



วารสารข่าว

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

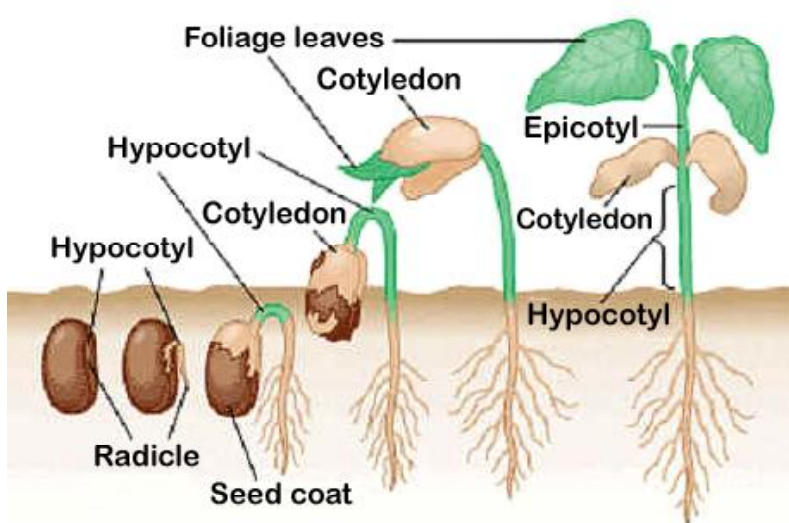
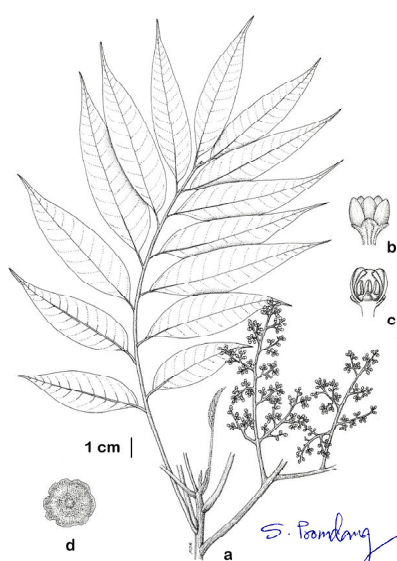
Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC

NEWSLETTER

ปีที่ 23 ฉบับที่ 2
กรกฎาคม - ธันวาคม 2552

Vol. 23 No. 2 July - December 2009
ISSN 0857 - 5010



Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ	2
งานวิจัย	
} พฤษกษเคมีของพืชสกุล <i>Aglaia</i> (วงศ์สะเดา) ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตรวด จังหวัดตราด	4
การเกษตร	
} ความหลากหลายของพืชกับระบบการเกษตร	11
สิ่งแวดล้อม	
} สารก่ออวัยวะต่อมไร้ท่อ (Endocrine Disruptors)	14
เรื่องน่ารู้	
} จากเมล็ดสู่ต้นกล้า ความยากลำบากที่ถูกลืม	20

บรรณาธิการแถลง

เชื่อว่าทุกคนเคยทำบุญ และก็เชื่อว่าหลายคนทำบุญไปโดยไม่ทราบวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการทำบุญ บรรณาธิการจึงขอเน้นใจความสำคัญจากการบรรยายธรรมะของท่านพุทธทาสภิกขุ ที่กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทำบุญ* มานำเสนอต่อท่านผู้อ่านวารสารข้าวสุวนย์ฯ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 ดังนี้ “...เป็นพุทธบริษัทกันเสียใหม่ให้ถูกต้อง คือ ลดความเห็นแก่ตัว จะทำบุญอะไรก็ขอให้ทำเพื่อลดความเห็นแก่ตัว อย่าเพื่อสร้างความเห็นแก่ตัว (เช่น สร้างสวรรค์ สร้างวิมาน สร้างอะไรก็ไม่มี) ในเมืองสวรรค์นั้นยังเห็นแก่ตัว เมืองมนุษย์เรายังดีกว่า มาช่วยกันกำจัดส่วนเลวในเมืองมนุษย์ด้วยการทำบุญเพื่อลดความเห็นแก่ตัว อย่าสร้างตึกมหา สร้างกิเลส สร้างเหยื่อแห่งกิเลส ทำบุญให้เป็นบุญ คือให้มันล้างความเห็นแก่ตัว ถ้าไม่อย่างนั้นบุญจะกลายเป็นความเห็นแก่ตัว แล้วยังฝัง-ขุดหลุมฝังคนกระทำ!” “...ขอฝากไว้กับท่านทั้งหลายให้ช่วยกันเอาไปคิด ถ้าท่านอยากจะทำบุญอันสูงสุด บุญอันมหาศาล ก็ทำได้โดยไม่ต้องใช้เงินสักสตางค์เดียว คือ ช่วยเหลือคนอื่น ลดความเห็นแก่ตัว! อย่าไปมัวสร้างบุญสร้างวิมานในอากาศ...”

ในโอกาสนี้ บรรณาธิการจึงขอเชิญชวนทุกท่านที่มีโอกาสได้อ่านบทความที่ไดยกมานี้ ยึดถือและชวนกันเผยแผ่คำสอนของท่านพุทธทาสเพื่อเป็นสรณะในทุกโอกาสของการทำบุญของทุกๆ ท่าน

* พุทธทาสภิกขุ. 2551. ความสุข 3 ระดับ. สำนักพิมพ์สุภาพใจ. 50 หน้า.

สวัสดิ์ค๊ะ

บรรณาธิการ



คณิตรา ชินวงศ์เขียว

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

ผลงานวิจัยของนักวิจัยสังกัดฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองได้รับรางวัล

± ผลงานเรื่อง อิทธิพลของระดับอุณหภูมิในการอัดเม็ดอาหารสุตรมันสำปะหลังต่อปริมาณจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารสุกรระยะรุ่น-ขุน (Effect of Pelleting Temperature of Cassava Diets on Microbial Populations in the Gastro-intestinal Tract of Growing Pigs and Performances of Growing-Finishing Pigs) โดย สุรพันธ์ จิตวิริยนนท์ อุทัย คันโธ สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และ มณี ต้นตึงกิจ ได้รับรางวัลงานวิจัยคุณภาพ ระดับดี สาขาสัตวและสัตวแพทย์ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 ประจำปี 2551

± ผลงานเรื่อง ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 ใน 3 ฤดูปลูก (Effects of Combining Application of

Manure and Chemical Fertilizer on the Growth and Yields of Corn Suwan 4452 in 3 Growing Seasons) โดย กริช สิทธิโชคธรรม อรุณศิริ กำลัง จันทรจรัส วีรสาร และ สุริยา สาสนรักกิจ ได้รับรางวัลงานวิจัยคุณภาพ ระดับชมเชย สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 ประจำปี 2551

± ผลงานเรื่อง การผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า กวาวเครือขาวเชิงพาณิชย์ (The Commercial Kwao Krue Khaw Seed and Seedling Production) โดย สมโภชน์ ทับเจริญ เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย และ ภาณี ทองพำนัก ได้รับรางวัลงานวิจัยคุณภาพ ระดับชมเชย สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 ประจำปี 2551

± ผลงานเรื่อง การประเมินคุณภาพของมะเขือเทศ เกษตรอินทรีย์ด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy (Determination of Organic Tomato Fruit Quality Using Near Infrared Spectroscopy) โดย ถดกร ทรัพย์เจริญ รณฤทธิ์ อุทธิธณ ศุภาพร เกษมสำราญ และ ภาณี ทองพำนัก ได้รับรางวัลงานวิจัยคุณภาพ ระดับชมเชย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 ประจำปี 2551

การเสนอผลงานทางวิชาการ

± งานสัมมนาทางวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 19 - 20 สิงหาคม 2552 (7th National Postharvest Technology Conference 2009) ณ โรงแรมอ่าวนางวิลล่ารีสอร์ท อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ จัดโดย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2 อภิตา บุญศิริ ศิริพร วิทโคโต และ รรรอง หอมหวล เรื่อง ผลของน้ำร้อนต่อจำนวนจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ของตะไคร้ตัดแต่งสด

2 เจริญ ขุนพรหม วันชาติ นิตพันธ์ รัตนะสุวรรณเลิศ และ ไพโร มัทธิวรรธน์ เรื่อง คุณภาพมะละกอพันธุ์ต่างๆ หลังการเก็บเกี่ยวในเขตจังหวัดราชบุรี

2 อภิตา บุญศิริ ยุพิน อ่อนศิริ สมนึก ทองบ่อ เจริญ ขุนพรหม และ พิษณุ บุญศิริ เรื่อง ระดับ pH ของสีย้อมขมิ้นชันที่เหมาะสมในการย้อมสีละมุด

± นิทรรศการงานนวัตกรรมกล้วยไม้นานาชาติ ณ อาคารอิมแพ็ค เมืองทองธานี จังหวัดนนทบุรี จัดโดยกรมส่งเสริมการเกษตร ระหว่างวันที่ 24 - 26 กรกฎาคม 2552

2 รรรอง หอมหวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์ กมลศรี สระทองพรม และ สุลักษณ์ แจ่มจำรัส เรื่อง การบริการขยายพันธุ์กล้วยไม้

2 สุรัตน์วดี จิระจินดา เรื่อง การสกัดกลิ่นหอมจากกล้วยไม้

2 ขวนพิศ อรุณรังสิกุล เรื่อง มาตรฐานการผลิตกล้วยไม้ GAP

2 ลักขณา เบญจวรรณ เรื่อง การให้คำปรึกษาการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2 ปฐมพร โพธิ์นิยม เรื่อง การให้บริการวิชาการของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

โครงการฝึกอบรม/ถ่ายทอดเทคโนโลยีของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

± การขยายพันธุ์และการดูแลไม้ดอกหอมเพื่อการใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 14 - 16 ตุลาคม 2552 (นายอุดม แก้วสุวรรณ เป็นหัวหน้าโครงการ)

± การขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รุ่นที่ 30 วันที่ 6 - 9 ตุลาคม 2552 (นางรรอง หอมหวล เป็นหัวหน้าโครงการ)

± เทคนิคการผสมพันธุ์ ปลูกเลี้ยง และขยายพันธุ์กล้วยไม้: เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รุ่นที่ 1 วันที่ 22-24 มกราคม 2553 และ รุ่นที่ 2 วันที่ 29-31 มกราคม 2553 (นางรรอง หอมหวล เป็นหัวหน้าโครงการ)

การตีพิมพ์ผลงานวิจัย

ลักขณา เบญจวรรณ. 2551. สุขภาพดีด้วยการดื่มน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวไทย. วารสารเกษตรกรรม. 12:9-14.

รรอง หอมหวล และ มณฑา วงศ์มณีโรจน์. 2552. เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ทำได้ ไม่จน. วารสารสร้างเงิน สร้างงาน. ปีที่ 5 ฉบับที่ 059 หน้า 63-65.

Rattanakreetakul, C., C. Aroonrungsikul and R. Korpraditskul. 2008. Asparagus farm practical against a high GAP standard: Practice and transformation cost, p. 231. In The ISSAAS International Congress 2008: "Agriculture for the 3 Es: Economy, Environment and Energy". The International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences in collaboration with Kasetsart University. February 23-27, 2009. Bangkok, Thailand.



พฤษเคมีของพืชสกุล *Aglaia* (วงศ์สะเดา) ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด*

Phytochemical of *Aglaia* (Meliaceae) in Trat Agroforestry Research Station, Trat Province

สมนึก พรหมแดง¹ และสร้อยญา วัชรทัย²

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายของพรรณไม้สกุล *Aglaia* ที่อยู่ในบริเวณสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2549 พบพรรณไม้สกุล *Aglaia* อยู่ 5 ชนิด ดังนี้คือ *A. elaeagnoidea* (A. Juss.) Benth., *A. grandis* Korth. ex Miq., *A. leptantha* Miq., *A. silvestris* (M. Roemer) Merrill และ *A. spectabilis* (Miq.) Jain & Bennet จากการแยกสารบริสุทธิ์จากเปลือกต้นของ *A. leptantha* และ *A. silvestris* ด้วยเครื่อง Medium Pressure Liquid Chromatography (MPLC) และพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทาง spectroscopy ของ UV, IR, MS, ¹H และ ¹³C NMR โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 1-D และ 2-D NMR สามารถแยกสารบริสุทธิ์จาก *A. leptantha* ได้ 1 ชนิด เป็นสารกลุ่ม furofuran lignan คือ yangambin และแยกสารบริสุทธิ์จาก *A. silvestris* ได้ 1 ชนิด เป็นสารกลุ่ม triterpenoid ที่มี functional group เป็น aldehyde ซึ่งเป็นสารชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยพบมาก่อนคือ aglaterpenal

ABSTRACT

Diversity study of *Aglaia* species in Trat Agroforestry Research Station, Trat province had been investigated during August 2005 to December 2006 by using classical taxonomy. It was found that there were five *Aglaia* species i.e. *A. elaeagnoidea* (A. Juss.) Benth., *A. grandis* Korth. ex Miq., *A. leptantha* Miq., *A. silvestris* (M. Roemer) Merrill and *A. spectabilis* (Miq.) Jain & Bennet. By using Medium Pressure Liquid Chromatography (MPLC), furofuran lignan, yangambin was isolated from stem bark of *A. leptantha* and the novel triterpenoid with aldehyde functional group, aglaterpenal was isolated from the stem bark of *A. silvestris*.

Both chemical structures were elucidated through extensive analyses of their UV, IR, MS, ¹H, ¹³C NMR spectral, especially 1-D and 2-D NMR.

Key Words: *Aglaia*, yangambin, aglaterpenal

S. Promdang: rdisop@ku.ac.th

คำนำ

พรรณไม้สกุล *Aglaia* จัดอยู่ในวงศ์ Meliaceae (วงศ์สะเดา) ที่พบทั่วโลกประมาณ 105 ชนิด การกระจายพันธุ์ตั้งแต่เอเชียใต้ คือ ศรีลังกา จนมาถึงทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะแปซิฟิก ออสเตรเลีย จีน และไต้หวัน ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีแหล่งการกระจายพันธุ์ที่ประเทศมาเลเซีย โดยพรรณไม้สกุลนี้ เจริญได้ดีในแถบป่าร้อนชื้น ในประเทศไทยพบพรรณไม้สกุล *Aglaia* 28 ชนิด (Pannell, 1992) เช่น ประยงค์ป่า (*Aglaia odoratissima* Blume) ค้างคาว (*A. edulis* (Roxb.) Wall.) และประยงค์ (*A. odorata* Lour.) ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจพืชสกุลนี้มากขึ้นทั้งด้านงานค้นคว้าวิจัยและการใช้ประโยชน์ ในการใช้ประโยชน์นั้นมีการทำเป็นพืชสมุนไพรและนำไปใช้ในด้าน การเกษตรเพื่อเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ เช่น ฤทธิ์เป็นพิษต่อ เซลล์ (cytotoxic activity) ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา (antifungal activity) และฤทธิ์กำจัดแมลง (insecticidal activity) เป็นต้น พืชสกุล *Aglaia* มีกลุ่มสารทุติยภูมิที่สำคัญ จัดได้เป็น 5 กลุ่มหลักคือ flavagline, bisamide, flavonoid, lignan และ triterpene (Brader et al., 1998; Greger et al., 2000; Wang and Duh, 2001) โดยเฉพาะสาร flavaglines พบได้ใน พืชสกุล *Aglaia* เท่านั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นลักษณะเด่นของพืช สกุลนี้ได้ (Greger et al., 2000) ก่อนนำสารสำคัญไปใช้ประโยชน์ ควรมีการศึกษาสารสำคัญที่แน่นอนทั้งชนิดและปริมาณ เพื่อ

* ผลงานวิจัยได้รับรางวัลชมเชย สาขาพืช ในงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551 กรุงเทพฯ

¹ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

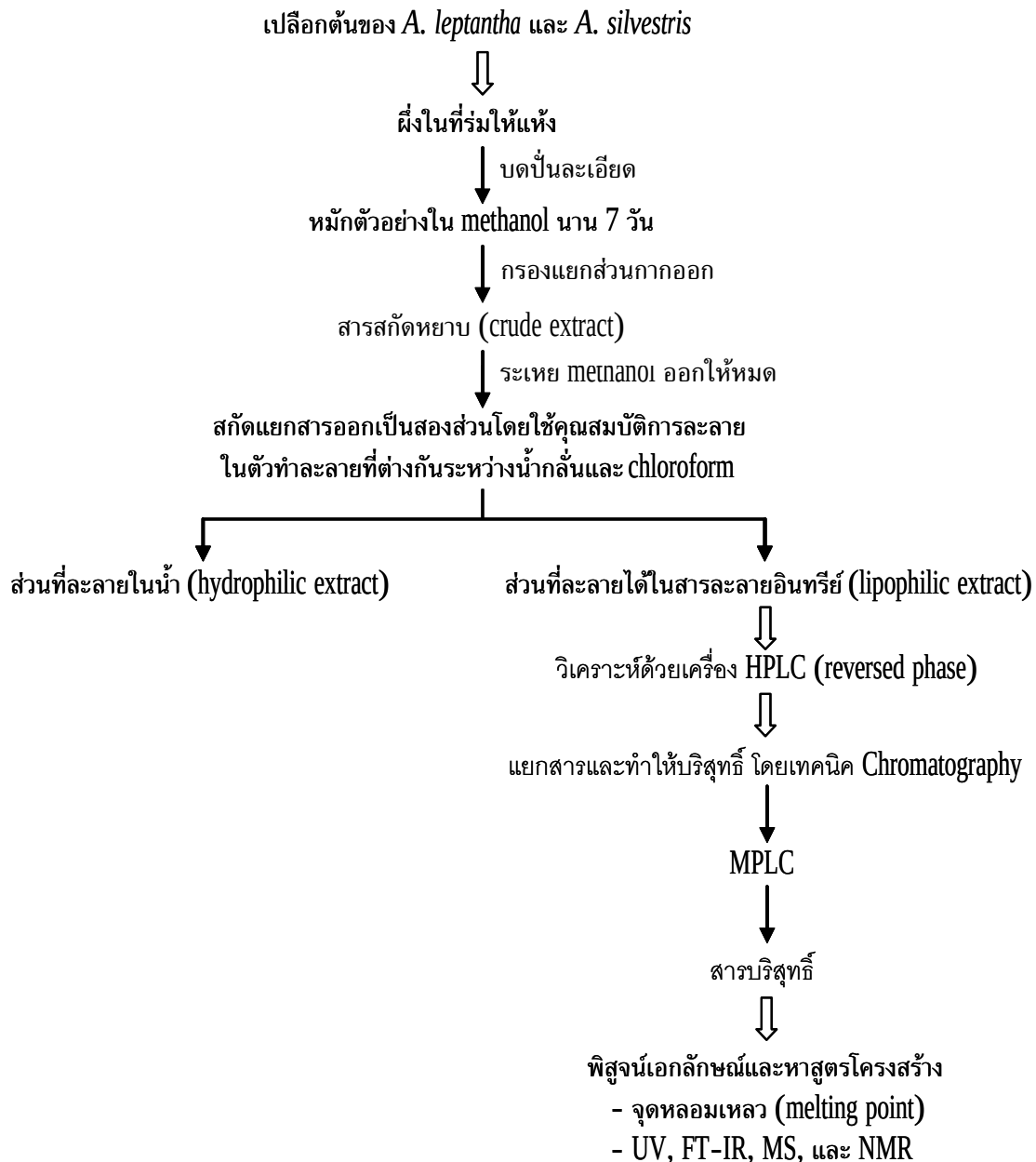
² ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ การใช้ประโยชน์พืชสกุล *Aglaia* สำหรับงานวิจัยพื้นฐานทั้งทาง การแพทย์ การสาธารณสุข และการเกษตร เพื่อให้ได้สารหรือตัวยา ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำและปลอดภัย เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติ สามารถทดแทนการใช้สารเคมี ช่วยลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ สารเคมีจากต่างประเทศได้ในอนาคต และยังช่วยลดการสูญเสีย เงินตราออกสู่ต่างประเทศ นอกจากนี้สารธรรมชาติยังไม่ทำให้เกิด การตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสังคม ดังนั้นหากมีการศึกษาพืชสกุลนี้อย่างละเอียดและ จริงจัง จะช่วยให้การนำพรรณไม้นี้มาใช้ประโยชน์เป็นไปอย่าง ถูกต้องและคุ้มค่า

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล *Aglaia*

ศึกษาตัวอย่างพืชสกุล *Aglaia* จากสถานีวิจัยวนเกษตร ตราด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัด ตราด เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2549 โดยสังเกตลักษณะภายนอกของพืชอย่างละเอียด จัดบันทึก และบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พบเห็นเพื่อนำมาระบุ ชนิดของพืช โดยเปรียบเทียบลักษณะดังกล่าวนี้ตามรูปวิธาน ของ Pannell (1992) ตัวอย่างพืชที่นำมาศึกษาจัดทำเป็นตัวแทน ตัวอย่าง (voucher specimen) และเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ทางพฤกษเคมีในพืชสกุล *Aglaia*

ของภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

2. การวิเคราะห์ทางพฤกษเคมี (Phytochemical investigation)

2.1 ตัวอย่างพืชที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ เปลือกต้นของ *A. leptantha* และ *A. silvestris* นำมาสกัดและแยกสารบริสุทธิ์ ดังภาพที่ 1

2.2 การวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

HPLC; Agilent 1100 Series ที่ต่อร่วมกับ photodiode array detector ที่ความยาวคลื่น 230 นาโนเมตร, Column size and Absorbent : Reversed phase C₁₈; 250x4.6 mm Chrom Sepher 5 C₁₈ Part number CP 29358, Mobile phase : methanol gradient 60-100% ใน aqueous buffer (0.015 M tetrabutylammonium hydroxide, 0.015 M ortho-phosphoric acid pH 3) และอัตราเร็วของการไหล (flow rate) 1 มิลลิลิตรต่อนาที

2.3 การแยกสารสำคัญด้วยเทคนิค chromatography

2.3.1 การแยกสารสำคัญด้วยเครื่อง Medium Pressure Liquid Chromatography (MPLC)

สารสกัดหยาบส่วน lipophilic extract จากเปลือกต้นของ *A. leptantha* และ *A. silvestris* 1 กรัม ละลายใน 5% ethylacetate in hexane ผ่านคอลัมน์แก้วขนาด 400x40

มิลลิเมตร; Merck LiChroprep Silica gel 60, 25-40 ไมโครเมตร; ระบบตัวทำละลาย: 5, 10, 15, 30, 50 และ 70% ethylacetate in hexane; UV detector UA-5 ISCO; ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และอัตราเร็วของการไหล 30 มิลลิลิตรต่อนาที

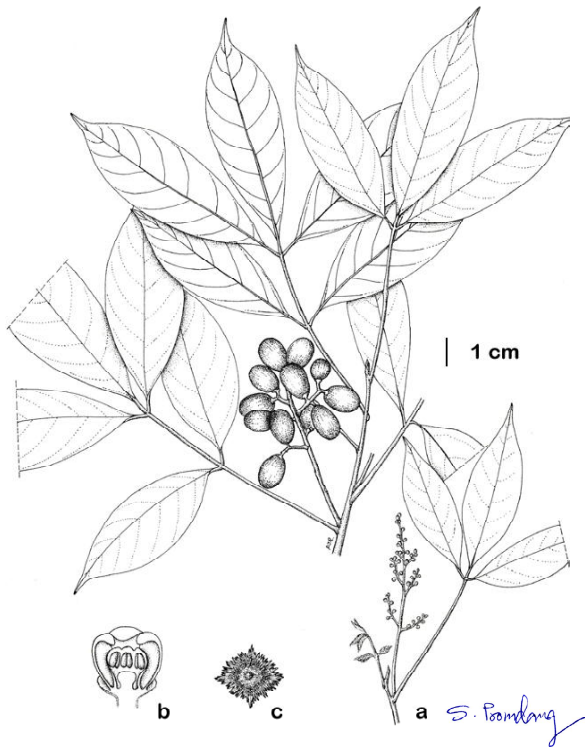
ผลการทดลอง

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล *Aglaia*

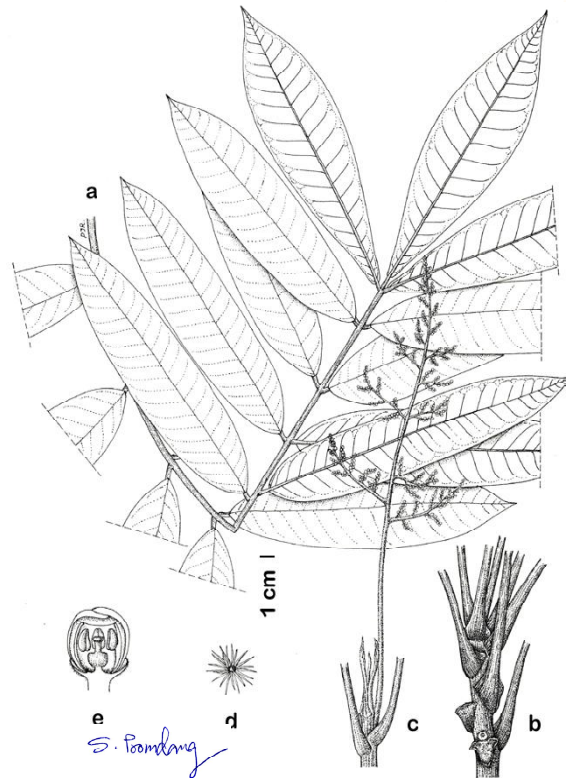
จากการสำรวจความหลากหลายของพรรณไม้สกุล *Aglaia* (วงศ์เสเดา) ในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดตราด โดยเปรียบเทียบลักษณะของพืชสกุล *Aglaia* ตามรูปฐานของ Pannell (1992) พบว่าพรรณไม้สกุลนี้เป็นไม้ต้น เรือนยอดเจริญด้านข้าง แตกกิ่งก้านทั้งต้น มีน้ำยางสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกชนิดปลายคี่ มีสิ่งปกคลุมเป็นขนรูปดาวและ/หรือเกล็ดรูปโล่ ปกคลุมที่บริเวณผิวใบด้านล่างและหนาแน่นบริเวณปลายยอด ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น ผลมีรูปร่างค่อนข้างกลมรูปรี รูปไข่ ผลเป็นชนิดผลสดและผลแห้ง เมื่อแก่จัดมีสีแดงอิฐหรือสีแดงส้ม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด มีพรรณไม้สกุล *Aglaia* อยู่ 5 ชนิดดังนี้คือ *A. elaeagnoidea* (A. Juss.) Benth., *A. grandis* Korth. ex Miq., *A. leptantha* Miq., *A. silvestris* (M. Roemer) Merrill และ *A. spectabilis* (Miq.) Jain & Bennet โดยมีรายละเอียดเปรียบเทียบลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2 - 6

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล *Aglaia* ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด

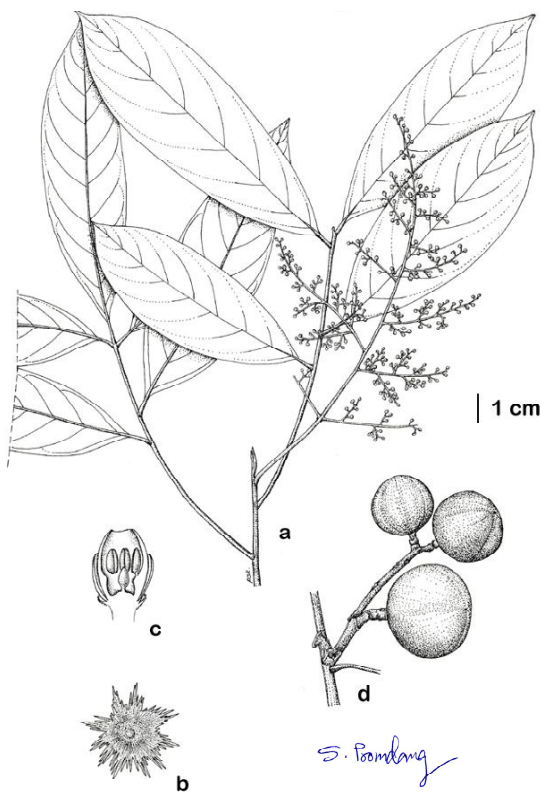
ชนิด	ความสูงของ ลำต้น (เมตร)	สีของน้ำยาง	รูปร่างของสิ่ง ปกคลุม	ลักษณะใบ	ลักษณะผล
<i>A. elaeagnoidea</i>	8-10	สีเหลืองอ่อน	เกล็ดรูปโล่ ขอบเป็นชายครุย	ใบประกอบแบบ ขนนกปลายคี่	ผลสดรูปกลมรี
<i>A. grandis</i>	7-10	สีขาว	ขนรูปดาว	ใบประกอบแบบ ขนนกปลายคี่	-
<i>A. leptantha</i>	7-10	สีขาว	เกล็ดรูปโล่ ขอบเป็นชายครุย	ใบประกอบแบบ ขนนกปลายคี่	ผลสดรูปกลม
<i>A. silvestris</i>	12-15	สีขาว	สีน้ำตาลแดง เกล็ดรูปโล่ขนาดเล็ก	ใบประกอบแบบ ขนนกปลายคี่	-
<i>A. spectabilis</i>	40-42	สีขาว	ขนรูปดาว	ใบประกอบแบบ ขนนกปลายคี่	ผลแห้งแก่แล้ว แตกรูปกลม



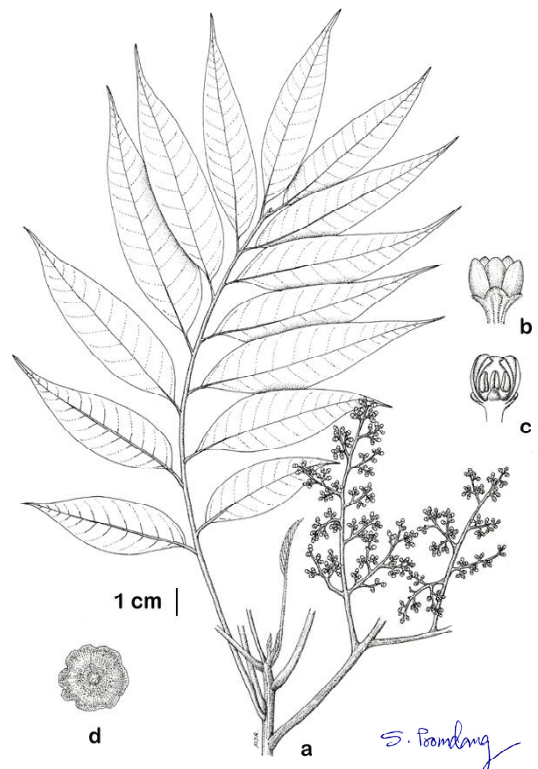
ภาพที่ 2 *A. elaeagnoides* (a) ใบและช่อดอก (b) ดอกเพศเมีย
ด้านในเมื่อตัดตามยาว (c) สิ่งปกคลุมเป็นเกล็ดรูปโล่
มีขอบเป็นชายครุย



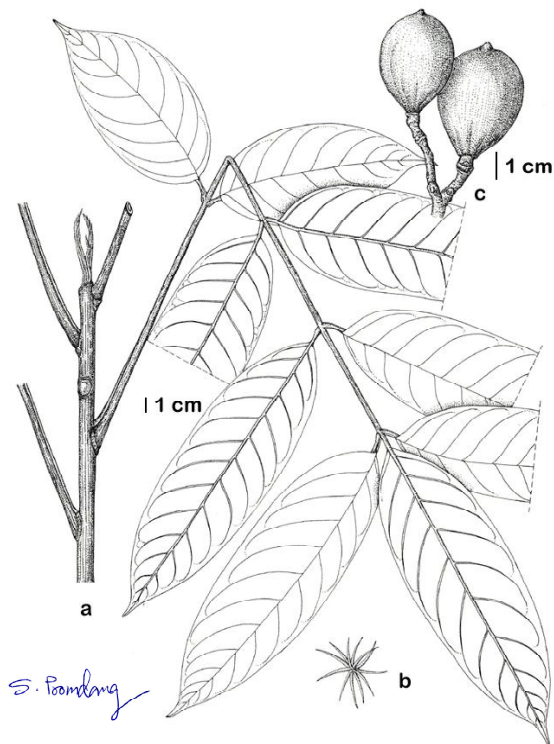
ภาพที่ 3 *A. grandis* (a) แสดงใบประกอบ (b) แสดงการเรียงตัว
ของใบแบบบันไดเวียน (c) ยอดอ่อนและช่อดอก
(d) สิ่งปกคลุมเป็นขนรูปดาว (e) ดอกเพศเมียด้านใน
เมื่อตัดตามยาว



ภาพที่ 4 *A. leptantha* (a) ใบและช่อดอก (b) สิ่งปกคลุมเป็น
เกล็ดรูปโล่มีขอบเป็นชายครุย (c) ดอกเพศเมียด้านใน
เมื่อตัดตามยาว (d) ช่อผล



ภาพที่ 5 *A. silvestris* (a) ใบและช่อดอก (b) ดอกด้านนอก
(c) ดอกเพศเมียด้านในเมื่อตัดตามยาว (d) สิ่งปกคลุม
เป็นเกล็ดรูปโล่



ภาพที่ 6 *A. spectabilis* (a) ใบและปลายยอด (b) สิ่งปกคลุมเป็นขนรูปดาว (c) ผล

2. การแยกสารด้วยเทคนิค chromatography

ผลการแยกสารประกอบทางเคมีจากส่วนเปลือกต้นของ *A. leptantha* ด้วยเครื่อง MPLC ได้สารบริสุทธิ์คือ yangambin มีลักษณะผลึกสีขาวใส รูปแท่ง (white rod) ตกผลึกใน diethyl ether ละลายได้ดีใน chloroform และ methanol จุดหลอมเหลว 122-123 °C น้ำหนักโมเลกุล 466 สูตรโมเลกุล $C_{24}H_{30}O_8$ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีจาก UV, IR, MS และ 1H และ ^{13}C NMR (Fig. 7)

ผลการแยกสารประกอบทางเคมีจากส่วนเปลือกต้นของ *A. silvestris* ด้วยเครื่อง MPLC ได้สารบริสุทธิ์คือ aglaterpenal มีลักษณะผลึกเป็นผลึกรูปทรงเรขาคณิต (geometric shape) ตกผลึกใน diethyl ether ละลายได้ดีใน chloroform และ methanol จุดหลอมเหลว 171-172 °C น้ำหนักโมเลกุล 472 สูตรโมเลกุล $C_{30}H_{48}O_4$ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีจาก UV, IR, MS และ 1H และ ^{13}C NMR (Fig. 8-9)

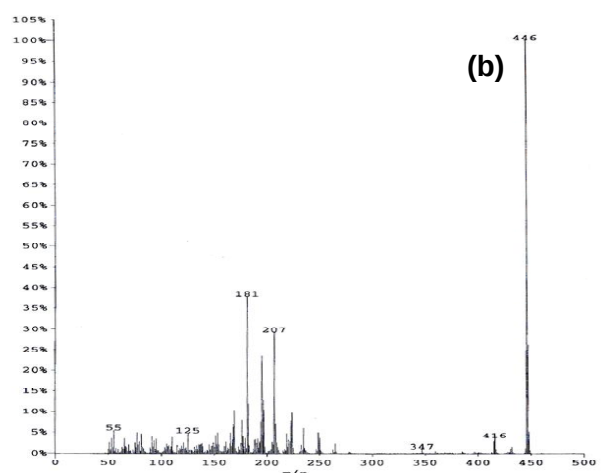
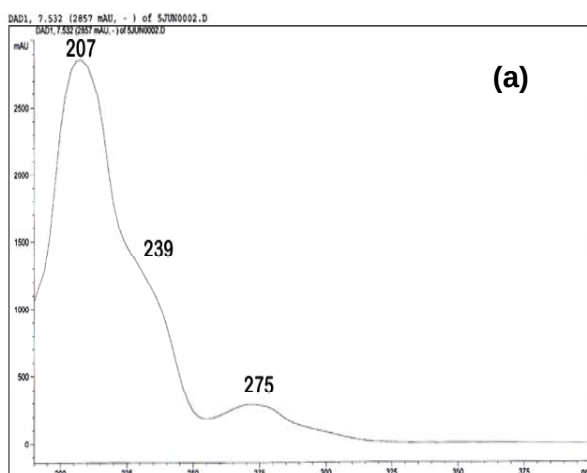
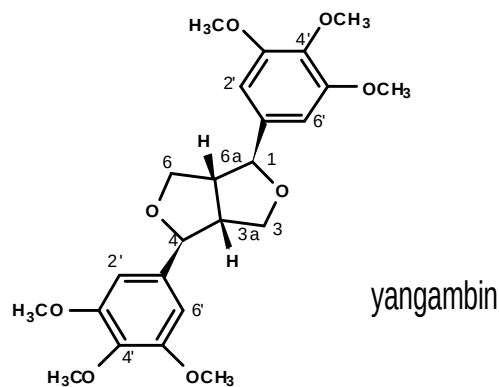


Fig. 7 UV spectrum (a) and EI-MS (b) of yangambin (HPLC, Agilent 1100 series; MS, Varian MAT 311)

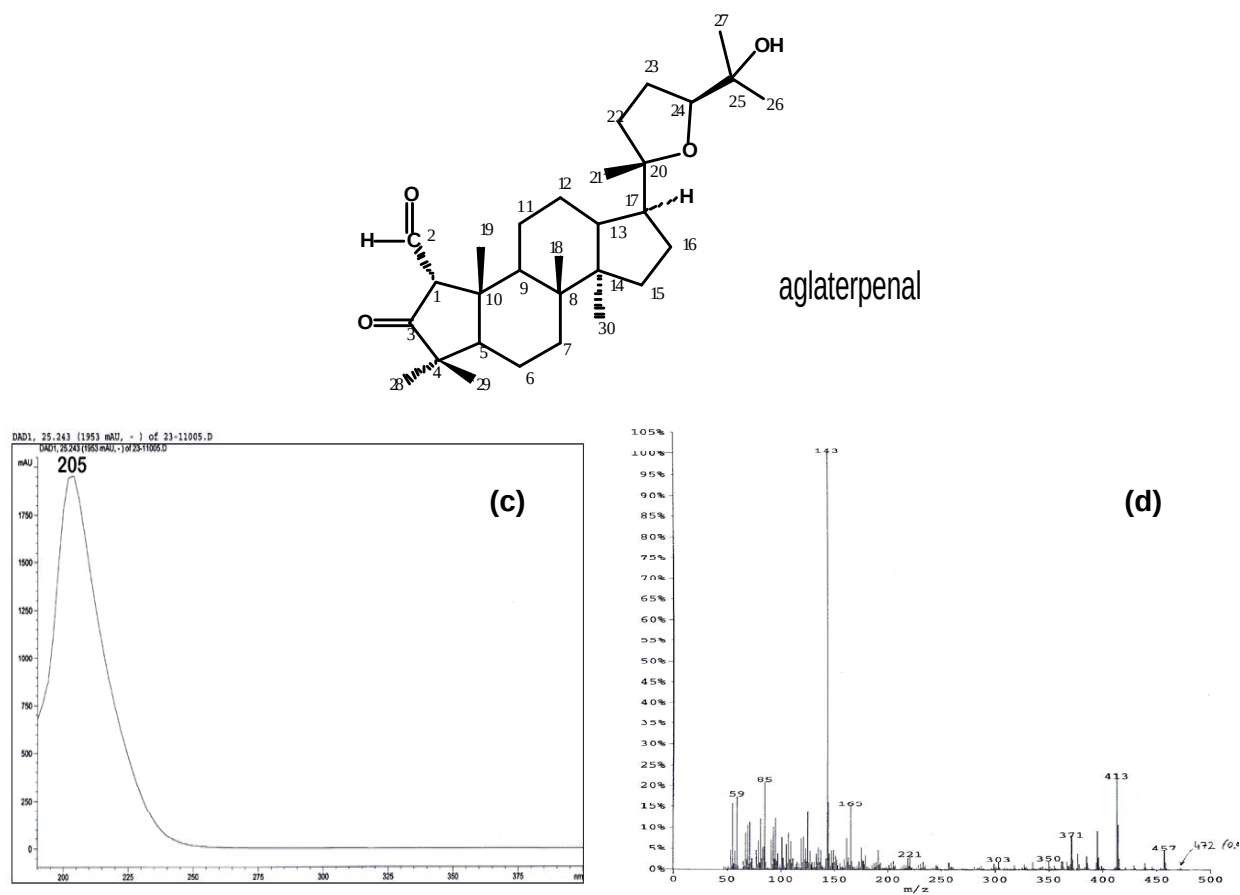


Fig. 8 UV spectrum (c) and EI-MS (d) of aglaterpenal (HPLC, Agilent 1100series; MS, Varian MAT 311)

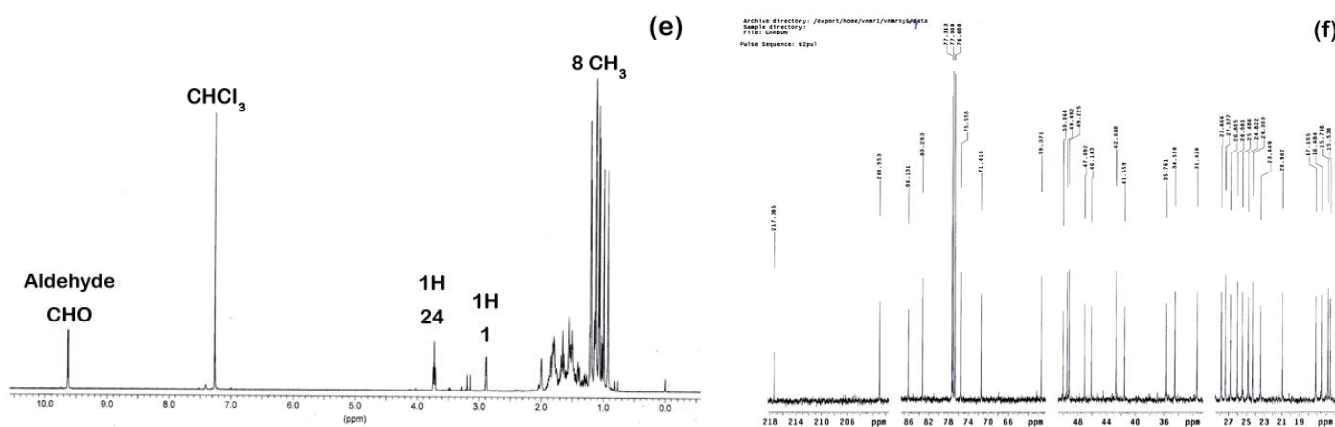


Fig. 9 ¹H (e) and ¹³C NMR (f) of aglaterpenal in CDCl₃ (Varian INOVA 400 and Bruker, AM 400 and AC 250)

วิจารณ์

การแยกสารประกอบทางเคมีจากส่วนเปลือกต้นของ *A. leptantha* พบสารประกอบคือ yangambin ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม furofuran type lignan สอดคล้องกับงานวิจัย Brader *et al.* (1998) และ Greger *et al.* (2000) ซึ่งรายงานว่าพบสารกลุ่ม lignan ในทุกส่วนของพืชแต่พบมากในส่วนของใบ เปลือกต้นและเปลือกราก ตามลำดับ และการแยกสารประกอบทางเคมีจากส่วน

เปลือกต้นของ *A. silvestris* พบสารประกอบคือ aglaterpenal ซึ่งเป็นสารกลุ่ม triterpenoid ที่มี aldehyde group ที่ carbon ที่ตำแหน่งที่ 1 (Fig. 8) ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานว่าพบในพืชสกุล *Aglaia*

สถานีวิจัยวนเกษตรตราด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดตราด ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ทำกุ่ม-ห้วยแครง มีเนื้อที่ 594 ไร่ ลักษณะพื้นที่ป่า

เป็นป่าดิบชื้นและป่าทุติยภูมิซึ่งเป็นพื้นที่ที่เคยมีการทำสัมปทานป่าไม้ พื้นที่นี้พื้นดินหลังจากยกเลิกการทำสัมปทานป่าไม้มานานกว่า 30 ปี และได้มีการปลูกพรรณไม้มีค่าทางเศรษฐกิจทดแทน เช่น เหียง และอะราง เป็นต้น พรรณไม้สกุล *Aglaia* ที่พบในสถานีวิจัยนี้เป็นพรรณไม้ที่ขึ้นตามลักษณะธรรมชาติ จากการศึกษาและการสำรวจพรรณไม้สกุล *Aglaia* ซึ่งขึ้นอยู่ประปรายภายในสถานีวิจัย แสดงให้เห็นว่าพรรณไม้สกุล *Aglaia* มีเนื้อไม้ที่ไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ยกเว้น *A. elaeagnoides* ที่ยังมีชาวบ้านใช้เนื้อไม้มาทำอุปกรณ์ทางการเกษตร เช่น ในการทำด้ามขวาน

จากรายงานการวิจัยสารทุติยภูมิที่พบในพืชสกุล *Aglaia* และเมื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารเหล่านั้น ได้แก่ ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว และฤทธิ์กำจัดแมลง โดยมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (Saifah et al., 1993; Janprasert et al., 1993) การวิจัยครั้งนี้ยังพบสารใหม่ที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อน แสดงให้เห็นว่าพืชสกุล *Aglaia* มีศักยภาพที่จะเป็นแหล่งของสารสำคัญที่สามารถนำมาวิจัยให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต

สรุป

1. การสำรวจความหลากหลายพรรณไม้สกุล *Aglaia* ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด พบมีจำนวน 5 ชนิด ดังนี้คือ *Aglaia elaeagnoides* (A. Juss.) Benth., *A. grandis* Korth. ex Miq., *A. leptantha* Miq., *A. silvestris* (M. Roemer) Merrill และ *A. spectabilis* (Miq.) Jain & Bennet

2. สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนเปลือกต้นของ *A. leptantha* ด้วยเทคนิค chromatography และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีจาก UV, IR, MS และ ^1H และ ^{13}C NMR พิสูจน์ได้เป็นสารในกลุ่ม furofuran type lignan ชื่อว่า yangambin

3. สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนเปลือกต้นของ *A. silvestris* ด้วยเทคนิค chromatography และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีจาก UV, IR, MS และ ^1H และ ^{13}C NMR โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 1-D และ 2-D NMR เป็นสารกลุ่ม triterpenoid ที่มี functional group เป็น aldehyde ซึ่งเป็นสารใหม่ที่ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อ.ดร. จงรักษ์ วัชรินทร์รัตน์ ผศ.ดร. มณฑล จำเริญฤกษ์ หัวหน้าสถานีวิจัย อ. ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ ผู้ช่วยหัวหน้าสถานีวิจัย และเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยวนเกษตรตราดทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อและให้ความช่วยเหลือการสำรวจและเก็บตัวอย่างครั้งนี้ และขอบคุณ Prof. Dr. Otmar Hofer ที่ช่วยแปลผลของสเปกตรัมที่ได้จากเทคนิค NMR

เอกสารอ้างอิง

- Brader, G., S. Vajrodaya, H. Greger, M. Bacher, H. Kalchhauser and O. Hofer. 1998. Bisamides, lignans, triterpenes, and insecticidal cyclopenta [b] benzofurans from *Aglaia* species. J. Nat. Prod. 61: 1482-1490.
- Greger, H., T. Pacher, S. Vajrodaya, M. Bacher and O. Hofer. 2000. Intraspecific variation of sulfur-containing bisamides from *Aglaia leptantha*. J. Nat. Prod. 63(5): 616-620.
- Janprasert, J., C. Satasook, P. Sukumalanand, D. E. Champagne, M. B. Isman, P. Wiriyachitra and G. H. N. Towers. 1993. Rocaglamide, a natural benzofuran insecticide from *Aglaia odorata*. Phytochemistry. 32: 67-69.
- Pannell, C. M. 1992. A Taxonomic Monograph of the Genus *Aglaia* Lour. (Meliaceae). Kew Bulletin additional series XVI. Royal Botanical Garden, London.
- Saifah, E., J. Puripattavanong, K. Likhitwitayawuid, G. A. Cordell, H. Chai and J. M. Pezzuto. 1993. Bisamide from *Aglaia* species: structure analysis and potential to reverse drug resistance with cultured cells. J. Nat. Prod. 56: 473-477.
- Wang, S. K., and C. Y. Duh. 2001. Cytotoxic cyclopenta [b] benzofuran derivatives from the stem bark of *Aglaia formosana*. Planta Medica. 67: 555-557.

ความหลากหลายของพืชกับระบบการเกษตร

เนตรชนก เกียรติ์นพนพธ์¹

ตามธรรมชาติพืชชนิดต่างๆ สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างเหมาะสม และมีผลในทางเกื้อกูลต่อกันและกัน จึงสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดระบบการปลูกร่วม (multiple cropping) เพื่อสร้างความหลากหลายของพืชในระบบ พืชต่างชนิดกันจะเป็นที่อยู่อาศัยของศัตรูธรรมชาติต่างกัน การปลูกพืชหลากหลายชนิดผสมผสานกันโดยมีทั้งพืชอายุสั้น พืชอายุยาว พืชยืนต้น และสมุนไพร เป็นต้น จึงทำให้เกิดความหลากหลายของชนิดและประชากรของศัตรูธรรมชาติที่ช่วยให้ง่เกิดผลทางชีวภาพในการลดและป้องกันการระบาดของศัตรูพืช ระบบการปลูกพืชในปัจจุบันมีความหลากหลายทางพันธุกรรม (intraspecific variation) ของพืชน้อยเนื่องจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยเกิดจากการใช้พันธุ์ส่งเสริมที่ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่ได้จากสารเคมีสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง แต่ไม่ต้านทานศัตรูพืช เมื่อปลูกจึงมีโอกาสูงที่จะเกิดการระบาดของศัตรูพืชได้ง่ายและรวดเร็ว ในต่างประเทศได้มีการศึกษาผลของความหลากหลายของพืชในสวนไม้ผลชนิดต่างๆ เช่น องุ่น แอปเปิ้ล และมะม่วง พบว่าสามารถลดการเข้าทำลายของศัตรูพืช การปรับเปลี่ยนสภาพของระบบนิเวศโดยเน้นให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเหมาะสมจึงเป็นเครื่องมือป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ มีเสถียรภาพ และยั่งยืนในระบบนิเวศนั้นๆ

ประโยชน์ในความหลากหลายของพืช

ความหลากหลายด้านพันธุกรรมของพืชทำให้โรคพืชระบาดได้ยากกว่าการปลูกพืชที่ใช้พืชเพียงพันธุ์เดียวในพื้นที่กว้างติดต่อกัน ผลการค้นคว้าวิจัยจากแหล่งต่างๆ ยืนยันว่า การปลูกพืชมากชนิดในระบบผสมผสานช่วยลดการระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากแมลงพาหะของไวรัสจะพบในแปลงผสมผสานน้อยกว่าในแปลงปลูกพืชเดี่ยว การปลูกพืชให้มีความหลากหลายทำให้บริหารโรคพืชได้ดีโดยการจัดปัจจัย เช่น การเลือกชนิดของพืชและพันธุ์พืช การรบกวนวงจรของโรคโดยการปลูกพืชหมุนเวียน โดยทั่วไปการระบาด

ของเชื้อโรคมักมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดและวงศ์ของพืช ดังนั้นการหลีกเลี่ยงโรคจึงทำได้โดยการเลือกชนิดพืช หรือปลูกพืชหมุนเวียนกับพืชที่ไม่ใช่พืชอาศัยของเชื้อโรคที่จะเป็นปัญหา ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ผลมากสำหรับเชื้อโรคที่อาศัยอยู่ในดินและเศษซากพืช การปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ใช่พืชอาศัยของเชื้อโรคในระยะเวลาที่นานพอ จะเป็นการให้เวลาสำหรับการย่อยสลายเศษพืชตกค้างที่มีเชื้อโรค หรือลดความมีชีวิตของเชื้อโรคลง เป็นการกำจัดแหล่งสะสมเชื้อโรคพืชที่อยู่ในดินจากพืชฤดูก่อนไม่ให้เข้าทำลายพืชที่ปลูกตามหลัง การปลูกพืชหมุนเวียนจึงเป็นการควบคุมโรคโดยวิธีที่มีประสิทธิภาพ การเลือกปลูกพืชที่อ่อนแอหรือต้านทานต่อโรคใดโรคหนึ่ง มีผลต่อความสามารถในการอยู่รอดและการแพร่กระจายของเชื้อโรค การรู้จักพืชอาศัยของเชื้อโรคที่ระบาดในแต่ละท้องถิ่นที่มีความสำคัญต่อลำดับการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสม และการปลูกพืชหมุนเวียนระหว่างฤดูพืชกับพืชกลุ่มอื่นสามารถลดความเสี่ยงจากเชื้อโรคที่อาศัยอยู่กับเศษพืชหรือดินได้นอกจากนั้นการปลูกพืชหมุนเวียนโดยไม่มีการไถพรวนช่วยเพิ่มประชากรและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ และยังลดโรคที่เกิดกับระบบรากของธัญพืช ตัวอย่างเช่น โรค common root rot จะเกิดโรคกับข้าวสาลีและข้าวบาเลย์ แต่ไม่เกิดกับพืชใบกว้าง เป็นต้น การปลูกพืชหมุนเวียนต่อเนื่องเป็นเวลา 5 ปี ด้วยพืชที่ไม่อ่อนแอต่อโรค common root rot ในแคนาดา สามารถลดความรุนแรงของโรคได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับความรุนแรงที่เกิดจากการปลูกธัญพืชต่อเนื่องกัน อย่างไรก็ตามการวางแผนการปลูกพืชเพื่อการบริหารโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการเว้นระยะการปลูกพืชที่อ่อนแอต่อโรคให้นานพอที่ประชากรของเชื้อโรคจะลดลง และต้องมีการศึกษาชนิดของเชื้อโรคพืชอย่างละเอียด

ความหลากหลายด้านพันธุกรรมของพืชช่วยลดการระบาดของแมลงศัตรูพืชได้ โดยการปลูกพืชร่วมกันเพียง 2-3 ชนิดเนื่องจากคุณลักษณะพิเศษของพืชแต่ละชนิดมีผลในการกำจัดหรือขับไล่แมลงไม่ให้เข้ามาทำลาย พืชบางชนิดอาจมีสาร กลิ่น รส

¹ นักวิจัย งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

ไม่เป็นที่พึงประสงค์ของแมลงที่เข้ามาใกล้ เช่น ตะไคร้หอม ถั่วลิสง ดาวเรือง ต้นหอม แมงลัก โหระพา และหม้อข้าวหม้อแกงลิง เป็นต้น หากสามารถนำพืชดังกล่าวปลูกร่วมกับพืชเศรษฐกิจทั้งแบบ intercropping หรือแบบ strip - cropping ก็จะช่วยให้พืชเศรษฐกิจมีศัตรูมาทำลายน้อยลง ตัวอย่างเช่น alfalfa ดึงดูดสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ได้และสามารถทำลายแมลงศัตรูพืชของพืชที่อยู่ใกล้เคียง ถั่วลิสง และดาวเรืองเป็นพืชที่สามารถช่วยลดประชากรของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชชนิด *Meloidogyne* spp. โดยเฉพาะเมื่อนำพืชทั้งสองปลูกลับกับปอติวบา ข้าวโพด ถั่วเหลือง และปอเทือง การปลูกตะไคร้ผสมกับผักกวางตุ้งทำให้การระบาดของหนอนใยผัก ตัวหมัดผัก และเพลี้ยอ่อนน้อยลง และได้ผลผลิตมากกว่าการปลูกผักกวางตุ้งเพียงอย่างเดียว การปลูกถั่วเหลืองร่วมกับข้าวไร้ทำให้ปริมาณศัตรูพืชของถั่วเหลืองน้อยลง หรือการปลูกถั่วลิสงระหว่างแถวของข้าวโพดทำให้มีแมงมุมมาสร้างรังอาศัยบนต้นและใบของถั่วลิสง ซึ่งช่วยกำจัดและลดการระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดลงได้ การศึกษาใน Ontario แสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วเหลืองสามารถลดความเสียหายที่เกิดจาก European corn borer การปลูกมะเขือเทศร่วมกับกะหล่ำปลีลดความเสียหายของกะหล่ำปลีเนื่องจาก diamond-back moth การศึกษาการปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วเหลืองหรือ dry bean พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการปลูกพืชเพียงชนิดเดียว ในปัจจุบันการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรต้องพึ่งพาสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้แก่ ยาฆ่าแมลง ซึ่งสารเหล่านั้นนับวันจะมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ และปัญหาจากการใช้สารพวกนี้ทำให้แมลงเกิดการดื้อยา การแพ้ยาของผู้ใช้หรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงตลอดจนสัตว์เลี้ยง เกิดปัญหาตกค้างบนผลผลิตเกษตรและระบบนิเวศ ตัวอย่างส่วนของพืชที่สามารถใช้กำจัดศัตรูพืชได้ เช่น เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นพืชต่อต้านด้วงงวงข้าว และมอดเจาะไม้ เมล็ดน้อยหน่าใช้กำจัดด้วงปีกแข็ง เพลี้ยอ่อน แมลงวัน และมวนปีกแข็ง ต้นและใบของคื่นฉ่ายดึงดูดด้วงปีกแข็งบางชนิด เมล็ดถั่วลิสงฆ่ามวนปีกแก้วมะเขือ เมล็ดสะเดาช่วยหยุดการกินอาหารของด้งแตนศัตรูพืช และหนอนกระทุ้ รากคะน้าและรากกะหล่ำดาวมีพืชต่อแมลงหวี่และแมลงวัน ใบกะหล่ำปลีช่วยหยุดการเจริญเติบโตของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ต้น ดอก และเมล็ดของบวบเหลี่ยมเป็นพืชต่อต้านด้วงงวงช้าง และโหระพาเป็นพืชต่อไรและเพลี้ยอ่อน เป็นต้น

ความหลากหลายของพืช ทำให้เกิดการแข่งขันในการใช้พื้นที่ดิน แสงแดด และธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นเมื่อมีการปลูกพืชโดยไม่ซ้ำชนิดกัน การเลือกชนิดและควบคุมความหนาแน่นของพืชอย่างเหมาะสมในพื้นที่ ทำให้ประชากรของวัชพืชลดลงได้ ในขณะที่เดียวกันสามารถใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าการปลูกพืชระบบพืชเดี่ยว ตัวอย่างเช่น การทดลองปลูก

ข้าวโพดและถั่วเขียวในลักษณะปลูกเดี่ยวและปลูกร่วม พบว่าการปลูกร่วมนอกจากวัชพืชจะลดลงอย่างมากแล้วผลผลิตของพืชทั้งสองชนิดยังสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะข้าวโพดซึ่งได้รับประโยชน์จากการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากถั่วเขียว Doug และคณะ (2002) กล่าวว่า การปลูกพืชหมุนเวียนเรียงลำดับในพื้นที่เดียวกันสามารถช่วยลดจำนวนและชนิดของวัชพืชตลอดจนช่วยรักษาความชื้นในดิน เป็นผลให้ได้ผลผลิตที่สูงกว่าซึ่งเป็นทางออกของการจัดการกับวัชพืชในระบบการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ นอกจากนั้น มีการทดลองพบว่าบนผิวของผลมะละมีสารบางชนิดที่ทำให้เมล็ดวัชพืชหลายชนิดไม่สามารถงอกและเจริญเติบโตได้ โดยสารนี้จะถูกฝนและน้ำค้างชะล้างลงสู่พื้นดิน ทำให้เมล็ดวัชพืชไม่สามารถงอกได้

ความหลากหลายในการปลูกพืชยังช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน ความยั่งยืนของสภาพแวดล้อม ความร่มรื่นให้เกิดขึ้นในไร่นา และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดิน อันเป็นการสร้างเสถียรภาพของรายได้ และปรับปรุงคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

รูปแบบการปลูกพืชร่วม

1. ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสานปะปนกัน (Mixed Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชอย่างไม่เป็นแถวเป็นแนวปะปนกันหลายหลากชนิด โดยเลียนแบบจากการที่พืชขึ้นเองโดยธรรมชาติในป่า

2. ระบบการปลูกพืชแบบสลับแถว (Inter-Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชชนิดหนึ่งเป็นแถวสลับกับอีกชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด เช่น การปลูกถั่วเขียวสลับกับแถวข้าวโพด หรือการปลูกสับปะรดหลายๆ แถวระหว่างแถวของยาพาราในระยะแรกของการปลูกยาพารา ซึ่งยังมีแสงแดดพอเพียงต่อการปลูกสับปะรด เป็นต้น

3. ระบบการปลูกพืชตาม (Sequential Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชชนิดหนึ่งเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วก็ปลูกพืชอีกชนิดตามทันทีโดยไม่ปล่อยให้พื้นดินว่างเปล่า เช่น การปลูกข้าวโพดต้นฤดูเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจึงปลูกฝ้ายตามทันที เป็นต้น

4. ระบบการปลูกพืชแบบรับช่วงต่อ (Relay Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชชนิดแรกในต้นฤดู และก่อนจะถึงเวลาเก็บเกี่ยวก็ทำการปลูกพืชชนิดที่สองลงในระหว่างแถวของพืชแรก ดังนั้นเมื่อถึงเวลาพืชแรกเก็บเกี่ยวได้พืชที่สองก็เติบโตพอสมควร ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ให้เพิ่มมากขึ้นกว่าการรอให้พืชแรกเก็บเกี่ยวแล้วจึงปลูกพืชที่สองตาม

5. ระบบการปลูกพืชแบบต่างระดับ (Multi-Storey Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่บริเวณเดียวกันในเวลาพร้อมกันโดยการเลือกชนิดของพืชที่สามารถปลูกร่วมกันได้ และอาจมีความเกื้อกูลซึ่งกันและกัน เช่น เลือกพืชที่ต้องการ

แสงแดดเต็มที่ที่มีทรงพุ่มสูงสุด พืชต้องการร่มเงาที่มีทรงพุ่มเตี้ยกว่าลดหลั่นกันลงมาตามลำดับ ระบบการปลูกพืชต่างระดับนี้ถือเป็นการเลียนแบบสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพป่าธรรมชาติมากที่สุดและมีความคล้ายคลึงกับระบบการปลูกพืชแบบผสมปะปนสิ่งที่ต่างกันก็คือระบบการปลูกพืชต่างระดับส่วนใหญ่เหมาะกับพืชยืนต้น ส่วนการปลูกแบบผสมปะปนเหมาะกับพืชอายุสั้น

6. ระบบการปลูกพืชแบบตอซัง (Ratoonig Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชที่เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วปล่อยให้คงอยู่เพื่อแตกหน่อใหม่ในฤดูต่อไป แม้พืชจะมีทรงพุ่มเตี้ยกว่าฤดูเดิมแต่ไม่ต้องลงทุนด้านเมล็ดพันธุ์และการไถเตรียมดินในการปลูกซึ่งอาจจะคุ้มกว่าการปลูกใหม่ทุกครั้ง เช่น การปลูกอ้อย ข้าว มันสำปะหลัง ฝ้าย และละหุ่ง

7. ระบบการปลูกพืชแบบเกาะอาศัย (Parasitic Cropping) คือ วิธีการปลูกพืชที่อาศัยเกาะพืชยืนต้นเป็นค้ำ เช่น การปลูกพริกไทย ดิบลิ หางไหล กล้วยไม้ บนต้นไม้ยืนต้นชนิดต่างๆ เช่น มะพร้าว สะเดา และยอป่า เป็นต้น

เอกสารประกอบการเขียน

ชนวน รัตนวราหะ. 2550. เกษตรอินทรีย์. สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชนวน รัตนวราหะ. พืชในระบบเกษตร <http://www.tungsong.com/Environment/Eco/plant.asp> 19 มีนาคม 2552.

Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. 5th Edition. Academic Press, California, USA. 922 p.

Cook, R.J. and R.J. Veseth. 1991. Wheat Health Management. APS. Press, St.Paul, MN.

Doug, A.D, L.A. Randy, E.B. Robert and M. Bruce. 2002. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in Northern Great Plains. Agronomy Journal. 94:174-185.

Krupinsky, J.M, K.L. Bailey, M.P. McMullen, B.D. Gossen, and T.K. Turkington. 2002. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. Agronomy Journal. 94:198-209.

Ledingham, R.J. 1961. Crop rotations and common root rot in wheat. Can.J.Plant Sci. 41: 479-486.

Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives. Insect and Disease Management in Organic Crop Systems. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/insects> 19 มีนาคม 2552.

สารก่อกรวนระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine Disruptors)

ลักขณา เป็ญจวรรณ¹

ในปัจจุบันมักมีการตรวจพบการปนเปื้อนของสารเคมีปรากฏอยู่ในผลิตภัณฑ์และเครื่องใช้ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวันต่างๆ มากมาย ประกอบกับพิษภัยของสารเคมีที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มของความถี่และความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นทุกขณะด้วยเหตุที่มนุษย์ไม่สามารถหลีกเลี่ยงจากการสัมผัสหรือการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ ผู้เขียนจึงขอนำเรื่องของสารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีในกลุ่มที่ก่อให้เกิดผลกระทบการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยมาแนะนำเสนอเป็นความรู้ รายละเอียดของบทความจะกล่าวถึงข้อมูลทางพิษวิทยา กลไกการออกฤทธิ์ของสารเคมีต่อระบบต่อมไร้ท่อ และผลของสารก่อกรวนระบบต่อมไร้ท่อต่อการดำรงเผ่าพันธุ์ของมนุษย์และสัตว์ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้จะทำให้ท่านผู้อ่านมีความเข้าใจเกี่ยวกับพิษภัยของสารเคมีเพิ่มขึ้น และใช้เป็นข้อพิจารณาและข้อพึงระวังในการเลือกซื้อและเลือกใช้สินค้าอุปโภค บริโภค ประเภทต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

สารก่อกรวนระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine disruptor หรือ Endocrine disrupting chemicals; EDCs) หมายถึง สารที่ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ โดยการเข้าไปรบกวนระบบสัญญาณในการผลิตฮอร์โมนของต่อมไร้ท่อในร่างกายมนุษย์และสัตว์ และสามารถก่อให้เกิดความผิดปกติในหลายลักษณะ เช่น การเกิดโรคมะเร็งของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบฮอร์โมนนั้นๆ ความผิดปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ ระบบประสาท การเกิดความผิดปกติต่อระบบและต่อมไทรอยด์ เป็นต้น สารก่อกรวนระบบต่อมไร้ท่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้จากการได้รับหรือสัมผัสกับสารเคมีอันตรายใดๆ ที่ถูกใช้เป็นส่วนผสมของสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน หรือจากสารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ดังจะเห็นได้จากรายงานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา “อย.” มักรายงานการตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษในสินค้าประเภทอุปโภค บริโภค เช่น เครื่องสำอาง อาหาร นม ฯลฯ อยู่อย่างเนื่องๆ รายงานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ

รายงานของกระทรวงสาธารณสุข ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อม รวมถึงรายงานการเกิดพิษจากสารเคมีและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เป็นต้น

ระบบต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน (Endocrine system and hormone)

ต่อมไร้ท่อมียุทธศาสตร์สำคัญในการสร้างฮอร์โมน ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย “ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system)” ประกอบด้วยต่อมต่างๆ คือ ต่อมไพเนียล ต่อมไฮโปธาลามัส ต่อมพิทูอิทารี ต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมธรมัส ต่อมหมวกไต ตับอ่อน รังไข่ (ในเพศหญิง) และอัณฑะ (ในเพศชาย) ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อในร่างกายมนุษย์แสดงดังภาพที่ 1

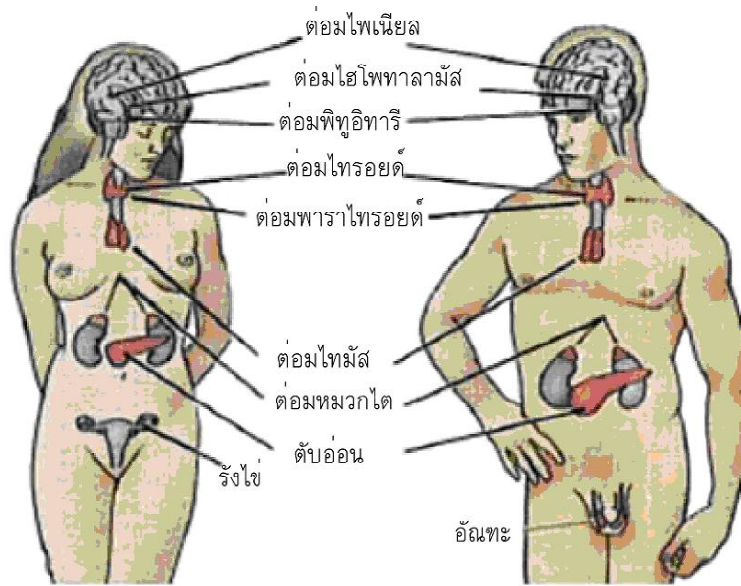
“ฮอร์โมน” คือ สารเคมีที่ถูกสร้างขึ้นจากเนื้อเยื่อหรือต่อมไร้ท่อ สามารถจำแนกตามคุณสมบัติทางเคมีออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เปปไทด์ฮอร์โมน (Peptide hormones) สเตียรอยด์ฮอร์โมน (Steroid hormones) และเอมีนฮอร์โมน (Amines hormones) ฮอร์โมนที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกปล่อยไปตามกระแสเลือดและออกฤทธิ์ที่อวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนนั้นๆ โดยหน้าที่สำคัญของฮอร์โมนจำแนกได้เป็น 4 ประการ คือ

1. ควบคุมระบบสืบพันธุ์และส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์

ฮอร์โมนกลุ่มนี้มีบทบาทในการสร้างเซลล์เพศ การพัฒนาโครงสร้างของร่างกายและการแสดงออกทางพฤติกรรมของเพศชายและเพศหญิงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบและการสืบพันธุ์ เช่น เทสโทสเตอโรน (Testosterone) มีหน้าที่ควบคุมลักษณะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงร่างกายของเพศชายในช่วงวัยรุ่น และโปรเจสเตอโรน (Progesterone) มีหน้าที่ควบคุมลักษณะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงร่างกายของเพศหญิงในช่วงวัยรุ่น

2. ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการด้านต่างๆ ของร่างกาย

¹ นักวิจัย งานวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อในร่างกายของมนุษย์

(ภาพ: www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookENDOCR.html)

เป็นการทำหน้าที่ร่วมกันของฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ไทรอยด์ฮอร์โมน (Thyroid hormone) อินซูลิน (Insulin) และโกรทฮอร์โมน (Growth hormone) เป็นต้น ฮอร์โมนกลุ่มนี้มีบทบาทในการควบคุมการเจริญเติบโต พัฒนาการ ตลอดจนสถานะของการโตเต็มวัยในมนุษย์

3. รักษาสมดุลของสภาพแวดล้อมในร่างกาย

ฮอร์โมนกลุ่มนี้ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและส่วนประกอบของของเหลวในร่างกาย ได้แก่ การควบคุมความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิของร่างกาย สมดุลของความเข้มข้นของเลือด ปริมาณหรือขนาดของกล้ามเนื้อและไขมัน เป็นต้น ตัวอย่างของฮอร์โมน เช่น อะดรีนาลิน (Adrenalin) ทำให้น้ำตาลในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น และแคลซิโทนิน (Calcitonin) ทำหน้าที่ลดระดับแคลเซียมในเลือด

4. ควบคุมการสร้าง การใช้ และการสะสมพลังงาน

ฮอร์โมนกลุ่มนี้มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสารอาหารให้เป็นพลังงานหรือเก็บสะสมไว้ในรูปต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสารอาหารให้เป็นไกลโคเจน และไขมัน ตัวอย่างเช่น ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid hormone) ทำหน้าที่ควบคุมเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต เช่น กระตุ้นการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตและไกลโคเจนเป็นกลูโคส และไทรอกซิน (Thyroxine) ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการเผาผลาญอาหารให้เกิดเป็นพลังงานในการทำงานของร่างกาย

ประเภทของสารก่ออันตรายระบบต่อมไร้ท่อและการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

สารก่ออันตรายระบบต่อมไร้ท่อ มีทั้งที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น

และสารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สารเคมีที่มีการนำมาใช้เป็น ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันหมายถึง ที่มนุษย์สร้างขึ้นและถูกจัดว่าเป็นสารเคมีในกลุ่มที่ก่อให้เกิดการรบกวนการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ สามารถแบ่งกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สารเคมีที่มนุษย์ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและในเวชภัณฑ์ คือ สารเคมีที่นำมาใช้ประโยชน์และเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ และเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่

1.1 พทาเลต (Phthalates) เป็นสารเคมีที่ใช้แพร่หลายในกระบวนการผลิตพลาสติก เป็นสารที่ทำให้เกิดการอ่อนตัวในเนื้อพลาสติก พทาเลตมักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ที่เป็นพลาสติกอ่อน (Soft vinyl products) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น ภาชนะใส่อาหาร (ขวด ขาม ฟิล์มใสสำหรับห่ออาหาร ฯลฯ) เฟอร์นิเจอร์ (พื้น วอลเปเปอร์ ฯลฯ) ของใช้สำหรับเด็กเล็ก (เช่น ขวดนม ของเล่น ฯลฯ) นอกจากนี้ยังใช้ผสมในเครื่องสำอางเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่น เช่น ผสมในสียาเล็บ ทำให้สีไม่เปราะหรือแตกง่าย ใช้ผสมในสเปรย์ฉีดผม เพื่อให้เคลือบเส้นผมแล้วแลดูเป็นธรรมชาติ หรือใช้ผสมในน้ำหอมเพื่อให้กลิ่นหอมติดทนนาน เป็นต้น สารในกลุ่มนี้สามารถเลียนแบบการทำงานของ estradiol ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิง ความเป็นพิษ คือ สามารถส่งผลกระทบต่อหรือก่อให้เกิดความผิดปกติต่ออวัยวะและระบบสืบพันธุ์ได้

1.2 อัลคิลฟีนอล และอนุพันธ์ (Alkylphenols and their derivatives) สารเคมีในกลุ่มนี้ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารซักฟอกประเภทต่างๆ ปัจจุบันมีการห้ามใช้สารเหล่านี้ผสมในสารซักฟอกแล้ว

1.3 บิสฟีนอล เอ (Bisphenol A) ใช้มากในภาชนะบรรจุอาหารที่ทำด้วยพลาสติก โดยทำให้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นพลาสติกมีความแข็งแรงมากขึ้น เป็นส่วนประกอบของเรซินที่ใช้ในการผลิตกระป๋องบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมของสารประกอบที่ใช้ในการอุดฟันด้วย การนำสารนี้มาใช้งานยังไม่มีคำนิยามถึงความปลอดภัยในการใช้งานมากนัก ในเบื้องต้นพบว่าการได้รับสารนี้เข้าสู่ร่างกายในสตรียะยะตั้งครรภ์สามารถทำให้เกิดความผิดปกติของทารกในครรภ์ และเพิ่มอัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเต้านมในสตรีอีกด้วย

1.4 พีซีบี และไดออกซิน (Polychlorinated biphenyls (PCBs) and dioxin) พีซีบี เป็นสารที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนไดออกซินเป็นสารที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ หรือเป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ กระบวนการผลิต Chlorinated hydrocarbons กระบวนการผลิตพลาสติกพีวีซี เป็นต้น

1.5 สารทนไฟประเภทโบรมิเนต (Brominated flame retardants) สารในกลุ่มนี้ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก สิ่งทอ และเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อให้มีคุณสมบัติทนไฟ

1.6 พาราเบน (Parabens) เป็นชื่อของสารในกลุ่มเอสเทอร์ของ p-hydroxybenzoic acid ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ได้ จึงนิยมใช้เป็นสารกันเสียในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องสำอาง ยา และอาหาร สารพาราเบนที่นิยมใช้กันมากในเครื่องสำอาง คือ Methylparaben, Propylparaben และ Butylparaben ส่วนใหญ่ในเครื่องสำอางแต่ละตัวจะใช้สาร

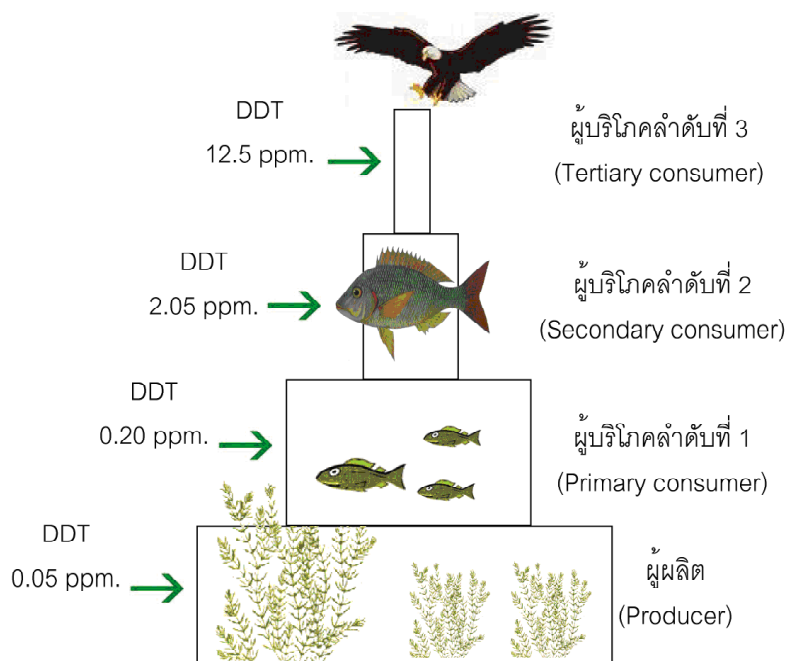
พาราเบนร่วมกันหลายชนิด เพื่อให้สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายกลุ่ม จากงานวิจัยของ Darbre และคณะ (2004) รายงานว่าตรวจพบพาราเบนในก้อนที่เต้านม (Breast tumors) และได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นที่ว่า พาราเบนมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนอย่างอ่อนๆ อาจมีความเกี่ยวข้องกับมะเร็งเต้านมแต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษายังไม่อาจสรุปได้ว่า พาราเบนเป็นสาเหตุของมะเร็งเต้านมดังกล่าว

1.7 วินโคลโซลิน (Vinclozolin) ใช้เป็นสารฆ่าเชื้อรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ฆ่าเชื้อราในโรงเรือน จัดเป็นสารก่อภาวะระบบต่อมไร้ท่อที่อาจทำให้ภาวะเจริญพันธุ์บกพร่อง อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวอ่อนหรือทารกในครรภ์ การสัมผัสทางผิวหนังอาจทำให้เกิดอาการแพ้ เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และอาจก่อให้เกิดผลเสียระยะยาวต่อสภาพแวดล้อมในน้ำ

1.8 สารเคมีที่ใช้ในเวชภัณฑ์ เช่น สารสเตียรอยด์ (Steroid) เป็นสารประกอบที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น มีโครงสร้างคล้ายกับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของมนุษย์ มีผลทำให้เกิดความกระดูกเปราะ เสริมสร้างและให้กำลังกล้ามเนื้อ

2. สารประเภทไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogens) เป็นสารที่พืชสร้างขึ้นตามธรรมชาติ หรือเป็นผลผลิตจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อราบางชนิด ซึ่งอาจเรียกว่า สารเมตาบอไลต์ (Metabolite)

3. สารยาฆ่าแมลงและสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ ดีดีที (DDT); ดีดีอี (DDE เป็นสารเมตาบอไลต์ของดีดีที); ลินเดน (Lindane); อะทราซีน (Atrazine); คลอโรไดโคน (Chlordecone) และ เอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) เป็นต้น



ภาพที่ 2 การสะสม และการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารพิษในห่วงโซ่อาหาร

โดยปกติในสิ่งแวดล้อมมักพบสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อในปริมาณน้อย แต่สารกลุ่มนี้มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมากเนื่องจากสามารถสะสมและเพิ่มระดับความเข้มข้น (Bioaccumulation and biomagnification) โดยผ่านระบบห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ได้ในร่างกายนของสิ่งมีชีวิต ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการสะสมและการเพิ่มปริมาณของดีดีทีในสิ่งแวดล้อมผ่านผู้บริโภคลำดับต่างๆ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเป็นเหตุการณ์สมมุติ เช่น ในลำห้วยสาธารณะของหมู่บ้าน ก. มีการตรวจพบการปนเปื้อนของดีดีทีในระบบห่วงโซ่อาหาร โดยหน่วยความเข้มข้นของดีดีทีที่แสดงเป็นมิลลิกรัม/ลิตร (ppm) จากภาพที่ 2 อธิบายได้ว่า แพลงตอนพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิตในระบบห่วงโซ่อาหารนี้มีปริมาณดีดีทีที่สะสมในเซลล์ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ต่อมาเมื่อปลาขนาดเล็กมากินแพลงตอนพืชเหล่านี้เป็นอาหาร ทำให้เกิดการสะสมของดีดีทีในปลาขนาดเล็ก โดยการสะสมของดีดีทีในปลาขนาดเล็กเพิ่มปริมาณความเข้มข้นขึ้นเป็น 0.20 มิลลิกรัม/ลิตร และเมื่อปลาขนาดใหญ่กว่าเข้ามากินปลาตัวเล็ก ๆ เหล่านี้ ก็ส่งผลให้เกิดการสะสมของดีดีทีในปลาใหญ่ในปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2.05 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อกินปลาใหญ่จะทำให้มีการสะสมของดีดีทีในนกที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 12.5 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อมนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายนำปลาหรือนกในระบบห่วงโซ่อาหารมารับประทานจะก่อให้เกิดการสะสมของดีดีทีในร่างกายนในปริมาณสูงและอาจมากกว่า 12.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของฮอร์โมนในระบบต่อมไร้ท่อ และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยในระยะยาวได้ เป็นต้น

จากภาพพบว่า การสะสมและระดับความเข้มข้นของสารพิษในสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหาร โดยมนุษย์เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายที่มีความเสี่ยงสูงสุดในการรับสารพิษจากผู้บริโภคลำดับล่างๆ เข้ามาสะสมไว้ในร่างกาย ถ้าระดับความเข้มข้นของสารพิษที่มนุษย์ได้รับและสะสมอยู่มีปริมาณเพียงพอ จะก่อให้เกิดผลโดยการรบกวนระบบการทำงานของต่อมไร้ท่อภายในร่างกายและเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยได้ ตัวอย่างเช่น การเข้าไปกระตุ้นให้เกิดความผิดปกติในการแบ่งตัวของเซลล์และทำให้เกิดเซลล์มะเร็ง การเข้าไปรบกวนระบบการสร้างฮอร์โมนหรือการทำงานของฮอร์โมน เป็นต้น ทั้งนี้สารพิษที่สะสมอยู่ในร่างกายของมนุษย์และสัตว์นั้นสามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกหลานได้โดยผ่านทางสายสะดือและการให้นม

กลไกการออกฤทธิ์ของสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อ

สารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อ เมื่อเข้าสู่ร่างกายสามารถเข้าไปรบกวนระบบการทำงานของต่อมไร้ท่อในร่างกายได้หลายกรณี ดังนี้

1. การเข้าไปทำหน้าที่เลียนแบบฮอร์โมน (Hormone mimics)

สารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อ จะเข้าไปจับกับตัวรับสัญญาณแล้วทำตัวเสมือนเป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจากร่างกาย โดยเข้าไปจับกับตัวรับสัญญาณ (Receptor) ของฮอร์โมนตัวจริง เช่น การได้รับสารไดเอธิลสตีลเบสโทรล (Diethylstilbestrol; DES) ซึ่งเป็นสารเอสโตรเจนสังเคราะห์ที่ใช้เพื่อป้องกันการแท้งลูกในหญิงที่มีปัญหาการตั้งครรภ์เข้าสู่ร่างกาย อาจก่อให้เกิดความผิดปกติของทารกที่อยู่ในครรภ์ คือ การมีระบบสืบพันธุ์ผิดปกติ เนื่องจากสารเคมีดังกล่าวได้เข้าไปทำหน้าที่เลียนแบบฮอร์โมนเอสโตรเจน โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเหมือนกับการถูกกระตุ้นด้วยฮอร์โมนเอสโตรเจน แต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะแตกต่างไปจากผลของการได้รับฮอร์โมนเอสโตรเจน ตัวอย่างที่เห็นชัดเจน เช่น การศึกษาในปลาเพศผู้ที่ได้รับสารเมตาบอลิท์ของดีดีที ได้แก่ สาร o,p' DDT, o,p' DDE, และพีซีบี (PCBs) อย่างใดอย่างหนึ่งเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งสารเมตาบอลิท์ดังกล่าวเป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายกับฮอร์โมนเพศหญิง คือ 17β -estradiol ในกรณีนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนเพศของปลาจากเพศผู้ไปเป็นเพศเมีย (Donohoe and Curtis, 1996) เนื่องจากสารเคมีได้เข้าไปทำหน้าที่เลียนแบบฮอร์โมนเอสโตรเจน

2. การเข้าไปขัดขวางการทำงานของฮอร์โมน (Hormone blockers)

สารเคมีในกลุ่มของสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อเข้าไปแย่งจับกับตัวรับสัญญาณ (Receptor) ของฮอร์โมน ผลก็คือทำให้ตัวรับสัญญาณทั้งหมดจับกับสารเคมีและไม่มีที่ว่างสำหรับฮอร์โมนได้ทำหน้าที่ ทำให้ฮอร์โมนไม่สามารถทำงานได้ ตัวอย่างกลไกการออกฤทธิ์ของสารเคมีในลักษณะนี้ คือ การที่จระเข้ตีนเป็ดในทะเลสาบอะโปคา (Apoka) ของมลรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับสารดีดีที (DDE) ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ส่งผลให้จระเข้เพศผู้ในทะเลสาบมีลักษณะคล้ายเพศเมีย เช่น มีอวัยวะขนาดเล็ก มีอวัยวะเพศที่ผิดปกติ และไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ เนื่องจากสารดีดีทีได้เข้าไปขัดขวางการทำงานของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในร่างกายทำให้ลักษณะของเพศชายไม่แสดงออก ในกรณีนี้ทำให้จำนวนของจระเข้ตีนเป็ดในทะเลสาบดังกล่าวลดลง เนื่องจากความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ ซึ่งสถานการณ์เช่นนี้ ทำให้จระเข้ตีนเป็ดมีความเสี่ยงในการสูญพันธุ์ได้ที่สุดในที่สุด

3. การเข้าไปยึดเกาะกับตัวรับสัญญาณของฮอร์โมนตัวอื่น ๆ

เนื่องจากมีตัวรับสัญญาณหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับระบบต่อมไร้ท่อ ตัวอย่างเช่น ตัวรับสัญญาณของฮอร์โมนเอสโตรเจนในเพศหญิงและตัวรับสัญญาณของฮอร์โมนแอนโดรเจนในเพศชาย การทำงานของสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อในกรณีนี้ คือ การที่สารเคมีเข้าไปจับกับตัวรับสัญญาณโดยอาจจะมีผลได้ทั้งในกรณี

ไปกระตุ้นการทำงาน หรือการเข้าไปยับยั้งการทำงานของตัวรับสัญญาณนั้นๆ ก็ได้ อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการเข้าไปรบกวนการทำงานของฮอร์โมนในลักษณะใดก็ล้วนส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกายทั้งสิ้น

4. การเข้าไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมของฮอร์โมนในร่างกาย

สารเคมีบางชนิด ได้แก่ โนนิลฟีนอล (Nonylphenol) และยาต้านเชื้อรา เช่น โคลติมาโซล (Clotrimazole) และคีโตโคนาโซล (Ketoconazole) ทำให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครม พี 450 (Cytochrome P450) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่สำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมที่เกิดขึ้นในเซลล์ตับ มีผลให้เอนไซม์ดังกล่าวมีการทำงานที่ผิดปกติไป ซึ่งทำให้เกิดการเสียสมดุลของฮอร์โมนที่สร้างขึ้นโดยเซลล์ตับ (Nasci et al., 1991; Petkam et al., 2003) ทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบต่างๆ ของร่างกายได้

5. การเข้าไปเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือปริมาณของตัวรับสัญญาณฮอร์โมนภายในเซลล์

กลไกที่ซับซ้อนของระบบต่อมไร้ท่อถูกควบคุมด้วยจำนวนหรือปริมาณของตัวรับสัญญาณที่อยู่ในเซลล์ สารเคมีก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อที่ร่างกายได้รับสามารถทำให้เกิดการลดหรือเพิ่มจำนวนของตัวรับสัญญาณที่อยู่ในเซลล์ได้ ส่งผลต่อระบบการสร้างหรือการสังเคราะห์ฮอร์โมนของร่างกาย ตัวอย่างเช่น การที่เราได้รับสารเคมีประเภทโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน หรือ PAHs เข้าสู่ร่างกาย สารนี้จะเข้าไปแย่งจับกับโปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่งฮอร์โมนซึ่งส่งผลให้ร่างกายไม่สามารถขนส่งฮอร์โมนได้ ทำให้มีฮอร์โมนอิสระในพลาสมาสูงและทำให้ร่างกายต้องการขับออก ส่งผลให้ร่างกายเกิดการเสียสมดุลของฮอร์โมนที่ร่างกายสร้างขึ้น และทำให้ขั้นตอนการทำงานของระบบทางสรีรวิทยาผิดปกติได้ (Leatherland, 1998)

6. การเข้าไปเปลี่ยนแปลงการสร้างหรือผลิตฮอร์โมนในร่างกาย

ตัวอย่างของสารเคมีที่ออกฤทธิ์โดยการเข้าไปเปลี่ยนแปลงการผลิตฮอร์โมนในร่างกายได้ ได้แก่ ดีดีที, ไดเมธโทเอท (Dimethoate), โพลีฮาโลจิเนตเต็ด อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polyhalogenated aromatic hydrocarbons; PHAHs) เป็นต้น สารเคมีดังกล่าวสามารถเข้าไปรบกวนกระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนของร่างกาย โดยการเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 3 α - และ 17 β -hydroxy steroid dehydrogenase และ Deiodinase ซึ่งมีส่วนร่วมในการสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์และไธรอยด์ตามลำดับ (Bhattacharya and Pandey, 1989; Leatherland, 1998) ส่งผลให้ร่างกายมีการผลิตฮอร์โมนสเตียรอยด์และไธรอยด์ในปริมาณที่ผิดปกติได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับ

ของฮอร์โมนที่มีอยู่ในพลาสมา

ผลกระทบของสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นในสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันข้อมูลทางพิษวิทยาเกี่ยวกับผลกระทบจากการได้รับสารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของสารก่อมะเร็งการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อมียากขึ้น จากรายงานผลของการได้รับสารเคมีต่อระบบสืบพันธุ์มนุษย์ สรุปได้ดังนี้ (Allsopp et al., 2006)

1. ผลต่อระบบสืบพันธุ์ของเพศชาย

- พบจำนวนสเปิร์มในอสุจิของเพศชายทั่วโลกมีแนวโน้มลดลงจากเดิม 50% (การศึกษาระหว่างปี ค.ศ. 1940-1990) นอกจากนี้ยังมีรายงานด้วยว่าจากการเก็บสเปิร์มในผู้ชาย (ประเทศญี่ปุ่น) พบว่าเมื่อ 50 ปีที่แล้วผู้ชายจะมีจำนวนสเปิร์ม 70 ล้านตัวต่อซีซี แต่ปัจจุบันลดลงเหลือ 20 ล้านตัวต่อซีซี ในกรณีดังกล่าวเมื่อใดก็ตามที่จำนวนสเปิร์มลดลงเหลือ 5 ล้านตัวต่อซีซี จะส่งผลให้มีลูกยาก

- พบความผิดปกติในกรณีที่อวัยวะไม่อยู่ในถุงอัณฑะ (Cryptorchidism) ในอัตรา 2-5% ของทารกเพศชายในประเทศแถบยุโรป

- พบอัตราการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลต่อระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

- พบการเพิ่มขึ้นภาวะการเกิดเยื่อเมดูลารีนผิดปกติ (Endometriosis)

- พบว่าเด็กหญิงเข้าสู่สภาวะการเป็นสาวเร็วกว่าปกติ

- พบอัตราการเกิดมะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูกเพิ่มขึ้น

3. สภาวะการเปลี่ยนแปลงระหว่างสัดส่วนเพศชายต่อเพศหญิง

- โดยปกติสัดส่วนระหว่างอัตราการเกิดของทารกเพศชายต่อทารกเพศหญิงควรจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ปัจจุบันการเกิดของทารกเพศชายมีแนวโน้มลดลง โดยสันนิษฐานว่าปัจจัยส่วนหนึ่งเกิดจากการได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ผลกระทบที่เกิดจากสารเคมีหรือสารก่อมะเร็งระบบไร้ท่อที่เห็นได้อย่างเด่นชัดนั้นมักเกิดขึ้นกับระบบสืบพันธุ์ ในกรณีนี้ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์ก็ตาม ต่างมีกลไกควบคุมการทำงานของฮอร์โมนในระบบต่อมไร้ท่อใกล้เคียงกัน เนื่องจากอยู่ภายใต้พื้นฐานของระบบสรีรวิทยาที่คล้ายคลึงกัน ด้วยเหตุนี้ผลกระทบใดๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในมนุษย์ย่อมมีแนวโน้มที่จะเกิดผลกระทบในสัตว์ได้ในลักษณะคล้ายกัน จากมลพิษหรือปริมาณและชนิดของสารเคมีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ทำให้คาดการณ์ได้ว่าผลกระทบที่เกิดกับสัตว์มักจะมีผลกระทบรุนแรง

และมีความเสี่ยงต่อสภาวะการสูญพันธุ์ได้มากกว่ามนุษย์ แม้ว่าความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากสารก่อมะเร็งระบบต่อมไร้ท่อที่พบจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตโดยเฉียบพลัน แต่ก็มีลักษณะความเป็นพิษหรือมีการออกฤทธิ์ในลักษณะที่เป็นภัยร้ายแรงยิ่งกว่าการทำให้เสียชีวิตแบบเฉียบพลันเสียอีก เนื่องจากก่อให้เกิดความผิดปกติในระดับพันธุกรรมหรือยีน ซึ่งสามารถถ่ายทอดลักษณะความผิดปกตินี้สู่สิ่งมีชีวิตรุ่นต่อมา อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของลักษณะทางพันธุกรรมดั้งเดิมซึ่งสามารถนำไปสู่การกลายพันธุ์ และ/หรือสภาวะการสูญพันธุ์ทั้งของมนุษย์และสัตว์ในสิ่งแวดล้อมได้ในที่สุด

จะเห็นได้ว่าภัยจากสารเคมีที่มีอยู่รอบตัวเราเป็นเรื่องซับซ้อนและควรได้รับความสนใจ เพราะนับวันเราจะใช้สารเคมีเพิ่มมากขึ้นในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการลดการใช้สารเคมี การควบคุมการใช้งาน รวมถึงการหามาตรการในการป้องกันและลดผลกระทบอันอาจจะเกิดขึ้นต่อเผ่าพันธุ์มนุษย์ชาติและสิ่งมีชีวิตอื่นในสิ่งแวดล้อมจึงไม่ใช่เป็นเรื่องเฉพาะบุคคลแต่อย่างใด แต่เป็นความรับผิดชอบของเราทุกคน และในฐานะที่เราเป็นผู้บริโภคระดับสูงสุดในห่วงโซ่อาหาร จึงต้องพึงระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะสิ่งเล็กๆ น้อยๆ ใกล้ตัว เช่น การเลือกอาหารเพื่อบริโภคได้แก่ สัตว์น้ำ เนื้อสัตว์ ตลอดจนผักและผลไม้ชนิดต่างๆ ผู้บริโภคอย่างเราๆ ท่านๆ ควรต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการได้รับสารเคมีไม่พึงประสงค์เข้าสู่ร่างกาย การเลือกซื้ออาหารหรือวัตถุดิบในการประกอบอาหารจากแหล่งการผลิตที่เชื่อถือได้ มีมาตรฐานการผลิตที่ดี สะอาด และปลอดภัยสารเคมีก็เป็นอีกหนทางหนึ่งในการลดความเสี่ยงให้กับชีวิตของเราเอง

เอกสารประกอบการเขียนและเอกสารอ้างอิง

Bhattacharya, L. and A.K. Pandey. 1989. Inhibition of steroidogenesis and pattern of recovery in the testes of DDT exposed cichlid, *Oreochromis mossambicus*. Bangladesh J Zool 17:1-14.

Darbre, P.D., A. Aljarrah, W.R. Miller, N.G. Coldham, M.J. Sauer and G.S. Pope. 2004. Concentrations of parabens in human breast tumours. J. Appl. Toxicol. 24:5-13.

Donohoe, R.M. and L.R. Curtis. 1996. Estrogenic activity of chlordane *o,p'* DDT and *o,p'* DDE in juvenile rainbow trout: Induction of vitellogenesis and interaction with hepatic estrogen binding sites. Aquat Toxicol. 36:31-52.

Farabee, M.J. 2007. The endocrine system. [online] (accessed: september 3, 2009). Available from:

www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookENDOCR.html.

Allsopp, M., D. Santillo, U. Kallee, and M. Hojsik. 2006. Our reproductive health and chemical exposure: A review of the evidence for links between declines in human reproductive health and our exposure to hazardous chemicals. Greenpeace International [online] (accessed: September 3, 2009). Available from <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/fragile-our-reproductive-heal.pdf>

Guillette Jr, L.J., D.A. Crain, A.A. Rooney and D.B. Pickford. 1995. Organization versus activation: The role of endocrine-disrupting contaminants (EDCs) during embryonic development in wildlife. Environ Health Perspect. 103:157-164.

Leatherland, J.F. 1998. Changes in thyroid hormone economy following consumption of environmental contaminated Great Lakes fish. Toxicol Indus Health. 14:41-58.

Lundholm, C.D. 1997. DEE-induced eggshell thinning in birds: Effects of *p,p'* DDE on the calcium and prostaglandin metabolism of the eggshell gland. Comp Biochem Physiol. 118:113-128.

Nasci, C., G. Campesan, V.U. Fossato, L. Tallandini and M. Turchetto. 1991. Induction of cytochrome P450 and mixed function oxygenase activity by low concentrations of polychlorinated biphenyls in marine fish *Zosterisessor ophiocephalus* (Pall.). Aquatic Toxicol. 19:281-290.

Petkam, R., R.L. Renaud and J.F. Leatherland. 2003. The role of CYP1A1 in the in vitro metabolism of pregnenolone by the liver of rainbow trout embryos. Comp Biochem Physiol. 135:277-284.

จากเมล็ดสู่ต้นกล้า ความยากเย็นที่ถูกมองข้าม

นววรรณ ฟาร์สูง¹ และ อุดม ฟาร์สูง²

เมล็ดเป็นสิ่งมหัศจรรย์ที่ธรรมชาติสร้างมาเพื่อเป็นกลไกในการดำรงเผ่าพันธุ์ของพืช เมล็ดอาจมีขนาดใหญ่ถึงใหญ่มาก เช่น เมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ข้าวโพด ลำไย ลิ้นจี่ ขนุน มะม่วง หรือมีขนาดเล็ก เช่น เมล็ดผักคะน้า หอมใหญ่ เมล็ดงา เมล็ดบางชนิดมีขนาดเล็กและเบามากจนกระทั่งเพียงแค่ลมหายใจปกติของคนเราก็ทำให้มันปลิวไปได้ เช่น เมล็ดยาสูบ ผักกาดหอม และคื่นฉ่าย เมล็ดของพืชบางชนิดมีเครื่องประดับที่ไม่ได้มีไว้เพื่อความสวยงาม แต่เป็นกลไกที่ธรรมชาติสร้างมาเพื่อประสิทธิภาพในการแพร่กระจายพันธุ์ของพืช เช่น เมล็ดยางนา มะฮอกกานี เพกา แคนแสด ขจร รวมทั้งเมล็ดพืชหลากหลายชนิด ภายในเมล็ดซึ่งไม่ว่าจะมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันอย่างไรก็ตาม มีสิ่งสำคัญที่เหมือนกันอย่างหนึ่งก็คือ “ต้นอ่อน” ซึ่งถ้าเมล็ดพืชบางชนิดที่มีขนาดใหญ่พอสมควร เช่นเมล็ดถั่ว มาผ่าตามยาวก็สามารถมองเห็นได้ไม่ยากนัก ต้นอ่อนอาจมีขนาดเล็กหรือขนาดจื๋วจนถึงขนาดที่ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ถ้าหากเมล็ดมีขนาดเล็กมากๆ ตามความเห็นของผู้เขียน ในจำนวนคน 100 คนที่คุ้นเคยกับเมล็ด อาจจะประมาณ 80 คนที่เคยเห็นเมล็ดงอกแต่คงไม่มีถึง 10 คน ที่รู้ว่า กว่าต้นไม้อายุที่อยู่ภายในเมล็ดจะโผล่ขึ้นมาพ้นดินเป็นต้นกล้าให้เราเห็น และเจริญเติบโตจนกลายเป็นผัก ตลอดจนให้ผลิตผลเป็นผลไม้ หรือธัญญาหารต่างๆ นั้น มีเหตุการณ์ซึ่งเป็นขบวนการทางชีววิทยาต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ซึ่งผู้เขียนเห็นว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่คนทั่วไปรวมทั้งผู้ที่ไม่ได้ศึกษาทางด้านสรีระของเมล็ดไม่มีโอกาสได้รู้

บทความต่อไปนี้ เป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเห็นต้นกล้าของพืชโผล่ขึ้นมาเหนือดิน ซึ่งผู้เขียนเรียบเรียงขึ้นจากเอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการเรื่อง “สรีรวิทยาและชีวเคมีการงอกของเมล็ด” ที่ได้เรียบเรียงไว้โดย รศ.ดร.วันชัย จันทรประเสริฐ รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่นา ม.เกษตรศาสตร์ บางเขน ผู้เขียนเรียบเรียงบทความนี้โดยคงไว้ซึ่งคำอธิบายส่วนใหญ่ของ รศ.ดร.วันชัย จันทรประเสริฐ มีการตัดรายละเอียดบางอย่างบางตอน (ซึ่งอาจจะมีความสำคัญมาก

ทางวิชาการ) เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ไม่ยากจนเกินไปนัก ในฐานะคนทั่วไปที่ไม่ใช่นักวิชาการ โดยยังคงศัพท์ทางวิชาการบางคำไว้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้นสำหรับผู้อ่านที่มีพื้นฐานความรู้ทางด้านสรีระการเจริญเติบโตของพืชอยู่บ้าง รวมทั้งได้นำความรู้เล็กๆ น้อยๆ เกี่ยวกับการเข้าทำลายโดยเชื้อโรคพืชที่มีความสัมพันธ์กับการงอกของเมล็ด ทั้งนี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วันชัย จันทรประเสริฐ ที่ได้กรุณาอนุญาตให้นำเอกสารประกอบการฝึกอบรมดังกล่าวมาเรียบเรียงได้ตามวัตถุประสงค์ รวมทั้งได้ให้ความกรุณาในการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการ

เอาละ ! เรามาเริ่มเพาะเมล็ดกันเลย (ทั้งนี้ ขอแนะนำให้เพาะเมล็ดถั่วฝักยาว เพราะสังเกตได้ง่าย)

เริ่มด้วยการใส่ดินลงในกระถาง แล้วฝังเมล็ดให้ลึกประมาณ 2 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มๆ ทุกวัน (ระวังอย่าให้แฉะ) ประมาณ 5-7 วัน ต้นถั่วก็เริ่มโผล่ขึ้นมาให้เห็น และเราก็จะบอกว่า “ต้นถั่วงอกแล้ว” และนั่นคือความหมายของการงอกของเมล็ดที่คนทั่วไปเข้าใจ แต่ความจริงแล้วเมล็ดงอกหรือมีกิจกรรมในการงอกตั้งแต่เรานำเมล็ดฝังลงในดินและรดน้ำ เพราะโดยความหมายทางทฤษฎีด้านสรีรวิทยา การงอกของเมล็ดเริ่มตั้งแต่การดูดน้ำของเมล็ด และมีการเปลี่ยนแปลงของต้นอ่อนภายในเมล็ดจากภาวะเย็บ (resting หรือ quiescent embryo) ไปเป็นต้นอ่อนที่มีเมแทบอลิซึมสูง ไปสิ้นสุดที่การยืดตัวของแกนต้นอ่อนและราก (radicle) แทงทะลุเปลือกเมล็ดออกมา และทางด้าน การเกษตรนั้นการงอกของเมล็ดรวมไปถึงขั้นตอนการเจริญเติบโตของต้นอ่อนจนกระทั่งเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 1)

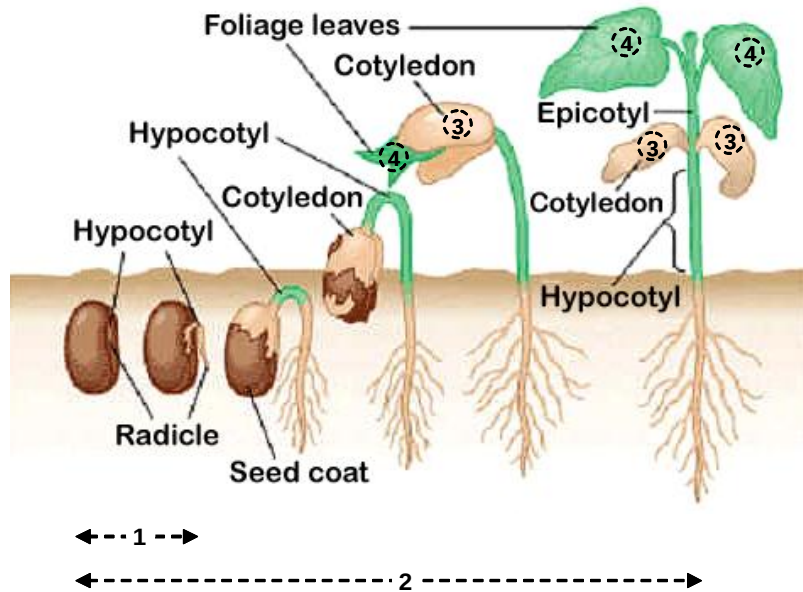
ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด

ได้แก่ น้ำ ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดพืชทุกชนิดต้องการความชื้นสูงในการงอก และส่วนใหญ่ต้องการออกซิเจนด้วย ดังนั้นถ้าความชื้นสูงมากจนเกิดมีน้ำล้นมออยู่โดยรอบเมล็ด อาจทำให้เมล็ดขาดออกซิเจนและเน่าตายได้ ยกเว้นพืชบางชนิดที่ต้นอ่อนสามารถงอกและเติบโตได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เช่น

¹ นักวิจัย (ชำนาญการ) งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน

² ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรกำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140



ภาพที่ 1 การงอกของเมล็ด: ความหมายทางสรีรวิทยา (1) ความหมายทางการเกษตร (2) ใบเลี้ยง หรือ cotyledons (3) และใบจริง คู่แรก หรือ foliage leaves (4) (ภาพ: Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings)

ข้าว อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของต้นอ่อนที่อยู่ภายในเมล็ด ซึ่งต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 15-34 องศาเซลเซียส แสงจำเป็นสำหรับการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด เช่น ยาสูบ ผักกาดหอม (บางพันธุ์) ขณะที่เมล็ดพืชส่วนใหญ่ ไม่ต้องการแสงในการงอก

กิจกรรมยามอก

เมื่อนำเมล็ดไปเพาะ สิ่งแรกที่เกิดขึ้นคือการดูดน้ำ พร้อมๆ กับการหายใจที่เพิ่มขึ้นตามอัตราการดูดน้ำที่เพิ่มขึ้น ตามด้วยการสังเคราะห์โปรตีน และการเคลื่อนย้ายอาหารสะสม ซึ่งส่วนใหญ่ เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ เรื่องราวของเอนไซม์ มีรายละเอียดมากมายและค่อนข้างซับซ้อน จึงขอละเว้นไว้

1. การดูดน้ำ

เมล็ดโดยทั่วไปที่นำไปเพาะและได้รับน้ำ เมล็ดจะดูดน้ำ เข้าไปภายในอย่างรวดเร็วในระยะแรกโดยกระบวนการแพร่ หรือ diffusion (การเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณที่มีค่าศักย์สูงไปสู่ บริเวณที่มีศักย์ต่ำ*) ด้วยแรงที่เรียกว่า imbibitional force ขบวนการดูดน้ำนี้เกิดขึ้นโดยรอบเมล็ด สำหรับเมล็ดพืชวงศ์ถั่ว เชื่อกันว่าตำแหน่งที่ไวต่อการดูดน้ำคือไมโครไพล์ (micropyle) และหัวเมล็ด (hilum) (ภาพที่ 2) ระยะนี้ภายในเมล็ดมีการ ช่อมแซมและจัดเรียงตัวของเยื่อ (membrane) ของออร์แกเนลล์ ต่างๆ เริ่มต้นการสร้างและการทำงานของเอนไซม์ การสร้างสาร ชนิดต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญของต้นอ่อนซึ่งมีการพัฒนาและ รากแทงทะลุเปลือกเมล็ดออกมา การดูดน้ำของเมล็ดในระยะหลังนี้

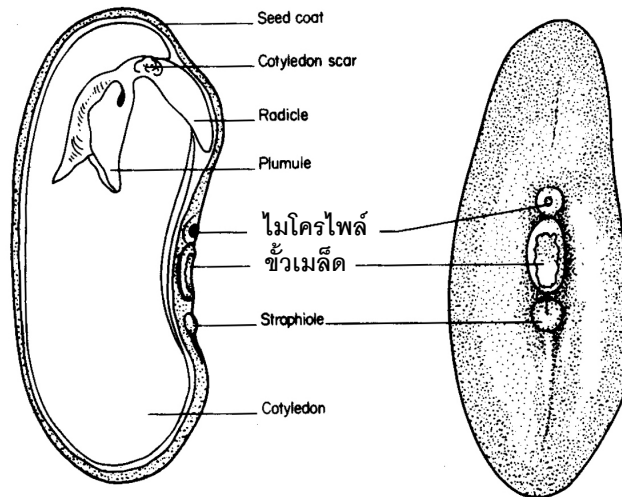
ส่วนใหญ่เกิดขึ้นด้วยกระบวนการออสโมซิสด้วยแรงที่เรียกว่า osmotic force โดยรากของต้นอ่อน

การจัดเรียงตัวของเยื่อ

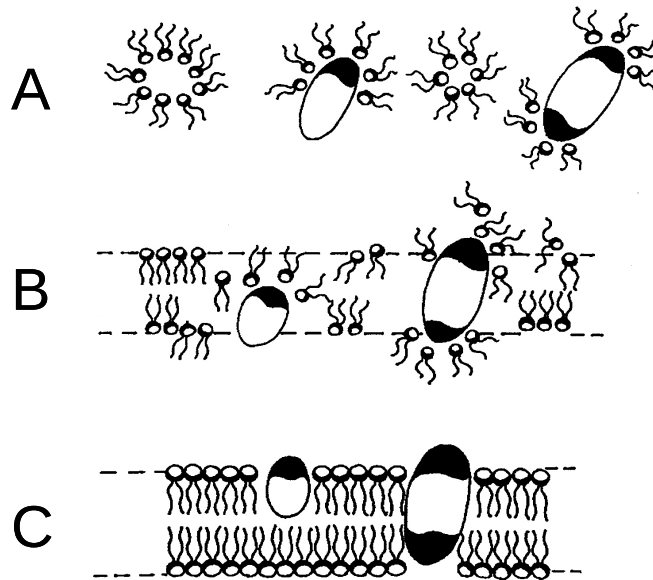
สมมุติฐานของ Simon (1984) ได้อธิบายไว้ว่า ภายในเมล็ดที่อยู่ในสภาพแห้ง (ก่อนนำไปเพาะ) มีการเรียงตัวของเยื่ออย่างไม่เป็นระเบียบ แตกต่างจากเมล็ดที่อยู่ในสภาพดูดน้ำ และอาจมีความเสียหายหรือผลกระทบจากสภาวะแห้งและกาลเวลา ดังนั้น เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้ามามีการช่อมแซมและจัดเรียงตัวของเยื่อ ซึ่งระหว่างนี้มีการรั่วไหลของสารต่างๆ ได้แก่ น้ำตาล กรดอินทรีย์ ธาตุที่มีประจุต่างๆ กรดอะมิโน และโปรตีน จากภายใน เซลล์ออกสู่ภายนอกเมล็ดอย่างต่อเนื่องจนกว่าการจัดเรียงตัว และการช่อมแซมของเยื่อจะสิ้นสุดซึ่งกินเวลานานนับชั่วโมง (ภาพที่ 3) การจัดเรียงตัวและการช่อมแซมเยื่อในเมล็ดที่อ่อนแอ ใช้เวลานานและมีการรั่วไหลของสารต่างๆ มากกว่าเมล็ดที่แข็งแรง เนื่องจากเมล็ดที่อ่อนแอประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่เสื่อมสภาพมาก ส่วนเมล็ดที่ตายแล้วการรั่วไหลเกิดอย่างต่อเนื่องยาวนาน^e สารที่

* ศักย์ (water potential) เป็นค่าที่แสดงสถานะทางพลังงาน ของน้ำ น้ำบริสุทธิ์มีค่าศักย์ = 0 สารละลายมีค่าศักย์ เป็นลบ ในเมล็ดมีค่าศักย์เป็นลบซึ่งต่ำกว่าน้ำ ดังนั้นน้ำจึง แพร่เข้าไปในเมล็ด (หรือเมล็ดสามารถดูดน้ำได้)

^e ปัจจุบัน สมมุติฐาน “water replacement” ของ Crowe และคณะ (1998) ได้รับการยอมรับกว้างขวางกว่าของ Simon (1984) อย่างไรก็ตาม สมมุติฐานของ Simon ช่วยสะท้อนความสัมพันธ์ ของการจัดเรียงตัวของเยื่อกับค่าการนำไฟฟ้าได้ดี



ภาพที่ 2 เมล็ดถั่ว แสดงตำแหน่งไมโครไพล์ และขั้วเมล็ด (Neergaad, 1977)



ภาพที่ 3 การเรียงตัวของเยื่อภายในเมล็ด : การเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเยื่อภายในเมล็ดที่อยู่ในสภาพแห้ง (A) การเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเยื่อระหว่างการซอมแซมในระยะที่เมล็ดมีการดูดน้ำ (B) และการจัดเรียงตัวของเยื่อในสภาพปกติ (C) (Simon, 1984 และ Coolbear, 1987)

ร้าวไหลออกจากเมล็ดเหล่านี้เป็นปัจจัยที่กระตุ้นการเจริญของราสาเหตุโรคพืชในสกุล *Pythium* ที่พักตัวอยู่ในดินให้เจริญเข้าหาเมล็ดที่กำลังงอก ทำให้เมล็ดและต้นอ่อนที่กำลังงอกเน่าหรือเกิดโรคที่มีชื่อว่า damping-off ที่พบในผักและถั่วหลายชนิด การนำเมล็ดเก่าซึ่งมักอ่อนแอไปเพาะจึงมักเกิดโรครุนแรง นอกจากเชื้อโรคในดินแล้ว เชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดก็มีความสำคัญที่เพิ่มความเสียหายให้แก่เมล็ดที่กำลังงอกได้

สำหรับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการงอกได้แก่ ขนาด รูปร่าง และลักษณะผิวของเมล็ด ซึ่งมีผลต่อการสัมผัสหรือพื้นที่สัมผัสของเมล็ดกับดิน (หรือวัสดุปลูก) เมล็ดขนาดเล็ก มีเมือก ผิวเรียบ

มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าจึงมักได้เปรียบในการดูดน้ำ ขณะที่เมล็ดที่มีส่วนห่อหุ้มหนามักดูดน้ำได้ช้า

2. การหายใจ

การหายใจของเมล็ดที่มีการดูดน้ำขณะกำลังงอกสันนิษฐานว่าเกิดได้ทั้งแบบมีและไม่มีออกซิเจน โดยมีกระบวนการเกี่ยวข้อง 3 กระบวนการ (pathway) ได้แก่ ไกลโคไลซิส (Glycolysis) เพนโทสฟอสเฟต (Pentose phosphate pathway) และวัฏจักรเครบส์ (Krebs หรือ Citric acid cycle หรือ Tricarboxylic acid cycle) ระยะที่เมล็ดดูดน้ำมีทั้งการสร้างและการทำงานของเอนไซม์เกิดขึ้นมากมาย มีการเคลื่อนย้ายอาหาร การหายใจ

ของกรดไขมันทำให้ได้สารประกอบที่เป็นสารตั้งต้นของกระบวนการสังเคราะห์หลายกระบวนการ

3. การสังเคราะห์โปรตีน

มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกของเมล็ด ในระยะแรกที่เมล็ดมีการดูดน้ำ การสังเคราะห์โปรตีนส่วนใหญ่อาศัยองค์ประกอบ (เช่น stored หรือ conserved mRNA) ที่มีอยู่แล้วในเมล็ด หลังจากนั้น (ประมาณ 2-3 ชั่วโมง หลังจากเพาะเมล็ด) จนถึงเมล็ดงอก การสังเคราะห์เอนไซม์และโปรตีนเกิดขึ้นโดย mRNA ที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์โปรตีนโดยการย่อยสลายอาหารสะสมเพื่อนำไปเลี้ยงส่วนที่มีการเจริญของต้นอ่อน

4. การเคลื่อนย้ายอาหารสะสม

ในกระบวนการสร้างเมล็ด มีการสะสมอาหารไว้ที่เนื้อเยื่อใบเลี้ยง (cotyledon) และ/หรือเอนโดสเปิร์ม (endosperm) เพื่อการงอก อาหารสะสมอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน เป็นหลัก โดยมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น ในเมล็ดธัญพืชและหญ้าอาหารสะสมส่วนใหญ่เป็นแป้ง ในเมล็ดละหุ่งส่วนใหญ่เป็นไขมัน เป็นต้น ในกระบวนการงอกอาหารสะสมเหล่านี้ถูกย่อยสลายโดยกิจกรรมของเอนไซม์ทำให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กและเคลื่อนย้ายได้ง่าย เช่น น้ำตาลมอลโทส น้ำตาลกลูโคส ไขมันกลีเซอรอล กรดไขมันอิสระ กรดอะมิโน และเพปไทด์ชนิดต่างๆ (ตารางที่ 1) ต่อจากนั้นจึงเคลื่อนย้ายไปยัง

ตารางที่ 1 เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการย่อยสลายอาหารสะสมและสารโมเลกุลเล็กที่เป็นผลของการย่อยที่เกิดขึ้นในกระบวนการเคลื่อนย้ายอาหารสะสม

อาหารสะสม	เอนไซม์ที่ย่อย	สารที่เป็นผลของการย่อย
แป้ง	อะไมเลส	มอลโทส, กลูโคส
	มอลเทส	กลูโคส
	ฟอสโฟไรเลส	กลูโคส-1-ฟอสเฟต
เฮมิเซลลูโลส	ไซเทส	เฮกโซส, เพนโทส
ไขมัน	ไลเปส	กรดไขมัน, กลีเซอรอล
	(เอสเทอเรส)	
โปรตีน	โปรทีเนส	กรดอะมิโน, เพปไทด์
	เพพทิเดส	กรดอะมิโน
ไฟทิน	ไฟเทส	สารอนินทรีย์ฟอสเฟต, อินโอซิทอล
กรดไโรโบนิวคลีอิก	ไโรโบนิวคลีเอส	ไโรโบนิวคลีโอไทด์
	เซลลูเลส	เซลลูบิโอส
	เซลลูบิเอส	กลูโคส

แกนของต้นอ่อน กระบวนการย่อยสลายและการเคลื่อนย้ายอาหารนี้แม้ว่าไม่สามารถมองเห็นได้ แต่ผลของมันสามารถสังเกตได้จากเมล็ดพืชที่งอกโดยมีใบเลี้ยงโผล่พ้นดิน โดยใบเลี้ยงมีขนาดใหญ่และหนาในระยะแรกที่เมล็ดงอก ต่อมาค่อยๆ เล็กถึงจนกระทั่งร่วงไปในที่สุดพร้อมๆ กับการเจริญของใบจริงคู่แรก (ภาพที่ 1)

บัดนี้ ท่านผู้อ่านก็ได้ทราบความมานะบากบั่นของเมล็ดแล้ว เมล็ดเล็กๆ เพื่อที่จะเป็นต้นกล้าได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น เพื่อให้ความพยายามของเมล็ดและต้นกล้าต้องสูญเปล่า ผู้เขียนจึงขอให้ท่านดูแลมันต่อไป ด้วยการรดน้ำ ใส่ปุ๋ยให้เหมาะสม ปักไม้ค้ำเพื่อเป็นที่เลื้อยพันของต้นกล้า แล้วอย่าลืมให้ต้นกล้าได้รับแสงแดดเต็มที่ แล้วไม่นานเกินรอท่านก็จะได้นกแก้วฝึกยวพลอดสารพิษที่ท่านปลูกมากับมือ ซึ่งรับรองว่าอร่อยกว่าที่ซื้อจากตลาดมาก เพราะนอกจากจะสดและปลอดภัยกว่าแล้ว ยังมีรสชาติแห่งความภาคภูมิใจรวมอยู่ด้วย

บรรณานุกรม

วันชัย จันทรประเสริฐ. 2550. สรีรวิทยาและชีวเคมีการงอกของเมล็ด, หน้า 26-43. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการเรื่อง การผลิตและควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชในระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมและเกษตรอินทรีย์. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม. 7-10 สิงหาคม 2550.

เอกสารอ้างอิง

Coolbear, P. 1987. Seed Physiology (1) : Homones, Development, Germination. Seed Technology Centre, Massey Uninversity. 69 p.

Crowe, J.H., J.S. Clegg and L.M. Crowe. 1998. Anhydrobiosis: The water replacement hypothesis, pp. 440-455. In D.S. Reid. (Editor). The Roles of Water in Foods. Chapman & Hall, New York.

Neergaard, P. 1977. Seed Pathology. Vol. I. MacMillan Press. London, UK. 877 p.

Pearson Education, Inc., publishing as BenJamin Cummings. Asweknowit.net/MIDDLE_SCH/DWA%205%20plants.htm 1 พฤษภาคม 2552

Simon, E.W. 1984. Respiration and membrane reorganization during imbibition, pp. 17-31. In J.M. Palmer (Editor). The Physiology and Biochemistry of Plant Respiration. Cambridge University Press, Cambridge.

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน
หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ดร. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล

บรรณาธิการ

นวลวรรณ ฟารุ่งแสง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

สมนึก พรหมแดง

ญาณิ มั่นอัน

กองบรรณาธิการ

จันทร์จรัส วีรสาร

ศิริพร วิหคโต

เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์

อดิษฐ์ แซ่จิ๋ว

อุดม แก้วสุวรรณ

ปฐมพร โพธิ์นิยม

คณิตฐา ชินวงศ์เขียว

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ

ญาณิ มั่นอัน

อรรวรรณ ไกรวิจิตร

การเงิน

น้ำอ้อย เหลืองน้ำเพชร

บอกรับเป็นสมาชิกในนามหน่วยงานได้ที่

บรรณาธิการ วารสารข่าวศูนย์ฯ

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

โทร. 0-3435-1399, 0-3428-1092 โทรสาร 0-3435-1392

E-mail: rdinwf@ku.ac.th

วารสารอิเล็กทรอนิกส์

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



วารสารข่าว

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC NEWSLETTER