การปะทุยังเป็นเหตุให้น้ำกระเด็นเป็นฝอยและหลุดไปปะปนกับไอน้ำ ทำให้น้ำติดไปกับไอน้ำมากขึ้น

น้ำเป็นฟองภายในหม้อไอน้ำ หมายถึงการเกิดเป็นฟองขนาดเล็กมากมายขึ้นบนผิวน้ำ คล้ายกับฟองของผงซักฟอกในอ่างซักผ้า ปัญหาการเกิดฟองจะรุนแรงน้อยกว่าการเกิดน้ำปะทุ แต่ก่อให้เกิดความยุ่งยากในลักษณะเดียวกัน คือ ทำให้ไอน้ำสกปรก เนื่องจากฟองที่เกิดขึ้นหลุดติดไปกับไอน้ำ

สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำปะทุและน้ำเป็นฟองมีดังนี้

1. น้ำที่ใช้มีสิ่งสกปรก เช่น น้ำมันพืช สิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

2. น้ำที่ใช้มีสารละลายใน

น้ำสูง เช่น การระบายน้ำทิ้งน้อยเกินไป มีค่าความเป็นด่างสูงเกินไป มีสารเคมีห้ามสนิมหรือห้ามตะกรันมากเกินไป

2. การเกิดแครีโอเวอร์ในหม้อไอน้ำ

แครีโอเวอร์ คือ การมีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในน้ำ เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในหม้อไอน้ำได้ เนื่องจากมีการสัมผัสโดยตรงระหว่างละอองน้ำเดือดกับไอน้ำ หรือไอระเหยของสารกับไอน้ำ สำหรับกรณีหลัง เกิดขึ้นเฉพาะกับหม้อไอน้ำ ที่มีความดันสูงมากกว่า 600 psi (ปอนด์/นิ้ว^2) ดังนั้นแครีโอเวอร์จึงแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แครีโอเวอร์ที่เกิดจากละอองน้ำ เกิดขึ้นจากละอองน้ำที่กระเด็นขึ้นจากผิวน้ำที่เดือดภายในหม้อไอน้ำสัมผัสกับไอน้ำที่มีอยู่ทำให้ละอองน้ำติดไปกับไอน้ำ ถ้าละอองน้ำมีพวกสารไบคาร์บอเนต หรือตะกอนของแข็ง เช่น ทราย ก็จะทำให้เกิดผลเสียแก่อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

2.2 แครีที่เกิดจากไอระเหยของสารจะเกิดขึ้นเฉพาะกับหม้อไอน้ำที่มีความดันสูงกว่า 600 psi (ปอนด์/นิ้ว^2) ที่ความดันสูง อุณหภูมิของน้ำจะสูงด้วย ถ้าสูงพอทำให้สารละลายในน้ำ เช่น ซิลิกา เกิดการระเหยกลายเป็นก๊าซ ทำให้เกิดพัดพาเข้าไปกับไอน้ำ ก่อให้เกิดปัญหากับอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ เช่น กังหันเทอร์ไบน์ เป็นต้น

สาเหตุที่ทำให้เกิดแครีโอเวอร์มีดังนี้

1. การเกิดน้ำปะทุและน้ำเป็นฟอง
2. หม้อไอน้ำถูกใช้งานผลิตไอน้ำสูงกว่าที่ออกแบบไว้
3. ระดับน้ำในหม้อไอน้ำสูงเกินไป
4. ไม่มีการแยกน้ำที่กลั่นตัวแล้วออกจากถังพักไอ
5. มีการเอาไอน้ำไปใช้อย่างกระทันหันจนไม่สามารถผลิตไอน้ำได้ทัน ทำให้ละอองน้ำหลุดออกไปด้วย

โดยทั่วไปหม้อไอน้ำจะผลิตไอน้ำตลอดเวลา แต่หากการนำไอ-น้ำไปใช้ไม่แน่นอน ดังนั้น เมื่ออัตราการนำไอน้ำไปใช้น้อยกว่าอัตราผลิตไอน้ำส่วนที่เหลือจะถูกเก็บไว้ในส่วนเก็บไอน้ำภายในหม้อไอน้ำ ขนาดของส่วนเก็บไอน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบหม้อไอน้ำ แต่หม้อไอน้ำที่ใช้คนควบคุมระดับน้ำในหม้อไอน้ำ ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำจะมีความสำคัญที่จะรักษาส่วนเก็บไอน้ำให้มากหรือน้อยได้ โดยการควบคุมปริมาณน้ำที่ส่งเข้าหม้อไอน้ำ

บรรณานุกรม

พฤกษ์ธาราธิกูล, วิชัย และคณะ. 2539. คู่มือควบคุมหม้อไอน้ำ. กองความปลอดภัยโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

ฟักผลงาม, สมรวดี. 2526. เคมีพื้นฐาน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

ศศิวิมลพันธ์, สุชัย. 2526. เทคโนโลยีไอน้ำ. หจก. ภาพพิมพ์. กรุงเทพฯ.

สมาคมสิ่งแวดล้อมไทย. 2537. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. กรุงเทพฯ.

หงส์พิพัฒน์, ธีระ. 2539. การควบคุมหม้อไอน้ำ. กองความปลอดภัยโรงงาน. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

10 วิธี บรรเทาปัญหา โลกร้อน

นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

10 วิธีบรรเทาปัญหาโลกร้อน และการแก้ไข

(ต่อจากฉบับที่แล้ว)

เมื่อฉบับก่อนได้เสนอวิธีการต่าง ๆ ในการบรรเทาปัญหาโลกร้อนขึ้นไปแล้ว 5 วิธี ดังนั้น อีก 5 วิธีที่เหลือมีดังต่อไปนี้ คือ

6. หาที่ทิ้งก๊าซเสียให้เหมาะสม

นอร์เวย์ เป็นประเทศหนึ่งที่พยายามจะหาแหล่งอื่นในการทิ้งก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ (CO_2) โดยการหลีกเลี่ยงไม่ปล่อยออกไปในอากาศ เนื่องจากมีการเริ่มเก็บภาษีการปล่อยสารพิษ

ดังเช่น บริษัทน้ำมันแห่งหนึ่งของนอร์เวย์ คือ บริษัท Statoil ซึ่งมีการผลิตก๊าซ CO_2 ออกมาและต้องกำจัดทิ้งถึงปีละ 1ล้านตัน แต่เดิมบริษัทนี้ใช้วิธีสูบปล่อยขึ้นไปในอากาศ แต่เมื่อปี ค.ศ. 1997 รัฐบาลนอร์เวย์ได้เริ่มเก็บภาษีการปล่อยสารพิษ ทำให้อุตสาหกรรมต้องเริ่มหวนคิดถึงการกำจัดก๊าซเสียและสารพิษที่เหมาะสมกว่าเดิม

บริษัท Statoil จึงคิดค้นวิธีในการกำจัด CO_2 ที่มีปะปนอยู่ในก๊าซธรรมชาติ โดยการปั๊มก๊าซธรรมชาติลงไปในท่อสู่ใต้ทะเลที่มีความลึก 115 เมตร ภายในท่อนี้จะมีเศษเหล็กเล็ก ๆ (steel pellets) อยู่ เมื่อก๊าซลอยตัวขึ้นก็จะสวนทางกับสารละลายอามีน (Amine) ซึ่งอยู่ในลักษณะของไหลและค่อย ๆ ไหลลงไป อามีนนี้จะเป็นตัวดึง CO_2 ออกมาจากก๊าซธรรมชาติ และเมื่อของไหลจมลงไปถึงก้นท่อ ก็จะมีการปล่อยความดันออกมา ทำให้ CO_2 กลายเป็นฟองแยกตัวออกมาจากสารละลาย แล้วถูกดันกลับสู่ก้นทะเลตามท่อเหล็กซึ่งเจาะลงไปในพื้นก้นทะเลถึงครึ่งไมล์ ผ่านชั้นดินดานไปจนถึงชั้นหินทรายที่มีรูพรุน และมีความหนาถึง 700 ฟุต จากนั้น จะมีการฉีด CO_2 ออกจากรูเล็ก ๆ ของท่อเหล็ก เข้าสู่ชั้นหินทราย

CO_2 เหล่านี้จะเข้าไปแทนที่น้ำทะเลที่ขังอยู่ในรูพรุนของหินทราย และมีบางส่วนที่ละลายไปกับน้ำหรือทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปฟองอากาศขนาดใหญ่ แล้วค่อย ๆ ลอยขึ้นแผ่ขยายอยู่ใต้ชั้นหินดินดาน ซึ่งกระบวนการนี้จะใช้เวลานับเป็นร้อย ๆ ปี ชั้นหินดินดานเหล่านี้ จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนฝาจุกที่สกัดกั้น CO_2 ไว้ไม่ให้ไหลออกมา

อย่างไรก็ตาม โดยหลักความจริงแล้ว CO_2 ไม่ได้มีอยู่เฉพาะตามแหล่งขุดเจาะน้ำมันแต่เพียงที่เดียว หากแต่พบได้โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นโรงงานไฟฟ้าหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนั้นวิธีกำจัด CO_2 ของบริษัท Statoil จึงเป็นโครงการตัวอย่างทางด้านเทคโนโลยีที่น่าสนใจสำหรับการจัดการกับ CO_2 ในปริมาณมาก ๆ

นอกจากการใช้ชั้นหินทรายใต้ทะเลเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซ CO_2 แล้ว ยังมีการวิจัยทั้งในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ที่พุ่งความ

สนใจไปในการกักเก็บก๊าซ CO_2 ไว้ในท้องทะเล โดยอาศัยสมมุติฐานที่ว่า น้ำทะเลน่าจะรับ CO_2 ไว้เพิ่มได้อีกจากที่มีปริมาณ CO_2 ในน้ำทะเลอยู่แล้ว และคิดเป็นปริมาณที่มากกว่าในบรรยากาศถึง 60 เท่า

ทั้งญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา มีแนวทางการวิจัยที่คล้ายคลึงกันคือ วิธีการทิ้ง CO_2 ลงในทะเลนี้ เหมาะกับอุตสาหกรรมทั้งหลายที่มีโรงงานตั้งอยู่ริมชายฝั่งทะเล จากแนวคิดดังกล่าว ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และนอร์เวย์ จึงมีโครงการวิจัยร่วมกันซึ่งจะเริ่มในปี ค.ศ. 2000 ที่จะมาถึงนี้เพื่อทดลองทิ้ง CO_2 จำนวนหลายร้อยตันลงในทะเล ที่ความลึกหลายพันฟุต ขณะเดียวกัน ก็จะศึกษาอันตรายสำคัญของ CO_2 ที่อาจมีผลกระทบทำให้น้ำรอบ ๆ ท่อเกิดเป็นกรดขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม นักวิจัยต่างเชื่อว่า วิธีนี้น่าจะให้ผลดีกว่าการทิ้งคาร์บอนลงไปในดินโดยตรง หรือปล่อยก๊าซ CO_2 ให้ล่องลอยไปในบรรยากาศ และตกสู่แหล่งน้ำหรือพื้นดินในที่สุด

7. ใส่ปุ๋ยให้แก่มหาสมุทร

กรณีนี้เป็นการศึกษาจากแนวคิดริเริ่มของนักวิทยาศาสตร์ของบริษัท สปริงฟิลด์ (Springfield) หมู่เกาะมาร์แชล ในมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ซึ่งมีประชากรในราว 58,000 คน อาศัยอยู่บนเกาะที่มีขนาดพื้นที่ 70 ตารางไมล์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยเพียง 7 ฟุต ซึ่งเสี่ยงต่อการถูกน้ำท่วม อันเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นเพราะโลกร้อน ดังนั้น หมู่เกาะมาร์แชล จึงเป็นหนึ่งในประเทศกลุ่มแรก ๆ ที่ลงนามในข้อตกลงที่กรุงริโอเดอจาเนโร

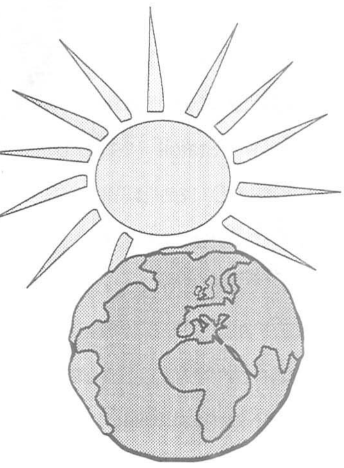
นอกจากจะลงนามในข้อตกลงดังกล่าวแล้ว หมู่เกาะ มาร์แชล ยังได้พยายามหาวิธีการช่วยเหลือตัวเอง โดยทำสัญญากับบริษัท Springfield แห่งสหรัฐอเมริกา ในการดำเนินการโครงการ ที่เรียกว่า Ocean Farming หรือการใส่ปุ๋ยให้กับทะเล ปุ๋ยที่ใส่คือธาตุเหล็ก เพื่อให้ไฟโตแพลงก์ตอน (phytoplankton) ในท้องทะเลเจริญเติบโต ขยายพันธุ์มากขึ้น และพืชเหล่านี้ จะดูดซับ CO_2 ได้มากขึ้น และในท้ายสุด มวลชีวภาพดังกล่าวนี้จะจมลงสู่ก้นทะเลพร้อมกับคาร์บอน ขณะนี้ได้มีการทดลองดังกล่าว ในทะเลใต้มหาสมุทรแอนตาร์กติก เกาะกาลาปาโกส อ่าวเม็กซิโก รวมทั้งที่หมู่เกาะมาร์แชล

อย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้นกับการทดลองดังกล่าวคือ เหล็กส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่รวมกับออกซิเจน หรือ เหล็กออกไซด์ ซึ่งเมื่อตกตะกอนแล้ว จะจมลงสู่ก้นทะเลก่อนที่พืชจะสามารถใช้ประโยชน์ได้ Micheal Markels ผู้แทนจากบริษัท Springfield ได้คิดค้นวิธีในการป้องกันปฏิกิริยาดังกล่าว โดยการนำ lignic acid ซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากการทำกระดาษ มาทำปฏิกิริยากับเหล็ก แล้วห่อหุ้มด้วยเกล็ดขี้ผึ้งเล็กๆ เมื่อเกล็ดขี้ผึ้งที่มีเหล็กอยู่ภายในกระจายไปในทะเล เหล็กจะค่อย ๆ โผล่ออกมาจากขี้ผึ้งช้า ๆ ขณะเดียวกัน lignic acid ก็จะป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดการออกซิเดชันขึ้น

การคิดค้นวิธีนี้ เป็นแผนทางการตลาดอย่างหนึ่งที่เสนอขึ้นมาบรรเทาปัญหาโลกร้อน แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีข้อสงสัย ที่ยังไม่ได้มีการวิจัย พิสูจน์ อีกหลายประการ เช่น ถ้าใส่ปุ๋ยให้กับท้องทะเลในพื้นที่อื่นๆ จะได้ผลเช่นเดียวกันหรือไม่ ปริมาณคาร์บอนที่แพลงก์ตอนดูดซับไว้ แล้วจมลงสู่ก้นทะเลนั้น มีปริมาณมากน้อยเท่าใด และยังไม่มีการทำวิจัยว่าการใส่ปุ๋ยลงในทะเลนี้ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร เนื่องจากแพลงก์ตอนที่เน่าเปื่อยจะทำให้น้ำสูญเสียออกซิเจน และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ ได้ เช่น ปะการัง ดังนั้น ถ้ามีการวิจัยให้ลึกซึ้งมากกว่านี้ ก็อาจจะได้คำตอบที่แน่นอน และสามารถตัดสินได้ว่า เป็นวิธีการที่เหมาะสมหรือไม่

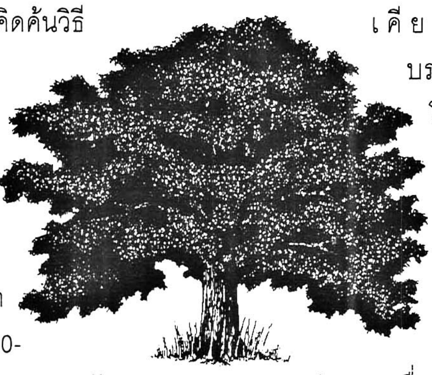
8. หาทางบดบังแสงอาทิตย์

S.S. Penner อดีตผู้อำนวยการศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียแห่งแซนดิเอโก ได้เสนอแนะวิธีบรรเทาปัญหาโลกร้อนวิธีหนึ่ง คือ การปล่อยบอลลูนขนาดความกว้าง 2,000 ฟุต จำนวน 9 ล้านลูก ขึ้นไปสู่วงโคจรเพื่อบดบังแสงอาทิตย์บางส่วนไว้ แต่เมื่อมา



คิดคำนวณคร่าว ๆ แล้ว พบว่า จะใช้ต้นทุนสูงมาก เพียงค่าส่งบอลลูนขึ้นแต่เพียงอย่างเดียวก็คิดเป็นเงินถึง 315 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ-

อเมริกาแล้ว ดังนั้นโครงการนี้จึงเป็นเพียงความฝัน อย่างไรก็ตาม Penner ก็ไม่ย่อท้อ เขาคิดค้นวิธีการใหม่ โดยเสนอว่า ถ้าส่งอนุภาคเล็ก ๆ ขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศรอบนอกของโลกระหว่าง 40,000-100,000 ฟุต อนุภาคดังกล่าวซึ่งมีขนาดครึ่งไมครอนและมีสมบัติเป็นวัสดุสะท้อนแสง จะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกได้



วิธีการส่งอนุภาคดังกล่าวขึ้นไปในอากาศอาจทำได้หลายวิธี หรืออาจใช้เขม่าซึ่งเป็นอนุภาคเล็ก ๆ อันเกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องบินไอพ่นก็ได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ได้อนุภาคถึง 15 ล้านตัน โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายมากนัก

อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ก็ยังมีอุปสรรคตรงที่ว่า เครื่องบินไอพ่นพาณิชย์ปัจจุบันมีชั่วโมงบินที่อยู่ในระดับที่สูงกว่า 40,000 ฟุต ไม่มากนัก และอนุภาคดังกล่าวก็ไม่สามารถลอยวนอยู่ในชั้นบรรยากาศตอนบนนานเท่าที่ควร เนื่องจากจะมีแต่เครื่องบินบินกันขวักไขว่ไปหมด

หลักการของภูเขาไฟ ก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่นักค้นคว้าทดลองหวนฉุกคิด เนื่องจากข้อมูลที่ว่าการระเบิดของภูเขาไฟ พินาตูโบ (Pinatubo) ใน ปี ค.ศ. 1991 ซึ่งพ่นผงฝุ่นกำมะถันขึ้นไปสูงถึง 70,000 ฟุต ได้ทำให้โลกเย็นลงเกือบ 10°ฟ. ดังนั้น หากมีภูเขาไฟที่คล้าย พินาตูโบพ่นหมอกควันขึ้นไปทุก ๆ 2 ปี ก็เท่ากับว่า ได้ช่วยลดความร้อนของโลกที่เกิดจาก CO_2 ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ความยากลำบากก็คือ มนุษย์จะสร้างปรากฏการณ์ที่เหมือนภูเขาไฟขึ้นได้อย่างไร และที่แน่นอนก็คือ จะป้องกันปัญหา ของผลกระทบข้างเคียงที่เกิดขึ้นกับบรรยากาศในชั้นนอกโลกได้อย่างไร อีกทั้ง อนุภาคอาจมีส่วนทำลายโอโซนได้ นอกจากนั้น จากการศึกษาของ NASA ยังค้นพบว่า เขม่าจากเครื่องบินไอพ่น จะลอยไปจับกลุ่มอยู่กับเมฆบางๆ ในระดับสูง และเมฆบางๆ เหล่านั้นจะทำให้โลกค่อยๆ ร้อนขึ้น คือ เปรียบเสมือนตัวสะท้อนความร้อนให้กลับสู่โลกได้มากกว่าที่จะสะท้อนแสงอาทิตย์กลับขึ้นไปบนบรรยากาศ

ดังนั้น การนำเสนอวิธีการจึงเป็นเพียงการชี้แนะถึงทางเลือกอีกทางหนึ่ง แต่เส้นทางนั้น จะพาเราไปพบกับอะไร ก็ยังไม่มีผู้ใดสามารถล่วงรู้ได้แน่นอน นอกจากจะต้องทำการศึกษาดูให้ถ่องแท้เสียก่อนเท่านั้น

9. สร้างเขื่อนกั้นทะเล

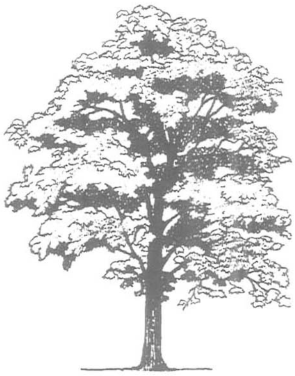
ได้มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาโดย การนำหลักทฤษฎีทางภูมิศาสตร์ของโลกเข้ามาช่วย นั่นคือ ปรับสภาพภูมิอากาศของโลกให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดยการสร้างเขื่อนกั้นทะเลขึ้นที่บริเวณช่องแคบยิบรอลตาร์ Robert Johnson ศาสตราจารย์พิเศษผู้เคยทำงานในบริษัท Honeywell และมหาวิทยาลัย มินเนสโซตา เป็นผู้เสนอความคิดนี้ ในทัศนะของเขามีความเห็นว่าความร้อนทำให้น้ำระเหยจากมหาสมุทรมากขึ้น ดังนั้นโลกจะมีฝนตกมากขึ้น หรือในบางพื้นที่ เช่น แคนาดา และกรีนแลนด์ หยดน้ำเหล่านี้อาจกลั่นตัวกลายเป็นหิมะ ทำให้เกิดเป็นธารน้ำแข็งขึ้นได้ และ ละลายอย่างไม่หยุดยั้งในท้ายสุด

จากความแปรปรวนระหว่างกระแสน้ำอุ่น กระแสน้ำเย็น และการระเหยตัวของน้ำ ทำให้สภาพภูมิอากาศเกิดการแปรปรวน และการไหลของน้ำก็เกิดความเปลี่ยน-แปลงอย่างใหญ่หลวงด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะบริเวณเมดิเตอร์เรเนียน มีการค้นพบว่า การไหลของน้ำจืดลงสู่ทะเลเมดิเตอร์เรเนียนนั้นลดน้อยลง น้ำทะเลเมดิเตอร์เรเนียนจึงมีความเค็มและหนาแน่นขึ้น ทำให้ไหลออกสู่ช่องแคบยิบรอลตาร์มากขึ้น กระแสน้ำใกล้เคียงบริเวณนั้นจึงเกิดความแปรปรวน มีการระเหยของน้ำมากขึ้น และพัดพาพายุหิมะให้ไหลกลับไปทางทิศ ตะวันออกของแคนาดา ทำให้แผ่นก้อนน้ำแข็งไหลลงสู่ทางใต้

ดังนั้นการเสนอให้มีการสร้างเขื่อนระหว่างประเทศสเปนและมอร็อคโค จึงเป็นการชะลอกระแสน้ำที่จะไหลออกมาจากทะเลเมดิเตอร์เรเนียน เพื่อบรรเทาความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ โดยลดการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำ ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องใหญ่ และจำเป็นจะต้องมีการศึกษากันต่อไปเช่นกัน

10. ไม่ต้องทำอะไรเลย

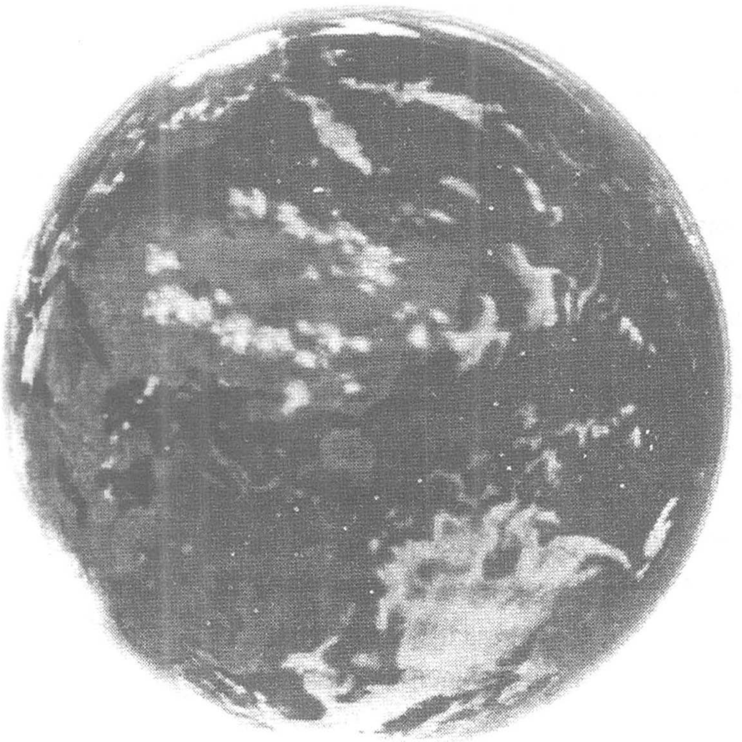
วิธีการนี้อาจจะเป็นแนวคิดของกลุ่มคนที่ค่อนข้างจะมองโลกในแง่ดี และไม่มีความตระหนกแตกตื่น



ไปกับปัญหาที่เกิดขึ้น กล่าวกันว่า นักวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา บางกลุ่ม ไม่เห็นว่าปัญหาโลกร้อน เป็นปัญหาที่สำคัญ และมีความเห็น ว่า ปัญหาเรื่องโลกร้อน เป็นประเด็น ที่ต่างคนต่างพูดกัน แต่ยังไม่มี ข้อมูลและหลักฐานที่สามารถยืนยัน ได้ชัดเจน นักวิทยาศาสตร์บางคน ถึงกับกล่าวว่า "เรื่องปัญหาโลกร้อน นั้นเป็นแค่เรื่องนิทานที่เล่ากันมา เท่านั้น" อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์กลุ่มที่มองโลกในแง่ดี นั้นมีความเห็นว่า โลกสามารถมีสภาวะที่ร้อนขึ้นได้จริง แต่จะเกิดขึ้นเมื่อใด หรือเริ่มแล้วหรือยัง ก็ยังไม่มีผู้ใดสามารถพิสูจน์ได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงๆ จะเป็นอย่างไร ก็ไม่สามารถยืนยันได้ บางทีมันอาจจะไม่มีผลอะไรเลยก็ได้ หรือผลกระทบของปัญหาโลกร้อน อาจมีทั้งกลุ่มที่ได้รับประโยชน์และกลุ่มที่เสียประโยชน์ เช่น ไร่นาพืชผลในสหรัฐอเมริกา อาจมีความอุดมสมบูรณ์อันเนื่องจากดินฟ้าอากาศ ทำให้ผลผลิตดีขึ้น ขณะเดียวกัน อาจเกิดความแห้งแล้งขึ้นในแอฟริกา หรือยุโรปทางเหนือหนาวจัด ซึ่งฝ่ายใดจะได้ ฝ่ายใดจะเสีย ก็ยังไม่ชัดเจนแน่นอน เพราะฉะนั้นการไม่ลงทุนแก้ปัญหา แต่คาดหวังในสิ่งดีๆ ที่จะเกิดขึ้น จึงอาจเป็นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดก็ได้

10 วิธีบรรเทาปัญหาโลกร้อน ล้วนเป็นแง่มุมที่น่าสนใจจากหลากหลายทัศนะ ซึ่งบางเรื่องอาจเป็นการแก้ปัญหาที่กระทำได้ง่ายๆ ขณะที่บางเรื่อง เป็นการลงทุนมหาศาล ที่ประเทศร่ำรวยจริงๆ เท่านั้นจึงจะทำได้ ทั้งหมดนี้เป็นวิธีการที่นำเสนอขึ้นมา ทั้งเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาและเพื่อให้ข้อคิดว่า ปัญหาที่แท้จริงนั้นเป็นอย่างไร ดูเหมือนว่า หลายๆ วิธีการ ยังต้องการการค้นคว้าศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้คุ้มค่าแก่การลงทุนในการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

เรียบเรียงจากบทความ Carbon Cuts and Techno-Fixes : 10 things to do about the Greenhouse Effect (Some of which aren't crazy). *วารสาร Discover*, มิถุนายน 1998.



THAI HERB TODAY CO., LTD.
บริษัท ไทยเฮิร์บทูเดย์ จำกัด

TO-DAY ผู้ผลิต และจำหน่าย

แป้งสมุนไพรทู-เดย์
พอกหน้าได้ด้วยตนเองง่าย ๆ
ทุกวัน ๆ ละ 1-2 เวลา เป็นสมุนไพรธรรมชาติบริสุทธิ์
ไม่มีสารเคมีเจือปน ถนอมผิวบอบบาง ใช้ได้ทุกสภาพผิว
ไม่มีผลข้างเคียง ขจัดผิวที่กร้านแดด กร้านลม
ฝ้า, สิวเสี้ยน, สิวหัวหมอง (ผสมน้ำแต้มหัวสิว)

ขจัดสิว, ฝ้า, สิวเสี้ยน, หน้ามัน
ใช้ทาแทนแป้งทั่วไปเป็นประจำผิวจะนวลเนียน
ทาก่อนนอน เทแป้งใส่ฝ่ามือผสมน้ำลูบไล้เบา ๆ
แป้งจะซึมเข้าผิวหนัง เพื่อขจัดเซลล์ตาย
ใบหน้าจะดูอ่อนวัย ใช้ทาที่อับชื้น จะรู้สึกสบาย

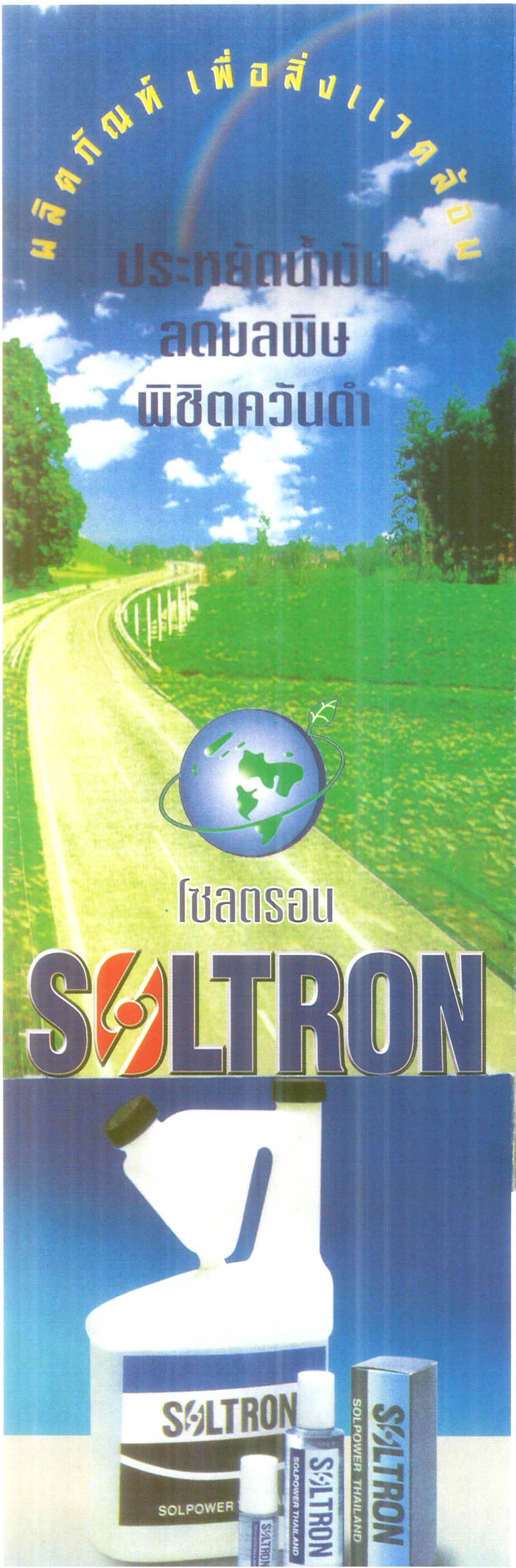
โลชั่นน้ำผลไม้
(ป้องกันแดด)

โลชั่นน้ำผลไม้
ล้างหน้า ถนอมผิว
ใช้ครั้งเดียวทราบถึงคุณภาพ

อาหารเสริมผิว ขมิ้นอัดเม็ด
กระชับกล้ามเนื้อ ไม่หย่อนยาน (เหมาะกับสตรีแม่บ้าน)
รับประทานปริมาณให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย
จะเห็นผลภายใน 20 วัน รับประทานวันละ 2 ครั้ง ๆ ละ 5 เม็ด
เช้า-เย็นติดต่อกันสม่ำเสมอ ในกรณีสตรีแม่บ้าน ต้องการประหยัด
เพราะรับทานระยะยาว ลดจำนวนเม็ดได้ตามแต่สุขภาพและวัย
ของท่านโดยสังเกตได้ด้วยตนเอง

เสริมสร้างผิวพรรณให้นวลเนียน (ปราศจากจุดด่างดำ)

970/11 ปากซอยสุขพิทักษ์ ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) แขวงบางนา เขตพระโขนง กรุงเทพ ฯ 10260
โทร. 7465792-3 แฟกซ์ 7465765



โซลตรอน
SOLTRON

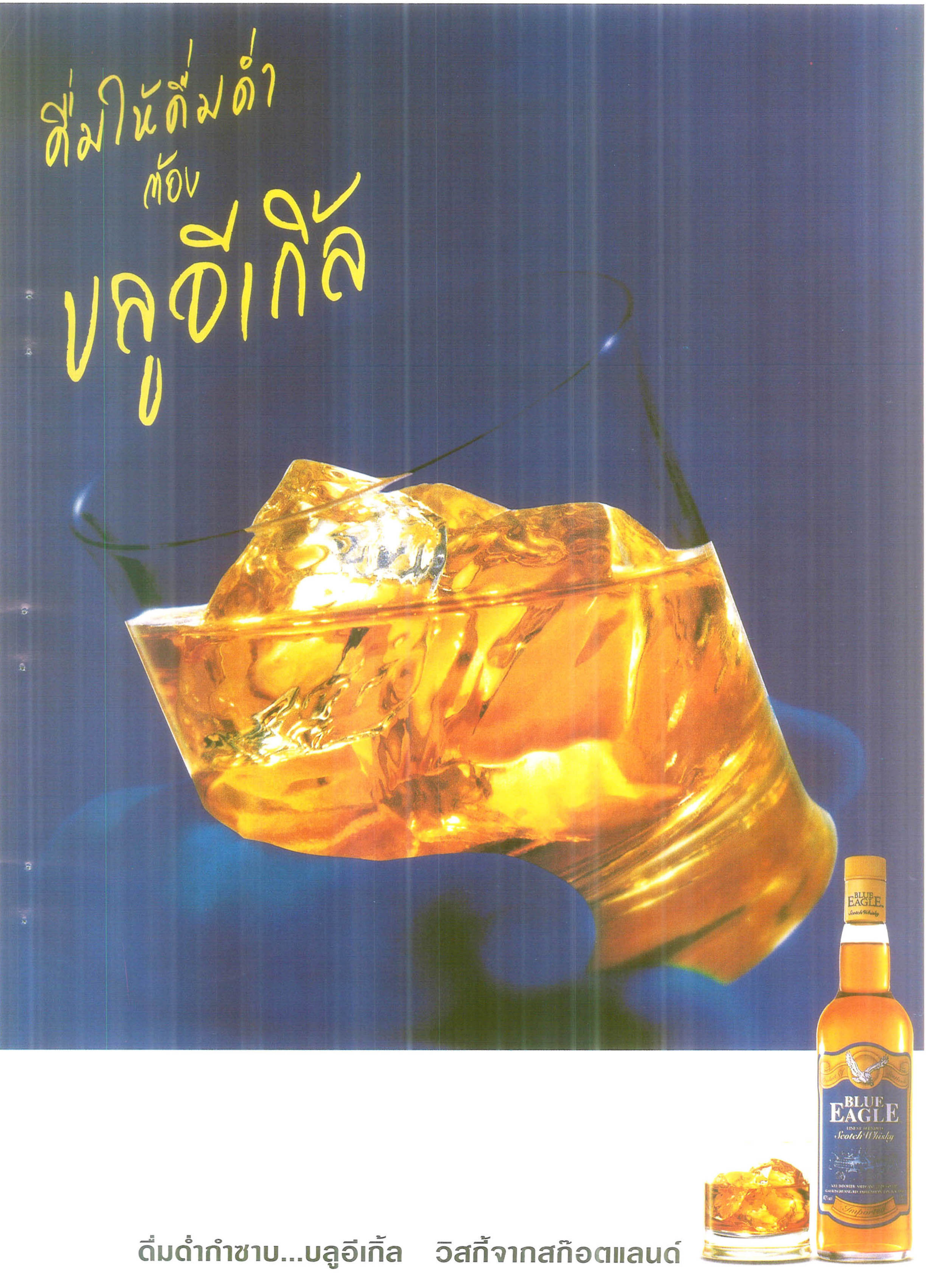
โซลตรอน คือ อะไร ?

โซลตรอน (SOLTRON) เป็นผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพล่าสุด จากประเทศญี่ปุ่น ได้รับการค้นคว้าวิจัยและพัฒนา โดยการรวมตัวของเอนไซม์มากกว่า 20 ชนิด จากจุลินทรีย์ที่พบในธรรมชาติไม่มีสารผสมของโลหะหนักและสารปนเปื้อนอื่นๆ ช่วยประหยัดน้ำมัน และทำให้ยืดอายุเครื่องยนต์

การทำงานของ โซลตรอน

น้ำมันที่ใช้ในเครื่องยนต์ ทั้งน้ำมันเบนซิน ดีเซล และน้ำมันเตา มีสูตรโครงสร้างทางเคมี ซึ่งมีไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ มีโครงสร้างทางเคมีทั้งชนิดอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว เอนไซม์ของจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในโซลตรอนจะทำให้โครงสร้างทางเคมีของน้ำมันอ่อนตัวลง สามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีขึ้น และเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้นในห้องเผาไหม้เครื่องยนต์ นอกจากนี้ โซลตรอนจะไปช่วยกระจายและป้องกันการรวมตัวของตะกอนน้ำมันที่เกิดขึ้นในถังน้ำมันซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ในห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดก๊าซต่างๆ ที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ผลิตโดย :
บริษัท โซลเพาเวอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
จัดจำหน่ายโดย :
บริษัท ยูนิซีดส์ จำกัด
1/87-88 ถนนพหลโยธิน 40 แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 562-0431-3


ดื่มให้ดื่มด่ำ
ต้อง
บลูอีเกิ้ล
BLUE EAGLE
Scotch Whisky
Imported
ดื่มด่ำกำซาบ...บลูอีเกิ้ล วิสกี้จากสก๊อตแลนด์

"เมล็ดพันธุ์ดี...มีคุณภาพ"

ผู้ผลิตและนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักและดอกไม้ ตลอดจนรับสั่งนำเข้าหัวพันธุ์ดอกไม้เมืองหนาว เช่น แกลดิโอลัส ลิลลี่ ว่านสี่ทิศ ที่ผ่านการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์มาอย่างดี โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย

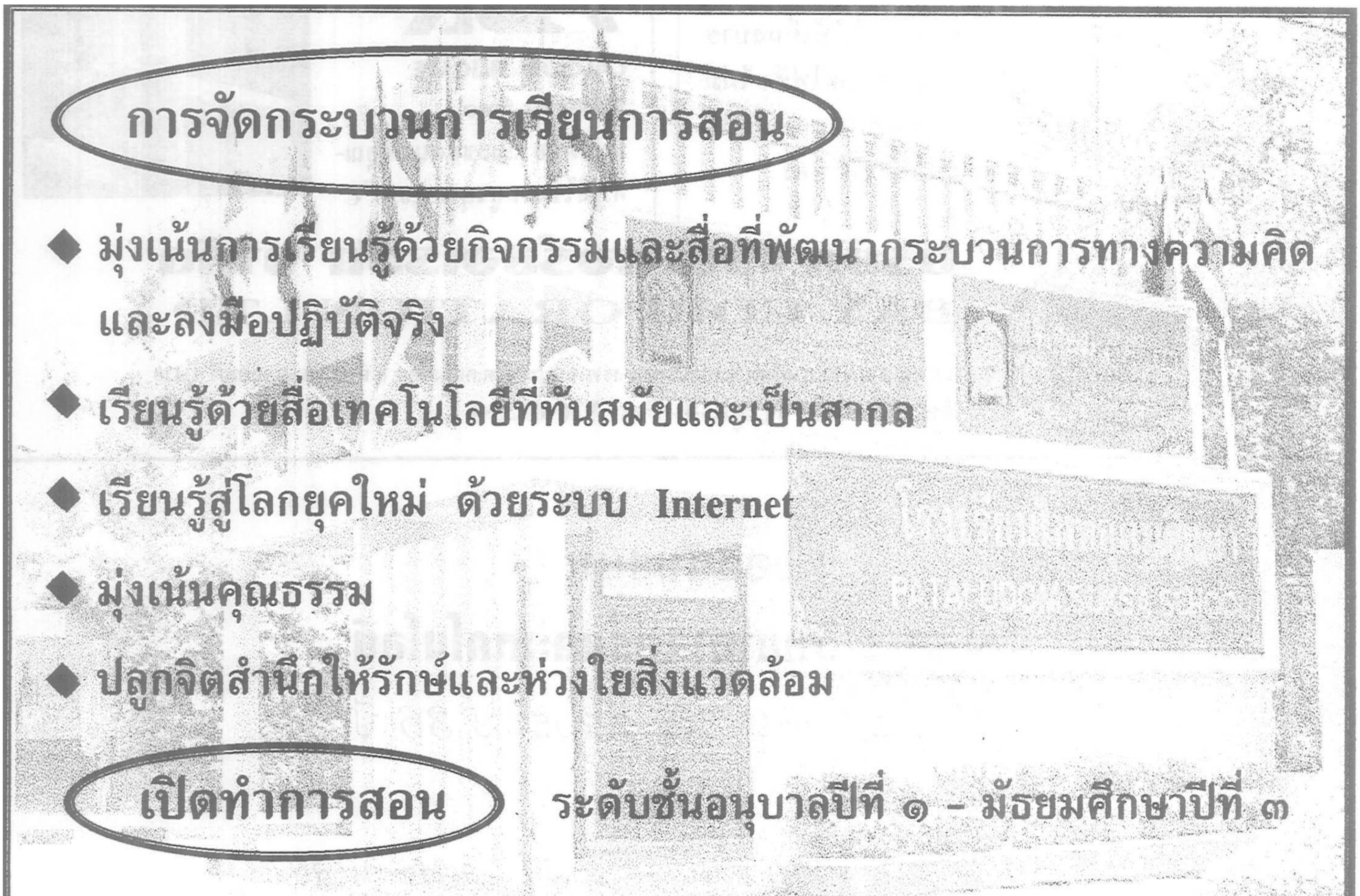
☞ สนใจสั่งซื้อหรือเป็นตัวแทนจำหน่ายเมล็ดพันธุ์บรรจุซองโปรดติดต่อมายังบริษัทฯ

บริการสั่งซื้อทางพัสดุไปรษณีย์ตั้งแต่ 200 บาทขึ้นไป **โดยส่งธนาณัติสั่งจ่าย ปณ.เกษตรศาสตร์ 10903 ในนาม บริษัท ที เอส เอ จำกัด พร้อมค่าส่ง 20 บาท หรือทางพัสดุเก็บเงินปลายทาง (พกง.) ค่าส่ง 30 บาท**

บริษัท ที เอส เอ จำกัด

1/1 ถนนพหลโยธิน 40 ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ตู้ปณ.1000 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 10903
โทร. 5797761-2, 9401698-9 โทรสาร. 561-1643

โรงเรียนไผทอุดมศึกษา
โรงเรียนรับรางวัลพระราชทาน



การจัดกระบวนการเรียนการสอน

- มุ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมและสื่อที่พัฒนากระบวนการทางความคิดและลงมือปฏิบัติจริง
- เรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเป็นสากล
- เรียนรู้สู่โลกยุคใหม่ ด้วยระบบ Internet
- มุ่งเน้นคุณธรรม
- ปลูกจิตสำนึกให้รักษ์และห่วงใยสิ่งแวดล้อม

เปิดทำการสอน ระดับชั้นอนุบาลปีที่ ๑ - มัธยมศึกษาปีที่ ๓

๒๐๑ ถนนวิภาวดี-รังสิต เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ๑๐๒๑๐
โทรศัพท์ ๕๒๑-๑๔๕๗-๘ FAX. 551-2233
Internet : http://www.patai.th.edu E-mail Add. : patai1@patai.th.edu

ขอสนับสนุน

วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ฉบับ สถาปนา วท. ครบรอบ 36 ปี

เพื่อ

งานวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยความปรารถนาดี

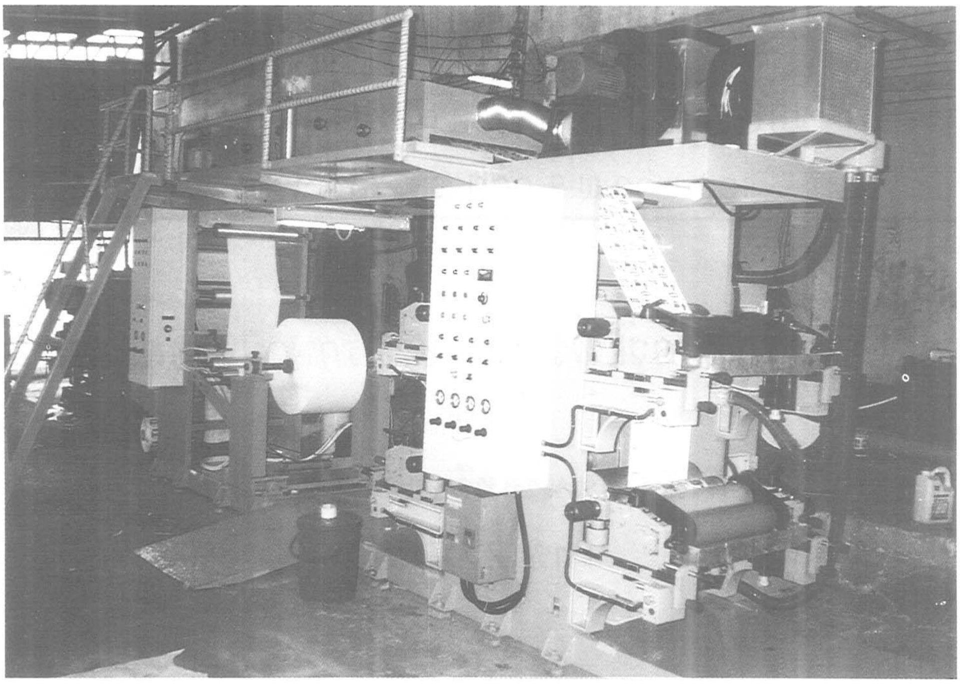
จาก

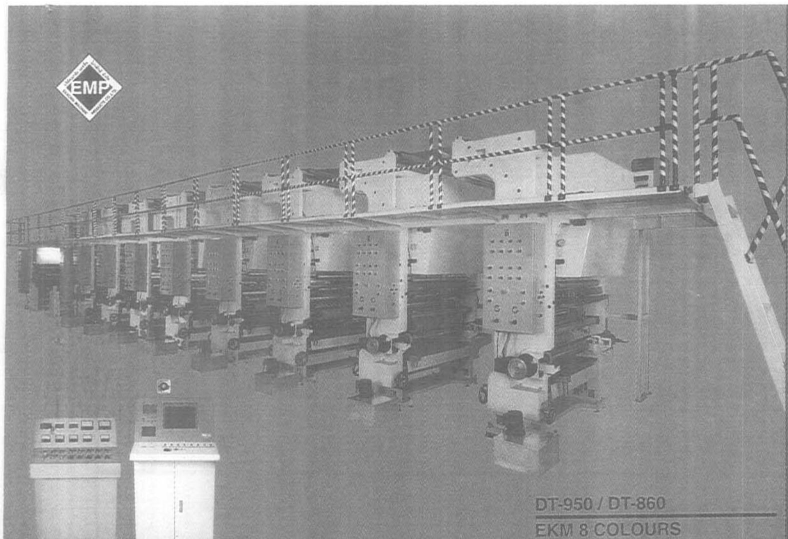
นายสุรเดช มหารมณ์

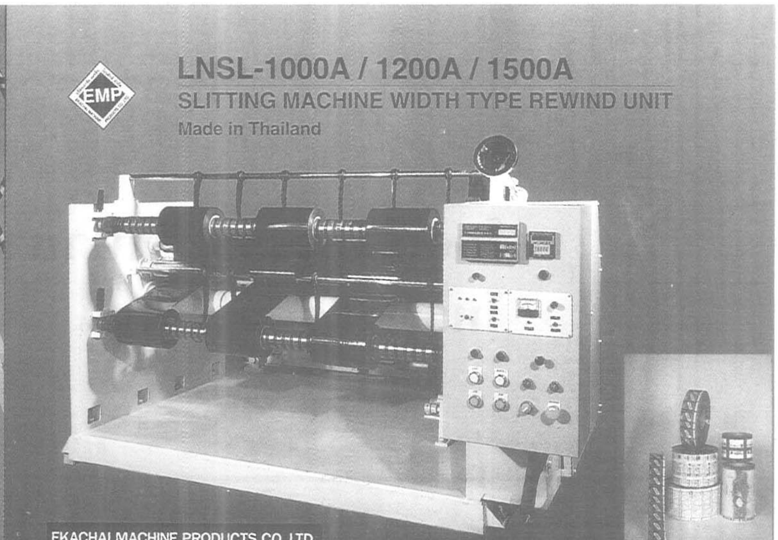
บริษัท เอกชัย แมชชิน โปรดักส์ จำกัด
EKACHAI MACHIN PRODUCTS CO., LTD.

503/1 หมู่ 2 ต. หนองไผ่แก้ว อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี

☎ 415-4758, 415-5979 FAX: 415-4758







รับ - ผลิตเครื่องจักรเพื่อส่งออก

รับซ่อม สร้างเครื่องพิมพ์เฟร็กโซ่ กาเวีย และเครื่องจักรกลทุกชนิด ทำบล็อกบางโพลี่เมอร์

4/141, 4/198 ตลาดอยู่วิทยา ถ.บางบอน 1 แขวงบางบอน เขตบางขุนเทียน กทม. 10150

โรงงาน 503/1 หมู่ 2 ต.หนองไผ่แก้ว อ.บ้านบึง ช.ชลบุรี ☎ 415-5979, 415-4758, 899-4075 แฟ็กซ์ 415-4758

มุมอินเตอร์เน็ต

สายสุรางค์ โชติพานิช
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

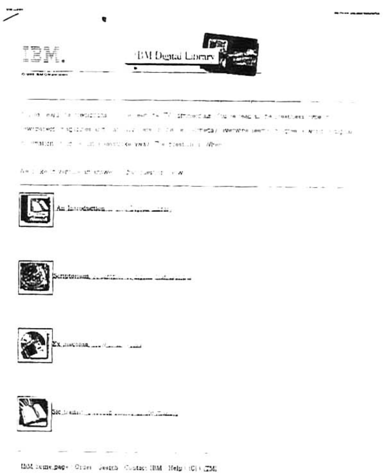
เพลินๆ กับอินเตอร์เน็ต

โลกทั้งโลกกำลังตื่นตัวกับปัญหาคอมพิวเตอร์ปี ค.ศ. 2000 ทุกประเทศทุกหน่วยงานก็พยายามแก้ไขและออกข่าวให้ประชาชนมีความเชื่อถือและมั่นใจกับระบบงานที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ของตนอย่างต่อเนื่อง เมื่อเร็วๆ นี้ทางสมาคมธนาคารไทยได้ประกาศว่า ขณะนี้ทุกธนาคารได้แก้ไขปัญหา Y2K เรียบร้อยแล้ว ลูกค้าไม่ต้องวิตกกังวลใดๆ ทั้งสิ้น รับรองว่าเงินฝากเงินกู้ของลูกค้าจะอยู่ครบถ้วนถูกต้องไม่สูญหายหรือมีหนี้สินเพิ่มขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว เหตุการณ์เหล่านี้ไม่เกิดขึ้นแน่นอน ทั้งยืนยันว่าเมื่อถึงเวลานั้นแล้ว ATM ก็ยังทำงานได้ตามปกติไม่มีปัญหา ฟังแล้วก็สบายใจได้ แต่ในส่วนลึกๆ แล้วเราๆ ท่านๆ ก็ยังอดหวั่นๆ ไม่ได้ คงต้องรอดูกันเมื่อเวลานั้นมาถึงจะได้พิสูจน์กันจะจะเสียที

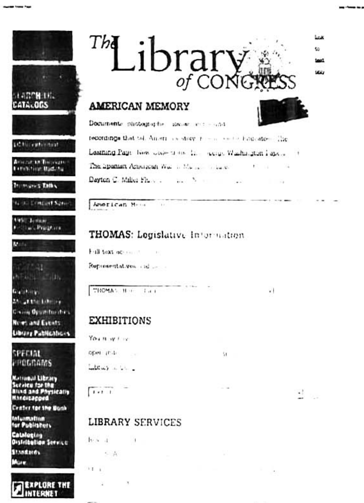
ไม่ว่า Y2K จะมีผลกระทบต่อองค์กรหรือหน่วยงานอย่างไร คอมพิวเตอร์ก็ยังคงมีประโยชน์นานัปการแก่มนุษย์ที่รู้จักนำมาใช้ให้ถูกทาง โดยเฉพาะในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในสภาวะเศรษฐกิจทรุดนี้จำเป็นที่ทุกคนทุกหน่วยงานต้องร่วมมือกันประหยัดงบประมาณการใช้จ่ายในทุกวิถีทาง การนำอินเตอร์เน็ตมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารทั้งภายในและภายนอกองค์กร ตลอดจนช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานทัดเทียมกับคู่แข่ง อินเตอร์เน็ตที่นำมาใช้ภายในหน่วยงานเรียกว่าอินทราเน็ต เป็นการนำเทคโนโลยีมาบริหารงานภายในให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็ว เช่น นัดหมายประชุม แจ้งข่าวสารสำคัญ หรือแม้แต่การประชุมแบบ Video conference ผ่านสายเคเบิล และอุปกรณ์ไปยังปลายทางก็สามารถทำได้ ประหยัดทั้งเวลาที่จะต้องเดินส่งเอกสารและยังช่วยลดจำนวนวัสดุอุปกรณ์ เช่น กระดาษ ผ้าหมึกพิมพ์ และเวลาที่ต้องหมดไปกับการทำงานที่ทำซ้ำๆกัน

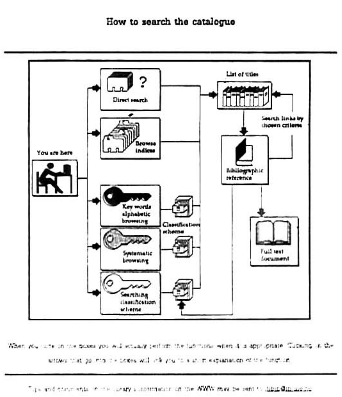
เราสามารถส่งข้อมูลข่าวสารผ่านทางอินเตอร์เน็ตให้กับผู้รับได้มากกว่าหนึ่งคน ค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลข่าวสารไปนอกหน่วยงานก็เท่ากับค่าหมุนโทรศัพท์ คือเพียงแค่ 3 บาทเท่านั้น อ้อ!อย่าลืมว่า ผู้รับต้องมีอุปกรณ์ที่จะรับข่าวสารทางอินเตอร์เน็ตด้วย มิฉะนั้นสิ่งที่ส่งไปก็จะกลายเป็น lost in space

แต่เดิมอินเตอร์เน็ตใช้เฉพาะในวงการทหารของสหรัฐอเมริกาเมื่อสิบกว่าปีมาแล้วและได้ขยายขอบเขตการใช้งานมาสู่วงการศึกษาและธุรกิจ ในปัจจุบัน มีเวปไซด์ใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมายที่ให้บริการอยู่ในขณะนี้ แต่ละเวปไซด์ก็จะให้บริการที่แตกต่างกันไป ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบที่อยู่ (URL) ของเวปไซด์ที่ต้องการจึงจะเข้าถึงข้อมูลนั้นได้ ปัญหาที่ตามมาคือมีเวปไซด์เป็นจำนวนมากทำให้ไม่สามารถจดจำได้หมด จึงมีผู้คิดทำเวปไซด์สื่อกลางขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ประสานงานติดต่อกับเวปไซด์อื่นๆ ที่เป็นแหล่งข้อมูลที่ผู้ค้นคว้าหรือนักวิจัยต้องการ ช่วยให้ผู้ใช้สะดวกในการทำงานมากขึ้น เวปไซด์ที่มีชื่อเสียงและใช้กันแพร่หลายมีหลายแห่ง เช่น YAHOO ซึ่งมี URL ดังนี้ http://www.yahoo.com



การเติบโตของอินเตอร์เน็ตได้ขยายไปสู่ระบบงานห้องสมุดที่เรียกว่าห้องสมุด ดิจิตอล (Digital library) ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกับระบบห้องสมุดปกติ แต่จะซับซ้อนในแง่ที่ต้องบริหารข้อมูลเนื้อหาที่เป็นดิจิตอล ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของตัวอักษร (text) ภาพ (image) เสียง (sound) หรือวีดีโอ (video) ระบบห้องสมุดดิจิตอลจะปฏิรูปการเรียน การสอนในศตวรรษหน้าให้มีการเรียนรู้ที่กว้างไกลไร้ขอบเขตจำกัดเหมือนเช่นในอดีต ผู้ใช้บนอินเตอร์เน็ตสามารถทำตัวเสมือนเข้าไปในห้องสมุดต่างๆ ได้ไม่ว่าจะอยู่ใกล้หรือไกลถึงต่างประเทศก็ตาม ห้องสมุดดิจิตอลสามารถให้บริการค้นหา ยืม/คืนหนังสือได้เช่นเดียวกับห้องสมุดปกติ อันนี้ต้องแล้วแต่จุดประสงค์ของแต่ละแห่ง หากมีเวลาลองเข้าไปเยี่ยมชมห้องสมุดเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ห้องสมุดดิจิตอลของบริษัทไอบีเอ็ม (http://www.ibm.com/Features/library) ห้องสมุดของสภาคองเกรส (Library of Congress http://leweb.loc/gov/homepage/digital.html) หรือห้องสมุดของ NASA (National Aeronautic and Space Administration http://dlt.gsfc.nasa.gov/) ฯลฯ เราคงจะได้รับความรู้ใหม่ๆ มากมาย





อินเตอร์เน็ตยังมีบทบาทสำคัญยิ่งในวงการธุรกิจปัจจุบัน วงการบันเทิงทีวี การประชาสัมพันธ์ การโฆษณาขายสินค้า การเลือกและสั่งซื้อสินค้า เหล่านี้ได้รับความเชื่อถือและนิยมใช้บริการกันมาก แม้กระทั่งเรื่องการชำระเงินผ่านอินเตอร์เน็ตก็ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคว่ามีมาตรการที่รัดกุมและปลอดภัย แนวโน้มการเพิ่มธุรกิจการค้าและผู้บริโภคบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีมากขึ้นในแต่ละวัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าค่าบริการการใช้อินเตอร์เน็ตถูกลง และที่สำคัญคือผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการรับรู้ข่าวสารได้เกือบจะในทันทีที่เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้น หลายเวปไซต์ที่ให้บริการฟรีและเป็นประโยชน์ต่อสังคม เช่น เวปไซต์ http://www.doe.go.th ของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม หรือเวปไซต์ http://www.pds.co.th ของบริษัทพีดีเอสซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่คนไอทีสามารถเลือกหางานที่ต้องการทำได้ และสามารถส่งใบสมัครผ่านทาง homepage หรือตาม e-mail address ที่กำหนด

นอกจากนี้ยังมีเวปไซต์ที่ให้บริการส่งบัตรอวยพร เนื่องในเทศกาลต่างๆ เช่น วันเกิด วันคริสต์มาส วันปีใหม่ การแสดงความยินดี หรือแม้แต่ส่งความรักถึงกันในวันวาเลนไทน์ก็มีให้เลือกหา จะเลือกส่งฟรีหรือเสียเงินก็ได้ แล้วแต่ผู้บริโภคจะเลือก อันนี้ต้องสังเกตกันเอาเองว่าฟรีหรือไม่ การให้บริการชนิดนี้ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการซื้อหาการ์ด และแสตมป์จัดส่งเป็นอย่างมาก จึงขอเสนอเวปไซต์ที่น่าสนใจมาให้ลองดูกัน

http://www.bluemountain.com
http://www.greetst.com
http://www.greeting-cards.com
http://www.valentine.com
http://www.howareyou.com
http://www.familyn.com
http://www.hallmarkconnections.com
http://www.lycos.com

เวปไซต์เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของเวปไซต์ที่มีอีกเป็นจำนวนมากที่ให้บริการอิเล็กทรอนิกส์การ์ด เราสามารถเลือกภาพที่ปรากฏอยู่บน homepage ของเวปไซต์นั้นได้อย่างเพลิดเพลิน เพราะมีรูปที่สวยๆ น่ารักแบบรักพี่เสียดายน้องให้เลือกเยอะแยะ แถมบางครั้งยังมีให้เลือกเสียงเพลงประกอบภาพที่สามารถเคลื่อนไหวได้ อีกด้วย เพิ่มสีสันทำให้คิดถึงคนส่งอีกเป็นเท่าตัว บอกเล่ามาขนาดนี้แล้ว อ่านเสร็จคงต้องรีบไปเปิดอินเตอร์เน็ตทดสอบกันเสียหน่อย อยากจะฟังเพลง อ่านข่าว หรือส่งอิเล็กทรอนิกส์การ์ดให้คนสำคัญ ก็หาเวปไซต์ที่ถูกใจ ได้ทั้งความสุขและความรู้ โดยไม่ต้องลงทุนมาก ที่สำคัญอยากเป็นคนทันสมัยไม่ตกข่าว ต้องรู้จักใช้อินเตอร์เน็ตให้เป็น

การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมกระบวนการผลิตยีสต์ขนมปัง

โดย สุพจน์ บุญแรง
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร
กรุงเทพฯ 10900

บทนำ

การผลิตสารชีวภาพหลายชนิดจากจุลินทรีย์โดยอาศัยวิธีการหมัก เช่น การผลิตยาปฏิชีวนะ เอนไซม์ กรดอะมิโน วิตามิน แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์ เป็นต้น การผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะมุ่งเน้นการพัฒนาสองประเด็นใหญ่ๆ คือ ประเด็นแรกการเพิ่มปริมาณการผลิต (productivity) โดยเร่งระบบเมแทบอลิซึม (metabolism) ของเซลล์รวมทั้งศึกษาคุณลักษณะทางพันธุกรรมที่โดดเด่นแล้วใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ และประเด็นที่สองการทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมาตรฐานดีขึ้นโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพควบคุมกระบวนการผลิต

ในอุตสาหกรรมการหมักมีกระบวนการต่างๆ ที่มีความซับซ้อนยากต่อการควบคุม เช่น ความต้องการสารอาหาร วิถีของระบบเมแทบอลิซึมที่ยังไม่ทราบ แน่ชัด รวมทั้งปัจจัยทางด้านเคมี ชีวเคมี และกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญและต่อระบบเมแทบอลิซึมของเซลล์ ปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมโดยเริ่มมีการพัฒนามานานกว่า 20 ปีแล้ว คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือช่วยบันทึกข้อมูลต่างๆ ในกระบวนการผลิต และยังทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวเพื่อหา หรือกำหนดปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม สามารถแก้ไขและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระหว่างการผลิตได้ดี มีความรวดเร็วในการทำงานตอบสนองต่อข้อมูลที่ป้อนให้ทันที ดังนั้นจึงสามารถควบคุมการผลิตให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมตลอดเวลา

การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมกระบวนการหมักที่จะกล่าวถึง เป็นกระบวนการผลิตยีสต์ขนมปัง ซึ่งเป็นตัวอย่างของกระบวนการหมักทั้งหลาย ในรายละเอียดของเนื้อหาจะเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการผลิตจลนพลศาสตร์การเจริญเติบโตกับความต้องการสารอาหารต่างๆ การวัดค่าผันแปรเพื่อป้อนเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ศักยภาพและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์

กระบวนการผลิตยีสต์ขนมปัง

ในการผลิตยีสต์ขนมปัง สารอาหารที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงคือกากน้ำตาลจากอ้อยหรือหัวบีท เพราะนอกจากจะเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีแล้วยังเป็นแหล่งของไนโตรเจน วิตามิน และแร่ธาตุอื่นๆ นอกจากนี้อาจเติมสารอาหารที่จำเป็นชนิดอื่นลงไปในกากน้ำตาล เช่น แอมโมเนีย แร่ธาตุ (แคลเซียม แมกนีเซียม) วิตามิน และธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณน้อย (trace elements)

เมื่อเตรียมสารอาหารที่เหมาะสมได้แล้วจะทำการฆ่าเชื้อและเติมเชื้อยีสต์ตั้งต้น (seed) แล้วทำการหมักในสภาวะแบบใช้อากาศ หลังจากยีสต์เจริญเติบโตเต็ม (ความเข้มข้น 4 - 6% ของของแข็ง) จึงทำการเหวี่ยงแยกเซลล์และล้างทำความสะอาดจะได้ยีสต์ที่มีความเข้มข้น 18 - 20% ของของแข็ง เรียกว่า "ครีมยีสต์" จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูปเป็นก้อนมีความชื้นประมาณ 70% และบรรจุเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-5°ซ. เพื่อจำหน่ายเป็นยีสต์สด ส่วนการทำยีสต์แห้ง (active dry yeast, ADY) โดยการนำยีสต์เค้กที่ได้จากการกรองมาทำให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วอบแห้งด้วยลมร้อนบนสายพานแบบต่อเนื่องหรือเครื่องทำแห้งแบบทรงสูง (air-lift dryer) ADY ที่ได้มีของแข็งประมาณ 92-96% บรรจุในถุงสุญญากาศหรือถุงที่บรรจุแก๊สไนโตรเจน

ระหว่างทำการหมักปัจจัยสำคัญที่ต้องควบคุมคือการป้อนสารอาหาร (น้ำตาล) และปริมาณออกซิเจนให้เพียง-

พอต่อความต้องการของยีสต์ เพราะถ้ามีน้ำตาลสูงเกินไปจะเกิดสภาวะ "crabtree effect" ซึ่งเป็นสภาวะที่ยับยั้งการเจริญของยีสต์ หรือถ้าขาดแคลนออกซิเจนจะเกิดสภาวะ "pasteur effect" โดยสภาวะดังกล่าวจะมีการผลิตเอทา-นอลแทนการผลิตเซลล์ยีสต์ การผลิตเอทานอลมีความสัมพันธ์กับการหายใจ (respiration quotient, RQ) และอัตราความต้องการออกซิเจนดังสมการที่ (1)-(3)

$$EPR = (RQ - C_1)(OUR) \quad (1)$$

หรือ $$EPR = (RQ - RQ_0)(OUR) \quad (2)$$

โดยที่ $$RQ = \frac{CO_2 \text{ Production rate}}{\text{Oxygen uptake rate}} \quad (3)$$

เมื่อ EPR = อัตราการผลิตเอทานอล (Ethanol production rate)

OUR = อัตราการใช้ออกซิเจน (Oxygen uptake rate)

C_1 = ค่า RQ ในสภาวะที่ไม่มีการผลิตเอทานอล

ระหว่างที่ผลิตยีสต์ขนมปัง ค่า RQ แต่ละช่วงจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในกระบวนการหมัก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า RQ กับการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักของยีสต์ขนมปัง

ค่า RQ	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง
> 1.0	ผลิตเอทานอล
1.0 - 0.9	เจริญเติบโตแบบใช้อากาศ
0.8 - 0.7	เกิดการสันดาปภายในเซลล์
< 0.6	ใช้เอทานอล

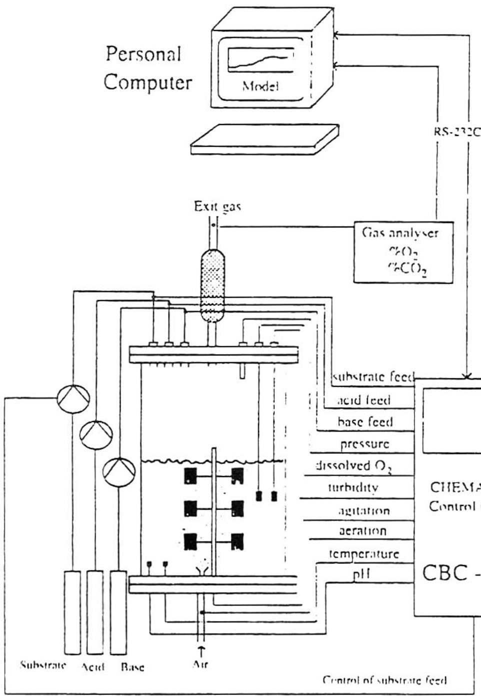
ที่มา: Wang *et al.* (1977)

คอมพิวเตอร์ควบคุมการหมักได้อย่างไร

การผลิตยีสต์ขนมปังในระดับอุตสาหกรรม ปริมาณชีวมวลของยีสต์ (yeast biomass) จะขึ้นกับอัตราการสร้างเซลล์ (cellular yield) ต่อสารอาหารที่ได้รับ และปริมาณการผลิต (productivity) เพื่อให้ได้ค่าทั้งสองดังกล่าวสูงสุด จึงนำเอาระบบ "on-line computer" มาใช้ เนื่องจากต้องทำการตรวจวัดค่าความหนาแน่นและอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่เครื่องมือวัดชีวมวลที่เหมาะสมในระดับอุตสาหกรรมยังไม่มี ดังนั้นการหาค่าชีวมวลจึงวัดโดยทางอ้อมจากการใช้กฎอนุรักษ์มวลสารและพลังงานและวัดค่าต่างๆ ดังนี้

ค่าที่ตรวจวัด	ตัวอย่างเครื่องมือวัด
1. ความเข้มข้นของเซลล์	Spectrophotometer, Flow Cytometer, Microcalorimeter
2. อุณหภูมิ	Thermister probe
3. ความเป็นกรด-ด่าง	pH electrode (Ingold combination electrode)
4. ออกซิเจนที่ละลาย	Galvanic electrode
5. ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตออกมา	Exit gas analyzer (thermomagnetic oxygen analyzer และ IR CO_2 analyzer), Mass spectrophotometer
6. เอทานอล	Gas chromatography
7. กลูโคส	Glucose analyzer
8. อัตราการเติมสารอาหาร	Flow meter

การติดตั้งเครื่องมือวัดและคอมพิวเตอร์เข้ากับถังหมักดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 2 ค่าที่วัดได้ถูกจะแปลงเป็นสัญญาณมาตรฐาน (standard signal) ส่งไปยังเครื่องขยายสัญญาณ (amplifier) เข้าสู่ระบบการคำนวณและระบบควบคุมในคอมพิวเตอร์ และส่งผลการคำนวณมาบันทึกไว้ (เครื่องพิมพ์) ในขณะเดียวกันก็ส่งสัญญาณมายังเครื่องควบคุม (controller) เพื่อควบคุมการผลิต



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตยีสต์ขนมปัง
ที่มา: ดัดแปลงจาก Keeman and Snick (1994)

การวัดค่าชีวมวลของยีสต์โดยอาศัยกฎการอนุรักษ์มวลสารและพลังงาน สมดุลมวลสารที่เกิดขึ้นสามารถเขียนเป็นสมการปริมาณสารสัมพันธ์ (stoichiometry equation) ได้ดังนี้

น้ำตาล + ออกซิเจน + แอมโมเนีย —> ชีวมวล + น้ำ + คาร์บอนไดออกไซด์

$$aC_xH_yO_z + bO_2 + cNH_3 \longrightarrow dC_\alpha H_\beta O_\gamma N_\xi + eH_2O + fCO_2 \qquad (4)$$

เมื่อ a, b, c, d, e, f คือ จำนวนโมลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและเกิดผลิตภัณฑ์ตามลำดับ

x, y, z คือ จำนวนอะตอมของธาตุ คาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจนตามลำดับ

$\alpha, \beta, \gamma, \xi$ คือ จำนวนอะตอมของธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน ที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่ายีสต์ขนมปัง (*Saccharomyces cerevisiae*) มีสูตรอย่างง่ายเป็น $C_6H_{10}O_3N$ โดยมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ

ในขณะที่เพาะเลี้ยงยีสต์ขนมปัง เมื่อยีสต์ได้รับกลูโคส การเจริญเติบโตเป็นแบบ "autocatalytic growth" และการหมักได้มีการเติมเชื้อยีสต์ตั้งต้น (X_o) จากสมการที่ (4) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$aC_6H_{12}O_6 + (1\text{-}F)bO_2 + (1\text{-}F)cNH_3 + \frac{X_0}{M_c}C_6H_{10}O_3N \longrightarrow \left\{\frac{X_0}{M_c} + (1\text{-}F)d\right\}C_6H_{10}O_3N + (1\text{-}F)eH_2O + \{(1\text{-}F)f + 2aF\}CO_2 + 2aFC_2H_5OH \qquad (5)$$

เมื่อ F คือ ค่าสัดส่วนของสารอาหารที่ถูกเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์

X_0 คือ ความเข้มข้นของเชื้อยีสต์เริ่มต้น

M_c คือ สูตรน้ำหนักของชีวมวลที่เป็นส่วนของเถ้า

โดย

$$M_c = \frac{12\alpha + \beta + 16\gamma + 14\xi}{1-\gamma} \qquad (6)$$

จากสมการที่ (5) สามารถทำสมดุลมวลสารของ C, H, O, N ได้ดังนี้

สมดุลคาร์บอน $6a = 6(1\text{-}F)d+\{(1\text{-}F)f+2aF\}+4aF$ (7)

สมดุลไฮโดรเจน $12a+3(1\text{-}F)c = 10(1\text{-}F)d+2(1\text{-}F)e+12aF$ (8)

สมดุลออกซิเจน

$6a+2(1\text{-}F)b = 3(1\text{-}F)d+(1\text{-}F)e+2\{(1\text{-}F)f+2aF\}+2aF$ (9)

สมดุลไนโตรเจน $(1\text{-}F)c = (1\text{-}F)d$ (10)

การใช้สมการปริมาณสารสัมพันธ์ศึกษาการเจริญเติบโตและการสร้างผลิตภัณฑ์ การวัดอัตราการให้อากาศ ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตออกมา สารอาหารหรือแอมโมเนียที่ต้องการ ค่าผันแปร (variables) เหล่านี้ เครื่องมือวัดส่งมาไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ แล้วจะถูกส่งไปยังหน่วยคำนวณทำให้ทราบค่าความเข้มข้นของเซลล์ อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณผลได้ของเซลล์ (cellular yield) ในช่วงเวลาต่างๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก ซึ่งขั้นตอนการทำงานดังแสดงในภาพที่ 3 โดยจะเห็นได้ว่าสมดุลมวลสารสามารถหาได้จากการวัดค่าทางอ้อม เช่นการคำนวณแอมโมเนียที่เติมให้กับยีสต์จากถังแอมโมเนียและคำนวณการเจริญเติบโตจากสมการที่ (11)

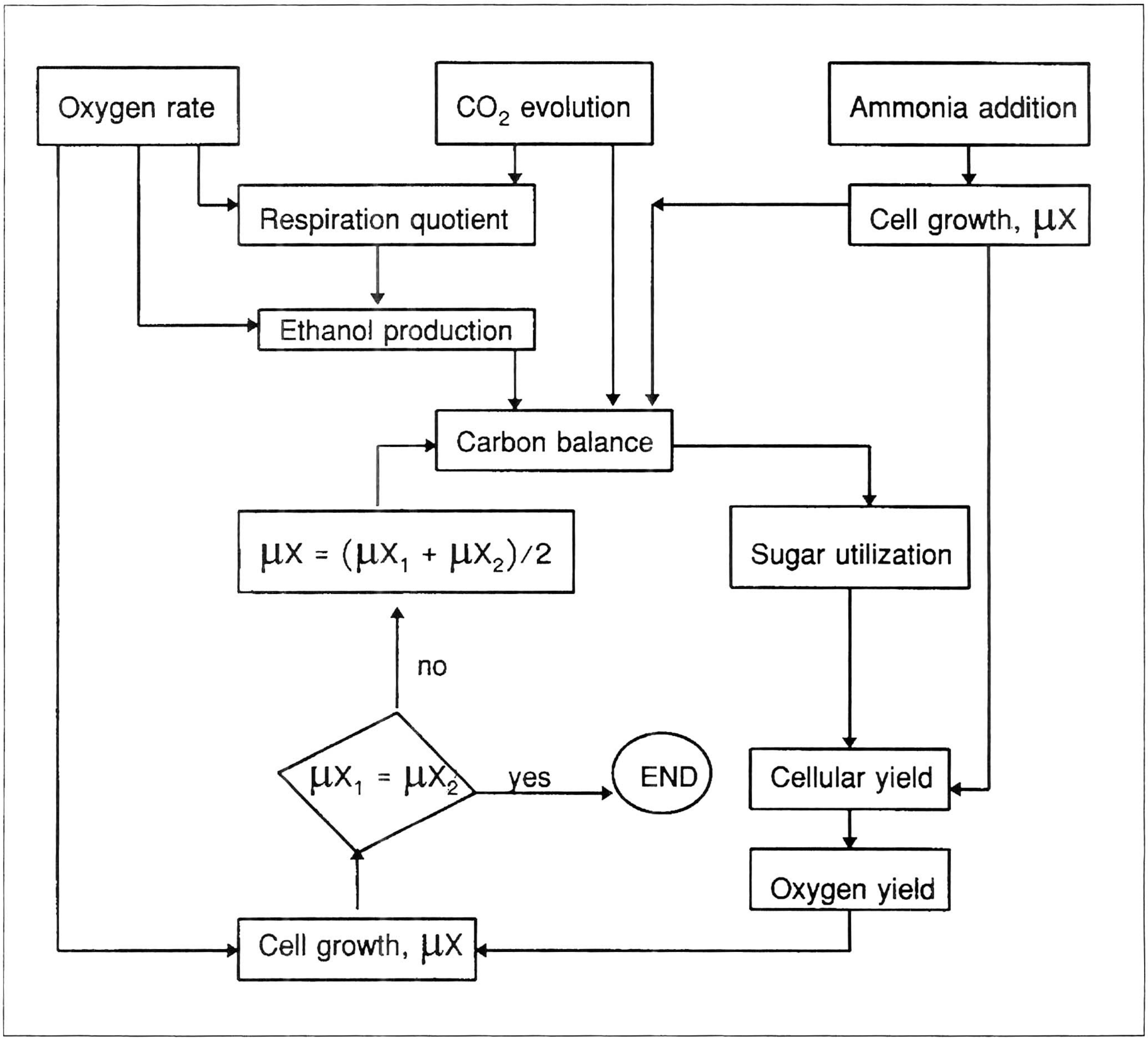
$$\frac{dN}{dt} = k \mu X \qquad (11)$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของแอมโมเนีย

k = ค่าสัดส่วนคงที่ (g ammonia/g cell)

μ = อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

X = ความเข้มข้นของยีสต์



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการหา**สมดุลมวล**สารโดยใช้ระบบ
คอมพิวเตอร์

ที่มา: Wang *et al.* (1977)

หลังจากนั้นคำนวณค่า EPR ตามสมการที่ (1) ก็จะได้คำตอบของสมดุลคาร์บอน ต่อมาคำนวณปริมาณน้ำตาลที่ถูกใช้ไปในช่วงเวลานั้นและคำนวณปริมาณผลได้ของเซลล์ ได้ค่าสมดุลของออกซิเจน และเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการเจริญเติบโตใหม่ (μX_2) จากสมดุลของออกซิเจนกับค่า μX_1 ที่ทราบมาก่อนแล้ว ถ้าค่าขัดแย้งกันจะนำไปหาค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณสมดุลมวลสารใหม่ ค่า μX ที่คำนวณได้นี้สามารถนำไปใช้หาความเข้มข้นของเซลล์ที่แท้จริง รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโต สัมประสิทธิ์ผลได้ของเซลล์ และปริมาณการผลิต ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้จะถูกคำนวณอย่างต่อเนื่อง สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

ศักยภาพของการใช้คอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิตยีสต์ขนมปังมี 3 ประการคือ

1. ใช้เป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูลของตัวแปรต่างๆ
2. ใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดหรือค้นหาจุดวิกฤตของระบบเมแทบอลิซึมและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมของการหมัก
3. ใช้เป็นเครื่องมือปรับสภาพกระบวนการผลิตให้เหมาะสม (process optimization)

จากศักยภาพดังกล่าว ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์มีประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขระบบควบคุมและเพิ่มปริมาณการผลิต เนื่องจากสามารถตอบรับต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น กรณีเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น การเจริญเติบโตจะผิดปกติส่งผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการผลิต คอมพิวเตอร์สามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ทำให้ลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการหมักมีประโยชน์มากสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง เช่น ยาปฏิชีวนะ วิตามิน เอนไซม์ การสังเคราะห์สารพวกสเตอรอยด์ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการหมักยังประสบปัญหาอยู่เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดที่จะก่อความคลาดเคลื่อนในการคำนวณและการควบคุม การพัฒนาระบบควบคุมและรูปแบบการสร้างสภาวะที่เหมาะสมยังมีข้อจำกัดเพราะขาดแบบจำลอง (model) ที่เหมาะสมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการหมักที่ใช้สารอาหารที่มีความซับซ้อนสูง ซึ่งในปัจจุบันแบบจำลองยังอยู่ในขั้นพื้นฐานและง่ายเกินไปและที่สำคัญปัญหาเกิดจากความซับซ้อนของระบบคอมพิวเตอร์เอง

เอกสารอ้างอิง

Aiba, S., Nagai, S. and Nishizawa, Y. 1976. Fed batch culture of *Saccharomyces cerevisiae* a perspective of computer control to enhance the productivity in baker's yeast cultivation. *Biotech & Bioeng. 18*:1001-1010.

Cooney, C.L., Henry, Y. and Wang, D.I.C. 1977. Computer aided material balancing for fermentation parameters. *Biotech & Bioeng. 19*:55-67.

Keeman, N. and Snick, P.E.A. 1994. Application of yeast extract in food industry. Gistbrocades Savory B.V. Holland. 66 p.

Pons, M-N. (ed.) 1992. Bioprocess Monitoring and Control. Hanser Publishers. Munich. 365 p.

Reger, P.E. 1976. Computer control of fermentation processes. Paper presented to biotechnology conference. Autralia.

Ringbom, K., Rothberg, A. and Saxen, B. 1996. Model-based automation of baker's yeast production. *J. of Biotechnology. 51*:73-82.

Wang, H.Y., Cooney, C.L. and Wang, D.I.C. 1979. Computer control of baker's yeast production. *Biotech & Bioeng. 21*:975-995.

วท. บันทึก

การพัฒนาบุคลากรภาครัฐและเอกชน ปี 2543

วรุตม์ ทวีศรี
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

จากความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เป็นผลงานวิจัยและพัฒนาของคณะนักวิจัย วท. โดยผ่านกระบวนการฝึกอบรมและสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ไปสู่บุคลากรภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะชนบท ในรอบ 6 เดือน ระหว่างตุลาคม 2541-มีนาคม 2542 ของปีงบประมาณ 2542 ที่ผ่านมานั้น ได้รับความสนใจจากประชาชนทุกสาขาอาชีพเป็นอย่างมาก บางเรื่องบางหลักสูตรจัดอบรมสัมมนาเป็นครั้งที่ 3 ยังได้รับการตอบรับด้วยดี จนถึงขณะนี้ยังมีอีกหลายท่านที่เกรงว่าจะไม่มีที่นั่งในเรื่องที่สนใจของการจัดครั้งต่อไป จึงให้ชื่อสำรองไว้ล่วงหน้าก็มี ตัวผู้เขียนเอง และเพื่อนร่วมงาน ในฐานะที่เป็นผู้ปฏิบัติซึ่งได้รับมอบหมายและรับนโยบายจากผู้บริหารรู้สึกว่า "องค์ความรู้" จากผลงานวิจัยของนักวิจัย วท. นั้นจริงๆ แล้วเป็นประโยชน์ และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อชุมชนหรือชนบทไม่ใช่น้อย จนทำให้มีผู้สนใจมากเหนือความคาดหมาย

ความจริงแล้ว บางทีเทคโนโลยีพื้นๆ ชาวบ้านๆ ไม่ต้องไฮ-เทคมาก ก็มีส่วนช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตแก่ประชาชน กระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศไทยได้เช่นกันนะ ผมได้แต่ฟัง.....คิด.......คล้อยตาม

ล่าสุดที่ตอกย้ำว่า ผลงานของ วท. ไปสู่มือผู้ใช้หรือภาคการผลิตที่แท้จริงได้โดยตรง และเป็นประโยชน์เกิดผลกระทบเชิงบวก ก็คือกรณีที่ท่านนายพลอากาศโทนอกราชการ สังกัดกองทัพอากาศ ท่านอุทิศตัวภายหลังเกษียณให้กับชุมชนที่บ้านเกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสละเวลาเดินทางไปติดต่อขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีของ วท. ด้วยตัวท่านเองที่ วท. ด้วยมีแนวคิดแน่วแน่ว่า ผลงานวิจัยของ วท. ในเรื่องนั้น เรื่องนี้ จะนำไปประยุกต์ใช้ในท้องถิ่นให้เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ แก้ไขปัญหาความยากจนและสิ่งแวดล้อมอย่างได้ผล

เรื่องเป็นมาอย่างนั้น "วท. บันทึก" ก็จะไม่ยกขึ้นมา "บันทึก" เพื่อยืนยันว่า "ถูกทางท่ามกลางเวลาที่เหมาะสม" เห็นจะดูกระไร

ในปีหน้า 2543 ถ้าจะพิจารณาจากนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการพัฒนายุทธศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหา และกระตุ้นภาวะเศรษฐกิจของประเทศให้กระเตื้องขึ้น รวมทั้งการแก้ไขปัญหาความยากจนให้เสริมรับกับทฤษฎีใหม่ตามแนวพระราชดำริ และเพื่อให้เป็นไปตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ในเรื่องการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างรากฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน รวมทั้งให้เป็นไปตามนโยบายของคณะกรรมการ วท. (กวท.) ในปี 2543 ตลอดจนเพื่อเป็นการปฏิบัติตามข้อแนะนำของคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้ามาประเมินผลการดำเนินงาน วท. จากกระทรวงการคลัง ในส่วนของการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ควรเน้นให้สอดคล้องกับผลงานของ วท. และเป็นการสอดรับกับนโยบายของ วท. ที่ต้องการเน้นงานด้านการฝึกอบรมจากองค์ความรู้ที่ วท. มีอยู่ให้เพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพ ดังนั้น วท. จึงกำหนดเป้าหมายในการนำองค์ความรู้ที่เป็นผลงานการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ วท. ที่ทำเสร็จและพร้อมเผยแพร่ เข้าไปช่วยแก้ไขปัญหาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ชาวชนบทอย่างเป็นรูปธรรมเพิ่มขึ้น โดยผ่านกระบวนการฝึกอบรมสัมมนา เช่นปีที่ผ่านมา แต่จะเน้นให้เกิดผลทางปฏิบัติในแต่ละภูมิภาคเพิ่มขึ้นทั้งนี้อยู่ภายใต้เงื่อนไขกล่าวคือ

- เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการถ่ายทอดเทคโนโลยีของ วท.

- เพื่อสนับสนุนให้มีการนำองค์ความรู้จากผลงานการวิจัยและพัฒนาของ วท. ไปใช้ประโยชน์แก่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลาง ขนาดเล็ก และชนบท

- เพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้เทคโนโลยีจากผลการวิจัยและพัฒนาของของ วท. ที่เป็นความต้องการของประเทศโดยรวม

●เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสอดคล้องกับแผนการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศ

การอับจนทางเศรษฐกิจไม่น่าวิตก เท่ากับการอับจนเทคโนโลยีของคนไทย เทคโนโลยีไทยที่เป็นผลงานวิจัยและพัฒนาของนักวิจัย วท. ยังรอและเปิดรับทุกท่านที่ต้องการรับการถ่ายทอด เพื่อนำกลับไปแก้ไขปัญหาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และความยากจนให้กับชุมชน หรือธุรกิจขนาดกลาง ขนาดเล็ก ด้วยความรู้และประสบการณ์ยาวนานกว่า 36 ปี เป็นประกัน

ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท

วท.

ฉบับที่ 71 พฤษภาคม 2542

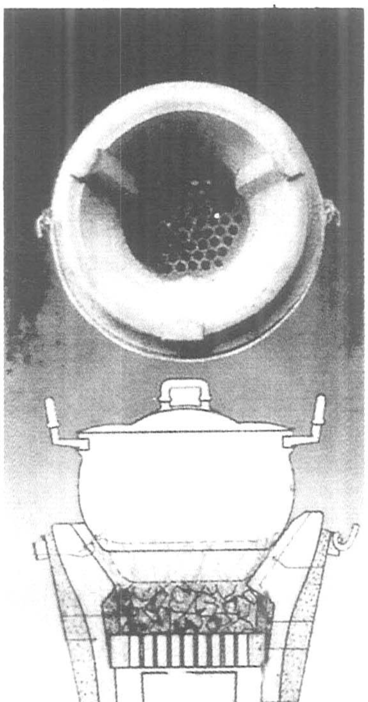
โดย สายสวาท กุลวัฒนาพร ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย

เตาถ่านหล่อด้วยซีเมนต์

เตาถ่านคือเตาที่ใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเตาประเภทอื่นๆ กล่าวคือจะมีความร้อนสูง ทำให้การหุงต้มสุกเร็วและยังมีควันน้อย เตาประเภทนี้ชาวบ้านเรียกว่า "เตาอั้งโล่" ภาษาแต้จิ๋วแปลว่า เตาสีแดง

ในปี พ.ศ 2526 คณะนักวิชาการ กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ได้คิดค้นปรับปรุงเตาอั้งโล่ที่ใช้ถ่านให้มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดถ่าน โดยให้ชื่อว่า เตาถ่าน (กปม. 1) เพื่อลดปริมาณถ่านที่ใช้และชะลอการตัดไม้อีกด้วย มีหน่วยงานเอกชนได้นำต้นแบบเตาถ่านนี้ไปผลิตด้วยการปั้นดินแล้วเผาให้สุก บรรจุในสังกะสี ขายเตาละ 120 บาท เตาถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงนี้มีราคาค่อนข้างแพงไม่แพร่หลายเหมือนเตาประสิทธิภาพต่ำทั่วไป เพราะเตาทั่วไปหาง่ายกว่าและมีราคาถูก ดังนั้น คุณสุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์ อดีตผู้ตรวจราชการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงมีความคิดที่จะทำเตาวิธีง่าย ๆ ใช้วัสดุราคาถูกหล่อในแม่แบบพิมพ์โดยมีประสิทธิภาพประหยัดถ่านไม่ด้อยไปกว่าเตาต้นแบบเดิมและมีสภาพคงทน

คุณสุขสันต์ได้คิดค้นหล่อเตาด้วยซีเมนต์ขึ้นมาและได้ทำการทดสอบพบว่า เตาถ่าน (กปม.1) ที่หล่อด้วยซีเมนต์มีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าเตาถ่านเดิม ถึงแม้ว่าจะสูญเสียความร้อนออกมาที่ผนังเตามากกว่าก็ตาม จึงเห็นว่าควรจะได้แนะนำส่งเสริมให้ชาวบ้านใช้ เพราะมีราคาถูกอีกทั้งยังสามารถทำใช้เองได้โดยไม่ต้องซื้อหาด้วยราคาแพง ช่วยให้ประหยัดเงินได้และใช้งานได้นาน



วัสดุและอุปกรณ์

1. ปูนซีเมนต์ 3.5 กิโลกรัม
2. ลวดขาวเบอร์ 14 1 ขีด
3. ทราย
4. น้ำ
5. น้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว
6. ถ่านแกลบ
7. ไม้หรือลวดขาวเบอร์ 11 ยาว 50 เซนติเมตร
8. เศษผ้าหรือกระสอบป่าน
9. ดินเหนียวหรือดินจอมปลวก
10. แม่แบบพิมพ์สังกะสีของเตา
12. แม่แบบพิมพ์สังกะสีของรังผึ้งหรือลิ้นเตา

วิธีหล่อเตา

1. ผสมซีเมนต์ 3.5 กิโลกรัมกับทรายในอัตราส่วน 1:2 ใส่น้ำหมาด ๆ อย่าให้เหลวมาก

2. ทาแม่แบบพิมพ์สังกะสีตรงส่วนที่จะสัมผัสกับส่วนผสมซีเมนต์ด้วยน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วให้ทั่ว เพราะเวลาถอดแม่แบบพิมพ์จะได้ร่อนออกง่าย

3. เทส่วนผสมซีเมนต์ที่พื้นเตาหนาประมาณ 2 เซนติเมตร เท่ากับขอบประตูลมเข้าด้านล่าง แล้ววางโครงลวดขาวพร้อมกับกดให้

จมเนื้อส่วนผสมซีเมนต์

4. นำกระป๋องแม่แบบพิมพ์ที่ใส่ทรายหนึ่งในสี่มาวางให้พอดีห่างจากแม่แบบพิมพ์อันนอกให้เท่ากันโดยรอบ

5. เทส่วนผสมซีเมนต์ลงไปรอบ ๆ พร้อมใช้ไม้เล็ก ๆ หรือลวดขาวเบอร์ 11 ยาว 50 เซนติเมตร กระทุ้งเป็นระยะเพื่อไม่ให้เตามีรูโหว่

6. เมื่อเทส่วนผสมซีเมนต์เสร็จเต็มแม่พิมพ์ ตกแต่งให้เรียบร้อย ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมงค่อย ๆ เลื่อนไม้แม่แบบประตูลมเข้าออกเล็กน้อย แล้วค่อย ๆ หมุนเลื่อนถังที่อยู่ตรงกลางขึ้นมา ส่วนไม้แม่แบบประตูเข้าดันกลับไปตามเดิม แล้วตกแต่งส่วนล่างของเส้าและส่วนอื่น ๆ ตามแปลน

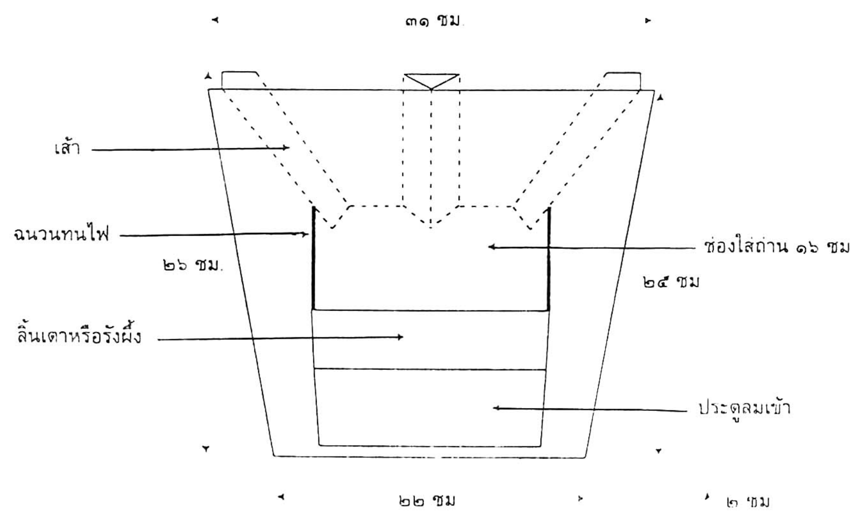
7. หลังจากนั้น 12 ชั่วโมง ถอดแม่พิมพ์อันนอกและไม้แม่แบบประตูลมเข้าออกให้หมด จึงจะได้เตาตามรูปแบบที่ต้องการ ใช้เศษกระสอบหรือเศษผ้าเปียกชื้นจนชุ่มบ่มไว้ 4-5 วัน

8. สำหรับลิ้นเตาหรือรังผึ้ง ใช้ดินเหนียว หรือดินจอมปลวกที่เปียกชื้นผสมกับถ่านแกลบในอัตราส่วน 1: 2 นวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปอัดในแม่พิมพ์สังกะสีเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร

9. หลังจากให้ส่วนผสมแข็งพอสมควรใช้ท่อเหล็กกลวงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางรวมทั้งความหนา 1.2 เซนติเมตร เจาะรู 9 แถว โดยเริ่มตั้งแต่แถวละ 5 รู , 6 รู, 7 รู, 8 รู, 9 รู, 8 รู, 7 รู, 6 รู, 5 รู แล้วตัดส่วนข้างออกให้เหลือความกว้าง 15.5 เซนติเมตร ดังรูป

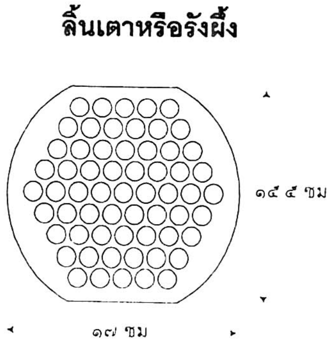
10. เมื่อแห้งสนิทแล้วนำไปติดตั้งในเตา ใช้ดินเหนียวผสมถ่านแกลบ 1:5 โดยปริมาตรเป็นฉนวนทนไฟ ฉาบผนังในช่องใส่ถ่านเหนือลิ้นเตาให้เรียบ แล้งจึงนำไปใช้งานได้

แบบแปลนเตาถ่าน (กปม. ๑) หล่อด้วยซีเมนต์



มาตราส่วน ๑ : ๔

ลิ้นเตาหรือรังผึ้ง



วิธีใช้

เตานี้ใช้กับหม้ออะลูมิเนียมตั้งแต่เบอร์ 16 จนถึงเบอร์ 32 การใช้เตามีข้อแนะนำดังนี้ คือ

1. ก่อนติดไฟในเตาควรเตรียมเครื่องประกอบอาหารให้พร้อมและจัดลำดับการหุงต้มให้เรียบร้อย ไม่ควรติดไฟรอไว้ก่อนนาน ๆ เพราะจะสิ้นเปลืองถ่านมาก

2. ก่อนติดไฟในเตาทุกครั้งควรเขี่ยขี้เถ้าในลิ้นเตาและใต้ลิ้นเตาออกให้หมด เพื่อให้อากาศที่เข้าทางประตูลมเข้าเผาไหม้ได้สะดวก

3. ไม่ควรใส่ถ่านจนล้นและดันหม้อลอยจากเส้า จะทำให้ถ่านติดไฟช้าและลิ้นเตาแตกง่าย

4. อย่าให้อาหารหรือน้ำหกรดเตาขณะร้อนจัด เพื่อป้องกันเตาแตกร้าว

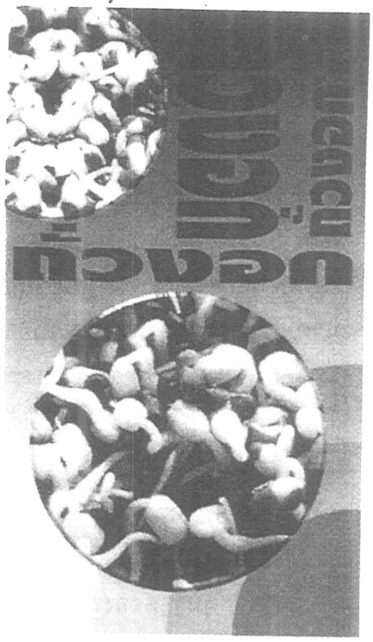
5. ควรเก็บรักษาเตาไว้ในที่ร่ม ไม่ให้เปียกฝนหรือในที่ที่มีความชื้นสูง

6. ขณะที่ลิ้นเตากำลังร้อนอย่าใช้ตะหลิวตักถ่านและคีมคีบถ่านไปคุ้ยเขี่ยแรง ๆ ลิ้นเตาจะแตกร้าวได้ ในการเปลี่ยนลิ้นเตาทำเหมือนกับตอนติดตั้งใหม่ๆ

7. เมื่อเตาร้าวให้ใช้น้ำตาลปี๊บหรือน้ำตาลปึกเคี่ยวไฟจนเหนียวยารอยให้สนิท

การสร้างเตาถ่านนี้ชาวบ้านสามารถนำไปทำเองได้ด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น หากต้องการทราบรายละเอียดสามารถติดต่อสอบถามได้ที่กลุ่มพัฒนาพลังงานจากป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ โทรศัพท์ 579-5411

กสิกร 72(1) ม.ค. - ก.พ. 2542



การเพาะถั่วงอก แบบง่าย ๆ และประหยัด

การเพาะถั่วงอกนั้น ทุกคนคงคิดว่าเป็นเรื่องที่ไม่น่าสนใจเพราะดูแบบผิวเผินแล้วก็คิดว่าเป็นเรื่องง่ายๆ เพียงแค่นำเมล็ดถั่วเขียวมาหยอดลงหลุมแล้วกลบดิน และให้น้ำประมาณ 4-5 วัน ถั่วงอกก็จะโผล่พ้นดินออกมาให้รับประทานหรือจำหน่ายได้ แต่จะมีใครรู้บ้างว่า จะทำอย่างไรถึงจะทำให้ถั่วเขียวงอกออกมาได้อย่างพร้อมเพรียงกัน และเป็นถั่วงอกที่ขาวๆ อวบๆ น่ารับประทาน

การเพาะถั่วงอกมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ 2 วิธีที่จะกล่าวถึงนี้ มีขั้นตอนการเพาะที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและประหยัด

วิธีที่ 1 เป็นการเพาะถั่วงอกสำหรับผู้ที่มีพื้นที่น้อย เช่นผู้ที่อาศัยอยู่ตามแฟลตก็สามารถจะทำการเพาะได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถังพลาสติก (ถังเก่าหรือที่ไม่ใช้งานแล้วก็ได้)

2. ฟองน้ำหนา 1 เซนติเมตร

3. ธาตุอาหารสำหรับทำให้ถั่วงอกอ้วน (สารถั่วอ้วน)

4. น้ำสะอาด

5. เมล็ดถั่วเขียวผิวมัน หรือถั่วเขียวผิวดำ

วิธีทำ

1. นำถังพลาสติกมาเจาะรูระบายอากาศที่บริเวณด้านข้างภาชนะโดยให้เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ข้างละ 9 รู และเจาะรูบริเวณด้านก้นภาชนะให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ห่างกันรูละ 1 นิ้ว

2. นำเมล็ดถั่วเขียวที่เตรียมไว้มาล้างน้ำทำความสะอาด หลังจากนั้นให้แช่เมล็ดถั่วเขียวในน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส ประมาณ 8-10 ชั่วโมง เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ และเป็นการกระตุ้นให้ถั่วงอกสามารถงอกได้เร็วขึ้น โดยถั่วเขียว 200 กรัม จะเพาะถั่วงอกได้ 1 กิโลกรัม

3. เมื่อแช่ถั่วเขียวในน้ำอุ่นแล้ว ให้นำถั่วเขียวถ่ายลงถังพลาสติกที่เจาะรูเตรียมไว้ และนำฟองน้ำมาทับลงบนผิวหน้าเมล็ดถั่วเขียวในถัง

4. ควรรดน้ำทุก $1\text{-}1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง และหากไม่มีเวลารดน้ำให้ใช้ท่อน้ำหยดต่อเข้ากับก๊อกน้ำจะใช้ได้ผลดีเช่นกัน และสิ่งที่ควรระมัดระวังคือต้องวางถังพลาสติกหรือภาชนะเพาะถั่วงอกไว้ในที่ร่ม

5. เมื่อเพาะถั่วงอกแล้ว 1 วัน ถั่วเขียวจะเริ่มงอกมีขนาดความยาว 0.8-1 มิลลิเมตร ให้นำธาตุอาหารที่ทำให้ถั่วงอกอ้วนมา 2.5 ซีซี หรือ 1 ใน

4 ของหลอดหยด ผสมน้ำ 0.5 ลิตร รดเมล็ดถั่วให้ทั่ว โดยช่วงก่อนหรือหลังรดธาตุอาหารนี้ให้งดให้น้ำประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อเพาะถั่วเขียวได้ 2 วัน หรือหลังจากที่ให้ธาตุอาหารครั้งที่ 1 แล้วประมาณ 24 ชั่วโมง ควรรดธาตุอาหารนี้ซ้ำเป็นครั้งที่ 2 โดยใช้อัตราส่วนเดียวกัน (อัตราส่วนธาตุอาหารที่ทำให้ถั่วงอกอ้วน 5 ซีซี ผสมน้ำ 1 ลิตร ใช้รดถั่วเขียวได้มากถึง 800 กรัม ซึ่งจะได้ผลผลิตถั่วงอกสูงสุดถึง 4 กิโลกรัม)

6. หลังจากรดน้ำปกติทุก 1-$1\frac{1}{2}$ ชั่วโมงจนครบวันที่ 3 หรือประมาณ 69-72 ชั่วโมงแล้ว (นับตั้งแต่แช่เมล็ดถั่วในน้ำอุ่น) ก็สามารถนำถั่วงอกที่ขาวๆ อวบๆ มารับประทานหรือจำหน่ายได้ทันที

วิธีที่ 2 เป็นการเพาะถั่วงอกสูตรบรบือซึ่งนิยมเพาะกันที่จังหวัดมหาสารคาม เป็นวิธีเพาะถั่วงอกแบบง่ายๆ อีกวิธีหนึ่งที่ทำให้ได้ถั่วงอกอวบขาวน่ารับประทาน และได้ผลผลิตมาก

วัสดุและอุปกรณ์

1. ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร
2. ตะแกรงที่สานด้วยไม้ไผ่ขนาดเล็ก
3. ตาข่ายไนล่อน
4. ปูนซีเมนต์สำหรับฉาบพื้นท่อ
5. เมล็ดถั่วเขียวผิวมันหรือผิวดำ
6. น้ำสะอาด
7. ใบตอง
8. ก้อนหิน หรือก้อนอิฐ

วิธีทำ

1. หาสถานที่ๆ มีร่มเงาเพื่อที่จะปฏิบัติงานได้สะดวก นำท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร มาวางแล้วฉาบพื้นท่อให้เรียบด้วยปูนซีเมนต์ โดยให้ลาดเอียงไปทางช่องระบายน้ำขนาด 1 นิ้ว ซึ่งช่องระบายน้ำนี้อาจจะทำตรงด้านข้างหรือตรงกลางท่อก็ได้ ที่สำคัญต้องให้ระบายน้ำได้ดี ไม่มีน้ำขังในท่อ

2. นำตะแกรงไม้ไผ่ที่สานไว้มาวางปิดท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้มีเศษวัสดุมาอุดช่องระบายน้ำ

3. ใช้ตาข่ายไนล่อนปูพื้นท่อและรอบท่อด้านใน เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายถั่วงอกออกมา

4. นำเมล็ดถั่วเขียว 5 กิโลกรัมมาแช่น้ำ หากพบว่ามีเมล็ดใดลอยก็ให้ช้อนทิ้งเพราะถือว่าเป็นเมล็ดเสีย โดยแช่น้ำทิ้งไว้ 6-8 ชั่วโมง ซึ่งถั่วเขียว 5 กิโลกรัม จะได้ปริมาณถั่วงอก 25 กิโลกรัม

5. นำถั่วเขียวที่แช่น้ำแล้วใส่ไปในท่อแล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอ

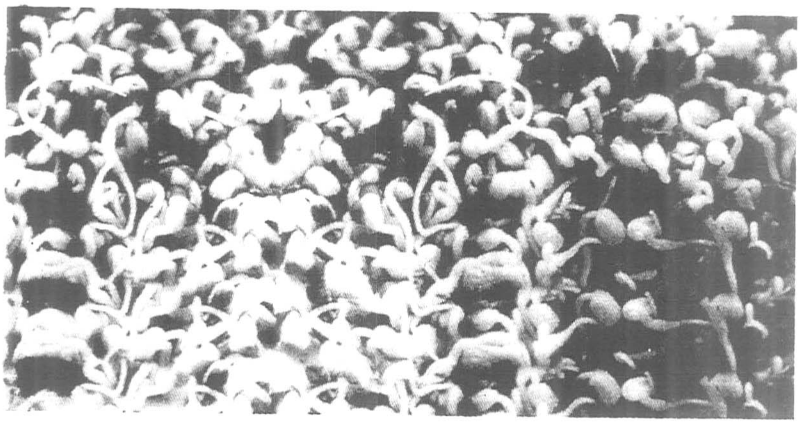
6. ใช้ใบตองสะอาดปิดทับโดยไม่ให้เมล็ดถั่วเขียวโผล่ขึ้นมาได้ เพราะจะทำให้ได้ถั่วงอกสีเขียวแทนสีขาว หากไม่มีใบตองก็ใช้กระสอบป่านแทนได้ แต่กระสอบป่านต้องนำมาฆ่าเชื้อโดยการต้มหรือการนึ่งก่อน

7. นำก้อนหิน ก้อนอิฐ หรือท่อนไม้มาวางทับใบตองอีกชั้นหนึ่ง เพื่อไม่ให้ใบตองลอยตัวเวลารดน้ำ

8. รดน้ำถั่วเขียววันละ 3 ครั้ง เมื่อรดน้ำทุกครั้งจะต้องปิดช่องระบายน้ำก่อนแล้วให้น้ำจนเต็มท่อ ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที จึงระบายน้ำออก

9. จากนั้นอีกประมาณ 4 วัน ถั่วเขียวจะงอกอัดเรียงกันอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และเมื่อนำมาล้างทำความสะอาดเปลือกถั่วเขียวจะหลุดออกโดยง่าย

สิ่งสำคัญที่ควรระวังคือ การให้น้ำถั่วเขียวเป็นการระบายความร้อน โดยเฉพาะจุดกลาง ๆ ของกลุ่มถั่วเขียว หากลองเอามือแตะดูจะรู้สึกร้อนได้ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงในตัวถั่วเขียว และหากลืมให้น้ำโดยเฉพาะในช่วงเย็นแล้ว อาจจะทำให้ถั่วงอกเน่าได้ และวิธีการเปิดหรือเก็บผลผลิตจะต้องให้ถั่วงอกมีอายุครบ 4 วันหลังจากการแช่ เพราะถ้าหากเร็วหรือช้ากว่านั้นจะทำให้ถั่วงอกที่ได้มีลักษณะสั้นๆ มีน้ำหนักน้อยหรืออาจจะได้ถั่วงอกผอมๆ ยาวๆ รากมีสีดำ ทำให้ไม่น่ารับประทาน



การเพาะถั่วงอกทั้ง 2 วิธีดังกล่าวมาข้างต้น เป็นวิธีที่ทำแบบง่ายๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และหากต้องการรายละเอียดการเพาะถั่วงอกแบบที่ 1 เพิ่มเติม ติดต่อได้ที่ กลุ่มงานพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร โทรศัพท์ 579-3863 และ 561-4878 และการเพาะถั่วงอกแบบที่ 2 ติดต่อได้ที่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

จาก นสพ. เดลินิวส์
22 มกราคม 2542
นสพ. ไทยรัฐ
10 พฤศจิกายน 2541

เครื่องบดมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่ที่เกษตรกรนิยมปลูก เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกได้ตลอดปี ขึ้นในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ ทนต่อความแห้งแล้ง และการรบกวนของโรคพืชและแมลงมีน้อยมาก อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่นใช้เป็นอาหารสัตว์ ผลิตเป็นแป้ง และเป็นผลิตภัณฑ์เคมีอื่นๆ เช่น ผงชูรส แอลกอฮอล์ กลูโคส เป็นต้น

เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังมักจะพบกับปัญหาราคาที่ตกต่ำ เนื่องจากปริมาณของมันสำปะหลังมีมากจนล้นตลาด ดังนั้นวิธีที่จะช่วยแก้ปัญหาได้วิธีหนึ่งคือ การนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการซื้ออาหารสัตว์สำเร็จรูปได้ แต่การนำมันสำปะหลังมาทำเป็นอาหารสัตว์ต้องนำไปสับหรือบดให้ละเอียด ซึ่งการบดหรือสับด้วยมือต้องใช้แรงมาก ทำให้เสียเวลาทำนาน ดังนั้นเกษตรกรหญิงชาวจาไมก้าจึงได้ประดิษฐ์เครื่องบดมันสำปะหลังขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องทุ่นแรง จากการประดิษฐ์เครื่องบดมันสำปะหลังชิ้นนี้เอง ทำให้เธอได้รับรางวัลเกษตรกรแห่งปีของจาไมก้า

เครื่องบดมันสำปะหลังที่ประดิษฐ์ขึ้นมานี้ มีขั้นตอนการทำไม่ยุ่งยาก สามารถใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และการบำรุงรักษาทำได้ไม่ยากนัก

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล่องไม้
2. ชั้นวางหรือฐานสำหรับวางเครื่องบด
3. มอเตอร์ (อาจใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเก่าหรือมอเตอร์เครื่องสูบน้ำที่ไม่ใช้งานแล้ว)
4. ล้อบด
5. ภาชนะสำหรับใส่มันสำปะหลังที่บดแล้ว
6. สายพาน
7. สายไฟ และปลั๊กไฟ
8. แผ่นไม้สำหรับวางเพื่อป้องกันการกระเด็นของมันสำปะหลังในขณะบด
9. มู่เล่ (ล้อหมุนสำหรับสวมสายพาน)
10. ตะปู

วิธีทำ

1. เริ่มจากการทำล้อบด โดยใช้ไม้เป็นท่อนกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้พอเหมาะกับขนาดของมอเตอร์ที่มีอยู่ จากนั้นนำท่อนไม้นี้มาบากหัวให้เป็นรูปเพลาสำหรับใส่มู่เล่ (ล้อหมุนสำหรับสวมสายพาน) นำตะปูมาตอกให้รอบล้อบดแล้วตัดหัวตะปูออก ก็จะได้ล้อบดสำหรับใช้บดมันสำปะหลัง

2. สร้างกล่องไม้โดยนำไม้มาต่อให้เป็นกล่องสี่เหลี่ยม นำล้อ

รูปแสดงเครื่องบดมันสำปะหลัง

บดที่สร้างไว้มาใส่ลงไปในกล่องไม้ จากนั้นนำมอเตอร์มายึดติดกับข้างกล่องแล้วใส่สายพานเชื่อมต่อระหว่างมู่เล่ของมอเตอร์กับมู่เล่ของล้อบด (ดังรูป)

3. ทำชั้นวางหรือฐานสำหรับวางเครื่องโดยใช้เหล็กหรือไม้ก็ได้ แล้วใส่ล้อเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย จากนั้นนำภาชนะสำหรับใส่มันสำปะหลังที่บดแล้วมาวางไว้ในชั้นวาง (ดังรูป)

4. นำเครื่องบดมาประกอบกับชั้นวาง (ดังรูป) ก็สามารถใช้งานเครื่องบดมันสำปะหลังได้

วิธีใช้

นำมันสำปะหลังที่ต้องการบดใส่ลงไปในเครื่องบด แล้วนำแผ่นไม้มาปิดกล่องไว้ หรือนำมาวางไว้ดัง-รูป เพื่อไม่ให้มันสำปะหลังกระเด็นออกมาขณะเครื่องทำงาน จากนั้นก็ต่อไฟฟ้าเข้าไป เครื่องก็จะทำการบดมันสำปะหลังทันที มันสำปะหลังที่บดจนละเอียดแล้วจะไหลลงมายังภาชนะที่รองรับข้างใต้ นำไปใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ

การทำเครื่องบดมันสำปะ-หลังนี้นอกจากจะมีวิธีการทำที่ไม่ยุ่ง-ยากแล้วยังช่วยทุ่นแรงในการบดอีกด้วย โดยสามารถบดมันจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เกษตรกรไทยที่ต้องการสร้างเครื่องบดมันสำปะหลังราคาไม่แพงไว้ใช้เอง อาจจะนำเทคโนโลยีนี้มาประดิษฐ์หรือประยุกต์ไว้ใช้งานได้

จาก Developing Countries
Farm Radio Network , July 1998

การปลูกพืชแบบเกษตรธรรมชาติ

ปัญหาพิษภัยของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชจัดว่าเป็นปัญหาที่สร้างความเสียหายอย่างสูงต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม เพราะอันตรายที่เกิดจากสารพิษที่ใช้ในการปลูกผักไม่ได้เกิดขึ้นกับผู้บริโภคเท่านั้น แต่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้ใช้สารพิษเหล่านี้ด้วย เพราะเป็นผู้สัมผัสกับสารพิษโดยตรง ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกันอย่างประมาท ไม่ระมัดระวังการใช้ ไม่ว่าจะมีการรณรงค์เพื่อให้เกษตรกรหยุดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพียงใดก็ตามแต่ก็ไม่ได้ผล ดังนั้นหลายหน่วยงานจึงพยายามหันมารณรงค์ที่ผู้บริโภค ให้ผู้บริโภคเห็นถึงภัยของสารพิษตกค้างในพืชผัก และให้หันมาบริโภคผักปลอดสารพิษแทน ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคได้ตื่นตัวในเรื่องนี้มากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรต้องหันมาปลูกผักปลอดสารพิษออกมาจำหน่ายในท้องตลาดมากขึ้น และทางหน่วยงานของราชการก็ได้จัดทำโครงการเกษตรธรรมชาติ หรือการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษหลายโครงการ

การปลูกผักแบบเกษตรธรรมชาติเป็นการทำการเกษตรโดยใช้ปุ๋ยธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และด้านการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชก็ใช้สมุนไพรต่าง ๆ แทนการใช้สารเคมี ทำให้ผลผลิตที่ได้ไร้สารพิษ มีคุณค่า

ทางอาหารสูง รสชาติดี เก็บรักษาได้นาน วิธีการปลูกผักแบบเกษตรธรรมชาติมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากการเตรียมดินหรือการปรับโครงสร้างของดิน และการปรับปรุงธาตุอาหารของดิน เนื่องจากดินในบางพื้นที่อาจถูกใช้งานมานาน ทำให้ดินมีความหนาแน่นมาก ขาดธาตุอาหาร ดังนั้นก่อนการปลูกพืชจึงต้องปลูกข้าวโพดหรือข้าวฟ่างในพื้นที่นั้นๆ ก่อน เมื่อข้าวโพดหรือข้าวฟ่างกำลังผลิดอกให้ไถกลบเพื่อปรับ โครงสร้างแก่ดิน จากนั้นตามด้วยการหว่านเมล็ดถั่วพร้า ในอัตรา 10 กิโลกรัม ต่อ 1 ไร่ เมื่อถั่วพร้าออกดอกให้ไถกลบทิ้งไว้ประมาณ 15-30 วัน จะได้ปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน

2. จากนั้นเริ่มใส่ปุ๋ยหมัก การใส่ปุ๋ยหมักนี้ต้องดูว่าถ้าดินเลวมากให้ใช้ปุ๋ยหมัก 10 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร หากดินปานกลางให้ใช้ปุ๋ยหมัก 10 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 2-3 ตารางเมตร และถ้าดินค่อนข้างดีใช้ปุ๋ยหมัก 10 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 4-5 ตารางเมตร ซึ่งปุ๋ยหมักที่ใช้นี้มีวิธีทำง่ายๆ ดังต่อไปนี้

- หาพื้นที่ที่มีความกว้างประมาณ 2-3 ตารางเมตร (พื้นที่นี้ควรอยู่ใกล้กับแปลงปลูกพืชเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย) จากนั้นทำความสะอาดบริเวณนั้นๆ โดยเก็บ และทำลายกิ่งไม้ ก้อนหิน ขยะมูลฝอยออกให้หมด

- นำเศษหญ้า ใบไม้ ฟางข้าวมากองให้มีความสูงประมาณ 20 เซนติเมตร

- นำมูลสัตว์ เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลสุกร มูลเป็ด ฯลฯ มากองทับโดยให้มีความสูงประมาณ 20 เซนติเมตร

- นำดินเปียกหรือดินโคลน (ถ้าไม่มีดินโคลนให้ใช้ดินแห้งผสมกับน้ำพอประมาณ) มาคลุมทับกองปุ๋ยหมัก โดยให้มีความสูงประมาณ 60 เซนติเมตร ซึ่งการนำดินมาคลุมกองปุ๋ยหมักไว้ เนื่องจากดินสามารถเก็บความร้อนได้ดี อีกทั้งช่วยเก็บรักษาธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมักไม่ให้สูญเสียไปในชั้นบรรยากาศ

- หลังจากนั้นประมาณ 7-10 วัน ปุ๋ยหมักที่ทำไว้ก็จะสุก และทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก ก็สามารถนำปุ๋ยหมักมาใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างของดินได้

3. จากนั้นทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ในแปลง โดยการเพาะเมล็ดพันธุ์ในแปลงแบบโรย ทำโดยเว้นระยะห่างระหว่างแถว 10 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 12 วัน ก็ย้ายมาลงแปลงชำให้เว้นระยะห่างกันประมาณ 10 x 10 เซนติเมตร หลังจากนั้นให้ย้ายลงแปลงปลูก เมื่อลงแปลงปลูกได้ 7 วัน ให้ใส่ปุ๋ยหมักแล้วพรวนดิน จากนั้นนำฟางมาคลุมให้ทั่วแปลง หรือหากจะปลูกแบบหว่านก็ต้องเริ่มจากการหว่านฟางให้ทั่วแปลง ให้หนาพอสมควร แล้วหว่านเมล็ดผักกระจายบางๆ และนำปุ๋ยหมักมาหว่านทับให้ทั่วๆ แปลง ใช้เมล็ดผัก 1 ช้อนชาต่อแปลงผักยาว 10 เมตร และรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง

4. ให้ใช้ปุ๋ยน้ำรดต้นพืชเพื่อเพิ่มธาตุอาหารแก่พืช โดยรดต้นพืช 3-7 วันต่อครั้ง การทำปุ๋ยน้ำทำได้ทั้งจากมูลสัตว์และหญ้า

การทำปุ๋ยน้ำจากมูลสัตว์

- นำมูลสัตว์ประมาณ 10 กิโลกรัม ผสมรำละเอียด 2 กิโลกรัม โดยใช้น้ำคลุกเคล้าให้ชื้นพอสมควร จากนั้นนำมากองไว้ในที่ร่ม คลุมด้วยกระสอบ และกลับกองปุ๋ยหมักทุกวันจนครบ 7 วัน

- นำปุ๋ยที่หมักแล้วห่อด้วยมุ้งไนล่อน นำไปใส่ถังทับด้วยก้อนหินหรืออิฐบล็อก และเติมน้ำประมาณ 100 ลิตร ลงไปในถัง

- ใช้ไม้กวนในถังวันละ 3 เวลา เป็นเวลา 3 วัน เพื่อเติมอากาศ

- นำปุ๋ยน้ำไปใช้โดยผสมน้ำอีก 10-20 เท่า รดต้นพืช

การทำปุ๋ยน้ำจากหญ้าสด

- นำหญ้าสด 20 กิโลกรัม และรำละเอียด 2 กิโลกรัม รดน้ำพอเปียก คลุกเคล้าให้เข้ากัน

- คลุมด้วยพลาสติกทิ้งไว้จนครบ 7 วัน

- นำปุ๋ยนี้มาใช้โดยผสมน้ำ 5-10 เท่า ใช้รดที่ต้นพืช

5. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีมีวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ใช้น้ำสบู่โดยใช้สบู่ 1 ก้อน ใช้มีดขูดให้เป็นเกร็ดเล็กๆ ละลายน้ำอุ่น 1 ลิตร แล้วผสมน้ำอีก 15-20 เท่าฉีดพ่น เพื่อกำจัดแมลงปีกแข็ง หนอนตัวเล็กๆ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยแข็ง หรือถ้าผสมน้ำ 10 เท่าก็สามารถใช้กำจัดโรคพืชบางชนิดได้

- ใช้น้ำพริกขี้หนู โดยใช้พริกขี้หนูแห้ง 1 ขีด ต้มในน้ำ 1 ลิตร ให้เดือด นำพริกมาตำให้ละเอียด ละลายในน้ำที่ต้มกรองเอาแต่น้ำ นำมาผสมน้ำ 15 - 20 เท่า ผสมน้ำสบู่ 4 ช้อนโต๊ะ ใช้ฉีดพ่นกำจัดเพลี้ยอ่อน หนอนต่างๆ มดคันไฟ เพลี้ยจั๊กจั่น

- ใช้น้ำสะเดา โดยใช้ใบสะ-

เดา 2 กิโลกรัม ใส่ถุงตาข่าย เอาไม้ทุบพอช้ำ นำไปแช่น้ำ 20 ลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน การนำไปฉีดพ่นต้องใช้น้ำสะเดา 20 ลิตร ผสมน้ำสบู่ 4 ช้อนโต๊ะ ควรฉีดพ่นเวลาเย็นติดต่อกันประมาณ 3 วัน สามารถกำจัดหนอนได้ดี

- การใช้กับดัก

- กับดักแมลงวันทอง ทำโดยใช้ขวดน้ำอัดลม 1 ลิตร ตัดด้านปากขวดเข้ามายาว 1/3 ของขวด แล้วสอดกลับให้ปากขวดอยู่ด้านในเป็นลักษณะเหมือนงาในการทำไซดักปลา ใช้น้ำมันพืชทาด้านในขวด แล้วใช้ใบกะเพราขยี้ใส่ในขวด นำไปแขวนไว้ในบริเวณที่มีแมลงวันทองมาทำลายแปลงพืชผัก ต้องเปลี่ยนใบกะเพราทุกวัน

- กับดักแสงไฟหรือหลอดไฟเรืองแสงสีน้ำเงินที่มีกำลังขนาด 20 วัตต์ มาติดที่ด้านนอกล้อมรอบแปลงผักที่ปลูกไว้ โดยให้ติดสูงจากพื้นดินประมาณ 1.50 เมตร มีภาชนะใส่น้ำรองรับแมลงที่ตกลงมา โดยติดหลอดไฟอย่างน้อย 2 หลอดต่อไร่ แล้วให้เปิดไฟก่อนพระอาทิตย์ตกดินหรือเวลาประมาณ 18.00 น. จนถึงเช้าประมาณ 06.00 น. หากมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชน้อยอาจเปิดไฟในเวลา 22.00 น. ก็ได้ การใช้กับดักแสงไฟจะช่วยลดปริมาณการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญคือ หนอนใยผักและหนอนกระทู้หอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- กับดักกาวเหนียว ใช้กาวเหนียวทาบนวัสดุสีเหลือง หรืออาจใช้กระป๋องพลาสติกก็ได้ จากนั้นนำไปวางเป็นจุดๆ ให้กับดักอยู่สูงจากยอดผักประมาณ 1 ฟุต โดยวางกับดักห่างกันประมาณ 4x4 เมตร ใช้กับดัก 80 กับดักต่อ 1 ไร่ และควรทากาวเหนียวซ้ำทันทีที่กาวเหนียวแห้งซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 วัน วิธีนี้สามารถจับผีเสื้อหนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนแมลงวันชอนใบกะหล่ำได้ดี

- การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีคือการนำเอาแมลงเบียน แมลงห้ำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะยอดกะหล่ำ หนอนคืบกะหล่ำ ซึ่งสามารถใช้แมลงศัตรูธรรมชาติที่ทำหน้าที่เป็นแมลงเบียนและแมลงห้ำคือ แตนเบียนไข่ และแตนเบียนหนอนกำจัดได้ ดังนั้นควรมีการอนุรักษ์แมลงศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ไว้ โดยการไม่ใช้สารเคมีฉีดพ่น และหันมาใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรแทน และการควบคุมโดยชีววิธีอีกอย่างหนึ่งคือการให้ไส้เดือนฝอยทำลายแมลงศัตรูพืชโดยไส้เดือนฝอยจะทำหน้าที่ควบคุมกำจัดตัวอ่อนด้วงหมัดผักได้ผลดี

- การปลูกผักในโรงเรือนตาข่าย หรือการปลูกผักกางมุ้ง โดยใช้ตาข่ายไนล่อนสีฟ้าหรือสีขาวขนาด 16 ช่อง / ตารางนิ้ว เย็บเป็นมุ้งขนาด 5x30 เมตร สูง 2 เมตร มาคลุมแปลงพืชผัก ซึ่งสามารถป้องกันแมลงจำพวกหนอนใยผัก หนอนเจาะยอดกะหล่ำได้ผลดี แต่อาจมีแมลงขนาดเล็กสามารถเล็ดลอดเข้าไปในมุ้งได้ เช่น ด้วงหมัดผัก ให้กำจัดโดยใช้กับดักกาวเหนียวทาบนวัสดุสีเหลือง วางไว้ประมาณ 7 กับดัก / 1 โรงเรือน

6. การกำจัดโรคพืชโดยใช้สมุนไพร

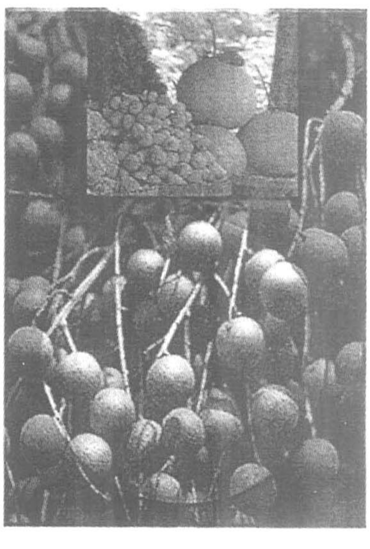
- วิธีที่ 1 ใช้น้ำส้มสายชู 200 ซีซี ผสมกระเทียมบด 200 กรัม น้ำสบู่ 4 ช้อนโต๊ะ น้ำ 200 ลิตร

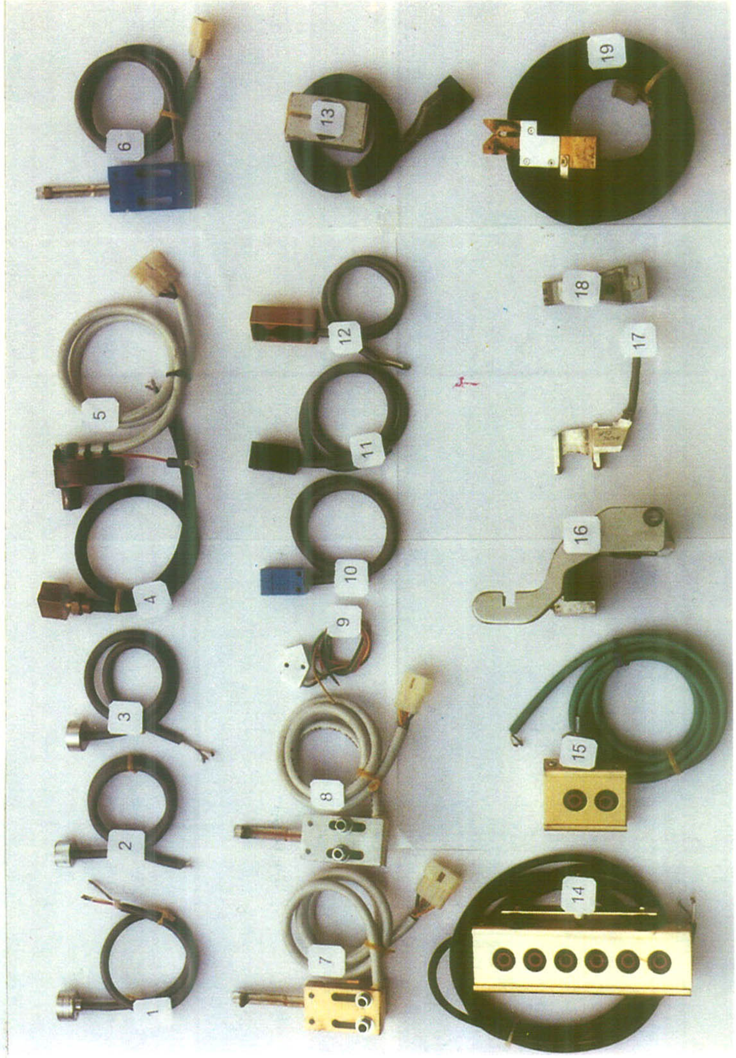
- วิธีที่ 2 ใช้ว่านหางจระเข้บด 200 กรัม ผสมกระเทียมบด 200 กรัม น้ำส้มสายชู 100 ซีซี น้ำสบู่ 4 ช้อนโต๊ะ น้ำ 20 ลิตร

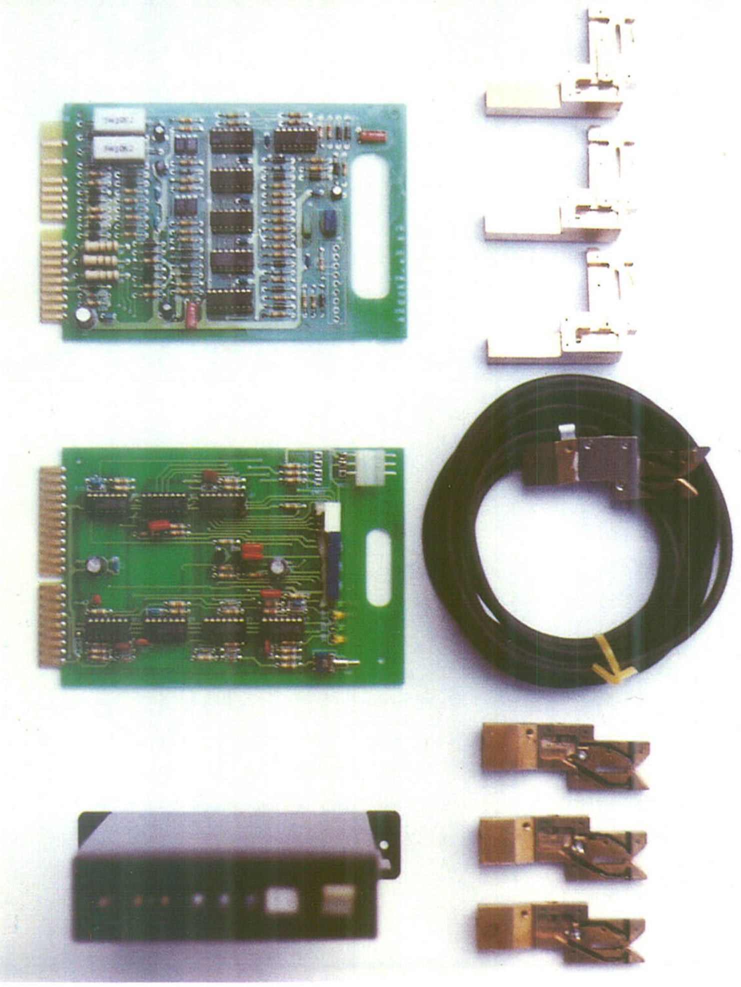
นำมาฉีดพ่นพืชผักในช่วงเย็น เนื่องจากสมุนไพรเหล่านี้หากเจอแสงแดดแล้วฤทธิ์จะเสื่อมลง โดยใช้ฉีดพ่นติดกันเป็นเวลา 3 วัน ถ้าได้ผลไม่ดีควรเพิ่มกระเทียมให้มากขึ้น แต่ห้ามเพิ่มน้ำส้มสายชูเป็นอันขาด

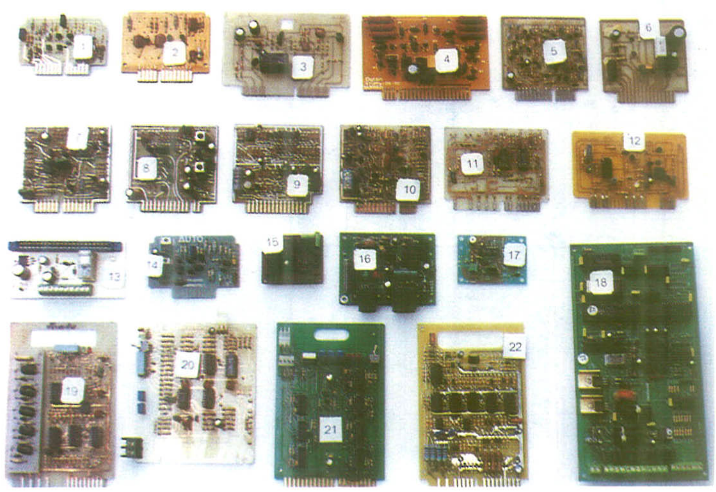
การปลูกพืชแบบเกษตรธรรมชาติมีข้อห้ามคือ ห้ามปลูกพืชชนิดดียวในแปลงเดียวซ้ำๆ กัน เพราะจะทำให้แมลงศัตรูพืชและโรคพืชสะสมในพื้นที่นั้น และวิธีปลูกพืชแบบเกษตรธรรมชาติเป็นวิธีที่เกษตรกรน่าจะทำลองนำไปใช้ เพื่อประโยชน์ต่อเกษตรกรจะได้ไม่ต้องเผชิญหน้ากับสารเคมีอีกต่อไป และผู้บริโภคยังได้ผักปลอดสารพิษไว้รับประทาน อีกทั้งตลาดยังต้องการพืชผักปลอดสารพิษเพื่อจำหน่ายอีกมากมาย

จาก นสพ. เดลินิวส์
พฤศจิกายน 2541
วารสาร ธกส. 21(1) 2541
Developing Countries Farm
Radio Network , April 1998









ANSWER FOR GOOD HEALTH

Contact
Health Planet
NU LIFE
http://www.nulife.co.th


ควบคุมทุกขั้นตอน
การผลิตด้วยเทคโนโลยีชั้นสูง
เชื่อได้เลย...ที่นี่เมืองไทย
ตรวจเช็คทุกหยด
จนได้คุณสมบัติตามมาตรฐานสากล
ทดสอบกับทุกยานยนต์
โดยจำลองสถานการณ์จริง
HI-SPEED 2T
PERFORMA SYNTHETIC
DYNAMIC
ที่สำคัญที่สุด...เป็นการพัฒนาการผลิต
น้ำมันหล่อลื่น สู่ระดับโลก ด้วยมันสมองของคนไทย
น้ำมันหล่อลื่นพีทีที ทุกหยด แรง เต็มพลัง