วารสารข่าว

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC NEWSLETTER

ปีที่ 26 ฉบับที่ 2
กรกฎาคม - ธันวาคม 2555

Vol. 26 No. 2 July - December 2012
ISSN 0857 - 5010

สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ 2

งานวิจัย

- ผลของระบบการจัดการธาตุอาหารพืชด้วยวัสดุธรรมชาติต่อการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 4

การเกษตร

- ความสำคัญของการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชกับระบบผลิตสินค้าเกษตรและอาหาร ตามมาตรฐานด้านอาหารปลอดภัย 11

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- แก๊สโครมาโทกราฟีเพื่อการวิเคราะห์กรดไขมันในน้ำมันพืช 16

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

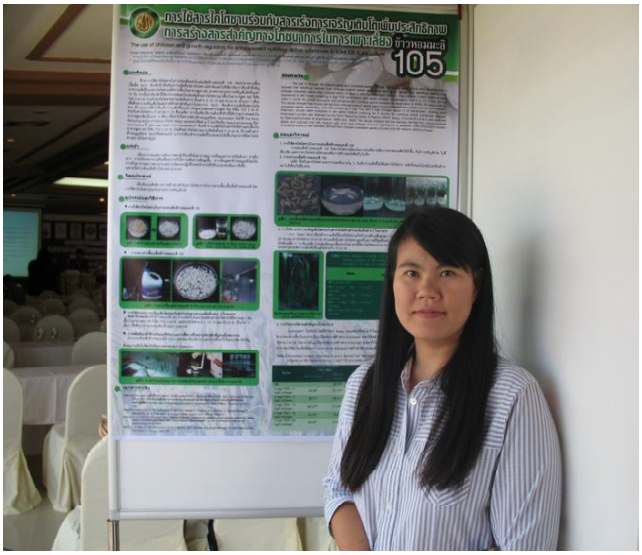
- ข้อเท็จจริงของสาหร่ายไฟและสถานภาพในปัจจุบัน 22

ปฐมพร โพธิ์นิยม และคณิตฐา ชินวงษ์เขียว

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

ผลงานวิจัยของนักวิจัยสังกัดฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองได้รับรางวัล

◈ ผลงานเรื่อง **การใช้สารไคโตซานร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโตเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างสารสำคัญทางโภชนาการในการเพาะเลี้ยงข้าวหอมมะลิ 105** โดย **รงรอง หอมหวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์ เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ สุลักษณ์ แจ่มจำรัส รัตนา เอการัมย์ พีรพงษ์** แสงวนางค์กูล ชูศักดิ์ คุณุไทย และ**ชวนพิศ อรุณรังสิกุล**ได้รับรางวัลผลงานวิจัยลำดับที่ 2 ภาคโปสเตอร์ ในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 14 - 16 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียน พาเลซ พัทยา จังหวัดชลบุรี



◈ ผลงานเรื่อง **ผลของการยกระดับการงอกของเมล็ดฟักข้าวด้วยการใช้วิธีกลและสารเคมี** โดย **เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล ศิริวรรณ ทิพรักษ์** และพิทักพงศ์ ป้อมปรานี ได้รับรางวัลผลงานวิจัยยอดนิยมระดับชมเชย ภาคโปสเตอร์ ในการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 23 - 24 พฤษภาคม 2555 ณ ห้องแกรนด์บอลรูม โรงแรมเทวราช จังหวัดน่าน

การเสนอผลงานทางวิชาการ

◈ การเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 8 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2554

○ **จันทร์จรัส วีรสาร** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาหมึกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักกาดเขียวกวางตุ้ง

◈ การเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ International conference on postharvest pest and disease management in exporting horticultural crops (PPDM) ระหว่างวันที่ 21 - 24 กุมภาพันธ์ 2555 ณ The Golden Tulip Sovereign Hotel, กรุงเทพฯ

○ **นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย เรื่อง *Bacillus megaterium* isolate 3103: antagonistic spectrum on *Colletotrichum gloeosporioides* diversity, and impact of field application on postharvest incidence of mango fruit anthracnose

○ **นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ เรื่อง Direct testing of *Zingiber cassumunar* and *Curcuma comosa* crude extracts upon spore germination of *Colletotrichum* spp. encouraging by a solubilizer, hydrogenated castor oil

◈ **รงรอง หอมหวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์ เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ สุลักษณ์ แจ่มจำรัส รัตนา เอการัมย์** พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล ชูศักดิ์ คุณุไทย และ**ชวนพิศ อรุณรังสิกุล** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ เรื่อง**การใช้สารไคโตซานร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโตเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างสารสำคัญทางโภชนาการในการเพาะเลี้ยงข้าวหอมมะลิ 105** ในการประชุมสัมมนาวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 14 - 16 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียน พาเลซ พัทยา จังหวัดชลบุรี

◈ การเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 23 - 27 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมเทวราช จังหวัดน่าน

○ **ชวนพิศ อรุณรังสิกุล อุดม แก้วสุวรรณ์** และ**วันดี วงษ์เสถียร** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ เรื่อง **คุณภาพการงอกของเมล็ดพันธุ์ไม้กฤษณาในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด และในแปลงทดลองหน่วยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม**

○ **เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ ชวนพิศ อรุณรังสิกุล** พิทักพงศ์ ป้อมปรานี และ**ศิริวรรณ ทิพรักษ์** เข้าร่วมเสนอผลงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ เรื่อง **ผลของการยกระดับการงอกของเมล็ดฟักข้าวด้วยการใช้วิธีกลและสารเคมี**

การจัดนิทรรศการ

◈ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ร่วมจัดนิทรรศการในงานเกษตรแฟร์ ประจำปี 2555 ระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม - 7 มิถุนายน 2555 ณ อาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

○ **อุดม แก้วสุวรรณ์** เรื่อง การผลิตวัสดุปลูกจากวัสดุเหลือใช้การเกษตรที่มีคุณภาพสูง

○ **ลักขณา เบ็ญจวรรณ์** เรื่อง เครื่องหมักขยะอินทรีย์สำหรับบ้านเรือนและองค์กรชุมชน

○ **เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์** เรื่อง ถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ CLGC 30

○ **สุรัตน์วดี จิวะจินดา** เรื่อง ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันสกัดจากเมล็ดผลไม้

○ **มณฑา วงศ์มณีโรจน์ รงรอง หอมหวล** และ **สุลักษณ์ แจ่มจำรัส** เรื่อง การผลิตต้นกล้ากล้วยหอมทองในสภาพปลอดเชื้อและการปลูกเพื่อกำหนดวันเก็บเกี่ยว

○ **รงรอง หอมหวล มณฑา วงศ์มณีโรจน์** และ **สุลักษณ์ แจ่มจำรัส** เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตต้นกล้าสับปะรดอย่างรวดเร็วด้วยวิธีเพาะเลี้ยงแบบจุ่มชั่วคราว (Temporary Immersion)

โครงการฝึกอบรมของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน จะดำเนินการจัดฝึกอบรม จำนวน 2 โครงการ ดังนี้

◈ **โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ Q อาสาเพื่อการผลิตพืชอาหารปลอดภัย จำนวน 2 รุ่น** สำหรับบุคคลทั่วไป หน่วยงานราชการ พนักงานส่วนท้องถิ่น เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องด้าน GAP อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน นิสิต/นักศึกษา โดยรุ่นที่ 1 ระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน - 1 กรกฎาคม 2555 และรุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 18 - 20 กรกฎาคม 2555 ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ หัวหน้าโครงการ)

◈ **โครงการฝึกอบรมทางวิชาการ เรื่อง การปลูกเลี้ยงและขยายพันธุ์กล้วยไม้ในเชิงการค้า** สำหรับบุคคลทั่วไป บริษัท/ห้างร้าน หน่วยงานราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 30 คน (นางรงรอง หอมหวล หัวหน้าโครงการ) **ยังไม่ได้ระบุเวลาการฝึกอบรม**

งานวิจัย

ผลของระบบการจัดการธาตุอาหารพืชด้วยวัสดุธรรมชาติต่อการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน*

Effect of Plant Nutrient Management System with Natural Materials on Baby Corn Production

รัตติญา พรมแสง[1] อรุณศิริ กำลัง[1] จันทร์จรัส วีรสาร[2] ธนพัฒน์ ปลื้มพวก[2] และสุริยา สาสนรักกิจ[3]

Rattiya Promsang[1], Arunsiri Kumlung[1], Janjarus Verasan[2], Tanapat Pluemphuak[2] and Suriya Sassanarakkit[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสวงหาระบบการจัดการธาตุอาหารพืชด้วยวัสดุธรรมชาติในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในรอบ 1 ปี โดยวัสดุธรรมชาติที่ใช้คือ ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยพืชสด กำหนดปริมาณไนโตรเจนที่ใช้เป็น 1N เท่ากับ 30 กก.N/ไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองและความต้องการของพืช การทดลองนี้ ทำในแปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง ระบบการจัดการธาตุอาหารประกอบด้วยการปลูกพืช 3 รุ่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 7 ตำรับการทดลอง ทำ 4 ซ้ำดังนี้ ตำรับที่ 1 และ 2 คือ ตำรับควบคุม(ไม่ใส่ปุ๋ย) และใส่ปุ๋ยเคมี 1N ตามลำดับ ตำรับที่ 3 และ 4 คือ ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N และ 2N ตามลำดับ ตำรับที่ 5, 6 และ 7 คือ ตำรับปุ๋ยพืชสด, ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับมูลโค 1N และตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับมูลโค 2N ตามลำดับ โดยตำรับที่ 1-4 ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน 3 รุ่นต่อเนื่องกัน ส่วนตำรับที่ 5-7 ปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดในรุ่นที่ 1 ตามด้วยการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน 2 รุ่นต่อเนื่องกัน ผลการทดลอง พบว่าชนิดและปริมาณของแหล่งปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันให้ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน (น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักอ่อน) ที่ปลูกในรุ่นเดียวกันนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงกว่ากลุ่มตำรับที่ใช้วัสดุธรรมชาติ กลุ่มตำรับที่ใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโคให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงกว่าตำรับที่ใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 1N ให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 2N เมื่อพิจารณาระบบการจัดการธาตุอาหารพืชต่อผลรวมของผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนทุกรุ่นที่ปลูก พบว่า ในกลุ่มตำรับที่มีการปลูกข้าวโพด 3 รุ่น คือ ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ตำรับปุ๋ยมูลโค1N และ 2N ให้ผลผลิตรวมสูงกว่าตำรับควบคุม ส่วนในกลุ่มตำรับที่มีการปลูกข้าวโพด 2 รุ่น คือ ตำรับปุ๋ยพืชสดตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค1N และ 2N พบว่าตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักสดใกล้เคียงกับตำรับควบคุม แต่ให้ผลผลิตฝักที่ปอกเปลือกแล้วรวมทั้งปีสูงกว่าตำรับควบคุม นอกจากนี้ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ใช้ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียง 2 ครั้งในขณะที่ตำรับควบคุมใช้ 3 ครั้ง

คำสำคัญ : การจัดการธาตุอาหารพืช วัสดุธรรมชาติ ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยพืชสด การผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

Abstract

The objective of this experiment was to obtain the suitable plant nutrient management on the production of baby corn during 1 year, by using natural materials such as cattle manure and green manure. The experiment was conducted in sandy loam soil with medium nutrient level at the experimental field of Soil Science Department, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. Based on soil properties and plant requirement the application of N-fertilizer was 30 kgN/rai, this rate was identified as 1N. Plant nutrient management system was applied to the 3 successive crops of baby corn. The experimental design was CRD with 7 treatments and 4 replications. Treatment 1 and 2 were control (without fertilizer) and with 1N chemical fertilizer, treatment 3 and 4 were 1N and 2N equivalent by basal cattle manure, respectively, treatment 5, 6 and 7 were planting jack bean as green manure during the first crop followed by two successive crops of corn, of which treatments 6 and 7 were incorporated with 1N and 2N basal cattle manure, respectively. The result showed that different sources of nitrogen in the same growing season gave statistically

* ผลงานวิจัยได้รับรางวัลชมเชย การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 7 - 8 ธันวาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[2] ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[3] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ 10900

significant difference in crop production (husked ear weight and dehusked ear weight). The chemical fertilizer (1N), succeeded to give more corn yield than the treatments of natural materials. The treatments of green manure plus cattle manure gave higher yield than the sole green manure treatment. The 1N cattle manure treatments gave higher yield than the 2N cattle manure treatments. For the determination of plant nutrient management system based on the total of 3 successive corn yields, the results indicated that the totality of corn yield of the treatments 2-4 were higher than control. The treatment 6 (green manure plus 1N cattle manure) which planted only two crops of corn gave similar husked ear weight compared to control, but gave dehusked ear weight (total/year) higher than control. Beside this, treatment 6 have harvesting cost only twice while control have 3 times.

Key Words: plant nutrient management, natural materials, cattle manure, green manure, baby corn production

E-mail: agrark@ku.ac.th, rattiya1520@hotmail.com

คำนำ

สิ่งท้าทายในการจัดการธาตุอาหารพืชในระบบเกษตรอินทรีย์คือ การรักษาไว้หรือการเพิ่มขึ้นของผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน การจัดการธาตุอาหารพืชที่ดีนอกจากจะให้ความมั่นคงด้านอาหาร และต่อความยั่งยืนของผลิตภาพดินแล้ว จะต้องไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ขณะเดียวกันเกษตรอินทรีย์จะต้องไม่ละเลยมิติด้านสังคมและเศรษฐกิจ องค์ประกอบที่จำเป็นในการจัดการธาตุอาหารพืชให้มีประสิทธิภาพ ได้แก่ 1) แหล่งธาตุอาหารพืชเพื่อให้การใช้ธาตุอาหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในการทำเกษตรกรรมอย่างเข้มข้นและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยแหล่งธาตุอาหารในระบบเกษตรอินทรีย์จะเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ และสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของวงจรธาตุอาหาร วัสดุอินทรีย์ที่นิยมใช้ เช่น ปุ๋ยพืชสด มูลสัตว์ เป็นต้น การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน จะส่งเสริมการดูดยึดน้ำในดินและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและสภาพทางฟิสิกส์ของดิน 2) การจัดการที่เหมาะสม จะต้องคำนึงถึงชนิดและปริมาณที่ใส่อย่างพอเพียง ตามระยะเวลาที่พืชต้องการ เพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหาร หรือเพิ่มทุนหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในพื้นที่ และประสิทธิภาพในการผลิตพืช และให้รายได้สูงสุดแก่เกษตรกรภายใต้เศรษฐกิจบริบทระดับท้องถิ่น ผลของการทำเกษตรกรรมแบบเกษตรอินทรีย์ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน พื้นที่ที่มีการทำเกษตรอินทรีย์มากกว่า 3 ปี พบว่ามีระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในสัดส่วนที่สูงกว่าพื้นที่ที่ไม่มีการทำเกษตรอินทรีย์ โดยเฉพาะปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียม (ฉลอง, 2553) ซึ่ง Bary *et al.* (2000) ได้รายงานว่า การใส่มูลสัตว์ซ้ำลงในแปลงเดิมเป็นเวลานาน จะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับมากเกินไป ในกรณีที่ไม่ได้เป็นเกษตรอินทรีย์ควรสลับไปใช้ปุ๋ยเคมีที่ให้ไนโตรเจนอย่างเดียว แต่หากเป็นแปลงเกษตรอินทรีย์ ควรหันมาปลูกพืชตระกูลถั่วทดแทน ซึ่งจะตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ และพืชตระกูลถั่วจะไม่ให้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมแก่ดินมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการทดลองใช้มูลโค ซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่ว คือถั่วพร้าเป็นแหล่งธาตุอาหาร และจัดระบบการจัดการธาตุอาหารพืช เพื่อศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดฝักอ่อนซึ่งเป็นสินค้าเกษตรอินทรีย์สำคัญที่ปลูกกันมากในแถบภาคตะวันตก

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองปลูกข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสม พันธุ์ SG 17 ต่อเนื่องกันในช่วงเวลา 1 ปี โดยใช้แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยจัดแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 14 เมตร x 3.75 เมตร จำนวน 32 แปลงย่อย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การทดลองนี้ได้กำหนดปริมาณไนโตรเจนตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรสำหรับข้าวโพดฝักสดเท่ากับ 30 กก.N/ไร่ (กำหนดให้เท่ากับ 1N) มีตำรับการทดลอง 7 ตำรับ จำนวน 4 ซ้ำ คือ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นตำรับควบคุม ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 1N ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยมูลโค 1N ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลโค 2N (ตำรับที่ 1-4 ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน 3 รุ่น) ตำรับที่ 5 ปุ๋ยพืชสด ตำรับที่ 6 ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ตำรับที่ 7 ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 2N (ตำรับที่ 5-7 ปลูกถั่วพร้า 1 รุ่นตามด้วยข้าวโพดฝักอ่อน 2 รุ่น) ปุ๋ยมูลโคที่ใช้ทดลอง ได้นำมูลโคจากฟาร์มตำบลทุ่งลูกนก อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มาผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 1 เดือน ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้ระยะปลูก 25 ซม. x 75 ซม. การใส่ปุ๋ยเคมีในตำรับปุ๋ยเคมีได้แบ่งใส่ 2 ครั้งโดยใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) รองพื้นอัตรา 20 กก.N /ไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แต่งหน้าอัตรา 10 กก. N /ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน การใส่ปุ๋ยมูลโคในกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลโคได้ใส่รองพื้นโดยการโรยเป็นแถว สำหรับปุ๋ยพืชสดทำโดยปลูกถั่วพร้าระยะปลูกเดียวกับข้าวโพด เมื่อถั่วพร้าออกดอกประมาณร้อยละ 50 (60 วัน) ไถกลบลงดิน การเก็บข้อมูลเพื่อประมวลผลประกอบด้วย ข้อมูลสมบัติดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว สมบัติของปุ๋ยมูลโค และการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งผลผลิตฝักสดที่ได้

จะนำไปปอกเปลือกเพื่อให้ได้ผลผลิตฝักอ่อน แล้วนำฝักอ่อนที่ได้แบ่งตามกลุ่มมาตรฐาน 3 กลุ่ม คือ ขนาดเล็ก (4-7 ซม.) ขนาดกลาง (>7-11 ซม.) ขนาดใหญ่ (>11-13 ซม.) และฝักที่ไม่ได้มาตรฐาน (<4 หรือ >13 ซม.) ส่วนต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวจะตัดไปชั่งน้ำหนักสด (ไม่มีการไถกลบลงแปลง) การปลูกพืชแต่ละรุ่นห่างกันประมาณ 4-5 เดือน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของดินในแปลงทดลองแสดงไว้ใน Table 1 ประเมินว่า ดินที่ใช้ทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพดิน ของกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2523)

2. สมบัติของปุ๋ยมูลโค

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลโค แสดงไว้ใน Table 2 พบว่า สัดส่วน C:N อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ และมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ตามเกณฑ์ที่กำหนดของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2552

3. การเจริญเติบโตของข้าวโพด

จาก Table 3 แสดงผลของตำรับการทดลองต่อความสูงของต้นข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น ณ วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยตำรับปุ๋ยเคมี 1N ให้ความสูงมากกว่าตำรับควบคุมทั้ง 3 รุ่น ในกลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค ให้ความสูงไม่แตกต่างจากตำรับควบคุมในรุ่นที่ 1 แต่สูงกว่าตำรับควบคุมในรุ่นที่ 2 และ 3 ส่วนในกลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด ให้ความสูงมากกว่าตำรับควบคุม ยกเว้นในตำรับที่

Table 1 Some chemical and physical properties of the soil before planting.

Soil properties	Values measured	Estimation*
pH (1 : 1 soil : water) [1/]	7.31	Slightly base
ECe (dS/m) [2/]	0.37	Non-saline
OM (%) [3/]	0.83	low
available P (mg/kg) [4/]	75.86	low
exchangeable K (mg/kg) [5/]	79.67	high
CEC (cmol/kg) [5/]	5.90	moderate
BS (%) [5/]	182.87	high
Texture [6/]	Sandy loam	-

[1/] 1:1 water/soil measurement by pH meter; [2/] saturated extraction; [3/] Walkley and Black method;
[4/] Bray II extraction; [5/] extract with 1N CH_3COONH_4 pH 7.0, [6/] Pipette method
* Land Development Department, 1980

Table 2 Chemical properties and nutrient contents of cattle manure.

Parameters	Values measured	Limitation*
pH (1:5) [1/]	7.45 - 7.90	
C/N ratio	18:1 - 21: 1	≤ 20/1
EC (1:5) [2/]	3.05 - 3.94	≤ 10.0
OM (%) [3/]	37.47 - 39.82	≥ 20.0
total N (%) [4/]	1.04 - 1.75	≥ 1.0
total P (%) [5/]	0.64 - 0.87	≥ 0.5
total K (%) [6/]	1.09 - 1.31	≥ 0.5

[1/] 1:5 water/manure measurement by pH meter; [2/] 1:5 water/manure measurement by EC meter; [3/] Walkley and Black method;
[4/] Kjeldahl methods; [5/] measurement by Spectrophotometer; [6/] measurement by Atomic absorption spectrophotometer
* Agriculture department, 2009

Table 3 Plant height as affected by treatments.

Treatments	Plant height (cm) at harvesting date		
	1st crop	2nd crop	3rd crop
1. Control	182.4 bc[1/]	144.7 c[1/]	155.5 d[1/]
2. F1	191.7 a	174.9 b	185.7 a
3. CM1	188.8 b	171.8 b	172.7 b
4. CM2	180.3 c	171.9 b	164.3 c
5. GM	-	171.4 b	157.0 d
6. GM+CM1	-	190.8 a	177.0 b
7. GM+CM2	-	176.8 a	177.8 b
F- test	**	**	**
CV (%)	17.1	17.8	8.7

[1/] Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

Table 4 Plant fresh weight as affected by treatments.

Treatments	Plant fresh weight (kg/rai)		
	1st crop	2nd crop	3rd crop
1. Control	3,380	2,596	1,9631/c
2. F1	3,968	2,581	2,751 ab
3. CM1	4,027	2,530	2,704 ab
4. CM2	3,267	2,566	2,297 cb
5. GM	-	2,756	1,970 c
6. GM+CM1	-	2,780	2,944 a
7. GM+CM2	-	2,035	2,740 ab
F- test	ns	ns	**
CV (%)	27.9	24.3	15.2

[1/] Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

มีการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว มีความสูงของข้าวโพดในรุ่นที่3 ลดลง และไม่ต่างจากตำรับควบคุม ส่วนน้ำหนักสดของต้นข้าวโพด (Table 4) พบว่า น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดจากแต่ละตำรับในรุ่นที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในรุ่นที่ 3 พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของตำรับการทดลองต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพด โดยตำรับปุ๋ยเคมี 1N, ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N, ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N และ 2N มีน้ำหนักสดมากกว่าตำรับควบคุม

4. ผลผลิตของข้าวโพด

ผลของตำรับการทดลองต่อน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในรุ่นที่ 1, 2, 3 และผลรวมของทั้ง 3 รุ่น แสดงไว้ใน Table 5 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยในรุ่นที่ 1 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ให้น้ำหนักฝักสดมากที่สุด รองลงมา คือ ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N ส่วนตำรับปุ๋ยมูลโค 2N และตำรับควบคุมให้ค่าน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกัน สำหรับในรุ่นที่2 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ยังคงมีน้ำหนักฝักสดมากที่สุด รองลงมา คือ ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N และตำรับปุ๋ยมูลโค 1N และในรุ่นที่ 3 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ยังคงมีน้ำหนักฝักสดมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค และตำรับปุ๋ยมูลโค 1N ตามลำดับ สำหรับผลรวมของน้ำหนักฝักสด พบว่าในกลุ่มตำรับที่ปลูกข้าวโพด 3 รุ่น ตำรับการใส่มูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักสดรวม 71% ของตำรับปุ๋ยเคมี ส่วนกลุ่มตำรับที่ปลูกข้าวโพด 2 รุ่น ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักสดรวม 54% ของตำรับปุ๋ยเคมี

Table 6 แสดงผลของตำรับการทดลองต่อน้ำหนักฝักอ่อนมาตรฐานซึ่งเป็นผลรวมของน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้ผ่านการคัดขนาดมาตรฐาน (เล็ก กลาง ใหญ่) ของข้าวโพดในรุ่นที่ 1, 2, 3 และผลรวมของทั้ง 3 รุ่น พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และสอดคล้องกับผลของน้ำหนักฝักสด กล่าวคือ ในรุ่นที่ 1 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ให้น้ำหนักฝักอ่อนมากที่สุด รองลงมา คือ ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N สำหรับในรุ่นที่ 2 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ยังคงมีน้ำหนักฝักอ่อนมากที่สุด รองลงมา คือ ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N และในรุ่นที่ 3 ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ยังคงมีน้ำหนักฝักอ่อนมากที่สุด รองลงมา คือ ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N สำหรับผลรวมของน้ำหนักฝักอ่อน พบว่า ในกลุ่มตำรับที่ปลูกข้าวโพด 3 รุ่น ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักอ่อนรวม 77% ของตำรับปุ๋ยเคมี ส่วนกลุ่มตำรับที่ปลูกข้าวโพด 2 รุ่น ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักอ่อนรวม 65% ของตำรับปุ๋ยเคมี

ผลของตำรับการทดลองต่อน้ำหนักรวมของฝักอ่อนที่แจกแจงในแต่ละกลุ่มขนาดมาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน ดังแสดงใน Table 7 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับควบคุมให้น้ำหนักฝักอ่อนกลุ่มขนาดเล็กมากที่สุด ตำรับปุ๋ยเคมี 1N และตำรับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักอ่อนกลุ่มขนาดกลางมากที่สุด และตำรับปุ๋ยเคมี 1N ให้น้ำหนักฝักอ่อนกลุ่มขนาดใหญ่และขนาดไม่ได้มาตรฐานมากที่สุด

ตำรับปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตต่ำกว่ากลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลโค 1N เพียงอย่างเดียว อาจเป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารที่ดินได้รับในรูปอินทรียสารจากทั้ง 2 ชนิดต่างกัน กล่าวคือ N, P_2O_5 และ K_2O ของถั่วพร้าก่อนการไถกลบ เท่ากับ 21, 10 และ 23 กก./ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ของปุ๋ยมูลโค 1N เท่ากับ 30, 15 และ 23 กก./ไร่ ส่วนกลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 1N ให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 2N ที่ปลูกในรุ่นเดียวกัน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ในปริมาณสูง อาจจะเกิดสารพิษกับพืชสูง จนทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (Delgado *et al.*, 2010)

Table 5 Husked ear weight as affected by treatments.

Treatments	Husked ear weight (kg/rai)			
	1st crop	2nd crop	3rd crop	Total
1. Control	1,249.0 c	597.3 d	801.0 d	2,647.4 d
2. F1	1,877.3 a	1,693.8 a	1,759.9 a	5,331.0 a
3. CM1	1,561.1 b	1,033.3 c	1,195.2 bc	3,789.6 b
4. CM2	1,304.8 c	813.9 d	981.3 cd	3,100.0 c
5. GM	-	882.1 cd	921.0 cd	1,803.1 e
6. GM+CM1	-	1,487.9 b	1,372.8 b	2,860.7 cd
7. GM+CM2	-	958.1 cd	1,309.3 b	2,267.4 de
F-test	**	**	**	**
CV (%)	17.2	9.6	17.5	7.9

[1/] Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

Table 6 Dehusked ear weight (sum of all standard sizes) as affected by treatments.

Treatments	Dehusked ear weight (kg/rai)			
	1st crop	2nd crop	3rd crop	Total
1. Control	100.5 c	72.5 e	107.5 d	280.5 d
2. F1	149.5 a	180.0 a	224.2 a	553.7 a
3. CM1	132.3 b	120.5 c	173.9 bc	426.7 b
4. CM2	105.8 c	90.3 d	147.9 c	344.0 c
5. GM	-	88.8 d	108.8 d	197.5 e
6. GM+CM1	-	162.8 b	197.9 ab	360.7 c
7. GM+CM2	-	102.4 d	182.9 b	285.3 d
F-test	**	**	**	**
CV (%)	3.5	8.2	13.1	16.9

1/ Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

Table 7 Dehusked ear weight (sum of all standard sizes) as affected by treatments.

Treatments	Dehusked ear weight (kg/rai)			
	1st crop	2nd crop	3rd crop	Total
1. Control	100.5 c	72.5 e	107.5 d	280.5 d
2. F1	149.5 a	180.0 a	224.2 a	553.7 a
3. CM1	132.3 b	120.5 c	173.9 bc	426.7 b
4. CM2	105.8 c	90.3 d	147.9 c	344.0 c
5. GM	-	88.8 d	108.8 d	197.5 e
6. GM+CM1	-	162.8 b	197.9 ab	360.7 c
7. GM+CM2	-	102.4 d	182.9 b	285.3 d
F-test	**	**	**	**
CV (%)	3.5	8.2	13.1	16.9

1/ Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

5. สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมบัติดินในแปลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แสดงไว้ใน Table 8 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่การใส่ปุ๋ยมูลโค 2N ให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สูงกว่าตำรับอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Bary *et al.* (2000) กล่าวว่าผลของการใส่มูลสัตว์ซ้ำลงในพื้นที่จะทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น และมีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินสูงขึ้นด้วย

Table 8 Some chemical soil properties after harvest.

Treatments	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
1. Control	1.0 d[1/]	86.9 c[1/]	88.4 d[1/]
2. F1	1.0 cd	96.8 bc	100.9 cd
3. CM1	1.2 bc	121.0 abc	128.1 c
4. CM2	1.5 a	171.9 a	217.2 a
5. GM	1.1 cd	95.9 bc	81.3 d
6. GM+CM1	1.2 bc	152.1 abc	129.6 c
7. GM+CM2	1.3 b	157.1 ab	175.8 b
F- test	**	*	**
CV (%)	6.5	33.0	19.3

[1/] Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.01).

** = highly significant at p < 0.01

F = chemical fertilizer; CM = cattle manure; GM = green manure

The number "1" that follows the letter = 30 kgN/rai and "2" = 60 kgN/rai

สรุปผลและเสนอแนะ

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของแหล่งธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกัน ให้ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในรุ่นเดียวกันนั้นแตกต่างกัน พบว่า ตำรับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่ใช้วัสดุธรรมชาติ และกลุ่มตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโคให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 1N ให้ผลผลิตของข้าวโพดสูงกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยมูลโค 2N

เมื่อพิจารณาผลรวมของผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนจากทุกรุ่นที่ปลูก ซึ่งมีระบบการจัดการธาตุอาหารพืชต่างกันนั้น พบว่า กลุ่มตำรับที่มีการปลูกข้าวโพด 3 รุ่น คือ ตำรับปุ๋ยเคมี 1N ตำรับปุ๋ยมูลโค 1N และ 2N ให้ผลผลิตทั้งในรูปน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักอ่อนสูงกว่าตำรับควบคุม โดยตำรับปุ๋ยมูลโค 1N ให้น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักอ่อน 71% และ 77% ของตำรับปุ๋ยเคมี ตามลำดับ ส่วนกลุ่มตำรับที่มีการปลูกข้าวโพด2 รุ่น คือ ตำรับปุ๋ยพืชสด ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N และ 2N พบว่า ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N มีน้ำหนักฝักสดใกล้เคียงกับตำรับควบคุม แต่มีน้ำหนักฝักอ่อนมาตรฐานสูงกว่าตำรับควบคุม โดยตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค1N ให้น้ำหนักฝักสด และน้ำหนักฝักอ่อน 54% และ 65% ของตำรับปุ๋ยเคมีตามลำดับ

ผลของระบบการจัดการธาตุอาหารพืชโดยใช้วัสดุธรรมชาติต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด 1 ปี ซึ่งประกอบด้วยการปลูกพืช 3 รุ่นนั้นเห็นได้ว่า ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N ให้ผลผลิตฝักที่ปอกเปลือกแล้วรวมทั้งปีสูงกว่าตำรับควบคุม โดยที่ตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค1N ใช้ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพียง 2 ครั้ง ในขณะที่ตำรับควบคุมใช้ 3 ครั้ง และตำรับควบคุมซึ่งไม่มีการใส่ธาตุอาหารเพิ่มเติมให้แก่ดินส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับตำรับอื่น แสดงว่าการจัดการธาตุอาหารมีความจำเป็นต่อการคงไว้ซึ่งผลิตภาพของดิน

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตข้าวโพดที่สูงที่สุดในระบบจัดการธาตุอาหารแบบเกษตรทั่วไป (ตำรับปุ๋ยเคมี) กับในระบบเกษตรอินทรีย์ (รุ่นที่ 1 คือตำรับมูลโค 1N, รุ่นที่ 2 และ 3 คือตำรับปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยมูลโค 1N) โดยคิดเป็นร้อยละของตำรับปุ๋ยเคมี พบว่า ความแตกต่างของผลผลิตฝักสดของทั้ง 2 ระบบการจัดการในรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คิดเป็นร้อยละ 17, 12 และ 22 ตามลำดับ และความแตกต่างของผลผลิตฝักอ่อนในรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คิดเป็นร้อยละ 12, 10 และ 12 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนระบบการปลูกพืชเพื่อเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ราคารับซื้อผลผลิตเกษตรอินทรีย์ต้องสูงกว่าเพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ โดยผลผลิตข้าวโพดในระบบเกษตรอินทรีย์ควรขายเป็นฝักอ่อนมากกว่าฝักสด เนื่องจากผลผลิตฝักอ่อนมีความแตกต่างของผลผลิต เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีน้อยกว่าผลผลิตฝักสด

อ่านต่อหน้า 15

ความสำคัญของการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชกับระบบผลิตสินค้าเกษตรและอาหารตามมาตรฐานด้านอาหารปลอดภัย

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล[1]

การประกันคุณภาพสินค้าเกษตร ในที่นี้คือ เมล็ดพันธุ์พืช ถือเป็นส่วนขยายพันธุ์พืชประเภทหนึ่ง ปัจจุบันธุรกิจอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์พืชมีการแข่งขันกันมากขึ้นเป็นลำดับ จึงมีความจำเป็นต้องมีมาตรการหรือกระบวนการรับรองคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า หรือวัตถุประสงค์ หรือนโยบายคุณภาพของสินค้าที่มีการกำหนดขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นกระบวนการผลิตภายใต้วิทยาการที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการด้านเมล็ดพันธุ์ พร้อมกับมีระบบการรับรองวิธีการผลิตและมีการตรวจสอบยืนยันคุณภาพผลผลิตว่าดีจริง และที่สำคัญต้องสามารถแสดงหรือให้รายละเอียดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ลูกค้าหรือผู้ใช้ต้องการ และเป็นไปตามกฎหมายของประเทศไทย อาจทำโดยหน่วยตรวจสอบรับรอง ที่จะทำหน้าที่ตรวจสอบ ตรวจประเมินคุณภาพ และให้การรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจในคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ที่เกษตรกรจะนำไปใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์ในระบบการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารที่ต้องการให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหาร เนื่องจากเมล็ดพันธุ์พืชถือเป็นปัจจัยการผลิตที่อยู่ในข้อปฏิบัติของมาตรฐานระบบการผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย (Good Agriculture Practice: GAP) ที่มีการระบุคุณภาพและแหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์หรือส่วนขยายพันธุ์

สาเหตุที่ต้องมีการประกันคุณภาพ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตรและมีการผลิตเพื่อการส่งออกเพื่อตอบสนองความต้องการอาหารที่มีเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างรวดเร็ว การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก หรือการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากและตอบสนองความต้องการอาหารภายในประเทศและต่างประเทศ ธุรกิจด้านอาหารที่ต้องการความปลอดภัยด้านอาหารถือเป็นหลักการที่ตลาดและผู้บริโภคต้องการ และสอดคล้องกับกฎหมายและกติกาด้านอาหารปลอดภัยของทั่วโลก ทำให้เกิดมาตรฐานระบบผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย (GAP) ทั้งที่เป็นของภาครัฐและของภาคเอกชน โดยเฉพาะในปัจจุบันมีการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารเพื่อการส่งห้างค้าปลีกในประเทศและเพื่อการส่งออกมากขึ้น จึงมีการเกิดมาตรฐาน GAP สากลขึ้นในหลายประเทศ เช่น QGAP ของภาคกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประเทศไทย GLOBALGAP ของกลุ่มค้าปลีกในสหภาพยุโรป ChinaGAP ของภาครัฐ ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน JGAP ของเอกชนในประเทศญี่ปุ่น และ ThaiGAP ของสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย เป็นต้น ซึ่งมาตรฐานเหล่านี้จะมีการกำหนดให้ผู้ผลิตแสดงที่มาของส่วนขยายพันธุ์ และต้องเข้าใจในความตรงตามพันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ รวมถึงการแสดงความเป็นเจ้าของพันธุ์ทางกฎหมาย ระบบการรับรองการผลิตอาหารเพื่อสร้างความมั่นใจให้ผู้บริโภคในอาหารดังกล่าวว่าได้รับสินค้าอาหารที่รับรองว่าได้มาจากระบบการผลิตที่ดีและมีความปลอดภัยจริง ตามหลักการที่เป็นสากล จำเป็นต้องมีการให้การรับรองว่าเป็นระบบผลิตที่ได้มาตรฐานโดยหน่วยงานรับรอง (Certified Body: CB) **การรับรองระบบผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย** นั้น หน่วยรับรองจะทำการตรวจสอบและตรวจประเมินระบบการผลิตว่าเป็นไปตามมาตรฐาน GAP ที่กำหนดไว้หรือไม่ ส่วนประกอบที่สำคัญของข้อควรปฏิบัติมีอยู่หลายเรื่องด้วยกัน เพื่อให้เกิดการนำไปปฏิบัติจริงในระบบการผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย **เมล็ดพันธุ์พืชที่มีคุณภาพดีถือเป็นข้อควรปฏิบัติหนึ่งที่ถูกกำหนดขึ้นในมาตรฐาน GAP เกษตรกรหรือผู้ผลิตต้องระบุแหล่งที่มาและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชที่ดีและเป็นไปตามที่ต้องการ เพื่อให้เกิดการบ่งชี้ปัจจัยการผลิตนี้ว่าเป็นตามเงื่อนไข หรือข้อกำหนดมาตรฐานหรือไม่**

ดังนั้นธุรกิจเมล็ดพันธุ์พืชของประเทศ จำเป็นต้องมีการพัฒนาและเพิ่มกระบวนการจัดการระบบการผลิตควบคู่กับระบบการควบคุมอย่างใกล้ชิดมากขึ้น ซึ่งถือเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้า วิธีการดำเนินการเพื่อให้เกิดระบบผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีการประกันคุณภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ พร้อมกับการสร้างระบบเอกสารที่สามารถใช้ในการตรวจสอบและประเมินตนเอง ทั้งนี้อาจจะมีการขอรับการตรวจสอบรับรองจากหน่วยงานที่มีความสามารถในการตรวจสอบและให้การรับรองอีกชั้นหนึ่ง เพื่อสร้างความมั่นใจในสินค้าเมล็ดพันธุ์ของบริษัทว่ามีคุณภาพที่ดีเหมาะสม

[1] นักวิจัยเชี่ยวชาญ งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

กับการนำไปใช้ปลูกของเกษตรกร ในปัจจุบันยังไม่มีหน่วยรับรองที่ให้บริการการรับรองระบบผลิตเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่แล้วในแต่ละบริษัทจะใช้วิธีการตรวจสอบและรับรองตนเอง กล่าวคือ มีระบบการผลิตที่มีการควบคุมและตรวจสอบตนเองในทุกขั้นตอนการผลิต เช่น การคัดเลือกพื้นที่ คัดเลือกช่วงฤดูกาล และการกำหนดแผนการผลิตให้มีความเหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการผลิต การควบคุมเกษตรกรในเครือผลิต การตรวจสอบต้นพ่อแม่เป็นระยะ ๆ การตรวจสอบเอกลักษณ์พันธุ์ในสภาพไร่ คุณภาพความงอก ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ และความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น ระบบการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชจึงเป็นความสนใจและความต้องการของบริษัทเมล็ดพันธุ์ เพื่อการสร้างความมั่นใจในผลผลิตเมล็ดพันธุ์ว่าได้จากระบบการผลิตที่มีการรับรองคุณภาพตลอดกระบวนการผลิต เริ่มจากการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ อันได้แก่ การคัดเลือกพื้นที่ คัดเลือกช่วงฤดูกาล และการกำหนดแผนการผลิตให้มีความเหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการผลิต ความสำคัญของสภาพแวดล้อมและนิเวศวิทยา ฤดูกาล อาจจะมีข้อจำกัดและเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาเพื่อการพิจารณาวางแผนการจัดการระบบผลิตเมล็ดพันธุ์พืชที่ให้ได้การประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Seed quality assurance) ที่ดีที่สุด ประกอบกับการสร้างระบบเอกสารที่สามารถใช้เป็นข้อมูลรายละเอียดการปฏิบัติงาน และระเบียบวิธีการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนที่ส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้เกิดการประกันคุณภาพจากบริษัทเมล็ดพันธุ์ที่สามารถรอรับการตรวจสอบรับรองจากหน่วยงานภายนอกได้ต่อไป

ลักษณะของคุณภาพที่ดีของเมล็ดพันธุ์พืช

○ มีความงอกและความบริสุทธิ์ทางกายภาพที่ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานของ พรบ. พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และพรบ. พันธุ์พืช ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2535

○ ให้ต้นกล้าพืชที่มีคุณภาพที่ดี ทั้งด้านความตรงตามพันธุ์ ความแข็งแรง และความสม่ำเสมอ ต้องมีสภาพปลอดโรคและแมลงศัตรูพืช ผ่านระบบการผลิตอย่างถูกสุขอนามัย เป็นต้นกล้าพืชที่มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช

○ เป็นพันธุ์พืชที่มีศักยภาพทางการตลาดและให้คุณภาพผลผลิตที่ดี

เป้าหมายของการมีระบบการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช

○ ทำให้เกิดการควบคุมและส่งเสริมลักษณะทางการเกษตรของพืชปลูกให้ดีขึ้น เป็นกิจกรรมหนึ่งในการสนับสนุนธุรกิจเมล็ดพันธุ์เครือข่ายการผลิตของเกษตรกร

○ พัฒนาให้เกิดหน่วยงานตรวจสอบรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช พัฒนาระบบธุรกิจการประกันคุณภาพสินค้าเกษตร

○ สร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกรที่ต้องการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารตามมาตรฐานระบบการผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัย มีการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำ (Tolerance test and proficiency test)

สาระสำคัญของขั้นตอนการผลิต การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช

○ มีพ่อแม่พันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพ

○ มีต้นแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์และเป็นที่ลูกค้าต้องการ

○ มีระบบเอกสาร การบันทึกข้อมูล หลักฐาน เพื่อใช้ประกอบการตรวจสอบ

○ มีกระบวนการตรวจสอบยืนยัน เพื่อแสดงการปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามระเบียบปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการผลิต ในแต่ละดัชนีการประเมิน พร้อมเอกสารแสดงรายละเอียดของ

Figure 1 Seed vigor produced the uniformity of seedling and stand establishment.

Figure 2 Physiological maturity period for suitable harvesting time.

Figure 3 Plant growth and development to reproductive stage.

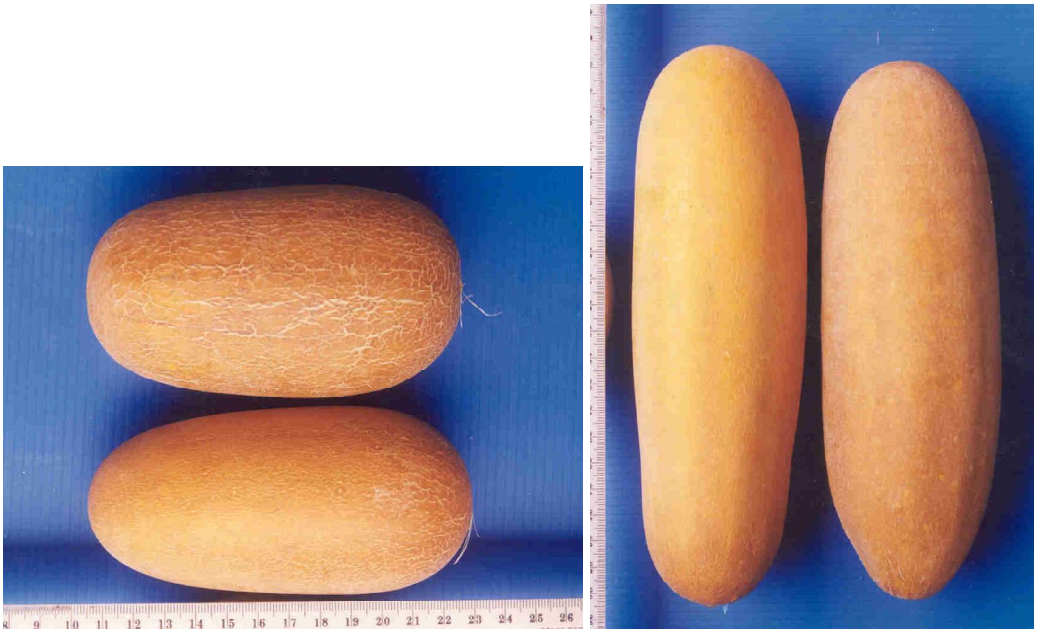


Figure 4 Harvested cucumber fruit characteristic showed the outer appearance fruit coat.

Figure 5 Combined harvesting machines using for harvesting time of large production land.

Figure 6 Suitable cleaning condition of processing equipment are required in order to ensure the genetic purity and non mixing seed variety.

ผลการตรวจสอบแต่ละดัชนีการประเมิน พร้อมการเก็บบันทึกเพื่อยืนยันและทวนสอบ ในกรณีที่มีข้อร้องเรียน

ดัชนีการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช

○ ลักษณะการแสดงออกในแปลง (Field performance)

○ ผลการตรวจสอบความสะอาดของแปลงผลิตเมล็ด-พันธุ์ ด้วยวิธีการกำจัดต้นปน หรือพันธุ์ปน พร้อมการบันทึก (Stand rouging)

○ ความสม่ำเสมอของต้น (Uniformity)

○ ระเบียบปฏิบัติในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (Harvesting procedure)

○ ระเบียบปฏิบัติในขั้นตอนการตรวจสอบ (Inspection procedure)

○ ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ (Physical purity)

○ คุณภาพและคุณลักษณะทางสรีระของเมล็ดพันธุ์ (Physiology determination) เช่น ความชื้น ความงอก ความแข็งแรง ความเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น

○ ความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (Genetic purity)

○ การทดสอบสุขภาพเมล็ดพันธุ์ (Planting health test)

ขั้นตอนการปฏิบัติและระบบเอกสารเพื่อการควบคุมคุณภาพ

ข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้อง

- ที่ตั้งแปลง รหัสแปลง
- พันธุ์ ลักษณะประจำพันธุ์
- ลักษณะการเจริญเติบโต อายุเก็บเกี่ยวหรือส่งมอบ
- การจัดการเฉพาะประเด็น
- บันทึกวันที่ที่ทำการผลิตส่วนขยายพันธุ์
- วันที่สุ่มตัวอย่างเพื่อส่งตรวจสอบ

เทคโนโลยีการผลิต ระบุเป็นรายละเอียดของระเบียบ

ปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน (Procedure)

- วิธีการเลือกพื้นที่ กำหนดระยะห่างของแปลง หรือกำหนดระยะเวลาปลูกให้เหลื่อมกัน
- วิธีการ/ขั้นตอนการผลิต
- วิธีการให้ปัจจัยน้ำ ธาตุอาหาร การจัดการศัตรูพืช
- วิธีการทำความสะอาดแปลง การตรวจสอบพันธุ์ปน การคัดต้นทิ้ง
- วิธีการเก็บเกี่ยว คัดเลือกคุณภาพ และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว เพื่อหลีกเลี่ยงการปะปนพันธุ์
- วิธีการส่งมอบ และบรรจุลงภาชนะเพื่อการส่งมอบ

การตรวจสอบและตรวจประเมินตนเอง ระบุเป็นรายละเอียดของระเบียบปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน (Procedure) พร้อมกับการกำหนดรายการตรวจ (Checklist) และกำหนดผู้ที่จะทำหน้าที่ตรวจสอบ เพื่อการยืนยันคุณภาพ รายละเอียดอาจจะประกอบด้วย

- การควบคุมการใช้ปัจจัยอย่างมีประสิทธิภาพ ให้สอดคล้องและเหมาะสม ทั้งในแปลงผลิต และโรงปรับสภาพ รวมทั้งพื้นที่พักและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์
- ระบบการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนการผลิต การตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ ๆ
- การตรวจสอบพันธุกรรม ลักษณะทางกายภาพ ทางชีวเคมี เป็นต้น
- การตรวจประเมินระบบผลิต

ความเข้าใจในบทส่งท้ายซึ่งพอจะกล่าวโดยสังเขปไว้ดังนี้ การทำระบบการประกันคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช คือ การนำองค์ความรู้และเทคนิคการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมกับระบบการผลิตที่สามารถตรวจสอบและยืนยันคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิต ตามสอบหรือทวนสอบได้ โดยการกำหนดเป็นระเบียบปฏิบัติของแต่ละขั้นตอนการผลิตและเพิ่มเติมระบบการควบคุมการผลิตและตรวจสอบยืนยัน ควบคู่กับระบบเอกสารที่ว่าด้วยเรื่องการจัดการคุณภาพภายในองค์กร พร้อมกับการเพิ่มศักยภาพของบุคลากรที่ปฏิบัติงานแต่ละส่วนให้สามารถเชื่อมโยงถึงกัน เพื่อการสร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกร และผู้ใช้เมล็ดพันธุ์พืชที่ดี มีการแสดงผลการตรวจสอบรับรองคุณภาพตามความจำเป็น หรือมีเอกสารแสดงและยืนยันการประกันคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืช

เอกสารอ้างอิง

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2553. เทคโนโลยีระบบประกันคุณภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชและส่วนขยายพันธุ์ เอกสารประกอบการฝึกอบรมภายใต้โครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบประกันคุณภาพการผลิตส่วนขยายพันธุ์พืชเพื่อรองรับการผลิตมาตรฐานสากล วันที่ 17 สิงหาคม 2553 ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม. 7 น.

Association of Official Seed Analysts. 2005. Seedling Evaluation Handbook Contribution No. 35 to the Handbook on Seed Testing. 128 pp.

Demir, I., S. Ermis, K. Mavi and S. Matthews. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. Seed Science and Technology, 36:21-30.

Ellis and Roberts. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Available Source: http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/44/5/1710., April 19, 2012.

International Seed Testing Association. 2003. International Rules for Seed Testing Edition 2003. Seed Science and Technology, Zurich, Switzerland.

◈ ผลของระบบการจัดการฯ ...ต่อจากหน้า 10

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. เรื่องการขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2552 ประกาศ ณ วันที่ 12 ตุลาคม. กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการเล่มที่28 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. กรุงเทพฯ.

ฉลอง เทพวิทักษ์กิจ. 2553. เกษตร : วิจัยเกษตรอินทรีย์ เพิ่มธาตุอาหารในดิน แหล่งที่มา: http:/www.dailynews.co.th/newstartpage/index.cfm?page=content&categoryId=339&contentID=87112, 26 สิงหาคม 2553.

Bary, A., Cogger, C. and Sullivan, D.M. 2000. Fertilizing with manure. Washington State University Extension. USA.

Delgad, M.M., Martin, J.V., Miralles, I.R., Cófreces, C.L. and García, C.M. 2010. Phytotoxicity of uncomposted and composted poultry manure. African Journal of Plant Science, 4(5): 154-162.

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แก๊สโครมาโทกราฟีเพื่อการวิเคราะห์กรดไขมันในน้ำมันพืช

สมนึก พรมแดง[1] และสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ[1]

แก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography; GC) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารผสมด้วยการระเหยให้กลายเป็นไอ โดยมีแก๊สเฉื่อยเป็นตัวพาไอของสารตัวอย่างผ่านเข้าไปในคอลัมน์ ที่บรรจุด้วยสารที่ทำหน้าที่แยกสารผสมหรือสารตัวอย่างเรียกว่า "สารตัวแยกหรือเฟสคงที่ (stationary phase)" สารตัวอย่างที่ระเหยได้ง่ายจะถูกดูดซับได้น้อย จึงส่งผ่านออกจากคอลัมน์ได้เร็วกว่าสารที่ระเหยช้าและถูกดูดซับได้ดี เมื่อสารตัวอย่างนั้นผ่านออกจากคอลัมน์จะถูกตรวจวัดด้วยชุดตรวจวัดสัญญาณ (detector) และส่งสัญญาณการตรวจวัดไปยังหน่วยแสดงผล ผลที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟที่เรียกว่า โครมาโทแกรม (chromatogram) จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งชนิดและปริมาณของสารตัวอย่างที่ระเหยได้นั้นเอง โดยพิจารณาข้อมูลของระยะเวลาที่สารตัวอย่างแต่ละชนิดเคลื่อนผ่านคอลัมน์ (retention time, t_R) และพื้นที่ (peak area) หรือความสูงของพีค (peak height) มาเปรียบเทียบกับพีคของสารมาตรฐาน (standard)

องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC

1. ถังบรรจุแก๊สที่ใช้บรรจุแก๊สที่เป็นตัวพาหรือเรียกว่า "เฟสเคลื่อนที่ (carrier gas)" ทำหน้าที่พาไอของสารตัวอย่างผ่านเข้าไปในคอลัมน์ แก๊สที่นิยมใช้ ได้แก่ ไนโตรเจน ฮีเลียม และอาร์กอน carrier gas ต้องมีการควบคุมอัตราการไหล (flow rate) ให้คงที่และเหมาะสมตามที่ต้องการ

คุณสมบัติของแก๊สตัวพานี้ประกอบด้วย

1.1 ควรมีคุณสมบัติเฉื่อยเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง หรือตัวทำละลาย หรือสารตัวแยก

1.2 เป็นแก๊สที่มีการแพร่กระจายได้น้อยและมีมวลโมเลกุลต่ำ

1.3 สามารถหาได้ง่ายและมีความบริสุทธิ์สูง

1.4 ราคาไม่แพง

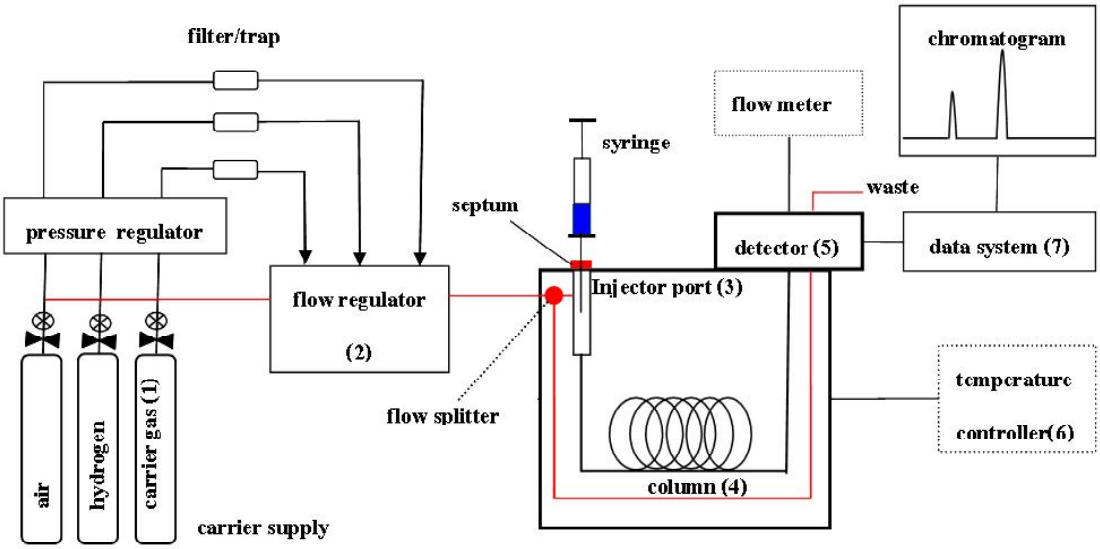
1.5 เป็นแก๊สที่เหมาะสมสำหรับชุดตรวจวัดสัญญาณ

แก๊สตัวพาที่ออกจากท่อแก๊สควรทำให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยให้ผ่านท่อที่บรรจุสารดูดซับ หรือโมเลกุลาซิฟ (molecular sieve) เพื่อขจัดไอน้ำหรือไอน้ำมัน(โมเลกุลาซิฟทำจากซีโอไลล์ โครงสร้างของซีโอไลล์จะเป็นรูพรุนและมีคุณสมบัติในการดูดซับดี ขนาดรูพรุนของโมเลกุลาซิฟ ที่ใช้กันอยู่มีขนาด40-60, 60-80 และ 80-100 mesh)

2. ส่วนควบคุมอัตราการไหลของแก๊สตัวพา (flow regulator) แก๊สตัวพาที่นิยมใช้ เช่น ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฮีเลียม เป็นต้น

3. ส่วนที่ป้อนตัวอย่างเข้าคอลัมน์ (Injector port) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับสารตัวอย่างที่เข้าสู่เครื่อง และทำให้ระเหยกลายเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์

4. คอลัมน์ (column) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ถือเป็นหัวใจของเครื่อง GC คอลัมน์บรรจุสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับ ทำหน้าที่ในการแยกสารตัวอย่างหรือสารผสม จะอยู่ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ

[1] หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

(oven) ลักษณะทั่วไปของคอลัมน์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ภาชนะบรรจุที่เป็นหลอดหรือเป็นท่อ (tubing) บรรจุสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับอยู่ภายใน stationary phase สามารถแบ่งคอลัมน์เป็น 2 ประเภท คือ

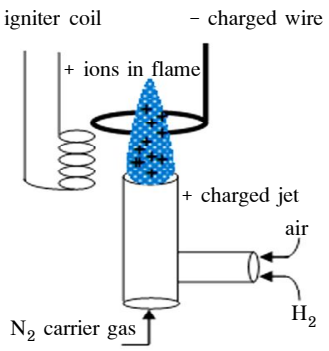
4.1 packed column คอลัมน์ที่มีลักษณะเป็นหลอดแก้วหรือโลหะ (stainless steel) เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-3.5 มิลลิเมตร ขดเป็นวงกลม ดังแสดงในภาพที่ 2 บรรจุสารดูดซับหรือสารตัวแยกที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นเคลือบอยู่บนผิวของแข็ง (solid support) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.15-0.25 มิลลิเมตร มีความยาวของคอลัมน์ประมาณ 1-5 เมตร

4.2 wall coat open tubular capillary column หรือ capillary column (ภาพที่ 3) คือ คอลัมน์ที่มีลักษณะเป็นท่อแก้ว โลหะหรือโพลิเมอร์บางชนิด ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า1 มิลลิเมตร บรรจุสารตัวแยกเคลือบเป็นฟิล์มบาง ๆ อยู่บนผนัง ภายในของท่อ capillary column ที่มีความยาวถึง 100 เมตร สามารถแยกและวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้น capillary column จึงมีประสิทธิภาพในการแยกสูงกว่าเมื่อเทียบกับ packed column

ภาพที่ 2 packed column

ภาพที่ 3 capillary column

5. ชุดตรวจวัดสัญญาณ (detector) เปรียบเสมือนสมองของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ทำหน้าที่ตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกจากคอลัมน์ ชุดตรวจวัดสัญญาณมีหลายชนิด ยกตัวอย่างชุดตรวจวัดชนิดเฟลมไอออไนเซชัน (Flame Ionization Detector; FID) ใช้สำหรับการวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ทุกตัวที่สามารถเกิดการแยกประจุ หรือไอออไนซ์ (ionization) ได้ในเปลวไฟ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กลไกชุดตรวจวัดชนิดเฟลมไอออไนเซชัน

เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ของแก๊สไฮโดรเจน กับแก๊สออกซิเจน หรืออากาศซึ่งเกิดขึ้นตรงหัวจุดเปลว หรือหัวเจ็ท (charged jet) ของชุดตรวจวัดชนิด FID เมื่อสารตัวอย่างถูกแก๊สพามา ผ่านออกจากคอลัมน์เข้าสู่หัวเจ็ทของเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงถึง 2,100 องศาเซลเซียส จะเกิดการไอออไนเซชันได้อนุภาคที่มีประจุบวก (positive ions) หรือที่เรียกว่าคาร์บอเนียมไอออน (carbonium ions) และอิเล็กตรอน อนุภาคที่มีประจุบวกจะวิ่งไปที่อิเล็กโทรดของตัวเก็บ (collector electrode) ในภาพจะเห็นเป็นรูปวงแหวน (ring shaped electrode) ที่อยู่รอบเปลวไฟ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างเปลวไฟกับอิเล็กโทรดตัวเก็บ และวัดออกมาในรูปของกระแสไฟฟ้า (electric current) ประมาณ 10-14 แอมแปร์ โดยกระแสไฟฟ้าดังกล่าวนี้จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนอะตอมที่เกิดขึ้นภายในเปลวไฟ และมีตัวขยายสัญญาณ (amplifier) กระแสไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผลและบันทึกข้อมูล (recorder หรือ data system) ต่อไป

เนื่องจากสารแต่ละตัวมีการแพร่กระจายตามแนวคอลัมน์ และบันทึกออกมาในรูปของกราฟโดยชุดตรวจวัดในลักษณะของข้อมูลในแกนนอนเป็นแกนของเวลา แกนตั้งเป็นแกนของ intensity กราฟที่ได้จึงมีลักษณะเป็นพีค (peak) เรียกว่า โครมาโทแกรม พื้นที่ใต้พีค (peak area) แปรผันโดยตรงกับปริมาณสารที่แยกได้จากคอลัมน์ ถือเป็นหลักวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) ส่วนเวลาที่ใช้นับตั้งแต่ระยะเวลาเมื่อสารถูกนำเข้าในคอลัมน์จนผ่านมาถึงชุดตรวจวัด (retention time, t_R) จะเป็นคุณสมบัติเฉพาะของสารแต่ละตัวที่สภาวะหนึ่ง ๆ ถือเป็นหลักในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (qualitative analysis)

6. ส่วนควบคุมอุณหภูมิ (temperature controller) เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิทั้งช่วงของการป้อนสารตัวอย่าง คอลัมน์ และชุดตรวจวัดสัญญาณ

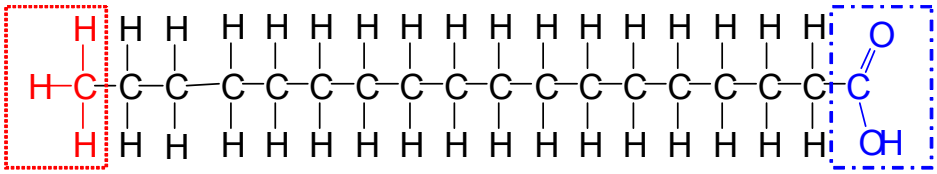
7. ส่วนประมวลผลและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ (recorder หรือ data system) ใช้สำหรับบันทึกสัญญาณที่ได้จากชุดตรวจวัดสัญญาณ สัญญาณที่ให้ออกมาเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินผลได้ทั้งคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ (integrater) เครื่องบันทึกโครมาโทแกรม หรือใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เข้าช่วย

น้ำมันพืช

น้ำมันพืช คือ ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่สกัดได้จากพืช ประกอบด้วยเบต้า-แคโรทีน วิตามินอี และกรดไขมัน เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก น้ำมันงา น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันถั่วลิสง ในปัจจุบันเรานิยมนำน้ำมันพืชมาใช้ในการปรุงอาหาร น้ำมันพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้นอกเหนือจากการบริโภค เช่น ทำสี และน้ำมันผสมสี เครื่องสำอาง ยารักษาโรค สบู่ ผงซักฟอก เส้นใยสังเคราะห์ หนังเทียม แผ่นพลาสติก น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

กรดไขมัน (Fatty acid)

กรดไขมัน (fatty acid) เป็นหน่วยย่อยของไขมัน ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีการเรียงตัวของธาตุคาร์บอน (Carbon; C) และไฮโดรเจน (Hydrogen; H) ที่ปลายด้านหนึ่งเป็นหมู่เมทิล (methyl group; $-CH_3$) อีกด้านหนึ่งเป็นหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group; -COOH) (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แสดงสูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดไขมัน

กรดไขมันสามารถแบ่งออกตามจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กรดไขมันชนิดสั้น หรือจำนวนคาร์บอนน้อย (short chain fatty acid) คือ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล4-10 อะตอม เช่น กรดบิวทิริก (butyric acid) กรดคาไพรลิก (caprylic acid) และกรดคาพริก (capric acid)

2. กรดไขมันชนิดสายกลาง (medium chain fatty acid) มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 12-14 อะตอม เช่น กรดลอริก (lauric acid) และกรดไมริสติก (myristic acid)

3. กรดไขมันชนิดสายยาว (long chain fatty acid) มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลมากกว่า16 อะตอมขึ้นไป กรดไขมันกลุ่มนี้ไม่มีกลิ่นและรสชาติ เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดลิโนเลนิก (linolenic acid)

จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของกรดไขมันจะขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนอะตอมและจำนวนพันธะคู่ กล่าวคือกรดไขมันอิ่มตัวมีจุดเดือดสูงกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีโมเลกุลใกล้เคียงกัน กรดไขมันจัดเป็นอาหารสำคัญของกล้ามเนื้อหัวใจ และอวัยวะภายในร่างกาย ซึ่งป้องกันการเกิดโรคหัวใจ อาหารที่พบว่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมาก ได้แก่ น้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา ผักใบเขียว ปลา น้ำมันตับปลา และน้ำมันจากปลาทะเลต่าง ๆ

กรดไขมันแบ่งตามโครงสร้างทางชีวเคมีออกเป็น 2 ชนิด

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid; SFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทุกพันธะ (single bond) คาร์บอนอะตอมจะต่อกันเป็นสายโซ่ มีแขนของคาร์บอนแต่ละตัวจับอะตอมของไฮโดรเจนเต็ม ไม่มีแขนว่าง เช่น กรดปาล์มมิติก (palmitic acid, C16 :0)

กรดปาล์มมิติก เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากทั้งในสัตว์และพืช เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว เนย ไข่แดง มะพร้าว และปาล์ม เป็นต้น หากร่างกายได้รับกรดไขมันชนิดนี้มากเกินจำเป็น จะทำให้เป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และสมองขาดเลือด

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid; UFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่ (double bond) อย่างน้อย 1 คู่ สลับกับพันธะเดี่ยวตลอดสาย อะตอมของคาร์บอนบางตำแหน่งจับกับไฮโดรเจนไม่เต็มกำลัง ทำให้เกิดมีแขนคู่ เช่น กรดโอเลอิก (oleic acid, C18: 1 ; n9)

กรดโอเลอิก เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเอง หากรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดนี้เข้าไปจะไม่สะสมเป็นไขมัน เป็นกรดไขมันที่ทำงานร่วมกับกรดไขมันลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามจำนวนของพันธะคู่ได้ ดังนี้

2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid; MUFA) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลเพียง 1 คู่ ตัวอย่างเช่น กรดโอเลอิก (oleic acid; C18 : 1; n9 หรือ omega-9 fatty acid) พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันมะกอก ซึ่งมีกรดโอเลอิกสูง

2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid; PUFA) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า1 คู่ ส่วนใหญ่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุล 18-22 อะตอม และมีพันธะคู่ 2-6 คู่ พบมากในน้ำมันพืชและในน้ำมันปลา ตัวอย่างของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ได้แก่

ก. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 2 คู่ เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid, C18 : 2; n6 หรือ omega-6 fatty acid) มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 และ 12

กรดลิโนเลอิก พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน

ข. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 3 คู่ เช่น กรดลิโนเลนิก (linolenic acid, C18: 3; n3 หรือ omega-3 fatty acid) มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9, 12 และ 15

กรดลิโนเลนิก พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันงา

กรดไขมันไม่อิ่มตัว มีการเรียกชื่อตามตำแหน่งพันธะคู่ได้เป็น 2 แบบ คือ นับตำแหน่งของคาร์บอนอะตอมจากปลายด้านหมู่คาร์บอกซิล และการนับตำแหน่งของคาร์บอนจากปลายด้านเมทิล หากนับตำแหน่งพันธะคู่อันแรกจากคาร์บอนด้านเมทิล จะเรียกว่าเป็นกลุ่ม โอเมกา (omega) กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว กลุ่มที่มีพันธะคู่อันแรกอยู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่3 และที่ 4 เรียกว่าเป็นกรดไขมันชนิดโอเมกา-3 (omega-3 fatty acid) หากตำแหน่งพันธะคู่อันแรกอยู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 6 และ 7 เรียกว่าเป็นกรดไขมันชนิดโอเมกา-6 (omega-6 fatty acid) และสำหรับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะเพียง1 อัน จะมีพันธะคู่อยู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่9 และที่ 10 จึงเป็นกรดไขมันชนิดโอเมกา-9 (omega-9 fatty acid)

เนื้อหาต่างๆ ต่อจากนี้จะเป็นการรวบรวมผลการวิเคราะห์และประสบการณ์การศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันพืช ตั้งแต่การเตรียมตัวอย่าง จนถึงการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC พร้อมประมวลผล จากการตรวจวัดของเครื่อง GC รุ่น CHROMPACK; CP 9001

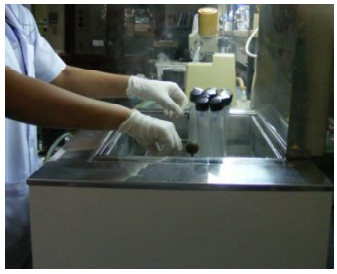
วิธีการเตรียมตัวอย่างน้ำมันพืชเพื่อวิเคราะห์กรดไขมัน โดยวิธีของ A.O.A.C. (1995)

โดยการดำเนินการเป็นขั้นตอนตามแผนภูมิการปฏิบัติงานเป็นลำดับ ดังนี้

ชั่งตัวอย่างน้ำมันพืช 40 mg ใส่ในหลอดทดลองขนาด 50 ml

เติม 0.5 M NaOH ที่ละลายใน methanol 5 ml และ ISTD* ความเข้มข้น 2000 ppm 1 ml

ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer



reflux ใน water bath ที่อุณหภูมิ 90 ^{0}C นาน 5 นาที

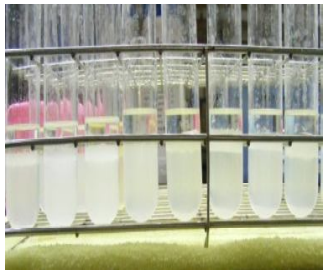
เติม 14 % boron trifluoride ที่ละลายใน methanol 5 ml

ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer ประมาณ 1 นาที

reflux ใน water bath ที่อุณหภูมิ 90 ^{0}C นาน 15 นาที

เติมสารละลาย NaCl อิ่มตัว 10 ml และ *n*-heptane 4 ml

ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer นาน 5 นาที



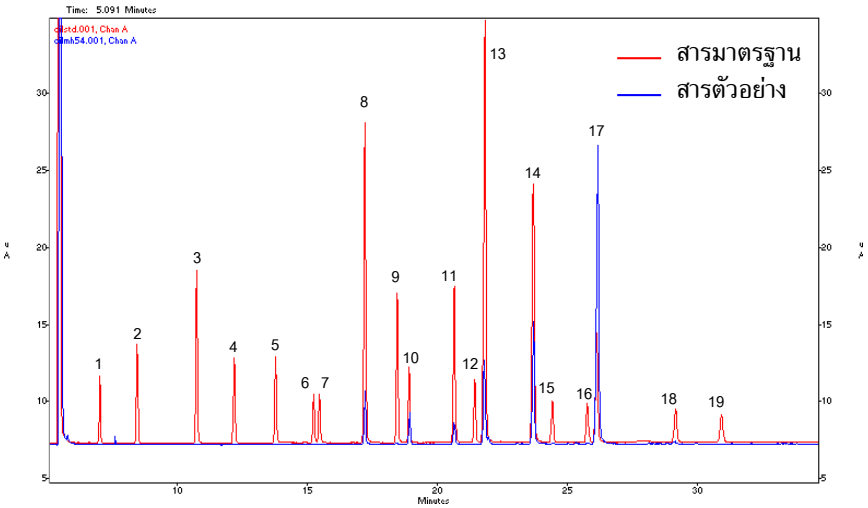
เกิดการแยกชั้นระหว่าง *n*-heptane : water

ดูดสารละลาย *n*-heptane ชั้นบน ใส่ vial 1 ml

ฉีดเข้าเครื่อง GC

ISTD* (internal standard; heptadecanoic acid: $C_{17}H_{33}COOH$; Sigma)

ผลการวิเคราะห์



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานกรดไขมัน (standard fatty acid methyl ester; สีแดง) และกรดไขมันของสารตัวอย่างน้ำมันงาขี้ม้อน 54 (สีน้ำเงิน)

ตารางที่ 1 แสดงสารมาตรฐานกรดไขมัน 19 ชนิด ตั้งแต่ C8-C22 (Standard of Fatty Acid Methyl Ester (FAME) 19 component; C8-C22)

No.	Fatty Acid Methyl Ester	Number of Carbon	No.	Fatty Acid Methyl Ester	Number of Carbon
1	Caprylic acid methyl ester	C8 : 0	11	Stearic acid methyl ester	C18 : 0
2	Capric acid methyl ester	C10 : 0	12	Elaidic acid methyl ester	C18 : 1n9t
3	Lauric acid methyl ester	C12 : 0	13	Oleic acid methyl ester	C18 : 1n9c
4	Tridecanoic acid methyl ester	C13 : 0	14	Linoleic acid methyl ester	C18 : 2n6c
5	Myristic acid methyl ester	C14 : 0	15	Arachidic acid methyl ester	C20 : 0
6	Myristoleic acid methyl ester	C14 : 1	16	cis-11-Eicosenoic acid methyl ester	C20 : 1
7	Pentadecanoic acid methyl ester	C15 : 0	17	α Linolenic acid methyl ester	C18 : 3n3
8	Palmitic acid methyl ester	C16 : 0	18	Behenic acid methyl ester	C22 : 0
9	Palmitoleic acid methyl ester	C16 : 1	19	Erucic acid methyl ester	C22 : 1n9
10	Heptadecanoic acid methyl ester	C17 : 0			

วิธีการคำนวณหาปริมาณกรดไขมันในสารตัวอย่าง

การคำนวณหาปริมาณกรดไขมันจะใช้การคำนวณพื้นที่ใต้พีค ตามสมการ

$$\%\ \text{fatty acid} = \frac{\text{peak area}}{\text{total peak area}} \times 100$$

คำอธิบายสมการ

peak area คือ พื้นที่ใต้พีคของกรดไขมัน 1 ชนิด

total peak area คือ พื้นที่ใต้พีคของกรดไขมันทุกชนิดรวมกัน โดยที่ไม่รวมพื้นที่ใต้พีคของ internal standard (C17:0)

สภาวะการวิเคราะห์ของ Gas Chromatograph : (CHROMPACK; CP 9001)

Technique	:	GC (CHROMPACK CP 9001)
Column	:	WCOT FUSED SILICA 50 M × 0.25 MM ID COATING CP-SIL 88 TAILOR MADE FAME (CHROMPACK; Cat. No. 7488)
FID-Detector temp.	:	280 ^{0}C
Injection temp.	:	270 ^{0}C
Carrier gas	:	He 100 kPa
Oven temp.	:	140 ^{0}C (5 min) (4 ^{0}C/min) $\longrightarrow$ 200 ^{0}C (15 min)
Injection volume	:	1 μl

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวของสารตัวอย่างน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมันพืช	กรดไขมันอิ่มตัว (% fatty acid)								กรดไขมันไม่อิ่มตัว (% fatty acid)				
									กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว			กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	
	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C20:0	C22:0	C16:1	C18:1 n9c	C20:1	C18:2 n6c	C18:3 n3
น้ำมันปาล์ม	nd	nd	nd	1.496	46.951	4.741	0.390	nd	0.113	35.959	nd	10.095	0.254
น้ำมันมะพร้าว	9.778	7.711	51.964	16.507	6.784	2.157	0.074	nd	nd	4.177	nd	0.847	nd
น้ำมันมะกอก	nd	nd	0.098	nd	11.693	4.155	0.422	0.125	0.779	75.676	0.205	6.115	0.652
น้ำมันงาขี้ม้อน	nd	nd	nd	nd	6.714	3.400	0.174	0.440	0.161	13.051	0.100	22.270	53.689
น้ำมันถั่วเหลือง	nd	nd	nd	0.105	12.070	3.188	0.250	0.400	0.093	18.474	0.186	59.598	5.635
น้ำมันงาขี้ม้อน 53	nd	nd	nd	nd	6.769	2.749	0.178	0.422	0.181	11.322	0.116	17.859	60.434
น้ำมันงาขี้ม้อน 54	nd	nd	nd	nd	6.812	2.769	0.176	0.511	0.167	11.483	0.114	20.272	57.697
น้ำมันงาดำ	nd	nd	nd	nd	9.795	5.267	0.598	0.185	0.122	37.327	0.149	46.189	0.369
น้ำมันงาขาว	nd	nd	nd	nd	9.617	6.325	0.729	0.166	0.114	34.110	0.149	48.275	0.516
น้ำมันงาดำ มก.	nd	nd	nd	nd	8.639	5.127	0.578	0.125	0.153	38.733	0.151	46.224	0.270
น้ำมันงาขาว มก.	nd	nd	nd	nd	9.794	5.630	0.581	0.149	0.163	36.088	0.129	47.149	0.318
น้ำมันเมล็ดชา	nd	nd	nd	nd	4.870	2.935	0.288	0.855	0.151	81.189	0.261	9.404	0.046
น้ำมันถั่วลิสง	nd	nd	nd	nd	12.592	3.886	0.892	3.091	0.086	38.830	0.892	38.788	0.155
น้ำมันดอกคำฝอย	nd	nd	nd	nd	7.365	1.968	0.280	0.334	0.082	9.032	0.156	80.650	0.132
น้ำมันรำข้าว	nd	nd	nd	0.395	20.568	1.953	0.731	0.172	0.176	40.731	0.538	33.671	1.082

หมายเหตุ : ผลลัพธ์ที่แสดงในตารางนี้เป็นการยืนยันเฉพาะสารตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบเท่านั้น

nd : ไม่สามารถตรวจวัดได้

สรุป

จากผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างน้ำมันพืชจำนวน 15 ชนิด ตัวอย่างพบว่า มีชนิดและปริมาณกรดไขมันที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นอิทธิพลจากพันธุกรรมพืช ชนิดของพันธุ์พืช แหล่งการเพาะปลูก การดูแล การเก็บเกี่ยว และวิธีการสกัด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวของน้ำมันมะพร้าว พบกรดไขมันลอริก (lauric acid, C12: 0) ปริมาณ 51.964 เปอร์เซ็นต์ ถือเป็นกรดไขมันพบมากที่สุดซึ่งเป็นลักษณะเด่นของพืชชนิดนี้ และส่วนน้ำมันปาล์มพบกรดไขมันปาล์มมิติก (palmitic acid, C16 :0) ปริมาณ 46.951 เปอร์เซ็นต์

2. ปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวของสารตัวอย่างน้ำมันงาขี้ม้อน 53 ที่เป็นชนิดกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว พบกรดไขมันโอเลอิก (oleic acid; C18:1 n9c หรือ omega-9 fatty acid) ในปริมาณ 11.322 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน พบกรดไขมันลิโนเลนิก (linolenic acid; C18:3; n3 หรือ omega-3 fatty acid) ปริมาณ 60.434 เปอร์เซ็นต์

3. สัดส่วนและชนิดของกรดไขมันในน้ำมันพืชมีความสำคัญต่อคุณภาพของน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันถือเป็นลักษณะของพืชชนิดนั้น ๆ ดังนั้น ในการใช้ประโยชน์ของน้ำมันจากพืชแต่ละชนิดจึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของกรดไขมัน

4. ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์พิจารณาในการเลือกใช้น้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพื่อประกอบอาหารแต่ละประเภท

5. ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในระดับอุตสาหกรรม

6. เทคนิค GC สามารถวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมัน ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยาก ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

มนตรี จุฬาวัฒนทล, ยงยุทธ ยุทธวงศ์, ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์, ประหยัด โกมารทัต, ประพนธ์ วิไลรัตน์, สกล พันธุ์ยิ้ม และภิญญโญ พานิชพันธ์. 2530. ชีวเคมี. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศส, กรุงเทพฯ 63-81 หน้า.

แม้น อมรสิทธ์, อมร เพชรสม และพลกฤษณ์ แสงวณิช. 2552. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด, กรุงเทพฯ, 397-449 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ, 244 หน้า.

A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Washington, DC.

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ข้อเท็จจริงของสาหร่ายไฟและสถานภาพในปัจจุบัน

ณัฏฐา เสนีวาส[1]

สมัยก่อนหากถามว่าพืชน้ำชนิดใดจัดเป็นวัชพืชที่พบบ่อยในนาข้าว ลำคลอง หรือคูน้ำ คำตอบที่ได้ต้องมีชื่อหนึ่งรวมอยู่ในนั้นเสมอ ๆ นั่นก็คือ สาหร่ายไฟ การที่จัดให้สาหร่ายไฟเป็นวัชพืชนั้นก็เนื่องจากการที่สาหร่ายไฟเจริญเติบโตและแพร่กระจายในแหล่งน้ำอย่างรวดเร็ว ปิดกั้นเส้นทางของน้ำ หากเจริญเติบโตในนาข้าวจะแก่งแย่งธาตุอาหารกับข้าวปลูก "สาหร่ายไฟ" ชื่อนี้มีที่มาอย่างไร? เคยมีคำกล่าวว่าสาหร่ายชนิดนี้เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิของน้ำบริเวณที่สาหร่ายเจริญเติบโตอยู่เพิ่มสูงขึ้นเลยตั้งชื่อว่าสาหร่ายไฟ หรืออาจมาจากการที่ส่วนสืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของสาหร่ายชนิดนี้มีสีส้มแดง เมื่อสาหร่ายไฟเจริญหนาแน่นในแหล่งน้ำ จึงมองเห็นเป็นจุดสีส้มขนาดเล็กจำนวนมากซึ่งอาจเป็นที่มาของชื่อสาหร่ายไฟ อย่างไรก็ตามผู้เขียนยังไม่เคยทดสอบว่าสาหร่ายชนิดนี้จะทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงได้จริงหรือไม่ และถ้าหากมีผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงได้จริงจะเกิดจากกลไกอะไร อันนี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาทีเดียว สาหร่ายไฟอาจเป็นที่รู้จักในแง่มุมของการเป็นวัชพืช แต่ที่จริงแล้วสาหร่ายไฟมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำอย่างมาก ด้วยบทบาทของการเป็นผู้ผลิตก๊าซออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำเหมือนกับพืชน้ำอื่น ๆ เป็นแหล่งอาหารให้กับนกน้ำ และเป็นแหล่งอนุบาลให้กับปลาวัยอ่อน

สาหร่ายไฟจัดเป็นสาหร่ายที่เป็นบรรพบุรุษของพืชบก (land plant) ทั่วไป (Karol *et al*., 2001) มีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า "stoneworts" เนื่องจากสาหร่ายไฟบางสกุล เช่น *Chara* และ *Tolypella* มักเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความเป็นด่างหรือน้ำกระด้าง ทั้งนี้เกิดจากการที่แหล่งน้ำนั้นมี calcium carbonate ละลายอยู่ และมักพบผลึก calcite ซึ่งได้มาจากการสะสมตัวของ calcium carbonate สะสมบริเวณผิวของทัลลัส(thallus; โครงสร้างที่ประกอบขึ้นเป็นส่วนคล้ายลำต้นซึ่งไม่ใช่ ราก ลำต้น และใบที่แท้จริง) ทำให้ทัลลัสอาจมีสีเขียวอ่อน หรือมีสีขาว (Graham *et al*., 2009) นอกจากนี้สาหร่ายไฟส่วนใหญ่มักมีกลิ่นเฉพาะตัวแบบ "skunky" คือมีกลิ่นคล้ายตัวสกั๊งค์ โดยเฉพาะสาหร่ายไฟสกุล *Chara* (John *et al*., 2002) ในประเทศไทยความรู้และความเข้าใจในเรื่องของสาหร่ายไฟนั้นยังมีอยู่อย่างจำกัด และมีความสับสนกับสาหร่ายอื่น ๆ ที่เป็นพืชมีดอก เช่น สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว และสาหร่ายพุงชะโด โดยเฉพาะกับสาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) ซึ่งมีลักษณะทรงพุ่มของลำต้น การแตกแขนง ที่มีความคล้ายคลึงกับสาหร่ายไฟ (*Chara zeylanica* C.L. Willdenow) เป็นอย่างมาก (ภาพที่ 1)

อย่างไรก็ตามสาหร่ายไฟเป็นพืชที่มีวิวัฒนาการต่ำกว่าสาหร่ายพุงชะโดซึ่งเป็นพืชมีดอก และถูกจัดให้อยู่คนละหมวดหมู่ของการจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก

สาหร่ายไฟจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้ในกลุ่มของแอลจี จัดอยู่ในหมวดคาโรไฟต้า (Charophyta) เรียกแอลจี

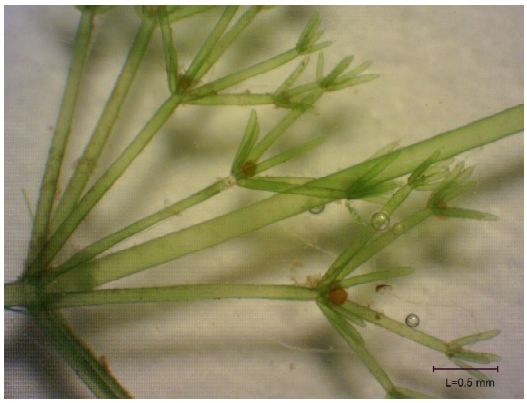
ภาพที่ 1 ก. สาหร่ายไฟ (*Chara zeylanica*) ข. สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum*)

[1] อาจารย์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

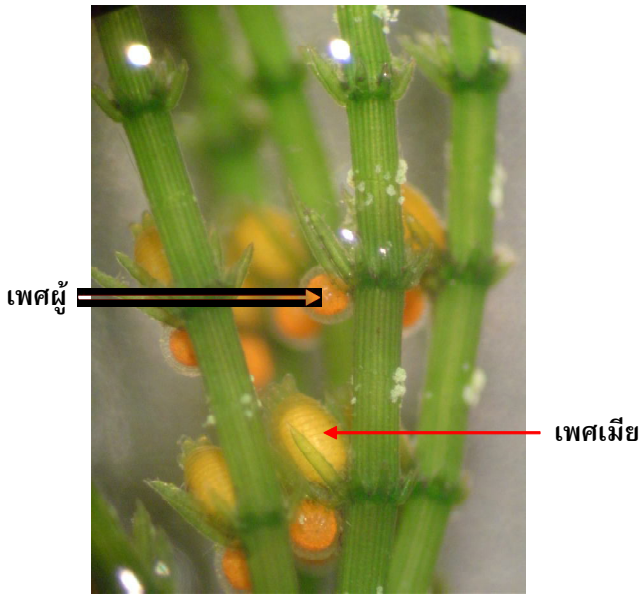
ในหมวดนี้โดยทั่วไปว่าคาโรไฟต์ (Charophytes) (Bold and Wynne, 1985) จัดว่ามีวิวัฒนาการต่ำกว่ากลุ่มพืชมีดอกซึ่งมีลักษณะเด่นคือไม่มีระบบท่อลำเลียง ทัลลัสประกอบด้วยชั้นเซลล์ที่ไม่ซับซ้อน ทรงพุ่มประกอบด้วยกิ่งจำนวนมาก โดยอาจมีลักษณะทรงพุ่มเป็นรูปสามเหลี่ยมเรียงเป็นระเบียบ หรือมีทรงพุ่มที่เรียงแบบไม่เป็นระเบียบได้ (ภาพที่ 2) มีการแตกแขนงของกิ่งแบบเป็นวงรอบข้อ (ภาพที่ 3) ไม่มีรากแต่จะมีส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายรากเรียกว่าไรซอยด์ (rhizoid) และที่สำคัญไม่สร้างดอกเพื่อการขยายพันธุ์แต่สร้างส่วนสืบพันธุ์เพศผู้ชื่อโกลบูล (globule) มีลักษณะกลมสีเขียว เหลือง หรือส้ม และส่วนสืบพันธุ์เพศเมียชื่อนูคูล (nucule) มีรูปร่างกลมรีกึ่งรูปไข่ ผนังของนูคูลประกอบด้วยเซลล์ใส ๆ พันล้อมรอบ และบริเวณปลายด้านบนของนูคูลจะพบเซลล์ขนาดเล็กจำนวน 5-10 เซลล์ เรียงตัวเป็นวงดูคล้ายกับมงกุฎ นูคูลมีสีเขียว เหลือง หรือส้ม(ภาพที่ 4) เมื่อนูคูลได้รับการผสมจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะได้ส่วนที่เรียกว่าไซโกสปอร์ (zygospore) ที่มีผนังค่อนข้างหนาและมีสีดำ (ภาพที่ 5) โดยไซโกสปอร์จะเจริญเป็นต้นสาหร่ายไฟต่อไป (Graham *et al.*, 2009) สาหร่ายไฟพบได้ทั่วไปในพื้นที่ชุ่มน้ำที่น้ำมีลักษณะใส (กาญจนภาชน์, 2527) ทั้งในน้ำนิ่งและสภาพน้ำไหลเอื่อย ๆ พบได้ทั้งในระดับน้ำที่ค่อนข้างลึกและในน้ำตื้น แต่จะพบได้ง่ายในแหล่งน้ำตื้นมากกว่า ซึ่งโดยทั่วไปสาหร่ายไฟจะเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพค่อนข้างเป็นด่าง นอกจากนี้อาจพบสาหร่ายไฟบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ในน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม เช่น *Chara evoluta* T.F. Allen เป็นต้น

ในปัจจุบันทั่วโลกพบสาหร่ายไฟอยู่6 สกุลได้แก่ *Chara* L., *Lamprothamnium* J. Groves, *Lychnothamnus* Ruprecht, *Nitellopsis* Hy, *Nitella* C. Agardh และ *Tolypella* A. Braun (John *et al.*, 2002) โดยมีการประเมินจำนวนชนิดไว้ที่ 81-400 ชนิด ซึ่ง *Chara* และ *Nitella* มีการแพร่กระจายสูงและมีจำนวนชนิดมากกว่าสกุลอื่น ๆ (Graham *et al.*, 2009) สาหร่ายไฟชนิดที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ *Chara globularis* J.L. Thuiller, *Chara zeylanica* และ *Nitella hyalina* De Candolle โดยเฉพาะ *Chara zeylanica*

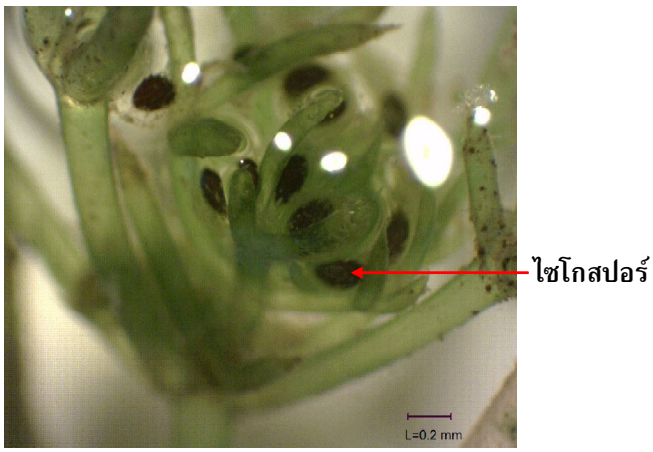
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะทรงพุ่มของสาหร่ายไฟ



ภาพที่ 3 ลักษณะการแตกแขนงของกิ่งแบบเป็นวงรอบข้อ



ภาพที่ 4 แสดงส่วนสืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของสาหร่ายไฟ



ภาพที่ 5 ลักษณะไซโกสปอร์บนทัลลัสของสาหร่ายไฟ

เป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืดของเขตร้อน โดยได้มีการบรรยายลักษณะของ *Chara zeylanica* เป็นครั้งแรกในประเทศศรีลังกา ซึ่งสังเกตได้จากชื่อระบุชนิดของ*Chara zeylanica* มาจากคำว่า ceylon ซึ่งแปลงเป็น ceylonica และเปลี่ยนเป็นภาษาลาตินว่า zeylanica ในที่สุด สำหรับประเทศไทยพบสาหร่ายไฟเพียง 4 สกุลได้แก่ *Chara*, *Nitella*, *Nitellopsis* และ *Tolypella* (กาญจนภาชน์, 2527)

ปัจจุบันสถานภาพการเป็นประโยชน์ของสาหร่ายไฟกำลังจะหมดไปพร้อม ๆ กับระบบการทำนาแบบปลอดวัชพืชโดยสิ้นเชิงด้วยการใช้ทั้งสารควบคุมวัชพืชและสารกำจัดแมลงศัตรูพืชปริมาณมาก เพราะเท่าที่ผู้เขียนได้สำรวจนาข้าวในพื้นที่ภาคกลางส่วนใหญ่แล้ว แทบไม่พบสาหร่ายไฟเจริญเติบโตในนาข้าวตามธรรมชาติอย่างที่เป็นมา อย่างไรก็ตามยังคงสามารถพบเห็นสาหร่ายไฟได้บ้างตามแหล่งน้ำธรรมชาติที่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน เช่น ลำธารหรือคูคลองขนาดเล็กในสภาพน้ำไหลเอื่อย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bold, H.C. and M.J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae : Structure and Reproduction. Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Graham L.E., J.M. Graham and L.W. Wilcox. 2009. Algae. Pearson Education, Inc., San Francisco.

John D.M., B.A. Whitton and A.J.Brook. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press., Cambridge.

Karol K.C., R.M. McCourt, M.T. Cimino and C.F. Delwiche. 2001. The Closest living relatives of land plants. Science 294: 2351-2353.

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน
หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ดร. สุดาวรรณ เชยชมศรี

บรรณาธิการ

สมนึก พรมแดง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ลักขณา เบ็ญจวรรณ ไพร มัทธวรัตน์

กองบรรณาธิการ

จันทร์จรัส วีรสาร อตินุช แซ่จิว
เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ อุดม แก้วสุวรรณ์
ปุณยวีร์ เดชครอง ปฐมพร โพธิ์นิยม
รัตนะ สุวรรณเลิศ สุลักษณ์ แจ่มจำรัส
ศิริวรรณ ทิพรักษ์ คณิตฐา ชินวงษ์เขียว

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ ญาณี มั่นอ้น
ยุพิน ศรีหิรัญต์ สายน้ำอ้อย สว่างเมฆ

การเงิน

น้ำอ้อย เหลืองน้ำเพ็ชร

บอกรับเป็นสมาชิกในนามหน่วยงานได้ที่

บรรณาธิการ วารสารข่าวศูนย์ฯ
ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ม. เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
โทรศัพท์ 034-281092 โทรสาร 034-351392
E-mail: rdisop@ku.ac.th

วารสารอิเล็กทรอนิกส์

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

วารสารข่าว
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
Central Laboratory and Greenhouse Complex
CLGC NEWSLETTER

พิมพ์ที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง 549/1 ซอยเสนานิคม 1 ลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 02-5791933