



วารสารข่าว

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC

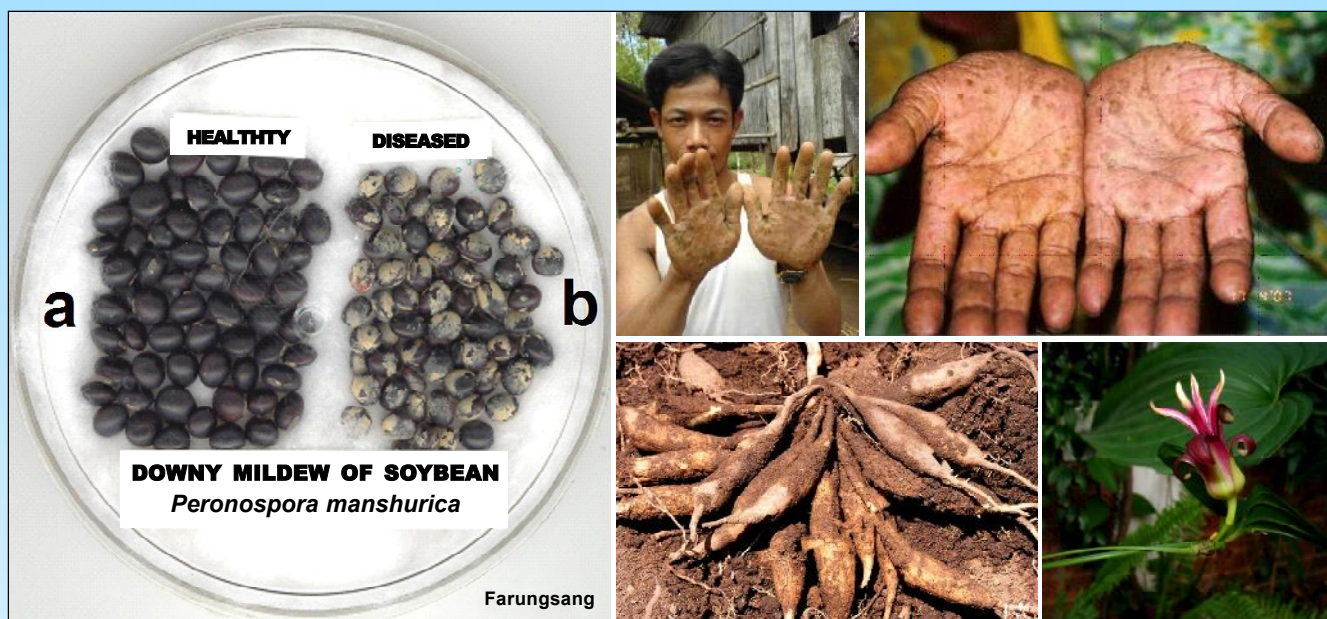
NEWSLETTER

ปีที่ 22 ฉบับที่ 2

กรกฎาคม - ธันวาคม 2551

Vol. 22 No. 2 July - December 2008

ISSN 0857 - 5010



สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ.....	2
งานวิจัย	
▶ การปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปลูก	4
การเกษตร	
▶ โรคเมล็ดพันธุ์ สำคัญมาก	11
สิ่งแวดล้อม	
▶ ภัยเงียบจากสารหนู (Arsenic)	16
เรื่องน่ารู้	
▶ พืชสกุลหนอนตายหยาก (<i>Stemona</i> Lour.) บางชนิดในประเทศไทย	20

บรรณาธิการแถลง

บรรณาธิการได้อ่านบทความเรื่อง กรรมเหนือหมอดู ที่ท่านเสฐียรพงษ์ วรรณปก เขียนลงคอลัมน์รื่นรมรมเยศ ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับที่ 10417 วันที่ 17 กันยายน 2549 มีข้อความตอนหนึ่งที่ปรารถนาถึงเหตุที่ว่า ทำไมการพยากรณ์อดีตจึงแม่นยำ พยากรณ์อนาคตไม่แม่นยำ ซึ่งท่านได้ให้เหตุผลไว้น่าสนใจ จึงขอยกมานำเสนอ ดังนี้ “เพราะชีวิตคนมิได้ขึ้นอยู่กับโหราศาสตร์เป็นเงื่อนไขอย่างเดียว มันย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขปัจจัยอีกมากมาย อดีตนั้น “นิ่ง” แล้วไม่มีเงื่อนไขอะไรมาผลักดันให้เป็นอื่นได้ เพราะฉะนั้น การทำนายทายทักจึงมักจะตรง แต่ปัจจุบันและอนาคต มันยังเคลื่อนไหว เพราะเหตุปัจจัยอีกหลายอย่างยังไม่นิ่ง เงื่อนไขที่สำคัญที่สุดคือ “กรรม” (การกระทำ) ของคน คนนั่นเอง เขาทำทั้งกรรมดีและกรรมไม่ดีคละกันไป สิ่งเหล่านี้แหละมีแนวโน้มจะให้ผลในอนาคต ไม่ว่าดี หรือไม่ดี พูดอีกนัยหนึ่ง เราเป็นผู้กำหนดอนาคตเราเอง ถ้าต้องการให้ชีวิตเป็นไปอย่างไร ก็ต้องสร้างเงื่อนไขที่ดีๆ ไว้ให้มาก แล้วอนาคตจะไปดีเอง ตรงข้ามถ้าสร้างแต่เงื่อนไขไม่ดี อนาคตก็เป็นไปตามนั้น”

ในวาระขึ้นปีใหม่ บรรณาธิการจึงขอเชิญชวนท่านผู้อ่านช่วยกันสร้างเงื่อนไขดีๆ ให้แก่ชีวิตของตนเองเพื่ออนาคตที่ดีของตัวเอง และถ้าหากมีผู้ช่วยกันสร้างเงื่อนไขดีๆ กันมากๆ สังคมของเราก็จะดีตามไปด้วย

สวัสดิ์ปีใหม่ค่ะ

บรรณาธิการ



คณิตรา ชินวงษ์เขียว

เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

นักวิจัยได้เข้ารับประทานเข็มที่ระลึก

◆ นางภาณี ทองพำนัก ได้เข้ารับประทานเข็มที่ระลึกจากพระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชทินนิตตามาตุในงาน “เพื่อไทย พันภัย พังใจ เพื่อนพ้อง (ภาฯ) และสวนอัมพร เกษตรแฟร์” ณ ตำหนักวังสวนกุหลาบ วันที่ 10 ธันวาคม 2551



ผลงานวิจัยของนักวิจัยสังกัดฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองได้รับรางวัล

◆ ผลงานเรื่อง การศึกษาระยะการพัฒนาของละอองเกสรเพื่อการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของแตงกวา (*Cucumis*

sativus L.) พันธุ์ ‘อมตะ’ [Study of microspores developmental stages in cucumber (*Cucumis sativus* L.) line ‘Amata’ for anther culture] โดย นางอัญชลี วัชรวิบูลย์ ได้รับรางวัลชมเชยในการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 จัดโดย ม. นเรศวร จ. พิษณุโลก วันที่ 27-29 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน อ. เมือง จ. พิษณุโลก

การเสนอผลงานทางวิชาการ

◆ นางภาณี ทองพำนัก นำเสนอเรื่อง คุณภาพและผลผลิตเมล็ดพันธุ์พริกขณะปรับเปลี่ยนระบบการผลิตสู่เกษตรอินทรีย์ และ นายวุฒิชัย ทองดอนแอ นำเสนอเรื่อง กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ในงาน “มหกรรมเกษตรอินทรีย์สู่วิถีเศรษฐกิจพอเพียง” ณ พิพิธภัณฑ์เฉลิมพระเกียรติฯ อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี วันที่ 23-27 กรกฎาคม 2551

◆ นางนวลวรรณ พำรุงสง เรื่อง การใช้ Mango-Leaf Assay ในการประเมินศักยภาพของ *Bacillus magisterium* สายพันธุ์ 3103 ในการเป็นศัตรูธรรมชาติต่อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคล้างเก็บเกี่ยวของมะม่วง ในการสัมมนาทางวิชาการวิทยาการหลังเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 6 จัดโดยศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ณ โรงแรมเจริญธานี ปรีณิสส อ. เมือง จ. ขอนแก่น วันที่ 14-15 สิงหาคม 2551

การจัดนิทรรศการ

◆ งานเกษตรกำแพงแสน ปี 2551 ณ ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม วันที่ 3-10 ธันวาคม 2551

✧ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง เรื่อง ผลงานบริการวิชาการของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

✧ งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช เรื่อง เมล็ดพันธุ์เคลือบ และการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

✧ นางสาวสุรัตน์ นวดี จีระจินดา เรื่อง การสกัดสารหอมจากดอกไมไทย

✧ นายวุฒิชัย ทองดอนแอ เรื่อง กระบวนการทำปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

✧ นายนพพล เกตุประสาท เรื่อง เทคนิคการตอนต้นไม้ใหญ่

✧ นางอัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์ และนางสาวปณยวีร์ เดชครอง เรื่อง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และการประยุกต์ใช้

✧ นางรอรอง หอมหวล เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกลินมาหลากหลายพันธุ์

✧ นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเฟิร์นปีกแมลงทับ

✧ นางสาววรรณ เขยชมศรี เรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบ REN เพื่อจำแนกสายพันธุ์ไวรัสแมลงชนิด NPV

✧ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล เรื่อง การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผัก-ผลไม้

✧ นางสาวมณี ตันติรุ่งกิจ เรื่อง จุลินทรีย์ : ตัวชีวิตอาหารปลอดภัย

✧ นางสาวสมนึก พรหมแดง และนางสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ เรื่อง แก๊สโครมาโทกราฟีเพื่อการตรวจสอบคุณภาพอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม

✧ นางสาวสมนึก พรหมแดง นางสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ นายสังวร ศรีหิรัญต์ และนายจำนอง โสมกุล เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณและชนิดของกรดไขมันในใบพืชสกุลกะเพรา

✧ นางสาวลักขณา เบ็ญจวรรณ เรื่อง การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

✧ นางเนตรชนก เกียรตินนทพัทธ์ นางรอรอง หอมหวล นางสาวศิริพร วิหคโต นางสาวลักขณา เบ็ญจวรรณ และนายเจริญ ชุนพรม เรื่อง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าจากธัญพืชไทย

✧ งาน “เพื่อไทย พันภัย พังใจ เพื่อนพึ่ง (ภาฯ) และสวนอัมพรเกษตรแฟร์” ณ ตำนกักวังสวนกุหลาบ และสวนอัมพร วันที่ 9-14 ธันวาคม 2551

✧ นางภาณี ทองพำนัก และนางวาสนา วงษ์ใหญ่ นำเสนอเรื่อง น้ำมันงาอาหารเสริมสุขภาพจากงาพันธุ์ดี

✧ นางภาณี ทองพำนัก และนายประเทือง ดอนสมไพร นำเสนอเรื่อง กระเจียบเขียวพันธุ์ใหม่

โครงการฝึกอบรม/ถ่ายทอดเทคโนโลยีของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

✧ การผลิตไม้ดอกไม้ประดับ ในโครงการ “ส่งเสริมผลิตภัณฑ์ไม้ประดับโอลิมปิก” ให้กับกลุ่มเกษตรกร อ. บางเลน จ. นครปฐม รุ่นที่ 1 วันที่ 19 สิงหาคม 2551 รุ่นที่ 2 วันที่ 21 สิงหาคม 2551 รุ่นที่ 3 วันที่ 27 สิงหาคม 2551 และรุ่นที่ 4 วันที่ 28 สิงหาคม 2551 (นางรอรอง หอมหวล เป็นหัวหน้าโครงการ)

✧ การปลูกและดูแลรักษาไม้ดอกหอม เพื่อการขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์ รุ่นที่ 1 วันที่ 26-28 สิงหาคม 2551 และรุ่นที่ 2 วันที่ 27-29 ตุลาคม 2551 (นายอุดม แก้วสุวรรณ เป็นหัวหน้าโครงการ)

✧ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ รุ่นที่ 28 วันที่ 7-10 ตุลาคม 2551 (นางรอรอง หอมหวล เป็นหัวหน้าโครงการ)

โครงการค่ายวิทยาศาสตร์

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ได้จัดโครงการค่ายวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนโรงเรียนอุทัยวิทยาคม อ. เมือง จ. อุทัยธานี วันที่ 16-19 กันยายน 2551 และนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา กรุงเทพมหานคร วันที่ 29-30 กันยายน 2551 ประกอบด้วยการเยี่ยมชมงานห้องปฏิบัติการ และการฝึกปฏิบัติการในเรื่องต่างๆ ดังนี้

✧ งานเรือนปลูกพืชทดลอง: เรียนรู้ไม้ดอกหอมในสวนและฝึกปฏิบัติขยายพันธุ์ไม้หอม

✧ งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช: เรียนรู้และฝึกปฏิบัติทำปุ๋ยอินทรีย์ ผสมดินเพาะกล้าและย้ายปลูก ผสมพันธุ์พืชผักสร้างพันธุ์ใหม่ ทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และถอดรหัสลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

✧ งานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: สงสัยจัง! ชีวณูสงเคราะห์คืออะไร?

✧ งานวินิจฉัยและกักกันศัตรูพืช: เรียนรู้โรคพืชเพลิน..เพลิน..?

✧ งานชีวเคมีและห้องปฏิบัติการกลาง: เรียนรู้กล้องจุลทรรศน์

✧ งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์: เรียนรู้การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

การปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปลูก

จันทร์จรัส วีรสาร¹ อติสุข แซ่จิว¹ และไพโร มัทธวรัตน์¹

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจน ในรูปที่เป็นประโยชน์ (available N), ฟอสฟอรัส (available P) และ โพแทสเซียม (exchangeable K) ของดินผสมวัสดุปลูก กระทำในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial experiment in completely randomized design จำนวน 6 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือชนิดของวัสดุปลูกมี 3 ระดับ คือ ถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุยมูลวัว ปัจจัยที่ 2 คือ เชื้อจุลินทรีย์ มี 2 ระดับ คือ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อ พด.1 ของกรมพัฒนาที่ดิน) และไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ทำโดยผสมดิน 200 ก. กับวัสดุปลูกในอัตราที่ดินจะได้รับไนโตรเจนทั้งหมดจากวัสดุเท่ากับ 200 มก./กก. หมักดินผสมที่ระดับความจุ้น้ำสนามของดิน (FC) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ ที่เวลา 0, 1, 2, 4, 5, 6 และ 8 สัปดาห์ของการหมัก ผลการทดลองพบว่า กลุ่มตำรับเปลือกถั่วลิสงมีการปลดปล่อย ไนโตรเจนเฉลี่ยมากที่สุดในทุกสัปดาห์ของการหมัก โดยมีค่า เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ของการหมัก ส่วนกลุ่ม ตำรับถ่านแกลบและปุยมูลวัวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ในกลุ่ม ตำรับถ่านแกลบมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) มากที่สุดในทุกสัปดาห์ของการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากถ่านแกลบ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (0.09%) ต่ำกว่าเปลือกถั่วลิสง (1.19%) และปุยมูลวัว (1.15%) ทำให้ต้องใช้ถ่านแกลบ ผสมดินในปริมาณที่สูงกว่าเปลือกถั่วลิสงและปุยมูลวัวเพื่อให้ดิน ได้รับไนโตรเจนเท่ากัน จึงส่งผลให้ดินได้รับฟอสฟอรัสและ โพแทสเซียมจากถ่านแกลบ (0.15%P และ 0.60%K) สูงด้วย ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในกลุ่มตำรับปุยมูลวัวมีแนวโน้ม สูงกว่ากลุ่มตำรับเปลือกถั่วลิสง อาจเป็นเพราะมูลวัวมีปริมาณ ทั้งหมดของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม (0.46%P และ 0.76%K) สูงกว่าเปลือกถั่วลิสง (0.10%P และ 0.51%K) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างเด่นชัดของปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์ ต่อปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ ในช่วงเวลาที่ศึกษา

บทนำ

กระบวนการเพาะปลูกหรือเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good agricultural practice, GAP) คือแนวทางในการทำการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐานที่กำหนด ผลผลิตสูง คุ่มค่าต่อการลงทุน โดยกระบวนการผลิตต้องปลอดภัยต่อ เกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตร และไม่ทำให้เกิดมลภาวะต่อ สิ่งแวดล้อม

วัสดุอินทรีย์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการทำการเกษตร ดีที่เหมาะสม ทั้งในแง่ของการนำมาทำเป็นปุ๋ยและวัสดุปลูก เนื่องจากวัสดุอินทรีย์มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช และปลดปล่อยธาตุอาหารทั้งธาตุอาหารหลักหรือธาตุปุ๋ย ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุให้แก่พืช ดังนั้นการศึกษาปริมาณ การปลดปล่อยธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ของวัสดุ อินทรีย์ที่นำมาผสมกับดินเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืช จึงเป็นแนวทาง ในการเลือกชนิดของวัสดุอินทรีย์มาใช้ในการปลูกพืชทั้งในสภาพ โรงเรือนและในแปลง

วิธีวิจัย

ดินที่เลือกใช้ในการศึกษาคือชุดดินกำแพงแสน นำมา วิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ ค่าพีเอช (pH) โดยใช้สัดส่วนของ ดิน:น้ำเท่ากับ 1:1 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่อิ่มตัว ด้วยน้ำ (ECe) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) และโพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) และค่าความจุ้น้ำสนามของดิน (FC) ซึ่งมีค่าศักย์น้ำ -0.03 MPa ส่วนวัสดุปลูกที่เป็นวัสดุอินทรีย์ ที่เลือกศึกษา คือ ถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุยมูลวัว นำมา วิเคราะห์สมบัติของวัสดุปลูก ได้แก่ ค่าพีเอช (pH) โดยใช้สัดส่วน ของดิน:น้ำเท่ากับ 1:5 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) โดยใช้สัดส่วนของดิน:น้ำเท่ากับ 1:10 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM) ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจน (total N) ฟอสฟอรัส (total P) และโพแทสเซียม (total K) และอัตราส่วน ระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C:N ratio)

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

การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินผสมวัสดุปลูก ได้แก่ ไนโตรเจน (available N) ฟอสฟอรัส (available P) และโพแทสเซียม (exchangeable K) กระทำในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial experiment in completely randomized design จำนวน 6 การับการทดลอง กระทำ 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของวัสดุปลูกมี 3 ระดับ คือ ถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยมูลวัว ปัจจัยที่ 2 คือเชื้อจุลินทรีย์ มี 2 ระดับคือ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อ พด.1 ของกรมพัฒนาที่ดิน) และไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ทำโดยผสมดิน 200 ก. กับวัสดุปลูกในอัตราที่ดินจะได้รับไนโตรเจนทั้งหมดจากวัสดุปลูกเท่ากับ 200 มก.N/กก. หมักดินผสมที่ระดับ FC วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ และตรวจวัดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ที่ 0, 1, 2, 4, 5, 6 และ 8 สัปดาห์ของการหมัก

การวิเคราะห์ทางเคมีอ้างอิงจากทัศนีย์และคณะ (2537) การวิเคราะห์ทางกายภาพอ้างอิงจาก Klute (1986) และการตรวจวัดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอ้างอิงจากวิธี Aerobic plate count (Maturin and Peeler, 2001)

ตารางที่ 1 สมบัติของดินที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	ค่าวิเคราะห์
pH (ดิน:น้ำ 1:1)	7.99
ECe (dS/m)	0.41
OM (%)	1.46
Available N (mg/kg)	7.85
Available P (mg/kg)	77.84
Exchangeable K (mg/kg)	99.58
FC (% โดยมวล)	24.13

ตารางที่ 2 สมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	ชนิดของวัสดุปลูก		
	ถ่านแกลบ	เปลือกถั่วลิสง	ปุ๋ยมูลวัว
pH (ดิน:น้ำ 1:5)	7.81	7.06	7.87
EC (ดิน:น้ำ 1:10) (dS/m)	0.57	0.91	1.56
OM (%)	6.22	77.18	55.52
Total N (%)	0.09	1.19	1.15
Total P (%)	0.15	0.10	0.46
Total K (%)	0.60	0.51	0.76
C:N ratio	40.22	37.70	28.07

ผลและวิจารณ์

ค่าวิเคราะห์สมบัติของดิน และวัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ดินดังตารางที่ 1 กล่าวได้ว่า ดินมีความเป็นด่างปานกลาง ไม่มีความเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (available N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) อยู่ในระดับต่ำมาก สูงมาก และสูง ตามลำดับ (Havlin *et al.*, 1999; กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

จากตารางที่ 2 เห็นได้ว่า ค่า pH ของเปลือกถั่วลิสง จัดว่าเป็นกลาง ส่วนถ่านแกลบและปุ๋ยมูลวัวจัดว่าเป็นด่างเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ของวัสดุทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 6.22–77.18% และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ของวัสดุทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 0.09–1.19% โดยถ่านแกลบมีค่า OM และ total N น้อยที่สุด และเปลือกถั่วลิสงมีค่ามากที่สุด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K) ของวัสดุทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 0.10–0.46% และ 0.51–0.76% ตามลำดับ โดยเปลือกถั่วลิสงมีค่าน้อยที่สุด และ

ปุ๋ยมูลวัวมีค่ามากที่สุด อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C:N ratio) ของวัสดุทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 28.07-40.22 โดยปุ๋ยมูลวัวมีค่าอัตราส่วนแคบที่สุด ส่วนถ่านแกลบมีค่าอัตราส่วนกว้างที่สุด

ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น นอกจากจะย่อยสลายเพื่อให้ได้เป็นพลังงานไปใช้แล้ว จุลินทรีย์ยังนำธาตุจากสารอินทรีย์นั้นไปใช้สร้างสารประกอบในเซลล์ โดยเฉพาะคาร์บอนกับไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน กรดอะมิโนหรือกรดนิวคลีอิก อัตราส่วน C:N ช่วง 20-30 จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการ

ของจุลินทรีย์ ถ้า N ในสารอินทรีย์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ จุลินทรีย์มักดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้ เกิดกระบวนการ immobilization (การเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารจากอินทรีย์เป็นอินทรีย์ในจุลินทรีย์หรือเนื้อเยื่อพืช) ทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง นอกจากนี้สภาพแวดล้อม ได้แก่ ค่า pH ปริมาณ O_2 อุณหภูมิ และน้ำของดินยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เช่นกัน ระดับความชื้นที่พอเหมาะต่อการย่อยสลายอยู่ที่ค่าศักย์น้ำ -0.01 ถึง -0.05 MPa (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ตารางที่ 3 ปริมาณ available N (mg/kg) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการหมักดินกับวัสดุปลูก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ และค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์

การทดลองและการทดสอบ	ระยะเวลาของการหมัก (สัปดาห์)						
	0	1	2	4	5	6	8
ดำรับการทดลอง							
1. ถ่านแกลบ + เชื้อจุลินทรีย์	13.74 bc	1.96 c	7.85 b	1.96 d	9.82 c	7.85 d	11.78 c
2. เปลือกถั่วลิสง + เชื้อจุลินทรีย์	29.45 a	33.38 a	58.91 a	54.98 b	54.98 a	86.39 a	62.83 a
3. มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์	9.82 bc	7.85 c	7.85 b	17.67 c	15.71 c	19.64 c	29.45 b
4. ถ่านแกลบ	7.85 c	15.71 bc	7.85 b	7.85 cd	15.71 c	13.74 cd	19.64 bc
5. เปลือกถั่วลิสง	19.64 ab	25.53 ab	54.98 a	70.69 a	60.87 a	70.69 b	68.72 a
6. มูลวัว	15.71 bc	7.85 c	3.93 b	5.89 d	23.56 b	21.60 c	27.49 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	42.03	45.43	63.83	29.83	14.42	20.52	26.96
ปัจจัยชนิดวัสดุปลูก							
ถ่านแกลบ	10.80 B	7.85 B	7.85 B	3.93 B	12.76 C	10.80 C	15.71 C
เปลือกถั่วลิสง	24.54 A	29.45 A	56.94 A	62.83 A	57.92 A	78.54 A	65.78 A
มูลวัว	12.76 B	7.85 B	5.89 B	11.78 B	19.64 B	20.62 B	28.47 B
F-test	*	*	*	*	*	*	*
ปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์							
ใส่เชื้อจุลินทรีย์	17.67	13.74	24.87	24.22	26.83 ข	37.96	34.69
ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์	14.40	16.36	22.25	28.14	33.38 ก	35.34	38.62
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
F-test Interaction	ns	*	ns	*	ns	*	ns
ค่าเฉลี่ย	16.04	15.38	23.56	26.51	30.11	36.65	36.65

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของตารางที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ปริมาณ available P (mg/kg) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการหมักดินกับวัสดุปลูก และผลการวิเคราะห์ทางสถิติและค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์

การทดลองและการทดสอบ	ระยะเวลาของการหมัก (สัปดาห์)						
	0	1	2	4	5	6	8
ดำรับการทดลอง							
1. ถ่านแกลบ + เชื้อจุลินทรีย์	254.8 a	212.9 a	288.3 a	304.5 a	311.0 a	272.0 a	283.4 a
2. เปลือกถั่วลิสง + เชื้อจุลินทรีย์	82.5 b	73.9 b	73.5 c	71.3 c	83.4 b	79.6 cd	86.8 cd
3. มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์	101.9 b	102.3 b	104.2 c	93.0 c	105.0 b	97.9 bc	114.2 cd
4. ถ่านแกลบ	262.1 a	220.8 a	174.2 b	242.3 b	290.9 a	248.7 a	227.1 b
5. เปลือกถั่วลิสง	78.7 b	75.0 b	68.0 c	75.4 c	79.6 b	69.3 d	77.5 d
6. มูลวัว	107.9 b	97.1 b	106.5 c	90.7 c	103.9 b	113.9 b	122.5 c
F-test	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	17.94	30.97	26.14	18.51	15.05	12.07	17.52
ปัจจัยชนิดวัสดุปลูก							
ถ่านแกลบ	258.4 A	216.8 A	231.3 A	273.4 A	300.9 A	260.3 A	255.3 A
เปลือกถั่วลิสง	80.6 B	74.5 B	70.8 B	73.4 B	81.5 B	74.5 C	82.2 C
มูลวัว	104.9 B	99.7 B	105.4 B	91.8 B	104.5 B	105.9 B	118.3 B
F-test	*	*	*	*	*	*	*
ปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์							
ใส่เชื้อจุลินทรีย์	146.4	129.7	155.3 ก	156.3	166.5	149.8	161.5
ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์	149.5	131.0	116.3 ข	136.1	158.1	144.0	142.4
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
F-test Interaction	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	147.95	130.33	135.80	146.20	162.30	146.90	151.92

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของตารางที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (available N), ฟอสฟอรัส (available P) และโพแทสเซียม (exchangeable K) ของดินผสมวัสดุปลูกที่สัปดาห์ต่างๆ ของการหมัก และผลการวิเคราะห์สถิติแสดงไว้ในตารางที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

จากค่า available N ในตารางที่ 3 เห็นได้ว่าแผ่นดินจะได้รับไนโตรเจนทั้งหมดจากวัสดุเท่ากัน (200 มก.N/กก.) แต่มีการปลดปล่อย available N แตกต่างกัน โดยพบว่าในดินหมักกับวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดนั้น กลุ่มได้รับเปลือกถั่วลิสงมีการปลดปล่อยไนโตรเจนเฉลี่ยมากที่สุดในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัด และมีความ

เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ของการหมัก ส่วนกลุ่มได้รับถ่านแกลบและปุ๋ยมูลวัวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีความสูงขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 และ 4 ของการหมัก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของสารประกอบในเปลือกถั่วลิสงย่อยสลายได้ง่ายกว่าถ่านแกลบและปุ๋ยมูลวัว ค่าเฉลี่ยของ available N ในช่วง 8 สัปดาห์ที่ตรวจวัดของกลุ่มได้รับถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยมูลวัวเท่ากับ 9.96, 53.72 และ 15.29 มก.N/กก. ตามลำดับ คิดเป็น 4.98, 26.86 และ 7.64% ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ใส่ลงในดิน ตามลำดับ และเห็นได้ว่าปริมาณ

ตารางที่ 5 ปริมาณ exchangeable K (mg/kg) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการหมักดินกับวัสดุปลูก และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ และค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์

การทดลองและการทดสอบ	ระยะเวลาของการหมัก (สัปดาห์)						
	0	1	2	4	5	6	8
ดำรับการทดลอง							
1. ถ่านแกลบ + เชื้อจุลินทรีย์	942.2 a	731.2 a	951.8 a	879.8 a	866.6 b	997.1 a	909.7 a
2. เปลือกถั่วลิสง + เชื้อจุลินทรีย์	231.3 b	171.2 b	209.9 c	213.2 c	208.5 c	238.9 c	180.5 b
3. มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์	181.1 b	182.1 b	211.5 c	204.1 c	213.2 c	205.9 c	219.2 b
4. ถ่านแกลบ	915.9 a	673.2 a	505.6 b	777.8 b	985.3 a	860.1 b	837.0 a
5. เปลือกถั่วลิสง	199.8 b	167.1 b	179.1 c	144.5 c	176.6 c	180.1 c	184.6 b
6. มูลวัว	176.1 b	181.6 b	203.9 c	171.1 c	240.9 c	208.8 c	192.0 b
F-test	*	*	*	*	*		*
C.V. (%)	41.47	28.60	24.07	13.31	16.71	13.14	16.06
ปัจจัยชนิดวัสดุปลูก							
ถ่านแกลบ	929.1 A	702.2 A	728.7 A	828.8 A	925.9 A	928.6 A	873.4 A
เปลือกถั่วลิสง	215.6 B	169.1 B	194.5 B	178.8 B	192.6 B	209.5 B	182.5 B
มูลวัว	178.6 B	181.8 B	207.7 B	187.6 B	227.0 B	207.3 B	205.6 B
F-test	*		*	*	*	*	*
ปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์							
ใส่เชื้อจุลินทรีย์	451.5	361.5	457.7 ก	432.4 ก	429.4	480.6 ก	436.5
ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์	430.6	340.6	296.2 ข	364.5 ข	467.6	416.3 ข	404.5
F-test	ns	ns	*	*	ns	*	ns
F-test Interaction	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
ค่าเฉลี่ย	441.08	351.07	376.95	398.42	448.51	448.48	420.51

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของตารางที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

available N ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์และไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์พบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในดินมีเพียงพออยู่แล้ว

การที่เปลือกถั่วลิสงซึ่งมีค่า C:N กว้างกว่าปุ๋ยมูลวัวแต่ปลดปล่อยไนโตรเจนสูงกว่า อาจเป็นเพราะประกอบด้วยสารประกอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากสารประกอบในพืช ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน โปรตีน แป้ง และน้ำตาล เหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากง่ายแตกต่างกันออกไปขึ้นกับความซับซ้อนของโครงสร้างโมเลกุลและปริมาณในพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต

และโปรตีนที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนจะมีอัตราการสลายตัวเร็ว ส่วนสารประกอบประเภทเซลลูโลสและลิกนินจะมีอัตราการสลายตัวช้า (Sophie and Marstorp, 2002)

เนื่องจากในดินมีจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดแตกต่างกันไป ดังนั้นการจัดการที่ดีและเหมาะสมจะส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชมีในปริมาณมาก (ธงชัย, 2550) และมีบทบาทอย่างมากต่อการย่อยสลายเศษพืชหรือวัสดุอินทรีย์ในดินซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

เมื่อนำข้อมูล available N ไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างของปริมาณ available N อันเนื่องมาจากดำรับ

ทดลองและปัจจัยชนิดของวัสดุปลูกในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัด ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ available N อันเนื่องมาจาก ปัจจัยการใส่เชื้อในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัดยกเว้นในสัปดาห์ที่ 5 ของการหมัก และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อปริมาณ available N ในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัดยกเว้นใน สัปดาห์ที่ 1, 4 และ 6 ของการหมัก

จากค่า available P ในตารางที่ 4 เห็นได้ว่ากลุ่มดำรับ ดินหมักกับถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัวมีค่า available P ผันแปรอยู่ในช่วง 216.84–300.92, 70.76–82.17 และ 91.83–105.91 มก./กก. ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 256.63, 76.76 และ 104.35 มก./กก. ตามลำดับ และจากค่า exchange-able K ในตารางที่ 5 เห็นได้ว่ากลุ่มดำรับดินหมักกับถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัวมีค่า exchangeable K ผันแปรอยู่ในช่วง 702.24–929.07, 169.13–215.56 และ 178.60–227.03 มก./กก. ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 845.24, 191.80 และ 199.39 มก./กก. ตามลำดับ โดยกลุ่มดำรับถ่านแกลบมีค่า available P และ exchangeable K เฉลี่ยมากที่สุดในทุกสัปดาห์ ที่มีการตรวจวัด ทั้งนี้เนื่องจากถ่านแกลบมี total N ต่ำกว่า เปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัว ทำให้ต้องใช้ถ่านแกลบผสมดิน ในปริมาณที่สูงกว่าเปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัวเพื่อให้ดินได้รับ ไนโตรเจนเท่ากัน จึงส่งผลให้ดินได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จากถ่านแกลบสูงกว่า ส่วนค่า available P และ exchangeable K เฉลี่ยในกลุ่มดำรับปุ๋ยมูลวัวมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มดำรับเปลือกถั่วลิสง อาจเป็นเพราะปริมาณ total P และ total K ของมูลวัวสูงกว่า เปลือกถั่วลิสง

เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่าง ของปริมาณ available P และ exchangeable K อันเนื่องมาจากดำรับ ทดลองและปัจจัยชนิดของวัสดุปลูกในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัด

ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณ available P อันเนื่องจาก ปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์ในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัดยกเว้นใน สัปดาห์ที่ 2 ของการหมัก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของ ปริมาณ exchangeable K อันเนื่องมาจากปัจจัยเชื้อจุลินทรีย์ในทุก สัปดาห์ที่มีการตรวจวัดยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2 ของการหมัก และ ไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อปริมาณ available P และ exchangeable K ในทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัดยกเว้นใน สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของการหมักในกรณีของปริมาณ available P และในสัปดาห์ที่ 2 ของการหมักในกรณีของปริมาณ exchangeable K

การเพิ่มหรือลดของปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ในดินที่เวลาต่างๆ อาจเป็นผลจากอัตราการเกิดกระบวนการ immobilization และ mineralization ของธาตุอาหารในดิน (การเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารจากอินทรีย์เป็นอนินทรีย์โดย กิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้พืชสามารถดูดใช้ได้) ถ้าอัตราการเกิด immobilization สูงกว่า mineralization ปริมาณธาตุอาหาร ที่เป็นประโยชน์ในดินจะลดลง แต่ถ้าอัตราการเกิด immobiliza- tion ต่ำกว่า mineralization ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ในดินจะเพิ่มขึ้น (Sophie and Marstorp, 2002)

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; CFU/g) ที่ 0, 4 และ 8 สัปดาห์ของการหมักแสดงไว้ในตารางที่ 6 เห็นได้ว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันในทุกดำรับ การทดลอง และในแต่ละสัปดาห์ที่มีการตรวจวัด

สรุปและเสนอแนะ

ถ่านแกลบมีปริมาณ total N (0.09%) ต่ำกว่าเปลือก ถั่วลิสง (1.19%) และปุ๋ยมูลวัว (1.15%) ปริมาณการปลดปล่อย available N ของกลุ่มดำรับถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยมูลวัว

ตารางที่ 6 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; CFU/g) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของการหมักดินกับวัสดุปลูก

ดำรับการทดลอง	ระยะเวลาของการหมัก (สัปดาห์)		
	0	4	8
1. ถ่านแกลบ + เชื้อจุลินทรีย์	7.4E+06	2.9E+06	4.7E+06
2. เปลือกถั่วลิสง + เชื้อจุลินทรีย์	6.2E+06	3.8E+06	8.3E+06
3. มูลวัว + เชื้อจุลินทรีย์	3.8E+06	1.3E+07	5.6E+06
4. ถ่านแกลบ	9.4E+06	2.0E+07	1.2E+07
5. เปลือกถั่วลิสง	6.5E+06	1.8E+06	1.7E+06
6. มูลวัว	4.8E+06	2.1E+06	1.6E+07
เฉลี่ยในกลุ่มดำรับใส่เชื้อจุลินทรีย์ (ดำรับ 1–3)	5.8E+06	6.6E+06	6.2E+06
เฉลี่ยในกลุ่มดำรับไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (ดำรับ 4–6)	6.9E+06	8.0E+06	9.9E+06
เฉลี่ย	6.4E+06	7.3E+06	8.1E+06

มีค่าเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 5, 2 และ 4 ของการหมัก ตามลำดับ โดยปริมาณ available N เฉลี่ยในช่วง 8 สัปดาห์ของการหมักของกลุ่มตำรับถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยมูลวัวเท่ากับ 9.96, 53.72 และ 15.29 มก./กก. ตามลำดับ กล่าวได้ว่าถ้าต้องการให้ดินได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจากวัสดุทั้ง 3 ชนิดนี้เท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กก./ไร่ นั้น ต้องใส่ถ่านแกลบ เปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยมูลวัวในอัตรา 180, 3 และ 10 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เห็นได้ว่าปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่มีศักยภาพในการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินควรมีปริมาณไนโตรเจนสูงและย่อยสลายในดินได้ดี อย่างไรก็ตาม ต้องมีการจัดการดินอย่างเหมาะสมเพื่อส่งเสริมจุลินทรีย์ในดินให้ทำการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์นั้น ๆ ด้วย

กลุ่มตำรับถ่านแกลบมีค่า available P และ exchangeable K เฉลี่ยมากที่สุดในทุกสัปดาห์ของการหมัก ทั้งนี้เนื่องจากถ่านแกลบมีปริมาณ total N ต่ำกว่าเปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัว ทำให้ต้องใช้ถ่านแกลบผสมดินในปริมาณที่สูงกว่าเปลือกถั่วลิสงและปุ๋ยมูลวัวเพื่อให้ดินได้รับไนโตรเจนเท่ากัน จึงส่งผลให้ดินได้รับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากถ่านแกลบสูงด้วย ส่วนค่า available P และ exchangeable K เฉลี่ยในกลุ่มตำรับปุ๋ยมูลวัวมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มตำรับเปลือกถั่วลิสง อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างเด่นชัดของปริมาณธาตุอาหารหลักในรูปที่เป็นประโยชน์ระหว่างกลุ่มตำรับที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์และกลุ่มตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในช่วงเวลาที่ศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ จงรัช จันท์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2537. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Havlin, J.L., J.D. Benton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis Part 1 : Physical and Mineralogical Methods. Madison, Wisconsin, USA.
- Maturin, L.J. and J.T. Peeler. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online : Aerobic Plate Count. <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-3.html>.
- Sophie, G. and H. Marstorp. 2002. Carbohydrate composition of plant materials determines N mineralization. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 62: 175-183.

◇ กัยเจียบจากสารหนู

...ต่อจากหน้า 19

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

กลุ่มงานพิษวิทยาและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

คลังปัญญาไทย. สารหนู. www.panyathai.or.th

วิโรจน์ บุญอานวยวิทยา. การพัฒนาประยุกต์วิธีทางชีวภาพเพื่อบำบัดแหล่งน้ำปนเปื้อนสารหนูในเขตร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช www.kmutt.ac.th

Arsenic toxicity. <http://mandir-onlines.com/diseases/arsenic.htm>

Meharg A.A. 2004. Arsenic in rice – understanding a new disaster for South-East Asia.

Michael, C. 2008. Study finds Myanmar, Indonesia, Thailand face high risk from arsenic contamination. Newsday 16/07/2008.

Millions of Indians drink contaminated water. www.sepa.org.uk Science Daily. 07/10/2002. Researchers Create New Strategy For Removing Arsenic From Soil

Science Daily. 14/07/2008. Southeast Asia At High Risk For Arsenic Contamination In Water.

Science Daily. 20/08/2008. Arsenic Exposure Could Increase Diabetes Risk.

Science Daily. 09/09/2008. Living Sensor Can Warn of Arsenic Pollution.

Scottish Environment Protection Agency Publication. Millions of Indians Drink Contaminated Water. www.sepa.org.uk

Winkel L., M. Berg, M. Amini, S. J. Hug and C.A. Johnson. 2008. Predicting groundwater arsenic contamination in Southeast Asia from surface parameters. Nature Geoscience 1, 536-542

โรคเมล็ดพันธุ์ สำคัญมาก

นวลวรรณ ฟาร์รุ่งแสง¹ และอุดม ฟาร์รุ่งแสง²

“นาดี ๆ ต้องใช้ข้าวปลูกพันธุ์ดี ข้าวปลูกไม่ดีก็ทำให้เสียที่นา เก็บเกี่ยวไปขายไม่ได้ราคา เสียเวลาเสีย เสียที่นาฟรี ๆ ตัวเนื้อเย็นผิวก็เป็นของโย ไม่เล็กไม่ใหญ่ขนาดพอดีพอดี ถ้าควงจิกโก๋อึปโป๋อึปโป๋ เหมือนแจกันชั้นดีเสียบด้วยดอกกัญชา ตัวพี่เองใช้คุยกะบั้งบวม เหมือนข้าวพันธุ์ผสมกรมการข้าวจัดมาให้พี่เป็นข้าว แม่สาวเป็นนา ผลผลิตเกิดมาจะได้เป็นพลเมืองดี”

เพลงนี้ชื่อเพลงรักกับพี่ต๋น ผู้แต่งเพลงนี้คือ ครูกานท์ การณรงค์ (ได้รางวัลแผ่นเสียงทองคำพระราชทานปี พ.ศ. 2514 จากผลงานเพลง แสบหัวใจ และ ปีนบ่มีลูก) และผู้ขับร้องต้นฉบับคือ ต้า แดนสุพรรณ ขับร้องบันทึกเสียงไว้เมื่อปี 2511 เชื่อว่าผู้ที่อายุ 35 ปีขึ้นไป คงเคยได้ยินเพลงลูกทุ่งเพลงนี้อย่างแน่นอน แต่มันเกี่ยวอะไรกับ “โรคเมล็ดพันธุ์” ?

ที่จริงวัตถุประสงค์ของผู้แต่งเพลงคงไม่ใช่วิชาการ แต่ผู้เขียนมีความเห็นว่า คำร้องของเพลงสนับสนุนให้เห็นความสำคัญของโรคเมล็ดพันธุ์ได้อย่างตรงไปตรงมา จะด้วยเหตุผลอะไรนั้นขอให้ท่านติดตามจากบทความเรื่อง “โรคเมล็ดพันธุ์สำคัญมาก” ที่เสนอไว้ดังนี้

เมล็ดพันธุ์นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพืชอาหารหลายชนิดที่จำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนมากในการปลูก เช่น ธัญพืช ผัก รวมทั้งถั่วชนิดต่างๆ เมล็ดพันธุ์ 1 เมล็ด ให้ต้นพืช 1 ต้น ก็จริง แต่ต้นพืช 1 ต้นนั้น ให้ผลผลิตจำนวนมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าว เมล็ดข้าวเพียง 1 เมล็ด งอกให้ต้นข้าวเริ่มต้นเพียง 1 ต้น แต่หลังจากนั้นถ้าเป็นนาดำข้าวที่งอกจากเมล็ด 1 ต้นนั้นมีการแตกกอมากมาย แต่ละต้นในกอก็ให้ผลผลิตรวงข้าว ซึ่งมีเมล็ดข้าวไม่ต่ำกว่า 50 เมล็ด ในการที่ต้นพืชหรือต้นข้าวตามที่ได้หยิบยกมาเป็นตัวอย่างจะให้ผลผลิตมากมายมหาศาลมาเลี้ยงคนไทย รวมทั้งประชากรในอีกหลายภูมิภาคของโลกนี้ เมล็ดข้าวซึ่งเป็นต้นกำเนิดของต้นข้าวต้องเป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีด้วย

เมล็ดพันธุ์ที่ดี นั้น คืออย่างไร ?

ตามทฤษฎีด้านเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไป เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้อง (ขอเน้นคำว่า “ต้อง”) ประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีความบริสุทธิ์ ตรงตามสายพันธุ์ มีน้ำหนักดี ให้ผลผลิตสูง มีความงอกและความแข็งแรงสูง ดังนั้น ตามทฤษฎี (อีกเช่นกัน) เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ดีไปปลูกก็ย่อมได้ต้นพืชจำนวนมากตามเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด เจริญงอกงามสม่ำเสมอ สวยงาม และให้ผลผลิตสูงตามความคาดหวัง แต่ในธรรมชาติไม่ได้มีมนุษย์แต่เพียงผู้เดียวที่ใช้พืชที่ตัวเองปลูกเป็นอาหาร ยังมีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เช่น สัตว์ต่างๆ แมลง ไม่เห็บแมลงกระต่าย จุลินทรีย์ที่ใช้พืชเหล่านั้นเป็นอาหารเพื่อยังชีพและคงเผ่าพันธุ์เช่นกัน

ถึงคราวเมื่อพืชเป็นปัจจัยในการดำรงชีพของจุลินทรีย์ เมื่อนั้นก็จะเกิดอาการที่มนุษย์เรียกว่า “โรค” ขึ้นบนพืช และจุลินทรีย์ที่ทำให้พืชเป็นโรคก็จะถูกมนุษย์ขนานนามว่า “เชื้อโรคพืช” ถ้าหากเชื้อโรคสามารถใช้พืชเป็นอาหารได้ดี หรืออีกนัยหนึ่งคือพืชอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค และสภาพแวดล้อมรู้เห็นเป็นใจด้วยก็จะเกิดการระบาดของโรคพืชขึ้น เชื้อโรคพืชนี้มีหลายกลุ่มหลายชนิด มีเป้าหมายและความสามารถในการทำให้พืชเป็นโรคได้แตกต่างกัน ถ้าทำให้เกิดโรคขึ้นที่ใบก็จะทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลง ถ้าใบพืชเป็นโรคมักการสร้างและเก็บสะสมอาหารของพืชก็มีประสิทธิภาพลดลงจนมีผลต่อการเจริญและผลผลิตของพืชต้นนั้น ถ้าทำให้เกิดโรคกับระบบราก พืชต้นที่เป็นโรคอาจตายไปหรือมีการเจริญเติบโตไม่ดีและมีผลกระทบต่อผลผลิตได้เช่นกัน แม้ว่าพืชอาจจะไม่ได้เป็นโรคหรือตายไปทั้งหมด แต่ผลผลิตโดยรวมย่อมลดลง แต่ถ้าหากเชื้อโรคทำให้เกิดโรคที่ส่วนของดอก และ/หรือ เมล็ด กรณีนี้ย่อมส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตของพืช โดยเฉพาะพืชที่ปลูกเพื่อต้องการเก็บเมล็ดเป็นผลผลิต ไม่ว่าเชื้อโรคจะทำให้เกิดโรคกับส่วนใดของพืชก็ตาม ขอเน้นว่าส่วนใด ๆ ก็ตาม (หมายความว่าไม่จำกัดเฉพาะเมล็ด) โรคนั้นก็สามารถถ่ายทอดผ่านทางเมล็ดพันธุ์ได้ ถ้าหากเชื้อโรคนั้นมีคุณสมบัติเป็น “เชื้อโรคเมล็ดพันธุ์” หรือ seed pathogens

¹ นักวิจัย (ชำนาญการ) ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

จ. นครปฐม 73140

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

โรคเมล็ดพันธุ์ (Seed Pathology) นั้น คืออย่างไร

ความหมายง่ายๆ ของ “โรคเมล็ดพันธุ์” คือ โรคหรือเชื้อโรคที่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ และสามารถหรือมีผลทำให้เมล็ดเป็นโรค หรือต้นพืชที่งอกจากเมล็ด (ที่มีโรคติดไป) เป็นโรค หรือโรคพืชที่ทำให้เมล็ดที่ได้จากต้นพืชที่เป็นโรค เป็นโรคหรือมีเชื้อโรคติดไป ความสำคัญของโรคเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับความรุนแรงหรือความเสียหายของโรคนั้นๆ ซึ่งนำมาใช้เป็นดัชนีระดับของโรคที่ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ที่สามารถยอมรับได้ การที่เมล็ดเป็นโรคนั้นไม่ได้หมายความว่าเมล็ดมีลักษณะผิดปกติเสมอไป เมล็ดที่เป็นโรคและมีลักษณะผิดปกติเรียกว่า diseased seeds ในทางกลับกันเมล็ดที่มีลักษณะปกติโดยทั่วไปก็ได้หมายความว่าไม่เป็นโรคหรือไม่เชื้อโรคติดไป ในขณะเดียวกันเมล็ดที่แสดงอาการของโรคให้เห็นหรือเมล็ดเป็นโรคก็อาจจะไม่มีเชื้อโรคติดไปก็ได้ ดังนั้น การที่จะทราบว่าเมล็ดมีเชื้อโรคติดไปหรือไม่จึงต้องมีวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมกับชนิดของเชื้อโรคและชนิดของเมล็ด

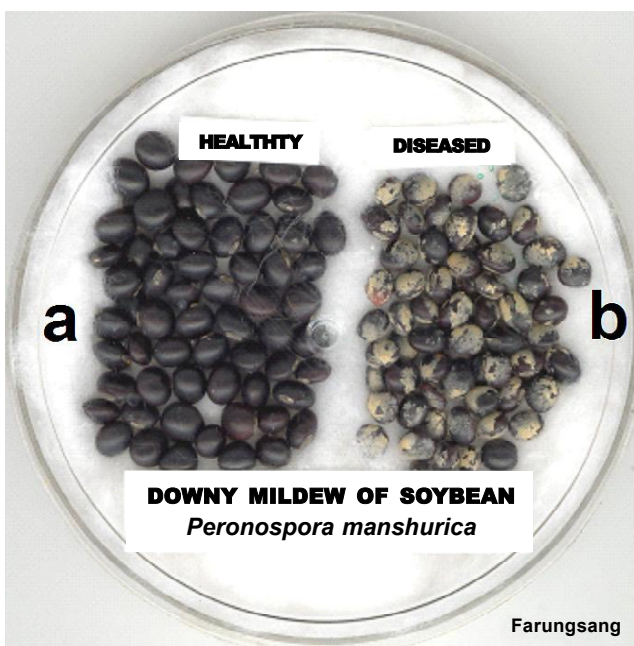
โรคเมล็ดพันธุ์ที่พบในประเทศไทย

ตัวอย่างโรคเมล็ดพันธุ์ที่พบในประเทศไทย เช่น โรคเมล็ดสีม่วงของถั่วเหลือง เกิดจากรา *Cercospora kikuchii* โรคราน้ำค้างของถั่วเหลือง เกิดจากรา *Peronospora manshurica* (ภาพที่ 1) โรคเมล็ดดำของถั่วเหลือง เกิดจากไวรัส โรค

ดอกกระถิน หรือ false smut ของข้าว เกิดจากรา *Ustilagoidea virens* (ภาพที่ 2) โรค stack burn ของข้าว เกิดจากราหลายชนิด อาทิ *Alternaria padwickii* *Bipolaris maydis* และ *Bipolaris oryzae* โรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว เกิดจากรา *Bipolaris oryzae* (ภาพที่ 3) (การระบาดของโรคทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการเนื่องจากการขาดแคลนอาหารในประเทศบริเวณรอบอ่าวเบงกอล-Bengal Famine เมื่อ ค.ศ. 1942) โรค southern corn leaf blight ของข้าวโพด เกิดจากรา *Bipolaris maydis* (ภาพที่ 4) (ความเสียหายรุนแรงเนื่องจากการระบาดของโรคเกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาเมื่อมีการปลูกข้าวโพดที่มีพันธุกรรม Texas mail sterile อย่างกว้างขวาง เมื่อ ค.ศ. 1970) โรคแอนแทรคโนสของพริก เกิดจากรา *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* (ภาพที่ 5) โรคใบด่างเหลืองของถั่วฝักยาว เกิดจาก cowpea aphid-borne mosaic virus (ภาพที่ 6) โรค spot blotch ของบาร์เลย์ เกิดจากรา *Bipolaris sorokiniana* โรคใบจุดของงา เกิดจากรา *Corynespora cassiicola* โรคใบและดอกไหม้ของดาวเรือง เกิดจากรา *Alternaria zinniae*

เชื้อโรคอยู่ที่ไหนบนเมล็ด

เมล็ดพืชมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) อาหารสะสม (endosperm หรือ cotyledon) และ ต้นอ่อน (embryo) (ภาพที่ 7) เชื้อโรคอาจจะปนไปกับเมล็ด



ภาพที่ 1 เมล็ดถั่วเหลืองผิวดำที่มี oospores ของรา *Peronospora manshurica* (โรคน้ำค้าง) ติดมาที่ผิวของเมล็ด (b) และเมล็ดปกติ (a)



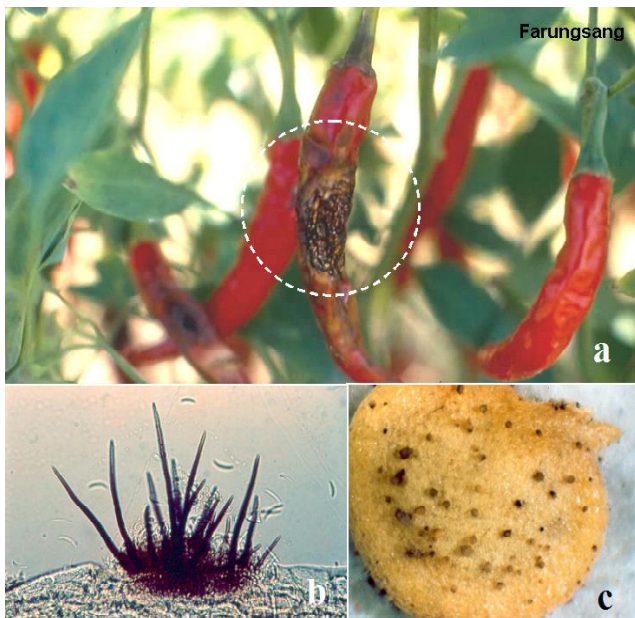
ภาพที่ 2 โรคดอกกระถินของข้าว เกิดจากรา *Ustilagoidea virens*



ภาพที่ 3 โรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว และรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุของโรค



ภาพที่ 4 โรค Southern corn leaf blight และรา *Bipolaris maydis* สาเหตุของโรค

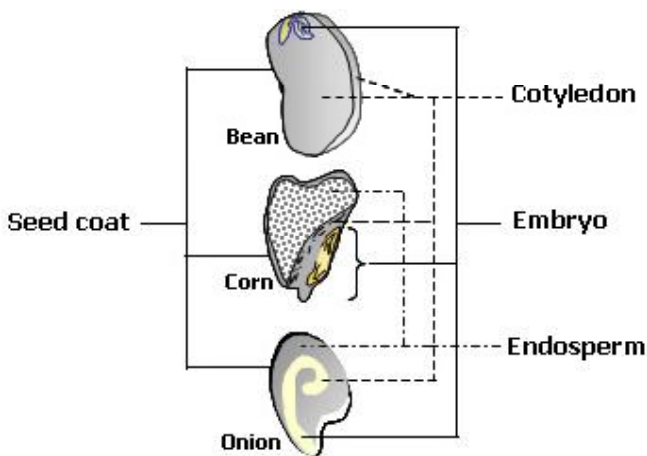


ภาพที่ 5 โรคแอนแทรคโนสของพริก (a)
รา *Colletotrichum capsici* สาเหตุของโรค (b)
และรา *C. capsici* เจริญบนเมล็ดพริก (c)



ภาพที่ 6 โรคใบด่างเหลืองของถั่วฝักยาว เกิดจาก cowpea
aphid-borne mosaic virus

(seed accompanying) (เปรียบเทียบกับถั่วลิสงทอดคลุกเกลือ) หรือติดอยู่กับเมล็ด (seed-borne) ทั้งภายนอก (เปรียบเทียบกับกล้วยฉาบ) และภายในเมล็ด กรณีที่ติดอยู่กับเมล็ดหรือ seed-borne นี้เชื้อโรคแต่ละชนิดมีความเฉพาะเจาะจงต่อส่วนประกอบของเมล็ดแตกต่างกันไป เช่น รา *Peronospora manshurica* สาเหตุโรคราน้ำค้างของถั่วเหลือง oospores ของราติดอยู่ที่ผิวของเมล็ด (ภาพที่ 1) รา *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก (ภาพที่ 5) สามารถอาศัยอยู่ที่ผิวทุกส่วนของเมล็ด แบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* สาเหตุของโรค bacterial pustule และแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* สาเหตุของโรค black rot ของผักกาดคะหล่ำ ติดอยู่ที่เปลือกหุ้มเมล็ด และ cowpea aphid-borne mosaic virus สาเหตุของโรคใบด่างเหลืองของถั่วฝักยาว (ภาพที่ 6) สามารถอาศัยอยู่ที่ส่วนของ cotyledon เป็นต้น



ภาพที่ 7 ภาพจำลองส่วนประกอบหลักของเมล็ดพืช
(ภาพ: นววรรณ ฟารุ่งสา)

โรคเมล็ดพันธุ์นั้นสำคัญไฉน ทำไมผู้เขียนจึงบอกว่า “โรคเมล็ดพันธุ์สำคัญมาก”

การที่พืชเป็นโรคได้นั้นต้องเริ่มจากขบวนการเข้าทำลาย (infection) ที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งอาจเริ่มต้นจากเชื้อโรค (อยู่ที่อื่น) บังเอิญมาตกบนพืชหรือบริเวณใกล้เคียงก็จะต้องใช้เวลาปรับตัว ถ้าหากไม่แข็งแรงและคงทน (อืด) พอก็อาจจะตายไปก่อน หรืออาจต้องใช้ช่วงเวลาในการพัฒนา ซึ่งกว่าจะพร้อมในการเข้าทำลายเมล็ดหรือเกิดขบวนการ infection ก็อาจจะเลยช่วงระยะเวลาที่พืชอ่อนแอไปแล้ว เชื้อโรคก็ไม่สามารถเข้าทำลายได้ หรือขบวนการ infection ไม่ประสบความสำเร็จ แต่เมื่อเชื้อโรคติดมากับเมล็ด เชื้อโรคไม่จำเป็นต้องมีการปรับตัวแต่อย่างใด (เพราะอยู่กับเมล็ดมาตั้งแต่เก็บเกี่ยวแล้ว) เมื่อเมล็ดได้รับความชื้นขบวนการออกก็เริ่มต้น ขบวนการพัฒนาของเชื้อโรค

ก็เริ่มขึ้นพร้อมกัน และในขณะเดียวกันก็พร้อมที่จะเริ่มขบวนการ infection ได้ทุกขณะที่สภาพแวดล้อมเหมาะสม ผลของการเข้าทำลายของโรคเมล็ดพันธุ์ในระยะนี้คือ ให้ความงอกของเมล็ด และจำนวนต้นกล้าที่ไถ่ลดลง

ในบางกรณีต้นพืชที่เป็นโรคสามารถเจริญเติบโตจนผ่านระยะกล้า ในกรณีนี้พืชดังกล่าวก็จะกลายเป็นแหล่งของเชื้อโรค และเป็นศูนย์กลางของการแพร่กระจายของโรค (source of inoculum) ในแปลง ยังผลให้ประชากรหรือจำนวนต้นพืชเป็นโรคในแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป กรณีนี้ทำให้ผลผลิตโดยรวมลดลง และที่สำคัญยิ่งกว่าคือ ผลผลิตที่ได้มีเมล็ดที่เป็นโรคปะปนอยู่ด้วย

จะขอยกตัวอย่างเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังนี้

ถ้าการปลูกข้าวในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว 40,000 เมล็ด สมมุติว่าเมล็ดข้าวที่จะนำไปปลูกมีราสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาล *Bipolaris oryzae* ติดมา 10% และในจำนวน 10% นี้ มีเปอร์เซ็นต์การถ่ายทอดโรค 10% ดังนั้น ในจำนวน 40,000 เมล็ดที่จะนำไปปลูก จึงมีเมล็ดที่มีเชื้อโรคติดมา 4,000 เมล็ด และมีเมล็ดที่งอกให้ต้นข้าวที่เป็นโรคใบจุดสีน้ำตาล 400 เมล็ด นั่นคือ ในที่นา 1 ไร่ มีต้นข้าวที่เป็นโรค และเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคอยู่ทั่วแปลง ถึง 400 ต้น หรือโดยเฉลี่ย 1 ต้น/ตารางวา จากเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นที่สามารถถ่ายทอดโรคได้เพียง 1% ของเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว โดยทั่วไปเมล็ดต้องเข้าสู่ขบวนการเก็บรักษาเพื่อให้คงความมีชีวิตและคุณภาพไว้ให้นานหรือนานน้อยที่สุดจนกระทั่งถึงเวลาปลูกครั้งต่อไป ดังนั้น หากเมล็ดมีเชื้อโรคติดมาด้วย การเก็บรักษาเมล็ดก็เท่ากับการคงความมีชีวิตของเชื้อโรคไว้ด้วย กรณีนี้มีผลมากต่อเชื้อโรคที่โดยธรรมชาติไม่สามารถดำรงอยู่ได้เมื่อไม่มีพืชอาศัย (host) การที่เชื้อโรคสามารถมีชีวิตอยู่กับเมล็ดจึงเป็นการคงศักยภาพในการแพร่ระบาดของเชื้อ (เชื้อ) โรคไว้จนถึงฤดูการปลูกต่อไป

โรคเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ซึ่งเมล็ดของพืชประเภทนี้มักมีขนาดเล็ก และบางชนิดขนาดเล็กมาก เช่น เมล็ดผักกาดหอม ผักกาดหอมห่อ และ celery น้ำหนัก 1 ออนซ์ (ประมาณ 28.3495231 กรัม) มีจำนวนประมาณ 25,000-30,000 20,000-25,000 และ 72,000 เมล็ดตามลำดับ ซึ่งอาจจะแพร่กระจายไปได้ง่ายโดยลม น้ำ หรือติดไปกับวัสดุ-อุปกรณ์การเกษตร รวมทั้งคนและสัตว์เลี้ยงที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมที่เมล็ดสามารถติดมาได้ ขณะเดียวกันความก้าวหน้าในการคมนาคมขนส่งก็มีส่วนสำคัญในการแพร่ระบาดของโรคหากเป็นการขนส่งเมล็ดที่มีโรคปะปนมา ผลที่เกิดขึ้นก็คือ ทำให้เกิดการระบาดของโรคที่ไม่เคยมีมาก่อนในพื้นที่ หรือการระบาดของโรคพืชชนิดใหม่โดยติดมากับเมล็ดพันธุ์ โรคพืช

ที่ระบาดโดยติดมากับเมล็ดพันธุ์ที่มีการบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์ คือ โรค dwarf bunt ของข้าวสาลี เกิดจากรา *Tilletia contraversa* ระบาดจากสหรัฐอเมริกาไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน และโรค blind seed disease ของ rye เกิดจากรา *Gloeotinia temulenta* ระบาดจากนิวซีแลนด์ไปยังมลรัฐโอเรกอนของสหรัฐอเมริกา

เชื้อโรคบางชนิดนอกจากจะทำให้เมล็ดเป็นโรคแล้วยังสร้างสารพิษปนเปื้อนในองค์ประกอบของเมล็ด ซึ่งอาจเป็นพิษรุนแรงโดยตรงต่อสัตว์ที่กินเมล็ดพืชเหล่านั้นเข้าไป และมีการปนเปื้อนของสารพิษในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปเมล็ดพืชดังกล่าว เชื้อโรคดังกล่าวได้แก่ *Claviceps purpurea* สาเหตุโรค ergot ของข้าวสาลี และ rye ซึ่งราผลิตสารพิษชื่อ ergotoxins (กรณีของ aflatoxins บนเมล็ดข้าวโพดและถั่วลิสงนั้น อาจไม่สามารถนับว่าเป็นโรคเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากราที่เป็นสาเหตุของสารพิษไม่ใช่ราที่เป็นสาเหตุของโรค แต่การเข้าทำลายของราเกิดขึ้นในผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูง ราที่สำคัญที่สามารถสร้างสารพิษในกลุ่ม aflatoxins ที่สำคัญคือ *Aspergillus flavus* group ซึ่งประกอบด้วยรา *Aspergillus* หลายชนิด นอกจากนี้ ราสกุลอื่น เช่น *Penicillium* บางชนิดก็สามารถสร้างสารพิษได้เช่นกัน นอกจากเมล็ดข้าวโพดและถั่วลิสงแล้ว aflatoxins ยังสามารถถูกสร้างขึ้นในผลิตผลแปรรูป เช่น ถั่วลิสงป่น และพริกป่น ถ้าหากมีความชื้นและอุณหภูมิสูง)

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ความสำคัญของโรคเมล็ดพันธุ์ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมกันด้านชนิดของเชื้อโรค ชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม กล่าวคือโรคพืชชนิดหนึ่ง (หมายถึงชนิดของเชื้อโรคที่เกิดขึ้นกับพืชชนิดหนึ่ง) อาจไม่มีความสำคัญหรือไม่ทำความเสียหายในประเทศหนึ่ง แต่เมื่อเข้ามาอยู่อีกประเทศหนึ่งอาจกลายเป็นโรคที่ระบาดทำความเสียหายได้ เช่น กรณีของรา *Bipolaris sorokiniana* บนบาร์เลย์ที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่เป็นโรคที่สำคัญของบาร์เลย์ในประเทศไทย ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้จำเป็นต้องมีขบวนการกักกันพืช (plant quarantine) ขึ้น โรคเมล็ดพันธุ์บางชนิดไม่สามารถยอมรับให้มีได้ แม้ว่าจะตรวจพบว่าไม่มีเมล็ดที่มี (เชื้อ) โรคติดมาเพียง 1 เมล็ดในจำนวน 10,000 เมล็ดก็ตาม

เมล็ดชุดใดก็ตามที่มีโรคหรือเชื้อโรคที่สามารถถ่ายทอดผ่านทางเมล็ดพันธุ์ได้ติดมา ผลที่เกิดขึ้นทันทีก็คือทำให้เมล็ดชุดนั้นไม่บริสุทธิ์ ผลที่ปรากฏเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกคือ ความงอกและความแข็งแรง (vigor) ของเมล็ดลดลง เนื่องจากความมีชีวิตของเมล็ดถูกทำลายไปก่อนแล้ว และโรคที่ติดมาทำให้ต้นกล้าที่กำลังงอกจากเมล็ดเป็นโรคและตายไป หรือต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดดังกล่าวอ่อนแอ ส่งผลให้ผลผลิตลดลงด้วย นอกจากนี้ หากนำเมล็ดซึ่งเป็นผลผลิตของพืชดังกล่าวไปผ่านกระบวนการ

แปรรูปต่างๆ เช่น การสี การนำไปทำแป้ง ฯลฯ โรคเมล็ดพันธุ์ก็อาจมีผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย เช่น กรณีโรคเมล็ดต่างของข้าวอาจทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดหักสูง กรณีโรคเมล็ดสีม่วงของถั่วเหลืองทำให้เมล็ดมีสีไม่สม่ำเสมอ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ก็เพื่อแสดงให้เห็นว่า โรคเมล็ดพันธุ์ทำลายคุณสมบัติของการเป็น “เมล็ดพันธุ์ที่ดี” ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ที่ต้นนอกจากจะมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในทฤษฎี Seed technology แล้ว ยังต้อง “ปราศจากโรค” ด้วย

ข้าวปลูกไม่ดี ทำให้เสียที่นา ได้อย่างไร

ผลที่เกิดจากการนำเมล็ดพันธุ์ที่มีเชื้อโรคติดมาไปปลูกที่ได้กล่าวมาแล้วประการหนึ่ง ก็คือทำให้เกิดการระบาดของโรคที่ไม่เคยมีมาก่อนในพื้นที่ หรือการระบาดของโรคพืชชนิดใหม่นั้น ถ้าหากเชื้อโรคชนิดนั้นสามารถอาศัยหรือมีชีวิตอยู่ในดินได้ (soil inhabitants) ก็จะทำให้พื้นที่นั้นเต็มไปด้วยเชื้อโรค ในกรณีที่เชื้อโรคมีความเฉพาะเจาะจงสูงในการทำให้พืชเป็นโรคหรือสามารถทำให้พืชบางชนิดหรือบางวงศ์เป็นโรคได้ (host range แคบ) การบริหารจัดการก็อาจทำได้โดยการเปลี่ยนชนิดหรือวงศ์ของพืชที่จะปลูก แต่ถ้าเชื้อโรคสามารถทำให้พืชเป็นโรคได้อย่างไม่เฉพาะเจาะจง หรือสามารถทำให้พืชเกือบทุกชนิดเป็นโรคได้ (host range กว้าง) ความยุ่งยากในการบริหารจัดการก็ย่อมเพิ่มมากขึ้นหรือไม่สามารถปลูกพืชบนพื้นที่นั้นได้อีกเป็นเวลานานหลายปี และนี่เป็นเหตุผลที่ว่า “ข้าวปลูกไม่ดี ก็ทำให้เสียที่นา” ได้

เอกสารประกอบการเขียน

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Edition. Academic Press, California, USA. 922 p.
- Maynard, D.N. and G.J. Hochmuth. 2007. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 5th Edition. Culinary and Hospitality Industry Publications Services. 621 p.
- Neergaard, P. 1977. Seed Pathology. Vol. I. MacMillan Press. London, UK. 877 p.
- www.maemaipengthai.com. ดำแดนสุพรรณ. 28 มิถุนายน 2551.
- www.siamdara.com/column. เพลงเอกแบบ กานท์ การุณวงศ์. 28 มิถุนายน 2551.

ภัยเงียบจากสารหนู (Arsenic)

อดิษฐ์ แซ่จิว¹

ปัจจุบัน สุขภาพของประชากรโลกถูกคุกคามด้วยปัจจัยต่างๆ มากมาย ทั้งเชื้อโรค ภัยพิบัติทางธรรมชาติ สารพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น สารเคมี กัมมันตภาพรังสี เป็นต้น **“สารหนู”** เป็นอนินทรีย์สารอีกชนิดหนึ่งที่กำลังคุกคามสุขภาพของประชากรโลก โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งการได้รับสารหนูมักไม่ค่อยได้รับการกล่าวถึงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับโรคต่างๆ และปัจจัยอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว บทความนี้รวบรวมความรู้เกี่ยวกับอันตราย แหล่งที่มา และขบวนการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจและรู้จักระวัง รวมทั้งการป้องกันการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกาย

สารหนู หรือ Arsenic มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน คือ arsenicum หรือมาจากภาษากรีก คือ arsenikon แปลว่า สีเหลือง สารหนูเป็นธาตุกึ่งโลหะ มีสัญลักษณ์ธาตุ คือ As เป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีรส สารหนูที่เป็นสารบริสุทธิ์ไม่มีพิษ มีสีเหลือง ดำ และเทา สารหนูที่จัดว่าเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตคือสารหนูที่อยู่ในรูปสารประกอบ (สารหนูที่รวมกับสารอื่นด้วยปฏิกิริยาทางเคมี) ซึ่งพบได้ 2 แบบ คือ สารหนูอนินทรีย์ (Inorganic arsenic) และสารหนูอินทรีย์ (Organic arsenic) สารหนูอนินทรีย์ (Inorganic arsenic) เป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของสารหนูกับอนินทรีย์สาร (สารที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่นอกเหนือไปจากคาร์บอนและไฮโดรเจน) ซึ่งสารหนูอนินทรีย์ชนิด trivalent arsenite เป็นพิษมากกว่าชนิด pentavalent และ zero-valent arsenic สารหนูอินทรีย์คือ สารหนูในพืชหรือสัตว์ที่รวมตัวกับคาร์บอนและไฮโดรเจน เป็นพิษน้อยกว่าสารหนูอนินทรีย์

ในสมัยโบราณสารหนูเป็นที่รู้จักกันในชื่อ Orpiment ชาวกรีก และโรมันเป็นผู้เริ่มเรียกว่า Arsenic ชาวจีนใช้สารหนูเป็นส่วนประกอบของยาสมุนไพรหลายชนิดเมื่อประมาณกว่า 2-3 พันปีมาแล้ว และบางครั้งสารนี้ก็ถูกใช้เป็นสารพิษในการฆาตกรรมและการฆ่าตัวตายด้วย

เราสามารถพบสารหนูได้จากแหล่งใดบ้าง ?

1. จากธรรมชาติ

สารหนูเป็นองค์ประกอบของหิน และแร่ตามธรรมชาติ

พบเป็นสินแร่ในลักษณะเป็นสารประกอบกับธาตุอื่นๆ เช่น เหล็ก ทองแดง นิกเกิล โดยอาจอยู่ในรูปอาร์เซไนต์ ชัลไฟด์ หรือออกไซด์ เช่น อาร์ซีนไฟไรท์ (FeAsS) หรือที่เรียกว่า เพชรหน้าแท่น ซึ่งพบมากในประเทศไทยและมักพบร่วมกับแร่ดีบุก พลวง และ วุลแฟรม เมื่อเกิดการผุพังสลายตัวของหินและแร่ที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบจะทำให้สารหนูปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในดิน ซึ่งตรวจพบได้ตั้งแต่ 0.1-40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเมื่อเกิดการชะล้างโดยน้ำทำให้สามารถพบสารหนูได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำใต้ดิน น้ำพุ

2. จากกิจกรรมของมนุษย์

จากการเกษตร สารอาร์ซีนไดรอกไซด์ถูกนำมาใช้เป็น ส่วนประกอบของยากำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช น้ำยาถอนเนื้อไม้ และปุ๋ยเคมี และบางครั้งผสมในอาหารสัตว์ ในยาคน และยาสัตว์

จากอุตสาหกรรม ได้แก่ การเผาถ่านหิน โรงงาน ถลุงโลหะ เป็นต้น

สารหนูแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้อย่างไร ?

ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น แหล่งที่มาของสารหนูมีทั้งจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ การแพร่กระจายของสารหนูจึงอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ การแพร่กระจายของสารหนูในสิ่งแวดล้อมจะไปได้ไกลมากน้อยเพียงใด หรือปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นกับสมบัติของสารหนูเองด้วย กล่าวคือ

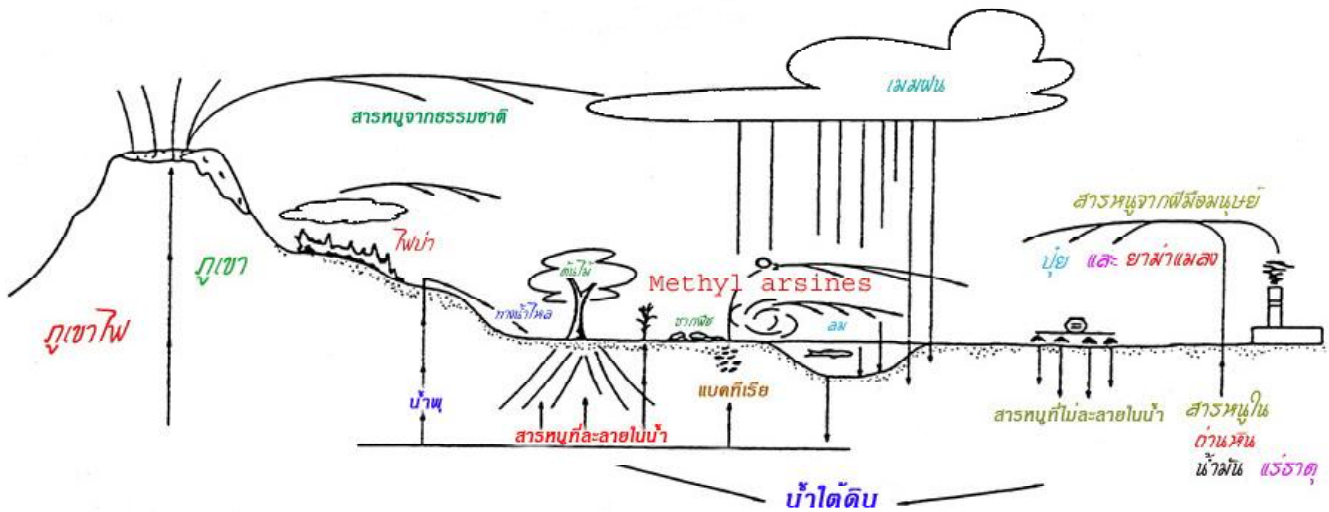
✧ ความสามารถในการละลายได้ของสารหนู กล่าวคือ การแพร่กระจายของสารหนูสู่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินได้มากน้อยเพียงใดขึ้นกับความสามารถในการละลายน้ำของสารหนู

✧ การเกิด oxidation กล่าวคือในสภาวะที่มีออกซิเจน สารหนูถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูป As^{5+} เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสารหนูในรูปนี้จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย และตกตะกอน จึงแพร่กระจายไปได้ไม่ไกล

✧ การเกิด reduction กล่าวคือในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน มักพบสารหนูในรูป As^{3+} ซึ่งละลายน้ำได้ดีกว่าจึงแพร่กระจายได้ดี

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

การกระจายของสารหนูในสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงการกระจายของสารหนูในสิ่งแวดล้อม

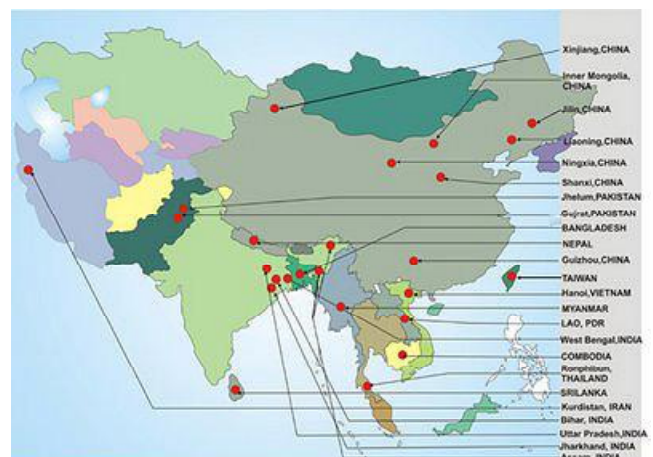
☆ สภาวะความเป็นกรดต่างของสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ในดินและตะกอนดินที่มีสภาพเป็นกรด สารหนูทำปฏิกิริยากับ เหล็กออกไซด์ แต่ในสภาพเป็นด่างทำปฏิกิริยากับหินปูน และในสภาพที่เป็นกลางทำปฏิกิริยากับ clay-minerals (แร่ดินเหนียว) ดังนั้น หากดินถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำดังเช่น กรณีที่เกิดพายุฝนและดินถล่ม ก็จะนำสารหนูปนเปื้อนในแหล่งน้ำต่อไป

เราสามารถพบสารหนูได้ในอากาศจากการปนเปื้อนไปกับวัสดุเก่าที่ถูกเผาไหม้ ในดินจากการสลายตัวของหินแร่ รวมทั้งการชะล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ ในน้ำจากการปนเปื้อนในของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชนที่ไม่ได้รับการบำบัด รวมทั้งจากการชะล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงสู่แหล่งน้ำ (ภาพที่ 1) หากเกษตรกรร่นน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนูไปใช้ในแปลงปลูกพืชย่อมส่งผลต่อการปนเปื้อนสารหนูในอาหาร ดังเช่นการตรวจพบสารหนูสูงมากกว่าปกติถึง 10 เท่า ในเมล็ดข้าวจากแปลงปลูกที่ใช้น้ำปนเปื้อนสารหนู

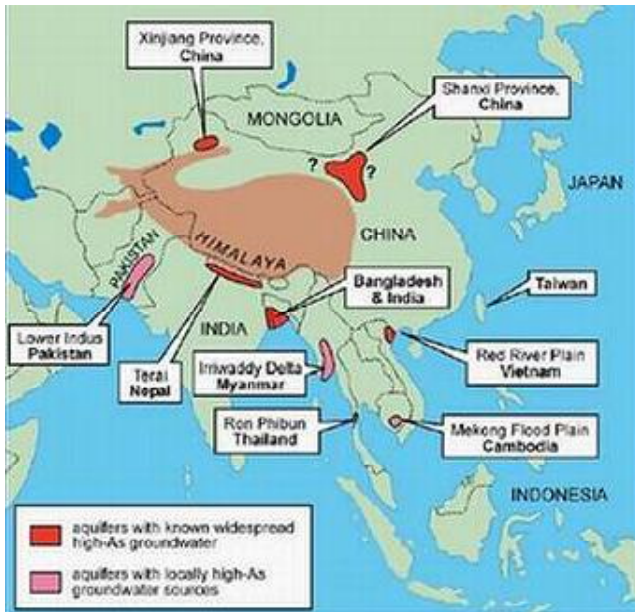
แนวโน้มการคุกคามสุขภาพประชากรโลกของสารหนู

สารหนูเป็นสารอนินทรีย์ปนเปื้อนสำคัญที่คุกคามสุขภาพของประชากรโลกประมาณ 137 ล้านคน ในมากกว่า 70 ประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนในน้ำดื่ม World Health Organization (WHO) ได้กำหนดว่าในน้ำดื่มไม่ควรมีการปนเปื้อนสารหนูเกิน 10 ไมโครกรัม/ลิตร ขณะที่ US Environmental Protection Agency และประเทศไทย กำหนดว่าในน้ำดื่มมีการปนเปื้อนสารหนูได้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลิตร หลายประเทศในภูมิภาคเอเชียพบการปนเปื้อนสารหนูปริมาณสูงในแหล่งน้ำใต้ดิน

เช่น บังคลาเทศ อินเดีย จีน อิหร่าน ปากีสถาน เนปาล เป็นต้น และประเทศที่มีการปนเปื้อนสารหนูในน้ำดื่มมากที่สุด คือ บังคลาเทศ และอินเดีย (ภาพที่ 2 และ 3) WHO ประเมินการว่าประชากรประมาณ 1 ใน 10 ทางตอนเหนือของบังคลาเทศ และอินเดีย จะเสียชีวิตเนื่องจากพิษของสารหนู นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังพบว่า พื้นที่ที่พบการปนเปื้อนสารหนูส่วนใหญ่มักเป็นพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำและเป็นที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้าที่มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหิมาลัยในเอเชียกลางและใต้ เช่น Ganges delta ในบังคลาเทศ Red river basin ใกล้กรุงฮานอย Mekong delta ทั้งในเวียดนาม และจังหวัดก้นดัล (Kandal) ของกัมพูชา flood plains ของโกชี (Koshi) และ Bangmati river ในเนปาล



ภาพที่ 2 ประเทศในภูมิภาคเอเชียที่มีสารหนูปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน



ภาพที่ 3 แสดงแหล่งน้ำใต้ดินของประเทศในภูมิภาคเอเชียที่มีสารหนูปนเปื้อน

สำหรับการแพร่กระจายสารหนูในสิ่งแวดล้อม คือ ดินและน้ำ ในประเทศไทยนั้น มีรายงานการปนเปื้อนสารหนูเมื่อปี พ.ศ. 2530 ในพื้นที่บริเวณเหมืองแร่ดีบุกเก่า อำเภอรัตนบุรี จังหวัดนครราชสีมาซึ่งเกิดจากสารหนูที่อยู่ในรูปของอาซิโนไฟไรต์ (FeAsS) ในแร่ดีบุก เหมืองแร่ดีบุกเก่านี้ได้กลายสภาพเป็นแหล่งน้ำขังตลอดปีและมีการชะล้างโดยน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำในชุมชน ก่อให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำบ่อที่ประชาชนใช้บริโภค ทำให้ประชาชนได้รับพิษเรื้อรังจากสารหนูเกิดเป็นโรคมะเร็งผิวหนังหรือไข้ดำ และเมื่อปี พ.ศ. 2545 ได้มีการสำรวจการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ราบลุ่มเจ้าพระยาตอนเหนือของกรุงเทพฯ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะทางธรณีวิทยาคล้ายกับพื้นที่ปากแม่น้ำและที่ราบลุ่มหลายแห่งที่พบการปนเปื้อนสารหนู แม้ผลการสำรวจจะพบปริมาณสารหนูในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน เนื่องจากคนในพื้นที่นำน้ำจากชั้นหินอุ้มน้ำในระดับลึกมากมาเก็บไว้ในถังพักน้ำก่อนนำมาใช้ เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2551 ทีมนักวิทยาศาสตร์ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ได้เผยแพร่ผลการติดตามการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำใต้ดินโดยใช้ข้อมูลลักษณะทางธรณีและสมบัติทางเคมีของดิน ในวารสาร Nature Geosciences Online ไว้ว่า มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการจับกลุ่มของสารหนูตามธรรมชาติใน 5 ประเทศ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศพม่า ไทย เวียดนาม กัมพูชา และอินโดนีเซีย แม้ผลการติดตามจะระบุว่าประเทศไทยมีความเสี่ยงน้อยกว่าประเทศอื่นๆ แต่เราก็ไม่ควรนิ่งนอนใจต่อปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการขุดบ่อบาดาลเพื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้บริโภค

เราจะมีโอกาสได้รับสารหนูได้อย่างไร ?

สารหนูพบได้ทั้งในอากาศ ดิน น้ำ และอาหาร ปริมาณที่พบในอากาศอยู่ในช่วง 0.4-30 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ปริมาณที่พบในน้ำตามธรรมชาติ 1-2 มิลลิกรัม/ลิตร (ยกเว้นบางกรณี) แต่ในน้ำทะเลและมหาสมุทรปริมาณสารหนู 0.5-50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้นในอาหารโดยเฉพาะอาหารทะเลจึงเป็นแหล่งที่มีการสะสมของสารหนูอยู่มาก แต่สารหนูในอาหารทะเลเป็นสารหนูอินทรีย์ ซึ่งมีความเป็นพิษไม่มาก มีการประมาณการว่าสารหนูในอาหารอยู่ในรูปสารหนูอินทรีย์ประมาณ 75% และในรูปของสารหนูอนินทรีย์ประมาณ 25% สำหรับพืชตรวจพบว่า ในพืชไม่มีปริมาณสารหนู 0-20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นกับพื้นที่เพาะปลูกและการใช้ยากำจัดแมลงประเภท Dimethylarsinate สำหรับในสัตว์โดยทั่วไปพบปริมาณสารหนูในระดับใกล้เคียงกับพืช ยกเว้นสัตว์ปีกพบในปริมาณตั้งแต่ 0-1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีสารหนูปนเปื้อนอยู่ เช่น Fish meal และสารเร่งการเติบโตที่มีส่วนผสมของสารหนู ในน้ำดื่มซึ่งรวมถึงน้ำแร่ และน้ำบรรจุขวดต่างๆ บางครั้งพบปริมาณสารหนูสูงเกินกว่า 200 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากแหล่งน้ำใต้ดินมีการปนเปื้อนสารหนู

โดยส่วนใหญ่คนมักได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคแล้วจะดูดซึมผ่านทางเดินอาหาร นอกจากนั้น เรายังสามารถรับสารหนูได้โดยการสูดดมและการสัมผัส สารหนูนี้เมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกขจัดออกจากร่างกายอย่างรวดเร็ว จากงานวิจัยพบว่าประมาณ 80-90% ของสารหนูที่เข้าสู่ร่างกายนั้นจะถูกขจัดออกจากร่างกายทางปัสสาวะภายใน 2 วัน

โดยปกติในผู้ใหญ่จะได้รับสารหนูระหว่าง 8-104 ไมโครกรัม/วัน โดยมีค่าเฉลี่ย 50 ไมโครกรัม/วัน และประมาณ 64% ของปริมาณที่ได้รับจะเป็นสารหนูอินทรีย์จากอาหารทะเล เช่น ปลา และสาหร่าย ซึ่งสารหนูอินทรีย์จากแหล่งเหล่านี้จะเป็นสารประกอบสารหนูกลุ่ม arsenobentaine และ arsenocholine ซึ่งเป็นพิษน้อยหรือไม่เป็นพิษต่อร่างกาย และสามารถถูกขับออกทางปัสสาวะได้รวดเร็ว แต่กรณีที่ได้รับสารหนูอนินทรีย์จะเกิดการสะสมในตับ ม้าม ไต ปอด และกระเพาะอาหาร แม้จะถูกกำจัดออกจากอวัยวะดังกล่าวอย่างรวดเร็ว แต่จะยังคงหลงเหลือในผิวหนัง เส้นผม และเล็บ

พิษจากสารหนูเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่นไร ?

สารหนูจัดเป็นสารก่อมะเร็ง การได้รับสารหนูโดยการหายใจจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งปอด กรณีได้รับสารหนูแม้ในปริมาณน้อย แต่หากได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมในร่างกาย สามารถก่อให้เกิดมะเร็งกับอวัยวะภายใน หากสัมผัสสารหนูจะก่อให้เกิดโรคทางผิวหนัง และหากได้รับเข้าสู่ร่างกายจะทำลายไต ตับ ม้าม ระบบประสาท ระบบการหายใจ

ระบบเส้นโลหิต ระบบเลือด

เมื่อได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายแล้วจะมีอาการอย่างไร ?

ปริมาณสารหนูที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายแล้วก่อให้เกิดพิษถึงขั้นเสียชีวิตอยู่ในช่วง 1.5 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (arsenic trioxide) ถึง 500 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (Diethyl arsenic acid) อาการที่เกิดจากพิษของสารหนูมีทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute toxicity) และแบบเรื้อรัง (Chronic toxicity) โดยอาการเฉียบพลันนั้น จะเกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออวัยวะที่สัมผัสกับสารหนู และอาจทำให้เกิดคลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริว กล้ามเนื้อเกร็ง เกิดอาการแทรกซ้อนเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ และเสียชีวิตจากการทำงานล้มเหลวของหัวใจ ส่วนอาการพิษเรื้อรังที่เกิดจากการได้รับสารหนูติดต่อกันเป็นเวลานานนั้นจะทำให้เกิดแผลเป็น หรือเป็นรูที่ช่องจมูก ผิวหนังหนาขึ้น เกิดตุ่มผื่นตามฝ่ามือฝ่าเท้า มีรอยดำที่ผิวหนัง (ภาพที่ 4) อาจมีเส้นสีขาวบนเล็บ นอกจากนี้สารหนูยังทำให้เกิดอาการชาตามปลายมือปลายเท้า รู้สึกแสบร้อน มีอาการอ่อนเพลียของแขนขา และอาจเป็นมะเร็งผิวหนังและปอด รวมทั้งมีผลต่อทารกในครรภ์ และมีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ จากการศึกษาของนักวิจัยจาก John Hopkins Bloomberg School of Public Health เมื่อไม่นานนี้ พบว่าสารหนูอนินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มอาจมีบทบาทต่อโรคเบาหวาน ทั้งนี้ที่นักวิจัยตรวจพบสารหนูในปัสสาวะของผู้ป่วยโรคเบาหวานในระดับสูงกว่าในคนปกติ

เราจะสามารถทราบได้อย่างไรว่าเราได้รับสารหนูหรือไม่ ?

เราสามารถทราบได้โดยการ

1. ตรวจหาสารหนูในปัสสาวะ ถ้ายังคงได้รับสารหนูอยู่ขณะทำการตรวจ
2. ตรวจหาได้ใน เส้นผม เลือด เล็บ
3. ตรวจความผิดปกติของผิวหนังโดยแพทย์ที่ชำนาญ

4. ตรวจอาการทางคลินิกอื่น ๆ รวมทั้งชั่งประวัติของผู้ป่วยประกอบการวินิจฉัย

เรามีวิธีกำจัดสารหนูได้อย่างไร ?

การกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่จะใช้วิธีทางเคมี คือ การทำ coagulation ด้วยเหล็ก สารส้ม และปูนขาว โดยสารดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับสารหนูแล้วตกตะกอนแยกตัวออกมา หรือการ oxidation และกรองผ่านทรายเคลือบแมงกานีส แต่วิธีการเหล่านี้ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง และยังเพิ่มการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นักวิจัยจาก University of Georgia จึงได้นำเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรมพีชมาใช้ในการกำจัดสารหนูที่ปนเปื้อนในดิน โดยการถ่ายยีนส์ 2 ชนิดที่มีชื่อว่า arsC gene และ ECS gene จาก *Escherichia coli* bacteria แก่พีช แล้วนำพีชดังกล่าวไปปลูกในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารหนูเพื่อให้พืชดูดสารหนูขึ้นมาสะสมที่ใบพีช นอกจากนี้ นักวิจัยจาก University College London ประเทศสหราชอาณาจักร ยังพบแบคทีเรียชนิดใหม่ที่สามารถใช้สารประกอบสารหนูที่ปนเปื้อนในน้ำที่ซึมผ่านจากกองแร่ในประเทศแคนาดา และจากการค้นพบ นักวิจัยจึงทำการสกัดเอนไซม์จากแบคทีเรียชนิดนี้และพัฒนาเป็น biosensor เพื่อใช้เป็นดัชนีตรวจเช็คการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำ

เราจะเห็นได้ว่านักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ในหลายประเทศให้ความสำคัญกับปัญหาการปนเปื้อนของสารหนูในแหล่งน้ำที่ใช้ในการบริโภค ซึ่ง ณ ขณะนี้มีประชากรโลกที่ประสบความเสี่ยงต่อการได้รับพิษจากสารหนูจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้ว่าประเทศไทยจะยังไม่ประสบปัญหานี้ดังเช่นบังคลาเทศและอินเดีย แต่เราก็มีความเสี่ยงเช่นกัน ดังนั้น การติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนสารหนูจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรละเลย

(อ่านต่อหน้า 10)



ภาพที่ 4 ชาวกำพูชาได้รับผลกระทบจากพิษของสารหนู ผิวหนังฝ่ามือหนาขึ้น เกิดตุ่มผื่นเป็นจุดสีน้ำตาลกระจุกต่าง (จาก Resource Development International Cambodian)

พืชสกุลหนอนตายหยาก (*Stemona* Lour.) บางชนิดในประเทศไทย

อาจารย์ อินทบุ¹

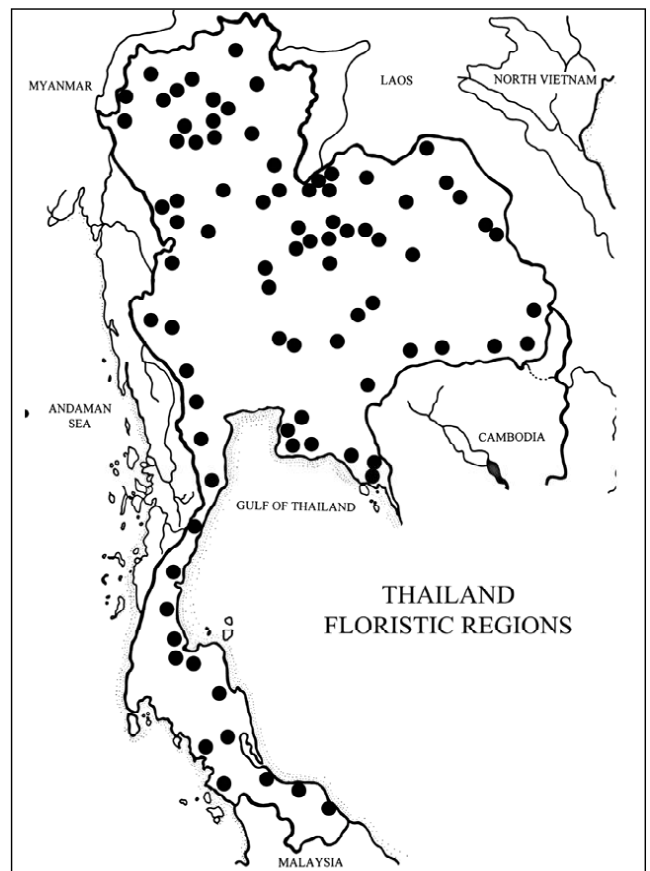
ประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน (tropic) ลักษณะภูมิประเทศมีเทือกเขาสูงอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดความแตกต่างของภูมิภาคเฉพาะถิ่น และตามพื้นฐานด้านเขตพฤกษภูมิศาสตร์ (floristic region) ซึ่งแบ่งโดยอาศัยการปรากฏหรือไม่ปรากฏของชนิดพรรณพืชและความมากน้อยของการกระจายพันธุ์ชนิดพืชนั้นๆ ในพื้นที่ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตพฤกษภูมิศาสตร์ของโลก 3 ภูมิภาคใหญ่ๆ ได้แก่ ภูมิภาคอินเดีย-พม่า (Indo-Burmese Region) ภูมิภาคอินโดจีน (Indo-Chinese Region) และภูมิภาคมาเลเซีย (Malasian Region) จึงเป็นสาเหตุให้เกิดความหลากหลายทางพรรณพืชเป็นอย่างมาก

พืชสกุลหนอนตายหยาก (วงศ์ Stemonaceae) เป็นพืชอีกสกุลหนึ่งในประเทศไทยที่พบว่ามีหลากหลายทางชนิดพันธุ์ และมีการกระจายพันธุ์ทั่วไปในทุกภูมิภาคของประเทศ (ภาพที่ 1) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรและกำจัดศัตรูพืช การทราบถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชจึงมีความสำคัญเพื่อที่จะสามารถนำพืชในสกุลนี้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และในบทความนี้เป็นรายละเอียดทางด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของ *Stemona collinsiae* Craib และ *S. curtisii* Craib ซึ่งเป็นพืชสกุลหนอนตายหยาก 2 ชนิดในจำนวน 9 ชนิดที่พบในประเทศไทย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พรรณไม้สกุลหนอนตายหยาก (*Stemona* Lour.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จัดอยู่ในวงศ์ Stemonaceae เป็นพืชอายุหลายปี (perennial herb) ลำต้นเหนือดินมีลักษณะเป็นลำต้นเลื้อยคลุม (climber) เลื้อยพัน (twiner) ทอดนอน (trailer) หรือ ตั้งตรง (erect) ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้นๆ (short rhizome) มีระบบรากเป็นรากสะสมอาหาร (tuberous root) ออกเป็นกระจุกจำนวนมาก (ภาพที่ 2) ใบเดี่ยว เรียงสลับ (alternate) แบบระนาบเดียว (distichous) เรียงตรงข้าม (opposite) หรือเรียงเป็นวง (whorl) แผ่นใบเรียบ รูปร่างแผ่นใบรี (elliptic) ไข่แกมรี (elliptic-ovate) หรือไขว่กว้าง (broadly-ovate) ฐานใบรูปหัวใจ (cordate) หรือสอบเรียว (attenuate) เส้นใบขนาน (parallel vein) เจริญออกจาก

จุดเดียวกัน ระหว่างเส้นใบหลักมีเส้นใบย่อยกั้นกลางจำนวนมาก โคนก้านใบป่อง (pulvinus) ดอกเดี่ยว (solitary) หรือช่อดอก (inflorescence) ดอกสมมาตรตามรัศมี (regular) สมบูรณ์เพศ (bisexual) กลีบรวม (tepals) 4 กลีบ เกสรเพศผู้ (stamen) 4 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน (simple pistil) 2 คาร์เพล (carpel) 1 ช่อง (locule) รังไข่เหนือวงกลีบรวม (superior ovary) ก้านเกสรเพศเมีย (style) 1 อัน (ภาพที่ 3) บางชนิดผลแห้งแตก 2 ข้าง (valve-capsule) เมล็ดรูปทรงรีกว้าง (broad-ellipsoid) มีสันนูนยาวตามความยาวของเมล็ดชัดเจนหรือเลือนลาง ก้านเมล็ด (funiculus) ยาว เมล็ดสร้างปุยหุ้มเมล็ด (aril) ชนิดพิเศษเรียกว่า elaiosome (ภาพที่ 4) มีลักษณะฉ่ำน้ำและเป็นที่สะสมไขมัน

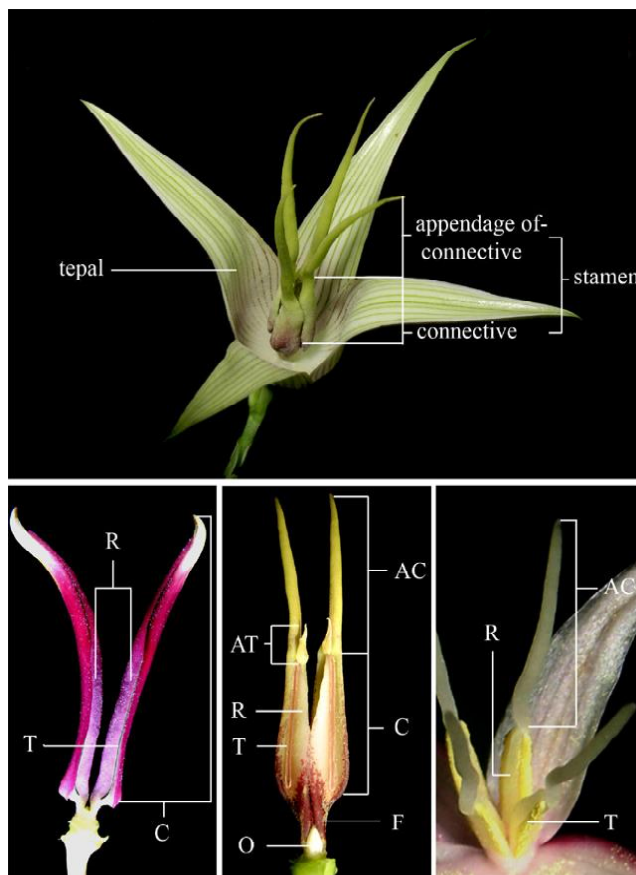


ภาพที่ 1 การกระจายพันธุ์ของสกุลหนอนตายหยาก (*Stemona* Lour.) ในประเทศไทย

¹ เจ้าหน้าที่วิจัย สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ



ภาพที่ 2 รากสะสมอาหารของสกุลหนอนตายหายากชนิดต่างๆ



ภาพที่ 3 โครงสร้างภายในดอกของพืชสกุลหนอนตายหายาก
 AC รางค์ของแกนอับเรณู (appendage of connective)
 AT รางค์ของพูอับเรณู (appendage of thecae)
 C แกนอับเรณู (connective)
 F ก้านชูอับเรณู (filament) O รังไข่ (Ovary)
 R สันแบ่งอับเรณู (ridge) T พูอับเรณู (theca)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างเมล็ดของพืชสกุลหนอนตายหายาก

***Stemona collinsiae* Craib (ภาพที่ 5)**

ชื่อท้องถิ่น หนอนตายหยา

พืชล้มลุก ลำต้นเหนือดินเกลี้ยง ตั้งตรง ทอดนอน หรืออาจพบแบบเลื้อยพัน มีความยาวได้ถึงประมาณ 60 ซม. ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้นๆ รากสะสมอาหารรูปกระสวยยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 ซม. ยาว 10-40 ซม. ใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบรูปไข่กว้าง ขนาดกว้าง 5-11 ซม. ยาว 11-15 ซม. ฐานใบรูปหัวใจ ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย เส้นใบเจริญออกจากฐานใบ 11-15 (17) เส้น ก้านใบยาว 5-15 ซม. โคนก้านใบโป่งพอง ช่อดอกเกิดที่ซอกใบหนึ่งช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 1-8 ดอก ก้านดอกย่อยยาว 1-4.5 ซม. แต่ละดอกประกอบด้วยใบประดับ 1 ใบ ใบประดับรูปร่างยาวแคบ ยาวประมาณ 1 ซม. ดอกประกอบด้วยกลีบรวม 4 กลีบ เรียง 2 ชั้น กลีบรวมรูปใบหอกยาว ขนาดกว้าง 0.5-0.8 ซม. ยาว 1.3-2.0 ซม. สีขาวอมเขียวหรือสีขาวอมชมพู มีลายสีเขียวยาวตั้งแต่โคนจรดปลายของกลีบ 7-9 เส้น เกสรเพศผู้ 4 อัน สีเหลืองอมเขียว ขนาดกว้าง 0.2 ซม. ยาว 1.1-1.7 ซม. ก้านอับเรณู ยาว 0.1 ซม. ฐานก้านอับเรณูเชื่อมติดกัน อับเรณูยาว 0.5-0.7 ซม. สันแบ่งพูอับเรณูเรียบ สูง 0.1 ซม. พูอับเรณูมีรยางค์ 2 อันแนบชิดกับแกนอับเรณูที่แผ่กว้าง สีเหลือง ยาว 0.8-0.9 ซม. รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ รูปไข่ ขนาดกว้าง 0.1 มม. ยาว 0.15 มม. ยอดเกสรเพศเมียเป็นปุ่มเล็กๆ ไม่มีก้าน ผลสีเขียว รูปทรงรี มีปลายเรียวยาว ขนาดกว้าง 1-1.2 ซม. ยาว 2-2.5

ภาพที่ 5 *Stemona collinsiae* Craib:

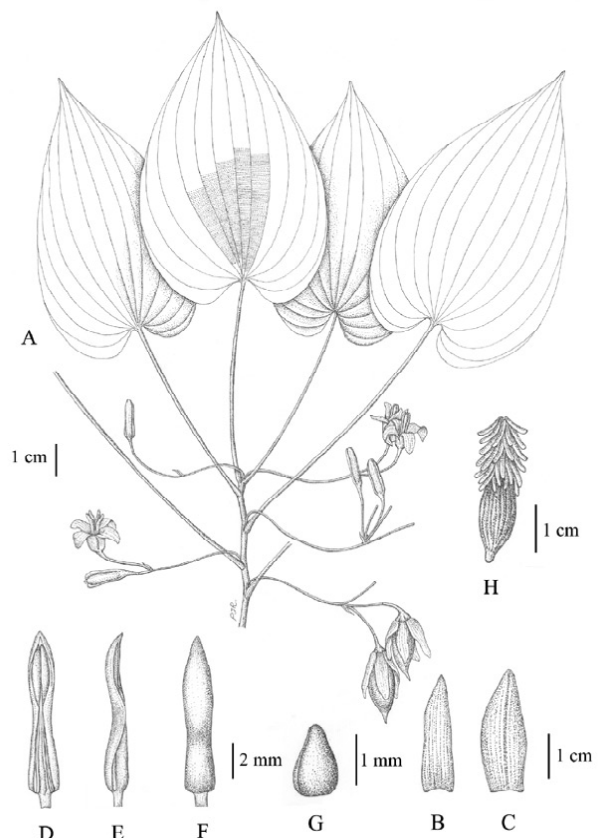
- A ใบ ช่อดอกและผล
B กลีบรวมชั้นนอก C กลีบรวมชั้นใน
D-F เกสรเพศผู้ G รังไข่ H เมล็ด

ชม. เมล็ด สีชมพูแดง รูปทรงรี ปลายแหลม มีสันนูนตามความยาวของเมล็ด ฐานล้อมรอบด้วยปุยหุ้มเมล็ด จำนวน 3-6 เมล็ดต่อผล นิเวศวิทยา กระจายพันธุ์ในพื้นที่เปิดโล่งของป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ภูเขาหินปูนใกล้ทะเล ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 5-300 ม.

ประโยชน์ รักษาวัณโรค บรรเทาอาการไอ ขับเสมหะ รักษาโรคติดเชื้อ ขับประจำเดือน รักษาโรคผิวหนัง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Cladosporium herbarum* เร่งการพัฒนาของมดให้มียุงเร็วขึ้น ในประเทศลาวนำรากสดทุบวางในปากไหปลาร้าเพื่อฆ่าหนอนในปลาร้า กำจัดปลวก กำจัดแมลงศัตรูพืชในสวนพริกไทย รักษาแผลที่เกิดจากหนอนในปศุสัตว์และทำลายปรสิตที่อาศัยอยู่ภายนอกร่างกาย ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย มีฤทธิ์ทำลายหนอนใยผักในระยะตัวหนอน สารสกัดจากรากใช้กำจัดแมลงรบกวนในบ่ออนุบาลลูกปลาโดยเฉพาะมวนน้ำ

***Stemona curtisii* Craib (ภาพที่ 6)**

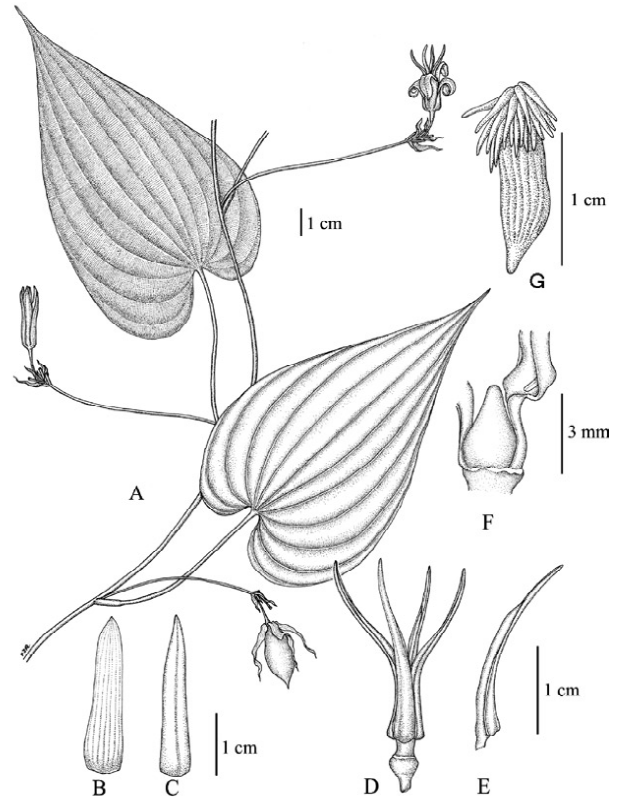
ชื่อท้องถิ่น หนอนตายหยา กะเพียด ย่านลิง รากต่อ ลำต้นเหนือดินเลื้อยพัน สูงถึง 5 ม. ลำต้นเกลี้ยง ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสั้น รากสะสมอาหารรูปกระสวย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 ซม. ยาว 10-60(80) ซม. เกิดเป็นกระจุก ใบเดี่ยว การเรียงใบแบบตรงข้าม แผ่นใบรูปไข่หรือไข่กว้าง ขนาดกว้าง 4.5-12.5 ซม. ยาว 9-18 ซม. ฐานใบ





ภาพที่ 6 *Stemona curtisii* Craib:

- A ช่อดอกและผล B กลีบรวมชั้นใน
C กลีบรวมชั้นนอก D วงเกสรเพศผู้
E เกสรเพศผู้ F รังไข่ G เมล็ด



รูปหัวใจ ปลายใบยาวเรียวแหลม ขอบใบเรียบ เส้นใบเจริญออกจากฐานใบ 13-17 (19) เส้น ก้านใบยาว 4-12 ซม. โคนก้านใบโป่งพอง ช่อดอกออกที่ซอกใบ ก้านช่อดอกยาว 1-11 ซม. ใบประดับเรียวแหลม ยาว 1-2 ซม. ดอกมีกลีบรวม 4 กลีบ เรียง 2 ชั้น กลีบรวมรูปใบหอกยาว ขนาดกว้าง 0.5-0.6 ซม. ยาว 2.0-2.7 ซม. ด้านนอกสีแดงเข้ม มีลายเส้นสีเขียว ยาวตั้งแต่โคนกลีบรวมถึงปลาย 9-15 เส้น ด้านในสีแดงเข้ม เกสรเพศผู้ 4 อัน สีแดงเข้ม บางครั้งพบปลายสีเหลือง ขนาดกว้างประมาณ 0.3 ซม. ยาว 1.8-2.5 ซม. ก้านอับเรณูมีฐานติดกัน อับเรณูยาว 1.2-1.5 ซม. เส้นแบ่งพูอับเรณูเรียบ สูง 0.1 ซม. ยาว 1.5-2.2 ซม. ไม่มีรยางค์ของพูอับเรณู รังไข่ ขนาดกว้าง 0.3 ซม. ยาว 0.4 ซม. ยอดเกสรเพศเมียไม่เด่นชัดและไม่มีก้าน ผลสีเขียว รูปไข่ยาว ปลายแหลม ขนาดกว้าง 1 ซม. ยาว 2.5 ซม. เมล็ด สีแดงเข้ม รูปทรงรี ปลายแหลม มีสันนูนตามความยาวของเมล็ด ฐานล้อมรอบด้วยพูหุ้มเมล็ด จำนวน 5-11 เมล็ดต่อผล

นิเวศวิทยา พบทั่วไปในภาคใต้ กระจายพันธุ์ในพื้นที่เปิดโล่งของป่าดิบ ข้างลำธาร ป่าชายหาด ภูเขาหินปูน สวนยางพารา ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1-500 ม.

เอกสารประกอบการเรียน

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2538. สยามเภสัชพฤกษภูมิปัญญาของชาติ. อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

ณัฏฐา วีรณัฏ. 2528. ผลของสารสกัดหนอนตายหยา (Stemona collinsae Craib.) ต่อสัตว์น้ำบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สร้อยญา วัชรไทย์. 2551. ความหลากหลายของพืชสกุลหนอนตายหยา (Stemona) ในประเทศไทย และปัญหาในการวิจัย. วารสารข่าวศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง. 22(1):22-23.

Bown, D. 1995. The Royal Horticultural Society Encyclopedia of Herbs & Their Uses. Dorling Kindersley Limited, London.

Burkill, I. H. 1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. vol. 2 (I-Z). Art Printing Works, Kuala Lumpur, Malaysia.

Chuakul, W., P. Saralamp, W. Paonil, R. Temsiririrkkul and T. Clayton. 1997. Medicinal Plants in Thailand. vol. 2. Amarin Printing and Publishing Public Co., Ltd. Thailand.

Duyfjes, B.E.E. 1991. Stemonaceae and Pentastemonaceae; with miscellaneous notes on members of both families. Blumea. 36:239-252.

Gegnepain, F. 1934. Stemonaceae (Roxburghiaceae). Flore generale de L'Indo-Chine. 6:745-753.

Harborne, J.F. and H. Baxter. 2001. Chemical Dictionary of Economic Plants. John Wiley & Sons Ltd.,

New York.

Hooker, J.D. 1894. The Flora of British India. vol. 6. Orchidea to Cyperacea. L. Reeve & Co., Ltd, London.

Huang, K.C. 1999. The Pharmacology of Chinese Herbs. CRC Press, London.

Inthachub, P. 2008. Taxonomic Revision on the Family Stemonaceae in Thailand. Master Thesis. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

National Institute for the Control of Pharmaceutical and Biological Products. 1987. Colour Atlas of Chinese Traditional Drugs. C & C Joint Printing Co., (H. K.) Ltd., Hong Kong.

Perry, L.M. 1980. Medicinal plants of East and Southeast Asia. The Massachusetts Institute of Technology, London.

Petelot, A. 1952. Les Plantes Medicinales du Cambodge, du Laos et du Vietnam. tome 3. Ibid.

Ponglux, D., S. Wongseripipatana, T. Phadungcharoen, N. Ruangrungsri and K. Likhitwitayawuid. 1987. Medicinal Plants. Victory Power Point Crop., Ltd., Thailand.

Saralamp, P., W. Chuakul, R. Temsiririrkkul and T. Clayton. 1996. Medicinal Plants in Thailand. vol. 1. Amarin Printing and Publishing Public Co., Ltd., Thailand.

Tang, W. and G. Eisenbrand. 1992. Chinese Drugs of Plant Origin: Chemistry, Pharmacology, and Use in Traditional and Modern Medicine. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน

หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

ผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

ฝ่ายบริหารและประกันคุณภาพ

ดร. ขวนพิศ อรุณรังสิกุล

บรรณาธิการ

นวลวรรณ ฟ้างูสง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

สมนึก พรหมแดง

ญาณี มั่นอัน

กองบรรณาธิการ

จันทร์จรัส วีรสาร

ศิริพร วิทโคโต

เนตรชนก เกียรติ์นันทพัทธ์

อดิษฐ์ แซ่จิว

อุดม แก้วสุวรรณ

น้ำอ้อย เหลืองน้ำเพชร

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ

เฟื่องฟ้า จันทนิม

คณิตฐา ชินวงศ์เขียว

การเงิน

อรวรรณ ไกรวิจิตร

ขอรับเป็นสมาชิกได้ที่

บรรณาธิการ วารสารข่าวศูนย์ฯ

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน 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