



วารสารข่าว

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC

NEWSLETTER

ปีที่ 25 ฉบับที่ 2

กรกฎาคม - ธันวาคม 2554

Vol. 25 No. 2 July - December 2011

ISSN 0857 - 5010



ทรงพระเจริญ

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ

ข้าพระพุทธเจ้า

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ	2
งานวิจัย	
▶ การจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์	4
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
▶ อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer)	10
ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	
▶ เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำ	14
เรื่องน่ารู้	
▶ มะพร้าว พืชสารพัดประโยชน์	19



ปฐมพร โพธิ์นิยม และคณิดรฐา ชินวงษ์เขียว

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

ผลงานวิจัยของนักวิจัยสังกัดฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองที่ได้รับรางวัล

◆ ผลงานเรื่อง การจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์ โดย สุदारณ เชยชมศรี จุฑา บุญวงษ์ และวิน เชยชมศรี ได้รับรางวัลชมเชยสาขาพืช ในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 48 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2553 ระหว่างวันที่ 3 - 5 กุมภาพันธ์ 2553 และเข้ารับรางวัลดังกล่าวในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

◆ ผลงานเรื่อง การผลิตต้นกล้าเร็วหอมจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดย มณฑา วงศ์มณีโรจน์ รุ่งรอง หอมหวล สุรัตน์วดี จิระจินดา ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ จงรัก วัชรินทร์รัตน์ และสุลักษณ์ แจ่มจำรัส ได้รับรางวัลดี ประเภทการนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ สาขาชีววิทยาการผลิตพืชผัก ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ประจำปี 2554 ระหว่างวันที่ 18 - 20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ

◆ ผลงานเรื่อง การผลิตต้นแฮพลอยด์และดัดแปลงแฮพลอยด์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของพริกลูกผสมชั่วที่ 1 (CA500 x CA2106) โดย อัญชลี วัชรินวิบูลย์ พรพนัชมิกุล และจุลภาค คุณวงศ์ ได้รับรางวัลดีเยี่ยม ประเภทการนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ สาขาพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์พืชผัก ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ประจำปี 2554 ระหว่างวันที่ 18 - 20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ

◆ ผลงานเรื่อง ผลของ Soil Mate ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซึมธาตุอาหารของพริก โดย เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์ ลักขณา เบญจวรรณ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล ได้รับรางวัลดีเยี่ยม ประเภทการนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ ด้านการผลิตพืช (ผักและพืชอื่น ๆ) ในการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 21 - 22 กรกฎาคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ

การเสนอผลงานทางวิชาการ

◆ ปุณยวีร์ เดชครอง เสนอผลงานวิจัย เรื่อง Photonic crystal structure of wing scales in Thai butterflies, *Euploe mulciber* and *Troides aeacus* (II) ในงานประชุมวิชาการ The 28th Annual

Conference of The Microscopy Society of Thailand ระหว่างวันที่ 5 - 7 มกราคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย

◆ การเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการนานาชาติ The 1st Environment Asia International Conference ระหว่างวันที่ 22 - 25 มีนาคม 2554 ณ โรงแรมรามาร การ์เด้นส์ กรุงเทพฯ

○ ลักขณา เบญจวรรณ เสนอผลงานวิจัย เรื่อง Contamination and Distribution of Nitrate in Groudwater at Suphanburi Province, Thailand

○ จันทรจิรัส วีรสาร และธนภัทร ปลื้มพวง เสนอผลงานวิจัย เรื่อง Utilization of Natural Fertilizer Materials in Baby Corn Production

○ จันทรจิรัส วีรสาร เสนอผลงานวิจัย เรื่อง Utilization of Tropical Legume Species as Carbon Sequestration and Source of Plant Fertilizer

◆ การเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 30 มีนาคม - 1 เมษายน 2554 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

○ อัญชลี วัชรินวิบูลย์ เสนอผลงานวิจัย เรื่อง การเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมต้นแตงกวาแฮพลอยด์โดยใช้สาร oryzalin

○ อัญชลี วัชรินวิบูลย์ เสนอผลงานวิจัย เรื่อง การสร้างต้นตอแฮพลอยด์ของพริกลูกผสมชั่วที่ 1 (CA500 x CA2106) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงอับเรณู

◆ อัญชลี วัชรินวิบูลย์ เสนอผลงานวิจัย เรื่อง ผลของโคลชิซิน และ oryzalin ในการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรพริกต่อการชักนำต้นตอแฮพลอยด์ ในงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ระหว่างวันที่ 18 - 20 พฤษภาคม 2554 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ

◆ การเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 21 - 22 กรกฎาคม 2554 ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพฯ

○ เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล เสนอผลงานวิจัย เรื่อง ผลของ W zero (WO) ที่มีต่อการเจริญเติบโตองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวสุพรรณบุรี 1

○ ศิริวรรณ ทิพรัักษ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล เสนอผลงานวิจัย เรื่อง ผลของสารละลายอาหารเสริมพืชต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

การจัดนิทรรศการ

◆ รุ่งรอง หอมหวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์ และสุลักษณ์ แจ่มจำรัส จัดนิทรรศการ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ ในงานมหกรรมวิชาการองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (ภาคกลาง) นครปฐมวิชาการ 54 ระหว่างวันที่ 17 - 19 มิถุนายน 2554 ณ บริเวณลานหน้าองค์พระปฐมเจดีย์ อ. เมือง จ. นครปฐม

♦ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ร่วมจัดนิทรรศการในงานครบรอบ 5 ปี สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน วันที่ 6 กันยายน 2554 ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

○ สุรตน์นัฏ จิระจินดา เรื่อง เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก

○ สุดาวรรณ เขยชมศรี เรื่อง การจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์

○ มณี ต้นตุงกิจ เรื่อง ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากเนรพูสีไทยและปาหมี

○ อัญชลี วัชรโรจน์วิบูลย์ เรื่อง การผลิตต้นแซฟพลอยด์และดับเบิลแซฟพลอยด์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของพริกลูกผสมชั่วที่ 1 (CA500 x CA2106)

○ ปุณยวีร์ เดชครอง เรื่อง ลักษณะการสะท้อนแสงของปีกผีเสื้อ

○ เนตรชนก เกียรติเนินทพัทธ์ เรื่อง ถั่วฝักยาวไร้ค้างสายพันธุ์ CLGC30

○ มณฑา วงศ์มณีโรจน์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการปลูกกล้วยหอมทอง

○ จันทร์จรัส วีรสาร เรื่อง ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของปุยหมัก

○ นววรรณ ฟารุ่งสาธิต เรื่อง การใช้ *Bacillus megaterium* 3103 ควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว

○ อุดม แก้วสุวรรณ เรื่อง การผลิตวัสดุปลูกจากเศษขยะหมักอินทรีย์เหลือใช้ในครัวเรือน

○ รงรอง หอมหวล เรื่อง การเพาะต้นกล้าแข็งแรงโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

○ รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล เรื่อง การผลิตและการรับรองมาตรฐานข้าวอินทรีย์

○ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เรื่อง เกษตรอินทรีย์..ทำได้อย่างไร

ฝึกอบรม

♦ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ร่วมจัดฝึกอบรมในงานครบรอบ 5 ปี สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน เรื่อง การพัฒนาการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคพืช โดย นางกณิษฐา

สังคะหะ วันที่ 6 กันยายน 2554 เวลา 14.50 – 15.20 น. ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

บริการวิชาการ

♦ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ร่วมจัดบริการวิชาการในงานครบรอบ 5 ปี สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน วันที่ 6 กันยายน 2554 ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

○ ลักษณะ เบญจวรรณ เรื่อง ชุดตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างง่าย

○ นววรรณ ฟารุ่งสาธิต เรื่อง ตรวจวินิจฉัยเชื้อโรคพืช

○ มณี ต้นตุงกิจ เรื่อง วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร

○ สุรตน์นัฏ จิระจินดา เรื่อง สาธิตเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

โครงการฝึกอบรม/ถ่ายทอดเทคโนโลยีของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

♦ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า รุ่นที่ 3 สำหรับข้าราชการ เกษตรกร ผู้ประกอบการ และบุคคลทั่วไป (นางสาวอดิษฐ์ แซ่จิ้ว หัวหน้าโครงการ) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม 2554 ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

♦ การขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รุ่นที่ 34 สำหรับบุคคลทั่วไป บริษัท/ห้างร้าน หน่วยงานราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ (นางรอรอง หอมหวล หัวหน้าโครงการ) ระหว่างวันที่ 18 – 21 ตุลาคม 2554 ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

อ่านต่อหน้า 23



การจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์*

Identification of Insect Cell Line by PCR Technique

สุดาวรรณ เชยชมศรี¹ จรูญ บุญวงศ์¹ และ วิน เชยชมศรี²

Sudawan Chaeychomsri¹, Jaroon Boonwongse¹ and Win Chaeychomsri²

บทคัดย่อ

การจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงมีประโยชน์ในการใช้ตรวจสอบการปนเปื้อนระหว่างเซลล์ไลน์ และเพื่อจำแนกเซลล์ไลน์ให้ถูกต้องตามชนิดของแมลง การจำแนกชนิดเซลล์ไลน์ทำได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์จำนวนโครโมโซม การวิเคราะห์ isozyme pattern การวิเคราะห์คุณสมบัติของดีเอ็นเอและความจำเพาะของแอนติเจน การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์เซลล์ไลน์ของแมลง 5 ชนิด คือ *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea*, *Spodoptera exigua*, *Spodoptera frugiperda* และ *Bombyx mori* ด้วยเทคนิคพีซีอาร์แบบ RAPD และ EPIC-PCR โดยนำดีเอ็นเอที่เตรียมจากเซลล์แมลงไปทำพีซีอาร์และแยกด้วย agarose gel ผลการทดลองแสดงว่ารูปแบบดีเอ็นเอที่เกิดจากการทำพีซีอาร์มีความจำเพาะกับชนิดของแมลง จึงแยกเซลล์ไลน์ของแมลงในสกุลเดียวกันหรือในวงศ์เดียวกันได้อย่างเด่นชัด รูปแบบดีเอ็นเอที่เกิดจากการทำพีซีอาร์นี้มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงและชนิดของไพรเมอร์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาด้วย ดังนั้นพีซีอาร์จึงเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์และเชื่อถือได้ในการจำแนกชนิดเซลล์ไลน์ของแมลง

Abstract

A variety of cell line characterization methods have been useful in the detection of cross-contamination and/or misidentification of insect cell lines. These include karyotyping, isoenzyme analysis, DNA properties and specific antigenicity. In the present study, random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction (RAPD-PCR) and exon-primed, intron-crossing PCR (EPIC-PCR) were used to identify five insect cell lines, including *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea*, *Spodoptera exigua*, *Spodoptera frugiperda* and *Bombyx mori*. The DNA from each cell line

was amplified and PCR products were analyzed by agarose gel electrophoresis. All cell lines derived from different species could be clearly distinguished from each other because the profile is unique to each individual. Whatever the family and even when comparing the closely related species from the same genus (*Spodoptera*, *Helicoverpa*), the DNA profiles are very different from one species or from one primer to the other. Therefore, PCR will serve as an additional, valuable and reliable technique for the identification of insect cell lines.

Key Words: insect cell lines, cell line identification, RAPD-PCR, EPIC-PCR

S. Chaeychomsri: rdisuc@ku.ac.th

คำนำ

การเพาะเลี้ยงเซลล์แมลงเป็นเทคนิคสำคัญ ที่เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์และปฏิกิริยาตอบสนองของเซลล์ต่อเชื้อโรคหรือสารพิษ เพราะเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของเซลล์เดี่ยวๆ โดยไม่มีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง ดังนั้นเซลล์ไลน์ (cell line) ของแมลงจึงมีประโยชน์ต่องานวิจัยประยุกต์ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ปัจจุบันใช้เซลล์แมลงเป็นเซลล์อาศัยในการผลิตไวรัสกำจัดแมลงศัตรูพืช และใช้เป็นแหล่งผลิตโปรตีนที่เป็นชีวภัณฑ์สำคัญทางการแพทย์ เกษตรและอุตสาหกรรม

การจำแนกชนิดเซลล์ไลน์ของแมลงมีความจำเป็นในการตรวจสอบการปนเปื้อนระหว่างเซลล์ไลน์ และการนำเซลล์ไลน์ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม การจำแนกชนิดเซลล์ไลน์ทำได้หลายวิธี Greene และคณะ (1972) ใช้วิธีทางอิมมูโนวิทยา จำนวนโครโมโซมและ isozyme pattern เพื่อจำแนกเซลล์ไลน์

* ผลงานวิจัยได้รับรางวัลชมเชย สาขาพืช ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 ระหว่างวันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ของแมลง ซึ่ง Vaughn และคณะ (1977) รายงานว่าการใช้วิธีทางอิมมูโนวิทยานั้นทำให้เกิดปฏิกิริยาข้ามระหว่างเซลล์ไลนจากแมลงต่างชนิดกัน ต่อมา Mitsuhashi (1995) รายงานว่า isozyme pattern ใช้ตรวจสอบเซลล์ไลนของแมลงได้ถูกต้องกว่าวิธีอื่นๆที่เคยใช้มาเพราะ isozyme pattern จากเซลล์ไลนของแมลงต่างชนิดกันมีความแตกต่างกัน แต่ isozyme pattern ของเซลล์ไลนที่เพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อต่างชนิดของแมลงชนิดเดียวกันมีความเหมือนกัน อย่างไรก็ตามการใช้ isozyme pattern ในการจำแนกชนิดเซลล์ไลนของแมลงนั้นได้รับความนิยมลดลงเมื่อมีเทคนิคพีซีอาร์ (polymerase chain reaction, PCR) ซึ่งใช้งานได้ง่ายกว่าและขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยาก การวิเคราะห์เซลล์ไลนของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์นั้นทำได้หลายวิธี การทำพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ (primer) ที่มีความจำเพาะกับยีนใดยีนหนึ่ง เช่น การใช้เทคนิค exon-primed, intron-crossing PCR (EPIC-PCR) ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากส่วน exon ข้ามบริเวณ intron ของยีน actin1 (He และ Haymer, 1997) การวิเคราะห์จากยีนของ 16S rRNA ในไมโทคอนเดรีย (Kshirsagar และคณะ, 1997) หรือการทำพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์แบบไม่จำเพาะ เช่น การใช้วิธี random amplification of polymorphic DNA (RAPD) (McKenna และคณะ, 1998; Lery และคณะ, 2003) เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกชนิดเซลล์ไลนของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์แบบ EPIC-PCR และ RAPD ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์เซลล์ไลนของแมลงเพื่อทราบถึงความบริสุทธิ์ของเซลล์ไลนและบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มแมลงที่ใกล้เคียงกันด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงเซลล์ไลนของแมลง

เซลล์ไลนของแมลงที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ HA52 เป็นเซลล์จากเนื้อเยื่อรังไข่ของตัวเต็มวัยจากหนอนเจาะสมอฝ้าย

(*Helicoverpa armigera*) (สุดาวรรณ และคณะ, 2542) เซลล์หนอนเจาะฝักข้าวโพด (*Helicoverpa zea*, HZ) (McIntosh และ Ignoffo, 1981) เซลล์หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*, SE) (Gelernter และ Federici, 1986) เซลล์ของ *Spodoptera frugiperda* (SF) (Vaughn และคณะ, 1977) และเซลล์หนอนไหม (*Bombyx mori*, BM) (Volkman และ Goldsmith, 1982) เลี้ยงเซลล์ HA, SE, SF และ BM ใน TC100 medium (Gardiner และ Stockdale, 1975) เติบโตใน (fetal bovine serum, FBS) 10% และเลี้ยงเซลล์ HZ ในอาหารสูตรของ Grace (Grace, 1962) ที่เติมซีรัม 10% ในขวดเลี้ยงเซลล์ขนาด 25 cm² ที่อุณหภูมิ 27°C และเปลี่ยนอาหารให้เซลล์ทุก 4 วัน

การสกัดดีเอ็นเอจากเซลล์แมลง

เลี้ยงเซลล์ HA, HZ, BM, SE และ SF ให้เจริญอยู่ในระยะ log เก็บเซลล์และใส่ใน microcentrifuge tube ปั่นให้แตกตะกอนที่ 3,000 rpm, 4°C, 5 นาที ล้างตะกอนเซลล์ด้วย PBS, pH 6.2 (140 mM NaCl, 40 mM KCl, 1 mM Na₂HPO₄·7H₂O, 10.5 mM KH₂PO₄) และ TE-8 (10 mM Tris-HCl, pH 8.0, 1 mM EDTA) จากนั้นทำให้เซลล์แตกและสกัดดีเอ็นเอจากเซลล์ด้วย phenol/chloroform ตามวิธีของ King และ Possee (1992)

การจำแนกเซลล์ไลนของแมลงด้วยเทคนิคพีซีอาร์

เทคนิคพีซีอาร์ที่ใช้ในการจำแนกชนิดเซลล์ไลนของแมลง ได้แก่ RAPD โดยใช้ไพรเมอร์ CU 212 และ CU 273 ที่รายงานไว้โดย McKenna และคณะ (1998) และ EPIC-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ BdA1F1 และ BdA1B1 ที่รายงานโดย He และ Haymer (1997) ทำปฏิกิริยาพีซีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง DNA thermal cycler (GeneAmp PCR System 9700, PE Applied Biosystems) โดยมีส่วนประกอบในการทำปฏิกิริยาดังแสดงในตารางที่ 1 และขั้นตอนการทำพีซีอาร์ดังแสดงใน

Table 1 Composition of reaction mixture for RAPD and EPIC-PCR

RAPD		EPIC-PCR	
Component	Volume	Component	Volume
DNA template (20 ng/μl)	10.0 μl	DNA template (20 ng/μl)	10.0 μl
10x PCR buffer (+ MgCl ₂)	5.0 μl	10x PCR buffer (+ MgCl ₂)	5.0 μl
2.5 mM dNTP	4.0 μl	2.5 mM dNTP	4.0 μl
Primer CU 212 (10 pmol/μl) or CU 273 (10 pmol/μl)	4.0 μl	Primer BdA1F1 (10 pmol/μl) Primer BdA1B1 (10 pmol/μl)	2.0 μl 2.0 μl
Taq DNA polymerase (2 unit/μl)	0.5 μl	Taq DNA polymerase (2 unit/μl)	0.5 μl
Deionized distilled water, sterile	26.5 μl	Deionized distilled water, sterile	26.5 μl
Total volume	50.0 μl	Total volume	50.0 μl

Table 2 PCR cycle condition for RAPD and EPIC-PCR

Step	Temp/Time	
	RAPD	EPIC-PCR
Initialization	94°C, 5 min	94°C, 5 min
Denaturation	94°C, 20 sec	94°C, 60 sec
Annealing	45°C, 20 sec	56°C, 30 sec
Extension	72°C, 30 sec	72°C, 60 sec
Final extension	72°C, 6 min	72°C, 5 min

ตารางที่ 2 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในการทำ RAPD จำนวน 40 รอบ และในการทำ EPIC-PCR จำนวน 35 รอบ นำดีเอ็นเอซึ่งเป็น PCR product ปริมาตร 10 μ l ไปทำ agarose gel electrophoresis ใน Tris-borate (TBE) buffer (90 mM Tris-borate, 2 mM EDTA) โดยใช้ความเข้มข้นของ gel เท่ากับ 1% และมี 100-bp DNA ladder เป็นดีเอ็นเอมาตรฐานในการเปรียบเทียบขนาดของ PCR product ย้อม gel ใน ethidium bromide (0.5 mg/ml) เป็นเวลา 10 นาทีและล้างในน้ำกลั่น 5 นาที หลังจากนั้นตรวจดูด้วย UV transilluminator

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการใช้วิธี RAPD โดยใช้ไพรเมอร์ CU 212 (5'-TTGCTGTCCA-3') และ CU 273 (5'-GCTGACC TGT-

3') ซึ่งเป็นไพรเมอร์ที่ใช้ในการจำแนกเซลล์ไลน์ของหนอนคืบกะหล่ำปลี (*Trichoplusia ni*) ได้เด่นชัด (McKenna และคณะ, 1998) จึงใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดนี้ในการจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลง เมื่อนำ PCR product ที่ได้ไปทำ agarose gel electrophoresis พบว่าแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นจากการใช้ไพรเมอร์ CU 212 และ CU 273 ในการทำพีซีอาร์นั้นมีรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ ไม่แปรเปลี่ยนโดยการใช้ส่วนประกอบและขั้นตอนในการทำปฏิกิริยาที่เหมือนกัน และทำซ้ำกับตัวอย่างเดิม 3 ครั้ง

พีซีอาร์เป็นเทคนิคทางชีวโมเลกุลที่มีประโยชน์ในการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งแมลง Roderick (1996) ได้รวบรวมวิธีการที่ใช้จำแนกประชากรแมลงด้วยหลักการพื้นฐานของพีซีอาร์ รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของวิธีเหล่านั้นด้วย เทคนิค

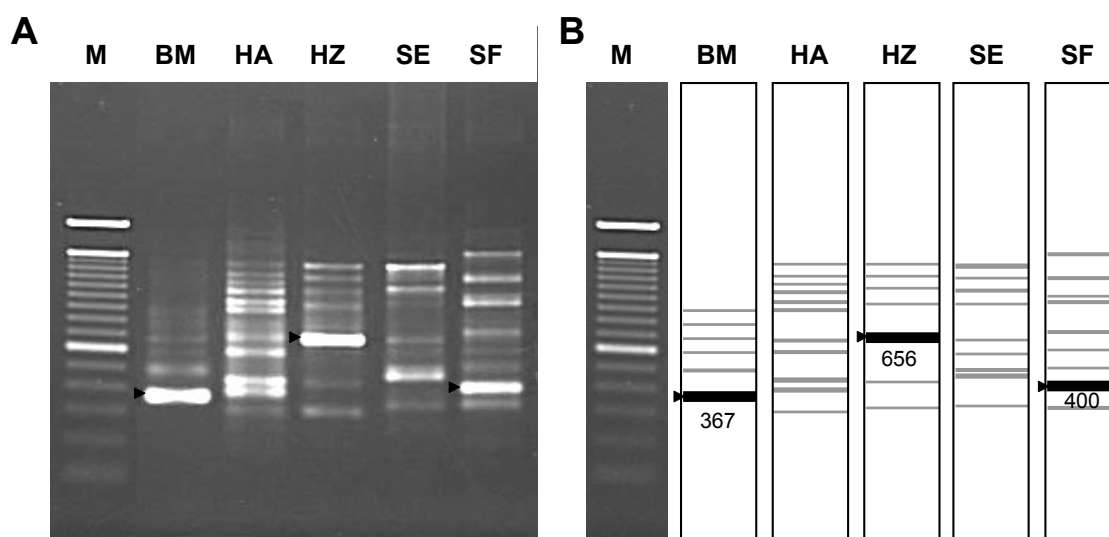


Fig. 1. RAPD amplification patterns of different insect cell lines obtained with primer CU 212. (A) Ethidium bromide-stained agarose gel. (B) Banding patterns from agarose gel electrophoresis. *Bombyx mori*, BM; *Helicoverpa armigera*, HA; *Helicoverpa zea*, HZ; *Spodoptera exigua*, SE; *Spodoptera frugiperda*, SF; 100-bp DNA ladder for molecular size marker, M. The numbers and arrowheads indicate the size and position of the major band of PCR products, whereas the faint bands correspond to the minor products.

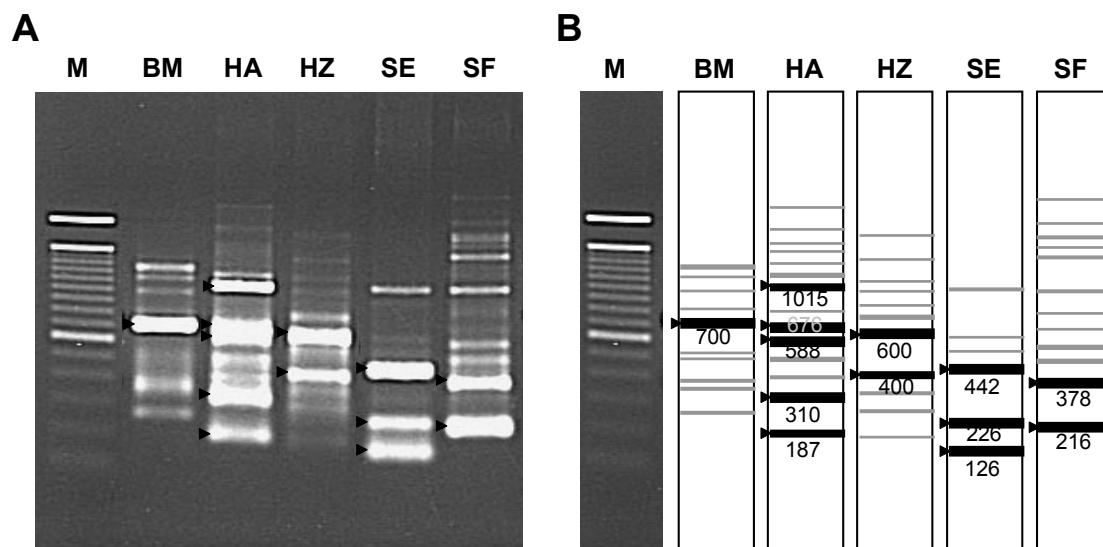


Fig. 2. RAPD amplification patterns of different insect cell lines obtained with primer CU 273. (A) Ethidium bromide-stained agarose gel. (B) Banding patterns from agarose gel electrophoresis. *Bombyx mori*, BM; *Helicoverpa armigera*, HA; *Helicoverpa zea*, HZ; *Spodoptera exigua*, SE; *Spodoptera frugiperda*, SF; 100-bp DNA ladder for molecular size marker, M. The numbers and arrowheads indicate the size and position of the major band of PCR products, whereas the faint bands correspond to the minor products.

RAPD เป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ไพรเมอร์สั้นๆ ความยาว 10 mer และเป็นไพรเมอร์แบบสุ่ม คือลำดับเบสของไพรเมอร์ไม่จำเพาะกับส่วนของยีนใดยีนหนึ่ง ดังนั้นการใช้ไพรเมอร์ CU 212 และ CU 273 ซึ่งไม่มีความจำเพาะในการทำพีซีอาร์เพื่อจำแนกความแตกต่างของชนิดแมลงนั้น จึงใช้อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ต่ำ คือ 45°C เพื่อให้ไพรเมอร์จับกับดีเอ็นเอต้นแบบได้บริเวณดีเอ็นเอต้นแบบที่ไพรเมอร์จับนั้นต้องมีลำดับเบสที่เป็นเบสคู่สมกัน ถ้าไพรเมอร์จับกับดีเอ็นเอต้นแบบได้เพียงเส้นเดียว (เส้น + หรือ เส้น -) จะเพิ่มปริมาณและได้เส้นดีเอ็นเอที่มีความยาวหลายขนาด ปรากฏเป็นแถบที่ไม่เด่นชัด หรือแถบรองเมื่อทำ agarose gel electrophoresis ถ้าไพรเมอร์จับดีเอ็นเอต้นแบบได้ทั้ง 2 เส้น (เส้น + และ เส้น -) เส้นละ 1 ตำแหน่ง ไพรเมอร์เดี่ยวนี้ จะทำหน้าที่เป็นทั้ง forward primer และ backward primer เพิ่มปริมาณดีเอ็นเออย่างจำเพาะเกิดเป็นแถบที่เด่นชัดหรือแถบหลัก 1 แถบเมื่อทำ agarose gel electrophoresis ถ้าไพรเมอร์จับดีเอ็นเอต้นแบบทั้ง 2 เส้นหลายตำแหน่งทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอหลักได้หลายแถบ

เมื่อเปรียบเทียบแถบดีเอ็นเอที่เกิดจากการใช้ไพรเมอร์ CU 212 และ CU 273 กับดีเอ็นเอจากเซลล์ของ BM, HA, HZ, SE และ SF พบว่าไพรเมอร์ CU 212 ให้แถบดีเอ็นเอที่เป็นแถบหลักกับดีเอ็นเอจากแมลง 3 ชนิด คือ BM, HZ, และ SF โดยมีขนาด 367, 656 และ 400 bp ตามลำดับ และมีแถบรอง

ขนาดต่างๆ ด้วย ขณะที่ไพรเมอร์ CU 273 ให้แถบหลัก 1 แถบ ขนาด 700 bp กับดีเอ็นเอจากเซลล์ BM ให้แถบหลัก 2 แถบ ขนาด 400 และ 600 bp กับดีเอ็นเอจากเซลล์ HZ และขนาด 216 และ 378 bp กับดีเอ็นเอจากเซลล์ SF ให้แถบหลัก 3 แถบ ขนาด 126, 226 และ 442 bp กับดีเอ็นเอจากเซลล์ SE และให้แถบหลัก 5 แถบ ขนาด 187, 310, 588, 676 และ 1,015 bp กับดีเอ็นเอจากเซลล์ HA โดยมีแถบรองขนาดต่างๆ เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอจากแมลงทั้ง 5 ชนิดด้วย ผลการทดลองแสดงว่าไพรเมอร์ CU 212 มีลำดับเบสที่เป็นคู่สมที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งกับดีเอ็นเอทั้ง 2 เส้นของ BM, HZ, และ SF ส่วน CU 273 มีลำดับเบสที่เป็นคู่สมที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งกับดีเอ็นเอทั้ง 2 เส้นของ BM และมีลำดับเบสคู่สมกับดีเอ็นเอทั้ง 2 เส้นของ HA, HZ, SE และ SF มากกว่า 1 ตำแหน่ง จึงทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่เป็นแถบหลักมากกว่า 1 แถบ

ในการทำ EPIC-PCR นั้น forward primer คือ BdA1F1 (5'-CTTGGGCATGGAATCGTGTG-3') และ backward primer คือ BdA1B1 (5'-TTGATGGTCGAAGGTGCGAG-3') ไพรเมอร์ทั้ง 2 เส้นถูกออกแบบจากบริเวณจำเพาะคือ ส่วน exon ของยีน actin1 (A1) ของแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis*, Bd) บริเวณที่ลำดับกรดอะมิโนมีความเหมือนกันสูงมาก ในระหว่างชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ไพรเมอร์ทั้ง 2 ชนิดสังเคราะห์ดีเอ็นเอข้ามส่วนที่เป็น intron ซึ่ง He และ Haymer (1997)

ใช้ไพรเมอร์คู่นี้ในการจำแนกกลุ่มประชากรของแมลงวันผลไม้ได้อย่างเด่นชัด เมื่อนำมาใช้กับเซลล์เพาะเลี้ยงของแมลงกลุ่มผีเสื้อในวงศ์ Bombycidae 1 ชนิด คือ BM และวงศ์ Noctuidae 4 ชนิด คือ HA, HZ, SE และ SF ผลการทดลองแสดงว่าไพรเมอร์คู่นี้ใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณยีน actin1 ได้ โดยมีขนาด PCR product ต่างกันไป (ภาพที่ 3) ดีเอ็นเอจากเซลล์ BM ให้ PCR product ขนาด 66 bp เซลล์ HA และ HZ ซึ่งเป็นแมลงชนิดที่มีความใกล้เคียงกันมาก ให้ PCR product ขนาด 463 และ 576 bp ตามลำดับ เซลล์ SE และ SF ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันให้ PCR product ขนาด 100 และ 66 bp ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ข้างต้นคงที่ไม่แปรเปลี่ยนเมื่อใช้ส่วนประกอบและขั้นตอนในการทำปฏิกิริยาที่เหมือนกันและทำซ้ำกับตัวอย่างเดิม 3 ครั้ง

การใช้ไพรเมอร์ BdA1F1 และ BdA1B1 เพื่อจำแนกประชากรแมลงวันผลไม้ด้วยเทคนิค EPIC-PCR นั้น PCR product ที่ได้มี 1 ชิ้นขนาด 279 bp โดยเป็นส่วน intron 99 bp (He และ Haymer, 1997) ดังนั้นแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นจากเซลล์เพาะเลี้ยงของแมลงทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีขนาดต่างกันจึงน่าจะเกิดจาก intron ของยีน actin1 ของแมลงทั้ง 5 ชนิดมีขนาดต่างกัน ส่วน BM, HA, HZ และ SE ให้แถบรองขนาดต่างๆ กัน อาจเนื่องจากไพรเมอร์ BdA1F1 หรือ BdA1B1 เพียงเส้นใดเส้นหนึ่งเท่านั้นจับกับยีน actin ชนิดอื่นๆ เช่น ยีน actin3 และ actin4 ได้ด้วยจึงเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากดีเอ็นเอต้นแบบเพียงเส้นเดียวโดยมีความยาวที่ต่างกันซึ่งเห็นเป็นแถบที่จางกว่า

การใช้เทคนิคพีซีอาร์เพื่อจำแนกเซลล์ไลน์ของแมลงนั้นถ้าใช้ไพรเมอร์แบบสุ่ม เช่น การทำ RAPD จะได้แถบดีเอ็นเอที่มีรูปแบบหลากหลายไปตามชนิดของแมลงและหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มแมลงได้ยาก (ภาพที่ 1, 2) แต่ถ้าใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะกับยีนใดยีนหนึ่ง เช่น ยีน actin1 เป็นต้น โดยการใช้เทคนิค EPIC-PCR ทำให้การจัดกลุ่มแมลงเป็นไปได้ง่ายขึ้น เช่น *H. armigera* และ *H. zea* จะได้แถบดีเอ็นเอหลัก 1 แถบที่มีขนาดใกล้เคียงกันมากกว่าแมลงชนิดอื่น หรือ *S. exigua* และ *S. frugiperda* ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมีแถบดีเอ็นเอหลัก 1 แถบเหมือนกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน ส่วน *Bombyx mori* ซึ่งเป็นแมลงในวงศ์ที่ต่างไป ถึงแม้จะมีดีเอ็นเอหลัก 1 แถบเหมือนกับ HA, HZ, SE และ SF แต่ขนาดต่างจาก HA, HZ และ SE ในขณะที่แถบดีเอ็นเอดังกล่าวมีขนาดเท่ากับแถบดีเอ็นเอจาก SF แต่แถบดีเอ็นเอที่เป็นแถบรองมีรูปแบบที่ต่างกัน (ภาพที่ 3) เนื่องจากเทคนิค EPIC-PCR เป็นการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากส่วน exon ข้ามบริเวณ intron ของยีน ดังนั้นถ้า intron ของยีนชนิดนั้นในแมลงต่างชนิดกันมีความยาวที่ต่างกัน ทำให้ขนาดของ PCR product ต่างกัน ซึ่งขนาดของ intron ที่ต่างกันนี้จะทราบขนาดที่ถูกต้องโดยการหาลำดับเบสของ PCR product ที่ได้ และยังทำให้ทราบความเหมือนของลำดับเบสในบริเวณนี้ในระหว่างกลุ่มของแมลงที่ใกล้เคียงกัน EPIC-PCR เป็นวิธีที่ให้ผลการวิเคราะห์แน่นอนและเชื่อถือได้ ไม่แปรเปลี่ยนเมื่อใช้ส่วนประกอบและขั้นตอนในการทำปฏิกิริยาที่เหมือนกัน เทคนิคนี้จึงมีประโยชน์ในการจัดจำแนกชนิดและศึกษาวิวัฒนาการของแมลงได้เป็นอย่างดี

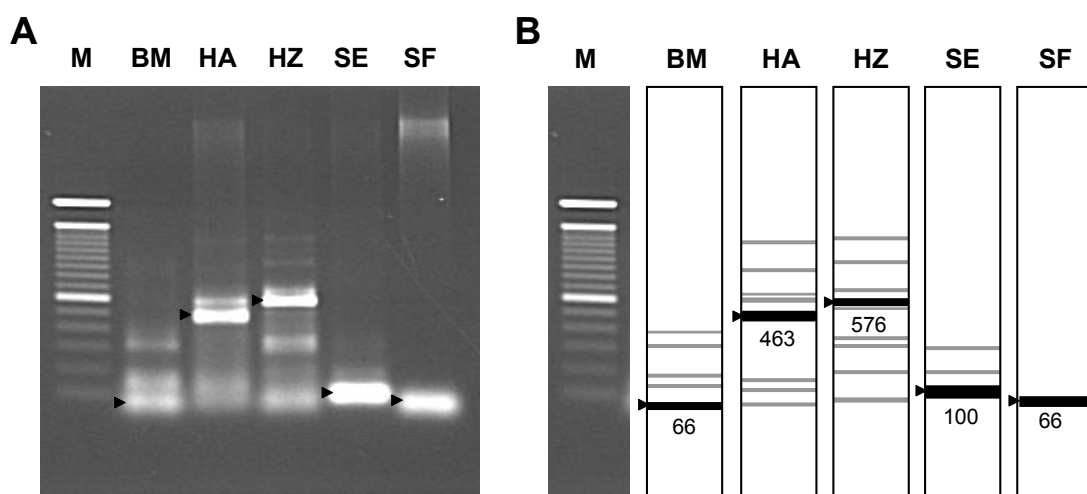


Fig. 3. EPIC-PCR amplification patterns of different insect cell lines obtained with primers BdA1F1 and BdA1B1. (A) Ethidium bromide-stained agarose gel. (B) Banding patterns from agarose gel electrophoresis. *Bombyx mori*, BM; *Helicoverpa armigera*, HA; *Helicoverpa zea*, HZ; *Spodoptera exigua*, SE; *Spodoptera frugiperda*, SF; 100-bp DNA ladder for molecular size marker, M. The numbers and arrowheads indicate the size and position of the major band of PCR products, whereas the faint bands correspond to the minor products.

สรุป

การจำแนกชนิดเซลล์เพาะเลี้ยงของแมลงด้วยเทคนิคทางพีซีอาร์มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของเซลล์เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งควรมีไพรเมอร์ที่จำเพาะกับชนิดของเซลล์แมลงจะทำให้การตรวจสอบเป็นไปได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- สุตาวรรณ เขยชมศรี, มณี ตันตริงกิจ, วิน เขยชมศรี และ ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2542. cell line ชนิดใหม่ของหนอนเจาะสมอฝ้ายอเมริกัน, น. 51-60. ใน เอกสารการประชุมวิชาการ เทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 15, ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม.
- Gardiner, G. R. and H. Stockdale. 1975. Two tissue culture media for production of lepidopteran cells and nuclear polyhedrosis viruses. *J. Invertebr. Pathol.* 25: 363-370.
- Gelernter, W. D. and B. A. Federici. 1986. Continuous cell line from *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) that supports replication of nuclear polyhedrosis viruses from *Spodoptera exigua* and *Autographa californica*. *J. Invertebr. Pathol.* 48: 199-207.
- Grace, T. D. C. 1962. Establishment of four strains of cells from insect tissues grown *in vitro*. *Nature.* 195: 788-789.
- Greene, A. E., J. Charney, W. W. Nichols and L. L. Coriell. 1972. Species identity of insect cells. *In Vitro.* 7: 313-322.
- He, M. and D. S. Haymer. 1997. Polymorphic intron sequences detected within and between populations of the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90: 825-831.
- King, L. A. and R. D. Possee. 1992. The Baculovirus Expression System. Chapman & Hall, London.
- Kshirsagar, S. G., M. S. Patole and Y. S. Shouche. 1997. Characterization of insect cell lines: Heteroduplex analysis employing a mitochondrial 16S ribosomal RNA gene fragment. *Anal. Biochem.* 253: 65-69.
- Lery, X., B. LaRue, J. Cossette and Guy Charpentier. 2003. Characterization and authentication of insect cell lines using RAPD markers. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 33: 1035-1041.
- McIntosh, A. H. and C. M. Ignoffo. 1981. Replication and infectivity of the single-embedded nuclear polyhedrosis virus, baculovirus *Heliothis*, in homologous cell lines. *J. Invertebr. Pathol.* 37: 258-264.
- McKenna, K. A., H. Hong, E. vanNunen and R. R. Granados. 1998. Establishment of new *Trichoplusia ni* cell lines in serum-free medium for baculovirus and recombinant protein production. *J. Invertebr. Pathol.* 71: 82-90.
- Mitsuhashi, J. 1995. A continuous cell line from pupal ovaries of the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Entomol. Zool.* 30: 75-82.
- Roderick, G. K. 1996. Geographic structure of insect populations: gene flow, phylogeography, and their uses. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 325-352.
- Vaughn, J. L., R. H. Goodwin, G. J. Tompkins and P. McCawley. 1977. The establishment of two cell lines from the insect *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *In Vitro.* 13: 213-217.
- Volkman, L. E. and P.A. Goldsmith. 1982. Generalized immunoassay for *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus infectivity *in vitro*. *Appl. Environ. Microbiol.* 44: 227-233.

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer)

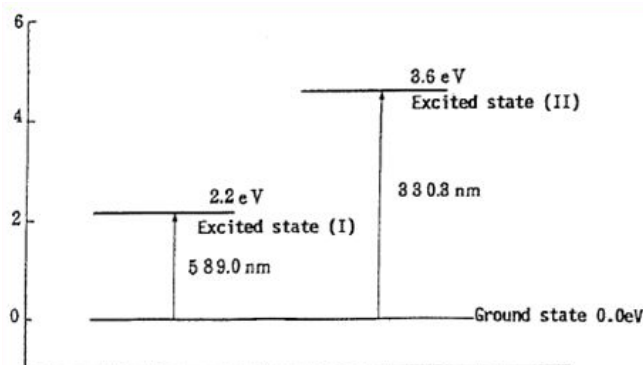
อภิมรย์ แดงจันทน์¹

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะ โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอมอิสระของธาตุ (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS) ซึ่งธาตุจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปสารละลายตัวอย่าง เทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณธาตุได้มากถึง 70 ธาตุ เช่น เหล็ก โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง เป็นต้น และสามารถตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นได้ในระดับ ppm (ส่วนในล้านส่วน) จนถึง ppb (ส่วนในพันล้านส่วน) ได้



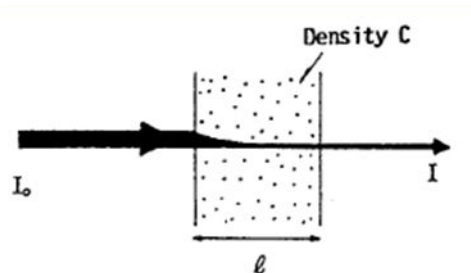
ภาพที่ 1 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ Shimadzu รุ่น AA7000

เทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอม เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อธาตุถูกทำให้กลายเป็นอะตอมอิสระและได้รับความยาวคลื่นแสงที่มีพลังงานเหมาะสม อะตอมก็จะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นนั้นไว้และทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมอิสระเปลี่ยนจากสภาวะพื้น (Ground state) เป็นสภาวะเร้า (Excited state) ความยาวคลื่นแสงนี้จะมีค่าเฉพาะกับธาตุแต่ละชนิด เช่น อะตอมของโซเดียมจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 589 nm และ 330.3 nm และทำให้อะตอมอิสระเปลี่ยนจากสภาวะพื้นเป็นสภาวะเร้า I และ II ตามลำดับ (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนระดับพลังงานของ อะตอมโซเดียม (Na)

การดูดกลืนแสงของอะตอมของธาตุมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของอะตอมธาตุโลหะ เมื่ออะตอมธาตุโลหะมีความเข้มข้นมากจะดูดกลืนพลังงานแสงได้มาก ในทางตรงข้ามหากอะตอมธาตุโลหะมีความเข้มข้นน้อยก็จะดูดกลืนพลังงานแสงได้น้อย เป็นไปตามกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต (Beer-Lambert law)



ภาพที่ 3 หลักการการดูดกลืนแสงของอะตอม

จากภาพที่ 3 จะได้สมการ $T = I/I_0$

$$\log I/I_0 = -k \cdot l \cdot c$$

หรือ $-\log T = k \cdot l \cdot c = A$

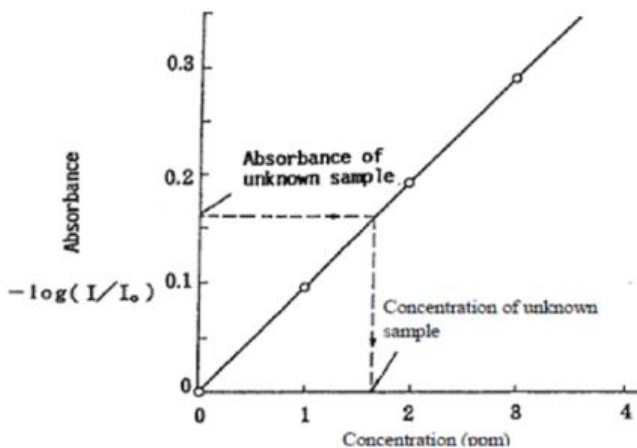
เมื่อ T = ค่าการผ่านแสง

I = ความเข้มแสงหลังจากผ่านอะตอม

¹ บริษัท พาราไซแอนติฟิค จำกัด 968 ถนนพระราม 4 แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500

- I_0 = ความเข้มแสงเริ่มต้น
 l = ระยะทางที่แสงส่องผ่านอะตอม
 c = ความเข้มข้นของอะตอมธาตุ
 k = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง ขึ้นอยู่กับ λ
 A = ค่าการดูดกลืนแสง

จากสมการข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอะตอม กับค่าการดูดกลืนแสงของอะตอมอิสระ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการหาปริมาณของธาตุในสารละลายได้ โดยการสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของธาตุกับค่าการดูดกลืนแสงของอะตอมธาตุนั้น และสามารถหาปริมาณของธาตุในสารตัวอย่างซึ่งไม่ทราบค่า โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของอะตอมของสารตัวอย่างมาประเมินค่าความเข้มข้นของธาตุในสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสาร (Concentration) และค่าการดูดกลืนแสงของอะตอมธาตุ (Absorbance)

เครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีองค์ประกอบหลัก คือ

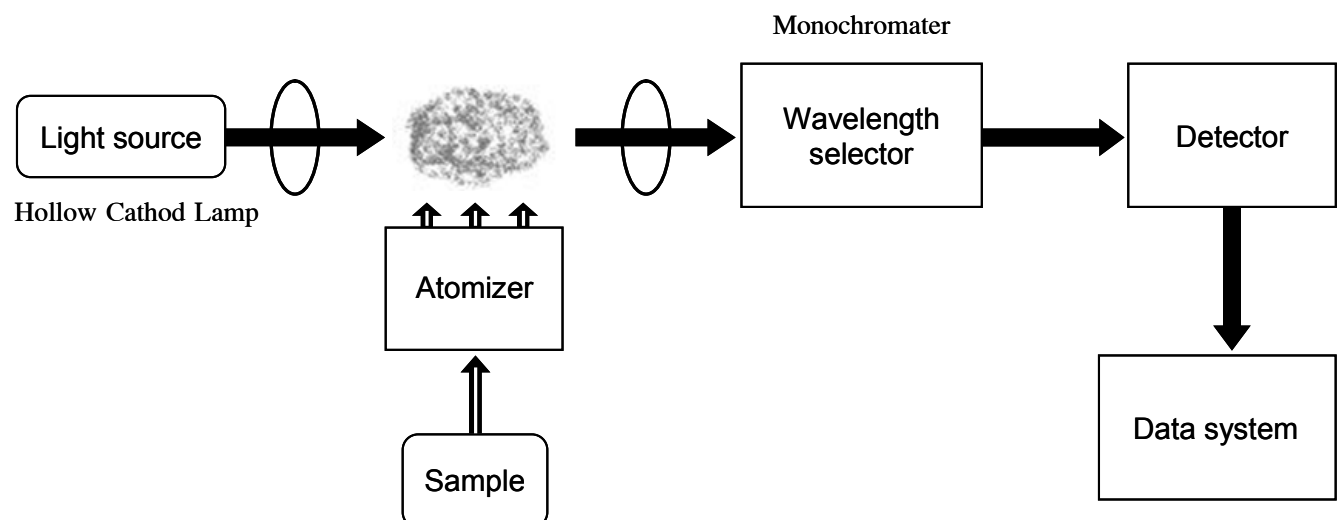
1. แหล่งกำเนิดแสง (Light source) จะเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะกับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์โดยทั่วไปจะเรียกแหล่งกำเนิดแสงนี้ว่า หลอดฮาโลแคโทด (Hollow Cathode Lamp, HCL)
2. อะตอมไมเซอร์ (Atomizer) เป็นส่วนที่ทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมอิสระ มี 2 แบบ คือ อะตอมไมเซอร์แบบเปลวไฟและอะตอมไมเซอร์ที่เป็นเตาไฟฟ้า
3. โมโนโครเมเตอร์ (Monochromator) เป็นส่วนที่คัดเลือกและแยกแสงให้เป็นลำแสงเดี่ยว
4. ตัวตรวจวัด (Detector) เป็นตัวตรวจวัดปริมาณแสง
5. ตัวประมวลผล (Data system) ได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ออกแบบ software ให้ควบคุมการทำงานของเครื่องมือและประมวลผล

การเกิดอะตอมอิสระ

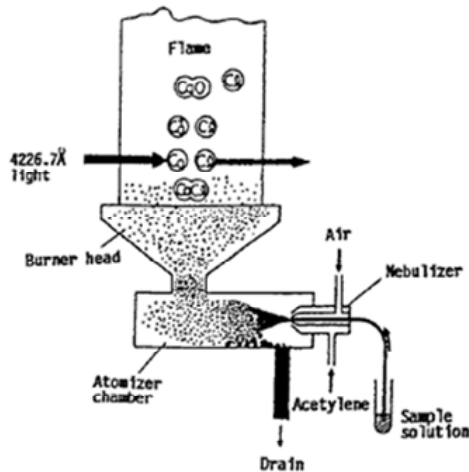
ในการหาค่าการดูดกลืนแสงของอะตอมธาตุด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอมอิสระ ธาตุอยู่ในรูปของสารประกอบหรือโมเลกุลสารจะถูกทำให้เกิดเป็นอะตอมอิสระโดยการให้ความร้อนแก่สารประกอบหรือสารละลายของโลหะ ซึ่งมี 2 วิธี ได้แก่ การใช้เปลวไฟ (Flame method) และการใช้เตาไฟฟ้า (Flameless method หรือ Graphite furnace method)

การเกิดอะตอมบนเปลวไฟ (Flame Atomic Absorption)

เป็นการทำให้เกิดอะตอมอิสระของธาตุนบนเปลวไฟของแก๊สเชื้อเพลิง โดยที่อุณหภูมิของเปลวไฟมีผลต่อการแตกตัวเป็นอะตอมอิสระ และเมื่อแสงจากหลอด HCL ผ่านมายังตำแหน่งที่เกิดอะตอมอิสระ อะตอมก็จะดูดกลืนแสงไว้ได้



ภาพที่ 5 แสดงองค์ประกอบหลักของตัวเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์



ภาพที่ 6 การเกิดอะตอมบนเปลวไฟของธาตุแคลเซียม

จากภาพที่ 6 เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม (Ca) เมื่อแคลเซียมอยู่ในสารละลาย จะอยู่ในรูปของโมเลกุลของแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) สารละลายถูกดูดเข้าทาง Nebulizer จากนั้นจะถูกทำให้เป็นละอองและจะเข้าสู่ส่วนของ Atomizer chamber ในส่วนนี้ละอองฝอยเล็กๆ ประมาณ 10% ถูกผสมกับแก๊สแล้วเข้าสู่ส่วนของ Burner head ส่วนละอองที่ใหญ่ 90% จะลงสู่ท่อ Drain ละอองฝอยที่เข้าสู่ส่วนของ Burner head นั้นตัวทำละลายจะถูกระเหยที่ด้านล่างของเปลวไฟแล้วเคลื่อนต่อไปยังเปลวไฟ เมื่อถึงระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมโมเลกุลของ CaCl_2 จะแตกออกเป็น Ca^{2+} และ Cl^- เมื่อแสงจากหลอด HCL ของ Ca ซึ่งมีความยาวคลื่น 442.7 nm ผ่านมายังตำแหน่งที่เกิดอะตอม Ca^{2+} และอะตอม Ca^{2+} ดูดกลืนแสงไว้ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเกิดอะตอมของธาตุ ดังนั้นการเลือกชนิดของแก๊สควรเลือกให้เหมาะสมด้วย เช่น Air : Acetylene ให้อุณหภูมิสูงประมาณ 2300°C เหมาะสำหรับธาตุ Fe, Cu, Mg, K, Na และ Ca เป็นต้น Nitrous oxide : Acetylene ให้อุณหภูมิสูงถึงประมาณ 2900°C เหมาะสำหรับธาตุ Al, Ti และ V เป็นต้น ข้อดีของวิธีนี้คือเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ง่าย ปลอดภัย ค่าใช้จ่ายต่ำ

การเกิดอะตอมบนเตาไฟฟ้า (Flameless Method หรือ Graphite Furnace Method)

วิธีการ Atomization แบบ Flameless method หรือ Graphite furnace method เป็นกระบวนการ Atomize โดยใช้เตาไฟฟ้า สามารถทำอุณหภูมิได้สูงถึงประมาณ 3000°C ธาตุทุกธาตุที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีวิเคราะห์นี้ ซึ่งจะให้ Sensitivity เพิ่มขึ้นมากกว่าแบบ Flame method ประมาณ 10-100 เท่า และวิเคราะห์สารความเข้มข้นต่ำๆ ได้ดี

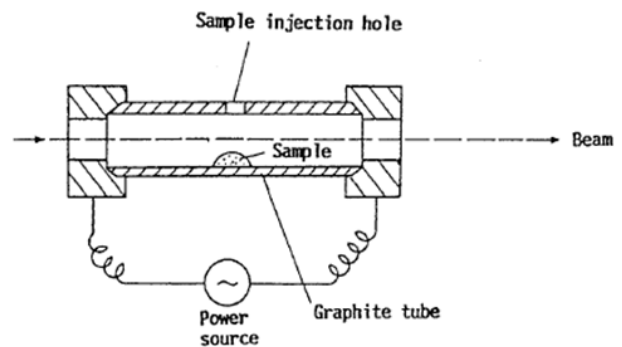
ขั้นตอนการทำให้เกิดอะตอมอิสระหลักๆ 3 ขั้นตอน คือ

1. Drying เป็นขั้นตอนการให้น้ำระเหยไป โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 100°C

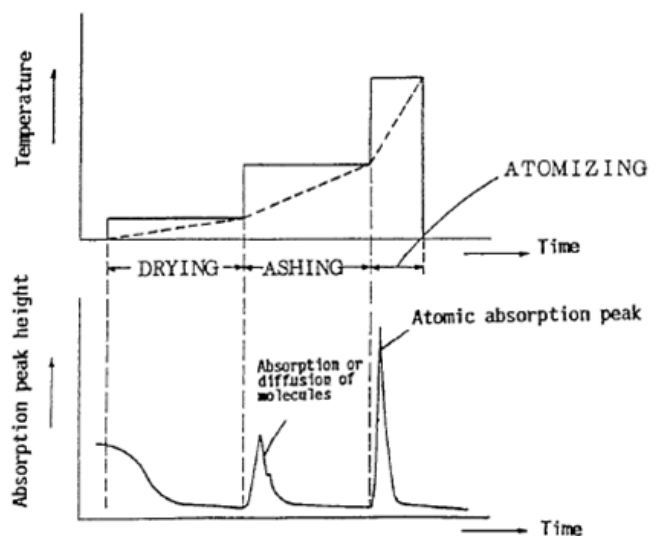
2. Ashing เป็นขั้นตอนการกำจัดเถ้าตะกอน โดยใช้อุณหภูมิช่วง $400-1000^\circ\text{C}$

3. Atomizing เป็นขั้นตอนทำให้เกิดอะตอมอิสระ โดยใช้อุณหภูมิช่วง $1400-3000^\circ\text{C}$

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสงของอะตอม ยังมีอุปกรณ์พิเศษเพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์สำหรับธาตุบางชนิดที่ไม่เสถียรหรือมีปริมาณน้อยมากๆ ที่จะวิเคราะห์ด้วย Flame method ซึ่งจะต้องใช้สารเคมีช่วยทำปฏิกิริยาให้เสถียรขึ้นจึงจะสามารถวิเคราะห์ธาตุนั้นได้



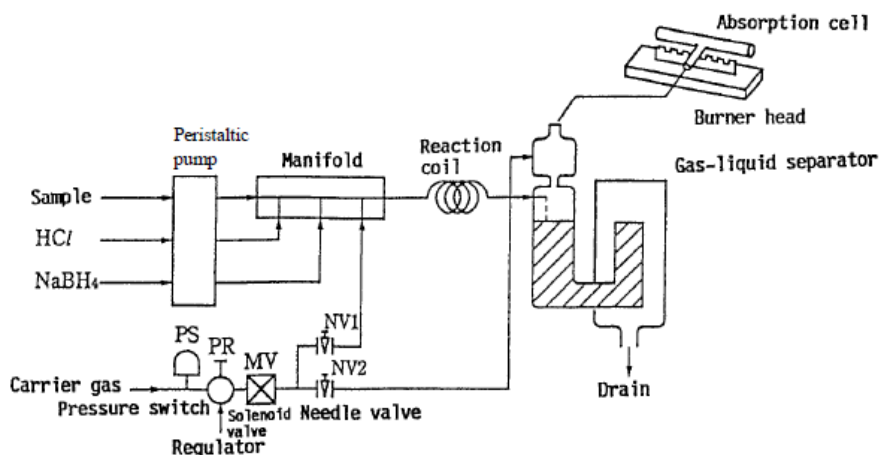
ภาพที่ 7 เทคนิคการดูดกลืนแสงบนเตาไฟฟ้า



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการเกิดอะตอมอิสระในเตาไฟฟ้า

Hydride Vapor Generator

Hydride Vapor Generator (HVG) เป็นอุปกรณ์ช่วยเตรียมตัวอย่างให้เสถียรขึ้น ใช้กับธาตุที่ระเหยได้ง่าย เช่น Arsenic (As), Selenium (Se), Antimony (Sb), Tin (Sn), Tellurium (Te), Bismuth (Bi) และ Mercury (Hg) โดยที่สารละลายตัวอย่างจะทำปฏิกิริยากับ Sodium borohydride และ Hydrochloric acid ธาตุที่ต้องการวิเคราะห์จะจับกับ Hydrogen เกิดเป็นแก๊ส Metal hydride ที่ได้ จะถูกแก๊ส Argon พาไปที่ Atomizer unit เช่น Burner head ทำให้วิเคราะห์ความเข้มข้นได้ในระดับ ppb



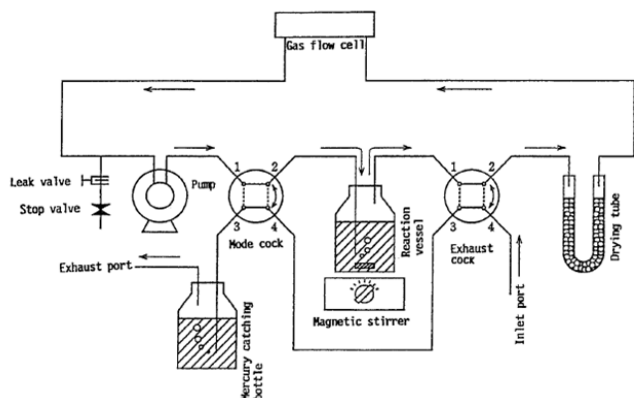
ภาพที่ 9 ไดอะแกรมแสดงหลักการของ HVG



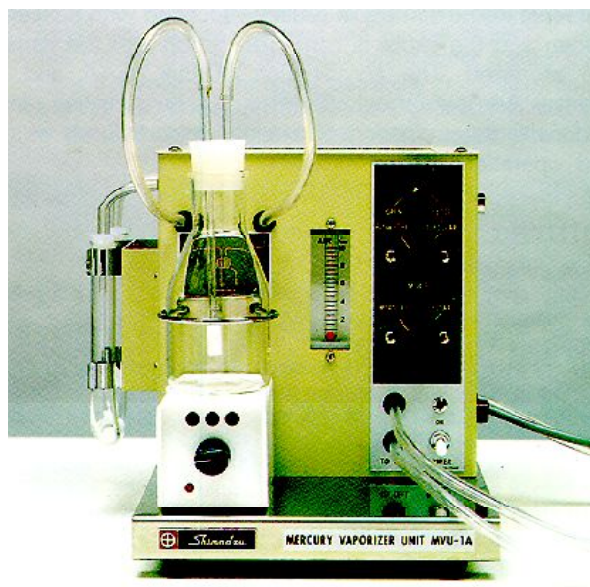
ภาพที่ 10 แสดงภาพของเครื่อง HVG

Mercury Vapor Unit

Mercury Vapor Unit (MVU) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุปรอท (Hg) โดยตลอดการวิเคราะห์จะเป็นระบบปิด ใช้สารละลายทิน (II) คลอไรด์ (SnCl_2) เป็นตัวรีดิวซ์เพื่อช่วยทำให้เกิดอะตอมอิสระของปรอทอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิห้อง และจากนั้นอะตอมอิสระของปรอทจะถูกอากาศพาไปยังเซลล์ที่วางอยู่บน Burner head โดยมีแสงจาก HCL ผ่านตัวเซลล์อยู่ วิธีนี้ไม่ต้องจุดเปลวไฟ เมื่อจบการวิเคราะห์ไอของปรอทจะถูกส่งไปยัง Waste container ที่มีภายในบรรจุด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) ซึ่งเป็นตัวดักไอปรอท อุปกรณ์นี้ช่วยให้การวิเคราะห์มีความปลอดภัยจากไอของธาตุปรอทได้อย่างดีเยี่ยม และสามารถวิเคราะห์ได้ถึง 0.10 ppb



ภาพที่ 11 ไดอะแกรมแสดงหลักการของ MVU



ภาพที่ 12 แสดงภาพของเครื่อง MVU

เอกสารอ้างอิง

แมน อมรสิทธิ์ และคณะ. 2552. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด, กรุงเทพฯ, 676 น.

Shimadzu Scientific Instrument. 2011. Spectrometry AA7000. Available Source: <http://www.ssi.shimadzu.com/products/product.cfm?product=aa7000>, June 9, 2011.

Shimadzu Scientific Instrument. 2011. Spectrometry MVU_1A. Available Source: <http://www.ssi.shimadzu.com/index.cfm>, June 9, 2011.

Shimadzu Scientific Instrument. 2011. Spectrophotometric analysis 203 In Shimadzu Application Note: Measurement of Metal Element Using the HVG-1. Available Source: http://www.ssi.shimadzu.com/apps/apps_display.cfm, June 9, 2011.

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำ

ลักขณา เบ็ญจวรรณ¹

เมื่อย้อนไปราวสามสิบปีจะเห็นได้ว่าแม่น้ำลำคลองในชนบทก็มีแต่น้ำใสไหลรินเห็นปลาชิวปลาช้ำแหวกว่ายวนเวียน แต่เมื่อหันกลับมาในยุคปัจจุบันมักจะเห็นแต่น้ำสีขุ่นๆ ไปจนถึงดำปรากฏเกือบทุกหนแห่งตามแม่น้ำลำคลองที่เรามองผ่านไป โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่เราทั้งหลายต่างพากันคิดว่าแม่น้ำลำคลองนั้นเป็นที่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลโดยชอบธรรมของมนุษย์ ผนวกกับการเพิ่มจำนวนประชากรและการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนสำคัญทำให้ปัญหามลพิษทางน้ำของประเทศไทยยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ และเสมือนว่าไม่มีวันสิ้นสุด การแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในยุคปัจจุบันทำได้ยาก เนื่องจากมนุษย์ให้ความสำคัญกับธรรมชาติและสภาพแวดล้อมรอบๆ ตัวเราน้อยกว่าเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และไอทีเสียอีก ในอดีตบรรพบุรุษของเรามีกลยุทธ์ที่แยบยลในการป้องกันแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น สรรน้ำศักดิ์สิทธิ์ ห้ามลงอาบน้ำ หรือชักล้างในสระ อนุญาตให้ตกไปใช้ได้เท่านั้น แต่น้ำเสียตายที่กุศโลบายดี ๆ เช่นนี้คงใช้ไม่ได้แล้วสำหรับยุคศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม คงไม่สิ้นหวังหากพวกเราจะร่วมมือกันในวันนี้เพื่อการบำบัดน้ำเสียและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นในวันข้างหน้า

พืชน้ำที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

ในที่นี้ขอเสนอเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายโดยใช้พืชน้ำที่ส่วนหนึ่งเป็นวัชพืชน้ำที่เจริญเติบโตและงอกงามอยู่ตามแม่น้ำลำคลอง เช่น แหน จอก ผักตบชวา เป็นต้น พืชเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบำบัดน้ำเสียได้ทั้งสิ้น สำหรับพืชน้ำที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. พืชลอยน้ำ (Free-floating plants) เช่น จอก แหน กระจับ ผักตบชวา ผักบุ้ง (ภาพที่ 1)
2. พืชรากเกาะดิน (Emergent plants) เช่น กก หญ้าแฝก ฤๅษี อ้อ ตาลปัตรฤๅษี (ภาพที่ 2)
3. พืชใต้น้ำ (Submerged plants) เช่น สาหร่าย และ สันตะวาชนิดต่างๆ (ภาพที่ 3)

การเลือกชนิดของพืชน้ำเพื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย นั้นจะต้องพิจารณาพื้นที่และสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ โดยควรเลือกพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในท้องถิ่น มีความทนทานต่อน้ำเสีย มีรากจำนวนมากและระบบรากมีการกระจายตัวดี อีกทั้งต้องพิจารณาถึงค่าความสกปรกหรือปริมาณสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียที่จะบำบัดว่ามีมากน้อยเพียงใด น้ำเสียที่มีความสกปรกมากหรือมีค่าบีโอดีสูงนั้นไม่นิยมใช้พืชน้ำในการบำบัด ส่วนมากใช้พืชน้ำในการบำบัดน้ำเสียที่มีความสกปรกน้อย เช่น น้ำเสียชุมชน หรืออาจใช้พืชน้ำเพื่อบำบัดน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 (Secondary treatment) เช่น ระบบบ่อเติมอากาศ ระบบแอควาติกเวตเตดสลัดจ์ ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ฯลฯ อีกขั้นตอนหนึ่งก่อนที่จะปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

“ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์” เป็นเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นโดยสร้างเลียนแบบบึงที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีวภาพ โดยใช้พืชและจุลินทรีย์ในการกำจัดมลสาร (Pollutants) ที่มีอยู่ในน้ำเสีย โดยทั่วไประบบบึงประดิษฐ์จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีกว่าพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติที่เนื้อที่เทียบเท่ากัน เนื่องจากการปรับระดับพื้นที่และมีการควบคุมพฤติกรรมของไหล (Hydraulics behavior of flow) และการกำหนดระยะเวลาที่กักพักทางชลศาสตร์ (Hydraulic retention time; HRT) ของน้ำภายในระบบ องค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. ชั้นกรอง (Substrata) หรืออาจเรียกว่าสิ่งยึดเกาะ (Support media) ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติ เช่น กรวด หิน และทราย หรือวัสดุเหลือใช้ต่างๆ เช่น เศษอิฐ ถ่าน และ ขวดพลาสติก เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (Media) ให้รากพืชยึดเกาะและเจริญเติบโตเป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ และเป็นพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในระบบเพื่อบำบัดสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำเสีย ความหนาของชั้นกรองที่ใช้โดยทั่วไปประมาณ 30-75 เซนติเมตร

¹ นักวิจัยชำนาญการ งานวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140



แหน

กระเจ็บ

จอก

ผักตบชวา

ภาพที่ 1 พืชลอยน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย



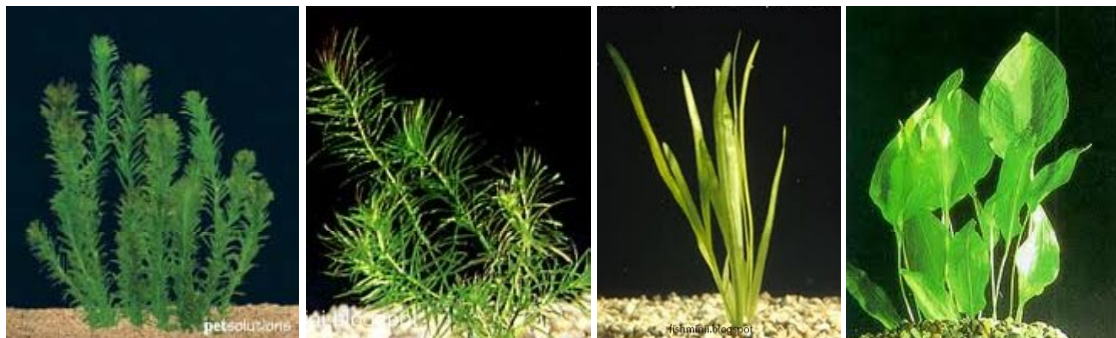
หญ้าแฝก

กก

ธูปฤาษี

พุทธรักษา

ภาพที่ 2 พืชที่มีระบบรากเกาะดินที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย



สาหร่ายหางกระรอก

สันตะวาหางไก่

สันตะวาใบข้าว

สันตะวาใบพาย

ภาพที่ 3 พืชใต้น้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

2. พืชน้ำ ใช้ได้ทั้งพืชที่ลอยน้ำ (Free-floating plants) พืชที่มีระบบรากเกาะดิน (Emergent plants) และพืชใต้น้ำ (Submerged plants) หน้าที่หลักของพืชในระบบคือดูดซับสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสียไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต แลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนจากบรรยากาศสู่ระบบรากพืช เป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ และป้องกันการอุดตันของตัวกลางภายในระบบ

3. จุลินทรีย์ (Microbial organisms) จุลินทรีย์ที่พบในระบบมีหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย รา สาหร่าย และโปรโตซัว ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารหรือพลังงานในการดำรงชีพและสร้างเซลล์ใหม่ จุลินทรีย์เหล่านี้จำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ จุลินทรีย์ประเภทแขวนลอย ซึ่งหมายถึงจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนที่อยู่บริเวณผิวน้ำ และจุลินทรีย์

ประเภทเกาะติด ซึ่งหมายถึงจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณรากพืชหรือวัสดุตัวกลาง (เช่น ดิน หิน กรวด)

นอกจากนี้ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO) เนื่องจากพืชต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ และใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง การที่พืชน้ำอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความสกปรกมากจนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่มีอยู่ถูกใช้จนหมดไป หรือค่า DO ในระบบมีค่าเป็นศูนย์ จะทำให้พืชน้ำตายและเกิดการเน่าเปื่อยของซากพืชในแหล่งน้ำ หากเกิดเหตุการณ์เช่นนี้จะเป็นการเพิ่มความสกปรกให้กับแหล่งน้ำแทนที่จะเป็นการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นเมื่อนำพืชน้ำมาช่วยในการบำบัดน้ำเสียจึงต้องพิจารณาถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

ให้มีปริมาณมากพอต่อการดำรงชีวิตของพืช และเพียงพอต่อกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ภายในระบบด้วย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน (Free Water Surface – Constructed Wetland)

เป็นระบบบึงประดิษฐ์ที่มีน้ำไหลอยู่บนผิวดินหรือชั้นกรอง (ภาพที่ 4, 5) มีการควบคุมและกระจายน้ำให้ไหลเข้าไปในระบบด้วยความเร็วต่ำอย่างสม่ำเสมอ และน้ำจะไหลแบบตามกันไปในแนวยาวหรือที่เรียกว่า Plug-flow (U.S. EPA, 1988) ผ่านกึ่งกั้นและระบบรากของพืชที่แผ่กระจายอยู่ทั่วไป ระบบนี้จะมีการสูญเสียน้ำค่อนข้างมากเนื่องจากการระเหย (Evaporation) และการคายระเหยของพืช (Evapotranspiration) น้ำที่ขังอยู่ในระบบบริเวณที่ตื้นจะมีแพลงก์ตอนค่อนข้างมาก และในบริเวณที่ลึกกว่าซึ่งแสงส่องผ่านน้อยจะเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในระบบนี้จึงมีทั้งชนิดที่ใช้ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) และชนิดที่อาศัยอยู่ได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative bacteria) พืชที่ใช้ในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดินนี้โดยทั่วไปจะมีทั้งพืชลอยน้ำ พืชรากเกาะดิน

และพืชใต้น้ำ ซึ่งสามารถจำแนกย่อยตามกลุ่มของพืชน้ำที่นำมาใช้งานได้ 3 ประเภท คือ

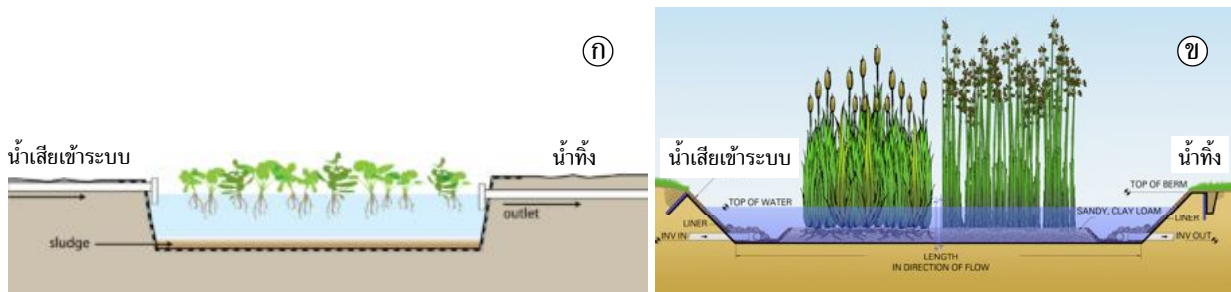
1) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน โดยใช้พืชที่ลอยน้ำ เช่น จอก แหน ผักตบชวา

2) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน โดยใช้พืชรากเกาะดิน เช่น กก แฝก ธูปฤาษี

3) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน โดยใช้พืชใต้น้ำ เช่น สาหร่าย และสันตะวาชนิดต่าง ๆ

2. ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน (Subsurface Flow – Constructed Wetland)

เป็นระบบบึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลอยู่ใต้ชั้นกรอง ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้รากพืชยึดเกาะและเจริญเติบโต บริเวณก้นบ่อปูด้วยดินเหนียวอัดแน่นหรือวัสดุสังเคราะห์กันซึม เช่น แผ่นโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง เพื่อป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมออกจากบ่อ พืชน้ำที่นิยมใช้ เช่น ธูปฤาษี กก พุทธรักษา ธรรมรักษา และต้นอ้อ เป็นต้น น้ำเสียที่ไหลเข้าระบบจะไหลผ่านบริเวณรากของพืชทำให้เกิดการบำบัดด้วยการกรอง การดูดซึม การตกตะกอน และการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ส่วนบริเวณท้ายระบบที่น้ำเสียไหลออก มักจะสร้างระบบท่อเพื่อรวบรวมน้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากระบบ สำหรับระบบนี้บริเวณใต้ชั้นตัวกรองจะอึดตัวด้วยน้ำตลอดเวลาซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศ



ภาพที่ 4 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน ก) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน โดยใช้พืชลอยน้ำ ข) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดิน โดยใช้พืชรากเกาะดิน
แหล่งที่มา: ปรับปรุงจาก U.S. EPA, 1988



ภาพที่ 5 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดินที่มีการประยุกต์ใช้งานจริง

(Anaerobic) ขึ้น (U.S. EPA 1988) ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน จำแนกย่อยเป็น 2 ประเภท คือ

1) ระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลตามแนวราบ (Horizontal subsurface flow)

ระบบนี้จะปลูกพืชรากเกาะดินที่ไหลผ่านน้ำ ด้านล่างปูด้วยวัสดุกันซึม ส่วนชั้นกรองที่ใช้ในระบบอาจเป็นดิน หิน กรวด หรือทราย น้ำเสียจะถูกปล่อยจากท่อเข้าระบบอย่างช้าๆ ตามแนวนอนผ่านชั้นหินจนกระทั่งถึงทางน้ำออก ในระหว่างการไหลผ่านชั้นรากพืชจะเกิดกระบวนการบำบัดมลสารให้ลดน้อยลงได้โดยกระบวนการทางกายภาพ เช่น การตกตะกอน และการบำบัดสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ (ภาพที่ 6ก)

2) ระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลตามแนวตั้ง (Vertical subsurface flow)

ระบบนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับระบบบึงประดิษฐ์แบบไหลตามแนวราบทุกประการ ยกเว้นลักษณะการไหลของน้ำเสียที่ออกแบบให้ไหลในแนวตั้งสู่พื้นด้านล่างของระบบบึงประดิษฐ์ โดยที่ด้านล่างของระบบจะเป็นที่กักเก็บน้ำ ลักษณะการไหลของน้ำเป็นการเติมออกซิเจนลงสู่พื้นของระบบบึงประดิษฐ์ ในช่วงน้ำแห้งอากาศจะแทรกเข้ารูพรุนของดิน และเมื่อทำการสูบน้ำเข้าอากาศจะถูกผลักออกจากรูพรุนของตัวกลาง ทำให้น้ำเสียที่ถูกปล่อยเข้าระบบจะได้รับปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6ข) ส่วนภาพที่ 7 แสดงลักษณะของระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินที่มีการประยุกต์ใช้งานจริง (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2549)

กลไกการกำจัดสารอินทรีย์ในระบบบึงประดิษฐ์

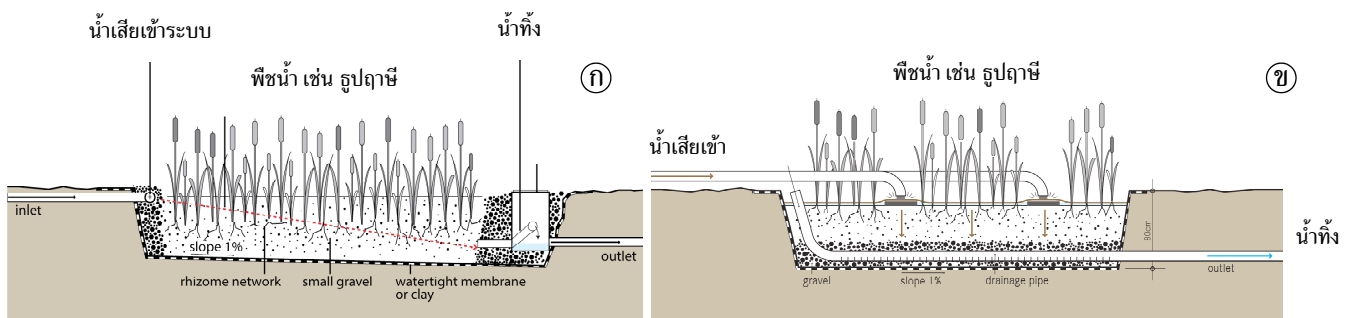
ในน้ำเสียจะมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ทั้งที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำ ซึ่งส่วนที่เป็นของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียจะเกิดการตกตะกอนในระบบ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ตามรากพืชและชั้นกรองในระบบ เช่น กรวด หิน ดิน ทราย เป็นต้น โดยที่ความเร็วในการตกตะกอนอินทรีย์สารที่เป็นของแข็งในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดินจะขึ้นอยู่กับความนิ่งของน้ำ ส่วนในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินจะขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่สะสมอยู่ในชั้นกรองและอัตราการซึมของน้ำผ่านชั้นกรอง (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

หลักการลดค่าบีโอดีในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลบนผิวดินมักขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์จำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการแพร่ของออกซิเจนในบรรยากาศลงสู่ผิวน้ำ และอีกส่วนหนึ่งมาจากพืชน้ำที่ปล่อยออกซิเจนจากใบและลำต้นไปยังระบบราก สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในบริเวณสิ่งยึดเกาะประเภท หิน ดิน กรวด และทราย ซึ่งไม่มีอากาศหรือออกซิเจนอยู่เลยนั้น จะมีกลไกการบำบัดโดยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria)

ประโยชน์และข้อดี-ข้อเสียของระบบบึงประดิษฐ์

1. ประโยชน์ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ มีประโยชน์ทางตรงคือช่วยบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีก่อนปล่อย



ภาพที่ 6 หลักการของระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน

แหล่งที่มา: ปรับปรุงจาก http://www.akvo.org/wiki/index.php/Horizontal_Subsurface_Flow_Constructed_Watland



ภาพที่ 7 ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินที่มีการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

แหล่งที่มา: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2549

ทั้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม โดยการช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ ตะกอนแขวนลอย และสารอาหาร (สารประกอบไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส) จุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogens) และโลหะหนัก เป็นต้น ส่วนประโยชน์ทางอ้อม คือ เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์ชนิดต่างๆ ทำให้เกิดสมดุลของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม อีกทั้งสามารถใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจและเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ระบบธรรมชาติ

2. ข้อดีของการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

เมื่อพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ การควบคุมดูแลระบบและด้านเทคนิคในการบำบัดน้ำเสีย สามารถจำแนกข้อดีได้ดังนี้

- บึงประดิษฐ์มักเป็นระบบที่มีรูปแบบและการออกแบบก่อสร้างไม่ซับซ้อน การทำงานของระบบไม่ใช่เทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้มีค่าก่อสร้างไม่แพงเมื่อเทียบกับระบบบำบัดชนิดอื่นๆ เนื่องจากไม่มีเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรกลที่ซับซ้อน

- ค่าการดำเนินงานและการควบคุมดูแลระบบค่อนข้างต่ำ เนื่องจากไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมดูแลระบบ

- สามารถกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เป็นอย่างดีและมีค่าใช้จ่ายต่ำ

- สภาพแวดล้อมในระบบเป็นที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารของสัตว์ชนิดต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อชุมชน

3. ข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์อาจมีข้อด้อยหรือข้อเสียในการใช้งาน ดังนี้

- ต้องใช้พื้นที่มากกว่าระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป จึงมีผลต่องบประมาณในการจัดซื้อที่ดิน

- ประสิทธิภาพในการบำบัดอาจจะน้อยกว่าระบบบำบัดน้ำเสียรูปแบบอื่น เพราะยังต้องขึ้นอยู่กับฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในบึง รวมทั้งอัตราการตกของฝนและระยะเวลาแห้งแล้ง

- อาจจะต้องใช้เวลาในการเริ่มต้นระบบบำบัด (start-up) นาน เพราะต้องใช้เวลาในการเพาะปลูกพืชให้มีขนาดที่เหมาะสมก่อน อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง

- บึงประดิษฐ์ไม่สามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกมากหรือค่าบีโอดีสูงๆ ได้ เนื่องจากในสภาวะดังกล่าวพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้

- จะต้องทำการเก็บเกี่ยวพืชในระบบออกเป็นประจำเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่เพื่อป้องกันการตายของพืช ซึ่งจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง

จากบทความเชิงวิชาการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำข้างต้น หวังว่าท่านผู้อ่านคงได้ทราบหลักการและได้รับความรู้ในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชไปบ้างไม่มากก็น้อย โดยผู้เขียนมุ่งหวังให้มีการนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อ

การบำบัดน้ำเสียในภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ประกอบอาชีพด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทปลากินเนื้อ เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ฯลฯ เนื่องจากการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อที่จับปลาขายไปแล้วลงสู่แหล่งน้ำโดยมิได้ผ่านการบำบัด จะก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำ อีกทั้งยังเป็นการสูญเสียสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในน้ำเสียซึ่งสามารถใช้เป็นอาหารของปลากินพืช (เช่น ปลานิล ปลานิล ปลาตะเพียน ปลาจิ้ง และอื่นๆ) ไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นจึงอยากแนะนำให้ผู้ที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทำบ่อบำบัดน้ำเสียโดยใช้พืชลอยน้ำ และเลี้ยงปลากินพืชในบ่อดังกล่าวเพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำ หรือบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการลดมลพิษทางน้ำให้แก่แหล่งน้ำของประเทศ รวมถึงน้ำทิ้งที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมยังเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) อนึ่งการสร้างบ่อพักน้ำโดยมีพืชลอยน้ำและเลี้ยงปลากินพืชควบคู่กันไปนี้ เป็นส่วนหนึ่งของระบบเกษตรกรรมแบบยั่งยืนที่ไม่เพียงแต่ได้ประโยชน์เพียงด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแต่ยังทำให้เกษตรกรมีรายได้เสริมจากการจำหน่ายปลากินพืชอีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2551. กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 125 ตอนพิเศษ 21ง ลงวันที่ 30 มกราคม 2551.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. คู่มือวิชาการระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์สำหรับบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล. โครงการพัฒนาแนวทางด้านเทคนิคและสาธิตระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์. ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการกรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2549. ระบบบึงประดิษฐ์. ส่วนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมด้านน้ำ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

Anonymous. 2011. Horizontal subsurface flow constructed wetland and vertical flow constructed wetland . Available Source: http://www.akvo.org/wiki/index.php/Horizontal_Subsurface_Flow_Constructed_Watland, September 9, 2011.

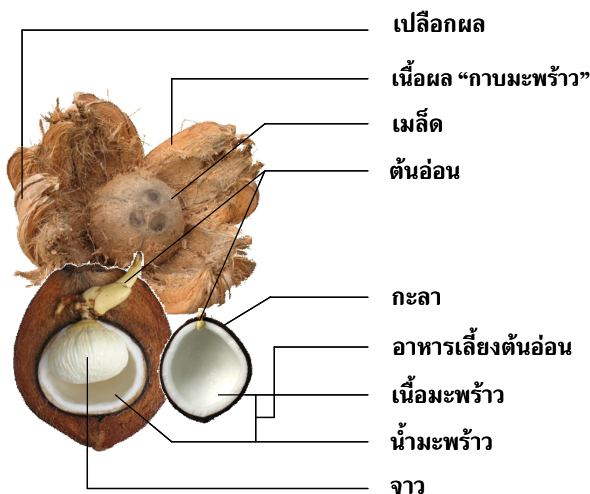
U.S. EPA. 1988. Design Manual Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment. (EPA/625/1-88/022) United States Environmental Protection Agency, USA.

มะพร้าว พืชสารพัดประโยชน์

ไพโร มัทธวรัตน์¹ และรัตนะ สุวรรณเลิศ¹

มะพร้าวเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ผู้คนในโลกรู้จักกันอย่างแพร่หลายและให้คุณประโยชน์แก่มนุษย์มากที่สุดในเขตร้อนจนเป็นที่รู้จักในนามของพืชแห่งชีวิต (Tree of Life) หรือต้นไม้แห่งสรวงสวรรค์

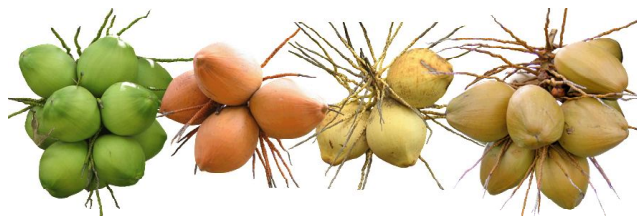
มะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ที่อยู่ในวงศ์ปาล์ม (ARECACEAE) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเป็นส่วนใหญ่ไม่แตกกิ่งก้านสาขา (ในสภาพปกติ) เนื่องจากเป็นพืชที่มีตายอดเพียงตาเดียว สูงประมาณ 3 - 25 เมตร รากยาวไปได้ไกลถึง 20 เมตร ใบเป็นใบประกอบมีขนาดต่างกันไปตามชนิดพันธุ์โดยเฉลี่ยยาวประมาณ 5 เมตร ใบย่อยยาว 50 - 100 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อที่ช่อใบเรียกว่าจั่น มีทั้งดอกตัวเมียและตัวผู้ในช่อเดียวกัน ตัวเมียอยู่ที่โคนจั่น ตัวผู้ที่อยู่ปลายและบานก่อน ดอกย่อยหนึ่งๆ บานเพียงวันเดียวก็ร่วงหล่น จั่นหนึ่งๆ จะใช้เวลาในการทยอยบานของดอกย่อยทั้งหมดประมาณ 20 - 24 วัน ผลทรงกลมและประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงส่วนต่างๆ ของผลมะพร้าว

- เปลือกผล นอกสุดเป็นแผ่นบางเรียบและลื่น ผลอ่อน สีเขียว เหลือง เหลืองส้ม และเหลืองนวลขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ เมื่อแก่สีน้ำตาล

- เนื้อผล เป็นเส้นใยเหนียวผสมกับเนื้อเยื่อนุ่มละเอียดรับประทานไม่ได้ คนไทยเรียกว่าเปลือกหรือ “กาบมะพร้าว”



- เปลือกหุ้มเมล็ด หรือเนื้อผลชั้นในเป็นส่วนที่แข็งมาก เรียกว่า “กะลา”

- เมล็ด ประกอบด้วย เปลือกเมล็ด สีสน้ำตาลบางเปราะ หักง่าย และส่วนที่เป็นอาหารเลี้ยงต้นอ่อน มี 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อสีขาวขุ่น หนา ค่อนข้างแข็งเรียกว่า “เนื้อมะพร้าว” และส่วนที่เป็นน้ำเรียกว่า “น้ำมะพร้าว”

- ต้นอ่อน อยู่ที่ตาเมล็ดจะพัฒนาส่วนบนแทงทะลุกะลา และกาบมะพร้าวชวยอดไปเป็นต้น ส่วนล่างขยายขนาดใหญ่ขึ้นเรียกว่า “จาว” มีช่องรูพรุนมากเพื่อดูดซับน้ำและอาหารไปเลี้ยงต้นอ่อนในระยะแรก

มะพร้าว มีความใกล้ชิดผูกพันกับวิถีการดำรงชีวิตของคนไทยไม่ว่าจะเป็น ความเชื่อ ประเพณี หรือการนำส่วนต่างๆ มาปรับใช้อย่างหลากหลาย เช่น

รากมะพร้าว

เป็นตัวยาสุนไพรรักษาโรคของไทย นำมารักษาอาการเจ็บคอ โดยเอารากมาล้างให้สะอาด ทบให้แหลก นำไปแช่น้ำสะอาดต้มสุก ผสมเกลือเล็กน้อยดื่มหรืออมกลั้วคอ และใช้รากบดละเอียด เป็นสีย้อมผ้าได้ด้วย

ลำต้นและเปลือกมะพร้าว

ลำต้นมะพร้าวทั้งต้นทำเป็นเสาปักในน้ำผูกยึดกระชังปลา หรือผูกเรือ มีความยืดหยุ่นแข็งแรงทนทานเป็นอย่างดี เลื่อยเป็นแผ่นใช้ทำฝาผนังและโครงหลังคาบ้าน โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องใช้ในบ้าน แกะสลักเป็นเครื่องประดับ เปลือกมะพร้าว เลื่อยเป็นแผ่นเล็กๆ อัดทำไม้ประสาน ในบางประเทศมีการนำไปทำเยื่อกระดาษ ที่เหมาะสำหรับใช้ทำกระดาษถุงหรือกระดาษกล่อง หรือนำไปแช่น้ำนานประมาณ 3 สัปดาห์ นำมาทบ ล้าง สาง แล้วเข้ารูปเป็นแปลงถูบ้าน พรหมเช็ดเท้า เบาะรถยนต์ กระเป๋าถือ เชือก

¹ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

ยอดอ่อนมะพร้าว

เมื่อมีการโค่นต้นมะพร้าวเมื่อใดแล้วผลพวงที่ได้อย่างหนึ่งก็คือ ยอดอ่อนมะพร้าวที่มีรสหวานหอมและกรอบ ซึ่งนำมาใช้ประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด เช่น ต้มยำกุ้งยอดมะพร้าวอ่อน ต้มกระดูกอ่อนหมูยอดมะพร้าว ผัดกุ้งยอดมะพร้าวอ่อน แกงเขียวหวานยอดมะพร้าว อร่อยได้ทั้งปลา กุ้ง ไก่ และอีกนานาเมนูเลยทีเดียว นอกจากอร่อยแล้วยังได้คุณค่าทางโภชนาการ เพราะว่ายอดมะพร้าวอ่อน 100 กรัม จะให้พลังงาน 42 กิโลแคลอรี และประกอบไปด้วยน้ำ 88 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7.7 กรัม โปรตีน 1.8 กรัม ไขมัน 0.4 กรัม เยื่อใย 0.8 กรัม แคลเซียม 60 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 54 มิลลิกรัม เหล็ก 0.3 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 8 ไมโครกรัม ไนอาซิน 2.8 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.1 มิลลิกรัม และวิตามินซี 5 มิลลิกรัม

ใบมะพร้าว

เรียกใบทั้งก้านว่า “ทางมะพร้าว” นำมาปรุงเป็นหลังคา กันแสงแดด แฉกกันลม แฉกบังตา แบบชั่วคราวได้อย่างสวยงาม ใบย่อยทั้งอ่อนและแก่นำมาฉีกเอาแต่เนื้อใบทั้งสองข้างมาห่อขนม สานเป็นกระทงใส่ขนม สานทำเครื่องเล่นปลา แหวน นาฬิกา ข้อมือ นก ตักแตน กระเป๋ ใบที่แก่จัดลอกเอาเนื้อใบทั้งสองข้างออกให้เหลือแต่ก้าน ตัดเฉียงให้แหลมทั้งหัวและท้ายใช้เป็นไม้กลัดห่อขนม ไม้จิ้มขนม หรือใช้ทั้งก้านที่มีความยาวใกล้เคียงกันมัดรวมให้มีจำนวนมากพอจับกำได้ถนัดทำเป็นไม้กวาดใช้กวาดน้ำบนพื้นที่เรียบได้ดี หรือนำไปต่อด้ามด้วยไม้ไผ่แล้วสยายก้านมะพร้าวให้แผ่กว้างออกพอประมาณ มัดให้แน่น ทำเป็นไม้กวาดฯ เศษขยะ ใบไม้ หรือพลาสติก ยืนกวาดได้สะดวกเป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังนำมาสานเป็นเสวียนสำหรับรองหม้อหรือถาดใส่ของเพื่อกันความร้อนและรอยขีดข่วนที่จะเกิดกับพื้นบ้าน

เยื่อหุ้มคอหรือรกมะพร้าว

นำมาดัดแปลงประดิษฐ์เป็นของประดับ เช่น รองเท้า กระเป๋าถือ ตะกร้าใส่ผลไม้ กรอบรูป หรืออัดทำลายพื้นโต๊ะ เป็นต้น

ดอกมะพร้าว



ดอกอ่อนมะพร้าวสามารถให้น้ำหวานได้เป็นจำนวนมาก แต่หากขาดประสบการณ์แล้วก็ไม่สามารที่จะทำให้ดอกหลั่งน้ำหวานออกมาเป็นจำนวนมากได้ แต่ด้วยภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่นที่สืบทอดต่อกันมาสามารถหาน้ำหวานออกมาได้เป็นจำนวนมากจนสามารถนำมาทำเป็น

- น้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม โดยเอาน้ำหวานที่ได้มาทำลายเชื้อจุลินทรีย์ แล้วบรรจุใส่ภาชนะปิดผนึก สำหรับดื่มแบบแช่เย็นหรือใส่น้ำแข็งเล็กน้อย หวานหอมชื่นใจ ดับกระหาย

- น้ำตาลมะพร้าว ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาลปึก น้ำตาลบ น้ำตาลปี๊บ หรือน้ำตาลหม้อจากมะพร้าว เป็นเครื่องปรุงรสทั้งอาหารคาวและหวานของคนไทยมาแต่โบราณเนื่องจากมีกลิ่นหอมเฉพาะช่วยให้อาหารมีรสชาติกลมกล่อม อร่อยมากยิ่งขึ้น แต่กว่าจะได้ลิ้มรสชาติเหล่านี้เห็นที่ต้องขอบคุณบรรพบุรุษผู้มีปัญญาเหล่านั้นให้มาก ๆ

มะพร้าวทั้งลูก

- มะพร้าวอ่อน คือมะพร้าวที่อายุไม่มาก เปลือกสีเขียว น้ำในผลมีจำนวนมาก เมื่อเขย่าผลจะไม่เกิดเสียงดังหรือดังน้อยมาก เนื้อผลอ่อนนุ่มสีขาวขุ่นยังไม่เต็มกะลาคือเนื้อทางด้านหัวหรือขั้วผลยังเหลือใสเป็นทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีปริมาณเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกายของมนุษย์อยู่จำนวนมากจึงช่วยลดอาการสูญเสียเหงื่อหรืออ่อนเพลียจากอาการท้องเสีย และมีน้ำตาลกลูโคสอยู่มาก ร่างกายจึงดูดซึมเข้าไปใช้งานได้ง่ายจึงทำให้รู้สึกสดชื่นได้เร็ว และยังมีฮอร์โมนเอสโตรเจนอยู่สูง มีผลในการชะลอการเกิดโรคอัลไซเมอร์หรือความจำเสื่อมในสตรีวัยทอง ฮอร์โมนนี้ยังเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคอลลาเจนและอีลาสตินที่ทำให้ผิวกระชับและชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย

- มะพร้าวเผา เป็นวิธีการหนึ่งของคนไทยในการเพิ่มรสชาติให้มะพร้าวอ่อนมีน้ำหอมหวานมากยิ่งขึ้น เนื้อสุกนุ่มหอมสามารถลอกออกจากกะลาได้ง่าย นำไปตัดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่งหน้าขนมหรือเป็นส่วนผสมของขนมบัวลอยไข่หวาน วุ้นมะพร้าว เยลลี่มะพร้าว และหวานเย็นต่าง ๆ

- มะพร้าวทึนทึก เป็นชื่อเรียกผลมะพร้าวช่วงที่เปลือกจะเริ่มเปลี่ยนสี มีเนื้อหนานุ่มไม่แข็งมากนัก นิยมนำมาชุบโรยหน้าขนมตาล ขนมถั่วแปบ ข้าวโพดคั่ว หรือมะพร้าวแก้ว

- มะพร้าวแก่หรือเรียกว่ามะพร้าวห้าว เป็นผลที่นำไปใช้สารพัดสรรพประโยชน์ เนื้อชุบแล้วบีบให้น้ำกะทินำไปใช้ประกอบอาหารได้ทั้งคาวและหวาน ผลิตภัณฑ์ด้านความงามหลายชนิด ยาสมุนไพร และมะพร้าวแก่ผลใหญ่ ๆ ยังเป็นอุปกรณ์ช่วยฝึกหัดให้คนไทยวัยน้ำได้มาจนทุกวันนี้

- มะพร้าวกะทิ เป็นผลมะพร้าวชนิดพันธุ์ที่มีเนื้อเหนียวหนานุ่มฟู นำไปทำเป็นส่วนประกอบของขนมบัวลอยไข่หวาน ทับทิมกรอบ หรือจะโรยน้ำตาลสักเล็กน้อยแล้วตักกินก็อร่อยไม่น้อยทีเดียว

- มะพร้าวหุ่ย เป็นชื่อเรียกผลมะพร้าวที่รูปทรงผิดปกติไปเป็นเรียวยาว กะลาเล็กหรือไม่มี เนื่องจากเมล็ดสูญเสียการเจริญเติบโต ทำให้มีเปลือกหนามาก โบราณนำมาผานให้แบนใช้ทำเป็นหมอน ภาชนะรองเครื่องใช้ และงานประดิษฐ์ต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว

อาหารคาวและหวาน



เครื่องเรือน เครื่องใช้ และของประดับ



ผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่นๆ

**វត្តភូមេសត្រ**

ส่วนต่างๆ ของผลที่นำมาใช้ประโยชน์

- กาบมะพร้าว เป็นเส้นใยธรรมชาติที่ดีมาก นำมาทำเป็นวัสดุปลูกกล้วยไม้ให้รากยึดเกาะและดูดซับน้ำได้เป็นอย่างดี หรือสับให้มีขนาดเล็กเป็นวัสดุผสมในดินปลูกพืช นำมาอัดเป็นแผ่นสำหรับปูเป็นฉนวนกันความร้อนภายในอาคาร บดป่นเอาแต่เส้นใยมาทำเป็นที่นอน หรือจะทำเป็นรังให้นก และกระรอกอาศัยก็สวยงาม

- ชูยมะพร้าว เป็นเนื้อเยื่อพืชที่มีขนาดเล็กละเอียด หลังจากการบดป่นกาบมะพร้าวเอาเส้นใยออกไป ใช้เป็นวัสดุสำหรับเพาะชำต้นไม้ที่ตี มีน้ำหนักเบา ดูดซับน้ำได้ดีมีรูพรุนมาก ทำให้ระบบรากของกล้าไม้แข็งแรง เป็นส่วนผสมของวัสดุเพื่อใช้ในการประดิษฐ์ที่ต้องการให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบา

- กะลามะพร้าว ส่วนนี้มีประโยชน์มากไม่แพ้ส่วนอื่นๆ คนไทยเคยใช้กะลาจากมะพร้าวพันธุ์ทะนานซึ่งมีกะลารูปรียาวนำมาทำเป็นเครื่องมือใช้ตวงข้าว โดยตักให้เต็มกะลาที่ท้าวจะเท่ากับ 1 ทะนาน ทำเป็นนาฬิกาจับเวลาสำหรับการแข่งขันชนไก่ คือเมื่อเริ่มต้นชนไก่ก็นำกะลาที่มีรูมาลอยในโหลน้ำกะลามน้ำเมื่อไรเรียกว่า 1 อันคือ 1 ยกนั่นเอง ทำเครื่องประดับและของใช้ เช่น โคมไฟ สร้อย เรือนนาฬิกา กำไล เข็มขัด กระดุม แจกัน ที่เชียบูหรี หรือแม้แต่ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องดนตรีขลุ่ย ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมตระหนักถึงคุณค่าของกะลาที่ทำเป็นผงถ่านเพื่อใช้ในการดูดกลิ่น ฟอกอากาศ บ่มเหล้า และกรองน้ำเสีย ทั้งยังทำตุ๊กตาบรรจุผงถ่านกะลามะพร้าวเพื่อช่วยดูดซับกลิ่นเหม็นหืนภายในอาคาร หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงก็ให้ความร้อนได้สูงมากชนิดหนึ่ง

- เนื้อมะพร้าว นอกจากนำไปบริโภคแล้วยังมีเนื้อมะพร้าวอีกส่วนหนึ่งที่เหลือหรือไม่สมบูรณ์ก็สามารถนำไปผลิตเป็นน้ำมันมะพร้าว เพราะน้ำมันมะพร้าวหากผลิตจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี กระบวนการผลิตที่ดีก็จะทำให้น้ำมันมะพร้าวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์

บางชุมชนเคี่ยวมะพร้าวเพื่อทำน้ำมันใช้บริโภคและจำหน่ายกันเอง ใช้หยอดหูแก้หูเป็นน้ำหนวก ต้มกินเป็นยาช่วยรักษาโรคเกี่ยวกับข้ออักเสบ ช่วยระบายท้อง ชโลมผมให้ดำเป็นเงางาม ทาผิวให้ชุ่มนวลดูอ่อนเยาว์ ใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับความงาม สปา การแพทย์ และอาหารสัตว์

- น้ำมะพร้าว คือน้ำจากผลมะพร้าวแก่ สามารถนำไปทำอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่นำมารับประทานเป็นอาหารได้ หรือนำไปทำเป็นส่วนประกอบของขนมหวาน

- จาวมะพร้าว คือส่วนหนึ่งของต้นอ่อนนำมากินเป็นขนมอาหารว่าง และยังช่วยในการระบายท้องได้อีกด้วย

- ชั้วผล หรือจุกและก้านผลมะพร้าว พันสีให้เงางามหลากสีแล้วนำไปเป็นส่วนประกอบในการประดิษฐ์ดอกไม้เทียมหรือดอกไม้ใช้ตกแต่งภายในอาคาร

มะพร้าวยังสะท้อนถึงวิถีความเป็นอยู่ ความเชื่อ ประเพณี และพิธีกรรมของคนไทย เช่น การลอยกระทงกลาของชาวจังหวัดตาก พิธีการแต่งงาน โขนจุก โขนผมไฟ เช่นไหว้บวงสรวงต่างๆ ต้องมีมะพร้าวเพื่อแสดงออกถึงความอุดมสมบูรณ์ ตามตำราพรหมชาติผู้ที่เกิดในปีชวด ปีเถาะ ควรปลูกมะพร้าวถือว่าเป็นมงคลยิ่ง นับว่าคนไทยเกือบทุกๆ คนผูกพันกับมะพร้าวตั้งแต่วัยอยู่ในครรภ์มารดาจนถึงวาระสุดท้ายของชีวิตเลยทีเดียว จะเห็นได้ว่าทารกก็ได้รับน้ำมะพร้าวผ่านทางรก เมื่อแม่ตม น้ำมะพร้าว แม่ตมกินเพื่อหวังให้บุตรในครรภ์มีผิวดีและคลอดง่ายตามความเชื่อที่สืบทอดกันมา และเมื่อถึงแก่ความตายใช้น้ำมะพร้าวมาล้างหน้าให้เพราะถือว่าเป็นน้ำที่สะอาดบริสุทธิ์ สำหรับสำนวนไทยที่เกี่ยวกับมะพร้าวเช่นคำว่า “มะพร้าวต้นดก” ที่หมายความว่าอย่าต้นต้นกับสิ่งที่ตนเองไม่เคยมีไม่เคยได้จนเกินพอดี หรือ “เอามะพร้าวห้าวมาขายสวน”

ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่าทุกส่วนของต้นมะพร้าวก่อให้เกิดประโยชน์แก่คนไทยและประเทศไทยสารพัดอย่างทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม

เอกสารอ้างอิง

- คมชาญ ปรภากรพล. มปป. พืชมหัศจรรย์ สารพันประโยชน์ใกล้ตัว. พิมพ์การ การพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- ชุมพล คุณาวาสี. 2551. สันฐานวิทยาเบื้องต้นในการระบุชื่อวงศ์พืชดอกสามัญ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2541. ศัพท์พฤกษศาสตร์ อังกฤษ - ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อรรถการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- วุฒิ วุฒธรรมเวช. 2540. เกษตรกรรมไทย รวมสมุนไพรฉบับปรับปรุงใหม่. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ.
- สุริย์ ภูมิภมร. 2548. พรรณพืชในประวัติศาสตร์ไทย ศิลปวัฒนธรรมฉบับพิเศษ. บริษัทมติชน จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2540. ต้นไม้ตามทิศ. แหล่งที่มา: http://ittm.dtam.moph.go.th/data_articles/direct_tree/directtree28.htm, 1 พฤษภาคม 2540.
- วิชาการคอม. 2550. มะพร้าวต้นไม้มงคลเพื่อสุขภาพและความงาม (ตอนที่ 1). แหล่งที่มา: <http://www.vcharkarn.com/varticle/17857>, 27 กุมภาพันธ์ 2550.
- Thaiherbclinic. 2552. น้ำมันมะพร้าวมีประโยชน์มากกว่าที่คิด. แหล่งที่มา: <http://thaiherbclinic.com/node/1467>, 2 มีนาคม 2552.

แผนการจัดโครงการฝึกอบรม ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ประจำปี 2554 – 2555

ลำดับ ที่	โครงการ/กิจกรรม	กลุ่มเป้าหมาย	ระยะเวลา การจัด (วัน)	ช่วงเวลาที่จะจัด (ระบุดือน พ.ศ.)	ประโยชน์ที่จะได้รับ
1	การฝึกอบรมเชิงบูรณาการ การขยายพันธุ์ไม้ประดับ ไม้ผล และการดูแลรักษา	บุคคลทั่วไป	2	มี.ค.-ต.ค. 54 มี.ค.-ต.ค. 55	ผู้อบรมสามารถเข้าใจเทคนิค การขยายพันธุ์ไม้ประดับและ ไม้ผลและการดูแลรักษา
2	การฝึกอบรมการผลิตวัสดุปลูก ไม้ประดับ และไม้กระถาง	บุคคลทั่วไป	2	มิ.ย.-ก.ค. 54	ผู้อบรมสามารถผลิตวัสดุปลูก ชนิดต่างๆ สำหรับใช้ตัวเอง และจำหน่าย
3	การฝึกอบรมการขยายพันธุ์ ด้วยการตอนไม้ขนาดใหญ่	เกษตรกร ข้าราชการ บุคคล ทั่วไป ภาคเอกชน	1	ก.ย.-ต.ค. 54	ผู้อบรมสามารถทราบเทคนิค พิเศษในการขยายพันธุ์ไม้ ขนาดใหญ่
4	การฝึกอบรมการผลิตและการ ควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์	พนักงาน บริษัท บุคคลทั่วไป	2	ต.ค. 54 ต.ค. 55	ผู้อบรมสามารถทราบเทคนิค การเพาะเมล็ดและเก็บรักษา คุณภาพเมล็ดพันธุ์
5	ฆ่าหนอนด้วยจุลินทรีย์ ชีวปลอดภัย	เกษตรกร	1	ต.ค. 54	ผู้อบรมทราบเทคนิคการใช้ เชื้อจุลินทรีย์กำจัดศัตรูพืช
6	การฝึกอบรมเทคนิคด้าน ชีวโมเลกุลเพื่อการถ่ายยีน	นิสิต นักวิจัย นักวิชาการ	4	ต.ค.-พ.ย. 54 มี.ค.-เม.ย. 55	ผู้อบรมทราบการใช้เทคนิค ในการถ่ายยีน เพื่อสร้าง พันธุ์พืชใหม่
7	การฝึกอบรมองค์ความรู้เพื่อ พัฒนาการผลิตพืชสู่อาหาร ปลอดภัย	เกษตรกร บุคคลทั่วไป	4	พ.ย. 54	ผู้อบรมทราบเทคโนโลยี ในการผลิตพืชปลอดภัย
8	การผลิตต้นกล้าไม้ดอก ไม้ประดับเพื่อสร้างอาชีพเสริม	พนักงาน บริษัท บุคคลทั่วไป	2	ส.ค.-ก.ย. 54	ผู้อบรมทราบเทคนิคการ ขยายพันธุ์พืชอย่างง่าย เพื่อพัฒนาเป็นอาชีพเสริม
9	การฝึกอบรมการผลิตพืชผัก เกษตรอินทรีย์เพื่อการค้า	พนักงาน บริษัท ผู้สนใจทั่วไป	2	ม.ค. 55	ผู้อบรมทราบเทคนิคการผลิต พืชผักเกษตรอินทรีย์เพื่อการค้า
10	เทคนิคและวิธีการในการศึกษา วิจัยด้านเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ Part I : การสกัด	นักวิจัย ภาคเอกชน ข้าราชการ	3	เม.ย. 55	ผู้อบรมทราบเทคนิคและ วิธีการในการสกัดสารจากพืช หรือสมุนไพรธรรมชาติ
11	การฝึกอบรมการผลิตอาหาร จากแบคทีเรียกรดแลคติก	บุคคลทั่วไป	3	ก.ค. 55	ผู้อบรมทราบเทคนิคการผลิต อาหารจากแบคทีเรียกรดแลคติก
12	การฝึกอบรมการปลูกและดูแล รักษาไม้ดอกหอมเพื่อการ ใช้ประโยชน์เชิงการค้า	บุคคลทั่วไป	4	พ.ค.-ก.ค. 54	ผู้อบรมทราบวิธีการปลูกและ ดูแลรักษาไม้ดอกหอมเพื่อการ ใช้ประโยชน์เชิงการค้า

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน
หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ดร. สุดาวรรณ เขยชมศรี

บรรณาธิการ

สมนึก พรหมแดง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ลักขณา เบญจวรรณ ไพร มัทธวรัตน์

กองบรรณาธิการ

จันทร์จรัส วีรสาร	อดิษฐ์ แซ่จิว	เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์	อุดม แก้วสุวรรณ
บุญยวีร์ เดชครอง	ปฐมพร โพธิ์นิยม	รัตนะ สุวรรณเลิศ	สุลักษณ์ แจ่มจำรัส
ศิริวรรณ ทิพรักษ์	คณิตฐา ชินวงศ์เขียว		

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ ญาณิ มั่นอัน ยุพิน ศรีหิรัญต์ สายน้ำอ้อย สว่างเมฆ

การเงิน

น้ำอ้อย เหลืองน้ำเพชร

ขอรับเป็นสมาชิกในนามหน่วยงานได้ที่

บรรณาธิการ วารสารข่าวศูนย์ฯ
ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
โทรศัพท์ 034-281092
โทรสาร 034-351399
E-mail: rdisop@ku.ac.th

วารสารอิเล็กทรอนิกส์

<http://clgc.rdi.ku.ac.th>



วารสารข่าว
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
Central Laboratory and Greenhouse Complex
CLGC NEWSLETTER