



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2558

ความสามารถในการผสมข้ามสกุลย่อยของกล้วยไม้รองเท้านารีบางชนิด

วิรุจญ์ ทองคำ ณัฐา โพธารมณ์ และฉันทลักษณ์ ดิยานน.....241

ผลของ NAA IBA และส่วนของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสนับดำ

ปิยะณัฐ ผกามาศ และอนงค์ภัทร เหมลา.....251

แนวโน้มการทนเค็มของข้าวพันธุ์ชีวเกี๋ยงและพญาลิ้มแกงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

รัตนา ขามฤทธิ์.....259

ผลของน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวหอมมะลิ

วนิดา วัฒนพาศกุล.....269

ความหลากหลายของแมลงและแมงมุมในนาข้าวเขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก

วิรุทธิ์ สร้อยนาค วีระเทพ พงษ์ประเสริฐ สมชาย ธนสินชยกุล วิชัย สรพงษ์ไพศาล และคณิดา เกิดสุข.....281

การคัดเลือกเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

อารยา บุญศักดิ์ วีระเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และจิราพร กุลสาริน.....291

ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณธ์ *Bacillus megaterium* สายพันธุ์ No.16 ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6

ปิณัสนา ฐานปนพงษ์วรกุล และศรวิชัย สายมงคล.....301

ผลของสารสกัดจากดาวเรืองในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมมะเขือเทศ

พรสุข ชัยสุข.....311

การใช้กับดักกาเหวสีเหลืองและสารเคมีตามคำแนะนำในระบบ GAP เพื่อควบคุม แมลงศัตรูพืชใน

การผลิตถั่วเหลืองฝักสดในจังหวัดเชียงใหม่

ทัพไท หนองสุวรรณ จตุรงค์ พวงมณี ระพีพงศ์ เกษตรสุนทร ภูกลาง อุดสุข และฉวฉันทร์ พงศ์จินดา.....319

การผลิตกรดไขมันโอเมก้า-3 และการย่อยสลายในกระเพาะหมักของ Recombinant *Saccharomyces cerevisiae*

ที่มีเอ็น Fatty Acid Desaturase 2 (FAD2)

โสภารักษ์ เขมราช ศุภมิตร เมฆฉาย และเสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ.....329

การสำรวจสถานภาพการเลี้ยงแกะและศึกษาคุณค่าทางโภชนาของพืชที่ใช้เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานี

เทียนทิพย์ ไกรพรม และอับดุลเลาะ สาแม.....339

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ ต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี วราจกนา กิจพิพิธ ขวลิขิต ผึ้งปฐมภรณ์ ศราวุธ ม่วงเผือก เอกกมล กมลลาภวรกุล

นาฏยา แบ่งลาก และเสาวภา เขียนงาม.....349

บทความปริทัศน์:

จุดสำคัญในการปรับปรุงอายุการใช้งานและผลผลิตตลอดชั่วอายุของแม่สุกร

สรรพสิทธิ์ แปลงแก้ว และมนต์ชัย ดวงจินดา.....367

ISSN 0857-0841

TCI กลุ่มที่ 1

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ ทางด้านเกษตรศาสตร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ
2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม ไมโครซอฟท์ เวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. การเรียงลำดับเนื้อหา

3.1 **ชื่อเรื่อง (Title)** ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 **ชื่อผู้เขียน** เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับที่อยู่ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) ให้พิมพ์เป็นเชิงอรรถ (Footnote) ในหน้าแรกของบทความ

3.3 **บทคัดย่อ (Abstract)** ควรเป็นเนื้อหาที่สั้น ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรวมเหตุผลในการศึกษาวิจัย อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจนผลการศึกษาและสรุปด้วย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 200 คำ และให้ระบุคำสำคัญ (keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษาด้วย (บทความปริทัศน์อาจไม่ต้องมีบทคัดย่อ)

3.4 **คำนำ (Introduction)** แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย อาจรวมการทบทวนเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)** ให้อธิบายละเอียดวิธีวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 **ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results)** ให้อธิบายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

3.7 **วิจารณ์ (Discussion)** ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมุติฐาน หรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไรและด้วยเหตุใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้ วิจารณ์อาจนำไปรวมกับผลการศึกษาเป็นผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.8 **สรุป (Conclusion)** ควรสรุปสิ่งที่ได้จากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

5.1 **ในเนื้อเรื่อง** ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ให้ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น สมชาย (2545) รายงานว่า...หรือ...(สมชาย, 2545) หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใช้เป็น สมชาย และสมหญิง (2547) รายงานว่า...หรือ...(สมชาย และสมหญิง, 2547) และถ้ามีผู้เขียนตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ให้ใช้ชื่อคนแรกแล้วตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น สมชาย และคณะ (2546) รายงานว่า...หรือ...(สมชาย และคณะ, 2546) ในกรณีเอกสารเป็นภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุลและปี ค.ศ. เช่น Johny (2003)...หรือ...(Johny, 2003) ถ้าผู้เขียนมี 2 คน ให้ใช้เป็น Johny and Walker (2004) ...หรือ...(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้เป็น Johny *et al.* (2005)...หรือ...(Johny *et al.*, 2005) สำหรับในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 **ในบัญชีเอกสารอ้างอิง** ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์ ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร (เขียนเต็ม) ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

วันทนา มุทิตา และ ณัฐา คุวประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของพืชมะเขือ. วารสารเกษตร 20(1): 10-18.

Barcenas, N. M., T. R. Unruh and L. G. Neven. 2005. DNA diagnostics to identify internal feeders (Lepidoptera: Tortricidae) of pome fruits of quarantine importance. Journal of Economic Entomology 98(2): 299-306.

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์ ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ขาตรี สิทธิกุล และ ยารักษ์พันธ์ จันทราบาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

Gullan, P. J. and P. S. Cranston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed. Blackwell Publishing, Malden. 505 p.

3) เรียงย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณาธิการ

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อ. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. ใน: ชื่อบรรณาธิการ, (บ.ก.) ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัด ศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ รวยขริย (บ.ก.). แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย แสควร์, กรุงเทพฯ.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee sociality. pp. 3-20. In: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

4) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ระดับวิทยานิพนธ์. สถาบันการศึกษา. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

อภิรักษ์ มณีพรม. 2547. ผลของการใช้อินชื้อต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

ทวีศักดิ์ ชัยมาศ. 2544. แมลงศัตรูป่าสนน้ำมันในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ชื่อWebsite (วันเดือนปีที่สืบค้นข้อมูล).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.doe.go.th/proster/rondin/htm> (21 เมษายน 2548).

Linardakis, D. K. and B. I. Manolis. 2005. Hydroponic culture of strawberries in perlite. (Online). Available: <http://www.schundler.com/strawberries.htm> (April 21, 2005).

ดูคำแนะนำรูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย และการส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์ได้ในปกหลัง

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี) คือ ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม	Publication	Tri-annually Issue 1 January-April Issue 2 May-August Issue 3 September-December
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัย และวิเทศสัมพันธ์	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture; Associate Dean for Research and International Affairs
บรรณาธิการ	ศ.ดร.สฤษชัย จตุรสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Editor	Sanchai Jaturasitha, Dr.sc.agr., Prof. Chiang Mai University
รองบรรณาธิการ	รศ.ดร.เกวลิณ คุณาศักดากุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Vice Editor	Kaewalin Kunasakdakul, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University
กองบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ	รศ.ดร.ณัฐา โพธารมณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.สุนทร คำยอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผศ.ดร.บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผศ.ดร.ฉันทลักษณ์ ตียายน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.จิรวรรณ กิจชัยเจริญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผศ.ดร.วรรณพร ทะพิงค์แก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.ชูชาติ สันทรทรัพย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศ.ดร.จรัญ จันทลักขณา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Editorial Board (Academic)	Nuttha Potapohn, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Sakda Jongkaewwattana, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Soontorn Khamyong, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Surin Nilasamranchit, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Budsara Limnirankul, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Yaowaluk Chanbang, Ph.D. Chiang Mai University Chantalak Tiyaon, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Jirawan Kitchaicharoen, Ph.D. Chiang Mai University Wanaporn Tapingkae, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Choochad Santasup, Ph.D. Chiang Mai University Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof. Kasetsart University

	ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผศ.ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รศ.ดร.สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร มหาวิทยาลัยขอนแก่น รศ.ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล มหาวิทยาลัยขอนแก่น รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิราช ผศ.ดร.เพ็ญพร เจนการกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผศ.ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ศ.ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	Metha Wanapat, Ph.D., Prof. Khon Kaen University Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof. Kasetsart University Savent Pampasit, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University Weerathep Pongprasert, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University Pathipan Sutigoolabud, Ph.D., Assist. Prof. Maejo University Suchila Techawongstien, D.agr., Assoc. Prof. Khon Kaen University Petcharat Thummabenjapone, Ph.D., Assoc. Prof. Khon Kaen University Bumpen Keowan, Assoc. Prof. Sukhothai Thammathirat Open University Penporn Jankarnkij, Ph.D., Assist. Prof. Kasetsart University Chaiyawan Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University Kriangsak Mengumphan, Ph.D., Assoc. Prof. Maejo University Saowakon Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University Tawadchai Suppadit, Ph.D., Prof. Nation Institute of Development Administration
กองบรรณาธิการ ฝ่ายการจัดการ	นางลาลิตยา นุ่มมีศรี นางสาวอรนิชาณ์ ปารมี นายมานพ เปี้ยพรรณ	Editorial Board Lalitaya Nummisri (Management) Onnicha Paramee Manop Pearpun
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 12 โทรสาร 0 5394 4089-92 ต่อ 12 E-mail: agjournal@cmu.ac.th	Office and Inquiries Editorial Board, Journal of Agriculture, Division of Research and International Affairs, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4089-92 E-mail: agjournal@cmu.ac.th

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

ก่อนอื่นผมขอแจ้งข่าวดีปลายปี พ.ศ. 2558 ให้กับนักวิจัย นักวิชาการ และผู้อ่านทุกท่านว่า Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) ที่เป็นองค์กรจัดมาตรฐานคุณภาพวิชาการของวารสารประเทศไทย ได้ประกาศผลการจัดคุณภาพวารสาร ประจำปี พ.ศ. 2558 ปรากฏว่าวารสารเกษตรได้รับการประเมินคุณภาพอยู่ในกลุ่มที่ 1 และมีค่า Impact Factors (IF) ปี พ.ศ. 2557 เป็น 0.177 นับว่าเป็นความภาคภูมิใจของกองบรรณาธิการตลอดจนนักวิจัยทุกท่าน เพราะการที่วารสารได้รับการประเมิน TCI กลุ่มที่ 1 มีผลถึงปี 2562 (รวมระยะเวลา 5 ปี) นอกจากนี้ยังจะได้รับการผลักดันไปสู่ ASEAN Citation Index (ACI) อีกด้วย นับว่าเป็นการพัฒนาการอย่างต่อเนื่องและนำไปสู่คุณภาพที่ทุกท่านคาดหวัง ทางวารสารจะให้สิทธิในการตีพิมพ์เร็วขึ้นสำหรับบทความที่เป็นภาษาอังกฤษ ทั้งนี้เป็นการกระตุ้นให้นักวิจัยตื่นตัวพร้อมรับ AEC และเป็นการเตรียมวารสาร เข้าสู่ ACI อีกด้วย ซึ่งเน้นย้ำบทความวิจัยที่มีคุณภาพดี ต้องแสดงให้เห็นถึงนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ได้ค้นพบจากการทดลองของท่าน

สำหรับวารสารเกษตร ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 นี้มีบทความวิจัย 12 เรื่อง และบทความปริทัศน์ 1 เรื่อง ในสาขาพืชสวน 2 เรื่อง พืชไร่ 2 เรื่อง ภูมิวิทยา 2 เรื่อง โรคพืช 3 เรื่อง และสัตวศาสตร์ 4 เรื่อง ซึ่งบทความเหล่านี้ น่าสนใจเป็นอย่างมากเพราะจะได้เห็นองค์ความรู้ที่หลากหลาย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งทางวารสารขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้แบ่งปันองค์ความรู้ร่วมกัน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิชาการและหวังว่าคงได้รับการอนุเคราะห์จากท่านต่อไปในอนาคต

พบกันใหม่ในฉบับหน้าอย่างเข้าสู่ปีที่ 32 ครับ

ศ.ดร. สัญชัย จตุรสิทธิ์ธา

บรรณาธิการวารสารเกษตร

ความสามารถในการผสมข้ามสกุลย่อยของ กล้วยไม้รองเท้านารีบางชนิด

Intersubgeneric Crossability of some *Paphiopedilum* Species

วิชรุจน์ ทองคำ^{1/} ณัฐา โพธาภรณ์^{1/*} และ จันทลักษณ์ ทิยาณ^{1/}
Wicharuj Tongkham^{1/}, Nuttha Potapohn^{1/*} and Chantalak Tiyaon^{1/}

(Received: 24 November 2014; Accepted: 26 March 2015)

Abstract: Intersubgeneric crossability of some *Paphiopedilum* species in subgenus *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum*, *Polyantha* and *Sigmatopetalum* was studied. Eighteen species were selected to represent of each subgenus. Intersubgeneric hybridization of all those *Paphiopedilum* were done as well as reciprocal crosses. It was found that crossability of *Brachypetalum* with *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum*, *Polyantha* and *Sigmatopetalum* were 100, 100, 60, 100 and 100%, respectively and those of *Paphiopedilum* with *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, and *Sigmatopetalum* were 60, 100 and 100%, respectively. Crossability of *Parvisepalum* with *Brachypetalum*, *Paphiopedilum*, *Polyantha* and *Sigmatopetalum* were 60, 60, 100 and 60%, respectively. Moreover, crossability of crosses between *Polyantha* with *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum* and *Sigmatopetalum* were 60, 100, 40, 100 and 100%, respectively. Additional, crossability of *Sigmatopetalum* with *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum* and *Polyantha* were 100, 100, 40, 80 and 100%, respectively. Incompatibilities were found in *Paphiopedilum* with *Parvisepalum* or *Polyantha* and *Parvisepalum* with *Cochlopetalum*. The studies of viable seed percentage were conducted. It was found that most of crosses could gave high viable seeds except crosses of *P. charlesworthii* x *P. bellatulum*, *P. jackii* x *P. villosum*, *P. callosum* x *P. primulinum*, *P. callosum* x *P. jackii*, *P. bellatulum* x *P. primulinum*, *P. villosum* x *P. primulinum* and *P. philippinense* x *P. jackii* gave undeveloped seeds more than viable seeds.

Keywords: *Paphiopedilum*, intersubgeneric crossability, reciprocal cross

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding autho: E-mail address: nuttha.p@cmu.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษาความเข้ากันได้ในการผสมข้ามสกุลย่อยของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีจำนวน 6 สกุลย่อย ได้แก่ *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum*, *Polyantha* และ *Sigmatopetalum* ประกอบด้วยกล้วยไม้สกุลรองเท้านารี 18 ชนิด ที่ใช้เป็นตัวแทนในแต่ละสกุลย่อย โดยผสมแบบพบกันหมดและสลัฟพ่อแม่ พบว่ากล้วยไม้รองเท้านารีในสกุลย่อย *Brachypetalum* สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum*, *Polyantha* และ *Sigmatopetalum* ได้โดยมีการผสมติด 100, 100, 60, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกุลย่อย *Paphiopedilum* สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Brachypetalum*, *Cochlopetalum* และ *Sigmatopetalum* ได้ โดยมีการผสมติด 60, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกุลย่อย *Parvisepalum* สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Brachypetalum*, *Paphiopedilum*, *Polyantha* และ *Sigmatopetalum* ได้ โดยมีการผสมติด 60, 60, 100 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกุลย่อย *Polyantha* สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum* และ *Sigmatopetalum* ได้ โดยมีการผสมติด 60, 100, 40, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกุลย่อย *Sigmatopetalum* สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum* และ *Polyantha* ได้ โดยมีการผสมติด 100, 100, 40, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สกุลย่อย *Paphiopedilum* ไม่สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Parvisepalum* และ *Polyantha* ได้ และสกุลย่อย *Parvisepalum* ไม่สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Cochlopetalum* ได้ การศึกษาความสมบูรณของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีที่ติดฝัก พบว่าจากคู่ผสมทั้งหมด ลักษณะเมล็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นเมล็ดสมบูรณมากกว่าเมล็ดลีบ ยกเว้นคู่ผสมระหว่าง *P. charlesworthii* x *P. bellatulum*, *P. jackii* x *P. villosum*, *P. callosum* x *P. primulinum*, *P. callosum* x *P. jackii*, *P. bellatulum* x *P. primulinum*, *P. villosum* x *P. primulinum* และ *P. philippinense* x *P. jackii* ที่พบลักษณะเมล็ดลีบมากกว่าเมล็ดสมบูรณ

คำสำคัญ: กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี ความสามารถในการผสมข้ามสกุลย่อย การผสมสลัฟต้นพ่อแม่

คำนำ

กล้วยไม้ที่นิยมนำมาเป็นไม้กระถางเพื่อใช้ประดับตกแต่งสวนหรือภายในอาคารบ้านเรือน ได้แก่ สกุลฟาแลนนอปปิซิส สกุลแคทลียา และสกุลหวาย นอกจากนี้ยังมีกล้วยไม้สกุลหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นไม้กระถางได้คือ สกุลรองเท้านารี (*Paphiopedilum*) กล้วยไม้สกุลนี้มีลักษณะของกลีบปากที่งุ้มเป็นกระเปาะ ซึ่งคล้ายกับรองเท้าของผู้หญิง เป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นสวยงามแตกต่างจากสกุลอื่น รวมถึงกลีบดอกที่มีสีอันสวยงาม และลักษณะลายบนใบในบางชนิด (อุไร, 2550) แต่มีข้อจำกัดคือ รองเท้านารีเป็นกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงและดูแลค่อนข้างยาก เนื่องจากในธรรมชาติส่วนมากอาศัยในป่าเหนือระดับน้ำทะเลไปจนถึงที่สูงบนภูเขา ซึ่งอากาศค่อนข้างเย็นและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในแหล่งที่อยู่อาศัยสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป (Oakeley and Braem, 2011)

สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนพบกล้วยไม้รองเท้านารีพื้นเมืองเพียงสกุลเดียวคือ *Paphiopedilum* มีที่ค้นพบแล้ว 17 ชนิด ซึ่งถูกนำมาปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามชนิดในสกุลย่อยเดียวกันมากกว่าการผสมข้ามสกุลย่อย และขยายพันธุ์เพื่อการค้ากันอย่างแพร่หลาย ทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะที่สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และไต้หวัน รวมทั้งบางประเทศในยุโรปและเอเชีย ประเทศไทยจึงเป็นแหล่งส่งออกกล้วยไม้รองเท้านารีที่สำคัญของโลก ทั้งในรูปแบบไม้ตัดดอกและไม้กระถาง (อุไร, 2550) ดังนั้นการทดลองนี้จึงศึกษาความเข้ากันได้ในการผสมข้ามสกุลย่อยเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้พัฒนาสายพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการดูแลและปลูกเลี้ยง

ปลูกกล้วยไม้รองเท้านารีทั้ง 6 สกุลย่อย โดยใช้เครื่องปลูกดังตารางที่ 1 รดน้ำสัปดาห์ละสองครั้งในช่วงเช้าของวันพุธและวันอาทิตย์โดยรดจนชุ่มและให้ปุ๋ยน้ำอัลฟา-โอมิก้าสูตร 16-16-16 ผสมกับน้ำยาเร่งรากฟูจิสูตรทอตรา 15 และ 5 มิลลิลิตรตามลำดับต่อน้ำ 20 ลิตรรดทั่วทั้งต้นและใบสัปดาห์ละครั้ง ปลูกเลี้ยงภายในโรงเรือนที่มีการพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ และมีหลังคาพลาสติกกันฝน (ตารางที่ 1)

การผสมพันธุ์และการเก็บเกสร

ชนิดกล้วยไม้รองเท้านารีที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 6 สกุลย่อย สกุลย่อยละ 3 ชนิด ดังนี้ (ภาพที่ 1)

1. สกุลย่อย *Brachypetalum* เป็นกลุ่มที่มีใบลายกลีบดอกกลม ใช้ *P. bellatulum*, *P. niveum*, *P. concolor*

2. สกุลย่อย *Cochlopetalum* เป็นกลุ่มที่มีใบเขียวดอกช่อกลีบดอกบิดเกลียวสั้นใช้ *P. liemianum*, *P. primulinum*, *P. moquettianum*

3. สกุลย่อย *Paphiopetalum* เป็นกลุ่มที่มีใบเขียวดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบ ใช้ *P. charlesworthii*, *P. spicerianum*, *P. villosum*

4. สกุลย่อย *Parvisepalum* เป็นกลุ่มที่มีใบลายกระเป๋าทรงกลมใหญ่ ใช้ *P. jackii*, *P. delenatii*, *P. micranthum*

5. สกุลย่อย *Polyantha* เป็นกลุ่มที่มีใบเขียวดอกช่อกลีบดอกแคบบิดเกลียวยาว ใช้ *P. dianthum*, *P. philippinense*, *P. rothschildianum*

Table 1 Growing media and ratio of *Paphiopetalum*'s growing media

Subgenus	Growing media and ratio of growing media
<i>Brachypetalum</i>	bark : pumice stone : break hydroton = 1:1:1
<i>Cochlopetalum</i> and <i>Polyantha</i>	bark : pumice stone : break hydroton: dry platycerium's root = 1:1:1:1
<i>Paphiopetalum</i> , <i>Parvisepalum</i> and <i>Sigmatopetalum</i>	bark : pumice stone: break hydroton : dry platycerium's root = 1:1:2:2

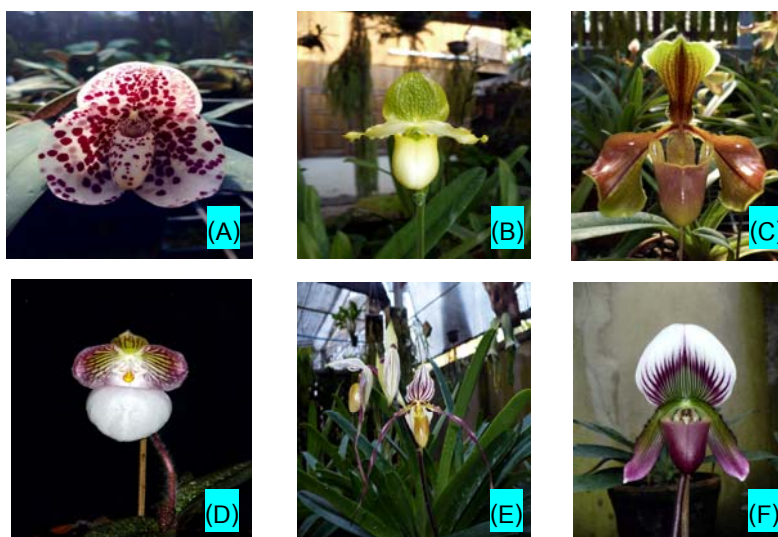


Figure 1 Six species of *Paphiopetalum* used in crossability study (A) *P. bellatulum*, (B) *P. primulinum*, (C) *P. villosum*, (D) *P. micranthum*, (E) *P. philippinense*, and (F) *P. callosum*.

6. สกุลย่อย *Sigmatopetalum* เป็นกลุ่มที่มีใบลายดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบใช้ *P. appletonianum*, *P. callosum*, *P. sukhakulii*

ต้นกล้วยไม้รองเท้านารีบางชนิดในแต่ละสกุลย่อยมีช่วงฤดูกาลออกดอกที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการเก็บเกสรเพศผู้ไว้ผสมเมื่อดอกของต้นที่ใช้เป็นแม่พันธุ์พร้อมในการผสม ต้นที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์เมื่อดอกบานเก็บกลุ่มเรณูใส่ในหลอดแคปซูลชนิดใส ปิดแคปซูล เขียน ชื่อ แล้วนำไปใส่ถุงปิดผนึก จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานเป็นระยะเวลา 1 ปี (ครวชิต, 2547)

เมื่อดอกแม่พันธุ์บานประมาณครึ่งหนึ่งของอายุการบานดอก นำกลุ่มเรณูที่เก็บไว้มาผสม ซึ่งการผสมมีขั้นตอนดังนี้ เด็ดกระเป๋าดันแม่พันธุ์ออก ใช้ไม้จิ้มฟันปลายแหลมที่สะอาดเขี่ยกลุ่มเรณูมาเกลี่ยบนยอดเกสรเพศเมียของดอกแม่พันธุ์ให้ทั่ว โดยผสมอย่างน้อยคู่ผสมละ 5 ดอก เขียนป้ายระบุต้นแม่และพ่อพันธุ์ วัน เดือน ปี ที่ผสมไว้ที่ก้านดอก (อุไร, 2550)

การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ด

ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ด โดยเปิดฝักที่แก่อายุตั้งแต่ 20-52 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นแม่แล้วเขียนเมล็ดลงบนสไลด์ ย้อมด้วย lacto-propionic orcein เป็นเวลา 40 นาที (อรอนงค์, 2553) จากนั้นดูเปอร์เซ็นต์การติดสี ด้วยวิธีการสุ่มตรวจ ใน 1 สไลด์ สุ่มตรวจ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 20 เมล็ด โดยนับจำนวนเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบในแต่ละซ้ำ แต่ละฝักตรวจนับจำนวน 5 สไลด์ และตรวจนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ OLYMPUS รุ่น CX31

ผลการทดลอง

1. การผสมพันธุ์และการติดฝัก

การศึกษาความเข้ากันได้ในการผสมข้ามสกุลย่อยของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีบางชนิด จำนวน 6 สกุลย่อย ได้แก่ *Brachypetalum*, *Cochlopetalum*, *Paphiopedilum*, *Parvisepalum*, *Polyantha* และ *Sigmatopetalum* ประกอบด้วยกล้วยไม้สกุลรองเท้านารี 18 ชนิด ที่ใช้เป็นตัวแทนในแต่ละสกุลย่อย โดยผสมแบบพบกันหมดและสลัฟพ่อแม่ (ภาพที่ 2) พบว่าสามารถผสมข้ามกันได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ และน้อยที่สุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสกุลย่อย *Paphiopedilum* ไม่สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Parvisepalum* และ *Polyantha* ได้ เช่นเดียวกับสกุลย่อย *Parvisepalum* ไม่สามารถผสมข้ามกับสกุลย่อย *Cochlopetalum* ได้ (ตารางที่ 2)

2. ร้อยละของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีที่สมบูรณ์

จากผลการศึกษาความสมบูรณ์ของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีบางชนิดที่ใช้เป็นตัวแทนทั้ง 6 สกุลย่อยที่ติดฝัก โดยนำฝักไปตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ด โดยแบ่งเป็นเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบ แล้วนับจำนวนเมล็ดในแต่ละคู่ผสมเพื่อหาค่าเฉลี่ย พบว่าลักษณะเมล็ดจากคู่ผสมทั้งหมด 17 คู่ผสม พบเป็นเมล็ดสมบูรณ์มากกว่าเมล็ดลีบ ยกเว้นคู่ผสมระหว่าง *P. charlesworthii* x *P. bellatulum*, *P. jackii* x *P. villosum*, *P. callosum* x *P. primulinum*, *P. callosum* x *P. jackii*, *P. bellatulum* x *P. primulinum*, *P. villosum* x *P. primulinum* และ *P. philippinense* x *P. jackii* ที่พบลักษณะเมล็ดลีบมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ อายุฝักกล้วยไม้รองเท้านารีที่เหมาะสมในการนำมาศึกษาความสมบูรณ์ของเมล็ด พบว่าเมื่อใช้สกุลย่อย *Paphiopedilum* เป็นต้นแม่ใช้ระยะเวลาติดฝักนานที่สุดคือ 52 สัปดาห์ สกุลย่อย *Polyantha* และ *Cochlopetalum* เมื่อใช้เป็นต้นแม่ใช้เวลาคิดฝักน้อยที่สุดคือ 20 สัปดาห์ (ตารางที่ 3)

Table 2 Intersubgeneric hybridization percentage of 6 subgenus in *Paphiopedilum*

Crosses	No. of capsules/ No. of crosses	Crossability (%)
<i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>) x <i>Parvisepalum</i> (<i>P. jackii</i>)	3/5	60
<i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>) x <i>Paphiopedilum</i> (<i>P. charlesworthii</i>)	5/5	100
<i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>) x <i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>)	5/5	100
<i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>) x <i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>)	5/5	100
<i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>) x <i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>)	5/5	100
<i>Parvisepalum</i> (<i>P. jackii</i>) x <i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)	3/5	60
<i>Parvisepalum</i> (<i>P. micranthum</i>) x <i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>)	3/5	60
<i>Parvisepalum</i> (<i>P. micranthum</i>) x <i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>)	5/5	100
<i>Parvisepalum</i> (<i>P. micranthum</i>) x <i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>)	3/5	60
<i>Parvisepalum</i> (<i>P. micranthum</i>) x <i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>)	0/5	0
<i>Paphiopedilum</i> (<i>P. charlesworthii</i>) x <i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>)	3/5	60
<i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)x <i>Parvisepalum</i> (<i>P. jackii</i>)	0/5	0
<i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)x <i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>)	0/5	0
<i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)x <i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>)	5/5	100
<i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)x <i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>)	5/5	100
<i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>) x <i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>)	3/5	60
<i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>)x <i>Parvisepalum</i> (<i>P. jackii</i>)	5/5	100
<i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>) x <i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)	2/5	40
<i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>) x <i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>)	5/5	100
<i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>) x <i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>)	5/5	100
<i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>) x <i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>)	5/5	100
<i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>) x <i>Parvisepalum</i> (<i>P. jackii</i>)	4/5	80
<i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>) x <i>Paphiopedilum</i> (<i>P. villosum</i>)	2/5	40
<i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>) x <i>Polyantha</i> (<i>P. philippinense</i>)	5/5	100
<i>Sigmatopetalum</i> (<i>P. callosum</i>) x <i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>)	5/5	100
<i>Cochlopetalum</i> (<i>P. primulinum</i>) x <i>Brachypetalum</i> (<i>P. bellatulum</i>)	5/5	100

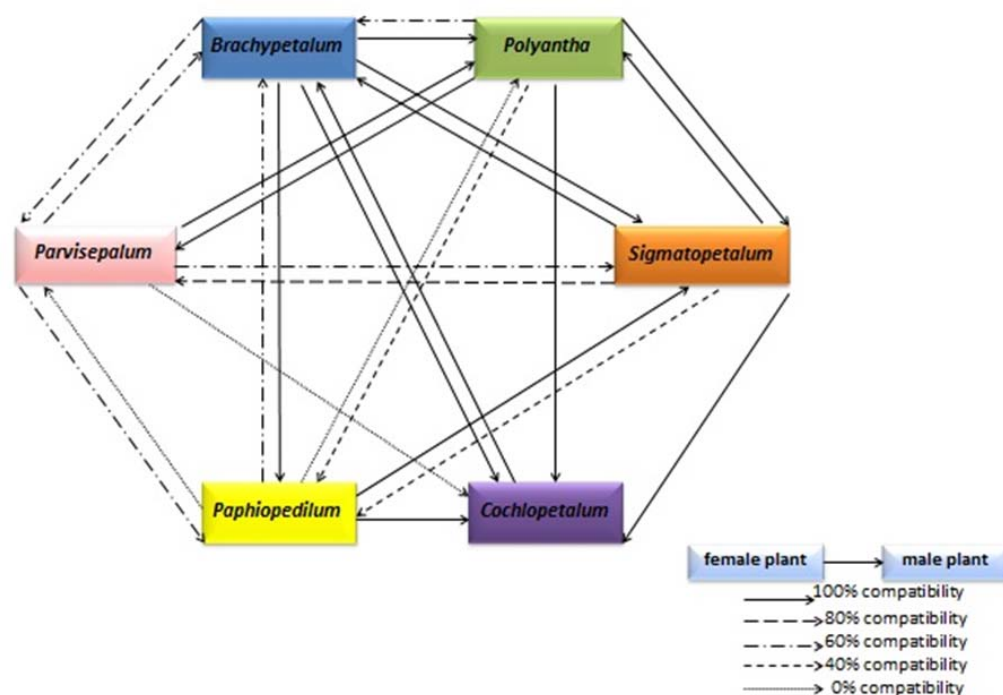
Figure 2 Intersubgeneric compatibility diagram of 6 subgenus in *Paphiopedilum*

Table 3 Harvested time of hybrid capsules, and viable seed percentage of intersubgeneric crosses

Subgenus	Crosses	Harvested time of capsule (weeks)	Viable seed (%)
<i>Brachypetalum</i> x <i>Paphiopedilum</i>	<i>P. bellatulum</i> x <i>P. charlesworthii</i>	24	69.31
<i>Brachypetalum</i> x <i>Cochlopetalum</i>	<i>P. bellatulum</i> x <i>P. primulinum</i>	24	37.82
<i>Parvisepalum</i> x <i>Paphiopedilum</i>	<i>P. jackii</i> x <i>P. villosum</i>	32	12.90
<i>Paphiopedilum</i> x <i>Brachypetalum</i>	<i>P. charlesworthii</i> x <i>P. bellatulum</i>	52	39.73
<i>Paphiopedilum</i> x <i>Sigmatopetalum</i>	<i>P. villosum</i> x <i>P. callosum</i>	52	73.30
<i>Paphiopedilum</i> x <i>Cochlopetalum</i>	<i>P. villosum</i> x <i>P. primulinum</i>	52	34.00
<i>Polyantha</i> x <i>Brachypetalum</i>	<i>P. philippinense</i> x <i>P. bellatulum</i>	20	57.30
<i>Polyantha</i> x <i>Parvisepalum</i>	<i>P. philippinense</i> x <i>P. jackii</i>	20	37.44
<i>Polyantha</i> x <i>Paphiopedilum</i>	<i>P. philippinense</i> x <i>P. villosum</i>	20	53.85
<i>Polyantha</i> x <i>Sigmatopetalum</i>	<i>P. philippinense</i> x <i>P. callosum</i>	20	60.54
<i>Polyantha</i> x <i>Cochlopetalum</i>	<i>P. philippinense</i> x <i>P. primulinum</i>	20	64.30
<i>Sigmatopetalum</i> x <i>Brachypetalum</i>	<i>P. callosum</i> x <i>P. bellatulum</i>	28	42.98
<i>Sigmatopetalum</i> x <i>Parvisepalum</i>	<i>P. callosum</i> x <i>P. Jackii</i>	28	39.37
<i>Sigmatopetalum</i> x <i>Paphiopedilum</i>	<i>P. callosum</i> x <i>P. villosum</i>	28	51.05
<i>Sigmatopetalum</i> x <i>Polyantha</i>	<i>P. callosum</i> x <i>P. philippinense</i>	28	64.90
<i>Sigmatopetalum</i> x <i>Cochlopetalum</i>	<i>P. callosum</i> x <i>P. primulinum</i>	28	30.68
<i>Cochlopetalum</i> x <i>Brachypetalum</i>	<i>P. primulinum</i> x <i>P. bellatulum</i>	20	85.20

วิจารณ์

1. การผสมพันธุ์และการติดฝัก

จากผลการทดลองตามตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้กลุ่มใบลายกลีบดอกกลม (*Brachypetalum*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1A) สามารถผสมข้ามได้ทุกสกุลย่อยโดยมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นการผสมระหว่าง *Brachypetalum* x *Parvisepalum* ที่มีการผสมติดน้อยที่สุด คือ 60 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าทั้งสองชนิด *P. bellatulum* x *P. jackii* มีโครโมโซมเท่ากันคือ $2n = 26$ (Cribb, 1998) เช่นเดียวกับการใช้กลุ่มใบลายกระเปาะทรงกลมใหญ่ (*Parvisepalum*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1D) พบว่าเมื่อผสม *Parvisepalum* x *Paphiopedilum* มีการผสมติด 60 เปอร์เซ็นต์ แต่ในทางกลับกันเมื่อผสมสลับพ่อ-แม่ *Paphiopedilum* x *Parvisepalum* ไม่สามารถผสมข้ามกัน ไม่พบมีการติดฝัก แม้ว่า *P. villosum* x *P. jackii* มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ $2n = 26$ (Cribb, 1998) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในช่วงเวลาการถ่ายเรณู รวมทั้งช่วงระยะเวลาที่ต้นแม่ติดฝักอยู่อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เรณูตายได้ (ณัฐา, 2548) เพราะในสภาพธรรมชาติของ *P. jackii* พบในบริเวณป่าดิบเขาที่ระดับความสูง 1,000-1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเลทางตอนเหนือของเวียดนาม ซึ่งในฤดูหนาวมีอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางวัน แต่สามารถลดลงไปถึง 0 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางคืน และในช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงมาก (Cribb, 1998) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ต้นแม่พันธุ์ปลูกอยู่ที่ระดับความสูง 325 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางวันและ 23-25 องศาเซลเซียส ในช่วงกลางคืน ในการผสมข้ามสกุลย่อยโดยใช้กลุ่มใบเขี้ยวดอกเดี่ยว (*Paphiopedilum*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1C) สามารถผสมข้ามได้ดีกับ *Brachypetalum*, *Cochlopetalum* และ *Sigmatopetalum* และมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Parvisepalum* และ *Polyantha* ที่ไม่สามารถผสมข้ามกันได้ จะเห็นได้ว่ากลุ่มใบลายกลีบดอกกลม (*Brachypetalum*), ใบเขี้ยวดอกช่อกลีบดอกบิดเกลียวสั้น (*Cochlopetalum*), ใบเขี้ยวดอก

เดี่ยวกลีบดอกแคบ (*Paphiopedilum*), ใบเขี้ยวดอกช่อกลีบดอกแคบบิดเกลียวยาว (*Polyantha*) และใบลายดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบ (*Sigmatopetalum*) สามารถผสมข้ามกันได้และมีการผสมติดสูง อาจเพราะเนื่องมาจาก 5 สกุลย่อยนี้ส่วนมากพบกระจายพันธุ์ได้ในเขตร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จนถึงหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และปาปัวนิวกินี (Oakeley and Braem, 2011) จึงสามารถปรับตัวได้ดีมีความทนทานและออกดอกได้ในสภาพอากาศร้อนชื้นได้ดีกว่าสกุลย่อย *Parvisepalum* ในการผสมโดยใช้ใบเขี้ยวดอกช่อกลีบดอกแคบบิดเกลียวยาว (*Polyantha*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1E) สามารถผสมข้ามได้ดีกับทุกสกุลย่อยโดยมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Polyantha* x *Brachypetalum* มีการผสมติด 60 เปอร์เซ็นต์ และ *Polyantha* x *Paphiopedilum* มีการผสมติด 40 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของชิดชนก (2555) ใน *H. erichmichaelii* *H. rhodocheila* และ *H. xanthocheila* พบว่ามีความสามารถในการนำมาใช้เป็นแม่พันธุ์ที่ดี มีความสามารถในการผสมข้ามชนิดได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป และเมล็ดลูกผสมที่ได้มีความสมบูรณ์สามารถพัฒนาเป็นต้นได้ ในทางกลับกันเมื่อผสมสลับพ่อ-แม่ ระหว่าง *Paphiopedilum* x *Polyantha* ไม่สามารถผสมติดได้ อาจเกิดจากความเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่เหมาะสมซึ่งเป็นลักษณะประจำของกล้วยไม้ชนิดนั้น ๆ บางชนิดสามารถใช้เป็นต้นพ่อได้ แต่หากนำมาใช้เป็นต้นแม่ในการทำลูกผสมจะไม่ติดฝัก (ณัฐา, 2548) หรืออาจเกิดจากธรรมชาติของสกุลย่อย *Paphiopedilum* ที่ส่วนมากจะมีถิ่นกำเนิดบนเทือกเขาที่สูง 1,000 เมตร ขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล จึงชอบอากาศเย็นกว่าสกุลย่อยอื่น ๆ ที่พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Cribb, 1998) ในการผสมโดยใช้กลุ่มใบลายดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบ (*Sigmatopetalum*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1F) สามารถผสมข้ามได้ดีกับทุกสกุลย่อยและมีการผสมติดสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Sigmatopetalum* x *Paphiopedilum* มีการผสมติด 40 เปอร์เซ็นต์ ในการผสมโดยใช้กลุ่มใบเขี้ยวดอกช่อกลีบดอกบิดเกลียวสั้น (*Cochlopetalum*) เป็นต้นแม่ (ภาพที่ 1B) เมื่อผสม

Cochlopetalum x *Brachypetalum* มีการผสมติด 100 เปอร์เซ็นต์

2. ร้อยละของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีที่สมบูรณ์

จากการศึกษาความสมบูรณ์ของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารี (ตารางที่ 3) พบว่าในคู่ผสม *P. primulinum* x *P. bellatulum* มีเมล็ดสมบูรณ์ 85.20 เปอร์เซ็นต์ และมีการติดฝัก 100 เปอร์เซ็นต์ ในทางกลับกันเมื่อผสมกลับพ่อแม่ *P. bellatulum* x *P. primulinum* มีเมล็ดสมบูรณ์ 37.82 เปอร์เซ็นต์ แต่มีการติดฝักเท่ากัน คือ 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าคู่ผสมนี้ *P. primulinum* สามารถใช้เป็นต้นแม่ได้ดีกว่า *P. bellatulum* และเมื่อทำการผสมระหว่าง *P. bellatulum* x *P. charlesworthii* มีเมล็ดสมบูรณ์ 69.31 เปอร์เซ็นต์ แต่การผสมกลับพ่อแม่ *P. charlesworthii* x *P. bellatulum* พบเมล็ดสมบูรณ์ 39.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในธรรมชาติบริเวณภูเขานางตองเหนือของประเทศไทยมีรองเท้านารีทั้งสองชนิดนี้เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันบนเขาหินปูนที่ระดับความสูง 1,200-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลซึ่งอากาศเย็นตลอดทั้งปี (Cribb, 1998) แต่ *P. bellatulum* สามารถกระจายพันธุ์ได้มาถึงตอนเหนือของไทยโดยพบได้บนเขาหินปูนที่ระดับความสูง 700-1,400 เมตร จากระดับน้ำทะเล (สลิล, 2552) จึงสามารถปรับตัวในการปลูกลี้อย่างง่ายกว่า *P. charlesworthii* แสดงให้เห็นว่า *P. bellatulum* ใช้เป็นต้นแม่ได้ดีกว่า *P. charlesworthii* ในสภาพการปลูกลี้อยู่ แต่ถ้าวปลูกลี้อย่างผสมต้นแม่ *P. charlesworthii* โดยปลูกลี้อย่างต้นแม่บนพื้นที่สูง 1,000 เมตร ขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล อาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาของเมล็ดและให้ผลความสมบูรณ์ของเมล็ดที่สูงกว่าการปลูกลี้อย่างบนพื้นที่ราบที่ระดับความสูง 325 เมตร จากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ในคู่ผสมระหว่าง *P. charlesworthii* x *P. bellatulum*, *P. jackii* x *P. villosum*, *P. callosum* x *P. primulinum*, *P. callosum* x *P. jackii*, *P. bellatulum* x *P. primulinum*, *P. villosum* x *P. primulinum* และ *P. philippinense* x *P. jackii* พบลักษณะเมล็ดลีบมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลมาจาก homologous chromosome ที่สร้างในเซลล์สืบพันธุ์ของพืชต่างชนิดกัน

โครโมโซมไม่สามารถเข้าคู่กันได้อย่างปกติ โครโมโซมบางแท่งอาจจับคู่กันแบบ bivalent นอกนั้นเป็น univalent ซึ่งอัตราส่วนของ bivalent และ univalent ขึ้นอยู่กับความเหมือนกันของโครโมโซมในพืชแต่ละชนิดที่นำมาผสมพันธุ์ (Dobzhansky, 1953) นอกจากนั้นอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างและความห่างทางพันธุกรรม ซึ่งการผสมพันธุ์ให้ประสิทธิผลสำเร็จคู่ผสมต้องมีความคล้ายคลึงกันทางด้านพันธุกรรมให้มากที่สุด แม้จะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากัน แต่ลักษณะโครโมโซมที่ต่างกันทำให้ไม่สามารถเข้าคู่กันได้ (อดิศร, 2547) อายุฝักกล้วยไม้รองเท้านารีที่ผสมข้ามสกุลย่อยแบบกลับพ่อแม่ พบว่าในคู่ผสมเดียวกันแต่กลับพ่อแม่ อายุฝักเหมาะสมเพื่อใช้ในการทดลองการศึกษาความสมบูรณ์ของเมล็ดเป็นไปตามอายุฝักของต้นแม่ที่ใช้ติดฝัก

สรุป

การผสมข้ามสกุลย่อยของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีทั้ง 6 สกุลย่อย พบว่ากลุ่มใบลายกลีบดอกกลม (*Brachypetalum*) กลุ่มใบเขียวดอกช่อกลีบดอกแคบปิดเกลียวยาว (*Polyantha*) และกลุ่มใบลายดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบ (*Sigmatopetalum*) สามารถผสมข้ามได้กับทุกสกุลย่อยโดยมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มใบลายกระเปาะทรงกลมใหญ่ (*Parvisepalum*) สามารถผสมข้ามได้กับทุกสกุลย่อยโดยมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Cochlopetalum* ไม่สามารถผสมข้ามกันได้ กลุ่มใบเขียวดอกเดี่ยวกลีบดอกแคบ (*Paphiopedilum*) สามารถผสมข้ามได้กับ *Brachypetalum*, *Cochlopetalum* และ *Sigmatopetalum* โดยมีการผสมติดสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Parvisepalum* และ *Polyantha* ไม่สามารถผสมข้ามกันได้ กลุ่มใบเขียวดอกช่อกลีบดอกปิดเกลียวสั้น (*Cochlopetalum*) มีการผสมติด 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมเข้ากับ *Brachypetalum* จากการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีที่ผสมติด พบว่าจากคู่ผสมทั้งหมดลักษณะเมล็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นเมล็ดสมบูรณ์มากกว่าร้อยละ 50 ยกเว้นบางคู่ผสมที่พบลักษณะเมล็ดลีบมากกว่าร้อยละ 60

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสวนกล้วยไม้รองเท้านารีของคุณสมจิตร ยาดิ ที่ให้อำนวยสถานที่ในการใช้เก็บข้อมูลบางส่วนของการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนในห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและอาจารย์ สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้คำปรึกษา เพื่อสถานที่วัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ครรชิต ธรรมศิริ. 2547. เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้. อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 283 หน้า.
- ชิดชนก ก่อเจดีย์. 2555. ความสามารถในการผสมข้ามชนิดและสกุลของกล้วยไม้ดินสกุลฮาเบนาเรีย และสกุลเพคเทิลีสบางชนิด. วารสารเกษตร 28(3): 263-272.
- ณัฐา ควรประเสริฐ. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชา 359405 กล้วยไม้วิทยา 1. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.
- สลิล สิทธิสัจธรรม. 2552. กล้วยไม้ป่าเมืองไทย Wild Orchid of Thailand (พิมพ์ครั้งที่ 6). อัมรินทร์พรินต์ติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 495 หน้า.

- อดิสร กระแสชัย. 2547. บทที่ 8 การปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า. 112-127. ใน: วิวัฒน์ บัณฑิตย์. เอกสารประกอบการสอนหลักการพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- อรอนงค์ วงศ์น่าน. 2553. ความสามารถในการผสมข้ามหมู่ของกล้วยไม้สกุลเข็มปีเดียบบางชนิด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 85 หน้า.
- อุไร จิรมงคลการ. 2550. กล้วยไม้รองเท้านารี. อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 224 หน้า.
- Cribb, P. J. 1998. The Genus *Paphiopedilum*. Second Edition. Natural History Publication (Borneo) Sdn. Bhd., Sabah. 427 p.
- Dobzhansky, T. 1953. Genetic and the origin of species. American Orchid Society Bulletin 60: 45-57.
- Oakeley, H. and G. Braem. 2011. *Paphiopedilum* Species The Essential Guide. Henry Oakeley Publishing, London. 86 p.

ผลของ NAA IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกราก ของกิ่งปักชำสบู่ดำ

Effects of NAA, IBA and Kind of Stem on Rooting of Physic Nut Stem Cutting

ปิยะพันธุ์ ฝักามาศ^{1/*} และ อนงค์ภัทร เหมลา^{1/}
Piyanath Pagamas^{1/} and Anongphat Hemala^{1/}*

(Received: 16 September 2014; Accepted: 10 July 2015)

Abstract: The efficiency of NAA and IBA on different parts of physic nut stem cutting were studied. There were two experiments that designed in 3×4 Factorial in CRD. Semi hardwood stems were cut and divided into three parts (distal, intermediate and proximal). All stems were applied with NAA (experiment 1) at concentrations of 0, 1,000, 5,000 and 10,000 mg/L and IBA (experiment 2) was 0, 1,000, 2,000 and 3,000 mg/L. Experiment were determined in mist beds and during 30 days after cutting. The results showed that the proximal stems treated with 1,000 mg/L NAA gave the highest roots number and fresh weight as 36.42 roots and 1.32 g, respectively. The proximal stems treated with 2,000 mg/L IBA were the highest roots number (26 roots) and fresh weight as 26 roots and 1.84 g, respectively. The highest root length was observed on the proximal stems that did not apply any NAA or IBA.

Keywords: Physic nut, cutting, NAA, IBA

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakorn Pathom, 73140

* Corresponding author: E-mail address: agrpnnp@ku.ac.th

บทคัดย่อ: จากการทดลองใช้ชนิดของกิ่งร่วมกับการใช้ NAA และ IBA ในการปักชำกิ่งสนูปด้าต่อการออกราก วางแผนการทดลองแบบ 3×4 Factorial in CRD โดยการทดลองที่ 1 ตัดแบ่งกิ่งกิ่งแก่กิ่งอ่อนของสนูปด้าออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนปลายกิ่ง กลางกิ่ง และโคนกิ่ง ร่วมกับการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้กิ่งเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ร่วมกับการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,000 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปักชำในกระบะพ่นหมอก เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ส่วนโคนกิ่งร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากมากที่สุด 36.42 ราก และ 3.06 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับพรีตเมนต์อื่น ๆ ส่วนการใช้ส่วนโคนกิ่งร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ยและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุดที่ 26.00 ราก และ 1.84 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับพรีตเมนต์อื่น ๆ ส่วนการไม่ใช้สารกับส่วนโคนกิ่งให้ค่าความยาวรากมากกว่าส่วนปลายกิ่งและส่วนกลางกิ่ง

คำสำคัญ: สนูปด้า การปักชำ NAA IBA

คำนำ

สนูปด้า (physic nut) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* L. เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร มีอายุไม่น้อยกว่า 20 ปี จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีถิ่นกำเนิดแถบประเทศเปรู การกระจายพันธุ์ในพื้นที่จากเม็กซิโกไปจนถึงบราซิล รวมทั้งหมู่เกาะคาริเบียน ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในประเทศไทย 300 ปีที่แล้วช่วงปลายกรุงศรีอยุธยา เมล็ดถูกนำมาหีบน้ำมันสำหรับทำสบู่ เพราะมีฟองเป็นเอกลักษณ์พิเศษ (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภูมิภาคของประเทศ เช่น ภาคเหนือ เรียกว่า “มะหุ้งฮั่ว” ภาคกลางเรียกว่า “สนูปด้า” ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า “ปักเยา” จังหวัดนครราชสีมา เรียกว่า “สีหลอด” ภาคใต้เรียกว่า “หงส์เทศ” (อนุวัฒน์, 2551) ปัจจุบันสนูปด้าเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสนใจจากทั่วโลก เนื่องจากน้ำมันสนูปด้าที่สกัดได้จากเมล็ดมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงทดแทนปิโตรเลียมในรถไถนา รถอีแต่น และเครื่องยนต์ขนาดเล็ก สามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลและไม่พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการเผาไหม้ ในทางอุตสาหกรรมใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่น สบู่ เทียนไข และหมึกพิมพ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548) เนื่องจากสนูปด้าไม่สามารถบริโภคได้จึงไม่มีการแข่งขันด้านราคากับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ (สมบัติ, 2549) เช่น ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน ที่มีความต้องการบริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศใน

ปริมาณมาก แต่การให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น จึงเป็นข้อจำกัดของสนูปด้า

จากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้น มีแนวโน้มส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากสนูปด้ามากขึ้น (วิวรรณและพรหมธิภา, 2552) แต่วิธีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดใช้ระยะเวลานาน จึงต้องใช้วิธีการขยายพันธุ์โดยการปักชำ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและใช้เครื่องมือที่ไม่ยุ่งยาก (สนั่น, 2522) การขยายพันธุ์พืชโดยการปักชำนิยมใช้ออกซิน (auxin) ร่วมด้วยเพื่อช่วยในการกระตุ้นกิ่งตัดชำออกรากได้ดีขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ออกรากยาก (Hartmann et al., 1997) สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินที่สามารถกระตุ้นการเกิดรากได้นั้น มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด คือ NAA (1-naphthaleneacetic acid) และ IBA (4-(indol-3-yl)butyric acid) NAA เป็นสารที่มีฤทธิ์ของออกซินค่อนข้างสูง เคลื่อนย้ายในพืชได้เร็ว มีราคาไม่แพงมากนัก สลายตัวได้ช้า แต่เกิดความเป็นพิษได้ง่าย มีช่วงความปลอดภัยต่อการเกิดรากได้ (ภูวนาถ, 2532) ส่วน IBA เป็นสารที่มีฤทธิ์ของออกซินค่อนข้างต่ำ เกิดความเป็นพิษน้อยกว่า NAA ช่วงความปลอดภัยต่อพืชกว้าง สลายตัวได้เร็วพอควร เคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้ช้ากว่า NAA (ภูวนาถ, 2532)

พืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด และระดับความ

เข้มข้นของสาร (วีรวรรณ และพรรณธิดา, 2552; โสภณ และคณะ, 2558) มีรายงานว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยให้กิ่งตัดชำของออพินเดียออกรากมากและมีระบบรากแข็งแรงกว่ากิ่งที่ไม่ได้รับฮอร์โมนเลย (จันทนา, 2523) การใช้ NAA ความเข้มข้น 7,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการตัดชำกิ่งอ่อนส้มเขียวหวานจะให้ผลดีที่สุด (วรวรรณ, 2527) การใช้ NAA ความเข้มข้น 8,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กิ่งตัดชำมะลิซ้อนออกรากได้ดีที่สุด (อัศวพร, 2529) และพบว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 2,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการตัดชำกิ่งอ่อนเจตมูลเพลิงขาวทำให้กิ่งตัดชำออกรากได้ดีที่สุด (กิ่งกานต์, 2535) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของกิ่ง ประกอบด้วย ส่วนปลายกิ่ง กลางกิ่ง และโคนกิ่ง จากกิ่งกิ่งแก่กิ่งอ่อน ร่วมกับ NAA และ IBA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของ NAA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ

เลือกกิ่งสบู่ดำที่สมบูรณ์ ไม่โค้งงอ มีขนาดของกิ่งเท่า ๆ กัน เป็นกิ่งที่มีลักษณะกิ่งแก่กิ่งอ่อน ที่มีเปลือกของลำต้นเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ส่วนของปลายกิ่งเปลือกยังเป็นสีเขียว ตัดแบ่งกิ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนปลายกิ่ง กลางกิ่ง และโคนกิ่ง ให้มีความยาวท่อนละ 30 เซนติเมตร กรีดโคนกิ่งให้เป็นแผลยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร จำนวน 3 รอย แล้วจุ่มลงในสารละลาย NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาประมาณ 5 วินาที นำกิ่งไปปักชำในกระบะพ่นหมอก ที่มีซี่เถ้าแกลบเป็นวัสดุปักชำปักกิ่งลงในวัสดุปักชำ 1 ใน 3 ส่วนของกิ่ง ให้น้ำโดยตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติ ทุก ๆ 10 นาที ครึ่งละ 5 วินาที และพรางแสงโดยใช้ตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

วางแผนการทดลองแบบ 3×4 Factorial in completely randomized design (CRD) ปัจจัยที่ 1 คือ ส่วนของกิ่ง และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของ NAA ทรีตเมนต์ละ 7 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กิ่ง หลังจากปักชำได้ 30 วัน บันทึกผลดังนี้

1.1 จำนวนราก และความยาวราก โดยนับรากทั้งหมดของแต่ละกิ่งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำรากที่ได้มาวัดความยาวรากแล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย

1.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก (กรัม) โดยนำรากจากกิ่งปักชำแต่ละทรีตเมนต์มาชั่งน้ำหนักสดราก จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของ IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ

วางแผนการทดลองแบบ 3×4 Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ส่วนของกิ่งประกอบด้วย ปลายกิ่ง กลางกิ่ง และโคนกิ่ง ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับของความเข้มข้นของ IBA จำนวน 4 ระดับ คือ 0 1,000, 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร รวม 12 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 7 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กิ่ง โดยวิธีการเตรียมกิ่ง การจุ่มสารละลาย IBA การปักชำ และการบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของ NAA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ

จากผลการทดลองพบว่า กิ่งปักชำสบู่ดำจากทุกทรีตเมนต์มีการเกิดราก 100 เปอร์เซ็นต์ โดยความเข้มข้นของ NAA ที่ระดับต่างกันให้จำนวนราก ความยาวราก น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากของกิ่งปักชำสบู่ดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 20.33 ราก และ 1.32 กรัม ตามลำดับ รองลงมาคือ NAA ความเข้มข้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และการไม่ใส่สาร ที่ให้จำนวนรากเฉลี่ย 17.61 16.09 และ 13.52 รากตามลำดับ และน้ำหนักสดรากเฉลี่ย 0.75 0.51 และ 0.23 กรัมตามลำดับ เช่นเดียวกับชนิดของกิ่งปักชำที่มีจำนวนรากและน้ำหนักรากเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ คือ ส่วนโคนกิ่งให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากและน้ำหนักสดรากมากที่สุด 25.21 ราก และ 1.30 กรัม ตามลำดับ มากกว่าส่วนปลาย

กิ่ง และกลางกิ่ง ซึ่งมีจำนวนรากเท่ากับ 14.46 และ 11.00 ราก และน้ำหนักสดรากเท่ากับ 0.30 และ 0.50 กรัม ตามลำดับ และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของ NAA กับชนิดของกิ่งปักชำสับดูต่อจำนวนรากและน้ำหนักสดรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยส่วนโคนกิ่งปักชำร่วมกับ NAA 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด 36.42 ราก และ 3.06 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2)

ผลการทดลองใช้ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยของกิ่งปักชำสับดู พบว่า การไม่ใช้สารให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 7.27 เซนติเมตร และ 0.21 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใช้ NAA ความเข้มข้น 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ความยาวรากเฉลี่ย 5.55 6.03 และ 5.00 เซนติเมตร และน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.15 0.09 และ 0.16 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2) ส่วนการใช้ชนิดของกิ่งปักชำที่ต่างกันพบว่า ส่วนโคนกิ่งให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุด 8.76 เซนติเมตร และ 0.21 กรัม ตามลำดับ มากกว่าส่วนปลายกิ่งและกลางกิ่งที่มีความยาวรากเฉลี่ย 5.26 และ 3.87 เซนติเมตร และ

น้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.07 และ 0.07 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของ NAA กับชนิดของกิ่งปักชำสับดูต่อความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการไม่ใช้สารกับส่วนโคนกิ่งให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 11.42 เซนติเมตร และ 0.49 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ 2)

การทดลองที่ 2 ผลของ IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสับดู

จากการทดลอง พบว่า IBA ทุกความเข้มข้นสามารถชักนำการเกิดรากในกิ่งปักชำสับดูได้ทุกกิ่ง โดยความเข้มข้นที่ระดับต่างกันให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยของกิ่งปักชำสับดูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย IBA ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด 17.52 ราก และ 0.88 กรัม รองลงมาคือ IBA ความเข้มข้น 1,000 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และการไม่ใช้สารตามลำดับ เช่นเดียวกับชนิดของกิ่งปักชำที่มีจำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Table 1 Effects of NAA at different levels and the different sections on root number and root length of physic nut stem cutting

Concentration (mg/L)	Root number				Root length (cm)			
	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total
0	13.57	8.42	18.57	13.52 c	5.72	4.65	11.42	7.27 a
1,000	12.14	12.42	36.42	20.33 a	5.12	3.00	8.54	5.55 b
5,000	17.57	11.85	23.42	17.61 ab	5.21	4.47	8.42	6.03 b
10,000	14.57	11.28	22.42	16.09 bc	4.97	3.35	6.67	5.00 b
Mean total	14.46 b	11.00 c	25.21 a		5.26 b	3.87 c	8.76 a	
Concentration	*				**			
Stem section	*				**			
Interaction	**				**			

* significant difference at $P<0.05$ level

** significant difference at $P<0.01$ level

Table 2 Effects of NAA at different levels and the different sections on root fresh and dry weight of physic nut stem cutting

Concentration (mg/L)	Root fresh weight (g)				Root dry weight (g)			
	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total
0	0.05	0.06	0.58	0.23 c	0.07	0.05	0.49	0.21 a
1,000	0.22	0.68	3.06	1.32 a	0.05	0.09	0.31	0.15 b
5,000	0.50	0.80	0.94	0.75 b	0.06	0.06	0.14	0.09 c
10,000	0.45	0.45	0.63	0.51 bc	0.08	0.09	0.29	0.16 b
Mean total	0.30 b	0.50 b	1.30 a		0.07 b	0.07 b	0.31 a	
Concentration	**				**			
Stem section	**				**			
Interaction	**				*			

* significant difference at P<0.05 level

** significant difference at P<0.01 level

ส่วนโคนกิ่งให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 20.42 ราก และ 1.06 กรัม ตามลำดับ มากกว่าส่วนปลายกิ่ง และกลางกิ่ง ซึ่งมีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 10.71 และ 12.35 ราก และน้ำหนักสดรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.20 และ 0.40 กรัม ตามลำดับ และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของ IBA กับชนิดของกิ่งปักชำสนับดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยส่วนโคนกิ่งปักชำร่วมกับ IBA 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ย 26.00 ราก และน้ำหนักสดรากเฉลี่ย 1.84 กรัม มากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ (ตารางที่ 3 และ 4)

การทดลองที่ 2 ผลของ IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสนับดำ

จากการทดลอง พบว่า IBA ทุกความเข้มข้นสามารถชักนำการเกิดรากในกิ่งปักชำสนับดำได้ทุกกิ่ง โดยความเข้มข้นที่ระดับต่างกันให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยของกิ่งปักชำสนับดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย IBA ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด 17.52 ราก และ 0.88 กรัม รองลงมาคือ IBA ความเข้มข้น 1,000

3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และการไม่ให้สารตามลำดับ เช่นเดียวกับชนิดของกิ่งปักชำที่มีจำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนโคนกิ่งให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากและน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 20.42 ราก และ 1.06 กรัม ตามลำดับ มากกว่าส่วนปลายกิ่ง และกลางกิ่ง ซึ่งมีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 10.71 และ 12.35 ราก และน้ำหนักสดรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.20 และ 0.40 กรัม ตามลำดับ และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของ IBA กับชนิดของกิ่งปักชำสนับดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยส่วนโคนกิ่งปักชำร่วมกับ IBA 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ย 26.00 ราก และน้ำหนักสดรากเฉลี่ย 1.84 กรัม มากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ (ตารางที่ 3 และ 4)

ผลการทดลองใช้ IBA ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากของกิ่งปักชำสนับดำ พบว่า การไม่ให้สารให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการให้ IBA ความเข้มข้น 1,000 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการใช้ชนิดของกิ่งปักชำที่ต่างกัน พบว่า ส่วนโคนกิ่งให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งราก

Table 3 Effects of IBA at different levels and the different sections on root fresh and dry weight of physic nut stem cutting

Concentration (mg/L)	Root number				Root length (cm)			
	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total
0	13.57	8.42	18.57	13.52 b	5.72	4.65	11.42	7.27 a
1,000	8.42	11.00	20.57	13.33 b	4.54	5.45	8.21	6.07 ab
2,000	11.28	15.28	26.00	17.52 a	5.10	4.68	8.54	6.10 ab
3,000	9.57	14.71	16.57	13.61 b	3.17	4.62	4.85	4.21 b
Mean total	10.71 b	12.35 b	20.42 a		4.63 b	4.85 b	8.26 a	
Concentration	**				**			
Stem section	**				**			
Interaction	**				**			

** significant difference at P<0.01 level

Table 4 Effects of IBA at different levels and the different sections on root fresh and dry weight of physic nut stem cutting

Concentration (mg/L)	Root fresh weight (g)				Root dry weight (g)			
	Distal	Intermediate	Proximal	Mean total	Distal	Intermedia te	Proximal	Mean total
0	0.05	0.06	0.58	0.23 c	0.07	0.05	0.49	0.21 a
1,000	0.21	0.58	1.20	0.66 ab	0.04	0.08	0.25	0.12 bc
2,000	0.39	0.43	1.84	0.88 a	0.07	0.14	0.27	0.16 b
3,000	0.17	0.52	0.63	0.44 bc	0.06	0.08	0.16	0.10 c
Mean total	0.20 b	0.40 b	1.06 a		0.06 b	0.09 b	0.29 a	
Concentration	**				**			
Stem section	**				**			
Interaction	*				**			

* significant difference at P<0.05 level

** significant difference at P<0.01 level

เฉลี่ยมากที่สุด คือ 8.26 เซนติเมตร และ 0.29 กรัม ตามลำดับ มากกว่าส่วนปลายกิ่งและกลางกิ่งที่มีความยาวรากเฉลี่ย 4.63 และ 4.85 เซนติเมตร และน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 และ 0.09 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเข้มข้นของ IBA กับชนิดของกิ่งต่อความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยของกิ่งปักชำสนับดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการไม่ใช้สารกับส่วนโคนกิ่งให้ความยาวรากและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุด (ตารางที่ 3 และ 4)

วิจารณ์

การปักชำสนับดำความยาว 30 เซนติเมตร จากส่วนโคนกิ่งสามารถออกรากได้ดีกว่าส่วนกลางกิ่งและปลายกิ่ง เนื่องจากส่วนโคนกิ่งนั้นเป็นกิ่งขนาดใหญ่มีพื้นที่หน้าตัดที่กว้างกว่าส่วนอื่น ๆ ทำให้มีอาหารสะสมภายในกิ่งมาก สอดคล้องกับการศึกษาการออกรากของกิ่งปักชำสนับดำของบัณฑิตพรพรรณ (2527) ที่รายงานว่า กิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่และเป็นกิ่งยาวจะมีการออกรากได้ดีกว่ากิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กและกิ่งสั้น การใช้ NAA และ IBA กับกิ่งปักชำสนับดำให้ผลดีกว่าการไม่ใช้สาร ทั้งนี้เพราะสนับดำเป็นพืชที่มียางทำให้การออกรากค่อนข้างยาก แต่จากการไม่ใช้ NAA และ IBA กิ่งปักชำสนับดำก็สามารถออกรากได้ อาจเนื่องมาจากมีปริมาณฮอร์โมนสะสมพอที่จะทำให้เกิดรากได้บ้าง แต่ IAA มีเสถียรภาพต่ำสลายตัวเร็วและถูกทำลายโดยแสงได้ง่าย (Sircar, 1971) ดังนั้นการให้สารกลุ่มออกซินจากภายนอกจึงช่วยกระตุ้นให้มีการออกรากได้ดียิ่งขึ้น (Hartmann *et al.*, 1997) ในการทดลองของ อีรพงศ์ (2538) ที่ศึกษาการออกรากของกิ่งปักชำจำปีที่เป็นพืชมียางและออกรากยากด้วยนั้น เมื่อใช้ NAA ความเข้มข้นสูงถึง 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารเร่งรากเซราดิคซ์เบอร์ 3 ทำให้กิ่งตัดชำจำปีเกิดรากได้ดี แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของออกซินที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืชโดยต้องไม่สูงเกินไป เพราะอาจจะยับยั้งการเจริญของตา ทำให้ใบเหลืองและร่วง กิ่งมีสีดำ และตายในที่สุด (นนทยา, 2526) โดยสนับดำที่เป็นพืชมียางพบว่าการใช้ NAA ความ

เข้มข้นเพียง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงพอต่อการกระตุ้นการออกรากที่ดีและดีกว่าความเข้มข้นสูง

ดังนั้นจากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการใช้ส่วนโคนกิ่งร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดและให้ผลดีกว่าการใช้ IBA เนื่องจาก NAA มีฤทธิ์ของออกซินสูงเคลื่อนย้ายภายในกิ่งพืชได้ดี และสลายตัวได้ช้า จึงกระตุ้นให้กิ่งปักชำเกิดจุดกำเนิดรากได้ดี (Adriance and Brison, 1955; Hartmann *et al.*, 1997; Jeruto *et al.*, 2008) แต่ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกรากให้ดีขึ้นอาจจะเพิ่มระยะเวลาจุ่มสารให้นานขึ้น การเลือกปักชำในสภาพที่มีฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้น แสง และองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ปักชำที่เหมาะสม (พีรเดช, 2529) จะสามารถชักนำการเกิดรากของกิ่งปักชำสนับดำให้มากขึ้นได้

สรุป

การใช้ส่วนโคนกิ่งร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมต่อการใช้ในการกระตุ้นการเกิดรากในกิ่งปักชำสนับดำ สามารถให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากมากกว่าการใช้ NAA และ IBA ที่ระดับความเข้มข้นร่วมกับชนิดของกิ่งอื่น ๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. สนับดำ พืชพลังงานทดแทน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.
- กิ่งกานต์ หุทัยวิจิตรโชค. 2535. อิทธิพลของ IBA, NAA ต่อการเกิดรากของกิ่งปักชำเจตมูลเพลิงขาว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 12 หน้า.
- จันทนา กาญจนคาม. 2523. ผลการใช้ IBA และ NAA ร่วมในการออกรากของกิ่งตัดชำ Song of India ในถุงพลาสติกเก็บความชื้น. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 19 หน้า.

- ธีรพงศ์ ชมใจ. 2538. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิดของกิ่ง และเวลาในการตัดชำต่อการเกิด รากของกิ่งตัดชำจำปี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- นันทยา สมานนท์. 2526. การขยายพันธุ์พืช. บริษัท โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ. 447 หน้า.
- บัณฑูรฉัตร ฐิตินาวิน. 2527. ผลของขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของกิ่งปักชำต่อ การเกิดรากของต้นสนปูดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 20 หน้า.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. วิทยการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- ภูวนาถ นนทธี. 2532. การใช้ฮอริโมนกับไม้ผลบางชนิด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- ระพีพันธ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สิทธิผลไพบูลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสนปูดำเป็น พลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล, หน้า. 11-14. ใน: การใช้น้ำมันสนปูดำในเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรเคมี และกองวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร, กรุงเทพฯ.
- วรวรรณ แผนรุ่งรัตน์. 2527. ผลของ IBA และ NAA ต่อ การออกรากของกิ่งอ่อนส้มเขียวหวาน. ปัญหา พิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 15 หน้า.
- วีรวรรณ ภมร และ พรณธิภา ณ เชียงใหม่. 2552. ผลของ อาหารและชิ้นส่วนพืชในการชักนำให้เกิด แคลลัสของสนปูดำ. วารสารเกษตร 25(2): 125-133.
- สนั่น ขำเลิศ. 2522. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 217 หน้า.
- สมบัติ ชินะวงศ์. 2549. สนูปดำ การปลูกและการสร้าง มูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้. สำนักส่งเสริมและ ฝึกอบรมกำแพงแสน, นครปฐม. 45 หน้า.
- โสภณ บุญธรรม ธีรยุทธ ตูจันดา ณัฐา โพธารมณ์ และ ประสพพร สิมตะมาน. 2558. การชักนำให้เกิด ต้นแฮพลอยด์ โดยการเพาะเลี้ยงรังไข่ของข้าว สายพันธุ์ลูกผสมกลับ Rathu Heenati/KDML 105//Chai Nat 1. วารสารเกษตร 31(2): 145-153.
- อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว. 2551. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตสนูปดำ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 122 หน้า.
- อัศราพร แพ่งคล้าย. 2529. ผลการใช้ IBA, NAA และ เตราดิกซ์ต่อการออกรากของมะลิซ้อน. ปัญหา พิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 12 หน้า.
- Adriance, G. W. and F. R. Brison. 1955. Propagation of Horticultural Plants. 2nd ed., McGraw Hill Book Company Inc., New York. 298 p.
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies and R. L. Geneve. 1997. Plants Propagation: Principles and Practices. 6th ed., Prentice Hall Inc., New Jersey. 770 p.
- Jeruto, P., C. Lukhoba and C. Mutai. 2008. Propagation of some endangered indigenous trees from the South Nandi district of Kenya using cheap, non-mist technology. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3(3): 1-6.
- Sircar, S. M. 1971. Plant Hormone Research in India. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 264 p.

แนวโน้มการทนเค็มของข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงและพญาลิ้มแกง ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Tendency of Salt Tolerance in Siw Gliang and Paya Luem Kaeng Rice Cultivars Derived from Tissue Culture Plantlets

รัตนา ขามฤทธิ^{1/*}
Rattana Khamrit^{1/*}

(Received: 21 August 2014; Accepted: 9 January 2015)

Abstract: This research aimed to investigate the optimal media for callus induction and shoot regeneration in Siw Gliang and Paya Luem Kaeng rice cultivars. *In vitro* evaluation for salt tolerance of these rice cultivars were also studied. Rice seeds were surface sterilized and cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with various concentrations of 2,4-D and NAA. The suitable callus induction medium which showed the greatest fresh weight of callus (111.00 mg) in Siw Gliang cultivar was the modified MS medium containing 1 mg/l 2,4-D. In Paya Luem Kaeng rice cultivar, the highest callus fresh weight (148.00 mg) was observed when seeds were cultured on modified MS medium containing 1 mg/l 2,4-D and 1 mg/l NAA. Shoots were regenerated from calli cultured on the modified MS medium supplemented with various concentration of BA, NAA and coconut water. The MS medium supplemented with 2 mg/l BA, 0.5 mg/l NAA and 10% (v/v) coconut water was the suitable medium for shoot regeneration from the calli of Siw Gliang rice cultivar. The average shoot number produced from calli cultured on this medium was 6.0. In Paya Luem Kaeng rice cultivar, 4.8 shoots/callus were successfully regenerated on MS medium supplemented with 1 mg/l BA, 0.5 mg/l NAA and 10% (v/v) coconut water. The plantlets were selected for salt tolerance by culturing on medium supplemented with 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% NaCl. The results showed that the survival percentage of plantlets decreased with increasing NaCl concentrations in both rice cultivars. The highest concentrations of NaCl that plantlets of Siw Gliang and Paya Luem Kaeng rice cultivars could tolerate were 1 and 1.5%, respectively. Based on these results, it seems like plantlets of Paya Luem Kaeng cultivar are slightly tolerate to *in vitro* NaCl stress than those of Siw Gliang cultivar.

Keywords: Tissue culture, rice, salt tolerance

^{1/} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย 42000

^{1/} Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand 42000

* Corresponding author: E-mail address: Nopparatmaitree_m@su.ac.th

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือ ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดแคลลัสและต้นอ่อนของข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยง และข้าวพันธุ์พญาลิ้มแก และตรวจสอบการทนเค็มของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ในสภาพหลอดทดลอง เมื่อนำเมล็ดข้าวที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม 2,4-D และ NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำเมล็ดข้าวให้เกิดแคลลัสในข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยง คือ สูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด 111.00 มิลลิกรัม ส่วนข้าวพันธุ์พญาลิ้มแก คือ สูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด 148.00 มิลลิกรัม เมื่อย้ายแคลลัสไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA, NAA และน้ำมะพร้าว ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้แคลลัสข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยงเกิดต้น คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัส 6.0 ต้น ส่วนสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้ข้าวพันธุ์พญาลิ้มแก เกิดต้นได้ดี คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัส 4.8 ต้น เมื่อนำต้นอ่อนข้าวสองสายพันธุ์มาเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NaCl ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยงและพันธุ์พญาลิ้มแก มีอัตราการรอดชีวิตที่ลดลงเมื่อความเข้มข้น NaCl เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยง และพญาลิ้มแก พบว่าความเข้มข้นสูงสุดของ NaCl ที่ต้นข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยง และพญาลิ้มแกทนได้คือ 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นต้นข้าวพันธุ์พญาลิ้มแก จึงทนต่อความเค็มได้ดีกว่าต้นข้าวพันธุ์ชิวเกลี้ยง

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ข้าว การทนเค็ม

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลกและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปัจจุบันมีการปลูกข้าวทุกภาคของประเทศ แต่จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การลดลงของพื้นที่เพาะปลูกและปัญหาผลผลิตต่อไร่ของข้าวที่ต่ำ ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนข้าวขึ้นในหลายพื้นที่ (สุทาร์ตน์, 2553) ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตข้าวต่ำเนื่องจากปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำและยังมีปัญหาเรื่องดินเค็มในพื้นที่นาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัญหาดินเค็มเกิดได้จาก 2 สาเหตุคือ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองเกลือ การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากสภาพธรรมชาติ เนื่องจากภายใต้ดินเป็นชั้นของหินเกลือและมีแหล่งน้ำใต้ดินเป็นพาหนะในการนำเกลือขึ้นมาจากการระเหยของน้ำที่ผิวดินโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ทำให้พื้นดินบริเวณดังกล่าวมีความเค็มมาก โดยมีเกลือในดิน

0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ (สมศรี, 2539) การเกิดอุทกภัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการแพร่กระจายของความเค็มที่ผิวดินไปตามแหล่งต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่าดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินเกลือ 17 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 17.6 ล้านไร่ (สมศรี, 2534) โดยมีดินเค็มเกิดขึ้นเป็นหย่อม ๆ ถ้าความเค็มมากทำให้เกิดปัญหาต่อการเจริญเติบโตของพืช หลายหน่วยงานพยายามทำการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ข้าวเพื่อให้มีความทนต่อสภาวะความเค็มทั้งในสภาพธรรมชาติและใช้เทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วย ซึ่งวิธีการดังกล่าวเหล่านี้เป็นวิธีการที่มีข้อได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกันไป การทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ข้าวทนเค็มในสภาพธรรมชาติเป็นวิธีการที่นิยมใช้มาเป็นเวลานาน ซึ่งวิธีการนี้สามารถคัดเลือกข้าวทนเค็มได้ดีแต่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสภาพแวดล้อม (สมเดช, 2532) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการทดสอบและคัดเลือกข้าวที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับการทนเค็มภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีการควบคุมอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้นการทำการวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษาอาหารสูตรที่เหมาะสมในการชักนำให้เมล็ดข้าวพันธุ์ชีวกลี้งและพันธุ์พญาลิ้มแกง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้เกิดแคลลัส และศึกษาอาหารสูตรที่เหมาะสมในการชักนำแคลลัสให้เจริญเป็นต้น และศึกษาแนวโน้มการทนเค็มของข้าวพันธุ์ชีวกลี้งและพญาลิ้มแกง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์พื้นเมืองและเพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวอันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตข้าวของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำเมล็ดข้าวให้เกิดแคลลัส

แกะเปลือกข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และพันธุ์พญาลิ้มแกงออก จากนั้นนำเมล็ดข้าวที่แกะเปลือกแล้วมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 1 นาที และสารละลายคลอโรกซ์ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่เติมสาร Tween-20 1-2 หยด เขย่านาน 30 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที นำเมล็ดข้าวที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้วมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตรปรับค่า pH เท่ากับ 5.7 จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงที่ความเข้มแสง 40.5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และน้ำหนักสดของแคลลัส วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

การทดลองที่ 2 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้แคลลัสข้าวเจริญเป็นต้น

นำแคลลัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมและไม่เติมน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตร

ปรับค่า pH เท่ากับ 5.7 จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงที่ความเข้มแสง 40.5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ บันทึกจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัส วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

การทดลองที่ 3 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวทนเค็มในอาหารที่เติมเกลือระดับความเข้มข้นต่างๆ

นำต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และพันธุ์พญาลิ้มแกงที่ได้จากการชักนำแคลลัสให้เจริญเป็นต้นที่มีความสูงประมาณ 1.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เหมาะสมต่อการเกิดต้นของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ นำไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงที่ความเข้มแสง 40.5 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกจำนวนการรอดชีวิตของต้นข้าว และความสูงเฉลี่ยต่อต้น วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว

ผลการทดลอง

การชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง ให้เจริญเป็นแคลลัสบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D และ NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมล็ดข้าวที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเกิดแคลลัสที่บริเวณคัพภะของเมล็ด เมื่อครบ 4 สัปดาห์ แคลลัสมีลักษณะการเจริญเกาะกลุ่มกันแน่น (compact callus) และมีสีเหลือง ส่วนสูตรอาหารที่ไม่สามารถชักนำให้เมล็ดข้าวทั้งสองสายพันธุ์เกิดแคลลัสได้คือ อาหารสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 1 มิลลิกรัม

ต่อลิตร (ภาพที่ 1) โดยเมล็ดข้าวพันธุ์ซิวกเกลี้ยงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักสดแคลลัสสูงสุดเท่ากับ 111.00 มิลลิกรัม ส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักสดแคลลัสสูงสุดเท่ากับ 148.00 มิลลิกรัม (ตารางที่ 1)



ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้แคลลัสข้าวเจริญเป็นต้น

เมื่อนำแคลลัสข้าวพันธุ์ซิวกเกลี้ยง และข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร และ BA ร่วมกับ NAA และน้ำมะพร้าวที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ กันพบว่า ใน 1-2 สัปดาห์ แคลลัสขยายขนาดและเกิดจุดกำเนิดยอดสีเขียว (green spot) เล็กๆ บนก้อนแคลลัส จากนั้นแคลลัสจะเจริญเป็นยอดสีเขียว และแคลลัสจะเจริญเป็นยอดและรากที่สมบูรณ์เมื่ออายุได้ 4-6 สัปดาห์

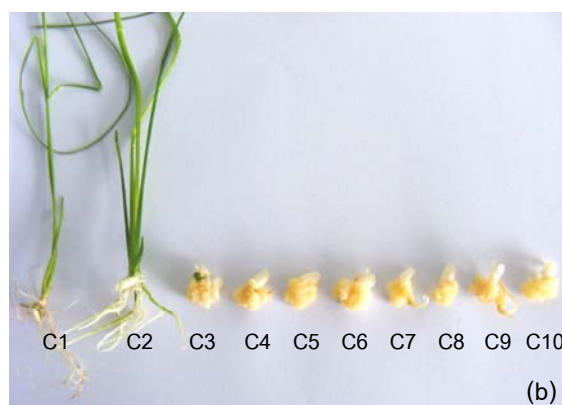


Figure 1 Calli of Siw Gliang (a) and Paya Luem Kaeng (b) rice cultivars cultured on MS solid media supplemented with various concentrations of 2,4-D and NAA for 3 weeks

Table 1 Percentage of callus induction and mean weights of calli of rice cv. Siw Gliang and Paya Luem Kaeng cultured on callus induction media for 3 weeks

Treatment	MS		Callus induction (%) $\pm$ SE		Mean weights of calli (mg) $\pm$ SE	
	2,4-D (mg/l)	NAA (mg/l)	Siw Gliang	Paya Luem Kaeng	Siw Gliang	Paya Luem Kaeng
C1	0	0	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c
C2	0	1	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c
C3	0.5	0	93.33 $\pm$ 6.67 ^c	66.67 $\pm$ 0.00 ^b	48.60 $\pm$ 8.10 ^b	62.00 $\pm$ 32.60 ^b
C4	0.5	1	66.67 $\pm$ 10.54 ^b	86.67 $\pm$ 8.16 ^{bc}	51.20 $\pm$ 13.20 ^b	80.60 $\pm$ 19.50 ^b
C5	1	0	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	93.33 $\pm$ 6.67 ^{bc}	111.00 $\pm$ 36.30 ^a	94.20 $\pm$ 12.20 ^{ab}
C6	1	1	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	67.00 $\pm$ 9.70 ^{ab}	148.00 $\pm$ 13.70 ^a
C7	1.5	0	66.67 $\pm$ 0.00 ^b	86.67 $\pm$ 8.16 ^{bc}	59.20 $\pm$ 7.90 ^b	124.60 $\pm$ 6.60 ^{ab}
C8	1.5	1	100.00 $\pm$ 0.00 ^a	86.67 $\pm$ 8.16 ^{bc}	75.40 $\pm$ 7.90 ^{ab}	113.40 $\pm$ 18.90 ^{ab}
C9	2	0	86.67 $\pm$ 8.16 ^a	80.00 $\pm$ 8.16 ^{cd}	60.60 $\pm$ 19.20 ^b	103.80 $\pm$ 17.50 ^{ab}
C10	2	1	86.67 $\pm$ 8.16 ^a	93.33 $\pm$ 6.67 ^{bc}	43.40 $\pm$ 9.80 ^{bc}	109.20 $\pm$ 19.20 ^{ab}

Means followed by the same letters within the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ (n=5)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเกิดต้นของแคลลัสข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงและข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง พบว่า ในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม BA และ NAA แคลลัสจะไม่มีการเกิดจุดกำเนิดยอดสีเขียวและไม่มีการเกิดต้น ส่วนสูตรอาหาร MS ที่เติมน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียว แคลลัสจะมีการเกิดจุดกำเนิดยอดสีเขียวน้อยและมีการเจริญเป็นต้นได้น้อยและช้ากว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติมน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเติม BA และ NAA (ภาพที่ 2 และ 3) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเกิดต้นของแคลลัสข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงและข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง

ในอาหารสูตรที่เติมน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเติม BA และ IBA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าแคลลัสข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสสามารถเจริญเป็นต้นได้ดีที่สุดโดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัสเท่ากับ 6.00 ต้น ส่วนแคลลัสข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสสามารถเจริญเป็นต้นได้ดีที่สุดโดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัสเท่ากับ 4.80 ต้น (ตารางที่ 2)

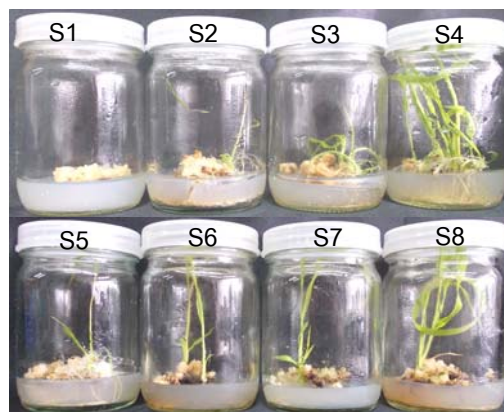


Figure 2 Growth of plantlets of Siw Gliang rice cultivar regenerated on MS solid media supplemented with various concentrations of BA and NAA for 6 weeks

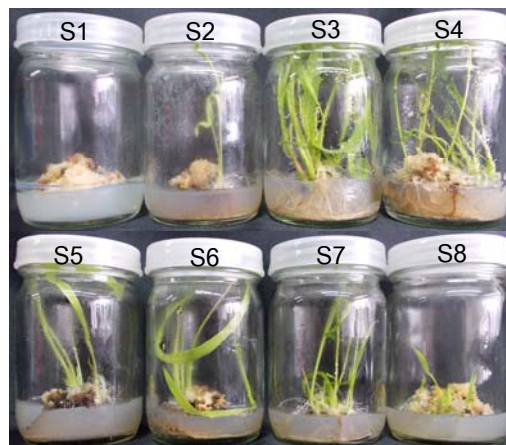


Figure 3 Growth of plantlets of Paya Luem Kaeng rice cultivar regenerated on MS solid media supplemented with various concentrations of BA and NAA for 6 weeks

Table 2 Number of shoots per callus of rice cv. Siw Gliang and Paya Luem Kaeng cultured on regeneration media for 6 weeks

Treatment	MS			number of shoots per callus $\pm$ SE	
	BA (mg/l)	NAA (mg/l)	Coconut water (%)	Siw Gliang	Paya Luem Kaeng
S1	0	0	0	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c
S2	0	0	10	1.20 $\pm$ 0.20 ^{bc}	1.20 $\pm$ 0.20 ^{bc}
S3	1	0.5	10	2.20 $\pm$ 0.37 ^b	4.80 $\pm$ 0.86 ^a
S4	2	0.5	10	6.00 $\pm$ 0.95 ^a	1.80 $\pm$ 0.20 ^b
S5	3	0.5	10	2.00 $\pm$ 0.32 ^b	2.60 $\pm$ 0.51 ^b
S6	4	0.5	10	1.80 $\pm$ 0.20 ^b	1.60 $\pm$ 0.40 ^b
S7	5	0.5	10	1.60 $\pm$ 0.25 ^b	2.60 $\pm$ 0.81 ^b
S8	6	0.5	10	2.20 $\pm$ 0.49 ^b	2.00 $\pm$ 0.53 ^b

Means followed by the same letters within the same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ (n=5)

ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของ NaCl ต่อการเจริญของต้นข้าวทั้งสองสายพันธุ์

จากการนำต้นอ่อนข้าวที่ได้จากการชักนำให้เจริญเป็นต้นที่มีขนาด 1.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เหมาะสมต่อการเกิดต้นของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ข้าวเกลี้ยงที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 73.33 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับต้นอ่อนข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกงที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลือ โซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5, 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4)

จากการศึกษาความสูงต้นเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ข้าวเกลี้ยงและข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง พบว่าต้นอ่อนข้าวพันธุ์ข้าวเกลี้ยงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 11.12 เซนติเมตร ส่วนต้นอ่อนข้าวพันธุ์ข้าวเกลี้ยงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงต้นเฉลี่ย 9.35, 8.59, 1.93 และ 1.83 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับต้นอ่อนข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด 10.38 เซนติเมตร ส่วนต้นอ่อนข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.85, 9.71, 6.49 และ 2.48 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

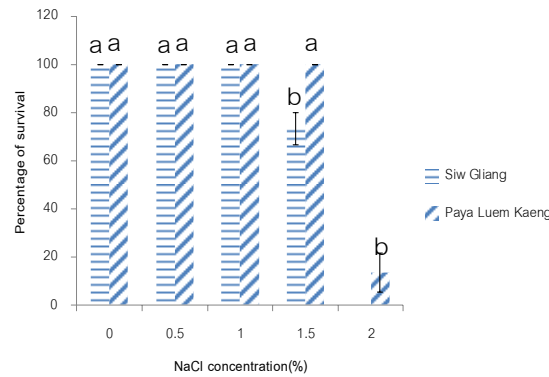


Figure 4 Survival percentage of Siw Gliang and Paya Luem Kaeng rice plantlets exposed to salt stress conditions for 4 weeks

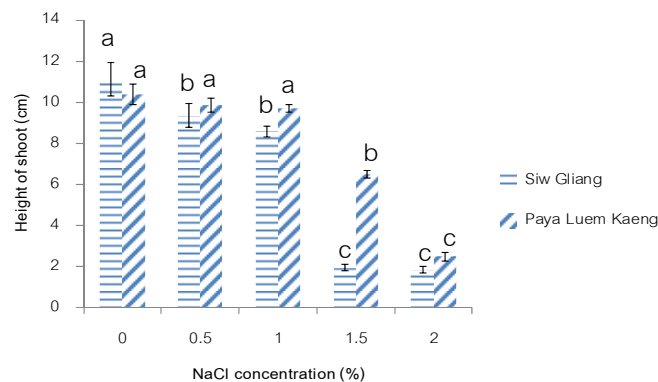


Figure 5 Average shoot height of Siw Gliang and Paya Luem Kaeng rice cultivars cultured on regeneration media containing various concentrations of NaCl for 4 weeks

วิจารณ์

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และพันธุ์พญาลิมแกง พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการชักนำเมล็ดข้าวให้เกิดแคลลัสข้าวคือ สูตรอาหาร ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์และน้ำหนักสดของแคลลัส โดยเมล็ดข้าวพันธุ์ชีวกลี้งที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดแคลลัสได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ และแคลลัสมีน้ำหนักสดสูงสุด 111.00 มิลลิกรัม ส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์พญาลิมแกงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดแคลลัสได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสที่ 100 เปอร์เซ็นต์

และแคลลัสมีน้ำหนักสดสูงสุด 148.00 มิลลิกรัม สำหรับเมล็ดข้าวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และสูตรอาหารที่เติม NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ แต่สามารถชักนำให้เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ซึ่งมีรายงานว่า 2,4-D เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพดีที่สุดในกลุ่มของออกซิน ในการชักนำเนื้อเยื่อพืชใบเลี้ยงเดี่ยวให้เจริญเป็นแคลลัส (ทะนง และ ไพบุญย์, 2527; Bhaskaran and Smith, 1990) 2,4-D มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเกิดยอด มีผลในการกระตุ้นการสร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิกเพื่อใช้ในการแบ่งเซลล์ ทำให้มีการแบ่งเซลล์จำนวนมากและเซลล์สามารถขยายขนาดกลายเป็นก้อนแคลลัสได้ นอกจากนี้ 2,4-D สามารถรักษาสภาพการเป็นแคลลัสในการเพาะเลี้ยงไว้ได้ดี และ

2,4-D ถูกทำลายโดยเซลล์พืชได้ช้ากว่าออกซินอื่นๆ เติมและคณะ (2532) รายงานว่า 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เมล็ดข้าวพันธุ์บาสมatik 370 เกิดแคลลัสได้สูงสุด สุทาร์ตน์ (2553) รายงานว่าการใช้ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพสูงสุดในการชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์ กข10 ให้เกิดแคลลัส จุฑาทิพย์ และคณะ (2556) รายงานว่า 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ให้เกิดแคลลัสได้สูงสุด

จากผลการชักนำให้แคลลัสข้าวเจริญเป็นต้นใหม่ พบว่าการเจริญเป็นต้นใหม่ของแคลลัสพัฒนามาจากการขยายขนาดแคลลัสและเริ่มเกิดสีเขียวบนแคลลัส จากนั้นพื้นที่สีเขียวจะเจริญเป็นยอดอ่อน มีรายงานว่าการแคลลัสที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ สามารถเจริญเป็นอวัยวะได้โดยจุดกำเนิดของอวัยวะอาจเกิดจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือกลุ่มของเซลล์พาเรนคิมา (parenchyma cell) เจริญไปเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญของอวัยวะที่มีการแบ่งเซลล์จำนวนมาก (เกศสุคนธ์, 2548) จากการทดลองนี้พบว่า แคลลัสข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถเกิดต้นได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัสเท่ากับ 6.00 ต้น ส่วนแคลลัสข้าวพันธุ์พญาลิมาแกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถเกิดต้นได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยต่อแคลลัสเท่ากับ 4.80 ต้น สำหรับแคลลัสข้าวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ไม่สามารถชักนำให้เกิดต้นได้ ทั้งนี้ NAA เป็นออกซินที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการสร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิก กระตุ้นการเกิดราก ส่วน BA เป็นไซโตไคนินที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการแบ่งเซลล์เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ ทำให้แคลลัสเจริญเป็นต้นและเพิ่มจำนวนต้นได้ดี (สุรียนต์ และคณะ, 2540) สอดคล้องกับ ประดิษฐ์ และคณะ (2537) รายงานว่า แคลลัสข้าวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin

1 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสสามารถเจริญเป็นต้นได้ Yin *et al.* (1993) รายงานว่า การใช้ BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้แคลลัสข้าวพันธุ์ 8706 เจริญเป็นต้นได้ นอกจากนี้ยังมีบางรายงานที่ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการชักนำแคลลัสให้เจริญเป็นต้นใหม่โดยการใช้สารอินทรีย์บางชนิดเช่น casein hydrolysate น้ำมะพร้าว และสารสกัดจากยีสต์ (ประดิษฐ์, 2538; Zhao *et al.*, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับ เกศสุคนธ์ (2548) รายงานว่า แคลลัสของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี ในอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 9 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ NAA 1 ไมโครโมลาร์ casein hydrolysate 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์

จากการนำต้นข้าวมาเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในธรรมชาติ ดินไม่เค็มจะมีปริมาณของเกลือในดินน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ ดินเค็มมากจะมีปริมาณของเกลือในดิน 0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินเค็มจัดจะมีปริมาณของเกลือในดินมากกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ (สมศรี, 2539) เมื่อหาอัตราการรอดชีวิตของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยงมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 73.33 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับต้นอ่อนข้าวพันธุ์พญาลิมาแก ที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ ความเข้มข้น 0, 0.5, 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงบนสูตรอาหารที่เติมเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิต 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยง และพญาลิมาแก พบว่า ความเข้มข้นสูงสุดของเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ที่ต้นข้าวพันธุ์ชีวเกลี้ยง และพญาลิมาแกทนได้คือ 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นต้นข้าวพันธุ์พญาลิมาแก จึงสามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลียวไฮโดรเจนคลอไรด์ใน

ระดับที่สูงกว่าต้นข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง จากการศึกษากการเจริญเติบโตโดยพิจารณาจากความสูงของต้นข้าวทั้งสองสายพันธุ์พบว่า ต้นอ่อนจะมีความสูงต้นสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ และมีความสูงของต้นลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากงานวิจัยของ Tam and Lang (2003) พบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงแคลลัสข้าวพันธุ์ Pokkali, Nep Ao Gia และ Doc Phung บนอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าแคลลัสสามารถเกิดต้นได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสมีอัตราการเกิดต้นเท่ากับ 51.28, 60.00 และ 64.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thach and Pant (1999) รายงานว่า เมื่อเพาะเลี้ยงแคลลัสข้าวพันธุ์ CSR27 และ พันธุ์ HBC19 บนอาหารที่ชักนำให้เกิดต้นที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แคลลัสข้าวทั้งสองสายพันธุ์สามารถเจริญเป็นต้นได้โดยมีความสูงของต้นลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น

สรุป

สูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์ชีวกลี้งให้เกิดแคลลัส คือ สูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์พญาลิมแกงให้เกิดแคลลัส คือ สูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้แคลลัสข้าวพันธุ์ชีวกลี้งเกิดต้น คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้แคลลัสข้าวพันธุ์พญาลิมแกงเกิดต้น คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการคัดเลือกการทนเค็มของข้าวทั้งสองสายพันธุ์พบว่า ต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวกลี้งและพันธุ์

พญาลิมแกง มีอัตราการรอดชีวิตที่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และพญาลิมแกง พบว่าความเข้มข้นสูงสุดของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ต้นข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง และพญาลิมแกงทนได้คือ 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นต้นข้าวพันธุ์พญาลิมแกง จึงทนต่อความเค็มได้ดีกว่าต้นข้าวพันธุ์ชีวกลี้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนงานวิจัยของบุคลากร บริหารจัดการโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณศูนย์ข่าวชุมชนกสทชน อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ที่อนุเคราะห์เมล็ดข้าวพันธุ์พญาลิมแกง และพันธุ์ชีวกลี้ง

เอกสารอ้างอิง

- เกศสุคนธ์ มณีวรรณ. 2548. การส่งถ่ายยีนไคทีเนสสู่ข้าว (*Oryza sativa* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 148 หน้า.
- จุฑาทิพย์ ทนไชย สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ สุชาดา เวียรศิลป์. 2556. ผลของ 2,4-D และ ไคเนตินต่อการเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วารสารเกษตร 29(2): 177-185.
- ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ เติม รัตติสุนทร เสาวนีย์ สุพทุธิธาดา สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล เลิศลักษณ์ เงินศิริ และ เบญจมาศ ศิลาอ้อย. 2537. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในข้าวโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ตอนที่ 1. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 28(3): 381-389.
- ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ เติม รัตติสุนทร เสาวนีย์ สุพทุธิธาดา สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล เลิศลักษณ์ เงินศิริ และ เบญจมาศ ศิลาอ้อย. 2538. การเพาะเลี้ยงอับเรณูของข้าวลูกผสม (ข้าวดอกมะลิ 105/

- สโคบอนเนท). วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขา
วิทยาศาสตร์ 29(2): 158-166.
- เผติม ระติสุนทร ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ เสาวนีย์
พุทธิธาดา และ สุพรรณิ แก่นสาร. 2532. การ
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์ปทุมมาติก 370.
วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์
23(3): 205-210.
- ทะนง พรประดับเกียรติ และ ไพบุลย์ กวินเลิศวัฒนา.
2527. การเกิดและการเจริญเติบโตของแคลลัส
ของข้าวโพดหวานพันธุ์ Supper Sweet โดยการ
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์ 16(2):1-13.
- สมศรี อรุณินท์. 2534. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก.
(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical03001_4.pdf
(8 พฤศจิกายน 2556).
- สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรุงเทพฯ:
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมเดช อิมมาก. 2532. การศึกษาวิธีการคัดเลือกพันธุ์ข้าว
ต้านทานแล้งในระยะกล้าด้วยสารละลาย PEG
6000 ควบคุมความเครียดของน้ำในดิน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
98 หน้า.
- สุทาร์ตน์ คนขยัน. 2553. การส่งถ่ายยีนโคทิเนสสู่ข้าว
เหนียว (*Oryza sativa* L.) พันธุ์ กข10.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 103 หน้า.
- สุริยันตร์ ฉะลุ่ม ศรีสม สุวัฒนานนท์ กมลพรรณ
นามวงศ์พรหม และ เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ. 2540.
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์นางมัลเอส 4.
วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์
31(2): 116-124.
- Bhaskaran, S. and R. H. Smith. 1990. Regeneration
in cereal tissue: culture: a review. Crop
Science 30: 1328-1336.
- Tam, D. M. and N. T. Lang. 2003. *In vitro* selection
for salt tolerance in rice. Omonrice 11: 68-
73.
- Thach, T. N. and R. C. Pant. 1999. *In vitro* study on
salt tolerance in rice. Omonrice 7: 80-88.
- Yin, Y., S. Li, Y. Chen, H. Guo, W. Tian, Y. Chen and
L. Li. 1993. Fertile plants regenerated from
suspension culture-derived protoplasts of
an indica type rice (*Oryza sativa* L.). Plant
Cell Tissue and Organ Culture 32: 61-68.
- Zhao, J., C. Zhao and H. Y. Yang, 1999. *In vitro*
development of early proembryos and plant
regeneration via microculture in *Oryza*
sativa. Plant Cell Tissue and Organ Culture
55: 167-174.

ผลของน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวหอมมะลิ

Effects of Wood Vinegar and Manure on Growth, Yield and Seed Quality of Hom Mali Rice

วนิดา วัฒนพ่ายกุล^{1/*}
Wanida Wattanaphayapkul^{1/*}

(Received: 1 September 2014; Accepted: 4 August 2015)

Abstract: The effects of cattle dung, chicken dung and wood vinegar on growth, yield and seed quality of Hom Mali rice were investigated using two varieties i.e. KDML 105 and RD 15 in the greenhouse. Six treatments consisted of 1) un-treated control 2) diluted wood vinegar (300 times dilution) 3) chicken dung 300 kg rai⁻¹ 4) cow dung 1,000 kg rai⁻¹ 5) diluted wood vinegar and chicken dung 300 kg rai⁻¹ 6) diluted wood vinegar and cow dung 1,000 kg rai⁻¹. The treatments were arranged in a 2x6 factorial randomized complete block design with four replications. The rice variety (factor 1) consisted of KDML 105 and RD 15 and wood vinegar and fertilizer management were assigned as factor 2 in this experiment. Application of diluted wood vinegar and cow dung resulted in significantly higher plant height, number of tillers and grain yield of KDML 105 and RD 15. Application of diluted wood vinegar and chicken dung promoted the highest grain yield of 224.5 g pot⁻¹ of KDML 105 and RD 15. Application of diluted wood vinegar and manure did not have significant effect on seed germination and seedling vigor of rice.

Keywords: Cow dung, chicken dung, wood vinegar, growth, yield, Hom Mali rice

^{1/} สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

^{1/} Program of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: wanida3403@hotmail.com

บทคัดย่อ: ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 2 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข15 ทำการปลูกในเรือนทดลอง โดยทำการทดลอง 6 กรรมวิธี คือ 1. ไม่ใช้น้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอก (ควบคุม) 2. น้ำส้มควันไม้เจือจาง (300 เท่า) 3. มูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹ 4. มูลโค 1,000 กก. ไร่⁻¹ 5. น้ำส้มควันไม้เจือจาง และมูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹ และ 6. น้ำส้มควันไม้เจือจาง และมูลโค 1,000 กก. ไร่⁻¹ วางแผนการทดลองแบบ 2x6 Factorial in randomized complete block design มี 4 ซ้ำ โดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 เป็นพันธุ์ข้าว และปัจจัยที่ 2 เป็นการจัดการปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ การพ่นน้ำส้มควันไม้เจือจาง และมูลโค 1,000 กก. ไร่⁻¹ ทำให้ข้าว กข15 และข้าวดอกมะลิ 105 มีความสูง จำนวนหน่อตอก และน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นน้ำส้มควันไม้เจือจาง และมูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹ ทำให้ข้าว กข15 และข้าวดอกมะลิ 105 มีผลผลิตมากถึง 224.5 ก. ไร่⁻¹ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

คำสำคัญ: ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยมูลไก่ น้ำส้มควันไม้ การเจริญเติบโต ผลผลิต ข้าวหอมมะลิ

คำนำ

การผลิตทางการเกษตรในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรมากและเกิดปัญหาสารเคมีตกค้างไปกับผลผลิต ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง นอกจากนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีที่มากเกินไปทำให้เกิดการปนเปื้อนของไนเตรตในแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ในปัจจุบันประชาชนห่วงใยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงต้องการบริโภคอาหารที่ปลอดภัยและยินดีจ่ายในราคาสูงกว่าปกติ การผลิตข้าว (*Oryza sativa* L.) อินทรีย์จึงเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งจะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวอินทรีย์มีเกณฑ์คุณภาพที่เกษตรกรต้องปฏิบัติ นั่นคือห้ามใช้สารเคมีทุกชนิดในการผลิตซึ่งรวมถึงปุ๋ยเคมีและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วย

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศและเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวหอมมะลิซึ่งถือว่าเป็นข้าวที่มีคุณภาพสูง โดยมีพื้นที่ปลูกถึง 19 ล้านไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข15 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพสูง อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากดินเป็นดินกรดและขาดความอุดมสมบูรณ์ (ศิริวรรณ, 2551) การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางการปฏิบัติโดยทั่วไปเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืชและยกระดับผลผลิตข้าวในพื้นที่ที่ดินมี

ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชก็มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากศัตรูพืชเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตข้าวทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก อย่างไรก็ตามในการผลิตข้าวอินทรีย์เกษตรกรสามารถใช้ได้เฉพาะสารอินทรีย์เท่านั้นจึงทำให้ข้าวอินทรีย์มีผลผลิตต่ำและคุณภาพต่ำ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ และน้ำส้มควันไม้ซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งจะช่วยให้ผู้ผลิตลดปัญหาการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ อีกทั้งยังช่วยให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคปลอดภัยจากสารพิษ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเป็นที่ยอมรับกันมานานแล้ว แต่การประยุกต์ใช้ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดในแต่ละพืชในสภาพแวดล้อมที่จำเพาะยังไม่มีข้อมูลมากนัก มีรายงานว่า การใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำอัตรา 1 ต่อ 300 เพื่อฉีดพ่นข้าวทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ศิริวรรณ, 2551) น้ำส้มควันไม้จากต้นยูคาลิปตัสสามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (วิลาลินี และ สรัญญา, 2553) ผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นน่าจะเกิดจากการควบคุมโรคคำถามในการวิจัยนี้คือ การใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ ร่วมกันกับน้ำส้มควันไม้สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้หรือไม่ และการใช้ปุ๋ยคอกชนิดใดให้ผลผลิตข้าวดีที่สุด วัตถุประสงค์

ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ และ น้ำส้มควันไม้ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวหอมมะลิ ผลการทดลองนี้จะ เป็นประโยชน์ในการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการใช้ปุ๋ย อินทรีย์ (ปุ๋ยคอก) ชนิดต่าง ๆ ร่วมกับน้ำส้มควันไม้

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลองและการดูแลรักษา

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข15 เป็นพันธุ์ทดสอบ โดยวางแผนการทดลอง แบบ 2x6 factorial randomized block design มี 3 ซ้ำ ทำการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน 2556 ถึงกุมภาพันธ์ 2557 ที่โรงเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย ราชภัฏรำไพพรรณี บัณฑิตที่ 1 เป็นพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ และปัจจัย ที่ 2 เป็นการจัดการปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ อัตราปุ๋ยคอก และน้ำส้มควันไม้รวมทั้งหมดเป็น 6 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1. กรรมวิธีควบคุม คือ ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและไม่ ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ 2. น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วน ต่อน้ำ 300 ส่วน 3. ปุ๋ยมูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹ 4. ปุ๋ยมูลวัว 1,000 กก. ไร่⁻¹ 5. ปุ๋ยมูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹ + น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วน ต่อน้ำ 300 ส่วน และ 6. ปุ๋ยมูลวัว 1,000 กก. ไร่⁻¹ + น้ำส้มควันไม้ 1 ส่วน ต่อน้ำ 300 ส่วน

ใช้กระถางเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร สูง 29 ซม บรรจุน้ำที่ระดับความสูง 25 เซนติเมตร โดยผสม ดินนาชุดสติกที่ตากไว้จนแห้งดีแล้วกับปุ๋ยคอกตามที่ กำหนด ปุ๋ยคอกที่ใส่คำนวณจากพื้นที่ปลูก 1 ไร่ จึงเทียบ อัตราปุ๋ยได้เท่ากับพื้นที่ปลูก 1 ไร่ เพาะกล้าเตรียมไว้ใน กระถางและย้ายปลูกเมื่อต้นกล้ามีอายุ 30 วัน ปลูก กระถางละ 3 ต้น กรรมวิธีละ 3 กระถาง จึงมีกระถาง ทั้งหมด 36 กระถาง ให้น้ำเต็มกระถางตลอดเวลา ฉีดพ่น น้ำส้มควันไม้ทางใบในอัตราที่กำหนดทุก 2 สัปดาห์ หลัง การปักดำ ถึง 15 วันก่อนเก็บเกี่ยว

ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 48 กรัมต่อกระถาง โดย คลุกเคล้ากับดินปริมาณ 50 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 160 กรัมต่อกระถาง โดยคลุกเคล้ากับดินปริมาณ 50 กิโลกรัม โดยในกรรมวิธีที่มีการใช้น้ำส้มควันไม้ เป็นการ ใช้โดยการฉีดพ่นทางใบทุก 2 สัปดาห์ หลังการปักดำ

จนถึง 15 วันก่อนการเก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว และบันทึกข้อมูลพืชใน ลักษณะความสูง จำนวนหน่อต่อกอ เมื่อระยะแตกกอ ออกดอก และเก็บเกี่ยว และผลผลิตเมล็ดและ องค์ประกอบผลผลิตเมื่อระยะเก็บเกี่ยว นำเมล็ดมาเพาะ ในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาความงอกและความแข็งแรง ของเมล็ด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลในแต่ละการทดลองตามแผนการ ทดลองแบบ 2x6 factorial in randomized complete block design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีในทุกการทดลองโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการศึกษา

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของชุดดินก่อนปักดำ

ชุดดินสติกก่อนการปลูกข้าวมีความเป็นกรด 5.13 ค่าการนำไฟฟ้า 0.002 dS m⁻¹ ปริมาณไนโตรเจน ทั้งหมดในดินร้อยละ 0.03 อินทรีย์วัตถุมีค่าเท่ากับ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3.70 mg kg⁻¹ และ โพแทสเซียมที่สกัดได้ 48.65 mg kg⁻¹ และมีลักษณะเนื้อ ดินร่วนปนทราย (ตารางที่ 1)

คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินสติกในกระถางหลังเก็บเกี่ยว

จากการเปรียบเทียบดินหลังการปลูกข้าวขาว ดอกมะลิ 105 และ กข15 พบว่า มีค่าความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 5.10 ทั้งสองพันธุ์ และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.002 dS m⁻¹ ทั้งสองพันธุ์ ส่วนค่าอินทรีย์วัตถุมีค่า ไกล่เคียงกันคือ 0.43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ 0.44 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้าว กข15 (ตารางที่ 2)

Table 1 pH, electrical conductivity (EC), total nitrogen, available phosphorus, exchangeable potassium and soil texture of the soil (Satuek soil series) used in the experiment prior to planting

pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	Total N (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable K (mg kg ⁻¹)	Soil texture
5.13	0.002	0.030	2.70	48.65	Sandy loam

Table 2 pH, electrical conductivity (EC), organic matter, total nitrogen (N), available phosphorus and exchangeable potassium of the soil after rice harvest

Rice variety	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable K (mg kg ⁻¹)
KDML 105	5.10	0.002	0.43	0.02	2.67	41.75
RD 15	5.10	0.002	0.44	0.02	2.68	41.26
CV (%)	9.2	4.5	5.2	6.8	5.4	7.6

Means in a column without letter are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT).

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างและค่าการนำไฟฟ้าในตารางที่ 1 และที่ 2 พบว่าไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ดินก่อนปลูกมีไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินหลังเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวไม่ทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในลักษณะความเป็นกรดต่างและการนำไฟฟ้า แต่มีแนวโน้มทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง

เมื่อเปรียบเทียบทุกกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในค่าความเป็นกรดต่าง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 5.1 ถึง 5.9 ค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.002 ถึง 0.004 dS m⁻¹ และค่าอินทรีย์วัตถุ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) และทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในค่าไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การเจริญเติบโตและผลผลิต

ความสูงของต้น

สำหรับการเจริญเติบโตในลักษณะความสูงพบว่าข้าวพันธุ์ กข15 สูงกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในการประเมินที่ 60 90

และ 120 วัน หลังปักดำ (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในลักษณะความสูงของต้น (ตารางที่ 5) การใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,000 กก. ไร่⁻¹ ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวมีความสูงมากที่สุดโดยสูง 110.2 118.7 และ 158.7 เซนติเมตร ในการประเมินที่ 60 90 และ 120 วัน หลังปักดำ

การใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวมีความสูงรองลงมาและแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในการประเมินที่ 60 90 และ 120 วันหลังปักดำ โดยมีความสูง 108 115.3 และ 149.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความแตกต่างในลักษณะความสูงมีแนวโน้มที่ชัดเจนในการประเมินที่ 120 วัน หลังปักดำซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวและข้าวหยุดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงแล้ว ซึ่งพบว่า ปุ๋ยมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวมีความสูงมากที่สุด (158.7 เซนติเมตร) รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ (149.7 เซนติเมตร) ปุ๋ยมูลโค (146.3 เซนติเมตร) ปุ๋ยมูลไก่ (141.7 เซนติเมตร) น้ำส้มควันไม้ (140.3 เซนติเมตร) และกรรมวิธีควบคุม (137.5 เซนติเมตร) ตามลำดับ

Table 3 pH, electrical conductivity (EC), organic matter total nitrogen (N), available phosphorus and exchangeable potassium of soil treatments after harvest of varieties KDML105 and RD15

Treatment	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable K (mg kg ⁻¹)
Un-treated control	5.1	0.003	0.45	0.02	2.40	45.12
Wood Vinegar	5.8	0.004	0.47	0.02	2.70	46.36
Chicken dung (300 kg Rai ⁻¹)	5.8	0.002	0.52	0.01	2.68	47.24
Cow dung (1000 kg Rai ⁻¹)	5.9	0.004	0.51	0.02	2.66	46.51
Chicken dung + wood vinegar	5.7	0.002	0.48	0.02	2.67	48.13
Cow dung + wood vinegar	5.7	0.002	0.49	0.02	2.66	47.23
CV (%)	9.2	4.5	5.2	6.8	5.4	7.6

Means in a column without letter are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

Table 4 Plant heights and number of tillers per hill evaluated at 60, 90 and 120 days after transplanting (DAT) and grain yield evaluated at harvest of rice varieties KDML105 and RD15

Rice variety	Plant height (cm)			Number of tillers per hill			Grain yield (g/pot)
	60 DAT	90 DAT	120 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	
KDML105	97.5 b	109.6 b	135.6 b	10.1	10.1	9.40	173.85b
RD15	113.7 a	119.5 a	157.8 a	10.6	10.0	9.20	184.60a
CV (%)	8.00	8.90	7.20	31.80	32.19	22.10	0.15

Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

Table 5 Plant heights and number of tillers per hill evaluated at 60, 90 and 120 days after transplanting (DAT) and grain yield evaluated at harvest of rice varieties KDML105 and RD15 treated with different combinations and types of farm manure and wood vinegar

Treatment	Plant height (cm)			Number of tillers per hill			Grain yield (g/pot)
	60 DAT	90 DAT	120DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT	
Un-treated control	106.8 c	109.3 d	137.5 e	8.5 f	8.3 e	8.2 e	120.0f
Wood Vinegar	103.2 d	113.5 b	140.3 d	12.7 b	12.5 b	12.4 b	157.4e
Chicken dung (300 kg Rai ⁻¹)	101.2 e	107.5 e	141.7 c	10.5 e	10.5 d	10.4 d	181.3c
Cattle dung (1000 kg Rai ⁻¹)	104.3 d	112.8 c	146.3 b	11.5 d	11.3 c	11.2 c	171.8d
Chicken dung + wood vinegar	108.0 b	115.3 b	149.7 b	12.3 c	12.3 b	12.2 c	224.5a
Cattle dung + wood vinegar	110.2 a	118.7 a	158.7 a	12.8 a	12.8 a	12.7 a	187.2b
CV (%)	8.00	8.90	7.20	31.30	32.19	22.10	27.12

Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

จำนวนหน่อตอก

สำหรับการเจริญเติบโตในลักษณะจำนวนหน่อตอกพบว่า พันธุ์ข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในลักษณะจำนวนหน่อตอกในการประเมินที่ 60 90 และ 120 วัน หลังปักดำ (ตารางที่ 4) ในการประเมินที่ 120 วัน หลังปักดำซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวและข้าวหยุดการเจริญเติบโตแล้วพบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนหน่อ 9.4 หน่อตอก และข้าวพันธุ์ กข15 มีจำนวนหน่อ 9.2 หน่อตอก จำนวนหน่อตอกเมื่อระยะเก็บเกี่ยวมีจำนวนลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการประเมินที่ 60 และ 90 วัน หลังปักดำ

เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้พบว่า กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การใส่ปุ๋ยมูลโคกับน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวแตกกอสูงสุดทุกระยะการเจริญเติบโตในการประเมินที่ 60 90 และ 120 วัน หลังปักดำ โดยมีจำนวนหน่อ 12.8 12.8 และ 12.7 หน่อตอก ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมทำให้ข้าวมีการแตกกอต่ำสุดทุกระยะการเจริญเติบโตในการประเมินที่ 60 90 และ 120 วัน หลังปักดำ โดยมีจำนวนหน่อ 8.5 8.3 และ 8.2 หน่อตอก ตามลำดับ

เป็นที่น่าสังเกตว่า การใส่น้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวแตกกอค่อนข้างสูงรองลงมาจากการใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้เท่านั้น โดยมีจำนวนหน่อตอกที่ 120 วัน หลังปักดำ 12.5 หน่อ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อตอกสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดพบว่า พันธุ์ กข15 มีผลผลิตเมล็ด 184.60 กรัมต่อกระถาง แตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีผลผลิต 173.85 กรัมต่อกระถาง (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีใส่ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5) ทุกกรรมวิธีที่ใส่

ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้มีผลผลิตเมล็ดสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (120.0 กรัมต่อกระถาง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยคอกและน้ำส้มควันไม้สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้

การใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวสูงสุด 224.5 กรัมต่อกระถาง รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ (187.2 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยมูลไก่ (181.3 กรัมต่อกระถาง) การใส่ปุ๋ยมูลโค (171.8 กรัมต่อกระถาง) และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ (157.4 กรัมต่อกระถาง) ตามลำดับ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์พบว่า กรรมวิธีที่มีลำดับเหมือนกันคือ กรรมวิธีควบคุม การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ การใส่ปุ๋ยคอกมูลโค และการใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ กรรมวิธีที่มีลำดับเปลี่ยนแปลงคือ การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ และการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 แต่การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ในข้าว กข6

พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนรวงต่อต้นจำนวนเมล็ดเต็มต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่าพันธุ์ กข15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะเมล็ดลีบ (ตารางที่ 7) การใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้ให้จำนวนรวงต่อต้นและจำนวนเมล็ดเต็มต่อรวงมากที่สุด และแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ข้าวมีเมล็ดลีบมากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้จำนวนรวงต่อต้นจำนวนเมล็ดเต็มต่อรวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี

Table 6 Means for grain yield (g/pot) of two rice varieties treated with six methods of fertilizer application

Treatment	KDML 105	RD 6
Un-treated control	119.046 f	124.267 f
Wood Vinegar	158.500 e	167.800 e
Chicken dung (300 kg Rai ⁻¹)	181.778 c	197.111 b
Cow dung (1000 kg Rai ⁻¹)	171.911 d	184.344 d
Chicken dung + wood vinegar	224.800 a	237.189 a
Cow dung + wood vinegar	187.111 b	196.900 c
CV (%)	18.83	19.03

Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

Table 7 Means for number of panicles, number of filled grains, number of un-filled grains and 1000-grain weight of two rice varieties

Variety	Number of panicles (plant ⁻¹)	Number of filled grains (panicle ⁻¹)	Number of un-filled grains (panicle ⁻¹)	1000-grain weight (g)
KDML 105	12.60 a	163.20 a	11.77	27.89 a
RD 15	12.44 b	158.40 b	11.77	27.77 b
CV (%)	12.31	15.25	9.83	15.78

Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

Table 8 Means for number of panicles, number of filled grains, number of un-filled grains and 1000-grain weight of rice varieties KDML 105 and RD 15 treated with different combinations and types of farm manure and wood vinegar

Treatment	Number of panicles (plant ⁻¹)	Number of filled grains (panicle ⁻¹)	Number of un-filled grains (panicle ⁻¹)	1000-grain weight (g)
Un-treated control	10.33 f	155.63 f	13.33 a	26.94 f
Wood Vinegar	11.45 e	163.17 d	11.75 e	27.12 e
Chicken dung (300 kg Rai ⁻¹)	12.16 b	169.67 c	11.75 e	27.30 c
Cow dung (1000 kg Rai ⁻¹)	11.70 c	158.67 e	12.08 b	27.21 d
Chicken dung + wood vinegar	11.53 d	179 b	11.50 d	27.45 a
Cow dung + wood vinegar	12.50 a	182.50 a	11.25 c	27.39 b
CV (%)	12.31	15.25	9.83	15.78

Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด

พันธุ์ข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ กข15 มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 97 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) พันธุ์ขาวดอกมะลิมีความแข็งแรงของเมล็ด 0.007 กรัมต่อต้น ส่วนพันธุ์ กข15 มีความแข็งแรงของเมล็ด 0.006 กรัมต่อต้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความงอกมีค่าอยู่ระหว่าง 96.7 ถึง 98.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความแข็งแรงของเมล็ดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.006 ถึง 0.007 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 10)

วิจารณ์

พืชต้องการดินดีมีธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต นอกจากนั้นพืชยังต้องการ

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและให้ผลผลิต ความเข้าใจการจัดการธาตุอาหารพืชนำไปสู่การจัดการการผลิตพืชที่เหมาะสมยั่งยืน ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผู้ผลิต และสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ดินเป็นหลักสำคัญในการผลิตพืช ดินในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละชุดดินมีสมบัติทางเคมีและกายภาพ ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน (อุไรวรรณ, 2557) ดินชุดสติกเป็นดินค่อนข้างมีปฏิกริยาเป็นกรด ซึ่งมีผลผลิตต่ำเนื่องจากธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่เพียงพอเพราะถูกตรึงอยู่ในอนุภาคดิน นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบเป็นดินทรายมีอินทรีย์วัตถุต่ำ (บริบูรณ์, 2542) การปรับปรุงดินชุดสติกให้มีผลผลิตภาพสูงจำเป็นต้องปรับปรุงค่าความเป็นกรดต่างให้สูงขึ้นโดยการใช้ปูนหรือหินฟอสเฟต และใส่ปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม การผลิตข้าวอินทรีย์ไม่อนุญาตให้ใช้สารเคมีรวมทั้งปุ๋ยเคมีด้วย ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัด คือ มีธาตุอาหารต่ำ ต้องใช้ปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนช่วยในการเพิ่ม

Table 9 Means for germination percentage and seedling strength of two rice varieties

Variety	Germination percentage	Seedling strength (g/seedling)
KDML 105	98.0	0.007
RD 15	97.0	0.006
CV (%)	2.33	16.37

Means in a column without letter are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

Table 10 Means for germination percentage and seedling strength of rice varieties KDML 105 and RD 15 treated with different combinations and types of farm manure and wood vinegar

Treatment	Germination percentage	Seedling strength (g/seedling)
Un-treated control	96.7	0.006
Wood Vinegar	98.0	0.006
Chicken dung (300 kg Rai ⁻¹)	98.0	0.006
Cow dung (1000 kg Rai ⁻¹)	97.7	0.006
Chicken dung + wood vinegar	97.7	0.006
Cow dung + wood vinegar	98.3	0.007
CV (%)	2.33	16.37

Means in a column without letter are not significantly different ($P \leq 0.05$ DMRT)

อินทรีย์วัตถุในดินและปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ
ของดิน ในการศึกษาเลือกศึกษาปุ๋ยคอก 2 ชนิด คือปุ๋ย
คอกมูลไก่และปุ๋ยคอกมูลโค ร่วมกับสารสกัดจาก
ธรรมชาติ คือ น้ำส้มควันไม้

เป็นที่ทราบกันดีว่าการใส่ปุ๋ยชนิดที่ถูกต้อง ใน
อัตราที่ถูกต้อง เวลาที่ถูกต้อง และวิธีที่ถูกต้องช่วยเพิ่ม
ผลผลิตพืช และมีการศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกในพืชอื่น ๆ
รวมทั้งข้าวซึ่งรายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกช่วยเพิ่มผลผลิต
อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยอัตราและชนิดที่เหมาะสมกับข้าว
อินทรีย์ที่ปลูกในดินทรายซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีไม่
มากนัก

ในการศึกษานี้การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ 300 กก. ไร่⁻¹
และการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค 1,000 กก. ไร่⁻¹ ช่วยเพิ่มความสูง
จำนวนหน่อตอก และผลผลิตเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ผลการทดลองสอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ปุ๋ยคอกให้
ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของ
ข้าวหอมมะลิ (ทรายแก้วและคณะ, 2556) ดังนั้นการ
เจริญเติบโตและผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น

ในทำนองเดียวกันการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทำให้
ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากขึ้นที่เห็นชัดเจน คือ
การเพิ่มจำนวนหน่อตอก การทดลองนี้สนับสนุนการ
ทดลองที่เคยทำมาแล้ว ซึ่งพบว่าน้ำส้มควันไม้มีคุณสมบัติ
เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (ศิริวรรณ, 2551)
น้ำส้มควันไม้มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก
และมี butenolide 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one
มีผลส่งเสริมความงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโต
ของต้นกล้า (Flematti *et al.*, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับการ
ทดลองที่พบว่า น้ำส้มควันไม้สามารถเพิ่มความยาวของ
ลำต้น และรากต้นกล้าข้าวพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 ได้
(Jothityangkoon *et al.*, 2007)

เมื่อมีการใช้ปุ๋ยคอกและน้ำส้มควันไม้ร่วมกันทั้ง
ใช้ร่วมกับปุ๋ยคอกมูลไก่และปุ๋ยคอกมูลโคต่างก็ทำให้ข้าว
เจริญเติบโตดีขึ้น และให้ผลผลิตมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจาก
อิทธิพลที่มีผลเสริมกันระหว่างปุ๋ยคอกกับน้ำส้มควันไม้
การใช้ น้ำส้มควันไม้พ่นทางใบหรือราดบนดินกับมะเขือ
เทศมีผลน้อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต แต่จะมีผล
มากเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีปฏิสัมพันธ์
เชิงบวกกับปุ๋ยเคมี (Mungkamchao *et al.*, 2013)

พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข6
ตอบสนองต่อการรวมวิธีการใส่ปุ๋ยคล้ายคลึงกันโดย
ตอบสนองเหมือนกันสามกรรมวิธีและตอบสนองต่างกัน
สองกรรมวิธี กรรมวิธีที่ตอบสนองต่างกัน (การใส่ปุ๋ยคอก
มูลไก่ และการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้) ให้
ผลผลิตใกล้เคียงกันในทั้งสองพันธุ์และให้ผลผลิตในระดับ
ปานกลาง ดังนั้นแม้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และกรรมวิธี
การใส่ปุ๋ยจะมีนัยสำคัญทางสถิติ ยังสามารถบ่งบอก
กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงสุดได้ (ปุ๋ยคอกมูลไก่อ่วมกับน้ำส้ม
ควันไม้)

อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่า แม้การใส่ปุ๋ยคอก
มูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้จะทำให้ข้าวมีความสูงและแตก
กอมากกว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้ การ
ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคร่วมกับน้ำส้มควันไม้มีผลผลิตเมล็ดต่ำ
กว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อ่วมกับน้ำส้มควันไม้อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเกิดจากการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค
ร่วมกับน้ำส้มควันไม้ทำให้ข้าวเจริญเติบโตทางลำต้นมาก
ไป การใส่ปุ๋ยในอัตราสูงมากเกินไปทำให้ข้าวไวแสงลำต้น
สูง เฝือใบ และผลผลิตต่ำ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบ
ผลผลิต พบว่าปุ๋ยคอกมูลโค ปุ๋ยคอกมูลไก่และน้ำส้มควัน
ไม้ไม่สามารถเพิ่มจำนวนรวง จำนวนเมล็ดดีและน้ำหนัก
เมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถลด
จำนวนเมล็ดลีบด้วย เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ดิน
ก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว พบว่าความอุดมสมบูรณ์มี
แนวโน้มลดลง ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าธาตุอาหารอาจ
สูญเสียไปกับกระบวนการเปลี่ยนปุ๋ยอินทรีย์เป็น
ไนโตรเจน คือ ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) เนื่องจาก
ปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็วเกินไปจนข้าวดูดไปใช้ไม่หมด
และในช่วงทำการเจริญเติบโตข้าวยังต้องการปุ๋ยอยู่ ใน
สภาพน้ำท่วมขังการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียโดย
กระบวนการดีไนตริฟิเคชันเป็นการสูญเสียไนโตรเจนที่สำคัญ
นอกเหนือจากการดูดไปใช้ของพืช ดังนั้นจึงควรแบ่งใส่ปุ๋ย
หลายครั้งเพื่อลดการสูญเสียปุ๋ย (วิณา และ ไพบูลย์,
2545) โดยทั่วไปปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุเพื่อ
ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินแทนที่จะให้ธาตุ
อาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ถ้าต้องการ
ผลผลิตสูงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณมาก การใช้
ปุ๋ยพืชสด เช่น พืชตระกูลถั่วน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

เพราะให้มวลชีวภาพสูงต่อไร่ในขณะเดียวกันก็ให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ซากถั่วลิสงเมื่อเก็บผลผลิตไถกลบลงแปลงสามารถเป็นประโยชน์ต่อข้าวโพดที่ปลูกตาม เทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 12 กก. ไร่⁻¹ (McDonagh *et al.*, 1993)

ถึงแม้ว่าปุ๋ยคอกมูลโคจะมีธาตุอาหารหลักน้อยกว่าปุ๋ยคอกมูลไก่ (ศิริวรรณ, 2551; ทราญแก้วและคณะ, 2556) แต่ปุ๋ยคอกมูลโคเป็นปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ที่บริโภคพืชเป็นอาหารจะมีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้าง (มุกดา, 2545) ทำให้ปุ๋ยคอกมูลโคมีการสลายตัวที่ช้ากว่าปุ๋ยคอกมูลไก่ ดังนั้นปุ๋ยคอกมูลโคจึงค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับต้นข้าวได้ตลอดการเจริญเติบโตของข้าว ทำให้ธาตุอาหารที่ถูกปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อข้าวได้ดีกว่าปุ๋ยคอกจากมูลไก่ ทั้งนี้การผสมซากถั่วลิสงซึ่งปลดปล่อยไนโตรเจนได้เร็วกับฟางข้าวซึ่งปลดปล่อยไนโตรเจนได้ช้ากว่า ช่วยให้มีการปลดปล่อยไนโตรเจนสอดคล้องกันกับความต้องการของข้าว และช่วยให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นเนื่องจากช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจน (Kaewpradit *et al.*, 2009) ในการศึกษาที่ไม่ได้วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยและน้ำส้มควันไม้ แต่โดยทั่วไปมูลไก่อมีธาตุอาหารหลักและอาหารรองสูงกว่ามูลโค (ทราญแก้วและคณะ, 2556) น้ำส้มควันไม้มีองค์ประกอบหลายชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีผลทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโต จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ศิริวรรณ, 2551)

เป็นที่น่าสังเกตว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและปุ๋ยมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวตอบสนองต่อปุ๋ยแตกต่างกัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยโดยภาพรวมไม่ได้เจาะจงในแต่ละพันธุ์ ดังนั้นการนำผลการวิจัยไปใช้จึงควรระมัดระวัง

อิทธิพลของปุ๋ยคอกและน้ำส้มควันไม้มีผลอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในส่วนการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ด แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า

สรุป

ดินชุดสติกที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกข้าว การใส่ปุ๋ยคอกมูลวัว อัตรา 1,000 กก. ไร่⁻¹ ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่เจือจาง 300 เท่า ทำให้ข้าวมีความสูง จำนวนหน่อต่อกอที่ระยะออกดอก (90 วันหลังปลูก) และระยะสุกแก่ (120 วันหลังปลูก) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เจือจาง ทำให้จำนวนหน่อต่อกอของข้าวที่ระยะแตกกอ (60 วันหลังปลูก) สูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ อัตรา 300 กก. ไร่⁻¹ ร่วมกับการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เจือจาง ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยคอกมีผลในการเพิ่มธาตุอาหารพืชทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากขึ้น ในขณะที่การใช้น้ำส้มควันไม้มีผลในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช จึงควรใช้ปุ๋ยคอกสำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช และใช้น้ำส้มควันไม้ในการรักษาพืชทดแทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวอินทรีย์ที่มีคุณภาพและเป็นที่น่าเชื่อถือของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัย ประจำปี 2556 ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

เอกสารอ้างอิง

บริบูรณ์ สมฤทธิ. 2542. ทศวรรษหน้า: ข้าวไทยในอีสาน. หน้า 1-16. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมใจภักดิ์รักข้าวไทย. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี

- และศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร. วันที่ 11-12 สิงหาคม 2542. ณ โรงแรมลายทอง, อุบลราชธานี.
- ทรายแก้ว อนุภาศ ชูติมา จันทรเจริญ พัฒนพงษ์ เกิด-หล้า พิลาสลักพันธ์ ล้วนลิ้ว และ สาธิต กาละ-พวก. 2556. ผลของปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินผลผลิต และคุณภาพของอ้อยในกลุ่มชุดดินที่ 36 จ.เพชรบูรณ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://r08.1dd.go.th/ข้อมูลทำเว็บไซต์/กลุ่มวิชาการ/ผลงานวิจัย/สพข.8/กลุ่มวิชาการ/ทรายแก้ว/ทรายแก้ว%20วจ.3%20อ้อย.pdf> (18 พฤศจิกายน 2557)
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์. อมรินทร์ พรินติง แอนด์ พับลิชชิง จำกัด(มหาชน), กรุงเทพฯ. 216 หน้า.
- วีณา นิลวงศ์ และ ไพบุญย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2545. อิทธิพลของวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตข้าวและการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียมและไนเตรตในดิน. วารสารเกษตร 18(3): 219-228.
- วิลาสินี แสงนาค และ สรัญญา ณ ลำปาง. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้จากต้นยูคาลิปตัสและสะเดาในการควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*. วารสารเกษตร 26(3): 213-222.
- ศิริวรรณ ทิพรักษ์. 2551. ผลของน้ำส้มควันไม้และปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 74 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2557. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 175 หน้า.
- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ. 2557. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรวพยา. วารสารเกษตร 30(2): 133-140.
- Flematti, G. R., E. L. Ghisalberti, K. W. Dixon and R. D. Trengove. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. Science 305: 977.
- Jothiyangkoon, D., C. Ruamtakhu, S. Tipparak, S. Wanapat and A. Polthanee. 2007. Wood vinegar enhances seed germination and seedling development of rice. Pp. 35-40. In Proceedings of the 2nd International Conference on Rice for the Future. 5-9 November 2007. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.
- Kaewpradit, W., B. Toomsan, G. Cadisch. P. Vityakon, V. Limpinuntana, P. Saenjan, S. Jogloy and A. Patanothai. 2009. Mixing groundnut residues and rice straw to improve rice yield and N use efficiency. Field Crops Research 110(2): 130-138.
- McDonagh, J. F., B. Toomsan, V. Limpinuntana and K.E. Giller. 1993. Estimates of the residual nitrogen benefit of groundnut to maize in Northeast Thailand. Plant and Soil 154(2): 267-277.
- Mungkumkamchao, T., T. Kesmala, S. Pimratch, B.Toomsan and D. Jothityangkoon. 2013. Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Scientia Horticulturae 154: 66-72.

ความหลากหลายของแมลงและแมงมุม ในนาข้าวเขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก

Insect and Spider Diversity in Irrigated Paddy Fields at Phitsanulok Province

วีรยุทธ สร้อยนา^{1/} วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/*} สมชาย ธนสินชัยกุล^{2/}
วิชัย สรพงษ์ไพศาล^{2/} และ คณิตา เกิดสุข^{3/}
Veerayutt Soinark^{1/}, Weerathep Pongprasert^{1/*}, Somchai Tanasinchayakul^{2/}
Wichai Sorapongpisa^{2/} and Kanita Kertsuk^{3/}

(Received: 16 March 2015; Accepted: 16 June 2015)

Abstract: Diversity of rice insects and spiders in irrigated rice paddy fields at Phitsanulok province was carried out during October 2010 - September 2012. Rice insects and spiders were collected from irrigated rice paddy fields of farmers at tiller stage by simple random sampling method using sweep net at 30 times/sampling spot. The total of 3 sampling spots were randomized in each time of the sampling. All rice insects and spiders were identified, species biodiversity and distribution (Shannon-Wiener) were calculated and the relationship to biotic factor (insect natural enemies and spiders) and abiotic factor (temperature, relative humidity, wind speed and rainfall) were determined. The total of 78 species of insects and spiders composed of 6 orders 12 families 24 species of rice insect pests, 6 orders 27 families 47 species of natural enemies and 1 order 4 families 7 species of spiders were identified. The species diversity (H) and species evenness (EH) of total insects and spiders were 2.53 and 0.58, respectively, rice insects were 1.47 and 0.46, while natural enemies and spiders were 2.24 and 0.56, respectively. The species number of insect pests was not related to abiotic factors but related to the species number of natural enemies ($r = 65.9$).

Keywords: Diversity, rice insect pest, natural enemy, irrigated rice paddy field, Phitsanulok province

^{1/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

^{1/} Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

^{2/} Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

^{3/} ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ถนนมิตรภาพ ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65130

^{3/} Phitsanulok Rice Research Center, Mittapab Road, Wang Thong, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: weerathepp@nu.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษาความหลากหลายของแมลงและแมงมุมในพื้นที่นาข้าวเขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงกันยายน พ.ศ. 2555 ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างแมลงและแมงมุม ด้วยแผนการสุ่มแบบสุ่มธรรมดา โดยใช้สวิงโอบ 30 ครั้งต่อจุด จำนวน 3 จุด จากพื้นที่แปลงนาเกษตรกร ในข้าวระยะแตกกอ จำแนกชนิดความสำคัญ และตรวจนับจำนวน เปรียบเทียบสัดส่วนแมลงศัตรูข้าว แมลงศัตรูธรรมชาติ และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ วิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการกระจายตัว ของ Shannon-Wiener ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของแมลงและแมงมุมที่สำรวจพบกับปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน และปัจจัยทางชีวภาพคือ ศัตรูธรรมชาติ ผลการศึกษาพบแมลงและแมงมุมที่สำคัญ จำนวน 78 ชนิด จำแนกได้เป็นแมลงศัตรูข้าว จำนวน 6 อันดับ 12 วงศ์ จำนวน 24 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ 6 อันดับ 27 วงศ์ จำนวน 47 ชนิด และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ 1 อันดับ 4 วงศ์ จำนวน 7 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H) และดัชนีการกระจายตัว (EH) ของ Shannon-Wiener ของแมลงและแมงมุมทั้งหมด เท่ากับ 2.53 และ 0.58 ตามลำดับ โดยในส่วนของแมลงศัตรูข้าวมีค่าเท่ากับ 1.47 และ 0.46 ตามลำดับ ในขณะที่แมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมมีค่าเท่ากับ 2.24 และ 0.56 ตามลำดับ จำนวนแมลงศัตรูข้าวไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ แต่มีความสัมพันธ์ (r) กับ จำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติสูงถึงร้อยละ 65.9

คำสำคัญ: ความหลากหลาย แมลงศัตรูข้าว แมลงศัตรูธรรมชาติ นาข้าวชลประทาน จังหวัดพิษณุโลก

คำนำ

พื้นที่นาข้าวชลประทานจังหวัดพิษณุโลก ประกอบด้วยพื้นที่ในเขตอำเภอเมือง อำเภอพรหมพิราม และ อำเภอวัดโบสถ์ ครอบคลุมพื้นที่ 94,700, 83,500 และ 11,200 ไร่ ตามลำดับ (สำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก, 2552) เกษตรกรในพื้นที่สามารถปลูกข้าวได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกมีหลากหลายทั้งข้าวอายุสั้นและยาว ทำให้ในพื้นที่มีข้าวช่วงอายุต่าง ๆ หลากหลาย ทุกระยะปะปนกันตลอดเวลา จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสะสมของแมลงศัตรูข้าว และเกิดการระบาดเป็นระยะ ๆ สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตข้าวอยู่เนือง ๆ (วันทนา และคณะ, 2554) โดยทั่วไปแมลงศัตรูข้าวมีประมาณ 50 ชนิด จำแนกเป็นกลุ่มหลัก ๆ คือ หนอนกอ แมลงกินใบ แมลงปากดูด และศัตรูข้าวชนิดอื่น ๆ รวมถึงไรแดง ไรขาว และแมลงบั่ว (Hill, 1996) การควบคุมแมลงเหล่านี้นิยมใช้สารฆ่าแมลงเป็นหลักเพราะให้ผลในการควบคุมที่รวดเร็ว ชัดเจน และสะดวก (วนิช และคณะ, 2540; สำนวน และวิรุทธ, 2548; วีระยุทธ และคณะ, 2556) แต่เนื่องจากการใช้สารฆ่าแมลงมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบนิเวศนาข้าว ที่สำคัญคือทำลายศัตรูธรรมชาติ ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของศัตรู

ธรรมชาติ ทำให้กิจกรรมของศัตรูธรรมชาติในการควบคุมศัตรูข้าวต่าง ๆ ตามธรรมชาติลดลง ส่งผลกระทบก่อให้เกิดการระบาดของศัตรูข้าวที่ไม่มีความสำคัญขึ้น เช่น กรณีนอนห่อใบข้าว เป็นต้น ทำให้เกิดการติดต่อสารฆ่าแมลงของแมลงศัตรูข้าวหลายชนิด เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงบั่ว แมลงห้ำ แมลงง เป็นต้น และก่อให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูดังกล่าวเป็นระยะอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะ 5 ปีที่ผ่านมา (ปรีชา, 2542; วันทนา, 2553; วันทนา และคณะ, 2554) ปัจจุบันระบบการเกษตรของพืชปลูกทุกชนิด รวมทั้งข้าว ได้เน้นการลดการใช้สารฆ่าแมลงและให้ความสำคัญต่อการรักษาศัตรูธรรมชาติ เพื่อสร้างกลไกการควบคุมภายใต้ความสมดุลของธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพของการควบคุมขึ้นอยู่กับระดับความซับซ้อนของกลไกการควบคุมโดยธรรมชาติที่ก่อให้เกิดสมดุลของระบบนิเวศเป็นสำคัญ (Hoeng and Sogawa, 1994) อย่างไรก็ตาม แม้ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ มีการศึกษาถึงประชากรแมลงศัตรูมากมายในช่วงระยะที่ผ่านมา แต่ในเชิงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงประชากรและข้อมูลด้านสังคมแมลงในระดับพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตนาชลประทานของจังหวัดพิษณุโลกยังมีการศึกษาน้อยมาก จึงได้ดำเนินการศึกษาความหลากหลายของแมลงนาข้าวเขตชลประทานจังหวัด

พิษณุโลกขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในเขตพื้นที่ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างแมลงในนาข้าวเกษตรกรในพื้นที่เขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงทุกสัปดาห์จากพื้นที่นาชลประทานของเกษตรกร ในจังหวัดพิษณุโลก ในช่วงเดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2555 เป็นระยะเวลา 2 ปี ใช้แผนการสุ่มแบบสุ่มธรรมดา (simple random sampling) ด้วยการใช้สวิงโอบตามเส้นทแยงมุมของพื้นที่นา จำนวน 30 ครั้งต่อจุด จำนวน 3 จุด จากพื้นที่แปลงนาของเกษตรกร ซึ่งข้าวอยู่ในระยะแตกกอ เก็บตัวอย่างแมลงในภาชนะพลาสติก ขนาด 20x10x30 เซนติเมตร ทำการวิเคราะห์และจำแนกชนิดชื่อวิทยาศาสตร์ของแมลงศัตรูข้าว และ ศัตรูธรรมชาติ (แมลงตัวห้ำ แมลงตัวเบียน และแมงมุม) ในห้องปฏิบัติการ

การจำแนกชนิดแมลงและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตรวจนับจำนวน และวิเคราะห์ความสำคัญ โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำแนกชนิดตามแนวทางการจำแนกของ สุวัฒน์ (2554), พิสุทธิ (2551), Asahina (1993) และ Hutachareon *et al.* (2007) เปรียบเทียบสัดส่วนแมลงศัตรูข้าว แมลงศัตรูธรรมชาติ และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ วิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการกระจายตัว ตามแนวทางของ Shannon-Wiener วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของแมลงที่พบกับปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง และปัจจัยทางชีวภาพคือ ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญที่พบ

ผลและวิจารณ์

ชนิดของแมลงและแมงมุมที่พบในพื้นที่นาข้าวเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

การสำรวจพบแมลงและแมงมุมในพื้นที่นาข้าวเกษตรกร จำนวน 78 ชนิด จำแนกตามความสำคัญ คือ แมลงศัตรูข้าวจำนวน 24 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 31 แมลงศัตรูธรรมชาติ ประเภทแมลงตัวห้ำจำนวน 21 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 27 และประเภทแมลงตัวเบียนจำนวน 26 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 33 และแมงมุมศัตรูธรรมชาติจำนวน 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 9 (ภาพที่ 1) สัดส่วนจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวและแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบนั้น จำนวนชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติมีมากกว่าจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวถึง 23 ชนิด หรือสูงกว่าถึง 1.96 เท่า และรวมแมงมุมศัตรูธรรมชาติเข้ากับแมลงศัตรูธรรมชาติพบว่า สัดส่วนของจำนวนชนิดมีความแตกต่างเพิ่มขึ้นเป็น 2.25 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิกันดา (2555), วิชัย และคณะ (2554), Heong *et al.* (1991) และ Ooi and Shepard (1994) ที่พบว่าในสภาพแปลงธรรมชาตินั้นมักพบศัตรูธรรมชาติหลากหลายชนิดมากกว่าศัตรูพืช

ในส่วนของจำนวนตัวของแมลงและแมงมุมที่พบทั้งหมดเท่ากับ 44,957 ตัว ประกอบด้วย แมลงศัตรูข้าวจำนวน 12,803 ตัว คิดเป็นร้อยละ 52 แมลงตัวห้ำจำนวน 8,837 ตัว คิดเป็นร้อยละ 36 แมลงตัวเบียนจำนวน 2,043 ตัว คิดเป็นร้อยละ 9 และแมงมุมศัตรูธรรมชาติจำนวน 812 ตัว คิดเป็นร้อยละ 3 (ภาพที่ 2) โดยในส่วนของศัตรูธรรมชาติพบว่า แมลงตัวห้ำมีจำนวนมากกว่าแมลงตัวเบียนและแมงมุมถึง 4.32 และ 10.88 เท่า คิดเฉลี่ยจำนวนตัวต่อจำนวนชนิดของแมลงตัวห้ำสูงถึง 420.80 ตัวต่อชนิด รองลงมาคือ แมงมุมและแมลงตัวเบียน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนตัวต่อจำนวนชนิดสูงถึง 116.00 และ 78.58 ตัวต่อชนิด ตามลำดับ บ่งบอกถึงแมลงตัวห้ำและแมงมุม ประสบความสำเร็จในการดำรงชีพในระบบนิเวศนาข้าวเกษตรกรที่มีการพ่นสารฆ่าแมลงได้ดีกว่าแมลงตัวเบียน ดังนั้นแมลงตัวห้ำและแมงมุมจึงเป็นศัตรูธรรมชาติที่มีแนวโน้มว่ามีศักยภาพสำหรับพัฒนาต่อยอดสู่การเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนและใช้ประโยชน์ในการควบคุมศัตรูข้าวโดยชีววิธีในระบบนาข้าวได้ดีกว่าแมลงตัวเบียน

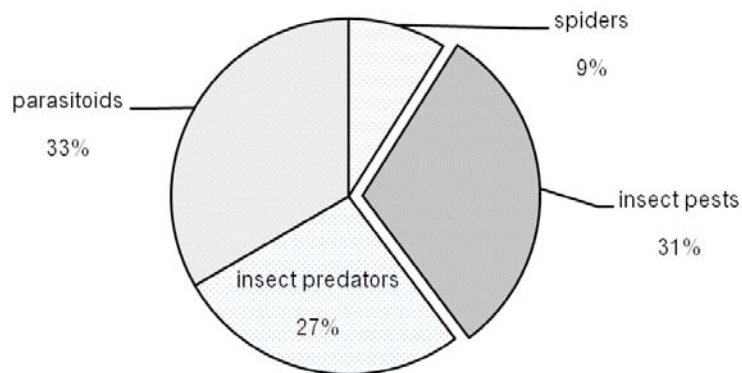


Figure 1 The ratio of species number of insect pests, insect natural enemies (predators and parasitoids) and spiders found in rice paddy field at Mueang district, Phitsanulok province during October 2010 - September 2012

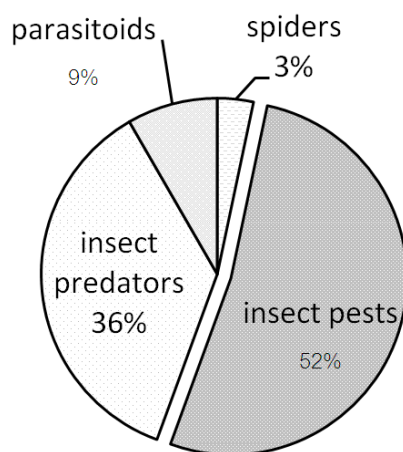


Figure 2 The ratio of numbers of insect pests, insect natural enemies (predators and parasitoids) and spiders found in rice paddy field at Mueang district, Phitsanulok province during October 2010 - September 2012

เมื่อทำการวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงและแมงมุมทุกชนิดที่พบมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H) และดัชนีการกระจายตัว (EH) ของ Shannon-Wiener เท่ากับ 2.53 และ 0.58 ตามลำดับ โดยเมื่อวิเคราะห์ในแต่ละกลุ่มพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของแมลงศัตรูข้าวมีค่าเท่ากับ 1.47 และ 0.46 ตามลำดับ ส่วนแมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมมีค่าเท่ากับ 2.24 และ 0.56 ตามลำดับ

การศึกษาในสภาพนาข้าวเกษตรกรรมครั้งนี้แม้ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวมีแนวโน้มของความสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานการศึกษาในสภาพของเกษตรอินทรีย์ของวิชัย และคณะ (2554) ที่พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Wiener ของแมลงและแมงมุมทุกชนิดที่สำรวจมีค่าเท่ากับ 3.31 และ 0.84 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของแมลงศัตรูข้าวมีค่าเท่ากับ 2.38 และ 0.77 ตามลำดับ

ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของแมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมเท่ากับ 2.90 และ 0.85 ตามลำดับ แต่ทุกค่าที่พบในการศึกษาค้างนี้มีระดับต่ำกว่าของวิชัย และคณะ (2554) มาก ข้อมูลนี้แสดงถึงผลกระทบจากการพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมศัตรูข้าวต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสังคมแมลงและแมงมุมในนาข้าวได้อย่างชัดเจน โดยผลที่กระทบนั้นไม่เพียงแต่เกิดขึ้นกับแมลงศัตรูข้าวเท่านั้น แต่รวมถึงแมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมซึ่งต่างก็ได้รับผลกระทบต่อเนื่องด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ค่าดังกล่าวยังบ่งบอกถึงความซับซ้อนของสมดุลในระบบนิเวศนาข้าวที่มีการพ่นสารฆ่าแมลงนั้นต่ำกว่าระบบนิเวศนาข้าวอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม ในสภาพการปลูกข้าวทั้งสองรูปแบบนั้นพบชนิด จำนวน และความหลากหลายทางชีวภาพของศัตรูธรรมชาติในสัดส่วนที่สูงกว่าแมลงศัตรูข้าว แสดงว่าศัตรูธรรมชาติจำนวนมากกว่าหนึ่งชนิดลงทำลายแมลงศัตรูข้าวชนิดเดียวกัน (พิทักษ์, 2551; วิชัย และคณะ, 2554)

ผลการวิเคราะห์ความหลากหลายเชิงอนุกรมวิธานพบ แมลงศัตรูสำคัญในนาข้าว จำนวน 6 อันดับ 12 วงศ์ 24 ชนิด (ภาพที่ 3) (ตารางที่ 1) และพบศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าวจำนวน 7 อันดับ 31 วงศ์ 54 ชนิด (ภาพที่ 4) (ตารางที่ 1) ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศนาข้าวประกอบขึ้นจากสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่เข้าอาศัยดำรงชีพร่วมกันและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในเชิงของการกินกันเป็นทอด ๆ โดยจำนวนของเหยื่อที่เป็นอาหารมักมีมากกว่าจำนวนผู้ล่าเสมอ (พิทักษ์, 2551) ในกรณีนี้พบว่าแมลงศัตรูข้าวมีปริมาณที่สูงกว่าศัตรูธรรมชาติในนาข้าว 1.09 เท่า ซึ่งบ่งชี้ว่าศัตรูธรรมชาติเหล่านี้มีบทบาทสำคัญมากต่อการควบคุมแมลงศัตรูข้าว ทำให้แมลงศัตรูข้าวส่วนใหญ่มีปริมาณไม่ถึงระดับการระบาดที่รุนแรงในช่วงที่ทำการศึกษามีเพียงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิดเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณสูง คือ 8,162 ตัว ในขณะเดียวกัน พบปริมาณแมลงตัวห้ำที่เป็นศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล คือ มวนเขียวดูดไข่สูงมากถึง 6,222 ตัว ตลอดช่วงเวลาทำการศึกษา ในลักษณะการเปลี่ยนแปลงประชากรที่สอดคล้องกับประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตลอดเวลา ทำให้ไม่พบปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลรุนแรงในพื้นที่ศึกษา

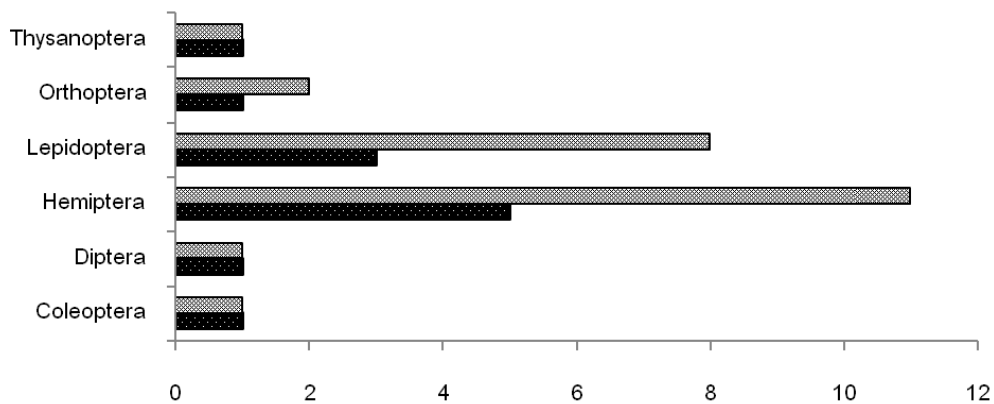


Figure 3 Taxonomic diversity of insect pests in rice paddy field at Mueang district, Phitsanulok province, species numbers (light dot) and families numbers (dark dot)

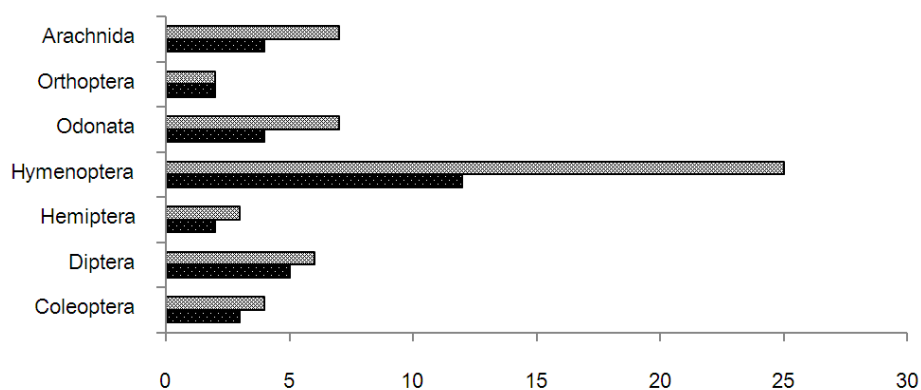


Figure 4 Taxonomic diversity of natural enemies and spider natural enemies in rice paddy field at Mueang district, Phitsanulok province, species numbers (light dot) and families numbers (dark dot)

Table 1 List of rice insect pests and natural enemies in rice paddy field at Mueang district, Phitsanulok province during October 2010 - September 2012

Status	Order	Family	Scientific name	Numbers
Insect pests of rice	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diadisa armigera</i> (Olivier)	5
		Diptera	<i>Cecidomyiidae</i>	121
	Hemiptera	Alydidae	<i>Leptocoris oratorius</i> (Fabricius)	9
		Pentatomidae	<i>Scotinophara coarctata</i> (Fabricius)	3
		Cicadellidae	<i>Recilia dorsalis</i> (Motschulsky)	914
			<i>Cofana spectra</i> (Distant)	81
			<i>Nephotettix cincticeps</i> (Uhler)	105
			<i>Nephotettix malayanus</i> (Ishihara and Kawase)	108
			<i>Nephotettix nigropictus</i> (Stål)	297
			<i>Nephotettix virescens</i> (Distant)	471
		Delphacidae	<i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	8,162
			<i>Sogatella furcifera</i> (Horvath)	562
	Lepidoptera	Derbidae	<i>Proutista moesta</i> (Westwood)	2
		Noctuidae	<i>Spodoptera mauritia</i> (Boisduval)	4
			<i>Spodoptera</i> sp.	2
		Crambidae	<i>Chilo suppressalis</i> (Walker)	1
			<i>Chilo polychrysus</i> (Meyrick)	4
			<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	23
		Pyralidae	<i>Nymphula depunctalis</i> (Guenée)	216
			<i>Susumia exigua</i> (Butler)	1
			<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée)	741
	Orthoptera	Acrididae	<i>Locusta migratoria manilensis</i> (Meyen)	13

Table 1 (cont.)

Status	Order	Family	Scientific name	Numbers
Predator	Thysanoptera	Thripidae	<i>Oxya japonica japonica</i> (Thunberg)	113
			<i>Stenchaetothrips biformis</i> (Bagnall)	845
			Total	12,803
	Coleoptera	Carabidae	<i>Ophionea ishii ishii</i> (Habu)	82
		Coccinellidae	<i>Coccinella transversalis</i> Fabricius	10
			<i>Micraspis discolor</i> (Fabricius)	756
	Diptera	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i> Curtis	207
		Dolichopodidae	<i>Medetera</i> sp.	36
			<i>Syntormon</i> sp.	5
		Ephydriidae	<i>Ochthera brevitibialis</i> (de Meijere)	301
		Tipulidae	<i>Tipulides</i> sp.	83
		Hemiptera	<i>Cyrtorhinus lividipennis</i> (Reuter)	6,222
			<i>Tytthus chinensis</i> (Stål)	117
		Reduviidae	<i>Polytoxus</i> sp.	1
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Odontoponera transversa</i> (Smith)	84
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis femina femina</i> (Brauer)	170
			<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur)	221
			<i>Agriocnemis</i> sp.	240
Parasitoid			<i>Ceragrion coromandelianum</i> (Fabricius)	19
			<i>Ischnura aurora</i> (Brauer)	86
		Lestidae	<i>Lestes</i> sp.	50
	Orthoptera	Protoneuridae	<i>Elatoneura caesia</i> (Hagen)	5
		Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i> (de Haan)	31
		Gryllidae	<i>Metioche vittaticolis</i> (Stål)	111
			Total	8,837
	Diptera	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	10
		Tachinidae	<i>Argyrophylax nigrotibialis</i> Baranov	197
	Hymenoptera	Braconidae	<i>Macrocentrus philippinensis</i> Ashmead	5
			<i>Tropobracon schoenobii</i> (Viereck)	1
			<i>Snellenius</i> sp.	7
			<i>Opius</i> sp.	1
			<i>Macrocentrus</i> sp.	18
			<i>Apanteles</i> sp.	79
			<i>Bracon</i> sp.	54
		Dryinidae	<i>Pseudogonatopus hospes</i> (Perkins)	28
		Encyrtidae	<i>Copidosomopsis</i> sp.	6

Table 1 (cont.)

Status	Order	Family	Scientific name	Numbers
		Eulophidae	<i>Tetrastichus</i> sp.	103
			<i>Tetrastichus schoenobii</i> Ferrière	83
		Gasteruptiidae	<i>Gasteruption</i> sp.	1
		Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla flavolineata</i> Cameron	89
			<i>Temelucha philippinensis</i> Ashmead	35
		Mymaridae	<i>Anagrus optabilis</i> (Perkins)	190
			<i>Gonatocerus</i> sp.	33
			<i>Mymar</i> sp.	31
		Platygastridae	<i>Platygaster foersteri</i> (Gahan)	11
			<i>Platygaster oryzae</i> (Cameron)	18
		Pteromalidae	<i>Obtusiclava oryzae</i> (Subba Rao)	120
		Scelionidae	<i>Psix</i> sp.	10
			<i>Telenomus rowani</i> (Gahan)	227
		Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	74
			<i>Oligosita yasumatsui</i> (Viggiani and Subba Rao)	612
			Total	2,043
Spider	Araneae	Araneidae	<i>Araneus inustus</i> (L. Koch)	181
natural		Lycosidae	<i>Pardosa pseudoannulata</i> (Bösenberg and Strand)	20
enemies		Oxyopidae	<i>Oxyopes lineatus</i> Latreille	94
		Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i> (Thorell)	56
			<i>Tetragnatha maxillosa</i> Thorell	67
			<i>Tetragnatha nitens</i> (Audouin)	325
			<i>Tetragnatha mandibulata</i> Walckenaer	69
			Total	812

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแมลงศัตรูข้าวกับแมลงศัตรูธรรมชาติ และปัจจัยทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r) ระหว่างจำนวนแมลงศัตรูข้าวกับจำนวนศัตรูธรรมชาติ พบว่ามีค่าสูง ร้อยละ 65.9 ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของแมลงศัตรูพืชกับปัจจัยทางกายภาพคือปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 13.0, 8.8, 5.8 และ 3.8 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างศัตรูข้าวกับปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพนั้นเป็นการค้นหาปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูข้าว และเป็นแนวทางขึ้นพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์การระบาดของแมลงได้ในอนาคต (Berryman, 1981; Odum, 1983; Price, 1997; Huffaker and Rabb, 1984) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนแมลงศัตรูข้าวสัมพันธ์กับจำนวนศัตรูธรรมชาติ ในระดับสูงเพียงพอต่อการบ่งชี้ถึงความสำคัญ

ของศัตรูธรรมชาติในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวได้ และเป็นแนวทางในการค้นหาศัตรูธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูชนิดนั้น ๆ ได้ (Abrams, 2000; Liss *et al.*, 1986; Finklestein and Carson, 1985) ในขณะที่ความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ อยู่ในระดับต่ำมาก ไม่สามารถบ่งชี้ถึงความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของศัตรูข้าวได้ชัดเจน (วิชัย และคณะ, 2554)

สรุป

การศึกษาความหลากหลายของแมลงในพื้นที่นาข้าวเขตชลประทานจังหวัดพิษณุโลก ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงกันยายน พ.ศ. 2555 จากพื้นที่แปลงนาเกษตรกร ในระยะข้าวแตกกอ พบแมลงและแมงมุมที่สำคัญ จำนวน 78 ชนิด จำแนกได้เป็นแมลงศัตรูข้าวจำนวน 6 อันดับ 12 วงศ์ จำนวน 24 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ 7 อันดับ 27 วงศ์ จำนวน 47 ชนิด และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ จำนวน 7 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H) และดัชนีการกระจายตัว (EH) ของ Shannon-Wiener ของแมลงและแมงมุมทั้งหมด เท่ากับ 2.53 และ 0.58 ตามลำดับ โดยในส่วนของแมลงศัตรูข้าวมีค่าเท่ากับ 1.47 และ 0.46 ตามลำดับ ในขณะที่แมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมมีค่าเท่ากับ 2.24 และ 0.56 ตามลำดับ จำนวนแมลงศัตรูข้าวมีความสัมพันธ์ (r) กับจำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 65.9 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ คือ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ที่สนับสนุนงบประมาณสถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ ต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา วังศิลาบัตร. 2542. การระเบิดเพิ่ม (resurgence) ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลังการใช้สารฆ่าแมลง. วารสารกีฏและสัตววิทยา 21(4): 266-275.
- พิทักษ์ เจริญผล. 2551. การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน. สำนักงานเกษตรอำเภอห้วยแถลง, นครราชสีมา. 10 หน้า.
- พิสุทธิ เอกอำนวยการ. 2551. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 379 หน้า.
- วันช ยาคัลย ปรีชา วังศิลาบัตร สุวัฒน์ รวยอารีย์ เฉลิมสินธุเสก และเฉลิมวงศ์ ธีระวัฒน์. 2540. สารวจการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูข้าว. หน้า 241-249. ใน: เอกสารวิชาการ: การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ สุกัญญา อรัญมิตร และจินตนา ไชยวงศ์. 2554. สถานการณ์การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย. วารสารวิชาการข้าว 5(1): 79-89.
- วันทนา ศรีรัตนศักดิ์. 2553. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล: ศัตรูข้าวตัวฉกาจของการปลูกข้าวนาชลประทานและมิติใหม่ของการจัดการ. วารสารวิชาการข้าว 4(1): 72-82.
- วิกิตนดา รัตนพันธ์. 2555. ความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในนาข้าวจังหวัดพัทลุง. ใน: เอกสารประกอบรายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10. 22-24 กุมภาพันธ์ 2555. ณ โรงแรมคุ้มภูคำ เรสซิเดนซ์, เชียงใหม่.
- วิชัย สรพงษ์ไพศาล สมชาย ธนสินชัยกุล วงศ์พันธ์ พรหมวงศ์ ภราดร ดอกจันทร์ และฉัตรมณีวุฒิสาร. 2554. ความหลากหลายชนิดของแมลง

- ศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในระบบการผลิตข้าวแบบอินทรีย์. วารสารเกษตร 27(1): 39-48.
- วีรยุทธ สร้อยนาค วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิช พันธุ์ และ สมชาย ธนสินชัยกุล. 2556. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วารสารเกษตร 29(3): 231-238.
- สำนวน นิมพกา และ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.
- สำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก. 2552. ประวัติเขื่อนนเรศวร. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: [http://irrigation3.wordpress.com/2009/01/29/ประวัติเขื่อนนเรศวร\(11พฤศจิกายน2557\)](http://irrigation3.wordpress.com/2009/01/29/ประวัติเขื่อนนเรศวร(11พฤศจิกายน2557)).
- สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2554. การจัดการแมลงศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสาน. กองกึ่งและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 262 หน้า.
- Abrams, P. A. 2000. The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 31: 79-105.
- Asahina, S. 1993. A List of Odonata from Thailand. Bosco Offset, Bangkok. 106 p.
- Berryman, A. A. 1981. Population Systems: A General Introduction. Plenum Press, New York. 222 p.
- Finklestein, L. and E. R. Carson. 1985. Mathematical Modeling of Dynamic Biological Systems. John Wiley & Sons, New York. 355 p.
- Heong, K. L. and K. Sogawa. 1994. Management strategies for insect pests of rice: critical issues. pp. 3-14. *In*: P.S. Teng, K. L. Heong and K. Moody (eds.). Rice Pest Science and Management. IRRI. Los Banos. Laguna.
- Heong, K. L., G. B. Aquino and A. T. Barrion. 1991. Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. *Bulletin of Entomological Research* 81: 407-416.
- Hill, D. S. 1996. The Economic Importance of Insects. Chapman & Hall, London. 395 p.
- Huffaker, C. B. and R. L. Rabb. 1984. Ecological Entomology. John Wiley & Sons, New York. 844 p.
- Hutachareon, C., N. Tubtim and C. Dokmai. 2007. Checklists of Insects and Mites in Thailand. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. 319 p.
- Liss, W. J., L. J. Gut, P. H. Westigard and C. E. Warren. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. *Annual Review of Entomology* 31: 455-478.
- Odum, H. T. 1983. Systems Ecology. John Wiley & Sons, New York. 510 p.
- Ooi, P. A. C. and B. M. Shepard. 1994. Predators and parasitoids of rice insect pests. pp. 585-612. *In*: E. A. Heinrich (ed). Biology and Management of Rice Insect Pests, Wiley Eastern Ltd., New Delhi.
- Price, P. P. 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York. 874 p.

การคัดเลือกเชื้อรา *Metarhizium anisopliae*
(Metschnikoff) Sorokin
ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
Screening on Potential *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff)
Sorokin for Controlling Brown Planthopper in
Paddy Field

อารยา บุญศักดิ์^{1/} วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/*} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{2/} และ จิราพร กุลสาริน^{2/}
Araya Bunsak^{1/}, Weerathep Pongprasert^{1/*}, Sawai Buranapanichpan^{2/} and Jiraporn Kulsarin^{2/}

(Received: 23 December 2014; Accepted: 16 June 2015)

Abstract: The objectives of this research were to search for entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin against brown planthopper (BPH), screen for potential isolates to control BPH and evaluate specificity of selected isolates. The BPH sample infected by *M. anisopliae* was collected from rice paddy fields in Pichit province, and then spreaded on media. The total of 50 fungal colonies (isolates) were sampled, numbered from MRT-PCH-01-01 to MRT-PCH-01-50 and applied on seedlings of susceptible rice variety, Taichung Native 1 (TN1), at the concentration of 10^8 conidia/ml. Subsequently, the total of 30 BPH nymphs (3rd instars) were released into each experimental unit. The experiment was based on completely randomized design with 4 replications. The total of 4 isolates: MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 and MRT-PCH-01-48, were the highest potential caused 100% BPH mortality within 6 days after exposed to the fungi. The median lethal times (LT_{50}) of those isolates against BPH nymph were 3.38, 3.24, 3.31 and 3.12 days, respectively. Then the specificity of all four isolates on insect pests and natural enemies found in rice paddy fields were determined. The result revealed that *Recilia dorsalis* (Motschulsky), *Nephotettix* spp. and *Aiolopus* sp. were found infected, meanwhile others natural enemies and rice insect pests were not infected.

Keywords: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, brown planthopper, host specificity

^{1/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000

^{1/} Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: weerathepp@nu.ac.th

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ ค้นหาเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin ที่ก่อโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล คัดเลือกเชื้อที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และทดสอบความเฉพาะเจาะจงของเชื้อกับแมลงต่าง ๆ ในนาข้าว ชากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราเขียวลงทำลายได้ถูกค้นพบจากพื้นที่นาจังหวัดพิจิตร ทำการแยกเชื้อราเขียวให้บริสุทธิ์ สุ่มเลือกโคลนเชื้อราเขียวจำนวน 50 ไอโซเลต ใส่รหัสเรียงจาก MRT-PCH-01-01 ถึง MRT-PCH-01-50 และฟอสฟอรัสแวนดอลของเชื้อแต่ละไอโซเลตที่ระดับความเข้มข้น 10^6 โคนิเดีย/มิลลิลิตร ลงบนต้นข้าวไทซุงเนทีฟ 1 (TN1) ปลอ่ยตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัยที่ 3 จำนวน 30 ตัวต่อหน่วยทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 4 ซ้ำ พบเชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 4 ไอโซเลต คือ MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 และ MRT-PCH-01-48 สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายทั้งหมดได้ภายใน 6 วันหลังจากสัมผัสเชื้อรา โดยระยะเวลาที่ทำให้เพลี้ยตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LT_{50}) คือ 3.38, 3.24, 3.31 และ 3.12 วัน ตามลำดับ จากนั้นทำการ ทดสอบความเฉพาะเจาะจงของเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลต กับแมลงในนาข้าว พบว่า เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลต สามารถลงทำลาย เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และด้วงเต็นข้าว และไม่พบการลงทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ และแมลงศัตรูข้าวอื่น ๆ

คำสำคัญ: เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ความเฉพาะเจาะจง

คำนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae) จัดว่าเป็นแมลงศัตรูข้าวที่มีความสำคัญที่สุดในเอเชีย สามารถทำลายข้าวได้หลายสายพันธุ์ โดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดูดกินน้ำเลี้ยง ทำให้ต้นข้าวมีอาการเหี่ยวและแห้งตาย (hopperburn) (Hill, 1996) นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดเชื้อไวรัสโรคเขียวเตี้ย และโรคจู๋ข้าวด้วย (Reissig *et al.*, 1986) การควบคุมมักนิยมใช้สารฆ่าแมลงเป็นหลักเนื่องจากให้ผลรวดเร็ว และชัดเจน (สำนวน และวีรเทพ, 2548) แต่สารฆ่าแมลงทุกชนิดมีผลกระทบต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก และเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้สมดุลธรรมชาติเสียหาย การควบคุมแมลงโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถให้ผลในการควบคุมแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เชื้อราเขียว (*Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin) เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยในนาข้าวได้ (จริยา และคณะ, 2529; เพชรหทัย และคณะ, 2546) สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูง สอดคล้องต่อสภาพที่อยู่อาศัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ที่ดำรงชีพด้วยการดูดน้ำเลี้ยงอยู่บริเวณโคนต้นข้าว ที่สำคัญเชื้อราเขียวค่อนข้างมีความเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มของแมลงมาก การใช้เชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงมีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมมาก มีความเป็นไปได้สูงมากในการทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการก่อโรคและความรุนแรงของเชื้อราเขียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ยังมีความแตกต่าง ตั้งแต่ร้อยละ 30-90 (Bandara and Ahangama, 1994; Pham *et al.*, 1994) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อราเขียวและสภาพแวดล้อมของพื้นที่เป็นหลัก (Burge, 1988)

ดังนั้นการค้นหาและคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเขียวที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแหล่งธรรมชาติจึงมีความสำคัญมาก เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากเชื้อที่พบได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและยั่งยืน (Burge, 1988; Keller *et al.*, 2003) ในกรณีนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บรวบรวมเชื้อราเขียวที่ก่อโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสภาพธรรมชาติ และทำการคัดเลือก สายพันธุ์ที่มีศักยภาพ เพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยชีววิธีในนาข้าวภาคเหนือตอนล่างต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การค้นหาซากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราลงทำลาย

สำรวจ และเก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบเป็นโรคหรือถูกทำลายโดยเชื้อรา จากพื้นที่สำรวจตามนาชลประทานในเขตภาคเหนือตอนล่าง การดำเนินการประกอบด้วย 2 วิธีการ กรณีแรกเป็นการสำรวจในพื้นที่ที่มีการลงทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นจำนวนมาก ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) เก็บตัวอย่างจำนวน 4 ซ้ำ ขนาดพื้นที่สุ่ม 1x1 ตารางเมตร กรณีที่สองเป็นการเก็บรวบรวมแบบเจาะจงซึ่งเกิดจากการพบเชื้อราที่ลงทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาของเกษตรกร ทั้งโดยบังเอิญและโดยการกำหนดพื้นที่สำรวจ

การแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์

แยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ โดยแยกเชื้อจากตัวแมลงทุกตัวผสมในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 100 ml เพาะเลี้ยงโดยวิธีการ streak-plate technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่ฉาบผิวด้วย Ampicillin 500 mg/L บ่มในสภาพภายใต้อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเชื้อเจริญดี จึงคัดเลือกเชื้อและสุ่มเก็บตัวอย่างเชื้อ 50 ไชโซเลต รวมเป็นประชากรของเชื้อในแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง ใส่รหัสของเชื้อตามแหล่งที่พบ และหมายเลขโคโลนีที่สุ่มเลือกเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เก็บเป็น germ stock ที่ -20 องศาเซลเซียส (เพชรหทัย, 2547; Samson *et al.*, 1988)

เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากแปลงนาเกษตรกร ในเขตภาคเหนือตอนล่าง คัดกรองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลให้มีความบริสุทธิ์ (purified population) ปราศจากศัตรูธรรมชาติ และเชื้อโรคที่ติดต่อกับแมลงทำการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณบนต้นข้าวพันธุ์ Taichung Native 1 (TN1) (Pathak *et al.*, 1982) ให้มีปริมาณมากเพียงพอต่อการทดสอบในขั้นต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณเชื้อราเขียว ทั้ง 50 ไชโซเลตโดยแยกเชื้อจาก stock เชื้อราเขียวที่เก็บรวบรวมได้ ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ฉาบผิวด้วย Ampicillin 500 mg/L บ่มเชื้อที่ระดับอุณหภูมิห้อง จนได้โคโลนีที่ฟูเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ นำเชื้อราเขียวทั้ง 50 ไชโซเลต ทดสอบการก่อโรคกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัยที่ 3 จำนวน 30 ตัวต่อหน่วยทดลอง ทำ 4 ซ้ำ โดยทำการฟุ้งเชื้อราที่ความเข้มข้น 10^8 conidia/ml ลงบนต้นข้าวทดสอบ TN1 ด้วยเครื่องพ่นแรงดันอากาศ ทั้งวันเป็นเวลา 10 นาที และปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงทำลาย เพาะเลี้ยงภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ที่ระดับอุณหภูมิห้อง ปรับปรุงวิธีการจาก Aguda *et al.* (1988), Lacey (1997), Srisukchayakul *et al.* (2005), Trizelia and Nurdin (2010) และ ภัทรดนัย และคณะ (2557) บันทึกอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทุกวันจนครบ 7 วัน หลังจากปลดปล่อย คัดเลือกเชื้อราเขียวที่มีศักยภาพสูง

การทดสอบความเฉพาะเจาะจงของเชื้อราเขียวต่อการควบคุมแมลงนาข้าว

เพาะเลี้ยงแมลงที่พบในนาข้าว รวบรวมจากพื้นที่นาตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยข้าวพันธุ์ TN1 อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 1 กอ ในกรงพลาสติกขนาด 30x30x75 เซนติเมตร ฟุ้งเชื้อราเขียวที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากการศึกษาข้างต้น โดยมีเชื้อราเขียวจากที่ผลิตเป็นการค้าชื่อ เมตาไรเซียมTM และน้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ ในรูปสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่ระดับความเข้มข้น 10^8 conidia/ml ทำ 4 ซ้ำ เพาะเลี้ยงแมลงภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ที่อุณหภูมิห้อง (Lacey, 1997) ตรวจสอบการเกิดโรคของแมลงชนิดต่าง ๆ บันทึกที่กักผล คัดเลือกเชื้อราเขียวที่มีความเฉพาะเจาะจงสูงเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลด้วย analysis of variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) และประเมินประสิทธิภาพของเชื้อแต่ละโคโลนี โดยใช้การคำนวณ probit analysis จากระยะเวลาที่สั้นที่สุดที่เชื้อราทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 50 (LT_{50})

ผลการวิจัย

ผลการค้นหาซากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ถูกเชื้อราลงทำลาย พบซากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลถูกเชื้อราเขียว (*M. anisopliae*) ลงทำลายจากพื้นที่จังหวัดพิจิตร จำนวน 1 ตัว ทำการจดจำแนกเชื้อรา 50 ไอโซเลต ใส่รหัสแต่ละไอโซเลต ตั้งแต่ MRT-PCH-01-01 ถึง MRT-PCH-01-50 และจัดเก็บเป็นตัวอย่างเชื้อราเพื่อใช้ทดสอบต่อไป

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเขียวทั้ง 50 ไอโซเลต กับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในสภาพอุณหภูมิห้อง พบว่ามีเชื้อรา เพียง 4 ไอโซเลต คือ ไอโซเลต MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 และ MRT-PCH-01-48 สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 100% ภายใน 6 วัน หลังสัมผัสเชื้อราเขียว โดยหลังจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสัมผัสเชื้อราเขียวมีผลทำให้เกิดอัตราการตายสะสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันที่ 1 ถึง วันที่ 6 มีลักษณะเป็นแบบ sigmoid curve ทั้ง 4 ไอโซเลต (ภาพที่ 1) โดยในวันที่ 1 หลังจากสัมผัสเชื้อพบว่าเชื้อราไอโซเลต MRT-PCH-01-48 สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายมากที่สุด มีอัตราการตายร้อยละ 10.68 ± 0.42 รองลงมาคือไอโซเลต MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 และ MRT-PCH-01-03 มีอัตราการตายร้อยละ 9.24 ± 0.40 , 8.20 ± 2.18 และ 6.48 ± 0.97 ตามลำดับ และผลที่เกิดขึ้นในวันที่ 2, 3 และ 4

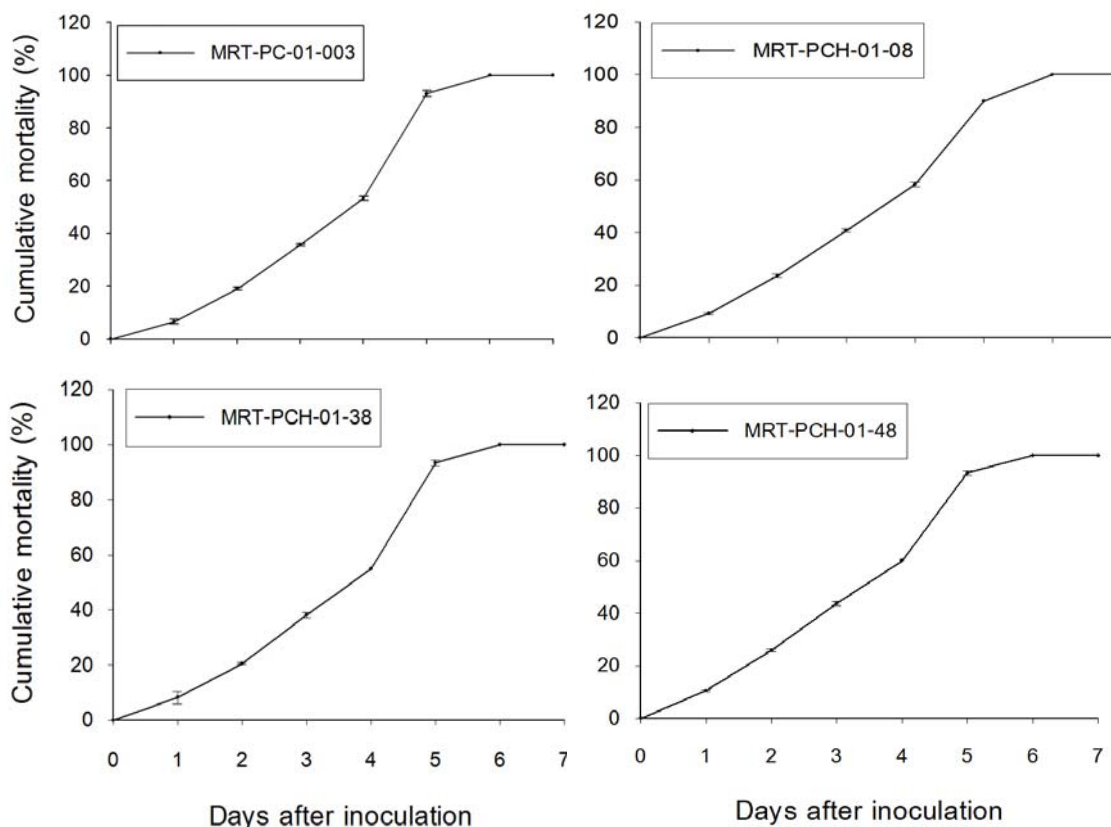


Figure 1 Trend of cumulative mortality (%) of *Nilaparvata lugens* (Stål) on 1-7 days after contacted to four *Metarhizium anisopliae* isolates, MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 and MRT-PCH-01-48 at the concentration of 10^8 conidia/ml and 75% RH

มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันกับที่พบในวันที่ 1 แต่ในวันที่ 5 หลังสัมผัสเชื้อพบว่า MRT-PCH-01-38, MRT-PCH-01-48 และ MRT-PCH-01-03 มีอัตราการตายสูงถึงร้อยละ 93.32 $\pm$ 0.89, 93.32 $\pm$ 0.89 และ 93.04 $\pm$ 1.12 ตามลำดับ และ ไอโซเลต MRT-PCH-01-08 พบอัตราการตายต่ำสุดที่ร้อยละ 90.00 $\pm$ 0.00 เท่านั้น ในขณะที่วันที่ 6 หลังสัมผัสเชื้อพบว่าทุกไอโซเลตให้ผลอัตราการตายสูงที่สุดเท่ากันคือร้อยละ 100 (ตารางที่ 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ ระยะเวลาที่เชื้อราทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 50 (LT_{50}) พบว่าเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลต สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 50 (LT_{50}) รวดเร็วที่สุดคือไอโซเลต MRT-PCH-01-48

ใช้ระยะเวลา 3.12 วัน รองลงมาคือไอโซเลต MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 และ MRT-PCH-01-03 สามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 50 (LT_{50}) ภายใน 3.24, 3.31 และ 3.38 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบความเฉพาะเจาะจงของเชื้อราเขียวต่อการควบคุมแมลงนาข้าวพบว่าเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลตสามารถลงทำลายแมลงศัตรูข้าวได้หลายชนิด คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และด้งแตงข้าว (ตารางที่ 3) และเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลตไม่พบความสามารถในการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ ส่วนเชื้อราเมตาไรเซียมทางการค้าทั้ง 2 ชนิด ไม่พบความสามารถในการทำลายแมลงนาข้าวทั้งแมลงศัตรูข้าว และแมลงศัตรูธรรมชาติ

Table 1 Cumulative mortality (%) $\pm$ SE of *Nilaparvata lugens* (Stål) on 1-6 days after contacted to four *Metarhizium anisopliae* isolates at the concentration of 10^8 conidia/ml and 75% RH

Isolates	%Cumulative mortality $\pm$ SE/Days					
	1	2	3	4	5	6
MRT-PCH-01-03	6.48 $\pm$ 0.97b	19.03 $\pm$ 0.48c	35.70 $\pm$ 0.52c	53.33 $\pm$ 0.88b	93.04 $\pm$ 1.12a	100.00 $\pm$ 0.00a
MRT-PCH-01-08	9.24 $\pm$ 0.40ab	23.67 $\pm$ 0.70b	40.83 $\pm$ 0.90b	58.33 $\pm$ 0.88a	90.00 $\pm$ 0.00b	100.00 $\pm$ 0.00a
MRT-PCH-01-38	8.20 $\pm$ 2.18ab	20.56 $\pm$ 0.35c	38.10 $\pm$ 1.01c	55.00 $\pm$ 0.00b	93.32 $\pm$ 0.89a	100.00 $\pm$ 0.00a
MRT-PCH-01-48	10.68 $\pm$ 0.42a	25.89 $\pm$ 0.55a	43.63 $\pm$ 0.72a	60.00 $\pm$ 0.00a	93.32 $\pm$ 0.89a	100.00 $\pm$ 0.00a

Note: Means with same letter in the same column are not significantly different ($P > 0.05$), by ANOVA followed by DMRT

Table 2 The LT_{50} (days) of *Metarhizium anisopliae* isolates MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 and MRT-PCH-01-48 at the concentration of 10^8 conidia/ml and 75% RH on *Nilaparvata lugens* (Stål)

Isolates	LT_{50} $\pm$ SE (days)
MRT-PCH-01-03	3.38 $\pm$ 0.05
MRT-PCH-01-08	3.24 $\pm$ 0.04
MRT-PCH-01-38	3.31 $\pm$ 0.05
MRT-PCH-01-48	3.12 $\pm$ 0.05

Table 3 Species of Rice Insect Pests and Natural Enemies infected by 4 fungal isolates of MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 and MRT-PCH-01-48 and 2 commercial products

Rice Insect pests / natural enemies	Infected insects					
	MRT- PCH- 01-03	MRT- PCH- 01-08	MRT- PCH- 01-38	MRT- PCH- 01-48	<i>M. anisopliae</i> TM	<i>M. flavoviride</i> TM
<i>Dicladispa armigera</i> (Olivier)	-	-	-	-	-	-
<i>Orseolia oryzae</i> (Wood-Mason)	-	-	-	-	-	-
<i>Leptocorisa oratorius</i> (Fabricius)	-	-	-	-	-	-
<i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	√	√	√	√	-	-
<i>Scotinophara coarctata</i> (Fabricius)	-	-	-	-	-	-
<i>Recilia dorsalis</i> (Motschulsky)	√	√	√	√	-	-
<i>Cofana spectra</i> (Distant)	-	-	-	-	-	-
<i>Nephotettix nigropictus</i> (Stål)	-	√	-	-	-	-
<i>Spodoptera mauritia</i> (Boisduval)	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpophaga incertulas</i> (Walker)	-	-	-	-	-	-
<i>Chilo polychrysus</i> (Meyrick)	-	-	-	-	-	-
<i>Nymphula depunctalis</i> (Guenée)	-	-	-	-	-	-
<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée)	-	-	-	-	-	-
<i>Locusta migratoria manilensis</i> (Meyen)	-	-	-	-	-	-
<i>Oxya japonica japonica</i> (Thunberg)	-	-	-	-	-	-
<i>Stenchaetothrips biformis</i> (Bagnall)	-	-	-	-	-	-
<i>Aiolopus</i> sp.	√	√			-	-
<i>Ophionea ishii ishii</i> (Habu)	-	-	-	-	-	-
<i>Coccinella transversalis</i> Fabricius	-	-	-	-	-	-
<i>Micraspis discolor</i> (Fabricius)	-	-	-	-	-	-
<i>Paederus fuscipes</i> Curtis	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrtorhinus lividipennis</i> (Reuter)	-	-	-	-	-	-
<i>Tytthus chinensis</i> (Stål)	-	-	-	-	-	-
<i>Polytoxus</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Odontoponera transversa</i> (Smith)	-	-	-	-	-	-
<i>Ochthera brevitibialis</i> (de Meijere)	-	-	-	-	-	-
<i>Agriocnemis femina femina</i> (Brauer)	-	-	-	-	-	-
<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur)	-	-	-	-	-	-
<i>Elatoneura caesia</i> (Hagen)	-	-	-	-	-	-
<i>Conocephalus longipennis</i> (de Haan)	-	-	-	-	-	-
<i>Metioche vittaticolis</i> (Stål)	-	-	-	-	-	-
<i>Medetera</i> sp.	-	-	-	-	-	-

Table 3 (Continued)

Rice Insect pests / natural enemies	Infected insects					
	MRT- PCH- 01-03	MRT- PCH- 01-08	MRT- PCH- 01-38	MRT- PCH- 01-48	<i>M. anisopliae</i> TM	<i>M. flavoviride</i> TM
<i>Syntormon</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Pipunculus</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Argyrophyllax nigrotibialis</i> (Baranov)	-	-	-	-	-	-
<i>Bracon</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Apanteles</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Copidosomopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Xanthopimpla flavolineata</i> (Cameron)	-	-	-	-	-	-
<i>Temelucha philippinensis</i> Ashmead	-	-	-	-	-	-
<i>Pardosa pseudoannulata</i> (Bösenberg and Strand)	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyopes lineatus</i> Latreille	-	-	-	-	-	-
<i>Tetragnatha javana</i> (Thorell)	-	-	-	-	-	-
<i>Tetragnatha maxillosa</i> Thorell	-	-	-	-	-	-
<i>Tetragnatha nitens</i> (Audouin)	-	-	-	-	-	-

วิจารณ์

จากผลการวิจัยพบว่าเชื้อราเขียวที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 4 ไอโซเลต สามารถลงทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรุณี และ นฤมล (2537) และ Bandara and Ahangama (1994) โดยความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ 10^8 conidia/ml สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Pham *et al.* (1994) ที่พบว่าเมื่อใช้เชื้อรา *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น 10^6 - 10^8 conidia /ml สามารถป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี เชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลต สามารถฆ่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายได้อย่างรวดเร็วภายใน 1 วัน และให้ผลชัดเจนคือเพลี้ยตายทั้งหมดภายใน 6 วันหลังจากสัมผัสเชื้อรา โดยมีระยะเวลาที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสะสมที่ร้อยละ 50 ในช่วง 3.12-3.38 วัน รวดเร็วกว่าเชื้อราเขียวโดยทั่วไป ที่มักพบว่ามีค่า LT_{50} อยู่ที่ 9 ถึง 10 วัน (Geng and Zhang, 2004)

จากผลการวิจัยเชื้อทั้ง 4 ไอโซเลตมีแนวโน้มในการนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคตได้ อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระบบนิเวศเกษตรที่ความหลากหลายทางชีวภาพสูง เช่น นาข้าว นั้น ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบต่อแมลงชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ในนาข้าวเพิ่มเติมเพื่อคัดเลือกเชื้อที่มีความเหมาะสมสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงและยั่งยืน (Burge, 1988) ในการนี้จึงได้ทำการทดสอบความเฉพาะเจาะจงของเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลต กับแมลงในนาข้าวเพิ่มเติม พบว่าเชื้อราทั้ง 4 ไอโซเลตนั้นมีความเฉพาะเจาะจงกับแมลงศัตรูข้าวในกลุ่มเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่น (เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียว) และด้กแตนหนวดสั้น ไม่พบการลงทำลายแมลงศัตรูข้าวอื่น ๆ เช่น หนอนห่อใบ หนอนม้วนใบ แมลงห่อใบ แมลงสิง หนอนหน้าแมว แมลงบัวรวมทั้งศัตรูธรรมชาติอื่น ๆ เช่น ตัวเต่าตัวห้ำ แมลงปอแมลงวันตัวห้ำ และแมงมุม สอดคล้องกับงานวิจัยของเพชรหทัย และ อัจฉราพร (2550) ที่พบว่าเชื้อรา

M. anisopliae จากเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* สามารถทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยจักจั่นสีเขียวตัวเต็มวัยได้ ทำให้แมลงเป็นโรคถึงร้อยละ 66.2 เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยของ Bandara and Ahangama (1994) และ Pham *et al.* (1994) ที่พบว่าเชื้อราเขียวที่ควบคุมเพลี้ยกระโดดหลังขาว และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว เป็นต้น และให้ผลในการควบคุมที่ร้อยละ 30-90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเชื้อ และสภาพแวดล้อม จากผลการวิจัยดังกล่าวทำให้การนำเชื้อราทั้ง 4 ไส้เล็ดสู่การใช้ประโยชน์นั้นสามารถครอบคลุมแมลงศัตรูข้าวในกลุ่มเพลี้ยต่าง ๆ ได้ แต่หากจำเป็นต้องควบคุมแมลงศัตรูข้าวในกลุ่มอื่น ๆ เช่น หนอนผีเสื้อ แมลงด้วง แมลงห่อ หนอนกอ ฯลฯ จำเป็นต้องมีการผสมกับเชื้อราเขียวสายพันธุ์อื่น ๆ ที่สามารถลงทำลายแมลงศัตรูข้าวกลุ่มอื่น ๆ เหล่านั้นร่วมด้วย เพื่อให้ผลการควบคุมที่ครอบคลุมศัตรูข้าวได้อย่างเหมาะสม

สรุป

การคัดเลือกเชื้อรา *M. anisopliae* ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*N. lugens*) ในนาข้าว พบเชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 4 ไส้เล็ด คือ MRT-PCH-01-03, MRT-PCH-01-08, MRT-PCH-01-38 และ MRT-PCH-01-48 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงสุดสามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายทั้งหมดได้ภายใน 6 วันหลังจากสัมผัสเชื้อรา โดยระยะเวลาที่ทำให้เพลี้ยตาย 50% (LT_{50}) คือ 3.38, 3.24, 3.31 และ 3.12 วันตามลำดับ และเชื้อรา *M. anisopliae* ทั้ง 4 ไส้เล็ด มีความเฉพาะเจาะจงกับแมลงศัตรูข้าวในกลุ่มเพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น และด้วงเต้านวดสันเท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- จริยา จันทรไพแสง ทิพย์วดี อรรถธรรม และวาลูลี ไรจนวงศ์. 2529. การสำรวจโรคเชื้อราของเพลี้ยจักจั่นบางชนิดที่เป็นศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เพชรหทัย ปฏีรูปานุสร. 2547. บทบาทของเชื้อราทำลายแมลงในการควบคุมแมลงศัตรูพืช. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2, กรมวิชาการเกษตร, พิษณุโลก.
- เพชรหทัย ปฏีรูปานุสร ธวัช ปฏีรูปานุสร และภมร ปัตตาวะตัง. 2546. ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana* ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียวและแมลงด้วง. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2, กรมวิชาการเกษตร, พิษณุโลก.
- เพชรหทัย ปฏีรูปานุสร และ อัจฉราพร ณ ลำปาง เนินพลับ. 2550. ประสิทธิภาพของเชื้อราทำลายแมลงต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียว. รายงานการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2550. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว, กรุงเทพฯ.
- ภัทรดนัย ชัยสวัสดิ์ จิราพร กุลสาริน ไสว บุรณพานิช-พันธุ์ และ สิริญา คัมภีโร. 2557. ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Nomuraea* และ *Metarhizium* สาเหตุโรคแมลง ในการควบคุมหนอนกระทู้ผักของดอกดาวเรือง. วารสารเกษตร 30(1): 11-19.
- สำนวน ฉิมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอดงพวน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.
- อรุณี จันทรสนธิ และนฤมล ศุภวานานุสรณ์. 2537. การใช้เชื้อราในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลศัตรู

- ข้าว. หน้า 95-106. ใน: รายงานผลงานวิชาการประจำปี 2537. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- Aguda, R. M., M. C. Rombach and B. M. Shepard. 1988. Infection of brown planthopper (BPH) with insect fungi in the laboratory. IRRN 13(5): 34.
- Bandara, J. M. and D. Ahangama. 1994. *Metarhizium* sp.: a new biocontrol agent for brown planthopper management in rice fields. IRRN 19(4): 19.
- Burge, M. N. 1988. Fungi in Biological Control Systems. Manchester University Press, Manchester, U.K.
- Geng, B. W. and R. J. Zhang. 2004. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* var. *acridu* to the developmental stages of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) and *Sogatella furcifera* (Horvath). Entomologia Sinica. 11(2): 89-97.
- Hill, D. S. 1996. The Economic Importance of Insects. Chapman & Hall. London.
- Keller, S., P. Kessler and C. Schweizer. 2003. Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*. BioControl 48: 307-319.
- Lacey, L. A. 1997. Manual of Techniques in Insect Pathology. Academic Press, New York.
- Pathak, P. K., R. C. Saxena and E. A. Heinrichs. 1982. Para film sachet for measuring honeydew excretion by *Nilaparvata lugens* on rice. Journal of Economic Entomology 75: 194-195.
- Pham, T. T., T. B. Nguyen, T. Dong and T. T. Tran. 1994. Effects of *Beauveria bassiana* Vuill. and *Metarhizium anisopliae* Sorok. on brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) in Vietnam. IRRN 19(3): 29.
- Reissig, W. H., E. A. Heinrichs, J. A. Litsinger, K. Moody, L. Feidler, T. W. Mew and A. T. Barrion. 1986. Illustrated Guide to Integrated Pest Management in Rice in Tropical Asia. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Samson, R. A., H. C. Evans and J. P. Latge. 1988. Atlas of Entomopathogenic Fungi. Springer-Verlag, Berlin.
- Srisukchayakul, P., C. Wiwat and S. Pantuwatana. 2005. Studies on the pathogenesis of the local isolates of *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. SciencAsia 31: 273-276.
- Trizelia and F. Nurdin. 2010. Virulence of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* isolates to *Crociodolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). Agrivita. Journal of Agricultural Science 32(3): 254-260.

ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์
Bacillus megaterium สายพันธุ์ No.16 ในการควบคุม
โรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6

Efficiency of Antagonistic Bacterium *Bacillus megaterium*
Strain No.16 for Controlling Sheath Blight Disease of RD6
Rice Variety

ปิลันธนา ฐาปนพงษ์วรกุล^{1/} และ ศราวิษฐ์ สายมงคล^{1/}
Pilunthana Thapanapongworakul^{1/} and Sarawit Saimongkol^{1/}

(Received: 15 May 2015; Accepted: 31 July 2015)

Abstract: The potential antagonistic bacteria *Bacillus megaterium* strain No.16 for controlling sheath blight disease of RD6 rice variety caused by *Rhizoctonia solani* was evaluated. Four isolates of *R. solani* RSLPN-1, RSLPN-2, RSLPN-3 and RLSPN-4 were obtained from experimental rice paddy fields of Lamphun Land Development Station, Si Bua Ban sub-district, Mueang district, Lamphun province. Dual culture test was determined to investigate the ability of antagonistic bacteria to inhibit mycelial growth of these pathogens for 4 days. This antagonistic *B. megaterium* showed significantly inhibited of all *R. solani* isolates at 41.65, 26.78, 26.08 and 42.35%, respectively; especially isolate RLSPN-4 had shown high percentage of growth inhibition. Whereas, the antagonistic *B. megaterium* showed significantly against mycelial growth of *R. solani* isolates RSLPN-2 and RLSPN-4 more than 95 % by pour plate test. Mycelial growth inhibition by *B. megaterium* was observed under compound microscope in either dual culture or pour plate tests. For control of rice sheath blight disease, spraying the granule formulation of *B. megaterium* on rice plants in the greenhouse was significantly suppressed sheath blight disease of rice caused by *R. solani* isolate RLSPN-4 when compared to control. These suggested that the antagonistic bacteria *B. megaterium* have an excellent potential to be used as biocontrol agent of sheath blight disease in rice RD6 variety in laboratory and greenhouse conditions.

Keywords: Sheath blight disease, *Rhizoctonia solani*, antagonistic *Bacillus megaterium*, biological control

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: pilunthana.t@cmu.ac.th

บทคัดย่อ: การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *Bacillus megaterium* สายพันธุ์ No.16 เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* เมื่อแยกและรวบรวมเชื้อราสาเหตุจากแปลงทดลองปลูกข้าวของสถานีพัฒนาที่ดินลำพูน ตำบลศรีบัวบาน อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ได้จำนวน 4 ไอโซเลท คือ RSLPN-1, RSLPN-2, RSLPN-3 และ RSLPN-4 นำมาทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *B. megaterium* ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) โดยวิธี dual culture เป็นเวลา 4 วัน พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* แต่ละไอโซเลทได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 41.65, 26.78, 26.08 และ 42.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการทดสอบด้วยวิธี pour plate พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RSLPN-2 และ RSLPN-4 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ปลายเส้นใยของเชื้อรา *R. solani* จากวิธีการทดสอบทั้ง 2 วิธี มีลักษณะผิดปกติเหมือนกัน จากนั้นทดสอบการควบคุมโรคกาบใบแห้งที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RSLPN-4 โดยวิธีการพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* ในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ชีวภัณฑ์ดังกล่าวสามารถลดความรุนแรงของโรคกาบใบแห้งได้แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *B. megaterium* สามารถควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข 6 ในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนทดลองได้

คำสำคัญ: โรคกาบใบแห้ง เชื้อรา *Rhizoctonia solani* เชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *Bacillus megaterium* การควบคุมโดยชีววิธี

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ในภาคเหนือของไทย ปี พ.ศ. 2555/56 จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีทั้งหมด 455,425 ไร่ ผลผลิต 279,084 ตัน อำเภอที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมาก ได้แก่ อำเภอแม่ฮาด อำเภอแม่สะเรียง และดอยสะเก็ด จะทำการปลูกข้าวตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี ปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญในประเทศลดลง ทำให้ผลผลิตลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) จำเป็นต้องมีการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต แต่อย่างไรก็ตาม สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช โรคที่สำคัญของข้าวที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ได้แก่ โรคไหม้ (blast) เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* โรคกาบใบแห้ง (sheath blight) เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* และโรคเมล็ดด่าง (kernel spotting) เกิดจากเชื้อราหลายชนิด เช่น *Curvularia lunata*, *Bipolaris oryzae* เป็นต้น

โรคกาบใบแห้งของข้าว สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *R. solani* พบระบาดในแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญในโลก และทั่วทุกภาคของประเทศ นับเป็นโรคหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสียหายมากที่สุด เข้าทำลายในส่วนกาบใบ พบอาการในระยะแตกกอจนถึงใกล้ระยะเก็บเกี่ยว หากพบการระบาดของรุนแรงลุกลามถึงใบธง จะทำให้ข้าวมีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลง ตั้งแต่ 6-20 เปอร์เซ็นต์ และอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในพันธุ์ข้าวที่อ่อนแอต่อโรค (Ou, 1985; Teng et al., 1990; Savary et al., 2000) การระบาดและระดับความรุนแรงของโรคจะแตกต่างกันตามพื้นที่ สภาพแวดล้อม ความสมบูรณ์ของดิน สายพันธุ์ข้าว อัตราเมล็ดพันธุ์ และปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เชื้อราสาเหตุสามารถแพร่กระจายโดยเมล็ด sclerotium อาศัยอยู่ในดิน ดินเศษซากพืช หรือกระแสม (ทัศนีย์, 2540) ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น วาเลตามัยซิน เบโนมิล รอฟรัล และเพนโคนาซอล เป็นต้น (Chin and Bhandhufalck, 1990) จึงสมควรหาแนวทางลดการใช้สารเคมีเกษตรที่อาจมีสารตกค้างในเมล็ดข้าว ในน้ำ และดิน เกิดผลกระทบต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลให้หาสิ่งทดแทนเพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การควบคุมโรคพืช

โดยการใช้จุลินทรีย์ปฏิบั๊กซ์เป็นวิธีการที่นำผลจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งตามปกติจะมีการควบคุมปริมาณของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ด้วยกันเองอยู่แล้ว (สายชล และสมบัติ, 2550) ซึ่งวิธีการนี้ถือว่าเป็นที่ยอมรับและเป็นวิธีที่มีโอกาสสูงเพื่อนำไปเป็นกลยุทธ์ในการป้องกันกำจัดโรค เพราะใช้ได้ผลดีจนถึงขั้นทำในระดับการค้า (เยวพา, 2551; Cook, 1993) จากผลงานวิจัยการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิบั๊กซ์ *Bacillus megaterium* เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว เริ่มตั้งแต่การทดสอบและคัดเชื้อแบคทีเรียปฏิบั๊กซ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *R. solani* จำนวน 323 ไอโซเลท ที่ได้จากดินในนาข้าวของจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้ พบว่า เชื้อแบคทีเรีย *B. megaterium* มีฤทธิ์ในการเป็นปฏิบั๊กซ์ได้สูงสุด (Kanjnamaneesathian *et al.*, 1998; Pengnoo *et al.*, 2000) ต่อมาได้ทำการพัฒนาชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะกับการใช้โดยการหว่านหรือพ่น สะดวกต่อการขนส่ง สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เกษตรกรสามารถใช้ได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว เมื่อนำชีวภัณฑ์ดังกล่าวไปทดสอบการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ข้าวดอกมะลิ 105, พิษณุโลก 2, กข1 และ กข23 ภายใต้สภาพเรือนทดลองและแปลงนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ทั้งภาคใต้ ภาคกลาง และภาคเหนือตอนล่าง เป็นต้น พบว่า ชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* สามารถควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวได้หลายสายพันธุ์ โดยให้ผลดีเช่นเดียวกับการใช้สารเคมี (Kanjnamaneesathian *et al.*, 2007, 2009; Wiwattanapatapee *et al.*, 2013) ดังนั้น การนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์ จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบกับแหล่งเชื้อสาเหตุโรค พันธุ์ข้าว และสภาพพื้นที่นั้น ๆ การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบั๊กซ์ *B. megaterium* ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani* โดยทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและนำชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* มาใช้เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวในสภาพเรือนทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปแนะนำเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาลักษณะอาการของโรค การตรวจและการแยกเชื้อสาเหตุโรคกาบใบแห้ง

ทำการสำรวจโรคกาบใบแห้งข้าวที่เกิดกับข้าวพันธุ์ กข6 จากแปลงทดลองปลูกข้าวของสถานีพัฒนาที่ดินลำพูน ตำบลศรีบัวบาน อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน นำตัวอย่างของข้าวพันธุ์ กข6 ที่แสดงอาการของโรคบนกาบใบ บันทึกลักษณะอาการและตรวจหาเชื้อสาเหตุ ด้วยวิธี tissue transplanting method และทำการแยกเชื้อจากบริเวณกาบใบที่แสดงอาการของโรค โดยนำชิ้นพืชที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วด้วย 3% sodium hypochlorite วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) สังเกตลักษณะของเชื้อที่เจริญรอบ ๆ บริเวณเนื้อเยื่อพืช จากนั้นทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี hyphal tip isolation บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เก็บเชื้อไว้เป็น stock culture เพื่อใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

การทดสอบความสามารถในการเกิดโรค

ทำการปลูกเชื้อรา *R. solani* ด้วยชิ้นวุ้น (agar disc) ลงบนกาบใบของข้าวพันธุ์ กข6 ที่ระยะแตกกอ ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการของ Park *et al.* (2008) ส่วนชุดควบคุมทำเช่นเดียวกันแต่ใช้ชิ้นวุ้นอาหาร PDA ที่ไม่มีเชื้อสาเหตุ สังเกตอาการของโรคทุกวันหลังทำการปลูกเชื้อ

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบั๊กซ์ *Bacillus megaterium* ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคกาบใบแห้ง ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อรา *R. solani* จำนวน 4 ไอโซเลท มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อกับเชื้อแบคทีเรียปฏิบั๊กซ์ (antagonistic bacteria) *B. megaterium* สายพันธุ์ No.16 ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววินทรีย์แห่งชาติภาคใต้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ/คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยนำมา streak plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) เพื่อนำไปทดสอบความสามารถในการเป็นปฏิบั๊กซ์ของเชื้อแบคทีเรีย *B. megaterium* ใน

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้งข้าว ด้วยวิธี dual culture และ pour plate วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 2 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *B. megaterium* เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นวางชิ้นส่วนของเชื้อสาเหตุ (culture disc) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ห่างจากขอบจานอาหารประมาณ 2 เซนติเมตร ห่างจากจุดศูนย์กลางของเชื้อ 5 เซนติเมตร บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน สำหรับชุดควบคุมทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแทนแบคทีเรียปฏิบัฏ์ บันทึกผลโดยวัดขนาดรัศมีของโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคในชุดทดสอบและชุดควบคุม นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ (percent inhibition of radial growth, PIRG) ของเชื้อสาเหตุจากสูตร $PIRG = (R1 - R2) / R1 \times 100$ โดย R1 คือ รัศมีการเจริญของเชื้อราสาเหตุในชุดควบคุม และ R2 คือ รัศมีการเจริญของเชื้อราสาเหตุในชุดทดลอง สำหรับการทดสอบด้วยวิธี pour plate ใช้วิธีการของ Pengnoot *et al.* (2000)

การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus megaterium* ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ในสภาพเรือนทดลอง

นำชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* สายพันธุ์ No.16 ในรูปของแกรนูล ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคใต้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วที่อัตราแนะนำ 3% (w/v) เพื่อเตรียมเป็นสารละลายชีวภัณฑ์ให้ได้ที่ระดับความเข้มข้น 10^9 เซลล์ต่อมิลลิลิตร นำเมล็ดข้าวพันธุ์ กข6 ที่ฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วนำมาแช่ในสารละลายชีวภัณฑ์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัฏ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผึ่งให้แห้ง และนำเมล็ดไปเพาะในถาดหลุมขนาด 104 หลุม ซึ่งบรรจุดินที่ฆ่าเชื้อที่ผิวแล้ว เมื่อดันกล้าข้าวอายุ 25 วัน ย้ายต้นกล้าข้าวปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 5 ซ้ำ ใช้ข้าว 5 ต้นต่อซ้ำ จำนวน 20 กระถาง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ)
กรรมวิธีที่ 2 ปลูกเชื้อรา *R. solani* อย่างเดียว
กรรมวิธีที่ 3 พ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* อย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 4 พ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* และปลูกเชื้อรา *R. solani*

เมื่อดันข้าวอายุ 50 วัน ทำการพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* ก่อนปลูกเชื้อราสาเหตุเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นปลูกเชื้อราสาเหตุซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Park *et al.* (2008) โดยใช้ cork borer เจาะชิ้นอาหาร PDA เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ซึ่งมีเชื้อรา *R. solani* เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำไปปลูกเชื้อบนกาบใบข้าว หลังจากปลูกเชื้อราสาเหตุแล้วพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* อีก 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 3 วัน และพ่นน้ำกลั่นในกรรมวิธีควบคุมหลังปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน สังเกตลักษณะอาการของโรคและบันทึกข้อมูลทั้งด้านการเจริญเติบโตและด้านโรค โดยวัดความสูงของต้นข้าว นับจำนวนหน่อต่อกอ วัดความสูงของแผลที่ถูกเชื้อสาเหตุเข้าทำลาย วัดความสูงของต้นข้าวแต่ละหน่อ และนับจำนวนหน่อที่เกิดโรค จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (% relative lesion height, %RLH) ตามวิธีของ Anh *et al.* (1986) และเปอร์เซ็นต์หน่อที่เกิดโรค (% of infected rice tillers) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (\%RLH)} = \frac{\text{ความสูงของแผล/ความสูงของต้นข้าว}}{\times 100} \quad \dots(1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์หน่อที่เกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนหน่อที่แสดงอาการของโรค/จำนวนหน่อทั้งหมด}}{\times 100} \quad \dots(2)$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Gomez and Gomez, 1984)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาลักษณะอาการของโรค และการแยกเชื้อสาเหตุโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6

จากการสำรวจโรคกาบใบแห้งที่เกิดขึ้นกับข้าวพันธุ์ กข6 จากแปลงทดลองปลูกข้าวของสถานีพัฒนาที่ดิน ลำพูน ตำบลศรีบัวบาน อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พบว่า บนกาบใบมีลักษณะเป็นแผลขนาด 1-10 มิลลิเมตร ตรงบริเวณใกล้ระดับน้ำ ขอบแผลมีสีน้ำตาล แผลมีสีเขียวปนเทา (greenish-gray) และแผลขยายลุกลามติดกันเกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ จนมีแผลขนาดไม่จำกัดและลุกลามขยายขึ้นไปจนถึงใบข้าว (ภาพที่ 1A) เมื่อนำตัวอย่างใบข้าวที่แสดงอาการของโรคมาทำการแยกเชื้อสาเหตุด้วยวิธี tissue transplanting method บนอาหาร PDA สามารถแยกเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้งข้าว ได้จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ RSLPN-1, RSLPN-2, RSLPN-3 และ RLPN-4 โดยโคไคโนของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA เริ่มแรกมีลักษณะหยาดสีขาวฟูบนผิวหน้าอาหาร จากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 1B) และสร้างเม็ด sclerotium เพื่อใช้ในการอยู่ข้ามฤดูต่อไป เมื่อนำเชื้อสาเหตุสองสายได้กล้างจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ พบลักษณะเส้นใยไม่มีสี มีลักษณะตั้งฉาก และมีผนังกันตามขวาง (ภาพที่ 1C)

การทดสอบความสามารถในการเกิดโรค

ผลการทดสอบความสามารถในการเกิดโรคของเชื้อรา *R. solani* โดยการนำชิ้นส่วนของเชื้อสาเหตุทั้ง 4 ไอโซเลท ปลูกเชื้อลงบนกาบใบของข้าวพันธุ์ กข6 หลังจากปลูกเชื้อ เป็นเวลา 7 วัน พบกาบใบข้าวที่ปลูกเชื้อแสดงอาการของโรคเกิดแผลสีเขียวปนเทา ขอบแผลมีสีน้ำตาล และแผลขยายลุกลามติดกันเกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมไม่พบลักษณะอาการของโรคเกิดขึ้น โดยเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RLPN-4 ก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากที่สุด จึงคัดเลือกไอโซเลทดังกล่าวใช้ในการทดสอบในกระถางภายใต้สภาพเรือนทดลองต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *B. megaterium* ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคกาบใบแห้ง ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *B. megaterium* สายพันธุ์ No.16 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้ง ทั้ง 4 ไอโซเลท ได้แก่ RSLPN-1, RSLPN-2, RSLPN-3 และ RLPN-4 ในสภาพห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธี dual culture และ pour plate บนอาหาร PDA เป็นเวลา 4 วัน (ตารางที่ 1) พบว่าทดสอบด้วยวิธี dual culture เชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์

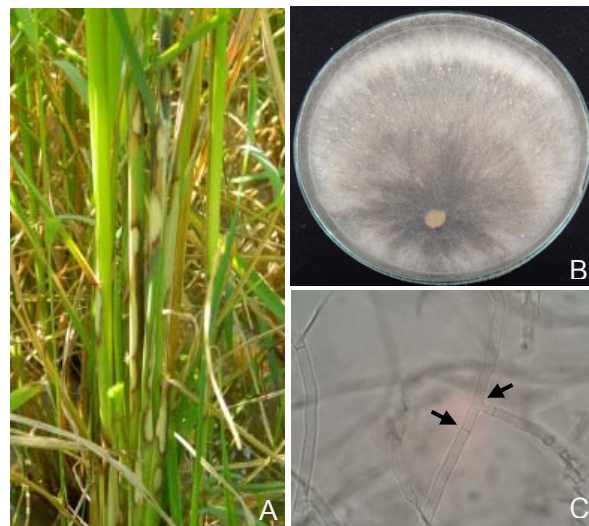


Figure 1 Natural infection of sheath blight disease in RD6 rice variety (A), cultural morphology of the pathogen, *Rhizoctonia solani* on PDA (B) and cultural characteristics of *R. solani* (C). Dark arrows indicate septa and constricted hyphae (10X)

B. megaterium สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* ทั้ง 4 ไอโซเลทได้แตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 41.65, 26.78, 26.08 และ 42.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RLPN-4 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่สูงที่สุด (ภาพที่ 2A) โดยมีค่าเฉลี่ยขนาดรัศมีของโคโลนีทุกไอโซเลทแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) ถึงแม้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ได้จะต่ำกว่างานวิจัยอื่น ๆ ที่ใช้แบคทีเรียสกุล *Bacillus* โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อสาเหตุอยู่ในช่วง 50-90 เปอร์เซ็นต์ (Akgul and Mirik, 2008; Ajillogba et al., 2013) แต่เมื่อนำเชื้อสาเหตุทั้ง 4 ไอโซเลท มาทดสอบด้วยวิธี pour plate พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* ทั้ง 4 ไอโซเลทแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ในช่วง 96-100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2B) สำหรับเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RLPN-1 และ RSLPN-3 เชื้อไม่เจริญจึงไม่สามารถวัดขนาดโคโลนีได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Pengnook et al. (2000) และ Chumthong et al. (2008) เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *R. solani* ได้มากกว่า 85-99 เปอร์เซ็นต์

เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ Kildea et al. (2008) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* สายพันธุ์ MKB135 ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Mycosphaerella graminicola* ด้วยวิธี dual culture และ culture filtrate พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไม่สามารถผลิตสารเมตาบอไลต์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุได้โดยตรง แต่เมื่อทดสอบโดยวิธี dual liquid culture พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* สายพันธุ์ MKB135 สามารถผลิตสารระเหยที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. graminicola* ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 43 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียมีผลต่อการประเมินความสามารถในการเป็นเชื้อปฏิปักษ์

เมื่อตัดปลายเส้นใยเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RLPN-4 ที่ถูกยับยั้งสองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ทั้งการทดสอบโดยวิธี dual culture และ pour plate เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* แสดงการเป็นปรสิตกับเชื้อราสาเหตุโดยอยู่รอบปลายเส้นใย ทำให้เส้นใยของเชื้อรามีลักษณะผิดปกติ ผนังเซลล์ถูกย่อยสลายและฉีกขาด เมื่อเทียบกับชุดควบคุมเส้นใยมีลักษณะปกติ (ภาพที่ 2C, D) และเชื้อรา *R. solani* อีก 3 ไอโซเลท แสดงผลเช่นเดียวกัน เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* รวมทั้งเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* สามารถ

Table 1 Growth inhibition of four isolates of *Rhizoctonia solani* in dual culture and pour plate assays with antagonistic bacteria *Bacillus megaterium* on PDA at 4 days after inoculation (DAI)

<i>R. solani</i> isolate	Dual culture ^{1/}		Pour plate ^{1/}	
	Radial growth of <i>R. solani</i> (cm)	% inhibition	Radial growth of <i>R. solani</i> (cm)	% inhibition
Control	4.78a ^{2/}	0.00c	4.50a	0.00c
RSLPN-1	2.78c	41.65a	0.00c	100.00a
RSLPN-2	3.50b	26.78b	0.15b	96.73b
RSLPN-3	3.53b	26.08b	0.00c	100.00a
RSLPN-4	2.75c	42.35a	0.13b	97.03b
LSD _{0.05}	0.15	3.19	0.02	0.15
CV (%)	2.40	6.42	1.24	0.10

^{1/} Average from 3 replicates for each isolate

^{2/} Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by LSD test

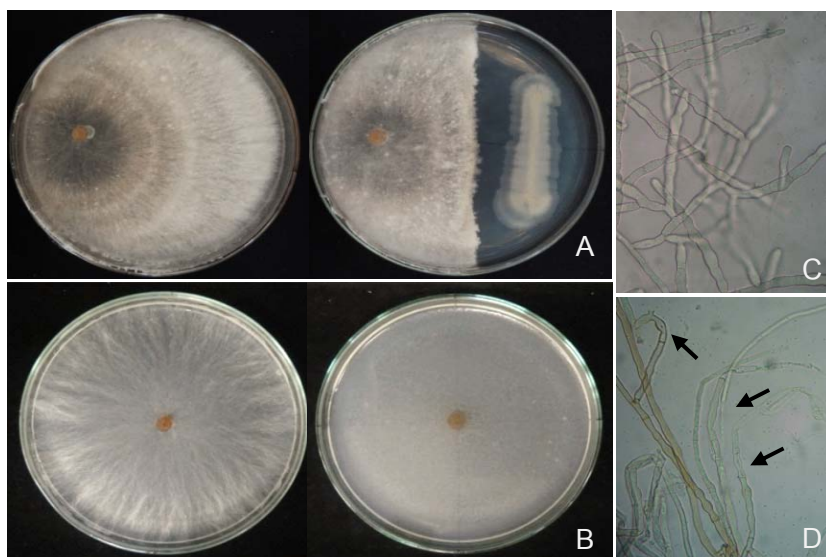


Figure 2 *In vitro* antifungal of antagonistic bacteria *Bacillus megaterium* strain No.16 against *Rhizoctonia solani* isolate RSLPN-4 on PDA at 4 days after inoculation (DAI) in dual culture (A) and pour plate (B) tests. Optical micrographs of the inhibition of fungal growth by No.16 in dual culture at 4 DAI. The control culture with only *R. solani* isolate RSLPN-4 (C), and *R. solani* isolate RSLPN-4 mycelium from the edge of the inhibition zone. Dark arrows indicate hyphal deformation (10x)

Table 2 Efficacy of antagonistic bacteria *Bacillus megaterium* in suppressing the development of sheath blight disease in pot test

Treatment	Height ^{1/} (cm)	Tillers/pot	Tiller with sheath blight symptoms (%)	Severity (%RLH)
Control	53.37b ^{2/}	3.94	0.00c	0.00c
<i>R. solani</i>	51.58b	3.68	84.00a	60.60a
<i>B. megaterium</i>	56.80a	3.68	0.00c	0.00c
<i>B. megaterium</i> + <i>R. solani</i>	58.52a	3.60	48.00b	47.00b
LSD _{0.05}	2.86	0.33	9.48	5.84
CV(%)	3.87	6.67	21.43	16.18

^{1/} Average from 5 replicates for each isolate.

^{2/} Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by LSD test.

ผลิตเอนไซม์หลายชนิด สารปฏิชีวนะต่าง ๆ ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (El-Banna, 2005; Chakraborty *et al.*, 2006) อีกทั้งยังสามารถผลิตสาร heat-stable antibiotics ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* (Larkin *et al.*, 1998; Pengnoo *et al.*, 2000)

จากผลการทดลองดังกล่าวจึงนำไปประยุกต์ใช้โดยการพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *R. solani* ไชยเลข RLPN-4 ในเรือนทดลองต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* เพื่อควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ในสภาพเรือนทดลอง

จากการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* ร่วมกับการปลูกเชื้อรา *R. solani* สามารถลดความรุนแรงของโรคกาบใบแห้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมปลูกเชื้อรา *R. solani* อย่างเดียว โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเท่ากับ 47 เปอร์เซ็นต์ และทำให้จำนวนหน่อที่เกิดโรคหลังจากพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเกิดจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ลดการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุและยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคไปยังพื้นที่ข้างเคียงอีกด้วย (Kanjnamaneesathian *et al.*, 2007) อีกทั้งยังเพิ่มความสูงของต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีผลทำให้จำนวนหน่อตอของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า ชีวภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *B. megaterium* สามารถควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ในสภาพเรือนทดลองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanjnamaneesathian *et al.* (2007) และ Chumthong *et al.* (2008) พบว่า ชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* สามารถควบคุมโรคกาบใบแห้งข้าวได้หลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวดอกมะลิ 105 พืชปลูก 2 กข1 และ กข23 ทั้งในสภาพเรือนทดลองและแปลงนา เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์จำนวนหน่อที่เกิดโรคหลังจากพ่นชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* นี้อาจจะลดการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุและยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคไปยังพื้นที่ข้างเคียงอีกด้วย

สรุป

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* สายพันธุ์ No.16 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ไวแสงด้วย พบว่า วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียมีผลต่อการประเมินความสามารถในการเป็นเชื้อปฏิปักษ์ โดยวิธี dual

culture และ pour plate มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *R. solani* ไอโซเลท RSLPN-4 ดีที่สุดเท่ากับ 42.35 และ 97.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปลายเส้นใยของเชื้อราจากการทดสอบทั้ง 2 วิธีมีลักษณะผิดปกติ ผงเซลล์ถูกย่อยสลายและฉีกขาดเหมือนกัน การควบคุมโรคกาบใบแห้งในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ชีวภัณฑ์เชื้อ *B. megaterium* สามารถลดความรุนแรงของโรคกาบใบแห้งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. megaterium* แสดงศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคกาบใบแห้งของข้าวพันธุ์ กข6 ได้ดีทั้งในรูปของเซลล์สดและชีวภัณฑ์ นอกจากนี้ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ดังกล่าวในแปลงนาเพื่อยืนยันผลการทดลองและสนับสนุนให้มีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติดิภาคใต้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ / คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus megaterium* ทำให้การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จตามเป้าประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- ทัศนีย์ สงวนสัจ. 2540. บทบาทของพันธุกรรมต้านทานโรคและแมลงกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทย. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 174 หน้า.
- สายชล โนชัย และ สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2550. ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้จากเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในการควบคุมโรคยอดผกคาบในต้นกล้าข้าว. วารสารเกษตร 23(1): 59-65.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2557. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :

- http://www.oae.go.th/download/journal/trends_FEB2557.pdf (7 เมษายน 2558).
- เยาวพา สุวัทธิ. 2551. การใช้จุลินทรีย์ในการควบคุมศัตรูพืช. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.gpo.or.th/rdi1/html/microbe.html> (24 มีนาคม 2558).
- Ajilogba, C. F., O. O. Babalola and F. Ahmad. 2013. Antagonistic effects of *Bacillus* species in biocontrol of tomato *Fusarium* wilt. *Studies on Ethno-Medicine* 7(3): 205-216.
- Akgul, D. S. and M. Mirik. 2008. Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megaterium* strains. *Journal of Plant Pathology* 90(1): 29-34.
- Anh, S. W., R. L. Pena, B. L. Candole and T. W. Mew. 1986. A new scale for rice sheath blight disease assessment. *IRRN* 11(6): 17.
- Chakraborty, U., B. Chakraborty and M. Basnet. 2006. Plant growth promotion and induction of resistance in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium*. *Journal of Basic Microbiology* 46: 186-195.
- Chin, K. M. and A. Bhandhufalck. 1990. The importance of crop growth stages for determining the application timing of disease control agents on rice. pp. 131-142. *In*: B.T. Grayson, M.B. Green and L.G. Copping (eds.). *Pest Management in Rice*. Elsevier, London.
- Chumthong, A., M. Kanjanamaneesathian, A. Pengnoo and R. Wiwattanapatapee. 2008. Water-soluble granules containing *Bacillus megaterium* for biological control of rice sheath blight: formulation, bacterial viability and efficacy testing. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24: 2499-2507.
- Cook, R. J. 1993. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 31: 53-80.
- El-Banna, N. M. 2005. Effect of carbon source on the antimicrobial activity of the air flora. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 21: 1451-1454.
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York.
- Kanjanamaneesathian, K., C. Kusonwiriawong, A. Pengnoo and L. Nilratana. 1998. Screening of potential bacterial antagonists for control of sheath blight in rice and development of suitable bacterial formulations for effective application. *Australasian Plant Pathology* 27: 198-206.
- Kanjanamaneesathian, K., R. Wiwattanapatapee, A. Pengnoo, K. Oungbho and A. Chumthong. 2007. Efficacy of novel formulations of *Bacillus megaterium* in suppressing sheath blight of rice caused by *Rhizoctonia solani*. *Plant Pathology Journal* 6(2): 195-201.
- Kanjanamaneesathian, K., A. Chumthong, A. Pengnoo and R. Wiwattanapatapee. 2009. *Bacillus megaterium* suppresses major Thailand rice diseases. *Asian Journal of Food and Agro-Industry (Special Issue)*: S154-S159.
- Kildea, S., V. Ransbotyn, M. R. Khan, B. Fagan, G. Leonard, E. Mullins and F. M. Doohan. 2008. *Bacillus megaterium* shows potential of the biocontrol of *Septoria tritici* blotch of wheat. *Biological Control* 47: 37-45.
- Larkin, R. P., D. P. Roberts and J. A. Gracia-Garza. 1998. Biological control of fungal diseases. pp. 149-191. *In*: D. Hutson and J.

- Miyamoto (eds.). Fungicidal Activity: Chemical and Biological Approaches to Plant Protection. John Wiley & Sons, New York.
- Ou, S. H. 1985. Rice Diseases. 2nd edition. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- Park, D. S., R. J. Sayler, Y. G. Hong, M. H. Nam and Y. Yang. 2008. A method for inoculation and evaluation of rice sheath blight disease. Plant Disease 92: 25-29.
- Pengnoo, A., C. Kusonwiriawong, L. Nilratana and M. Kanjanamaneesathian. 2000. Greenhouse and field trials of the bacterial antagonists in pellet formulations to suppress sheath blight of rice caused by *Rhizoctonia solani*. BioControl 45: 245-256.
- Savary, S., L. Willocquet, F. A. Elazegui, P.S. Teng, P. V. Du, D. Zhu, Q. Tang, S. Huang, X. Lin, H. M. Singh and R. K. Srivastava. 2000. Rice pest constraints in tropical Asia: characterization of injury profiles in relation to production situations. Plant Disease 84: 341-356.
- Teng, P. S., C. Q. Torres, F. L. Nuque and S. B. Calvero. 1990. Current knowledge on crop losses in tropical rice. pp. 39-53. *In*: IRRI. Crop Loss Assessment in Rice. International Rice Research Institute, Manila.
- Wiwattanapatapee, R., A. Chumthong, A. Pengnoo and M. Kanjanamneesathian. 2013. Preparation and evaluation of *Bacillus megaterium*-alginate microcapsules for control of rice sheath blight disease. World Journal of Microbiology Biotechnology 29: 1487-1497.
-

ผลของสารสกัดจากดาวเรือง ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมมะเขือเทศ

Effects of Marigold Extracts for Controlling Root-knot Nematodes of Tomato

พรสุข ชัยสุข^{1/*}
Pornsuk Chaisuk^{1/*}

(Received: 28 October 2014; Accepted: 6 July 2015)

Abstract: Effects of the extracts from three marigold varieties, i.e. King Yellow, Galore, and French for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) of tomato (*Lycopersicon esculentum*) grown in the greenhouse were investigated. Extracts from whole plant, stem and leaf, and root of those varieties were used in the experiment. The extracts were dispensed twice to 30 days old tomato stem base in pots every 2 weeks. Records were done in 1 and 2 months after treatments. The results showed that after 1 month, all extracts not reduced the gall number. However after 2 months trials, Kings Yellow extracts showed the best results, especially the extract from the root, gall number percentage increased to 5.31 while the inoculated control reached to 300.30%. Moreover, the effects of the extracts on the growth of tomato were also investigated. The result showed that all extracts were promoted the height and fresh weight of treated tomato plants. When comparing among the extracts from each part of each varieties, plant fresh weight but not height promotion effects were considered to be difference.

Keywords: Root-knot nematode, marigold, plant extract, biological control

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} 1Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: E-mail address: poohporn@gmail.com

บทคัดย่อ: การทดสอบผลการควบคุมโรครากปมของมะเขือเทศที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ในสภาพโรงเรือน ด้วยสารสกัดจากดาวเรือง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ คิงส์ เยลโล่, กาลอร์, และฝรั่งเศส โดยเตรียมสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของดาวเรือง ได้แก่ ทั้งต้น ลำต้นและใบ และราก รวดสารสกัด 2 ครั้ง ห่างกัน 2 สัปดาห์ รอบ ๆ โคนต้นมะเขือเทศ อายุ 30 วัน ในกระถาง จากการนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศหลังการทดสอบ 1 เดือน พบว่า สารสกัดดาวเรืองทุกสายพันธุ์ไม่สามารถลดการเกิดปมได้ แต่ในการนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศหลังการทดสอบ 2 เดือน พบว่า สารสกัดจากสายพันธุ์ คิงส์ เยลโล่ ช่วยลดการเกิดปมได้ดีกว่าสายพันธุ์กาลอร์ และสายพันธุ์ฝรั่งเศส โดยเฉพาะสารสกัดจากราก โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปมเพียง 5.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปม 300.30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลของสารสกัดต่อการเจริญของมะเขือเทศ พบว่า สารสกัดจากดาวเรืองช่วยเพิ่มความสูงและน้ำหนักสดของมะเขือเทศ โดยสารสกัดจากแต่ละส่วนของดาวเรืองแต่ละสายพันธุ์ช่วยเพิ่มความสูงของมะเขือเทศได้ไม่ต่างกัน แต่ช่วยเพิ่มน้ำหนักสดของมะเขือเทศได้แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยรากปม ดาวเรือง สารสกัดจากพืช การควบคุมโดยชีววิธี

คำนำ

มะเขือเทศ จัดได้ว่าเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งประโยชน์ในการใช้ผลสดบริโภค และใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร แต่การผลิตมะเขือเทศมักประสบปัญหาจากโรคและแมลงศัตรูรบกวน และมักจะอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมในเขตอากาศร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกมะเขือเทศนอกฤดูปลูกดีจะมีปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น โรครากปมของมะเขือเทศที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม เป็นหนึ่งในโรคที่สำคัญของมะเขือเทศ (มณีจันทร์, 2538) อาการที่เห็นได้ชัดชัดคือ การเกิดปมที่ราก ในประเทศไทยจะพบได้ในเกือบทุกแห่งที่มีการปลูกมะเขือเทศโดยเฉพาะภาคเหนือและอีสาน ซึ่งดินปลูกมีลักษณะเป็นดินร่วนและดินร่วนปนทราย แต่ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น พันธุ์อายุของพืช หากเป็นในระยะกล้าจะรุนแรงกว่าต้นที่โตแล้ว ปริมาณและจำนวนไส้เดือนฝอยที่มีอยู่ในดิน และลักษณะภูมิประเทศหรือสภาพแวดล้อม เช่น ชนิดและลักษณะดิน อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ในต้นกล้าหากถูกเชื้อเข้าทำลายและสิ่งแวดล้อมเหมาะสม ความเสียหายอาจสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นในระยะที่พืชโตเต็มที่เมื่อเริ่มออกดอกจะเสียหาย 40-45 เปอร์เซ็นต์ (สืบศักดิ์,

2541) สาเหตุของโรครากปม (root-knot diseases) เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิดในหลายประเทศ สำหรับในประเทศไทย ปัญหาโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยชนิดนี้ จัดเป็นปัญหาสำคัญในหลายพื้นที่ การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในต่างประเทศส่วนใหญ่ใช้สารเคมีซึ่งได้ผลดี แต่มีราคาแพง และมีความเป็นพิษสูง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ (Wang *et al.*, 2007) ปัจจุบันประชาชนมีความสนใจเรื่องอาหารปลอดภัยกันมากขึ้น ระบบเกษตรอินทรีย์เริ่มได้รับความนิยม จึงมีงานวิจัยเพื่อหาวิธีควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมแทนที่ใช้สารเคมี ได้แก่ การใช้จุลินทรีย์ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอย เช่น การใช้รา *Arbuscular mycorrhiza*, *Paecilomyces lilacinus* และแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* และ *Bacillus subtilis* (วรภรณ์ และคณะ, 2550) และการใช้สารสกัดจากพืชบางชนิด โดยเฉพาะดาวเรือง ที่มีรายงานว่าสามารถลดประชากรไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. ได้เนื่องจากดาวเรืองมีสาร α -terthienyl ซึ่งเป็นพิษต่อไส้เดือนฝอย (Wang *et al.*, 2007) โดยงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสายพันธุ์ดาวเรืองที่มีการปลูกในประเทศไทย รวมทั้งส่วนของพืชที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมไส้เดือนฝอย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp.

นำดินจากแหล่งเพาะปลูกที่มีไส้เดือนฝอยรากปมระบาดมาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอย โดยนำมาใส่ลงในกระถางและปลูกต้นถั่วเขียวเป็นพืชอาศัย เมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 30-45 วัน แยกไข่ไส้เดือนฝอยออกจากรากถั่วเขียว นำรากที่มีกลุ่มไข่มาล้างทำความสะอาดเศษดินด้วยวิธีผ่านน้ำไหล จากนั้นตัดรากให้เป็นท่อนสั้น ๆ ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำ 0.525 เปอร์เซ็นต์ sodium hyperchlorite (NaOCl) ให้ท่วมราก แช่เป็นเวลา 3-4 นาที จากนั้นเทผ่านตะแกรงหยาบขนาด 20 mesh ที่วางบนตะแกรงละเอียดขนาด 500 mesh เศษรากพืชจะค้างบนตะแกรงหยาบ ส่วนไข่ไส้เดือนฝอยจะลอดผ่านตะแกรงหยาบลงสู่ตะแกรงละเอียด เปิดน้ำไหลผ่านเพื่อล้างไข่ที่อยู่บนตะแกรงให้สะอาดอีกครั้ง เทไข่ไส้เดือนฝอยที่อยู่บนตะแกรงละเอียดเก็บไว้ แล้วรอให้ไข่ฟักเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) จึงนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

การเตรียมพืชทดสอบ

นำเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์ลูกท้อมาเพาะลงในกระบะ ขนาด 104 หลุม โดยใช้ดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อต้นมะเขือเทศอายุได้ 30 วัน จึงย้ายลงปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว ในดินที่ฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 72 กระถาง

การเตรียมสารสกัดจากของดาวเรือง

นำต้นดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ สายพันธุ์กาลอร์ และสายพันธุ์ฝรั่งเศส อายุ 40-50 วัน มาล้างน้ำให้สะอาด ระวังอย่าให้รากขาด จากนั้นนำมาสกัดด้วยน้ำ โดยแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ สกัดจากทั้งต้น สกัดจากเฉพาะส่วนลำต้นและใบ และสกัดจากเฉพาะส่วนราก โดยแต่ละรูปแบบชั่งน้ำหนักส่วนของพืชเท่ากับ 400 กรัม บดให้ละเอียด ในน้ำ 2 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 1 คืน หลังจากนั้นนำมารอง แยกกากออก และนำไปทดสอบการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในกรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้

การทดสอบสารสกัดจากดาวเรืองในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม

การทดลองนี้เป็นการทดลองในกระถางภายใต้สภาพโรงเรือน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) ประกอบด้วย กรรมวิธีในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม 11 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำ ดังนี้

สายพันธุ์คิงส์ เยลโล่

กรรมวิธีที่ 1 (T1) ราดสารที่สกัดจากทั้งต้นของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 2 (T2) ราดสารที่สกัดจากลำต้นและใบของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 3 (T3) ราดสารที่สกัดจากรากของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

สายพันธุ์กาลอร์

กรรมวิธีที่ 4 (T4) ราดสารที่สกัดจากทั้งต้นของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 5 (T5) ราดสารที่สกัดจากลำต้นและใบของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 6 (T6) ราดสารที่สกัดจากรากของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

สายพันธุ์ฝรั่งเศส

กรรมวิธีที่ 7 (T7) ราดสารที่สกัดจากทั้งต้นของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 8 (T8) ราดสารที่สกัดจากลำต้นและใบของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

กรรมวิธีที่ 9 (T9) ราดสารที่สกัดจากรากของดาวเรือง และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

ชุดควบคุม

กรรมวิธีที่ 10 (T10) ราดน้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย (ชุดควบคุม, inoculated control)

กรรมวิธีที่ 11 (T11) ราดน้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร และไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย (non-inoculated control)

ในการทดลองแต่ละกรรมวิธี ใช้ต้นมะเขือเทศพันธุ์ลูกท้อ อายุ 60 วัน และปลูกตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม จำนวน 1,000 ตัว ต่อมะเขือเทศ 1 ต้น หลังจากปลูกไส้เดือนฝอยรากปมลงในต้นมะเขือเทศ

ได้ 20 วัน ทำการราดสารสกัดจากดาวเรืองในแต่ละกรรมวิธีบริเวณรอบโคนต้นมะเขือเทศ ต้นละ 100 มิลลิลิตร โดยราดสารสกัด 2 ครั้ง ห่างกัน 2 สัปดาห์ โดยแบ่งชุดการทดลองเป็นสองชุด ชุดการทดลองละ 36 กระถาง สำหรับการบันทึกผลการทดลองสองครั้ง

บันทึกผล โดยนับจำนวนปมที่ราก วัดความสูงของต้น วัดความยาวราก และชั่งน้ำหนักสดของต้นมะเขือเทศ หลังจากการราดสารสกัด เป็นเวลา 1 และ 2 เดือน วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix 8.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significantly difference (LSD)

ผลการทดลอง

ผลของสารสกัดจากดาวเรืองต่อการเกิดปมที่รากของมะเขือเทศ

จากการนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศครั้งแรก หลังจากการราดสารสกัดเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า จำนวนปมที่รากมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี อย่างไรก็ตาม เมื่อนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศครั้งที่ 2 หลังจากการราดสารสกัดเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ช่วยลดจำนวนปมได้ดีที่สุดคือ กรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ กรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากทั้งต้นของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ และกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์กาลอร์ โดยมีจำนวนปม 284, 331.67 และ 487 ปม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยที่มีจำนวนปมเท่ากับ 895.33 ปม เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของปม พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารที่สกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของปมน้อยที่สุด คือ 5.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปม 300.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลของสายพันธุ์ดาวเรืองในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม พบว่า หลังจากการราดสารสกัด 1 เดือน สารสกัดจากดาวเรืองทุกสายพันธุ์ ช่วยลดการเกิดปมที่รากมะเขือเทศได้ไม่

แตกต่างกัน แต่หลังจากการราดสารสกัด 2 เดือน สารสกัดจากดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ ช่วยลดการเกิดปมได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ และสายพันธุ์ฝรั่งเศส ช่วยลดการเกิดปมได้น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบผลของส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม พบว่า หลังจากการราดสารสกัด 1 เดือน สารสกัดจากแต่ละส่วนช่วยลดการเกิดปมได้ไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากการราดสารสกัด 2 เดือน สารสกัดแต่ละส่วนช่วยลดการเกิดปมได้แตกต่างกัน โดยส่วนที่ลดการเกิดปมได้ดีที่สุดคือ ราก รองลงมาคือ ทั้งต้น และลำต้นและใบ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของปม พบว่า สายพันธุ์และส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองมีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของปม โดยสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ และส่วนของราก เป็นสายพันธุ์และส่วนของพืชที่มีผลทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของปมน้อยที่สุด

ผลของสารสกัดจากดาวเรืองต่อการเจริญของมะเขือเทศ

หลังจากการราดสารสกัดเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากดาวเรืองช่วยเพิ่มความสูงให้ต้นมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยและชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากดาวเรือง นอกจากนี้ กรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์ฝรั่งเศส และกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ ช่วยทำให้รากมะเขือเทศมีความยาวมากกว่าชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยและชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย คือ 27.67, 26.80, 20.80 และ 20.66 เซนติเมตร ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีที่ราดสารสกัดและชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของการน้ำหนักสดของมะเขือเทศ อย่างไรก็ตาม หลังจากการราดสารสกัดเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากดาวเรืองมีความสูงของต้นมะเขือเทศไม่น้อยกว่าชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธีที่ราดสารสกัด นอกจากนี้ ความยาวรากมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากทั้งต้นของดาวเรืองสายพันธุ์ฝรั่งเศส กรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากทั้ง

Table 1 Effects of the extracts from marigold varieties; King Yellow, Galore and French on the root-knot number after application of the extracts for 1 and 2 months

	Root-knot no./plant (knot) ¹		Increasing percentage of root-knot no./plant (%)
	1 month	2 months	
T1	135.67 ^{abc2}	331.67 ^{cd}	144.47
T2	239.00 ^{ab}	550.00 ^b	130.13
T3	269.67 ^a	284.00 ^d	5.31
T4	107.00 ^{bc}	557.00 ^b	420.56
T5	232.00 ^{ab}	823.00 ^a	254.74
T6	178.00 ^{ab}	487.00 ^{bcd}	173.60
T7	240.67 ^{ab}	781.00 ^a	224.51
T8	260.00 ^a	957.00 ^a	268.08
T9	133.67 ^{abc}	518.00 ^{bc}	287.52
T10	223.67 ^{ab}	895.33 ^a	300.30
T11	0.00 ^c	0.00 ^e	0.00
CV	44.54	22.70	-

¹ Average from 3 replications for each treatment

² Value with different letters within a column were significantly ($p < 0.05$) different according to the Least-significant difference (LSD)

T1 = Controlling by King Yellow marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T2 = Controlling by King Yellow marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T3 = Controlling by King Yellow marigold extract from root and nematodes inoculated

T4 = Controlling by Galore marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T5 = Controlling by Galore marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T6 = Controlling by Galore marigold extract from root and nematodes inoculated

T7 = Controlling by French marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T8 = Controlling by French marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T9 = Controlling by French marigold extract from root and nematodes inoculated

T10 = inoculated control

T11 = non-inoculated control

ต้นของดาวเรืองสายพันธุ์กาลอร์ กรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากลำต้นและใบของดาวเรืองสายพันธุ์กาลอร์ และกรรมวิธีที่ราดสารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์กาลอร์ ช่วยให้มะเขือเทศมีน้ำหนักมากที่สุด คือ 34.20, 33.00, 32.10 และ 28.00 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยและชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย (ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบผลของสายพันธุ์และส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองต่อการเจริญของมะเขือเทศ พบว่าสารสกัดจากดาวเรืองทุกสายพันธุ์ มีผลต่อความสูงและ

ความยาวรากไม่แตกต่างกัน และทุกสายพันธุ์ช่วยเพิ่มความสูงของต้นมะเขือเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากดาวเรืองแต่ละสายพันธุ์ มีผลทำให้น้ำหนักสดของมะเขือเทศแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์กาลอร์ และฝรั่งเศส มีผลทำให้น้ำหนักสดของมะเขือเทศมากที่สุด สำหรับผลของส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองต่อความสูงและความยาวรากมะเขือเทศก็ไม่มี ความแตกต่างกัน และแต่ละส่วนช่วยเพิ่มความสูงของต้นมะเขือเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย

Table 2 Effects of the extracts from marigold varieties; King Yellow, Galore and French on the height, root length and fresh weight of tomato plants after application of the extracts for 1 and 2 months

	Height (cm) ¹		Root length (cm)		Fresh weight (g)	
	1 month	2 months	1 month	2 months	1 month	2 months
T1	67.33 ^{a2}	62.00 ^a	22.70 ^{abc}	19.33 ^a	33.63 ^a	16.43 ^{cd}
T2	62.67 ^a	56.33 ^{abcd}	20.80 ^c	19.33 ^a	33.33 ^a	13.01 ^d
T3	56.67 ^{ab}	60.67 ^{ab}	26.80 ^{ab}	20.67 ^a	27.82 ^a	17.00 ^{cd}
T4	59.33 ^{ab}	62.00 ^a	21.00 ^{bc}	18.00 ^a	17.91 ^a	32.10 ^{ab}
T5	60.67 ^{ab}	52.00 ^{bcd}	20.00 ^c	18.00 ^a	21.85 ^a	33.00 ^{ab}
T6	57.00 ^{ab}	61.00 ^{ab}	25.00 ^{abc}	17.00 ^a	18.84 ^a	28.00 ^{ab}
T7	63.33 ^a	52.00 ^{bcd}	22.67 ^{abc}	19.33 ^a	33.70 ^a	34.20 ^a
T8	65.33 ^a	58.67 ^{abc}	24.67 ^{abc}	21.00 ^a	26.95 ^a	27.89 ^b
T9	59.67 ^{ab}	51.00 ^{cd}	27.67 ^a	22.50 ^a	17.91 ^a	20.80 ^c
T10	43.00 ^c	64.00 ^a	20.80 ^c	24.33 ^a	18.80 ^a	19.91 ^c
T11	50.00 ^{bc}	49.00 ^d	20.66 ^c	20.67 ^a	21.50 ^a	13.16 ^d
CV	13.22	9.07	14.92	25.29	37.29	31.34

¹ Average from 3 replications for each treatment

² Value with different letters within a column were significantly ($p < 0.05$) different according to the Least-significant difference (LSD)

T1 = Controlling by King Yellow marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T2 = Controlling by King Yellow marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T3 = Controlling by King Yellow marigold extract from root and nematodes inoculated

T4 = Controlling by Galore marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T5 = Controlling by Galore marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T6 = Controlling by Galore marigold extract from root and nematodes inoculated

T7 = Controlling by French marigold extract from all parts and nematodes inoculated

T8 = Controlling by French marigold extract from stem and leaf and nematodes inoculated

T9 = Controlling by French marigold extract from root and nematodes inoculated

T10 = inoculated control

T11 = non-inoculated control

เช่นกัน แต่สารสกัดจากดาวเรืองแต่ละส่วน มีผลทำให้น้ำหนักสดของมะเขือเทศแตกต่างกัน โดยสารสกัดจากทั้งต้นของดาวเรืองมีผลทำให้น้ำหนักสดของมะเขือเทศมากที่สุด

วิจารณ์

การใช้สารสกัดจากดาวเรืองสามารถควบคุมได้เดือนฝอยได้ แม้ว่าการนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศครั้งแรก (หลังจากการทดสอบสกัดเป็นเวลา 1 เดือน) จำนวนปมที่รากมะเขือเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี แต่เมื่อนับจำนวนปมที่รากมะเขือเทศครั้งที่ 2 (หลังจากการทดสอบสกัดเป็นเวลา 2 เดือน) พบว่า

จำนวนปมที่รากมะเขือเทศมีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี เมื่อพิจารณาอัตราการเพิ่มของปม สารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของปมน้อยที่สุด คือ 5.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปม 300.30 เปอร์เซ็นต์ การที่จำนวนปมที่นับได้ในครั้งแรกไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี อาจเป็นเพราะสารสกัดจาดาวเรืองต้องใช้เวลาในการออกฤทธิ์ ไส้เดือนฝอยจึงเข้าทำลายรากได้ก่อนถูกควบคุมด้วยสารสกัด โดยในงานวิจัยของสืบศักดิ์ และคณะ (2535) รายงานว่ากรรมวิธีที่แช่ไส้เดือนฝอยรากปมกับสารสกัดจาดาวเรืองเป็นระยะเวลาที่นานกว่า ช่วยลดดัชนีการเกิดปมได้มากกว่ากรรมวิธีที่แช่ไส้เดือนฝอยรากปมกับสารสกัดจาดาวเรืองระยะเวลาสั้น อีกทั้งไส้เดือนฝอยรากปมต้องใช้เวลาประมาณ 17-25 วัน จึงครบชีฟจักรขึ้นกับสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิในดินประมาณ 27 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำเพียง 15 องศาเซลเซียส อาจต้องใช้เวลาราว 57 วัน จึงครบชีฟจักร เวลา 30 วันจึงไม่เพียงพอที่จะเห็นอาการปมที่แตกต่างได้ชัดเจน จึงทำให้จำนวนปมที่นับได้ไม่แตกต่างกัน (มนตรี, 2548) เมื่อพิจารณาผลของสายพันธุ์และส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของปม พบว่า สายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ และส่วนของราก เป็นสายพันธุ์และส่วนของพืชที่มีผลทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของปมน้อยที่สุด โดยแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในการลดการเกิดปม ดังนี้ สายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ ช่วยลดการเกิดปมได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สายพันธุ์กาลอร์ และสายพันธุ์ฝรั่งเศส ซึ่ง Winoto (1969) ได้รายงานผลของสายพันธุ์ดาวเรืองที่ใช้ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนเพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมว่า จำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนในดาวเรืองสายพันธุ์แอฟริกัน และสายพันธุ์ฝรั่งเศส รองลงมาคือ สายพันธุ์เม็กซิกัน สำหรับส่วนต่าง ๆ ของพืช นั้น ส่วนราก ทั้งต้น และส่วนลำต้นและใบ ช่วยลดการเกิดปมได้จากมากไปน้อยตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Natarajan *et al.* (2006) และ Winoto (1969) รายงานว่า สาร α -terthienyl ส่วนใหญ่สะสมที่ราก ไม่มีผลในการฆ่าไส้เดือนฝอยโดยตรง แต่มีผลในด้านการขัดขวางการพัฒนางจรชีวิตของไส้เดือนฝอยภายในรากพืช ซึ่งมี

ผลทำให้ไส้เดือนฝอยตายในที่สุด อย่างไรก็ตาม หากเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนปม ซึ่งประชุมพร (2542) รายงานว่า สาร α -terthienyl ที่มีอยู่ในดาวเรืองสามารถละลายได้ดีในเมทิลแอลกอฮอล์ แต่แอลกอฮอล์อาจมีผลต่อต้นพืชด้วย ส่วนการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายจะได้ปริมาณสาร α -terthienyl ที่น้อยไม่พอต่อการนำไปใช้ และต้องเตรียมและใช้ทันที หากปล่อยทิ้งไว้ สารมักสลายตัวไปก่อน จึงต้องใช้พืชในปริมาณมาก เพื่อให้ได้ความเข้มข้นสูง เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดี (Gommers, 1973) แต่การสกัดสาร α -terthienyl จากต้นดาวเรืองด้วยน้ำสะดวกและประหยัดต้นทุนกว่า เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้จริง แต่ต้องใช้ในความเข้มข้นที่สูงกว่า 1:10 จึงจะให้ผลในการควบคุมที่ดี (นุชนารถ, 2540)

สำหรับผลของสารสกัดจากดาวเรืองต่อการเจริญของต้นมะเขือเทศ พบว่า สารสกัดจาดาวเรืองช่วยเพิ่มความสูงและน้ำหนักสดของต้นมะเขือเทศเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อความยาวราก โดยทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างในการช่วยเพิ่มความสูงและความยาวราก โดยในการบันทึกผลครั้งแรก (หลังจากราดสารสกัดเป็นเวลา 1 เดือน) สายพันธุ์คิงส์ เยลโล่ ช่วยให้มะเขือเทศมีน้ำหนักสดมากที่สุด แต่เมื่อบันทึกผลครั้งที่ 2 (หลังจากราดสารสกัดเป็นเวลา 2 เดือน) สายพันธุ์กาลอร์และฝรั่งเศส ช่วยให้มะเขือเทศมีน้ำหนักสดมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจมาจากจำนวนปมที่มากกว่า นอกจากนี้ สารสกัดจากแต่ละส่วนของพืชก็ไม่มีมีความแตกต่างในการช่วยเพิ่มความสูงและความยาวราก แต่มีความแตกต่างในการเพิ่มน้ำหนักสดของมะเขือเทศเช่นกัน โดยสารสกัดจากทั้งต้นของดาวเรืองช่วยให้มะเขือเทศมีน้ำหนักสดมากที่สุดในการบันทึกผลครั้งที่ 2 จะเห็นได้ว่า ผลของสารสกัดจากแต่ละส่วนของดาวเรืองแต่ละสายพันธุ์ต่อการเจริญของมะเขือเทศมีความแตกต่างกัน และสามารถช่วยเพิ่มการเจริญของมะเขือเทศได้ เมื่อใช้ในการควบคุมการเกิดปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Natarajan *et al.* (2006) ที่รายงานว่ ส่วนต่าง ๆ ของดาวเรืองสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยได้แตกต่างกัน โดยไม่มีผลลดการเจริญของพืช

สรุป

การควบคุมการเกิดปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม และผลต่อการเจริญของต้นมะเขือเทศ สารสกัดจากรากของดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์เฮลล์เหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมการเกิดปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ดาวเรืองสายพันธุ์คิงส์เฮลล์ สามารถเลือกใช้ดาวเรืองสายพันธุ์อื่นแทนได้ เนื่องจากทุกสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดปมได้ และไม่ทำให้การเจริญของพืชลดลง โดยอาจเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดในการใช้แต่ละครั้ง และอาจเพิ่มความถี่ในการรดสารสกัด เพื่อช่วยให้ได้ผลในการควบคุมการเกิดปมดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากทุนนักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2540. รายงานวิจัยการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยรากปมโดยไม่ใช้สารเคมี. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 87 หน้า.
- ประชุมพร ดาษดา. 2542. ความเป็นพิษของสารสกัดจาดาวเรืองน้อย (*Tagetes patula* Linn.) ที่มีต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* Linn.). วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 121 หน้า.
- มนตรี เอี่ยมวิม้งสา. 2548. การใช้พืชควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. เอกสารวิชาการ. กลุ่มงานไส้เดือนฝอยกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 153 หน้า.
- มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2538. มะเขือเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

วราภรณ์ ประกอบ วรรณญา กันหาทรัพย์ วราลักษณ์ สุปิณะ เนตรนภา ไชยเมืองชื่น และ ทศนีย์ คิตดาโย. 2550. การใช้เชื้อรา *Arbuscular mycorrhiza* เชื้อราปฏิปักษ์และเชื้อแบคทีเรียในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศ. วารสารเกษตร 23(ฉบับพิเศษ): 403-406.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2541. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช โรคและการจัดการ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 204 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์ อนุชา ธีรรุณธร และ วิไล สันติโสภาคศรี. 2535. ผลของสารสกัดและ root exudate จากพืชบางชนิดต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*. หน้า 79-87. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 สาขาพืช. 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2535. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Gommers, F. J. 1973. Nematicidal principles in compositae. H. Veenman and Zonen B. V., Wageningen. 71 p.

Natarajan, N., A. Cork, N. Boomathi, R. Pandi, S. Velavan and G. Dhakshnamoorthy. 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 25: 1210-1213.

Wang, K. H., C. R. Hooks and A. Ploeg. 2007. Protecting crops from nematode pests: using marigold as an alternative to chemical nematicides. Plant Disease 35: 1-6.

Winoto, R. R. 1969. Studies on the effect of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. Wageningen. 132 p.

การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองและสารเคมีตามคำแนะนำใน
ระบบ GAP เพื่อควบคุม แมลงศัตรูพืชใน
การผลิตถั่วเหลืองฝักสดในจังหวัดเชียงใหม่

Application of Yellow Sticky Traps and GAP Recommended
Insecticide for Insect Pest Control in Green Soybean
Production in Chiang Mai Province

ทัพไท หน่อสุวรรณ^{1*} จตุรงค์ พวงมณี^{1/} ระพีพงศ์ เกษตรสุนทร^{2/}
กุหลาบ อุตสุข^{1/} และ แววจันท์ พงศ์จันตา^{1/}
Tupthai Norsuwan^{1}, Jaturong Pongmanee^{1/}, Rapeepong Kasensoontron^{2/},
Kularb Utasuk^{1/} and Waewjan Pongjanta^{1/}*

(Received: 29 January 2015; Accepted: 6 July 2015)

Abstract: Green soybeans (*Glycine max* L. Merrill) were planted in dry and rainy season at Irrigated Agricultural Research Station, Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University in order to compare between application of yellow sticky trap and GAP (good agriculture practice) -recommended insecticide for controlling infestation of insect pests in green soybean. Infestation of seven species of insect pests was found. Infestations of bean fly (*Melanagromyza* sp.) and pod borer (*Etiella zinckenella*) under application of yellow sticky trap reduced to 68.5 and 51.6% of untreated treatment, respectively. However, aphid infestation (*Aphis glycines*) under application of yellow sticky trap increased over untreated treatment 28.0% at 40 days after planting. In contrast, infestation of aphid and pod borer under application of GAP-recommended insecticide reduced to 7.3 and 1.1% of untreated treatment, respectively. In addition, two and three-seed pod weight under application of yellow sticky trap could be damaged up to 41.1% of GAP-recommended insecticide treatment.

Keywords: Yellow sticky trap, GAP, Insect pests, green soybean production

^{1/} ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} Agricultural Resource System Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{2/} Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: tupthai.n@cmu.ac.th

บทคัดย่อ: ปลูกลั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* L. Merrill) ในฤดูแล้งและฤดูฝนที่สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีการกำจัดแมลงโดยใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองกับการใช้สารเคมีตามคำแนะนำในระบบ GAP เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด พบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช 7 ชนิด การเข้าทำลายของแมลงวันหนอนเจาะลำต้นถั่ว (*Melanagromyza* sp.) และหนอนเจาะฝัก (*Etiella zinckenella*) ภายใต้การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองลดลงร้อยละ 68.5 และ 51.6 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (*Aphis glycines*) ภายใต้การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชร้อยละ 28.0 ที่ 40 วันหลังปลูก ตรงกันข้ามการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนและหนอนเจาะฝักภายใต้การใช้สารเคมีตามคำแนะนำในระบบ GAP ลดลงเหลือร้อยละ 7.3 และ 1.1 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำหนักฝักที่มี 2 และ 3 เมล็ด ภายใต้การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเสียหายได้ถึงร้อยละ 41.1 ของกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีตามคำแนะนำในระบบ GAP

คำสำคัญ: กับดักกาวเหนียวสีเหลือง GAP แมลงศัตรูพืช ถั่วเหลืองฝักสด

คำนำ

เป้าหมายของการผลิตถั่วเหลืองฝักสดตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี [good agricultural practice (GAP)] คือ การผลิตที่ตรงตามพันธุ์ มีฝักและเมล็ดสมบูรณ์ มีอายุฝักที่เหมาะสมปราศจากตำหนิจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชและสาเหตุอื่น โดยที่ถั่วเหลืองฝักสดต้องปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง (กรมวิชาการเกษตร, 2550) การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดจึงต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง ทั้งนี้ กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรู ถั่วเหลืองฝักสดตามมาตรฐาน GAP ของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

โดยทั่วไปแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดสามารถจำแนกได้ตามลักษณะการเข้าทำลาย คือ 1) ชนิดที่ทำลายลำต้น ได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะลำต้น (*Melanagromyza sojae*) 2) ชนิดที่ทำลายใบ ได้แก่ หนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua*) หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) หนอนม้วนใบ (*Hedylepta indicata*) ตัวงหมัด (*Anomala cupripes*) ตัวงหมัด (*Anomala expansa*) 3) ชนิดที่ทำลายฝัก ได้แก่ มวนเขียวข้าว (*Nezara viridula*) มวนขาโต (*Riptortus clavatus*) มวนถั่วเหลือง (*Riptortus linearis*) มวนเขียวถั่ว (*Piezodorus hybemi*) และหนอนเจาะฝักถั่ว (*Etiella zinckenella*)

(Yeh et al., 1991) นอกจากนี้ยังมีแมลงปากดูดขนาดเล็ก เช่น เพลี้ยอ่อน (*Aphisglycines*) และเพลี้ยจักจั่น (*Empoasca* spp.) ที่สามารถดูดกินน้ำเลี้ยงจากลำต้นและฝักอ่อนของถั่วเหลืองฝักสดได้ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2557) แมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดสามารถสร้างความเสียหายในช่วงหลังจากเมล็ดงอกถึงระยะออกดอกและติดฝักอ่อน ดังเช่น หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว สามารถเข้าทำลายที่ 10-15 วันหลังงอก หนอนม้วนใบ เข้าทำลายที่ 15-30 วันหลังงอก หนอนม้วนใบ มวนถั่วเหลือง มวนขาโต และหนอนเจาะฝัก สามารถเข้าทำลายได้ตั้งแต่ถั่วเหลืองฝักสดออกดอกและเริ่มสะสมอาหารที่เมล็ด (กรูง และสิริกุล, 2538) ดังนั้นการเฝ้าระวังการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดจึงควรติดตามทุกระยะการเจริญเติบโต

ทั้งนี้ได้มีการทดลองใช้วิธีการกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสานเพื่อลดการเข้าทำลายของแมลงใน การผลิตถั่วเหลืองฝักสดแบบอินทรีย์ในได้หวั่น โดยมีการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองร่วมด้วยซึ่งสามารถลดการเข้าทำลายฝักถั่วเหลืองลงได้แม้จะไม่เทียบเท่ากับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช (Srinivasan et al., 2009) ในส่วนของที่จังหวัดเชียงใหม่ได้มีการใช้กับดักกาวเหนียวร่วมอยู่ในวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน (จตุรงค์ และคณะ, 2547) โดยการนำแผ่นพลาสติกสีเหลืองขนาด 30 x 22 เซนติเมตร

นำถุงพลาสติกใสสวมไว้ชั้นนอกและทากาวเหนียวบนถุงพลาสติก นำมาปักไว้สูงจากพื้นประมาณ 15 เซนติเมตร ปักที่ระยะ 4 x 4 เมตร พบว่าการใช้กับดัก 1 อัน 4 ครั้ง ครั้งละ 1 สัปดาห์ สามารถกำจัดด้งแมลงศัตรูพืชได้ถึง 447 ตัว (จตุรงค์ และคณะ, 2550) ดังนั้นการนำกับดักกาวเหนียวสีเหลืองมาใช้ในแปลงผลิตถั่วเหลืองฝักสดน่าจะสามารถช่วยลดปริมาณศัตรูพืชซึ่งส่งผลให้ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในระบบการผลิตถั่วเหลืองฝักสดแบบ GAP ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ปลูกในฤดูแล้ง วันที่ 22 มกราคม เก็บเกี่ยววันที่ 5 เมษายน 2553 และครั้งที่ 2 ปลูกในฤดูฝน ปลูกวันที่ 25 พฤษภาคม เก็บเกี่ยววันที่ 5 สิงหาคม 2553 ณ สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในพื้นที่ 1.5 ไร่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เปรียบเทียบ 3 กรรมวิธีทดลองดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงตามคำแนะนำของระบบการผลิตแบบ GAP (กรมวิชาการเกษตร, 2545; 2550) ประกอบด้วย triazophos 40%EC ฉีดพ่นที่ระยะ 10 และ 20 วันหลังปลูก อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร lambda-cyhalothrin 2.5%EC ฉีดพ่นที่ระยะ 50 วันหลังปลูก อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ imidacloprid 25%WV ฉีดพ่นที่ระยะ 30 และ 40 วันหลังปลูก อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 3 ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง ที่ทำขึ้นจากแผ่นพลาสติกแข็งสีเหลืองขนาด 30 x 22 เซนติเมตร ยึดกับด้ามไม้ไผ่สวมด้วยถุงพลาสติกใสซึ่งถูกทาด้วยกาวเหนียวดักแมลงปักเฉียงทำมุมกับพื้น สูงจากพื้นประมาณ 15 เซนติเมตร ปักที่ระยะ 4 x 4 เมตร ในพื้นที่ 33 x 20 ตารางเมตร หลังจากนั้นเปลี่ยนถุงพลาสติกและทากาวเหนียวดักแมลงใหม่ทุก 2 สัปดาห์

เตรียมแปลงปลูกด้วยการยกทรงหน้าแปลงกว้าง 1 เมตร สูง 0.15 เมตร ร่องแปลงกว้าง 0.5 เมตร ปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2557) ทำหลุมปลูกระยะ 0.5 x 0.2 เมตร หยอดหลุมละสามเมล็ด ถอนแยกและปลูกซ่อมหลังปลูก โดยให้มี 1 ต้นต่อหลุม ให้น้ำด้วยวิธีปล่อยเข้าตามร่องแปลงโดยพิจารณาจากความชุ่มชื้นของดิน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 สูตร 16-16-16 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ 15 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 0-0-60 และ 46-0-0 อัตรา 50 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ 30 วันหลังปลูก ด้วยวิธีเปิดร่องข้างแปลง พร้อมกำจัดวัชพืช

การบันทึกผลการทดลอง

1. ชนิดของแมลงศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช

บันทึกชนิดของแมลงศัตรูพืชและแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบในแปลงและที่พบบนกับดักกาวเหนียว นับจำนวนต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกหนอนแมลงวันเจาะลำต้น ถั่ว หนอนม้วนใบ และเพลี้ยอ่อนเข้าทำลาย โดยการสุ่มตรวจถั่วเหลือง 30 ต้นที่ 18, 24, 32, 40 และ 48 วันหลังปลูก

2. ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

สุ่มเก็บฝักจากถั่วเหลืองฝักสด 12 ต้น เพื่อนับจำนวนฝักและน้ำหนักผลผลิตรวม และสุ่มฝักที่มี 2 และ 3 เมล็ดจำนวน 100 ฝัก เพื่อนับจำนวนฝักที่มีร่องรอยการเข้าทำลายของ หนอนเจาะฝักถั่ว และแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดอื่น ๆ

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดลองของแต่ละกรรมวิธีทดลองด้วยโปรแกรม STATISTIX v8.0

ผลและวิจารณ์

1. ชนิดของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดที่พบในแปลงและที่พบบนกับดักกาวเหนียว

จากการสำรวจทุกช่วงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสด ของทุกกรรมวิธีทดลอง จากการปลูกทั้ง 2 ถั่ว ระหว่างวันที่ 22 มกราคม ถึง 5 สิงหาคม 2553 ณ สถานีวิจัยเกษตรเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดทั้งสิ้น 7 ชนิด มีแมลงศัตรูธรรมชาติ 1 ชนิด และมีแมลงที่ติดกับดักกาวเหนียว 7 ชนิด (ตารางที่ 1)

2. ชนิดของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดและจำนวนต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกแมลงศัตรูพืชเข้าทำลาย

จากการสำรวจการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดของการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 2 ครั้งในฤดูแล้ง (ตารางที่ 2) และฤดูฝน (ตารางที่ 3) พบร่องรอยการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว (*Melanagromyza* sp.) ได้ตั้งแต่เมล็ดงอกจนถึง 24 วันหลังปลูก และพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูถั่วเหลือง 2 ชนิดหลัก คือ หนอนม้วนใบ (*Omiodes diemenalis*) และเพลี้ยอ่อน (*Aphis glycines*) ได้ตั้งแต่ที่ 32 จนถึง 48 วันหลังปลูก

จากการนับจำนวนต้นถั่วเหลืองฝักสดที่ถูกแมลงเข้าทำลาย พบว่า ตั้งแต่ 18 ถึง 24 วันหลังจากปลูก การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองสามารถลดการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเหลืองเพียงร้อยละ 17.8 และ 18.6 จากร้อยละ 56.2 และ 59.6 ในแปลงที่ไม่มีการป้องกันกำจัด ของการปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3) คิดเป็นร้อยละ 68.5 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงตามคำแนะนำในระบบ GAP ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจที่ร้อยละ 25 ของต้นกล้าถั่วเหลือง (ชาญณรงค์ 2555) อย่างไรก็ตามตั้งแต่ 40 ถึง 48 วันหลังปลูกพบว่า การใช้กับดักกาวเหนียวไม่สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนม้วนใบและเพลี้ยอ่อนได้

ในทางตรงกันข้ามที่ 40 วันหลังปลูก ในแปลงที่มีการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองมีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงถึงร้อยละ 89.0 และ 88.0 เปรียบเทียบกับร้อยละ 69.0 และ 69.3 ในแปลงที่ไม่มีการป้องกันกำจัดของฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดคิดเป็นร้อยละ 28.0 เป็นไปได้ที่สีเหลืองจะดึงดูดเพลี้ยอ่อนเข้าทำลายถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ จตุรงค์ และคณะ (2550) ที่รายงานว่า การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง 1 แผ่น เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในแปลงผลิตผักปลอดสารพิษที่ใช้วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน มีแมลงศัตรูพืชที่มาติดกับดักทั้งสิ้น 447 ตัว เป็นเพลี้ยอ่อนถึงร้อยละ 83.4 (จตุรงค์ และ

Table 1 Pest and natural enemy insects from all plots of green soybean

Common name	Scientific name
Bean fly	<i>Melanagromyza</i> sp.*
Tobacco whitefly	<i>Bemisia tabaci</i> *
Leafroller	<i>Omiodes diemenalis</i> *
Soybean aphid	<i>Aphis glycines</i> *
Soybean podborer	<i>Etiella zinckenella</i> *
Soybean pod bug	<i>Riptortus linearis</i> *
Green stink bug	<i>Nezara viridula</i> *
The mealybug destroyer	<i>Cryptoleamus montrouzieri</i> ¹

* Insect pests attached on yellow sticky trap

^{1/} Natural enemy

Table 2 Insect pests and percentage of infested green soybean in dry season (January 22 to April 5, 2010)

Days after planting	Insect pests	Percentage of infested green soybean ^{1/}			CV%	F-test ^{2/}
		Untreated-control	GAP-recommended insecticides	Yellow sticky trap		
18	<i>Melanagromyza</i> sp.	48.6 a	31.0 ab	16.6 b	24.6	*
24	<i>Melanagromyza</i> sp.	56.2 a	34.3 ab	17.8 b	15.0	*
	<i>Omiodes diemenalis</i>	15.6 a	0.0 b	16.6 a	30.2	**
32	<i>Aphis glycines</i>	11.0	29.0	23.3	40.5	ns
	<i>Omiodes diemenalis</i>	12.0	7.6	22.3	75.9	ns
40	<i>Aphis glycines</i>	69.0 b	0.0 c	89.0 a	10.6	**
	<i>Omiodes diemenalis</i>	9.0 b	17.6 a	3.3 b	36.0	*
48	<i>Aphis glycines</i>	100.0 a	7.3 b	100.0 a	1.6	**
	<i>Omiodes diemenalis</i>	10.0 b	24.3 a	6.6 b	38.0	*

^{1/} Thirty green soybean plants were randomly selected, means in a row followed by the same letter were not significantly different ($P>0.05$)

^{2/} * = significantly different ($P<0.05$), ns = not significantly different ($P>0.05$), ** = significantly different ($P<0.01$)

Table 3 Insect pests and percentage of infested green soybean in rainy season (May 25 to August 5, 2010)

Days after planting	Insect pests	Percentage of infested green soybean ^{1/}			CV%	F-test ^{2/}
		Untreated-control	GAP-recommended insecticides	Yellow sticky trap		
18	<i>Melanagromyza</i> sp.	51.0 a	31.3 ab	18.6 b	23.5	*
24	<i>Melanagromyza</i> sp.	59.6 a	36.6 ab	18.6 b	23.2	*
	<i>Omiodes diemenalis</i>	16.0 a	1.0 b	17.6 a	26.2	*
32	<i>Aphis glycines</i>	14.0	30.6	27.3	40.5	ns
	<i>Omiodes diemenalis</i>	13.7	11.3	23.7	40.2	ns
40	<i>Aphis glycines</i>	69.3 b	7.6 c	88.0 a	10.5	**
	<i>Omiodes diemenalis</i>	9.3 b	20.3 a	7.3 b	31.1	*
48	<i>Aphis glycines</i>	100.0 a	7.3 b	100.0 a	20.9	**
	<i>Omiodes diemenalis</i>	27.3 b	44.0 a	24.7 b	32.1	*

^{1/} Thirty green soybean plants were randomly selected, means in a row followed by the same letter were not significantly different ($P>0.05$)

^{2/} * = significantly different ($P<0.05$), ns = not significantly different ($P>0.05$), ** = significantly different ($P<0.01$)

คณะ, 2547) อย่างไรก็ตามหากมีปริมาณแมลงศัตรูพืชที่เหี่ยวโรดในธรรมชาติจำนวนมากมีโอกาสดังกล่าวจะได้รับความเสียหายได้ ในขณะที่การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP จากการปลูกทั้ง 2 ฤดู สามารถลดการระบาดของเพลี้ยอ่อนลงได้อย่างมีนัยสำคัญที่ 40 และ 48 วันหลังปลูก โดยเฉลี่ยเหี่ยวโรดเพียงร้อยละ 3.8 และ 7.3 (ตารางที่ 2 และ 3) คิดเป็นร้อยละ 5.5 และ 7.3 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามลำดับ ดังนั้นปริมาณกับดักกาวเหนียวสีเหลืองต่อพื้นที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จในการกำจัดแมลง

ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองที่ใช้ในวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสานของระบบการผลิตผักปลอดสารพิษ (จตุรงค์และคณะ, 2547) กับการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองในการปลูกถั่วเหลืองฝักสดครั้งนี้ มีลักษณะการผลิตที่แตกต่างกัน ดังนี้ 1) อายุการเก็บเกี่ยว ของพืชผักในระบบการผลิตผักปลอดสารพิษอยู่ที่ 25 ถึง 30 วัน ในขณะที่อายุการเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองฝักสดอยู่ที่ 65 วัน 2) ความหลากหลายของพืชปลูกและการปลูกหลอม ในระบบการผลิตผักปลอดสารพิษปลูกพืชไม่ซ้ำตระกูลกันในเวลาที่ต่างกัน ในขณะที่การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีพืชเพียงแค่วิธีเดียวปลูกพร้อมกัน และ 3) ความหลากหลายของวิธีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชและระยะเวลาการใช้ ในระบบการผลิตผักปลอดสารพิษใช้วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสานอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง กับดักถาดสีเหลือง และการจับทำลายร่วมกับวิธีเขตกรรม เป็นต้น ในขณะที่การผลิตถั่วเหลืองฝักสดครั้งนี้ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองจำนวน 100 อันต่อไร่ เพียงวิธีเดียวต่อรอบการผลิต ซึ่งจำนวนกับดักกาวเหนียวสีเหลืองต่อพื้นที่อาจมีผลต่อการกำจัดแมลงเป้าหมายแตกต่างกันด้วยเหตุนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในแปลงถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัด

นอกจากนี้การสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนม้วนใบที่ 24 วันหลังปลูก ลงได้เหลือเพียงร้อยละ 0.0 และ 1.0 ในขณะที่การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง

ให้ผลไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงซึ่งพบการเข้าทำลายร้อยละ 16.6 และ 17.6 ในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3) แต่กระนั้นที่ 40 และ 48 วันหลังปลูก จากการเฉลี่ยของการปลูกทั้ง 2 ฤดู กลับพบว่า ในกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP มีการเข้าทำลายของหนอนม้วนใบถึงร้อยละ 19.0 และ 34.2 ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดซึ่งพบการเข้าทำลายเฉลี่ยจากทั้ง 2 ฤดูเพียงร้อยละ 9.2 และ 18.6 ที่ 40 และ 48 วันหลังปลูก ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ 3)

3. ผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดและร้อยละของการเข้าทำลายฝักของแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด

จากการปลูกถั่วเหลืองฝักสด 2 ครั้ง และสุ่มเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 12 ต้น ที่อายุ 65 วัน (ตารางที่ 4 และ 5) พบว่า กรรมวิธีทดลองไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนฝักของถั่วเหลืองฝักสด อย่างไรก็ตามน้ำหนักฝักของถั่วเหลืองฝักสดในกรรมวิธีใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชมากกว่าน้ำหนักฝักในกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด และการใช้กับดักกาวเหนียวอย่างมีนัยสำคัญ โดยถั่วเหลืองฝักสดจากกรรมวิธีใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP มีน้ำหนักฝักสูงสุดที่ 1.24 และ 1.12 กิโลกรัมต่อ 12 ต้น มากกว่ากรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดและการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองถึง 0.60 และ 0.49 กิโลกรัมต่อ 12 ต้น จากการปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ (ตารางที่ 4 และ 5) ซึ่งคิดเป็นความเสียหายเฉลี่ยถึงร้อยละ 48.3 ของน้ำหนักฝักของกรรมวิธีที่ใช้สารป้องกันกำจัดตามคำแนะนำแบบ GAP โดยที่น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองฝักสดของกรรมวิธีที่ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัด

จากการสุ่มฝักที่มี 2 และ 3 เมล็ด จำนวน 100 ฝัก โดยจากการปลูกทั้ง 2 ฤดู พบว่า การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองพบการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักลดลงเหลือร้อยละ 2.3 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 51.6 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัด โดยใกล้เคียงกับการใช้วิธีการป้องกัน

Table 4 Green soybean yield and percentage of infested pod in dry season (January 22 to April 5, 2010)

Treatment	Yield of 12 green soybean plants ^{1/}		Percentage of infested pods ^{1/}	
	Pod number	Pod weight (kg)	<i>Etiella zinckenella</i>	Other insects ^{2/}
Untreated control	418.7	0.58 b	4.4 a	5.3
GAP-recommended Insecticides	371.7	1.24 a	0 c	5.6
Yellow sticky trap	403.7	0.63 b	2.3 b	2.3
CV%	17.1	21.4	15.0	38.6
F-test ³	ns	*	**	ns

^{1/} Two and three-seed pods were gathered, means in a column followed by the same letter were not significantly different ($P>0.05$)

^{2/} *Aphis glycines*, *Riptortus linearis* and *Nezara viridula*

^{3/} * = significantly different ($P<0.05$), ns = not significantly different ($P>0.05$), ** = significantly different ($P<0.01$)

Table 5 Green soybean yield and percentage of infested pod in rainy season (May 25 to August 5, 2010)

Treatment	Yield of 12 green soybean plants ^{1/}		Percentage of infested pods ^{1/}	
	Pod number	Pod weight (kg)	<i>Etiella zinckenella</i>	Other insects ^{2/}
Untreated control	420.7	0.63 b	4.9 a	6.4
GAP-recommended insecticides	391.8	1.12 a	0.1 c	5.4
Yellow sticky trap	405.2	0.75 b	2.5 b	5.6
CV%	21.1	21.5	18.2	30.2
F-test ³	ns	*	**	ns

^{1/} Two and three-seed pods were gathered, means in a column followed by the same letter were not significantly different ($P>0.05$)

^{2/} *Aphis glycines*, *Riptortus linearis* and *Nezara viridula*

^{3/} * = significantly different ($P<0.05$), ns = not significantly different ($P>0.05$), ** = significantly different ($P<0.01$)

กำจัดแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดอินทรีย์ในประเทศไทยได้วันที่สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักได้ร้อยละ 56.9 ของกรรมวิธีควบคุม (Srinivasan *et al.*, 2009) ในขณะที่การใช้สารควบคุมกำจัดตามคำแนะนำในระบบ GAP สามารถลดการทำลายของหนอนเจาะฝักถั่วเหลืองโดยเฉลี่ยเหลือเพียงร้อยละ 0.05 คิดเป็นร้อยละ 1.1 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด นอกจากนี้ยังพบร่องรอยการเข้าทำลายของเข้าแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสดชนิดอื่น ๆ เช่น เพลี้ยอ่อน มวนถั่วเหลือง และ

มวนเขียวข้าว ซึ่งพบว่าการเข้าทำลายจากแมลงศัตรูพืชเหล่านั้นมีปริมาณไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีทดลอง ด้วยเหตุนี้สามารถใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองได้ตั้งแต่ที่ถั่วเหลืองฝักสดเริ่มออกจนถึง 24 วันหลังออก เพื่อลดการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่วโดยอาจใช้สารป้องกันกำจัดแมลงควบคุมไปด้วย หลังจาก 24 วันหลังปลูก ควรหยุดใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเนื่องจากจะทำให้การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนรุนแรงขึ้นและสามารถใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองได้อีกครั้งเมื่อถั่วเหลืองฝักสดเริ่มติดฝักอ่อนเพื่อลดการเข้าทำลายของ

หนอนเจาะฝักถั่ว ในส่วนของการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ควรใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP ในระยะเวลาที่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอกเพื่อให้ได้คุณภาพฝักที่ดีตามมาตรฐาน

สรุป

การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองในแปลงปลูกถั่วเหลืองฝักสด ตั้งแต่ระยะงอกจากเมล็ดจนถึงระยะกล้าอายุ 24 วันหลังปลูก สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้น (*Melanagromyza* sp.) ได้ถึงร้อยละ 68.5 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งให้ผลเท่ากับกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP นอกจากนี้การใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองทำให้การเข้าทำลายของหนอนเจาะฝักถั่ว (*Etiella zinckenella*) ลดลงร้อยละ 51.6 ของกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช อย่างไรก็ตาม ช่วง 24 ถึง 48 วันหลังปลูก การเข้าทำลายของ หนอนมัน ใบ (*Omiodes diemenalis*) และเพลี้ยอ่อน (*Aphis glycines*) ไม่ลดลง แต่กลับพบว่าการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชถึงร้อยละ 28.0 นอกจากนี้ยังพบว่าการไม่ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด และการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเพียงอย่างเดียว ทำให้น้ำหนักรวมของฝักลดลงได้ถึงร้อยละ 41.5 ของกรรมวิธีที่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชตามคำแนะนำในระบบ GAP

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี 2552 ที่ได้ให้การสนับสนุนทุน และขอขอบคุณศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสด. เอกสารเผยแพร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2550. ระบบการจัดการคุณภาพ: GAP ถั่วเหลืองฝักสด. เอกสารวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 47 หน้า.
- กรุง สัตตะธนี และ สิริกุล วะสี. 2538. ถั่วแระญี่ปุ่นหรือถั่วเหลืองฝักสด. เอกสารเผยแพร่. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 19 หน้า.
- จตุรงค์ พวงมณี จำลอง โพธาเจริญ สมเกียรติ สุวรรณศิริ สิทธิชัย ลอดแก้ว ศักดินันตริ นาชัยเวียง และ กุหลาบ อุตสุข. 2547. การออกแบบระบบการผลิตฝักปลอดสารพิษอย่างยั่งยืนในพื้นที่เกษตรชานเมือง. บทความนำเสนอใน สัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 "สู่ระบบอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน", เชียงใหม่. 261-276 หน้า
- จตุรงค์ พวงมณี ระพีพงศ์ เกษตรสุนทร กุหลาบ อุตสุข พิมพ์พรณ นันตะภูมิ และ ภรณ์กักร มณีหาญ. 2550. การเปรียบเทียบความแตกต่างของสีที่ใช้เป็นกับดักแมลงในการผลิตฝักปลอดสารพิษ. บทความนำเสนอใน ประชุมวิชาการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตประจำปี 2550, เชียงใหม่. 143-148 หน้า.
- ชาญณรงค์ ดวงสะอาด. 2555. ระดับเศรษฐกิจของแมลงศัตรูพืช. วารสารเกษตร 28(3): 313-320.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2557. ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/fcrr/chiangmai/index.php?option=com_content&view=article&id=67:chiangmai-soybean1&catid=39:soybean-seed&Itemid=103 (21 ธันวาคม 2557).

- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2557. แมลงศัตรูถั่วเหลืองฝักสด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: from http://www.arda.or.th/kasetinfo/north/plant/soy_insect.html (21 ธันวาคม 2557).
- Srinivasan, R., F.-C. Su, C.-C. Huang, M.-Y. Lin and Y.-C. Hsu. 2009. Integrated Pest Management in Organic Vegetable Soybean Production. Paper presented at Biophysical and Socio-economic Frame Conditions for the Sustainable Management of Natural Resources, Hamburg. pp 131-135.
- Yeh, C. C., G. L. Hartman and N. S. Talekar. 1991. Plant protection technology for vegetable soybean. Document in the Workshop on vegetable soybean: Research needs for production and quality improvement, Taiwan. pp. 85-91.
-

การผลิตกรดไขมันโอเมก้า-3 และการย่อยสลายในกระเพาะ หมักของ Recombinant *Saccharomyces cerevisiae* ที่มียีน

Fatty Acid Desaturase 2 (*FAD2*)

Omega-3 Fatty Acids Production and Ruminant Degradability of Recombinant *Saccharomyces cerevisiae* Harboring Fatty Acid Desaturase 2 Gene (*FAD2*)

โสภารักษ์ เขมราช^{1/} ศุภมิตร เมฆฉาย^{1/} และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ^{1/*}
Soparak Khemarach^{1/}, Supamit Mekchay^{1/} and Saowaluck Yammeun-ar^{1/*}

(Received: 30 December 2014; Accepted: 18 May 2015)

Abstract: The objective of this study were produce recombinant *Saccharomyces cerevisiae* harboring fatty acid desaturase 2 gene (*FAD2*) isolated from *Saccharomyces kluyveri*, then evaluated omega-3 of recombinant *S. cerevisiae* and ruminal degradability of roughage supplemented with recombinant *S. cerevisiae*. Total DNA extracted from *S. kluyveri* was used for PCR amplification using *FAD2* gene primer. PCR products was cloned using plasmid vector pTA2 and transformed with *S. cerevisiae*. The fatty acids were analyses by gas chromatography. The ruminal degradability by *in vitro* gas production technique was designed as 3x3 factorial in completely randomized design (CRD) arrangement of 9 treatments. The factors were type of roughage (guinea grass silage: GN), rice straw: RS and napier grass silage: NP), and yeast supplementation (control: C, *S. cerevisiae*: SC and recombinant *S. cerevisiae* harboring *FAD2* gene from *S. kluyveri*: SCSK). The rumen fluid was collected from four fistulated Thai native cattles. Gas production were determined at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 and 96 h of incubation while the microbial biomass yield (MBY) were determined at 24 h of incubation. The results found that the Linoleic acid (C18:2, LA), Alpha-linolenic acid (C18:3, ALA) and Eicosapentaenoic acid (C20:5, EPA) content of recombinant *S. cerevisiae* higher than *S. cerevisiae* ($P<0.05$). Gas production at 2-12 hours of napier grass silage was significantly highest. Gas production at 24 and 48 hours of roughage supplemented with SCSK was significantly highest. It can be concluded that recombinant *S. cerevisiae* produced LA, ALA and EPA higher than *S. cerevisiae*. The roughage supplemented with recombinant *S. cerevisiae* have highest OMD and SCFA.

Keywords: Omega-3 fatty acid, *S. cerevisiae*, *S. kluyveri*, fatty acid desaturase 2 (*FAD2*), ruminal degradability

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: E-mail address: saowaluck.y@cmu.ac.th

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อผลิต recombinant *Saccharomyce cerevisiae* ที่มีชิ้นส่วนของยีนที่ถูกตัดแยกมาจาก *Saccharomyce kluyveri* และประเมินปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 จาก recombinant *S. cerevisiae* รวมทั้งประเมินค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารหยาบที่ได้รับการเสริม recombinant *S. cerevisiae* DNA ที่สกัด จาก *S. kluyveri* นำไปทำปฏิกิริยา PCR amplification โดยใช้ fatty acid desaturase 2 primer (FAD2) ผลผลิต PCR นำไปโคลนโดย pTA2 พลาสมิดเวกเตอร์ แล้วนำเข้าไปยัง *S. cerevisiae* หลังจากนั้นวิเคราะห์กรดไขมันโดยใช้ Gas chromatography และหาค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยวิธี *in vitro* gas production technique มีการจัดกลุ่มทดลองด้วยวิธี 3x3 factorial ในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของอาหารหยาบ ประกอบด้วย หญ้าเนเปียร์หมัก หญ้ากินนีหมัก และ ฟางข้าว ปัจจัยที่ 2 คือ การเสริมยีสต์ ประกอบด้วย กลุ่มควบคุม (C), กลุ่มที่เสริม *S. cerevisiae* (SC) และกลุ่มที่เสริม recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 จาก *S. kluyveri* (SCSK) ประกอบด้วย 9 กลุ่มทดลอง ทำการเก็บน้ำจากกระเพาะหมักจากโคพื้นเมืองจำนวน 4 ตัว ทำการวัดปริมาณแก๊สที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง และวัดปริมาณจุลินทรีย์ (microbial biomass yield, MBY) หลังจากการหมักย่อยที่ 24 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์กรดไขมัน พบว่า กรดไขมัน Linoleic acid (C18:2, LA), Alpha-linolenic acid (C18:3, ALA) และ Eicosapentaenoic acid (C20:5, EPA) ของ recombinant *S. cerevisiae* มีปริมาณมากกว่า *S. cerevisiae* อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 2-12 ของหญ้าเนเปียร์หมักมีค่าสูงที่สุด ปริมาณแก๊สสุทธิที่ 24 ของอาหารหยาบที่เสริมด้วย recombinant *S. cerevisiae* จะมีปริมาณแก๊สสุทธิสูงที่สุด สรุปได้ว่า recombinant *S. cerevisiae* สามารถผลิต LA, ALA และ EPA ได้มากกว่า *S. cerevisiae* อาหารหยาบที่เสริมด้วย recombinant *S. cerevisiae* จะมีปริมาณ OMD และ SCFA สูงที่สุด

คำสำคัญ: กรดไขมันโอเมก้า-3 *S. cerevisiae* *S. Kluyveri* fatty acid desaturase 2 (FAD2) การย่อยสลายในกระเพาะหมัก

คำนำ

กรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า-3 (Omega - 3; ω - 3 PUFAs) เช่น eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5) และ docosahexaenoic acid (22:6 ω -3; DHA) มีความสำคัญช่วยลดอาการของโรคหัวใจ โรคหอบหืด โรคเบาหวาน และโรคเส้นเลือดตีบให้ต่ำลง ทั้งยังพบอีกว่า กรดไขมันโอเมก้า-3 มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมอง โรคมะเร็ง โรคกล้ามเนื้ออักเสบ โรคข้ออักเสบรูมาตอย โรค สะเก็ดเงิน และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท (Simopoulos, 2010) มนุษย์และสัตว์ไม่สามารถที่จะสังเคราะห์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับจากอาหาร แหล่งของ EPA และ DHA ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากแหล่งที่เป็นธรรมชาติ เช่น ปลา ทะเลและสาหร่ายทะเล นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถผลิต EPA และ DHA เช่น *Saccharomyces kluyveri* (Kajiwara *et al.*, 2001) แต่จุลินทรีย์ดังกล่าวมี

ข้อจำกัดในด้านการเพาะเลี้ยง เนื่องจากควบคุมสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ยาก อีกทั้งจุลินทรีย์ดังกล่าวมีอัตราการเติบโตต่ำ ในปัจจุบันจึงได้มีการทดลองตัดแยกยีน fatty acid desaturase 2 (FAD2) ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ desaturase มาใส่ในจุลินทรีย์อื่นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า เช่น *S. cerevisiae* ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพและสะดวกต่อการใช้งาน (Chemler *et al.*, 2006: Watanabe *et al.*, 2004) นอกจากนี้ *S. cerevisiae* สามารถใช้เป็นสารเสริมในอาหารของโคนมได้ เนื่องจากยีสต์จะสามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ในกระเพาะและระบบทางเดินอาหารของสัตว์และใช้อาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและเยื่อใย (fiber) ซึ่งสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งตัวเซลล์ยีสต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อถูกย่อยสลายจะได้สารอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย ยีสต์ชนิดนี้จะประกอบด้วยเอนไซม์จำนวนมากบางส่วนถูกขับออกมาในลำไส้และ

ช่วยเสริมเอนไซม์ที่มีอยู่แล้วในทางเดินอาหารจึงช่วยให้เพิ่มอัตราการย่อยได้ดีขึ้น (Denev *et al.*, 2007) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือเพื่อคัดแยกยีน FAD2 จาก *S. kluyveri* แล้วนำไปตัดต่อให้กับ *S. cerevisiae* และประเมินองค์ประกอบของกรดไขมันโอเมก้า-3 ของ recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 และประเมินค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารหมักที่ได้รับการเสริม recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 โดยวิธี *in vitro* gas production technique

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

นำเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* และ *S. kluyveri* จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยจะนำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามวิธีของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยยีสต์จะถูกเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract/Peptone/Dextrose (YPD) pH 7.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (°C) ระยะเวลาในการบ่ม 48-72 ชั่วโมง

2. การสกัดดีเอ็นเอและการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยา polymerase chain reaction (PCR)

นำเชื้อยีสต์ *S. kluyveri* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาสกัดดีเอ็นเอโดยใช้ชุดสกัด DNA สำเร็จรูป NucleoSpin[®] tissue (Macherey-nagel gmbh & co. Kg, Germany) จากนั้นทำการตรวจวัดคุณภาพและวัดปริมาณของ DNA ที่ช่วงความยาวคลื่นแสง 260 nm และ 280 nm โดยความเข้มข้นของสารละลายดีเอ็นเอ สารละลาย DNA (100 ng/μl) ของจุลินทรีย์ ถูกใช้เป็น DNA ต้นแบบ (template) ในปฏิกิริยา PCR เพื่อเพิ่มปริมาณ DNA ของยีน FAD2 (forward primer 5'-GAGGAATTCACAGGCAGCATGGGAAGGGA-3', reverse primer 5'-GACTGCGGCCGCTCTGCTGCTT CATTGTGGAG-3') โดยโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิของปฏิกิริยา PCR คือ 95 °C 3 นาที/ 95 °C 30 วินาที/ 54-58 °C 30 วินาที จำนวน 35 รอบ/ 72 °C 3 นาที/ 72 °C 5 นาที แล้วจึงตรวจสอบผลผลิต PCR บน

polyacrylamide gel electrophoresis ที่ความเข้มข้น 6% และส่องภายใต้แสง ultraviolet

3. การโคลนยีน

แถบดีเอ็นเอของยีนแต่ละยีนถูกนำมาเชื่อมต่อกับเข้ากับเวกเตอร์ pTA 2 vector (TOYOBO CO., LTD., Japan) หลังจากที่ได้ recombinant vector แล้วนำไปใส่ใน *S. cerevisiae* (transformation) ด้วยวิธี heat shock หลังจากนั้นเติม YPD broth จำนวน 950 μl และนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 rpm อุณหภูมิ 25 °C นาน 1 ชั่วโมง นำส่วนผสมแบคทีเรียจำนวน 200 μl ไป spread ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD Agar ที่ผสม ampicillin, X-Gal และ IPTG จำนวน 20 μl (ความเข้มข้น 10 mg/ml) หลังจากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 25 °C ซ้ำมคืน เลือกลโคไลที่มีสีขาว ลงใน 1X PCR buffer จำนวน 40 μl และ YPD broth จำนวน 500 μl ซึ่งที่มี ampicillin 10 mg/ml แล้วนำไปเขย่าที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงตรวจสอบโคลนที่มีชิ้นส่วนของยีน FAD2 ซึ่งถูกเชื่อมเข้ากับ vector ด้วยปฏิกิริยา PCR บน polyacrylamide gel electrophoresis ที่มีความเข้มข้น 6% ภายใต้แสง ultraviolet

4. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน (fatty acids analysis)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสกัดไขมันโดยวิธี saponify ด้วย 0.5 M KOH ในเอทานอล โดยนำเซลล์ตะกอนแห้งของเซลล์มา 0.05 g : น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (ml) มาเติม 0.5 M KOH ในเอทานอล 80% 4 ml ปิดจุกให้แน่น แล้วต้มด้วยน้ำเดือด 100 °C เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาทำให้เย็นลง เติม 1 HCl 5.0 ml และ isooctane 5.0 ml เขย่าอย่างแรงประมาณ 200-300 ครั้ง จากนั้นเก็บส่วนใสชั้นบนไว้ (อัครวารวรรณ, 2530) การเตรียม fatty acid methyl ester (FAME) ระบุส่วนใสที่ได้ จนได้น้ำหนัก 0.5 กรัม ในขวดก้นกลม ขนาด 250 ml เติมสารละลาย 0.5 M NaOH ใน methanol 5 ml แล้วจึง reflux ที่อุณหภูมิ 110-120 °C 5 นาที จนได้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งให้เย็น จากนั้นเติม 20% boron-trifluoride ใน methanol แล้ว

reflux ต่อ 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เทสารละลายที่ได้ลงในหลอดทดลองขนาด 50 ml เติมน้ำ hexane ลงไป 5 ml และเกลี่ยอิมตัวลงไป 10 ml เขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้ให้แยกชั้น (Morrison and Smith, 1964) เก็บสารละลายชั้นบนมา 1 µl ฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatography (GC) (SCION 436-GC, Bruker, Germany)

5. การหาค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยวิธี *in vitro* gas production technique

จัดกลุ่มทดลองด้วยวิธี 3x3 factorial ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของอาหารหยาบ ประกอบด้วย หญ้าเนเปียร์หมัก หญ้ากินนีหมัก และ ฟางข้าว ปัจจัยที่ 2 คือ การเสริมยีสต์ ประกอบด้วย กลุ่มควบคุม คือไม่เสริมยีสต์ (C), กลุ่มที่เสริม *S. cerevisiae* (SC) และกลุ่มเสริม recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน *FAD2* จาก *S. kluyveri* (SCSK) ประกอบด้วย 9 กลุ่มทดลอง

เก็บของเหลวจากกระเพาะหมักของโคพื้นเมืองที่ได้รับการผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่างที่กระเพาะหมัก (rumen fistula) จำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 218 ± 28 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารข้นวันละ 1 กิโลกรัม และอาหารหยาบเป็นเปลือกขังข้าวโพดให้กินแบบเต็มที่ โดยทำการเก็บของเหลวจากกระเพาะหมักก่อนให้อาหารเช้าแล้วผสมกับสารละลาย liquor buffer จำนวน 30 มิลลิลิตรต่อ 1 หลอด โดยมีส่วนผสมของ น้ำกลั่น 14 ml, Buffer solution 10 ml, Macro mineral solution 5 ml, Resazurin solution (0.1% (w/v)) 0.025 ml, Micro mineral solution 0.0025 ml, Reduction solution 1 ml และ Rumen fluid 10 ml. ลงในหลอดที่มีเชื้อตัวอย่างจุลินทรีย์ และตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ ที่บดผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร ประมาณ 200 มิลลิกรัม นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 39 °C อ่านค่าแก๊สที่เวลา 2,4, 6,8,10,12, 24, 48,72 และ 96 ชั่วโมงแล้วจึงนำมาคำนวณค่าแก๊สสุทธิ, ค่าพลังงานเมตาบอลิซึม (ME), การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (OMD) ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (SCFA) ตามวิธีของ Blümmel and Ørskov (1993) จากสูตร

$$GP_i \text{ (ml/200 mg DM)} = \frac{(V_i - V_0 - GP_0) \times 200 \times (F_h + F_c) / 2}{W}$$

$$\text{Metabolizable energy: (ME, MJ/Kg DM)} = 2.20 + 0.136G_v + 0.057CP + 0.0029CF$$

$$\text{Organic matter digestibility: (OMD \%)} = 14.88 + 0.88G_v + 0.45CP + 0.651XA$$

$$\text{Short chain fatty acid (SCFA, mol)} = 0.0239G_v - 0.0601$$

จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เกิดจากการหมัก (microbial biomass yield; MBY) โดยทำการบ่มตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่ 24 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างที่เหลือจากการบ่มไปหักออกจากตัวอย่างเริ่มต้น จะได้ค่าปริมาณอาหารที่ย่อยสลายปรากฏ (apparent degradable substrate) จากนั้นนำส่วนที่ไม่ย่อยสลาย (apparent undegradable substrate) มาต้มกับ neutral detergent solution ส่วนที่เหลือจะเป็นโภชนะที่ไม่ถูกย่อยสลายอย่างแท้จริง (true undegradable substrate) เมื่อนำค่าที่ได้หักออกจากตัวอย่างเริ่มต้นจะได้ค่า True degraded substrate คำนวณค่า Microbial biomass yield ตามวิธีของ Blümmel *et al.* (1997) จากสูตร

$$\text{Microbial biomass yield (mg)} = \text{True degraded substrate} - \text{Apparent degradable substrate}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลกรดไขมันจะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) และข้อมูลการย่อยสลายในกระเพาะหมักทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามแผนการทดลองแบบ 3x3 factorial ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มีกลุ่มทดลองทั้งหมด 9 กลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test (Steel and Torrie, 1984)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1 การผลิต recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 จาก *S. kluyveri*

ชิ้นส่วน DNA ของยีน FAD2 ถูกนำไปเชื่อมต่อกับกับเวกเตอร์ pTA2 และถูกนำไปทรานส์ฟอร์มเข้ากับ *S. cerevisiae* ด้วยวิธี heat shock หลังจากนั้นถูกนำไปโคลนและนำเข้ากับ *S. cerevisiae* ได้สำเร็จ โดยจะแสดงออกเป็นโคโลนีสีขาวบนอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD agar ตรวจสอบโคโลนีเหล่านี้โดย 6% polyacrylamide gel electrophoresis และส่องภายใต้ ultraviolet ด้วยเครื่อง gel documentation (ภาพที่ 1) พบขนาดของแถบดีเอ็นเอของยีน FAD2 ที่ถูกคัดแยกมาจาก *S. kluyveri* 1335 bp

2. กรดไขมันรวมของ recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 ที่คัดแยกจากจุลินทรีย์

การประเมินกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography ของ *S. cerevisiae* และ recombinant *S. cerevisiae* แสดงในภาพที่ 2 พบว่าเส้นกราฟของ recombinant *S. cerevisiae* ปรากฏจุดที่ตำแหน่งของกรดไขมัน C20:5 (EPA) มีที่ retention time 56.57 min (ภาพที่ 2B) แต่ใน *S. cerevisiae* ไม่แสดงจุดในตำแหน่งดังกล่าว (ภาพที่ 2A) ในขณะที่ตำแหน่งของกรดไขมัน Elaidic acid (C18:1t, EA) และกรดไขมัน ALA ก็ปรากฏในเส้นกราฟของ recombinant *S. cerevisiae* ในระดับต่ำ

แต่ตำแหน่งของกรดไขมัน LA ปรากฏเส้นกราฟของตำแหน่งดังกล่าวสูงที่ retention time 47.37 min. (ภาพที่ 2B)

ปริมาณกรดไขมัน LA ของ SCSK มีปริมาณมากกว่า SC อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P=0.002$) (33.80 เทียบกับ 0.52% of total fatty acid) ในขณะที่ปริมาณกรดไขมัน ALA ของ SCSK ก็มีปริมาณมากกว่า SC อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) (2.66 เทียบกับ 0% of total fatty acid) นอกจากนี้แล้ว ปริมาณของกรดไขมัน EPA ของ SCSK มีปริมาณมากกว่า SC อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P=0.012$) (4.31 เทียบกับ 0% of total fatty acid) (ตารางที่ 1) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ยีน FAD2 ที่คัดแยกจาก *S. kluyveri* ถูกนำไปเชื่อมต่อกับเวกเตอร์ได้และนำเข้าไปในยัง *S. cerevisiae* ได้สำเร็จ และ Recombinant *S. cerevisiae* สามารถผลิต LA, ALA และ EPA ได้มากกว่า *S. cerevisiae* ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่มีการที่คัดแยกยีน FAD2 จาก *Kluyveromyces lactis* ที่สามารถผลิตเอนไซม์ $\Delta 12$ fatty acid desaturase นำเข้าไปยัง *S. cerevisiae* พบว่าสามารถเปลี่ยน C18:1t ไปเป็น LA ได้โดยที่ยีน FAD2 เป็นยีนที่สามารถควบคุมเอนไซม์ $\Delta 12$ fatty acid desaturase (Kainou *et al.*, 2006) ทั้งยังเปลี่ยน ALA เป็น EPA โดย $\Delta 6$ -desaturase และ $\Delta 5$ -desaturase (Gregory *et al.*, 2011)



Figure 1 PCR production of recombinant *S. cerevisiae* harboring FAD2 gene from *S. kluyveri* (SCSK)

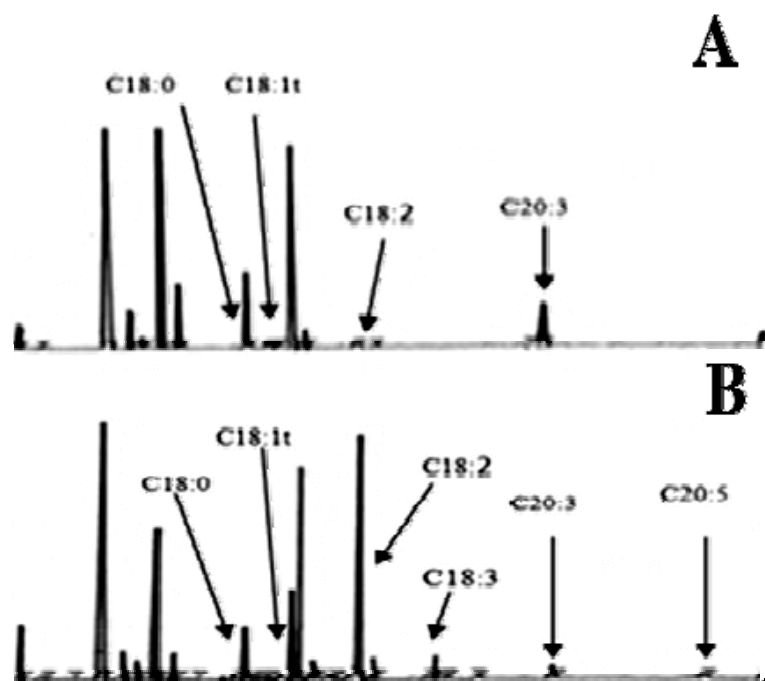


Figure 2 Gas chromatogram of total fatty acid. (A) Gas chromatogram of fatty acid in *S. cerevisiae* (SC)
(B) Gas chromatogram of fatty acid in *S. cerevisiae* harboring *FAD2* gene from *S. kluyveri* (SCSK)

Table 1 Comparison of fatty acid profiles between *S. cerevisiae* (SC) and recombinant *S. cerevisiae* harboring *FAD2* gene from *S. kluyveri* (SCSK)

Fatty acid		% of total fatty acid		SEM	P-value
		SC	SCSK		
Myristic acid	C14:0	7.57	6.67	1.359	0.781
Palmitic acid	C16:0	19.50	18.08	4.394	0.892
Palmitoleic acid (PA)	C16:1	31.32	22.97	7.479	0.633
Stearic acid (PA)	C18:0	4.87	3.79	1.152	0.817
Elaidic acid (EA)	C18:1t	0.52	0.74	0.178	0.413
Oleic acid (OA)	C18:1c	13	6.70	3.949	0.483
Linoleic acid (LA)	C18:2	0.52 ^b	33.80 ^a	7.695	0.002
Gamma Linolenic acid (GLA)	C18:3	0	0.29	0.146	0.374
Alpha-linolenic acid (ALA)	C18:3	0 ^b	2.66 ^a	0.595	<0.001
Eicosapentaenoic acid (EPA)	C20:5	0 ^b	4.31 ^a	1.054	0.012

^{a-b} Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

3. การหาค่าการย่อยสลายในกระเพาะหมักโดยวิธี *in vitro* Gas production technique

จากการศึกษาการย่อยสลายในกระเพาะหมักของอาหารหยาบ สำหรับปัจจัยในการเสริมยีสต์ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มควบคุม กลุ่ม SC และกลุ่ม SCSK พบว่าในชั่วโมงที่ 24 และ 48 อาหารหยาบที่เสริม SCSK จะมีปริมาณแก๊สสุทธิสูงที่สุด (ตารางที่ 2) เนื่องจาก *S. kluyveri* จะมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำตาลในกรณีที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่า *S. cerevisiae* จึงมีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานได้ดีในกระเพาะหมัก (Jean-Luc, 2012)

ในชั่วโมงที่ 48 กลุ่มควบคุมมีปริมาณแก๊สสุทธิที่ต่ำกว่ากลุ่ม SC และกลุ่ม SCSK อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักยีสต์ในแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50% ที่พบว่า การเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักยีสต์ในอาหารชั้นที่ระดับ 75% จะมีการย่อยได้ของโภชนะเจลลี่สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ปิ่นและอัจฉรา, 2557) ทั้งนี้เนื่องมาจากยีสต์ที่เสริมเข้าไปบางส่วนไปกระตุ้นให้บริเวณผิวภายในรูเมนให้เหมาะสม และสามารถเพิ่มประชากรในกลุ่มที่ย่อยสลายเยื่อใยได้อย่าง มีนัยสำคัญโดยไปลดระยะเวลาใน

Table 2 Effect of roughage type and yeast supplementation on gas production (ml) and estimate parameter

Item	Roughage*			SEM	Yeast**			SEM	P-value		
	GN	RS	NP		C	SC	SCSK		R	Y	R X Y
Gas production											
2	2.01 ^b	1.94 ^b	5.19 ^a	0.28	2.78	2.96	3.40	0.28	<0.01	0.313	0.582
4	4.16 ^b	2.78 ^b	8.19 ^a	0.50	4.93	4.93	5.27	0.51	<0.01	0.865	0.758
6	5.84 ^b	3.56 ^c	10.07 ^a	0.51	6.58	6.32	6.56	0.47	<0.01	0.918	0.554
8	8.90 ^b	5.24 ^c	12.85 ^a	0.46	9.36	8.71	8.91	0.43	<0.01	0.614	0.033
10	11.98 ^b	7.87 ^c	16.04 ^a	0.61	12.01	11.46	12.41	0.56	<0.01	0.507	0.176
12	14.13 ^b	10.13 ^c	18.45 ^a	0.70	13.69	13.69	15.33	0.70	<0.01	0.207	0.668
24	24.12	23.41	25.35	0.73	22.43 ^b	23.69 ^b	26.76 ^a	0.78	0.207	0.005	0.248
48	37.99 ^a	33.91 ^b	39.56 ^a	0.59	33.38 ^b	33.87 ^a	39.21 ^a	0.79	<0.001	<0.001	0.002
72	48.00	45.62	42.91	2.04	48.80	43.69	44.04	2.16	0.210	0.255	0.972
96	50.54	47.01	45.98	1.88	42.65	46.24	46.65	1.88	0.076	0.084	0.396
Parameter											
ME	6.15 ^a	5.66 ^b	6.36 ^a	0.09	5.92 ^b	5.98 ^b	6.27 ^a	0.90	<0.001	0.030	0.053
OMD	47.51 ^b	47.22 ^b	49.63 ^a	0.42	48.00	47.60	48.75	0.51	0.001	0.179	<0.001
SCFA	0.52 ^b	0.48 ^c	0.56 ^a	0.01	0.48 ^b	0.51 ^b	0.57 ^a	0.01	0.001	0.001	0.011
Microbial biomass											
mg	0.06 ^a	0.04 ^b	0.04 ^b	0.01	0.04	0.04	0.05	0.01	<0.01	0.081	0.036
% of true digested	66.16 ^a	49.79 ^b	50.50 ^b	0.98	55.64	54.71	56.09	0.98	<0.001	0.615	0.003

^{a,b,c} Means within a row with different superscripts differ ($P < 0.05$)

* roughage type = guinea grass silage (GN), rice straw (RS) and napier grass silage (NP)

** yeast supplementation = control (C), *S. cerevisiae* (SC) and recombinant *S. cerevisiae* harboring FAD2 gene from *S. kluyveri* (SCSK)

การเจริญเติบโตในช่วง lag phase และตัวเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้วจะเป็นแหล่งวิตามินบี ซึ่งจะไปช่วยในการเจริญเติบโตต่อไป (Girard and Dawson, 1995)

สำหรับปัจจัยชนิดของอาหารหยาบ (หญ้าเนเปียร์หมัก หญ้ากีนีหมัก และฟางข้าว) พบว่าปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นในช่วงวันที่ 2, 4, 6 และ 12 ของฟางข้าว มีปริมาณแก๊สสุทธิต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์หมักและหญ้ากีนีหมัก (ตารางที่ 3) สาเหตุมาจากฟางข้าวมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วย เซลลูโลส 30-51% เฮมิเซลลูโลส 6-28% และลิกนิน 4-10% ค่าการย่อยได้ผนังเซลล์เท่ากับ 35-50% ซึ่งเป็นค่าการย่อยได้ที่ต่ำเนื่องจากผนังเซลล์มี

ลิกนินซึ่งจะไปเกาะอยู่กับเฮมิเซลลูโลสทำให้ไม่ถูกย่อยสลาย นอกจากนี้สาร phenolic acid ที่มีอยู่ในลิกนินมีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากจุลินทรีย์สารดังกล่าวจะไปขวางกั้นบริเวณที่เอนไซม์จะเข้าไปทำปฏิกิริยา (เสาวลักษณ์, 2542)

นอกจากนี้ยังพบว่าการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (OMD) และปริมาณกรดไขมันระเหยได้ (SCFA) ของหญ้าเนเปียร์หมักมีค่าสูงกว่าฟางข้าวและหญ้ากีนี อย่างไรก็ตามการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุของหญ้าเนเปียร์และหญ้ากีนีในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุของหญ้าเนเปียร์และ

Table 3 Gas production (ml) and estimate parameter of roughage* supplement with yeast**

Item	Control			<i>S. cerevisiae</i>			recombinant <i>S. cerevisiae</i>			SEM	<i>P</i> <Value
	GN	RS	NP	GN	RS	NP	GN	RS	NP		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
Gas production											
2	1.92 ^c	1.63 ^c	4.78 ^b	1.91 ^c	2.24 ^c	5.96 ^a	2.20 ^c	1.96 ^c	6.05 ^a	0.35	<0.001
4	4.07 ^b	2.26 ^b	8.66 ^a	3.45 ^b	3.17 ^b	8.17 ^a	4.95 ^b	2.92 ^b	7.94 ^a	0.52	<0.001
6	6.47 ^b	2.82 ^c	10.45 ^a	4.94 ^{bc}	4.05 ^{bc}	9.98 ^a	6.11 ^b	3.80 ^{bc}	9.76 ^a	0.60	<0.001
8	10.86 ^a	3.92 ^d	13.31 ^a	7.57 ^{bc}	5.61 ^{cd}	12.95 ^a	8.25 ^b	6.20 ^{cd}	12.29 ^a	0.69	<0.001
10	13.33 ^{ab}	6.11 ^e	16.58 ^a	10.97 ^{bcd}	8.11 ^{de}	15.29 ^a	11.63 ^{bc}	9.37 ^{cde}	16.24 ^a	0.76	<0.001
12	13.65 ^{bc}	8.46 ^d	18.96 ^a	13.14 ^{bc}	10.30 ^{cd}	19.30 ^a	15.60 ^{ab}	11.62 ^{cd}	18.76 ^a	0.81	<0.001
24	22.48 ^{bc}	19.89 ^c	24.91 ^{ab}	22.57 ^{bc}	23.69 ^{abc}	24.81 ^{ab}	27.31 ^a	26.65 ^{ab}	26.32 ^{ab}	0.58	0.020
48	35.52 ^b	26.91 ^c	37.70 ^{ab}	41.38 ^a	34.54 ^b	40.68 ^a	37.08 ^{ab}	40.27 ^a	40.28 ^a	0.92	<0.001
72	52.32	47.43	46.66	45.08	44.84	41.16	46.60	44.60	40.92	1.16	0.533
96	61.18 ^a	48.47 ^b	48.23 ^b	47.10 ^b	45.61 ^b	46.02 ^b	59.34 ^a	46.94 ^b	43.68 ^b	1.33	0.001
Estimated Parameter											
ME	6.07 ^{abcd}	5.25 ^e	6.44 ^{ab}	5.87 ^{cd}	5.77 ^d	6.30 ^{abc}	6.51 ^a	5.96 ^{bcd}	6.34 ^{abc}	0.85	0.001
OMD	48.39 ^b	44.61 ^c	51.00 ^a	45.43 ^c	47.95 ^b	49.43 ^{ab}	48.72 ^{ab}	49.06 ^{ab}	48.47 ^b	0.41	<0.001
SCFA	0.50 ^{bcd}	0.40 ^e	0.54 ^{abc}	0.47 ^d	0.49 ^{cd}	0.56 ^{ab}	0.58 ^a	0.55 ^{abc}	0.56 ^{ab}	0.01	<0.001
Microbial biomass											
mg	0.05 ^{ab}	0.04 ^{bc}	0.03 ^c	0.06 ^a	0.04 ^{bc}	0.03 ^c	0.06 ^a	0.04 ^c	0.05 ^{ab}	0.00	<0.001
% of true digested	66.20 ^{ab}	52.58 ^{cd}	48.15 ^{de}	62.40 ^b	52.64 ^{cd}	49.10 ^{cde}	69.89 ^a	44.14 ^e	54.24 ^c	2.01	<0.001

^{a,b,c} Means within a row with different superscripts differ (*P*<0.05)

* roughage type = guinea grass silage (GN), rice straw (RS) and napier grass silage (NP)

** yeast supplementation = control (C), *S. cerevisiae* (SC) and recombinant *S. cerevisiae* harboring *FAD2* gene from *S. kluyveri* (SCSK)

หญ้ากีนีจากการศึกษาของ นฤมล และคณะ (2545) คือ 47.51 เทียบกับ 61.50 และ 49.63 เทียบกับ 61.39 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากโปรตีนของหญ้ากีนีและหญ้าเนเปียร์ของการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณน้อยกว่า (86 เทียบกับ 124.25 และ 70 เทียบกับ 71.55 g/kg) จึงมีโภชนาที่เป็นสารตั้งต้นสำหรับจุลินทรีย์นำไปใช้ในการย่อยสลายและสามารถผลิตแก๊สได้น้อยกว่า (Van Soest, 1994)

นอกจากนี้ยังพบปฏิกริยาร่วมระหว่างชนิดของอาหารหยาบและการเสริมยีสต์ โดยพบว่าฟางข้าวจะมีการตอบสนองต่อการเกิดแก๊สสุทธิที่ 8 และ 48 ชั่วโมง เมื่อได้รับการเสริมเชื้อจำพวกราหรือยีสต์จะทำให้ลิกนินถูกย่อยสลายไป โดยราหรือยีสต์เหล่านี้จะสามารถผลิตเอนไซม์ในการย่อยลิกนินโดยจะทำปฏิกริยา hydrogen peroxide กระตุ้นปฏิกริยาออกซิเดชั่น ดึงเอาอิเล็กตรอนออกจาก phenolic ring ของลิกนินทำให้โพลีเมอร์ของลิกนินแตกตัว เอนไซม์จากจุลินทรีย์จึงสามารถเข้าไปทำงานได้ (Elisashrili *et al.*, 2007) ทั้งนี้ปริมาณลิกนิน ของฟางข้าวสูงกว่าอาหารหยาบชนิดอื่นจึงทำให้ตอบสนองต่อการเสริมเอนไซม์ได้ดีกว่าชนิดอื่น (Han, 1975) ในส่วนของปฏิกริยาร่วมระหว่างชนิดของอาหารหยาบและการเสริมยีสต์ต่อปริมาณจุลินทรีย์ โดยพบว่าฟางข้าวจะมีการตอบสนองต่อการผลิตปริมาณจุลินทรีย์ที่เกิดจากการหมัก ได้น้อยกว่าหญ้าเนเปียร์หมักและหญ้ากีนีหมัก ทั้งนี้เนื่องจากการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะหมักของโคจะอาศัยผลผลิตจากการทำงานของจุลินทรีย์ คือ กรดไขมันระเหยได้ จากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโนและแอมโมเนียจากการย่อยสลายโปรตีน (Van Soest, 1994) ผลผลิตเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับคุณค่าทางโภชนาของอาหารหยาบ ในฟางข้าวพบว่ามีคุณค่าทางโภชนาที่ต่ำกว่าหญ้าชนิดอื่นจึงทำให้มีสารตั้งต้นในการผลิต Microbial biomass ต่ำกว่าอาหารหยาบชนิดอื่น

สรุป

ยีน FAD2 ที่ถูกคัดแยกจาก *S. kluyveri* ถูกนำไปเชื่อมต่อกับเวกเตอร์ได้และนำเข้าไปในยีส *S. cerevisiae* แล้วสามารถควบคุมการผลิตเอนไซม์ $\Delta 12$

desaturase ซึ่งช่วยในการเปลี่ยน C18:1T (EA) เป็น C18:2 (LA) ได้ และยังมี C18:3 (ALA) และ C20:5 (EPA) มากกว่า *S. cerevisiae* นอกจากนี้ยังพบว่า อาหารหยาบที่เสริม recombinant *S. cerevisiae* ที่มียีน FAD2 จาก *S. kluyveri* มีปริมาณแก๊สสุทธิมากกว่า *S. cerevisiae* เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของอาหารหยาบพบว่าในฟางข้าวจะมีปริมาณแก๊สสุทธิที่ 2, 4, 6 และ 12 ชั่วโมง น้อยกว่าอาหารหยาบชนิดอื่น และพบปฏิกริยาร่วมระหว่างชนิดของอาหารหยาบและการเสริมยีสต์ โดยการเสริมยีสต์ร่วมกับฟางข้าวจะมีค่าปริมาณแก๊สสุทธิที่ 8 และ 48 ชั่วโมง รวมทั้ง ค่า OMD และ SCFA สูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- นฤมล สุมาลี โชคมิเกล็ด เทิดชัย เวียรศิลป์ เกรียงศักดิ์ ไชยโรจน์ และ เอกสิทธิ์ สมคุณา. 2545. การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและค่าพลังงานให้ประโยชน์ในอาหารโคนม โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สแบบไฮเซนไฮม์. วารสารเกษตร 18(2): 129-134.
- ปิ่น จันจุฬา และ อัจฉรา เพ็งหนู. 2557. การทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกากเนื้อในปาล์มน้ำมันหมักยีสต์ในอาหาร ขึ้นต่อการย่อยได้ และความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะของแพะ. วารสารเกษตร 30(2): 181-190.
- เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ. 2542. การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 113 หน้า
- อัจฉราวรรณ ทองมี. 2530. การสกัดกรดไขมันจากยีสต์ *Rhodotorula gracilis*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 100 หน้า

- Bluemel, M. and E. R. Orskov. 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology* 40: 109-119.
- Blummel, M., H. P. S. Makkar and K. Becker. 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 77: 24-34.
- Chemler, J. A., Y. Yan and M. A. Koffas. 2006. Biosynthesis of isoprenoids, polyunsaturated fatty acids and flavonoids in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbial Cell Factories*. 5:20.
- Denev. S. A., Tz. Peeva, P. Radulova, N. Stancheva, G. Staykova, G. Beev, P. Todorova and S. Tchobanva. 2007. Yeast Cultures in Ruminant Nutrition. *Bulgarinan Journal of Agricultural Science* 13: 357-374.
- Elisashvili V., N. Peninckx, E. Kachlishvili, T. N. Siklauri, E. Metreveli, T. Kharziani and G. Kvesitadze. 2007. *Lentinus edodes* and *Pleurotus* species lignocellulolytic enzymes activity in submerged and solid-state fermentation of lignocellulosic wastes of different composition. *Biotec* 99(3): 457-462.
- Girard, I. D. and K. A. Dawson. 1995. Effect of a yeast culture on growth characteristics of representative ruminal bacteria. *Journal of Animal Science* 73:264.
- Gregory, M. K., R. A. Gibson, R. J. Cook-Johnson, L. G. Cleland and M. J. James. 2011. Elongase Reactions as Control Points in Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acid Synthesis. *PLOSONE* 6(12): 1-9.
- Han., W. Y. 1975. Microbial fermentation of rice straw: nutritive composition and in vitro digestibility of the fermentation products. *Applied Microbiology* 29(4): 510-514.
- Jean-Luc, S., 2012. Yeast Genomes *Saccharomyces kluyveri*. (Online). Available: <http://genolevures.org/sakl.html> (December 5, 2014)
- Kainou., K., Y. Kamisaka, K. Kimura and H. Uemura. 2006. Isolation of Δ^{12} and ω 3-fatty acid desaturase genes from the yeast *Kluyveromyces lactis* and their heterologous expression to produce linoleic and α -linolenic acid in *Saccharomyces cerevisiae*. *Wiley InterScience* 23: 605-612
- Kajiwara., S., T. Oura and K. Shishido. 2001. Cloning of fatty acid synthase component *FAS1* gene from *Saccharomyces kluyveri* and its functional complementation of *S. cerevisiae fas 1* mutant. *Yeast* 18: 1339-1345.
- Morrison., R. W. and M. L. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research* 5: 600-608.
- Simopoulos., P. A. 2012. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. *Nutrition-Sante* 17: 267-275.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1984. Principles and Procedures of Statistics (2nd Ed.). MC Graw Hill Book Co; Singhapore. 672 p.
- Van Soest, P. T. 1994. Nutritional Ecology of the ruminant. 2nd Ed. Cornell Univ. O&B Book, Inc. 476 p.
- Watanabe., K., T. Oura., H. Sakai and S. Kajiwara. 2004. Yeast Δ^{12} fatty acid desaturase: gene cloning, expression, and function. *Biosci. Biotechnol. Biochem* 68(3): 721-727.

การสำรวจสถานการณ์การผลิตและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ของพืชที่ใช้เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานี

Survey of Sheep Production Situation and Nutritive Value Study of Plants for Sheep Raising in Pattani Province

เทียนทิพย์ ไกรพรหม^{1/*} และ अबดุลเลาะ สามแม^{1/}
Thaintip Kraiprom^{1/*} and Abdulloh Samae^{1/}

(Received: 13 January 2015; Accepted: 21 April 2015)

Abstract: The purpose of this research was to study the nutritive value in plant that used of raising sheep in Pattani province. The sample of 360 farmers was randomly selected from the population of 3,632 farmers in twelve districts. The research tool was a structural questionnaire and collected by interview. The statistic employ were frequency, distribution and percentage. The results revealed that most of the interviewed farmers were male, and 36-45 years of age. They were graduated in primary education. All of them which raised their sheep 1-5 heads per family. The farmers raised their sheep access to pasture. They usually utilized *Leucaena leucocephala*, Purple guinea, Napier Pak Chong and Para grass. The dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of the forage were 8.50-29.12, 36.72-71.10 and 27.27-39.44%, respectively. Furthermore, The farmer utilized natural plant to feed sheep such as Chinese Violet, Buffalo grass, Ginger grass, Water grass, *Avicennia alba*, Alyce clover and Portia tree. The dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of the natural plant were 8.10-19.78, 26.05-56.72 and 17.73-32.28%, respectively.

Keywords: Sheep, forage, Pattani province

^{1/} ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

^{1/} Department of Technology and Industries, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, 94000, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: thaintip@gmail.com

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชที่นำมาใช้ในการเลี้ยงแกะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี โดยสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 360 ราย จากเกษตรกรผู้เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานีจำนวนทั้งสิ้น 3,632 ราย ใน 12 อำเภอของจังหวัดปัตตานี ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่ายและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลอธิบายผลการทดลองโดยใช้ค่าสถิติ ความถี่และร้อยละ ทำการเก็บตัวอย่างพืชที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงแกะ ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงแกะส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 36-45 ปี มีระดับการศึกษาอยู่ในช่วงประถมศึกษา มีการเลี้ยงแกะอยู่ในช่วง 1-5 ตัวต่อครัวเรือน ระบบการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยแทะเล็ม สำหรับพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงแกะพบว่าจากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมนำมาปลูกให้แกะกินพบว่า เกษตรกรใช้กระถิน หญ้ากีนีสีม่วง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง และหญ้าขน ในการเลี้ยงแกะ โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 8.50-29.12, 36.72-71.10 และ 27.27-39.44 ส่วนพืชธรรมชาติที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เลี้ยงแกะ ได้แก่ ย่ำยาหา หญ้าเห็บ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม หญ้าปล้อง แสมขาว ถั่วลิสงนา และ โพทะเล โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 8.10-19.78, 26.05-56.72 และ 17.73-32.28 ตามลำดับ

คำสำคัญ: แกะ พืชอาหารสัตว์ จังหวัดปัตตานี

คำนำ

แกะ (*Ovis aries*) เป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ที่กินหญ้าเป็นอาหารหลักรวมทั้งใบไม้ ไม้พุ่ม สามารถเปลี่ยนอาหารที่มีเยื่อใยให้เป็นโปรตีนในรูปของเนื้อและนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเลี้ยงแกะในแถบประเทศยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ จะเลี้ยงเพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตขน เนื้อ และนม สำหรับประเทศไทยจะเลี้ยงในวงจำกัด (บุญเสริม, 2547) โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีประชากรแกะทั้งสิ้น 43,143 ตัว พบว่าพื้นที่ภาคใต้มีการเลี้ยงแกะมากที่สุด ซึ่งจังหวัดปัตตานีเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงแกะมากที่สุดในประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2554 จังหวัดปัตตานีมีแกะทั้งสิ้น 19,270 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2556) เกษตรกรที่เลี้ยงแกะส่วนใหญ่เป็นผู้ที่นับถือศาสนาอิสลาม โดยเลี้ยงแกะเป็นอาชีพเสริมหรือเลี้ยงควบคู่กับการประกอบอาชีพหลัก คือ ทำสวนยางพารา สวนผลไม้ สวนปาล์มน้ำมัน ระบบการเลี้ยงแกะพบว่ามีวิธีการเลี้ยง 4 รูปแบบ คือ การเลี้ยงแบบขังคอก ตลอดวัน การเลี้ยงแบบปล่อย การเลี้ยงแบบผูกมัด และการเลี้ยงแบบผสมผสานกับการผลิตพืช (Rojion et al., 1993) สุภาวัลย์ (2548) รายงานว่าพันธุ์แกะที่เหมาะสมที่จะเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยคือแกะพันธุ์เนื้อ ได้แก่ พันธุ์วิลท์ไชร์ฮอร์น พันธุ์กลันตัน และพันธุ์พื้นเมือง เนื่องจากพื้นที่ชุ่มชื้นตลอดปีและมีฝนตกมากคล้ายกับ

สภาพภูมิอากาศของเกาะชวา ประเทศอินโดนีเซีย จากการศึกษาสภาพการเลี้ยงแกะในประเทศไทย พบว่าการเลี้ยงแกะในพื้นที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เกษตรกรจะเลี้ยงเป็นอาชีพเสริม นิยมเลี้ยงแกะพันธุ์ซานต้าอินเนสและพันธุ์ดอร์เปอร์ โดยเกษตรกรนิยมปล่อยให้หากินในตอนเช้าและบ่าย ช่วงเย็นจะขังคอก มีการเสริมอาหารขึ้นในช่วงที่แปลงหญ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาสภาพการเลี้ยงแกะในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย โดยศึกษาในพื้นที่จังหวัดปัตตานีซึ่งมีจำนวนประชากรแกะสูงสุดในประเทศไทย ตลอดจนศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เลี้ยงแกะเพื่อเป็นแนวทางแก่เกษตรกรและผู้สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงแกะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี โดยสุ่มตัวอย่างแบบง่ายเท่ากับ 360 ราย (ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05) จากเกษตรกรผู้เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานีทั้งสิ้นจำนวน 3,632 ราย ที่เลี้ยงแกะในพื้นที่ 12 อำเภอของจังหวัดปัตตานี ได้แก่ อำเภอโคกโพธิ์ อำเภอมายอ อำเภอทุ่งยางแดง อำเภอสาขะบุรี อำเภอยะหริ่ง อำเภอหนองจิก อำเภอยะรัง อำเภอเมือง อำเภอปะนาเระ อำเภอไม้แก่น อำเภอกะพ้อ และอำเภอแม่ลาน

ผลและวิจารณ์

การหาจำนวนตัวอย่างใช้สูตรของยามานะ (Yamane, 1973) โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด (open-ended question) และคำถามปลายปิด (closed-ended question)

กำหนดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามานะ (Yamane, 1973)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 N = ขนาดของกลุ่มประชากร
 E = ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง
 $n = \frac{3,632}{1 + (3,632 \times 0.05^2)}$
 $= 360$ ครวเรือน

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เลี้ยงแกะ ข้อมูลของแกะที่เลี้ยง โดยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ สุ่มเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงแกะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ โดยนำมาอบที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter; DM) เถ้า (ash) โปรตีนหยาบ (crude protein; CP) ตามวิธีการของ AOAC (1980) อีกทั้งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีเยื่อใย ได้แก่ เนตรัลดีเทจไฟเบอร์ (neutral detergent fiber ; NDF) และลิกโนเซลลูโลส Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) วิเคราะห์แปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมี analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1990)

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงแกะในพื้นที่จังหวัดปัตตานีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 61.40 รองลงมาคือ เพศหญิงร้อยละ 38.60 โดยเกษตรกรมีอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 36-45 ปี ร้อยละ 26.32 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 46-55 ปี ร้อยละ 24.56 อายุอยู่ในช่วง 56-65 ปี ร้อยละ 21.05 มีอายุอยู่ในช่วง 25-35 ปี ร้อยละ 19.30 และอายุอยู่ในช่วง 66-75 ปี ร้อยละ 8.77 ตามลำดับ ในส่วนของปัจจัยด้านระดับการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 59.65 รองลงมาไม่ได้เรียนหนังสือร้อยละ 15.79 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาร้อยละ 12.28 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ร้อยละ 7.02 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีร้อยละ 5.26 สถานภาพของเกษตรกรส่วนใหญ่มีสถานภาพแต่งงาน/อยู่ด้วยกัน ร้อยละ 71.93 รองลงมาสถานภาพโสดร้อยละ 12.28 และสถานภาพหม้าย/หย่า/แยกกันอยู่ร้อยละ 15.79 ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีพื้นที่ทำการเกษตรเป็นของตนเองร้อยละ 47.37 รองลงมาพื้นที่ทำการเกษตร 1-5 ไร่ ร้อยละ 35.09 มีพื้นที่ทำการเกษตรมากกว่า 10 ไร่ ร้อยละ 10.53 และมีพื้นที่ทำการเกษตร 6-10 ไร่ ร้อยละ 7.02 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จำนวนแกะที่เกษตรกรเลี้ยงส่วนใหญ่เลี้ยงอยู่ในช่วง 1-5 ตัว ร้อยละ 50.88 รองลงมาเลี้ยงอยู่ในช่วง 6-10 ตัว ร้อยละ 11-15 ตัว ร้อยละ 8.77 เลี้ยงอยู่ในช่วง 16-20 ตัว ร้อยละ 7.02 และเลี้ยงมากกว่า 20 ตัว ร้อยละ 5.26 ตามลำดับ ระบบการเลี้ยงแกะของเกษตรกรพบว่า ส่วนใหญ่มีการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มร้อยละ 50.88 รองลงมาเลี้ยงแบบผูกมัด แบบขังคอก และเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มและขังคอกร้อยละ 36.84, 8.77 และ 3.51 ตามลำดับ วัตถุประสงค์ในการเลี้ยงแกะคือ เกษตรกรต้องการเลี้ยงแกะเพื่อบริโภคในครัวเรือนและขาย ร้อยละ 64.91 รองลงมาเพื่อการค้าร้อยละ 24.56 และเลี้ยงเพื่อการบริโภคในครัวเรือนร้อยละ 24.56 ตามลำดับ

Table 1 Number and percentage of farmer divided by personality

Items		Number (holder)	Percentage
Sex	Male	221	61.40
	Female	139	38.60
Age	25-35 years	69	19.30
	36-45 years	95	26.32
	46-55 years	88	24.56
	56-65 years	76	21.05
	66-75 years	32	8.77
Education	No	57	15.79
	Primary education	215	59.65
	Secondary education	44	12.28
	High vocational certificate	25	7.02
	Bachelor degree	19	5.26
Status	Single	44	12.28
	Marriage	259	71.93
	Widow/Divorce	57	15.79
Area	No area	171	47.37
	1-5 Rai per farmer	126	35.09
	6-10 Rai per farmer	25	7.02
	>10 Rai per farmer	38	10.53

เกษตรกรส่วนใหญ่มีรูปแบบการขายแกะโดยมีผู้มารับซื้อถึงบ้าน รองลงมาส่งขายในรูปมีชีวิต และฆ่าแล้วก่อนขายร้อยละ 87.69, 7.02 และ 5.26 ตามลำดับ ความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ต้องการเลี้ยงแกะเพิ่มขึ้นร้อยละ 84.21 รองลงมาต้องการเลี้ยงเท่าเดิม และต้องการเลี้ยงแกะลดลงร้อยละ 12.28 และ 3.51 ตามลำดับ อาหารที่เกษตรกรนำมาใช้เลี้ยงแกะส่วนใหญ่เป็นอาหารหยาบ ร้อยละ 75.44 และใช้อาหารหยาบร่วมกับอาหารข้นในการเลี้ยงแกะร้อยละ 24.56 นอกจากนั้นเกษตรกรที่เลี้ยงแกะไม่ได้จัดทำแปลงหญ้าเป็นของตนเองร้อยละ 75.44 และจัดทำแปลงหญ้าร้อยละ 24.56 (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับ บุญเสริม (2547) ซึ่งรายงานว่าการเกษตรกรในประเทศไทยมักจะเลี้ยงแกะควบคู่กับการเลี้ยงแพะ โดยการเลี้ยงแกะจะอยู่ในวงจำกัดในพื้นที่ทางภาคใต้ คือ ปัตตานี ยะลารนราธิวาส และสงขลา แกะที่เลี้ยงเป็นแกะพื้นเมืองที่มีขนาดเล็ก น้ำหนัก 20-30 กิโลกรัม ลักษณะการเลี้ยงเป็น

แบบผูกมัดหรือปล่อยให้กินหญ้าในบริเวณบ้าน ในสวนหรือที่สาธารณะต่าง ๆ โดยอาศัยวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร ไม่มีการเสริมอาหารข้น แร่ธาตุและวิตามิน จึงทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง รวมทั้งไม่มีการกำจัดโรคและพยาธิ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมปลูกไว้เพื่อเลี้ยงแกะในพื้นที่จังหวัดปัตตานี พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกหญ้าอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งเชื้อยีสต์ ดังนี้ หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum*) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) และหญ้าขน (*Brachiaria mutica*) ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง และหญ้างินนีสีม่วงมีค่าวัตถุแห้งสูงกว่าหญ้าขน (16.55 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนโปรตีนรวมพบว่าหญ้างินนีสีม่วงมีค่าโปรตีนรวมสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง

Table 2 Number and percentage of farmer divide by factors of raising sheep

Items		Number (holder)	Percentage
Number of sheep	1-5 heads	183	50.88
	6-10 heads	101	28.07
	11-15 heads	32	8.77
	16-20 heads	25	7.02
	>20 heads	19	5.26
Management	Intensive management	32	8.77
	Access to pasture	183	50.88
	Tether in natural pasture	133	36.84
	Access to pasture and Tether in natural pasture	12	3.51
Purpose for raising	For consumer	38	10.53
	For buy	89	24.56
	For consumer and buy	233	64.91
Buyer	Sold at their farm	316	87.69
	Delivery from alive	19	5.26
	Delivery from carcass	25	7.02
Farmer want to raising sheep	Increase	303	84.21
	Decrease	13	3.51
	Equal	44	12.28
Feed	Roughage	272	75.44
	Roughage and concentrate	88	24.56
Pasture Management	Yes	88	24.56
	No	272	75.44

และหญ้าขน แตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วน
ผนังเซลล์พบว่าหญ้าขนมีค่าผนังเซลล์สูงสุดแตกต่าง
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าลิกโน
เซลลูโลสและเถ้าพบว่าหญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และ
หญ้าเนเปียร์ปากช่องมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ
($P>0.05$) (ตารางที่ 3) ไกรลาส (2554) รายงานว่าหญ้า
เนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 60 วัน มีองค์ประกอบทาง
โภชนา ได้แก่ โปรตีนหยาบ ไซมัน เยื่อใยรวม ผนังเซลล์
ลิกโนเซลลูโลส เถ้า และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้มีค่า
เท่ากับ 12.6, 1.3, 35.8, 38-48, 62-71, 33.3 เปอร์เซ็นต์
ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นพืชอาหารสัตว์ที่
เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง จากการศึกษาครั้งนี้

หญ้ากินนีสีม่วงที่เกษตรกรนำมาให้แกะกินนั้นมีอายุ
ประมาณ 30 วันซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาใกล้เคียงกับ อัสวิน
และคณะ (2555) ที่รายงานว่าหญ้ากินนีสีม่วงมีวัตถุดิบ
โปรตีนหยาบ ไซมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก
ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 23.00, 9.67, 1.29,
38.35, 6.72, 43.97, 72.51 และ 41.59 เปอร์เซ็นต์
ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วงเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี (กอง-
อาหารสัตว์, 2538) เกียรติศักดิ์ และคณะ (2540) รายงาน
ว่าองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าขนที่อายุการตัด 45 วันมี
โปรตีน ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วง 6.6-9.01,
63.82-71.52 และ 39.66-41.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่ง
ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามปริมาณและ

คุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ขึ้นอยู่กับอายุของพืช ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์ และช่วงฤดูในการเก็บตัวอย่าง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชตระกูล ถั่วที่เกษตรกรนิยมนำมาเลี้ยงแกะนั้น (ตารางที่ 4) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้กระถิน (*Leucaena leucocephala*) และถั่วลิสงนา (*Arachis hypogaea* L.) ในการเลี้ยงแกะ โดยระดับโปรตีนรวมในกระถินมีค่าสูงกว่าถั่วลิสงนา แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับผนัง เซลล์นั้นพบว่าถั่วลิสงนามีระดับผนังเซลล์สูงกว่ากระถิน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งระดับ โปรตีนในกระถิน (29.19 เปอร์เซ็นต์) จากการศึกษาค้นคว้า นี้ใกล้เคียงกับ อารงค์ดี และคณะ (2546) ที่รายงานว่าจาก การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของกระถินจำนวน 20 สายพันธุ์ในประเทศไทย มีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วงร้อยละ 21.3-26.8 ผนังเซลล์อยู่ในช่วงร้อยละ 32.3-47.2 ลิกโน เซลลูโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 20.2-30.8 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสงนาที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้านี้มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับถั่วลิสงนา (*Arachis glabata*) ซึ่ง มนัสนันท์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของถั่วลิสง

เถาพบว่าถั่วลิสงเถาพันธุ์ Florigrade Arbook และ Ecotart ซึ่งนิยมนำมาปลูกในประเทศไทยมีระดับโปรตีน และผนังเซลล์อยู่ในช่วง 16.83-19.78 เปอร์เซ็นต์และ 42.63-44.21 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ทิพา และคณะ (2535) รายงานว่าถั่วลิสงนามีค่าโปรตีนร้อยละ 16.8 ลิกโน เซลลูโลสร้อยละ 37.6 ผนังเซลล์ร้อยละ 55.3 สำหรับถั่ว ลิสงนามันเกษตรกรยังไม่นิยมปลูกเพื่อเป็นอาหารสัตว์

ตารางที่ 5 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของพืช ธรรมชาติที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงแกะ พบว่า เกษตรกรใช้หญ้าหยา (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anders) หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugate* Berg) หญ้า สะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum distichum* Linn.) หญ้าปล้อง (*Hymenachne pseudointerrupta*) แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) และโพทะเล (*Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Correa) ในการนำมาใช้เป็นอาหารแกะ โดยพบว่า โพทะเล มีค่าวัตถุแห้งสูงกว่าแสมขาว หญ้าเห็บ หญ้า สะกาดน้ำเค็ม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยิ่งสูงกว่าหญ้าปล้องและหญ้าหยา แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระดับโปรตีนใน พืชธรรมชาติที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงแกะ

Table 3 The chemical composition of forage as fiber source for raising sheep

Chemical composition	<i>Panicum maximum</i>	<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum americanum</i>	<i>Brachiaria mutica</i>	SEM
Dry Matter	21.41 ^a	22.67 ^a	16.55 ^b	0.36
Crude Protein	12.04 ^a	8.61 ^b	8.50 ^b	0.20
Neutral Detergent Fiber	66.16 ^b	61.00 ^b	71.10 ^a	0.37
Acid Detergent Lignin	39.44	33.16	38.54	0.52
Ash	9.32	10.20	10.34	0.60

^{a,b,c} Means within the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

SEM = standard error of the mean

Table 4 The chemical composition of forage as protein source for raising sheep

Chemical composition	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Arachis hypogaea</i> L.	SEM
Dry Matter	25.31	28.73	0.66
Crude Protein	29.19 ^a	18.78 ^b	0.25
Neutral Detergent Fiber	36.12 ^b	48.56 ^a	0.37
Acid Detergent Lignin	27.27	28.96	0.42
Ash	6.52	8.70	0.26

Table 6 The chemical composition of plants for raising sheep

Chemical composition	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) <i>T. Anders</i>	<i>Paspalum conjugate</i> <i>Berg</i>	<i>Paspalum distichum</i> (Linn.)	<i>Hymenachne pseudointerrupta</i>	<i>Avicennia alba</i> Bl.	<i>Thespesia populnea</i> (L.)	SEM
Dry Matter	13.13 ^d	26.13 ^b	25.95 ^b	24.65 ^c	27.00 ^b	28.64 ^a	0.13
Crude Protein	19.78 ^a	8.33 ^c	13.50 ^b	8.10 ^c	18.94 ^{ab}	17.67 ^b	0.21
Neutral Detergent Fiber	37.06 ^c	52.54 ^a	48.54 ^b	56.72 ^a	38.28 ^c	26.05 ^c	0.21
Acid Detergent Lignin	17.73 ^c	24.43 ^c	32.28 ^a	29.25 ^b	28.62 ^b	19.73 ^c	0.19
Ash	14.35 ^a	11.70 ^b	10.96 ^b	6.87 ^c	15.08 ^a	7.90 ^c	0.21

พบว่าย่ำหยา มีค่าโปรตีนรวมไม่แตกต่างจากแสมขาว แต่สูงกว่าโพทะเลและหญ้าสะกาดน้ำเค็ม นอกจากนี้ระดับโปรตีนในย่ำหยา แสมขาว โพทะเล หญ้าสะกาดน้ำเค็ม มีค่าโปรตีนสูงกว่าหญ้าปล้องและหญ้าเห็บ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าผนังเซลล์พบว่าหญ้าปล้อง หญ้าเห็บ มีระดับผนังเซลล์สูงกว่าหญ้าสะกาดน้ำเค็ม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าลิกโนเซลลูโลสพบว่าหญ้าสะกาดน้ำเค็มมีระดับลิกโนเซลลูโลสสูงกว่าหญ้าปล้อง และแสมขาวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยังมีค่าสูงกว่าหญ้าเห็บ โพทะเล และย่ำหยา แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าพบว่าแสมขาวมีค่าสูงกว่าหญ้าเห็บ และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้แสมขาว หญ้าเห็บ และหญ้าสะกาดน้ำเค็มมีค่าสูงกว่า โพทะเล และหญ้าปล้อง ตามลำดับ ซึ่งหญ้าปล้องเป็นหญ้าซึ่งพบตามที่น้ำขังนาน ๆ บริเวณพุ่มในภาคใต้ (บุญญา, 2528) ส่วนหญ้าเห็บ ที่อายุการตัด 45 วันมีค่าโปรตีนร้อยละ 6.2-11.1 ลิกโนเซลลูโลสร้อยละ 34 ผนังเซลล์ร้อยละ 60.3-66.6 โดยพืชธรรมชาติมีคุณค่าทางโภชนาการที่ค่อนข้างสูงสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงแกะได้ พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีควรมีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 7 ผนังเซลล์ไม่เกินกว่าร้อยละ 55-60 ส่วนลิกโนเซลลูโลสไม่เกินกว่าร้อยละ 30-35 (Weiss, 1999) โดยสัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการโปรตีนร้อยละ 8-10 สำหรับการดำรงชีพ สัตว์เคี้ยวเอื้องที่แพะเลี้ยงในเขตร้อนมักจะขาดโปรตีนส่งผลให้การเจริญเติบโต

ลดลง และถ้าระดับโปรตีนในอาหารมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 7 ส่งผลให้การกินอาหารลดลง เนื่องจากจะไปลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (สายัณห์, 2540)

จากการศึกษาจากคำถามแบบปลายเปิดพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการเลี้ยงแกะด้านการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเลี้ยง รongลงมาขาดแหล่งอาหารในช่วงฤดูแล้งและช่วงน้ำท่วม ขัง ขาดความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมดูแลสุขภาพแกะ ขาดพื้นที่ที่ใช้ในการเลี้ยงแกะ และปัญหาการลักขโมยแกะตามลำดับ

สรุป

เกษตรกรที่เลี้ยงแกะในจังหวัดปัตตานีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสถานภาพแต่งงาน/อยู่ด้วยกัน และไม่มีพื้นที่ทำการเกษตรเป็นของตนเอง จำนวนแรงงานที่ใช้ในการเลี้ยงแกะ 1-2 คน ระบบการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยแพะเล็ม จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมนำมาปลูกให้แกะกินพบว่า นิยมปลูกกระถิน หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง และหญ้าขน โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วง 8.50-29.12, 36.72-71.10 และ 27.27-39.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพืชธรรมชาติที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้เลี้ยงแกะ ได้แก่ ย่ำหยา หญ้าเห็บ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม หญ้าปล้อง

แสมขาว ถั่วลิสงนา และ โพทะเล โดยมีค่าวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 8.10-19.78, 26.05-56.72 และ 17.73-32.28 เปอร์เซนต์ ซึ่งคุณค่าทางโภชนาของพืชธรรมชาติมีคุณค่าทางโภชนาใกล้เคียงกับพืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมนำปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2556. สรุปผลการปรับปรุงฐานข้อมูล เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปี 2556. ระบบฐานข้อมูล ผู้เลี้ยงสัตว์. ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์
- กองอาหารสัตว์. 2538. ฐานกีนีสี่ม่วง. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารเผยแพร่. 22 หน้า.
- ไกรลาส เขียวทอง. 2445. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- สุภาวีย์ บรรเลทอง. 2548. การเลี้ยงแกะ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย. 39 หน้า.
- ธำรงค์ดี พลบำรุง ฉายแสง ไม่แก้ว จริยา บุญจรัส และ สมศักดิ์ เกาทอง. 2546. การศึกษา กระถินพันธุ์ด้านทานเพลี้ยไคไฟในพื้นที่ จังหวัดเพชรบุรี หน้า 215-227. ใน: รายงาน ผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2547. การผลิตและผลิตผลจาก แกะ. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: ธนบรรณการ พิมพ์. 137 หน้า.
- บุญญา วิไลพล. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 371 หน้า.
- ทิพา บุญยะวิโรจ จีระวัชร เข็มสวัสดิ์ อุทัย ลีรัตนชัย พูลศรี ศุภระรุจิ และ แสงอรุณ สมุทรักษ์. 2535. ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ 40 พันธุ์ ในดิน ชุดสรรพยาภายใต้ระบบชลประทาน. รายงาน ผลงานวิจัยประจำปี 2534. กองอาหารสัตว์

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 317-325 หน้า.

- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี อนันท์ เขียวเครือ วรางคณา กิจพิพิธ อณัญญา ปานทอง และ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา. 2556. องค์ประกอบทาง โภชนาและการย่อยสลายได้ของถั่วลิสงเถาใน กระเพาะรูเมนด้วยเทคนิคดุงในลอนของโคนม. หน้า 406-416. ใน: การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิต และการจัดการ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- อัศวิน สายเชื้อ พงศธร คงมั่น วิริยา ลุ่งใหญ่ สมศักดิ์ เกาทอง และ สมเกียรติ ประสานพานิช. 2555. การใช้หญ้ากีนีสี่ม่วงร่วมกับอาหารชั้น ระดับต่างกันต่อประสิทธิภาพการผลิตและ ปริมาณกรดไขมัน conjugated linoleic acid (CLA) ในแพะเนื้อ. หน้า 107-114. ใน: รายงาน การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50.
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of the Association of Official Chemists. 14th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D. C. 1141p.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, Procedures and some applications). Agric. Handbook No. 379. Washington, D.C. ARS, USDA.
- SAS. 1996. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst., Inc. Cary, NC.
- Steel, R. G. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach, 2nd ed. McGraw-Hill, New York, pp. 132-168.
- Yamane, T. (1973). Statistics : An Introductory Analysis. (3rd ed.). New York: Harper and Row Publication.

- Weiss, W. P., M. L. Eastridge, and J. F. Underwood. 1999. Forages for Dairy Cattle. Ohio State University Extension.
- Rajion, M. A., A. R. Allimon and M. P. Davis. 1993. Goat and sheep production. In The Animal Industry in Malaysia (C.T.N.I Fatimah, A. H. Ramlah and A. R. Bahaman eds.). Faculty of Veterinary Medicine & Animal Science, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, pp. 51-67.
-

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ ต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Effects of Synbiotics Supplementation on Broiler Productive Performance and Economic Return

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี^{1/*} วรางคณา กิจพิพิธ^{1/} ชวลิต ผึ้งปฐมภรณ์^{1/} ศราวุธ ม่วงเผือก^{1/}
เอกกมล กมลลาภวรกุล^{1/} นภญา แบ่งลาภ^{2/} และ เสาวภา เขียนงาม^{1/}

Manatsanun Nopparatmaitree^{1/*}, Warangkana Kitpipit^{1/}, Chawalit Phuengpathomphorn^{1/},
Sarawut Mongphuank^{1/}, Ekkamon Kamonlapworaku^{1/}, Nattaya Banglarp^{2/} and Saowapar Khiangnam^{1/}

(Received: 14 January 2015; Accepted: 12 June 2015)

Abstract: The experiment was conducted to examine the utilization of synbiotics (Synbac[®]) supplementation in drinking water of broiler chickens on productive performance, apparent nutrient digestibility, small intestinal histomorphology, cecal microbiology, carcass characteristics, meat quality, fatty acid composition and economic benefit return. One hundred and eighty boilers (Ross 308[®]; 90 male and 90 female) of one day-old were used in this study. Chicks were raised under ambient temperature and assigned to complete randomized design (CRD) with three treatments and three replications per treatment. Drinking water treatment were, synbiotics supplementation program with control, program 1, and program 2. During experiment, diets and drinking water were offered *ad libitum* to the birds. Results show that the inclusion of the synbiotics increase apparent digestibility of crude fiber and gross energy ($P<0.05$) also effected to apparent crude protein and ether extract digestibility ($P<0.01$). Supplementation of synbiotic had effect on villous height and surface area in duodenum ($P<0.05$). In addition, bird from different treatment shows increasing significant on lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* spp.) and *Enterococci* in cecum ($P<0.05$). However, Experiment diet did not affect other productive performance, carcass percentage, cutting percentage, physical meat quality and economic benefit return ($P>0.05$). In addition, supplementing synbiotics in drinking water of broiler resulted in

^{1/} สาขาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ
เพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

^{1/} Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Sampraya, Cha-am,
Phetchaburi, 76120

^{2/} บริษัท เคเอ็มพีไบโอเทค จำกัด ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

^{2/} K.M.P. Biotech Co., LTD. 188/9 Moo.2, Klongtumru, Muang-Chunburi, Chunburi, 20000, Thailand

* Corresponding author: Nopparatmaitree_m@su.ac.th or Nopparatmaitree_m@silpakorn.edu, Tel: +66-032594037-8

significantly decreasing of cholesterol content in meat. Furthermore, a result also shows that synbiotics has effect on increasing of MUFA, PUFA omega-6 and omega-9 enrich in meat. The highest essential fatty acids were obtained from program 2 supplementation of synbiotics in drinking water. This study shows that synbiotics (Synbac[®]) has the beneficial effects on nutrient digestibility, duodenum morphology development, improved cecal microbiology, decreased cholesterol content and increased omega-6 and omega-9 fatty acid enrich in meat of chickens fed program 2 of synbiotics in drinking water.

Keywords: Synbiotics, drinking water, productive performance, and broilers

บทคัดย่อ: การทดลองนี้ศึกษาผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค[®]) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ปรากฏของโภชนา สารฐานวิทยาของลำไส้เล็ก จุลินทรีย์ในลำไส้ต้น ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ องค์ประกอบ ของกรดไขมันและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้ไก่พันธุ์ Ross 308[®] จำนวน 180 ตัว (เพศผู้ 90 ตัว และ เพศเมีย 90 ตัว) วางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มีทั้งหมด 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 9 หน่วยทดลอง ตามโปรแกรมการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค[®]) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ ได้แก่ โปรแกรมควบคุม โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 โดยไก่เนื้อจะได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าการ ย่อยได้ปรากฏของเยื่อใยหยาบและพลังงานรวมในอาหารไก่เนื้อแปรผันตรงกับระดับเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ ที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) อีกทั้งยังช่วยเพิ่มการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนรวมและไขมันรวมในอาหารไก่เนื้อ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ ยังพบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถช่วยเพิ่มความสูงและเพิ่มพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้น ของไก่เนื้อ ($P < 0.05$) รวมทั้งการเพิ่มจำนวน Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium* spp.) และ *Enterococci* ในลำไส้ต้น หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต ($P > 0.05$) รวมถึงไม่มี ผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน คุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ($P > 0.05$) การ เสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอล แต่จะเพิ่มการสะสมกรดไขมัน ไม่อิมตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเชิงซ้อน รวมทั้งกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 ในเนื้อไก่สูงสุด ($P < 0.01$) การทดลองนี้สรุปได้ว่าเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ มีศักยภาพในการเพิ่มการย่อยได้ ของโภชนาในอาหาร ช่วยพัฒนาสารฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนต้น ปรับนิเวศวิทยา ของจุลินทรีย์ในลำไส้ต้น ลดระดับ คอเลสเตอรอล และเพิ่มการสะสมกรดไขมันชนิด omega-6 และ 9 ในเนื้อ

คำสำคัญ: ซินไบโอติกส์ น้ำดื่ม สมรรถนะการผลิต และไก่เนื้อ

คำนำ

ซินไบโอติกส์ (synbiotic) หมายถึง การรวมกัน ของโปรไบโอติกส์ (probiotic) และพรีไบโอติกส์ (prebiotic) (de Verse and Screzenmeir, 2008) โดย โปรไบโอติกส์หรือสารเสริมชีวนะ คือ เชื้อจุลินทรีย์มีชีวิต (live microorganism) เช่น *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantalum*, *Pidococcus pentosacius*, *Saccoromyces cereviceae*, *Bacilus subtilis*, *Bacillus*

likemifermis เป็นต้น ที่สัตว์กินเข้าไปแล้วจะช่วยปรับปรุง และสร้างสมดุลจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารให้เหมาะสม โดยโปรไบโอติกส์จะเจริญเติบโตและสามารถยับยั้ง เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เพื่อมิให้เชื้อเหล่านั้นเจริญเติบโตได้ ในบริเวณเยื่อบุผิวลำไส้ของทางเดินอาหาร อีกทั้งยังทำ หน้าที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเพื่อต่อสู้กับ เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย อันนำไปสู่การส่งเสริมสุขภาพ ของสัตว์ช่วยให้ตัวสัตว์มีปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพ การใช้อาหาร และการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ส่วนพรีไบ-

โอดีคส์หรืออาหารเสริมชีวนะ คือ วัตถุอาหารสัตว์ที่ไม่สามารถย่อยได้ (non digestible) (Ghasemi *et al.*, 2014) ส่วนมากจะเป็นสารในกลุ่มของโอดีโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) เช่น อินนูลิน (inulin) ฟรุคโตโอดีโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide) กาแลคโตโอดีโกแซคคาไรด์ (galacto-oligosaccharide) แมนแนนโอดีโกแซคคาไรด์ (manno-oligosaccharide) และ ไชโลโอดีโกแซคคาไรด์ (xylo-oligosaccharide) เป็นต้น โดยโอดีโกแซคคาไรด์จะพบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมีโครงสร้างที่จำเพาะที่เอนไซม์ในลำไส้เล็กของสัตว์กระเพาะเดียวไม่สามารถย่อยได้ในส่วนของลำไส้เล็กตอนบน (upper intestine) (Jung *et al.*, 2008) แต่สามารถให้ประโยชน์ในการเลือกกระตุ้นการเจริญเติบโต (Gibson and Roberfroid, 1995) และการทำงานของแบคทีเรียบางชนิดที่มีประโยชน์ในท่อนำทางเดินอาหาร เช่น ไบฟิโดแบคทีเรีย (*bifidobacteria*) ที่เรียกว่า Bifidogenic factor (Gomes and Malcata, 1999) โดยไบฟิโดแบคทีเรียและแบคทีเรียกรดแลคติก (*lactic acid bacteria*) ชนิดอื่นจะสามารถแก่งแย่งในการเกาะจับผนังลำไส้ (competitive exclusion) กับจุลินทรีย์ก่อโรค ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การเพิ่มการผลิตกรดไขมันสายสั้น และการควบคุมการทำงานของลำไส้ (Sako *et al.*, 1999) อันเป็นการช่วยส่งเสริมสุขภาพของสัตว์ (Hassanpour *et al.* 2013) ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้โอดีโกแซคคาไรด์หลายชนิดที่นิยมใช้ในการเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่เคลือบตัวย่อย และการใช้เป็นสารโภชนเภสัชภัณฑ์ ดังนั้นจึงเป็นแรงผลักดันให้มีความวิจัยเกี่ยวกับการเติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตธรรมชาติ (natural growth promoter) (วรรณพร, 2557) และซินไบโอติกส์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจการนำมาการเลี้ยงสัตว์ เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและส่งเสริมสุขภาพ (Famworth, 2001; Hassanpour *et al.* 2013; Zubillaga *et al.*, 2001; Silzewska *et al.*, 2010) อย่างไรก็ตามแม้ว่าซินไบโอติกส์จะมีข้อดีอยู่มาก หากแต่เมื่อนำซินไบโอติกส์มาใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์แล้วนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์อัดเม็ด พบว่า การผลิตอาหารไก่เนื้ออัดเม็ดจะมีการใช้เทคโนโลยีการอัดเม็ดด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นในการอัดเม็ด ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 88-90 องศาเซลเซียส

ส่งผลให้โปรไบโอติกส์ที่เติมลงในอาหารเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนในกระบวนการผลิตได้ (Amerah *et al.*, 2013) ปัจจุบันได้มีความพยายามในการค้นหาโปรไบโอติกส์ทนร้อน รวมถึงการห่อหุ้ม (costing) โปรไบโอติกส์เพื่อให้มีความสามารถในการทนความร้อนได้เพื่อลดข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็ยังเป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตปศุสัตว์ ดังนั้นการเสริมซินไบโอติกส์ชนิดเหลว ในน้ำดื่มจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ง่าย สะดวก รวมทั้งลดข้อจำกัดในการใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงและลดปัญหาการเสื่อมสภาพของโปรไบโอติกส์ได้เช่นเดียวกัน

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาโปรแกรมการใช้ประโยชน์ได้ของผลิตภัณฑ์ ซินแบค® ที่ผสมในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ปรากฏของโภชนเภสัชภัณฑ์ของลำไส้เล็ก จุลินทรีย์ในลำไส้ต้น ลักษณะซาก คุณภาพและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ อันนำไปสู่การพัฒนาและประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสมและใช้ประโยชน์สูงสุดในการผลิตสัตว์ปีกในอนาคตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สิ่งทดลอง

ซินแบค® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สารเสริมซินไบโอติกส์ชนิดผงประกอบด้วย โปรไบโอติกส์ คือ ไชโลโอดีโกแซคคาไรด์ (xylo-oligosaccharide) 100 กรัม ร่วมกับโปรไบโอติกส์รวม 4 ชนิด (*Bacillus subtilis* 1.0 x10⁹ CFU *Pediococcus acidilacticii* 1.0 x10⁹ CFU *Streptococcus faecium* 1.0 x10⁹ CFU และ *Saccoromyces cereviceae* 1.0 x10⁹ CFU) ผสมสื่อให้ครบ 1 กิโลกรัม ผลิตโดยบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทคจำกัด

แผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้จะใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มี 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ จำนวนหน่วยทดลองมีทั้งหมด 9 หน่วยทดลอง ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีน (โปรแกรมควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีนผสมกับซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ที่ระดับ 1 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตร (0-14 วัน) และที่ระดับ 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตรต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ (ในช่วงตั้งแต่ 15-42 วัน คือ วันที่ 19-21, วันที่ 26-28, วันที่ 32-34, และ วันที่ 38-40 ของการเลี้ยง) (โปรแกรมที่ 1)

ทรีทเมนต์ที่ 3 โปรแกรมให้น้ำสะอาดที่ปราศจากสารคลอรีนผสมกับซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ที่ระดับ 2 กรัมต่อน้ำ 5 ลิตร (0-14 วัน) และที่ระดับ 2 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตรต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ (ในช่วงตั้งแต่ 15-42 วัน คือ วันที่ 19-21, วันที่ 26-28, วันที่ 32-34, และ วันที่ 38-40 ของการเลี้ยง) (โปรแกรมที่ 2)

สัตว์ อาหาร และการเลี้ยงสัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์การดำ Ross 308® อายุ 1 วัน จำนวน 180 ตัว (ตัวผู้ 90 ตัว และ ตัวเมีย 90 ตัว) สุ่มเข้าสู่นวตทดลอง จำนวน 20 ตัวต่อหน่วยทดลอง โดยถูกไก่เนื้อทำวัคซีนควบคุมโรคมาเร็กซ์ กัมโบโร หลอดลมอักเสบและนิวคลีโอซิสจากโรงพักในวันที่ 0 และทำวัคซีนรวมหลอดลมอักเสบและนิวคลีโอซิสในวันที่ 7 รวมถึงทำวัคซีนกัมโบโรในวันที่ 14 ของการทดลองตามลำดับ โดยจัดการเลี้ยงไก่เนื้อในคอก ขนาด 2.0 x 3.0 เมตร ภายในโรงเรือนแบบเปิดที่มีการจัดการแสงและอุณหภูมิตามสภาพแวดล้อมในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม 2557 โดยไก่เนื้อจะได้รับอาหารและน้ำสะอาดให้กินแบบเต็มที่ตลอดเวลา (*ad libitum*) จะให้แสง 23:1 ชั่วโมง โดยแบ่งการให้อาหารไก่เนื้อเป็นสองระยะ คือ ระยะแรก (1-21 วัน) โปรตีนหยาบ 22 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร ระยะสอง (21-35 วัน) โปรตีนหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารและ ระยะสาม (35-42 วัน) โปรตีนหยาบ 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารตามคำแนะนำของ NRC (2003)

สมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ

ทำการเลี้ยงเนื้อโดยใช้เวลาทั้งหมด 42 วัน แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 0-21 วัน 22-35 วัน และ 35-42 วัน โดยจะให้อาหารและน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ตามโปรแกรมจัดบันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักของไก่เนื้อ และจำนวนสัตว์ ตายตลอดช่วงการทดลอง แล้วคำนวณหาปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake: ADFI) น้ำหนักตัว ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (average body weight gain: BWG) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio: FCR) หาจาก (ADFI/ADG) Zhao *et al.* (2003) รวมถึงคำนวณหาอัตราการเลี้ยงรอด (viability) หาจาก [(จำนวนไก่ที่เหลือ x 100)/จำนวนไก่เริ่มต้น] และดัชนีประสิทธิภาพการผลิต (productive index: PI) หาจาก [(อัตราการเลี้ยงรอด x น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น x 100)/(FCR x จำนวนวันที่เลี้ยง)] ตามวิธีของ Khaksefidi and Rahimi (2005) อีกทั้งคำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (economic benefit return) ตามวิธีของสุจิตราและคณะ (2558)

การย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ

การวัดค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ ทำในช่วงวันที่ 14-21 ของการทดลอง ผสมโครมิกซ์ออกไซด์ (Cr_2O_3) 0.3 เปอร์เซ็นต์ ลงในอาหารไก่เนื้อเพื่อทดสอบการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่เนื้อ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงโดยช่วงที่ 1 คือ วันที่ 14-18 ของการทดลอง เป็นช่วงปรับสัตว์ (adjustment period) โดยไก่เนื้อได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ช่วงที่ 2 คือ วันที่ 19-21 ของการทดลองเป็นเก็บตัวอย่าง (sampling period) สุ่มเก็บอาหารและมูลของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทดลองผสมโครมิกซ์ออกไซด์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ โดยเก็บตัวอย่างมูลลงในถุง ที่มีกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Mountzouris *et al.* (2010) จากนั้นนำตัวอย่างอาหารและมูลที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า และพลังงาน ตามวิธีของ AOAC (1995) และวิเคราะห์หาปริมาณโครมิกซ์ออกไซด์ ตามวิธีของ

AOAC (1995) แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของ
วัตถุดิบทั้งหมด (apparent dry matter digestibility) หาจาก
[[(% Cr₂O₃ ในมูล - % Cr₂O₃ ในอาหาร) x 100]/[% Cr₂O₃
ในมูล]] และค่าการย่อยได้ของโภชนาการรวม (apparent
nutrient digestibility) หาจาก 100-[100x{(% Cr₂O₃ ใน
อาหาร/% Cr₂O₃ ในมูล) x (% โภชนะในมูล/% โภชนะใน
อาหาร)}]] ตามวิธีของ Sharifi *et al.* (2012)

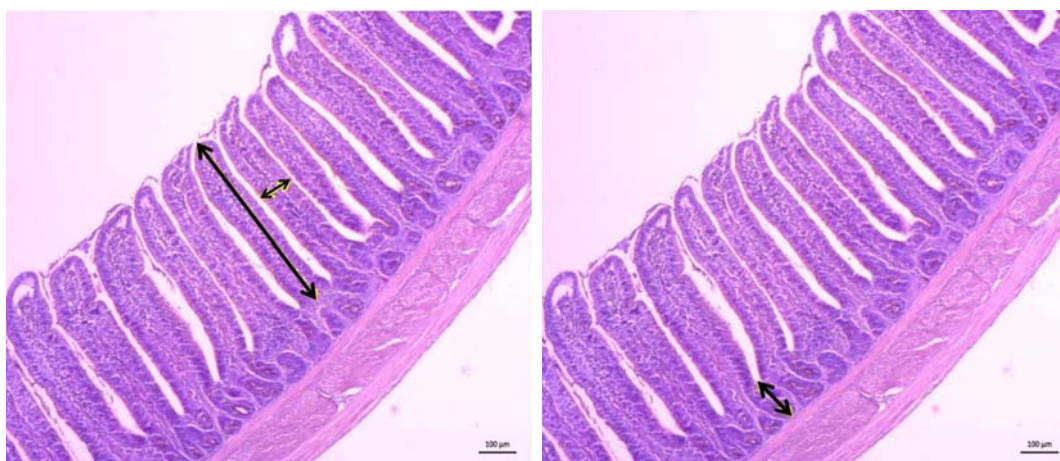
สัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของไก่เนื้อ

การวัดสัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของไก่เนื้อ เมื่อไก่
อายุ 21 วัน ให้หอดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง สุ่มไก่เนื้อ
2 ตัว ต่อหน่วยทดลอง เพื่อฆ่าชำแหละและเก็บตัวอย่าง
ลำไส้เล็ก 3 ส่วน คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ลำไส้
เล็กส่วนกลาง (jejunum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)
ตามวิธีของ Danshmand *et al.* (2011) โดยการเก็บ
ตัวอย่างลำไส้เล็กนั้น จะตัดลำไส้แต่ละส่วนยาวประมาณ
2 เซนติเมตร แล้วแช่ใน 4 เปอร์เซ็นต์ buffered formalin
เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Awad *et al.* (2006) และ
เก็บรักษาตัวอย่างใน 50 เปอร์เซ็นต์ Ethyl alcohol ตามวิธี
ของ Sharifi *et al.* 2012 เพื่อนำไปวิเคราะห์ทาง
ห้องปฏิบัติการต่อไป ดังนั้น เก็บตัวอย่างลำไส้เล็กส่วนต้น
บริเวณจุดกึ่งกลางของลำไส้เล็กส่วนต้น เก็บตัวอย่างลำไส้
เล็กส่วนกลางบริเวณจุดกึ่งกลางระหว่าง Bile duct entry
กับ Mackel 's diverticulum และเก็บตัวอย่างลำไส้เล็ก
ส่วนท้ายบริเวณ Distal end of lower ileum จากนั้นจะ

เตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โดยจะทำการ serial
dehydration ตัดชิ้นเนื้อหนา 5 ไมโครเมตร (จำนวน 6 ชิ้น
ต่อแต่ละส่วนลำไส้) ด้วย microtome และวางชิ้นเนื้อบน
แผ่นสไลด์แล้วย้อมสีด้วย Hematoxylin และ Eosin ตาม
วิธีของ Awad *et al.* (2009) การวัดความสูงของวิลไล
(villi) ความลึกของคริปท์อพอไฟเบอร์คูน (crypt of
lieberkuhn) โดยวิเคราะห์ทั้งหมด 10 วิลไลต่อสไลด์ โดย
ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง รุ่น Olympus BX 50, 20 x
optical magnification) และใช้วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่าย
ด้วยโปรแกรม Image-Pro plus Version 3.1, Media
Cybernetics ตามวิธีของ Tsirtsikos *et al.* (2012) โดย
การวัดความสูงของวิลไลส์ (villous height) วัดจาก Villus
tip ถึง Villus-crypt junction วัดความกว้างของวิลไลส์
(villous width) บริเวณกึ่งกลางของความสูงของวิลไลส์
และวัดความลึกของคริปท์อพอไฟเบอร์คูน (cryptal
depth) โดยวัดความลึกระหว่าง 2 วิลไลที่อยู่ติดกันดัง
แสดงในภาพที่ 1 แล้วคำนวณพื้นที่ผิวของวิลไลส์ (Villus
surface area) ตามวิธีของ Sakamoto *et al.* (2000) โดย
พื้นที่ผิวของวิลไลส์ = π x ความกว้างของวิลไลส์ x ความสูง
ของวิลไลส์

จุลินทรีย์ในไส้ตันของไก่เนื้อ

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ในไส้ตัน (cecum)
ของไก่เนื้อ เมื่อไก่เนื้ออายุ 21 วัน ให้หอดอาหารอย่างน้อย
6 ชั่วโมงแล้วสุ่มไก่เนื้อ 2 ตัวต่อหน่วยทดลอง(ตัวผู้และ



A. Villous height and villous width

B. Cryptal depth

Figure 1 Morphometric analysis of small intestine

ตัวเมีย) เพื่อฆ่าเชื้อและ แล้วเก็บตัวอย่างของเหลวในไส้ตัน เพื่อนับจำนวนจุลินทรีย์โดยใช้วิธี Conventional microbiology techniques โดยใช้ Selective agar media ตามวิธีของ Giannenas *et al.*, 2010 โดยใช้ Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* sp.+ *Bifidobacterium* sp.) ใช้ MRS agar + 0.02 เปอร์เซ็นต์ NaH_3 + 0.05 เปอร์เซ็นต์ L-Cystine hydrochloride monohydrate, *Enterococci* ใช้ m *Enterococci* agar, *E.coli* ใช้ EMB agar, และ *Salmonella* ใช้ XLD agar จำนวนของจุลินทรีย์ที่ได้จากการนับทางห้องปฏิบัติการต้องทำการแปลงข้อมูล (transformed) ด้วย log argralithm ฐาน 10 ก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ (statistical analysis) ตามวิธีการของ Abdalqader *et al.* (2013)

ลักษณะซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อ และ องค์ประกอบของกรดไขมัน

วัดลักษณะซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อ และ องค์ประกอบของกรดไขมัน โดยเมื่อไก่เนื้อทดลองอายุ 42 วัน อุดอาหารอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แล้วสุ่มไก่เนื้อ 2 ตัวต่อหน่วยทดลอง (ตัวผู้และตัวเมีย) เพื่อฆ่าเชื้อและตัดแต่งชิ้นส่วนเพื่อวัดค่าเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อ โดยชั่งน้ำหนักซาก น้ำหนักชิ้นส่วน เพื่อกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) และค่าเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (chill carcass percentage) รวมทั้งคำนวณหา ค่าเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (cutting percentage) ตามวิธีของ Hossain *et al.* (2012) เก็บตัวอย่างเนื้ออกของไก่เนื้อเพื่อวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ โดยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อหน้าอกที่ 45 นาที (pH 45 min.) และที่ 24 ชั่วโมง (pH 24 h) โดยใช้ pH meter รุ่น pH 211, Hanna, Padua, Italy ตามวิธีของ Zhou *et al.* (2010) เก็บรักษาเนื้ออกไก่ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อวัดค่าสีของเนื้อไก่ ได้แก่ ความสว่าง (lightness: L^*) สีแดง (redness: a^*) และสีเหลือง (yellowness: b^*) ตามวิธีของ Ao *et al.* (2011) นอกจากนี้ยังวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ประกอบด้วย dip loss, boiling loss, thawing loss และ roasting loss หา ตามวิธีของ Ao *et al.* (2011) และ Liu *et al.* (2012) รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลใช้วิธี C45,994.10

ตามวิธีของ AOAC (2012) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (individual fatty acid content) ด้วย GLC ตามวิธีของ Lepage and Roy (1986)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Torrie (1992) โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team. 2013) กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบที่ $P < 0.05$

ผลและวิจารณ์

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 2 จะมีค่าการย่อยได้ปรากฏของเยื่อใยรวมสูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 1 และไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) ส่วนการย่อยได้ของพลังงานรวมพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ทั้ง 2 โปรแกรมมีค่าการย่อยได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 2 จะมีค่าการย่อยได้ปรากฏของไขมันรวมและโปรตีนหยาบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไก่เนื้อ กลุ่มควบคุมและไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) โปรแกรมที่ 1 ($P < 0.01$) ส่วนค่าการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้งระหว่างกลุ่มทดลองมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ที่ประกอบด้วยฟรียไบโอติกส์ คือ ไฮโดรไลติกแซคคารไรด์ ร่วมกับ

Table 1 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on apparent nutrient digestibility

Apparent nutrient digestibility (%)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Dry matter	80.32 ±0.64	78.78 ±0.52	80.73 ±2.13	0.44
Crude fiber	30.67 ^b ±7.85	31.78 ^b ±3.46	38.89 ^a ±0.89	1.66
Ether extract	94.57 ^C ±0.54	95.96 ^B ±0.20	98.20 ^A ±0.08	0.11
Gross energy	87.62 ^b ±0.41	89.09 ^{ab} ±1.20	90.63 ^a ±0.83	0.29
Crude protein	82.05 ^B ±2.06	79.73 ^B ±0.43	85.97 ^A ±1.13	0.46

^{a,b} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.05 by DMRT,

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

โปรไบโอติกส์ รวม 4 ชนิด คือ *Bacillus subtilis*, *Pediococcus acidilacticii*, *Streptococcus faecium* และ *Saccoromyces cereviceae* ต่อความสามารถในการเพิ่มการย่อยได้ปรากฏของโภชนะในอาหาร โดยซินไบโอติกส์นั้น มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโต (bifidogenic effect) และเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ โดยแบคทีเรียในลำไส้ส่วนท้ายย่อยนั้นมีความสามารถในการย่อยสลายเยื่อใยกลายเป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid: SCFA) เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) โพรพิโอโนนิก (propionic acid) และบิวทีริก (buteric acid) เป็นต้น รวมถึงโภชนะอื่นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ส่งผลให้การทดลองครั้งนี้ พบว่าการเสริมซินไบโอติกส์จะใช้ผลเชิงบวกต่อการเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะแบบปรากฏในไก่เนื้อ ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Apata (2008) พบว่าเสริมโปรไบโอติกส์สามารถเพิ่มการย่อยได้ของโปรตีนและไขมันในไก่เนื้ออายุ 33 วัน ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็นพื้นฐาน นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์ในอาหารสามารถเพิ่มการย่อยได้ของ วัตถุดิบแห้ง แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปรตีน และกรดอะมิโนในไก่เนื้ออายุ 21 และ 42 วัน (Li et al., 2008) และจากการทดลองของ Mountzouris et al. (2010) พบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์จะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานในอาหารไก่เนื้อเมื่อวัดผลที่อายุ 25-28 วัน นอกจากนี้ มนัสนันท์ และคณะ (2557) ยังรายงานว่าการเสริมโปรไบโอติกส์

สำเร็จรูปแบคโตแซค (Bactosac®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อพบว่ามีการย่อยได้ของโภชนะทั้ง วัตถุดิบ โปรตีน ใยอาหาร และไขมันรวมที่สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.05)

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อจุลินทรีย์ในไส้ตัน

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อจุลินทรีย์ในไส้ตันพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 มีจำนวนของ Lactic acid bacteria (*Lactobacillus* และ *Bifidobacteria*) และ *Enterococci* ในไส้ตันสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.01) เมื่อทำการวัดจำนวนของ *E. Coli* และ *Salmonella* spp. พบว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุมมีจำนวนของแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มในไส้ตันสูงกว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ทั้ง 2 โปรแกรม (P<0.01) ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria คือ *Lactobacillus* และ *Bifidobacteria* รวมทั้ง *Enterococci* สอดคล้องกับการทดลองของ Alander et al. (2001) พบว่าจำนวนของ *Bifidobacteria* จะเพิ่มขึ้นภายใน 1 สัปดาห์หลังจากได้รับซินไบโอติกส์ที่ประกอบด้วยกลูโคโอไลโก

Table 2 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on cecal microbiology

Cecal microbial ecology (log ₁₀ cfu/ml)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Lactic acid bacteria (<i>Lactobacillus</i> and <i>Bifidobacteria</i>)	11.92 ^C ±0.09	12.20 ^B ±0.01	12.32 ^A ±0.01	0.02
<i>Enterococci</i>	10.11 ^B ±0.07	10.39 ^A ±0.01	10.45 ^A ±0.01	0.01
<i>E. Coli</i>	9.26 ^A ±0.01	9.15 ^B ±0.01	9.06 ^C ±0.0003	0.003
<i>Salmonella</i> spp.	2.43 ^A ±0.37	0.00 ^B ±0.00	0.00 ^B ±0.00	0.07

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

แซคคาไรด์ (gluco-oligosaccharide) ร่วมกับ *B. lactis* Bb-12 ไฮโดรลิโกแซคคาไรด์ และ nondigestible oligosaccharides ที่เป็นพรีไบโอติกส์ยังมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและจำเพาะกับแบคทีเรียที่ดีในลำไส้ส่วนท้าย เช่น *Bifidobacterium* spp. เช่น *B. adolescentis*, *B. longum* เป็นต้น (Okasaki et al., 1990) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นความสามารถของซินไบโอติกส์ในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เพื่อพัฒนาสุขภาพของสัตว์สอดคล้องกับหลายงานวิจัยรายงานถึงความสามารถของโปรไบโอติกส์ในการสร้างสมดุลของแบคทีเรียในทางเดินอาหาร กล่าวคือ Sharifi et al. (2012) พบว่าการเสริมโปรไบโอติกส์มีส่วนช่วยในการลดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในลำไส้ ในทางตรงข้ามจะส่งเสริมและเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ คือ *Lactobacillus* spp. และ *Bifidobacteria* spp. ส่วนการเสริม nondigestible oligosaccharides ชนิดอื่นในสัตว์ก็มีวัตถุประสงค์ที่คล้ายกันคือเพื่อเพิ่มสมรรถนะ การผลิตและพัฒนาสุขภาพของสัตว์ในฟาร์ม นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria คือ *Lactobacillus* and *Bifidobacteria* ในไส้ตันจะส่งผลทำให้ไส้ตันมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งสภาพดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตการเจริญเติบโตและการแบ่งตัวของแบคทีเรียที่ก่อโทษ ส่งผลทำให้ *E. Coli* และ *Salmonella* spp. มีจำนวนลดลง จากการลดลงของจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นมีข้อดีหลายประการ เช่น ส่งผลต่อการสร้างสมดุลของ

แบคทีเรียในร่างกายลดการทำลายเยื่อเมือกของลำไส้ เพิ่มการดูดซึมสารอาหาร และลดอาการท้องเสีย เป็นต้น ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ การลดจำนวนของแบคทีเรียที่เป็นโทษมีค่าลดลงแปรผกผันกับการเพิ่มจำนวนของ Lactic acid bacteria และ *Enterococci* นอกจากนี้ยังพบว่า ไฮโดรลิโกแซคคาไรด์ และ nondigestible oligosaccharides ที่เป็น soluble fiber จะถูกแบคทีเรียในลำไส้ส่วนท้ายย่อยสลายกลายเป็นกรดไขมันสายสั้น เช่น กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก เป็นต้น ทั้งนี้กรดไขมันสายสั้นจะเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์เยื่อเมือกในลำไส้และทำให้ลำไส้แข็งแรง (Huang et al., 2004) นอกจากนี้กรดไขมันสายสั้นยังมีส่วนช่วยให้เกิดการดูดกลับ H⁺, Na⁺ และนำน้ำเข้าสู่เซลล์ซึ่งเป็นการลดการเกิดท้องเสีย

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กทั้ง 3 ส่วน คือ ส่วนต้น ส่วนกลาง และ ส่วนท้าย พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์โปรแกรมที่ 1 และ โปรแกรมที่ 2 มีความสูงของวิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (P<0.01) เมื่อคำนวณหาพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ทั้ง 2 โปรแกรม มีพื้นที่ผิว

วิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) หากแต่พบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับน้ำดื่มเสริมซินไบโอติกส์ โปรแกรมที่ 2 มีพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อทั้ง 3 โปรแกรมไม่มีผลต่อสัดส่วนวิทยาของลำไส้เล็กส่วนกลางและส่วนท้าย ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ต่อการเพิ่มความสูงและพื้นที่ผิวของวิลลัสในลำไส้เล็กส่วนต้น ที่สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้แสดงผลของซินไบโอติกส์ต่อการพัฒนาของคริปต์ออฟไลเบอร์คูน (Lutfullah *et al.*, 2011) การเพิ่มความสูงของวิลลัส (Awad *et al.*, 2008; Teshfam *et al.*, 2006;

Palicano *et al.*, 2005) และการเพิ่มพื้นที่ผิวของวิลลัส (Smirnov *et al.*, 2005) โดยการเพิ่มความสูงและพื้นที่ผิววิลลัสของลำไส้เล็กส่วนต้นแสดงถึงการเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมโภชนาเพื่อมาใช้ประโยชน์สำหรับไก่เนื้อ โดยเซลล์เยื่อบุผิวของลำไส้เล็กนั้นมีความสำคัญต่อการย่อยและการดูดซึมโภชนาเป็นอย่างมาก ซึ่งเซลล์เยื่อบุเหล่านี้จะมีต้นกำเนิดจากบริเวณของคริปต์ออฟไลเบอร์คูนจากนั้นจะเคลื่อนที่ขึ้นมาตามความยาวของวิลลัสสู่ด้านบนสุดที่เรียกว่า Tip of villus แล้วจึงหลุดลอกเข้าสู่ช่องว่าง (lumen) ของลำไส้เล็กโดยใช้เวลาประมาณ 48-96 ชั่วโมง ดังนั้นหากคริปต์ออฟไลเบอร์คูนและวิลลัสสั้นก็จะส่งผลต่อการย่อยการดูดซึมและการหลั่งน้ำย่อยบริเวณเยื่อบุผิววิลลัสลดลง

Table 3 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on small intestinal histomorphology

	Synbiotics (Synbac [®]) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
Small intestinal histomorphology	Control	Program 1	Program 2	
Duodenum				
Villous height (mm)	0.74 ^B ±0.15	0.98 ^A ±0.15	1.02 ^A ±0.23	0.06
Villous wide (mm)	0.16 ±0.01	0.15 ±0.03	0.21 ±0.04	0.01
Villous surface area (mm ²)	0.41 ^b ±0.13	0.51 ^{ab} ±0.28	0.72 ^a ±0.49	0.11
Cryptal depth (mm)	0.18 ±0.01	0.22 ±0.04	0.23 ±0.06	0.01
Villous height :crypt depth	4.12 ±0.85	4.45 ±0.45	4.44 ±1.78	0.42
Jejunum				
Villous height (mm)	0.72 ±0.38	0.82 ±0.10	0.88 ±0.19	0.08
Villous wide (mm)	0.11 ±0.02	0.13 ±0.01	0.13 ±0.02	0.01
Villous surface area (mm ²)	0.26 ±0.23	0.36 ±0.05	0.39 ±0.04	0.04
Cryptal depth (mm)	0.16 ±0.04	0.18 ±0.04	0.22 ±0.05	0.03
Villous height : crypt depth	4.58 ±2.41	4.55 ±1.48	4.06 ±0.05	0.49
Ileum				
Villous height (mm)	0.62 ±0.20	0.74 ±0.16	0.63 ±0.14	0.05
Villous wide (mm)	0.13 ±0.02	0.12 ±0.004	0.13 ±0.01	0.004
Villous surface area (mm ²)	0.28 ±0.10	0.31 ±0.07	0.28 ±0.06	0.03
Cryptal depth (mm)	0.14 ±0.01	0.17 ±0.05	0.16 ±0.05	0.01
Villous height :crypt depth	4.42 ±1.32	4.36 ±1.38	3.93 ±1.14	0.43

^{a,b} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at $P\leq 0.05$ by DMRT,

^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at $P\leq 0.01$ by DMRT.

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก พบว่า การเสริม

ซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อทั้ง 3 โปรแกรมไม่ส่งผลต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก ของไก่เนื้อทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ แม้การทดลองครั้งนี้จะมีผลที่แสดงอย่างชัดเจน คือ ค่าการย่อยได้ของโภชนาการปรากฏในอาหาร

Table 4 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on productive performance

	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of			
Productive performance	broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
0-21 day				
BWG (g/bird)	725.50 ±42.54	709.72 ±8.04	713.61 ±17.08	8.96
ADFI(g/bird/day)	46.55 ±3.78	43.71 ±2.37	43.62 ±2.24	0.96
ADG (g/bird/day)	34.55 ±2.03	33.79 ±0.38	33.98 ±0.81	0.43
FCR	1.35 ±0.03	1.29 ±0.08	1.28 ±0.04	0.02
Viability (%)	100.00	100.00	100.00	-
Productive index	256.52 ±9.67	262.07 ±19.96	264.91 ±5.50	4.40
22-35day				
BWG (g/bird)	838.72 ±13.07	897.37±58.30	903.90 ±48.23	14.78
ADFI(g/bird/day)	116.86 ±3.25	116.43 ±6.24	120.08 ±2.59	1.44
ADG (g/bird/day)	59.91 ±0.93	64.10 ±4.16	64.57 ±3.44	1.06
FCR	1.95 ±0.07	1.82 ±0.09	1.86 ±0.08	0.03
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	86.67 ±11.55	2.48
Productive index	279.78 ±2.53	322.12 ±45.48	301.03 ±45.84	12.44
35-42 day				
BWG (g/bird)	514.50 ±40.97	498.72 ±55.60	502.61 ±56.45	17.17
ADFI(g/bird/day)	209.08 ±10.69	199.69 ±22.30	201.96 ±18.92	5.99
ADG (g/bird/day)	73.50 ±5.85	71.24 ±7.94	71.80 ±8.07	2.45
FCR	2.86 ±0.35	2.83 ±0.43	2.82 ±0.24	0.12
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	89.67 ±11.55	2.48
Productive index	238.35 ±54.38	233.11 ±49.23	219.48 ±22.90	14.79
0-42 day				
BWG (g/bird)	2,078.73 ±70.23	2,105.80 ±68.84	2,120.11 ±91.46	25.85
ADFI(g/bird/day)	97.07 ±2.70	93.95 ±6.47	95.50 ±4.50	1.60
ADG (g/bird/day)	49.49 ±1.67	50.14 ±1.64	50.48 ±2.18	0.62
FCR	1.96 ±0.98	1.87 ±0.09	1.89 ±0.09	0.03
Viability (%)	91.11 ±3.85	90.89 ±4.23	89.67 ±11.55	2.48
Productive index	230.05 ±16.39	243.23 ±0.62	230.86 ±26.49	6.00

Table 5 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on carcass and cutting percentage

Carcass percentage and cutting percentage (%)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Thai carcass percentage	83.85 ±2.31	81.36 ±2.01	84.20 ±1.73	0.68
Carcass percentage	73.82 ±1.80	76.89 ±1.51	75.30 ±2.05	0.60
Chill carcass percentage	71.60 ±1.45	74.58 ±1.36	73.04 ±1.86	0.58
Breast	26.87 ±1.66	27.04 ±1.03	26.58 ±0.92	0.42
Fillets	5.19 ±0.26	5.24 ±0.52	4.99 ±0.31	0.13
Thigh	17.86 ±0.68	17.84 ±1.37	18.32 ±0.52	0.31
Drum strict	12.50 ±0.49	12.44 ±0.80	12.79 ±0.17	0.18
Wing	12.37 ±0.50	12.39 ±0.43	12.06 ±0.22	0.13
Skeletal	23.59 ±0.90	21.90 ±1.38	24.24 ±0.87	0.36
Neck	4.38 ±0.37	4.58 ±0.43	4.04 ±0.35	0.13
Head	3.19 ±0.19	3.12 ±0.28	3.12 ±0.02	0.07
Shank	4.68 ±0.05	4.82 ±0.53	4.76 ±0.19	0.11

ที่เพิ่มขึ้นสัญญาณวิทยาของลำไส้เล็กที่พัฒนามากขึ้น และการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในไส้ตัน หากแต่ไม่ได้แสดงผลที่เด่นชัดต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซาก

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อ พบว่าการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 สอดคล้องกับการทดลองของ Zhang *et al.* (2012) ที่ได้ทำการเสริมซินไบโอติกส์ที่ประกอบด้วยเบต้ากลูแคนร่วมกับ *Bacillus subtilis* พบว่าไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่าง ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าความสว่าง และค่าสีแดงของเนื้อ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการทดลองนี้จะสังเกตเห็นว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มมี

ปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไก่เนื้อที่ได้รับ การเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 1 และไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) อีกทั้งการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 และโปรแกรมที่ 1 จะส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) ที่สะสมในเนื้อไก่สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.01$) รวมทั้งยังพบว่าไก่เนื้อที่เสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 และโปรแกรมที่ 1 มีกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 สะสมในเนื้อสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 7 จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของซินไบโอติกส์ต่อการลดระดับของคอเลสเตอรอลและการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งจะทำให้มีกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 โดยการทดลองครั้งนี้แสดงผลสอดคล้องกับการทดลองของ Mikulski *et al.* (2012) ที่ใช้โปรไบโอติกส์ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

Table 6 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on meat quality

Meat quality	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
pH 45 min.	5.53 ±0.10	5.82 ±0.19	5.87 ±0.12	0.05
pH 24 h	5.47 ±0.21	5.48 ±0.22	5.64 ±0.02	0.06
Color at 24 hour after chill storage at 4 °C				
L* (Lightness)	54.83 ±1.55	52.71 ±1.70	54.60 ±2.35	0.63
a* (Redness)	0.67 ±0.23	0.91 ±0.32	0.46 ±0.05	0.07
b* (Yellowness)	13.34 ±0.75	13.59 ±1.34	12.78 ±1.01	0.35
Water holding capacity (%)				
Drip loss	5.52 ±0.90	5.17 ±0.68	4.80 ±0.07	0.22
Boiling loss	23.61 ±1.37	21.62 ±2.88	25.36 ±3.14	0.86
Roasting loss	33.24 ±2.05	31.61 ±2.79	34.84 ±2.20	0.82
Thawing loss	7.91 ±2.56	6.47 ±0.37	9.14 ±1.70	0.90

Table 7 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens on fatty acid composition in meat

Fatty acid composition in meat (g/100 g total fat)	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Cholesterol	70.18 ±2.26 ^a	68.76 ±2.12 ^{ab}	63.93 ±1.98 ^c	0.7100
Monounsaturated fatty acid	0.97 ±0.03 ^C	1.34 ±0.34 ^B	1.60 ±0.05 ^A	0.0130
Palmitoleic acid (C16:1c)	0.09 ±0.03 ^C	0.16 ±0.01 ^{AB}	0.17 ±0.01 ^A	0.0010
Veccenic acid (C18:1w7c)	0.05 ±0.00 ^B	0.07 ±0.00 ^A	0.07 ±0.00 ^A	0.0060
Oleic acid (C18:1w9c)	0.82 ±0.03 ^C	1.12 ±0.03 ^B	1.36 ±0.04 ^A	0.0110
Polyunsaturated fatty acid	0.49 ±0.02 ^C	0.61 ±0.02 ^B	0.72 ±0.02 ^A	0.0060
Linoleic acid (C18:2w6c)	0.43 ±0.01 ^C	0.56 ±0.02 ^B	0.65 ±0.02 ^A	0.0050
Eleostearic acid (C18:3w3):ALA	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Eicosatrienoic acid (C20:3w6)	0.04 ±0.00	0.03 ±0.00	0.04 ±0.00	0.0003
Saturated fatty acid	0.78 ±0.02 ^{AB}	0.71 ±0.02 ^A	0.82 ±0.03 ^B	0.0079
Myristic acid (C14:0)	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Palmitic acid (C16:0)	0.56 ±0.02 ^A	0.46 ±0.01 ^C	0.49 ±0.02 ^B	0.0050
Stearic acid (C18:0)	0.18 ±0.01 ^C	0.22 ±0.01 ^B	0.29 ±0.01 ^A	0.0020
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.01 ±0.00	0.01 ±0.00	0.01 ±0.00	0.0001
Omega 3 fatty acid	0.02 ±0.00	0.02 ±0.00	0.03 ±0.00	0.0002
Omega 6 fatty acid	0.47 ±0.01 ^C	0.59 ±0.02 ^B	0.69 ±0.02 ^A	0.0061
Omega 9 fatty acid	0.82 ±0.03 ^C	1.12 ±0.03 ^B	1.36 ±0.04 ^A	0.0115

^{a,b,c} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.05 by DMRT,^{A,B,C} Mean in the same column with difference letter are significantly difference at P≤0.01 by DMRT.

ซึ่งหนึ่งในกลไกที่อ้างถึงในการลดระดับคอเลสเตอรอล คือ การที่โปรไบโอติกส์อาจส่งผลต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำ (hypocolesterolemic action) ผ่านกรดน้ำดี Mikulski *et al.* (2012) กล่าวคือ กรดน้ำดีโคลิค (cholic) และดีออกซีโคลิค (deoxycholic) จะถูกผลิตขึ้นจากคอเลสเตอรอลในเซลล์ตับโดยจับกับไกลซีน (glycine) และ ทายูรีน (taurine) กรดน้ำดีที่ผลิตได้จะถูกปล่อยเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร หลังจากนั้นจะมีกรดน้ำดีบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับไปยังตับเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดไขมันกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ส่งผลทำให้คอเลสเตอรอลในซีรัมลดลงเนื่องจากคอเลสเตอรอลถูกนำไปใช้สังเคราะห์เป็นกรดน้ำดี (St-Onge *et al.*, 2000) หรือเหตุผลที่น่าเชื่อถือต่อการมีระดับคอเลสเตอรอลในระดับต่ำอาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์สุขภาพเจริญจำนวนมากขึ้นสามารถช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอลและยับยั้งการดูดซึมผ่านผนังลำไส้รวมถึงอาจเนื่องจากกระบวนการหมักที่ได้กรดไขมันสายสั้นบางชนิดโดยเฉพาะกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) ซึ่งสามารถไปยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันรวมทั้งคอเลสเตอรอลส่วนการเพิ่มการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันชนิด omega-6 และ omega-9 ที่สะสมในเนื้อไก่จากการทดลองในครั้งนี้ได้แสดงผลที่สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ผ่านมา Yalcin *et al.* (2010) ได้รายงานถึงผลของการเสริมยีสต์ *Saccharomyces cereviceae* ต่อการลดกรด

ไขมันอิ่มตัวและการเพิ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ส่วน Kalavathy *et al.* (2009) และ Haddadin *et al.* (1996) รายงานว่า การเสริม *Lactobacillus* จะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการปรับปรุงองค์ประกอบกรดไขมันในไขแดง

ผลของการเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่เนื้อ

การเสริมซินไบโอติกส์ (ซินแบค®) ในน้ำดื่มของไก่เนื้อด้วยโปรแกรมการเสริมที่แตกต่างกัน 3 โปรแกรมต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่เนื้อพบว่า การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มของไก่เนื้อ พบว่าการเลี้ยงไก่เนื้อเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร (feed cost per gain) เมื่อเทียบกับไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8 อีกทั้งยังพบว่า การเสริมซินไบโอติกส์จะช่วยเพิ่มมูลค่าจากการขายต่อตัว (salable bird return) ($P>0.05$) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (return of investment) ระหว่างการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับเลี้ยงไก่เนื้อ โดยการเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มทั้งสองโปรแกรม พบว่า การเลี้ยงไก่เนื้อโดยการเสริมซินไบโอติกส์ทั้งสองโปรแกรมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนดีกว่าการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$)

Table 8 Effects of synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water on economic benefit return of broilers chicken production

Economic benefit return	Synbiotics (Synbac®) supplementation in drinking water of broiler chickens			SEM
	Control	Program 1	Program 2	
Feed cost per gain ¹ (Baht/Bird)	62.37 ±2.88	60.60 ±2.20	60.14 ±2.76	0.65
Salable bird return ² (Baht/Bird)	84.78 ±3.52	85.80 ±2.98	86.40 ±3.12	0.45
Net profits return per bird ³ (Baht/Bird)	22.41 ±1.27	25.20 ±1.32	25.26 ±1.09	0.36
Return of investment ⁴ (%)	35.93 ±1.97 ^a	41.58 ±1.87 ^b	42.00 ±1.77 ^b	0.89

¹Feed cost per gain (FCG) =(FCR x feed cost x BWG)

²Salable bird return (SBR) = (Price of live chicken (40 Baht) x BW)

³Net profits return per bird (NPR) = (SBR - FCG)

⁴Return of investment (ROI) = (NPR /FCG) x 100

สรุป

การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มสามารถช่วยเพิ่มการย่อยได้ของ โปรตีนหยาบ ไนโตรเจนรวมเยื่อใยหยาบและพลังงานรวมในอาหารของไก่เนื้อ รวมถึงช่วยพัฒนาและเพิ่มความสูงของวิลด์ส รวมถึงพื้นที่ผิววิลด์สของลำไส้เล็กส่วนต้นของไก่เนื้อ หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มไม่มีผลต่อสมรรถนะการผลิต เปอร์เซ็นต์ซาก คุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงไก่เนื้อ หากแต่การเสริมซินไบโอติกส์ในน้ำดื่มสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่ลดลง ทั้งยังส่งผลต่อการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเชิงซ้อน กรดไขมัน omega-6 และ omega-9 ในเนื้อไก่ ทั้งยังพบว่าการเลี้ยงไก่เนื้อโดยการเสริมซินไบโอติกส์ ทั้งสองโปรแกรมมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนดีกว่าการเลี้ยงไก่เนื้อกลุ่มควบคุม การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมซินไบโอติกส์ด้วยโปรแกรมที่ 2 ในน้ำดื่มของไก่เนื้อสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร สัตฐานวิทยาของลำไส้เล็กและองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทเคเอ็มพีไบโอเทค จำกัด และบริษัทอินโนเวทคอปอเรชัน จำกัด ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2557 และผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกส์ซินแบค® ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ. น.สพ. เกรียงศักดิ์ พูนสุข ที่ให้คำปรึกษาด้านจุลชีววิทยาในการทดลองนี้ ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี กฤติยา เลิศชุมเห่เกียรติ จิรัฐ-วัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ และวรางคณา กิจพิพิธ. 2557. ผลของการเสริมโปรไบโอติกส์ (แบคโตแซค®) ในน้ำดื่มต่อการย่อยได้ของโภชนา สัตฐานวิทยาของลำไส้เล็ก เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ. แก่นเกษตร 42(2): 221-230.
- วรรณพร ทะพิงค์แก. 2557. ทางเลือกในการทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสำหรับปศุสัตว์. วารสารเกษตร 30(2): 201-212.
- สุจิตรา หาคม สวัสดิ์ วังศ์ตั้งถิ่นฐาน บัณฑิตย เติ้งเจริญ-กุล เขาวมาลย์ คำเจริญ. 2558. ประสิทธิภาพของการใช้เศษเนื้อในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์คั่วบด (DCOM) ทดแทนเมล็ดถั่วเหลืองไขมันเต็ม (FFSBM) ต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากในอาหารไก่เนื้อ แก่นเกษตร 43(พิเศษ 1): 26-29.
- Abdalqader, A., A. R. Al-Fataftah and G. Das. 2013. Effects of dietary *Bacillus subtilis* and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production. Animal Feed Science and Technology 179: 103-111.
- Alander, M., J. Matt, W. Kneifel, M. Johansson, B. Kogler, R. Crittenden, T. Mattila-Sandholm and M. Saarela. 2001. Effect of galacto-oligosaccharide supplementation on human faecal microflora and on survival and persistence of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 in the gastrointestinal tract. International Dairy Journal 11: 817-825.
- Amerah A. M., A. Quiles, P. Medel, J. Sanchez, M. J. Lehtinen and M. I. Gracia. 2013. Effect of pelleting temperature and probiotic supplementation on growth performance and immune function of broilers fed maize/soy-

- based diets. *Animal Feed Science and Technology* 180: 55-63.
- Ao, X. J., S. Yoo, T. X. Zhou, J. J. P. Wang, Q. W. Meng, L. Yan, J. H. Cho and I. H. Kim. 2011. Effects of fermented garlic powder supplementation on growth performance, blood profile and breast meat quality in broilers. *Livestock Science* 141: 85-89.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 19th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- Awad, W. A., K. Ghareeb, S. Abdel-Raheem and J. Böhm. 2009. Effects of dietary inclusion of probiotic and symbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chicken. *Poultry Science* 88: 49-55.
- Awad, W., K. Ghareeb and J. Böhm. 2008. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a symbiotic containing enterococcus faecium and oligosaccharide. *International Journal of Molecular Sciences* 9: 2205-2216.
- Awad, W. A., J. Böhm. E. Razzazi-fazeli, K. Ghareeb and J. Zentek. 2006. Effects of addition of a probiotic Microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological of intestinal villi of broiler chicken. *Poultry Science* 85: 974-979.
- Daneshmand, A., G. H. Sadeghi, A. Karimi and A. Vaziry. 2011. Effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with and without prebiotic on growth performance and some blood parameter of male broilers. *Animal Feed Science and Technology* 170: 91-96.
- de Verse, M. and J. Screzenmeir. 2008. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Food Biotechnol.* 111: 1-66.
- Farnworth E. R., 2001. Probiotics and prebiotics, In: Wildman, R.E.C. (Ed.), *REC Handbook of Nutraceuticals and Functional Food*, CRC press, Boca raton, USA, 407-422.
- Ghasemi P. A., M. Fatahi, L. Craker and H. Shirmardi. 2014. Chemical composition and bioactivity of essential oils of *Hypericum helianthemoides*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum scabrum*. *Pharmaceutical Biology* 52: 175-181.
- Gibson G. R. and M. B. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotic. *Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.
- Giannenas, I., D. Tontis, E. Tsalie, E. F. Chronis, D. Doukas and I. Kyriazakis. 2010. Influence of dietary mushroom *Agaricus bisporus* on intestinal morphology and microflora composition on broiler chickens. *Research in Veterinary Science* 89: 78-84.
- Gomes, A. M. P. and F. X. Malcata. 1999. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: Biologicl, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotic. *Trends in Food Science and Technology* 10:139-157.
- Haddadin M. S., S. M. Abdulrahim, E. A. Hashlamoun and R. K. Robinson. 1996. The effects of *Lactobacillus acidophilus* on production and purification of total lipid from animal tissue. *Poultry Science* 75: 491-494.
- Hassanpour, H., A. Zamani Moghaddam, M. Khosravi and M. Mayahi. 2013. Effects of symbiotic on the intestinal morphology and

- humoral immune response in broiler chickens. *Livestock Science* 153: 116-122.
- Hossain, M. E., G. W. Kim, S. K. Lee and C. J. Yang. 2012. Growth performance, meat yield, oxidative stability, and fatty acid composition of meat from broiler fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25(8): 1159-1168.
- Huang, C. T., C. J. Workman, D. Flies, X. Pan, A. L. Marson and G. Zhou. 2004. Role of LAG-3 in regulatory T cells. *Immunity* 21: 503-513.
- Jung, S. J., R. Houde, B. Baurhoo, X. Zhao and B. H. Lee. 2008. Effects of galacto-oligosaccharides and a *Bifidobacteria* lactis-based probiotic strain on the growth performance and fecal microflora of broiler chickens. *Poultry Science* 87: 1694-1699.
- Kalavathy, R., N. Abdullah, S. Jalaludin, M. Wong and Y. W. Ho. 2009. Effects of *Lactobacillus* cultures on performance of laying hens, and total cholesterol, lipid and fatty acid composition of egg yolk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 482-486.
- Khaksefidi, A. and Sh. Rahimi. 2005. Effect of probiotic inclusion in the diet of broiler chicken on performance, feed efficiency and carcass quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 18(8):1153-1156.
- Lepage, G. and C. C. Roy. 1986. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *Journal of Lipid Research* 27: 114-120.
- Li, L. L., Z. P. Hou, T. J. Li, G. Y. Wu, R. L. Huang, Z. R. Tang, C. BB. Yang, J. Gong, H. Yu and X. F. Kong. 2008. Effects of dietary probiotic supplementation on ileal digestibility of nutrients and growth performance in 1 to 42 day old broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 35-42.
- Liu, X., H. Yan, L. Lv, Q. xu, C. Yin, K. Zhang, P. Wang and J. Hu. 2012. Growth performance and meat quality of broiler chickens supplemented with *Bacillus licheniformis* in drinking water. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25(5): 682-689.
- Lutfullah, G., T. Akhtar, I. Ahmad, M. M. A. K. Khattak, F. E. Durrani and M. S. Qureshi. 2011. Effects of probiotic on the intestinal morphology with special reference to the growth of broilers. *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 33: 129-133.
- Mikulski, D., J. Jankowski, J. Naczmannski, M. Mikulska and V. Demey. 2012. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Science* 91: 2691-2700.
- Mountzouris, K. C., P. Tsirsikos, I. Palamidi, A. Arvanniti, M. Mohnl, G. Schatmayr and K. Fegeros. 2010. Effect of probiotic inclusion level in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulin, and cecal microflora composition. *Poultry Science* 89: 588-593.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. (9th Ed.). Washington, D. C.
- Okasaki, M., S. Fujikawa and N. Matumoto. 1990. Effect of xylooligosaccharide on growth of bifidobacteria. *Bifidobacteria Microb.* 9: 289-295.

- Pelicano, E. R. L., P. A. Souza, H. B. A. Souza, A. Oba, M. M. Boiago, N. M. B. L. Zeola, A. M. Scatolini, V. A. Bertanha and T. M. A. Lima. 2005. Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. *Brazilian Journal of Poultry Science* 7: 169-175.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Sakamoto, K., H. Hirose, A. Onizuka, M. Hayashi, N. Futamura, Y. Kawamura and T. Ezaki. 2000. Quantitative study of change in intestinal morphology and mucous jel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research* 94: 99-106.
- Sako, T., K. Matsumoto and T. Ryuichiro. 1999. Recent progress on research and application of non-digestible galacto-oligosaccharides. *International Dairy Journal* 9: 69-80.
- Sharifi, S. D., A. Dibamerhr, H. Lotfollahian and B. Baurhoo. 2012. Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens. *Poultry Science* 91: 918-927.
- Silzewska, K., A. Nowak, Z. Libudzisz and J. Blasiak. 2010. Probiotic preparation reduced the fecal water genotoxicology in chickens fed with aflatoxin B1 contamination fodder. *Research in Veterinary Science* 89: 391-395
- Smirnov, A., R. Perez, E. Amit-Romach, D. Sklan and Z. Uni. 2005. Mucin dynamic and microbial population in chicken small intestine are change by dietary probiotic and antibiotic growth promoter supplementation. *Journal of Nutrition* 135-187.
- St-Onge, M. P., E. R. Farnworth and P. J. H. Jones. 2000. Consumption of fermented and nonfermented dairy products: effects on cholesterol concentrations and metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 674-681.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1992. Principles and procedure statistic. 2nd Edn., McGraw-Hill Book Co., Inc., Singapore.
- Teshfam, M., M. J. Gharagozlou, J. Saramodi and H. Hassanpour. 2006. Morphological alteration of the small intestine mucosa following oral administration of cadmium in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* 29: 65-68.
- Tsirtsikos, P., K. fegeros, C. Balaskas, A. Kominakis, and K. M. Mountzouris. 2012. Dietary probiotic inclusion level modulates intestinal mucin composition and mucosal morphology on broilers. *Poultry Science* 91: 1860-1868.
- Yalcin, S., S. Yalcin, K. Cakin, O. Eltan and L. Dagasan. 2010. Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cereviceae*) on performance, egg trait, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humeral immune response of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 1695-1701.
- Zhang, Z. F., T. X. Zhou, X. Ao and I. H. Kim. 2012. Effect of β -glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profile, relative organ weight and meat quality in broilers

- fed maize-soybean meal based diets. Livestock Science 150: 419-424.
- Zhou, X., Y. Wang, Q. Gu and W. Li. 2010. Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. Poultry Science 89: 588-593.
- Zubillaga, M., R. Weill, E. Postaire, C. Goldman, R. Caro and J. Boccio. 2001. Effect of probiotic and functional foods and their use in different diseases. Nutrition Research 21: 569-579.
-

จุดสำคัญในการปรับปรุงอายุการใช้งาน และผลผลิตตลอดชั่วอายุของแม่สุกร

Key Points to Improve Sow Longevity and Productive Life

สรรพสิทธิ แปลงแก้ว^{1/} และ มนต์ชัย ดวงจินดา^{1/*}
Suppasit Plaengkaeo^{1/} and Monchai Duangjinda^{1/*}

(Received: 1 September 2014; Accepted: 13 July 2015)

Abstract: Sow longevity is very important in pig production. Sow longevity affects production cost and production efficiency in pig production systems because it associated with the lifetime productivity of sows. Sow longevity is a complex trait and definition can be different depending on purpose of study. Longevity can be selected from direct selection such as length of productive life, lifetime production and stayability. Additionally, Longevity also can be selected from indirect selection can select by a genetically highly correlated trait as feet and leg soundness. Heritability of longevity has ranged from low to moderate (0.03-0.27). Estimated breeding value of longevity traits can divide into two types of data 1) Continuous database lifetime productivity, which can be analyzed by proportional hazard model or survival model. 2) Binary data as stayability, it represents the probability that a sow is in herd at fixed parity. Molecular genetics technology and genetic markers to assist in the selection of longevity, which associated with sow longevity such as Keratin 8 (*KRT8*), Fas-associated factor 1 (*FAF1*) and Parathyroid hormone type I receptor (*PTH1R*), which this gene associated with leg weakness and bone mineral density. It is possible to improve genetic for sow longevity. Moreover feeding and other management are important to increase sow longevity. The aim of this review was to investigate the factors that influence the sow longevity and approach to improve production efficiency in pig production.

Keywords: Longevity, lifetime productivity, sow

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kean University, Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: monchai@kku.ac.th

บทคัดย่อ: การปรับปรุงอายุการใช้งานของแม่สุกรนั้นมีความสำคัญมากในการผลิตสุกร โดยส่งผลต่อต้นทุนและประสิทธิภาพการผลิตและมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตตลอดชั่วชีวิตของแม่สุกร อายุการใช้งานของแม่สุกรเป็นลักษณะที่มีความซับซ้อนสามารถแปลความได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษา สามารถคัดเลือกได้โดยตรงจากลักษณะ ระยะเวลาการให้ผลผลิตตลอดชั่วชีวิต การให้ผลผลิตตลอดชั่วชีวิตหรือ การคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูง ในช่วงที่กำหนด การคัดเลือกโดยอ้อมจากลักษณะที่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูง เช่น โครงสร้างของกีบและขา ค่าอัตราพันธุกรรมอายุการใช้งานของแม่สุกรอยู่ในช่วงต่ำถึงปานกลาง (0.03-0.27) ในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value; EBV) ซึ่งสามารถแบ่งการวิเคราะห์ อายุการใช้งานของแม่สุกร ได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ลักษณะที่เก็บข้อมูลแบบต่อเนื่อง (continuous traits) เช่น การให้ผลผลิตตลอดชั่วชีวิต โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย proportional hazard model หรือ survival แบบที่ 2 ลักษณะที่เก็บข้อมูลแบบ ไบนารี (binary) เช่น การแสดงการคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูงในช่วงที่กำหนด (stayability) การใช้เทคโนโลยีทางด้านอนุพันธุศาสตร์และเครื่องหมายพันธุกรรมมาช่วยในการคัดเลือกลักษณะอายุการใช้งาน โดยมีเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับการอยู่รอดของแม่สุกรเช่น Keratin 8 (*KRT8*), Fas-associated factor 1 (*FAF1*) และ Parathyroid hormone type I receptor (*PTH1R*) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอาการขาอ่อนแอและความหนาแน่นมวลกระดูกจึงมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุกรรมอายุการใช้งานในแม่สุกร นอกจากนี้ยังต้องให้ความสำคัญการเลี้ยง, การให้อาหารและการจัดการอื่น ๆ รวมด้วย เพื่อเป็นการช่วยส่งเสริมให้สุกรสามารถแสดงศักยภาพออกมาให้มากที่สุดอีกด้วย ในการตรวจเอกสารครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแม่สุกรต่อไป

คำสำคัญ: อายุการใช้งาน ผลผลิตตลอดชั่วอายุ แม่สุกร

คำนำ

อายุการใช้งานของแม่สุกรมีความสำคัญมากในการผลิตสุกรเชิงพาณิชย์มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิต อายุการใช้งานที่สั้นส่งผลให้มีการทดแทนสุกรสาวที่เพิ่มขึ้น, ประสิทธิภาพการผลิตและผลกำไรลดลง ผู้เลี้ยงสุกรต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซื้อสุกรสาวทดแทนซึ่งมีราคาสูงทำให้ต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยหากแม่สุกรถูกการคัดทิ้งก่อนลำดับท้องที่ 3 (Lucia *et al.*, 2000) โดยเฉลี่ยแล้วแม่สุกรลำดับท้องที่ถูกคัดทิ้งอยู่ที่ 3.1- 4.6 ท้อง และถูกคัดทิ้งในลำดับท้องที่ 1 ประมาณ 15 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ (Boyle *et al.*, 1998; López-Serrano *et al.*, 2000; Lucia *et al.*, 2000) โดยสามารถแยกเป็นสาเหตุการคัดทิ้งที่เป็นไปตามแผน (planned removal) เช่น การคัดทิ้งเมื่อสุกรอายุมาก (old age) หรือ ให้ผลผลิตต่ำ (low productivity) และสาเหตุการคัดทิ้งสุกรที่ไม่ได้วางแผนไว้ (unplanned removal) เช่น สาเหตุจากระบบสืบพันธุ์ล้มเหลว (reproductive

failure) ขาอ่อนแอ (leg weakness) หรือ ความอ่อนแอของกีบและขา (feet and leg weakness) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแม่สุกรที่อายุน้อย (young sow) และถูกคัดทิ้งจากและอยู่ในลำดับท้องที่ 1 ถึง 3 (Boyle *et al.*, 1998; Rodriguez-Zas *et al.*, 2003; Akos and Bilkei, 2004) ซึ่งการคัดทิ้งสุกรที่ไม่ได้วางแผนไว้นี้มีผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต จากรายงานของ Sehested (1996) พบว่าหากปรับปรุงอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งลำดับท้องจะส่งผลกระทบเช่นเดียวกับการปรับปรุงเนื้อแดงเพิ่มขึ้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และหากแม่สุกรถูกคัดทิ้งหลังจากลำดับท้องที่ 5 จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นถ้าอย่างไรงี้จะสามารถปรับปรุงอายุการใช้งานของแม่สุกรให้ยาวนานขึ้นได้ การตรวจเอกสารครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญที่จะสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะอายุการใช้งานที่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร และใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแม่สุกรในประเทศไทยต่อไป

ความหมายของอายุการใช้งานของแม่สุกร

อายุการใช้งานของแม่สุกร (sow longevity) หรือเรียกอีกอย่างว่าระยะเวลาการให้ผลผลิตตลอดช่วงอายุ (length of productive life; LPL) เป็นจำนวนวันที่เริ่มต้นอาจเป็นวันเกิดหรือวันที่ผสมครั้งแรกจนกระทั่งถึงวันที่คัดทิ้งของแม่สุกร (Serenius and Stalder, 2004) และสามารถแปลความได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคำจำกัดความกับวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1 อายุการใช้งานของแม่สุกรสามารถแยกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ 1) หมายถึง ลำดับท้องที่คัดทิ้ง (Removal parity; RP), การให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิต (lifetime productivity; LTP)

และจำนวนลูกมีชีวิตตลอดช่วงชีวิต (lifetime pigs born alive; PBA) (Sasaki and Koketsu, 2008) 2) การคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูงในช่วงที่กำหนด (stayability; STAY) เช่น การคงอยู่ถึงลำดับท้องที่กำหนดหรือการคงอยู่ถึงเวลาที่กำหนด ซึ่งเป็นลักษณะข้อมูลแบบ binary (Serenius and Stalder, 2006a)

นอกจากนี้อายุการใช้งานของแม่สุกรยังรวมถึงลักษณะที่เกี่ยวข้องทางอ้อมที่ถูกใช้เป็นตัววัดอายุการใช้งานโดยลักษณะดังกล่าวสามารถวัดหรือบันทึกข้อมูลได้ในช่วงก่อนสุกรเข้าทดแทนในฝูง เช่น ความอ่อนแอของกีบและขา (feet and leg weakness) ซึ่งเป็นสาเหตุการ

Table 1 Definition and measurement of sow longevity traits

Country	Trait definition	Measurement	References
Finland	1. Length of Productive life	Number of days from the date of first farrowing to the date of culling or censoring	Serenius and Stalder, (2004)
	2. Lifetime production	Number of piglets (born alive) produced during the LPL of the sow	
Germany	Stayability STAY12 and STAY123	Stayability from first to second litter and Stayability from first to third litter	López-Serrano <i>et al.</i> (2000)
Spain	Length of Productive life	The difference in days between the date of culling and date at first farrowing	Tarrés <i>et al.</i> (2006a)
Spain	Length of Productive life	Time interval between the first fertile mating and culling or death	Sevilla <i>et al.</i> (2008)
Sweden	1. Length of Productive life	Number of days from the first farrowing to culling	Engblom <i>et al.</i> (2009)
	2. Lifetime production	Number of piglets born alive during the LPL of sow	
	3. Stayability STAY12 and STAY13	Stayability from first to second litter and Stayability from first to third litter	
Switzerland	Length of Productive life	Number of days between first farrowing and culling	Tarrés <i>et al.</i> (2006b)
USA	Length of Productive life	Time from sow entry to the breeding herd to culling or censoring date	Serenius <i>et al.</i> (2006a)
USA	1. Sow lifetime	Days from birth to removal or termination of data collection	Nikkilä <i>et al.</i> (2013a)
	2. Lifetime reproductive traits	Lifetime total number born, lifetime number born alive, number born alive per lifetime	
	3. Removal parity	days	

บาดเจ็บและถูกคัตทิ้งในที่สุดและมีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งานของแม่สุกร (Jørgensen and Sørensen, 1998)

สาเหตุการคัตทิ้งของแม่สุกรและปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร

การคัตทิ้งแม่สุกรโดยปกติในอุตสาหกรรมการผลิตสุกร 40-50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกคัตทิ้งก่อนถึงลำดับท้องที่ 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่าสุกรถูกคัตทิ้งออกจากฝูงที่อายุน้อย ซึ่งสาเหตุการคัตทิ้งส่วนใหญ่เนื่องจากระบบสืบพันธุ์ล้มเหลว (reproductive failure) และปัญหาเกี่ยวกับขา (Serenius and Stalder, 2004)

ความสัมพันธ์เกี่ยวกับการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิตของแม่สุกรนั้นถูกคัตทิ้งจากสาเหตุระบบสืบพันธุ์ล้มเหลวเช่นมีจำนวนลูกมีชีวิตตลอดช่วงชีวิตต่ำ และแม่สุกรที่คัตทิ้งอายุน้อยจะมีอัตราการเกิดปัญหาระบบสืบพันธุ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแม่สุกรที่คัตทิ้งอายุมากกว่า (Lucia *et al.*, 2000; Engblom *et al.*, 2007; Koketsu *et al.*, 2000) การคัตทิ้งสุกรที่อายุมากและให้ผลผลิตต่ำในการผลิตสุกรถือเป็นเรื่องปกติหรือเรียกว่าการคัตทิ้งที่เป็นไปตามแผน (planned removal) ส่วนการคัตทิ้งสุกรที่ไม่ได้วางแผนไว้ (unplanned removal) เป็นแม่สุกรที่คัตทิ้งจากสาเหตุระบบสืบพันธุ์ล้มเหลว ขาเจ็บ และตายและสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งในฟาร์มสุกรพันธุ์ส่วนใหญ่จะประสบปัญหานี้ ซึ่งมีการคัตทิ้งแม่สุกรจากสาเหตุระบบสืบพันธุ์ล้มเหลว อายุมาก ให้ผลผลิตต่ำและความผิดปกติในการเคลื่อนไหว (locomotors disorder) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งสาเหตุการคัตทิ้งเหล่านี้มีปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาระบบสืบพันธุ์และปัญหาเกี่ยวกับขา นั้นมาจากหลายสาเหตุ เช่น สภาพแวดล้อม การจัดการ การตรวจสัตว์

หลายสาเหตุ เช่น สภาพแวดล้อม การจัดการ การตรวจสัตว์ ที่ถูกต้อง พันธุกรรม การจัดการสุกรสาว สุขภาพและการให้อาหารช่วงอู่นท้องและช่วงเลี้ยงลูก เป็นต้น ซึ่งล้วนส่งผลต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร

ปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร

1. การพัฒนาการของสุกรสาว (gilt development)

การพัฒนาการของสุกรสาวมีความสำคัญที่จะช่วยให้สุกรสามารถแสดงศักยภาพได้อย่างเต็มที่ และเป็นจุดสำคัญที่จะใช้ในการกลายเป็นแม่สุกรที่ให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิตได้ดี ซึ่งการพัฒนาการของสุกรสาวเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่สุกรสาวทั้งทางด้าน ระบบสืบพันธุ์, น้ำหนักตัว, อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (age at puberty) ทั้งหมดส่งผลต่อขนาดครอกของสุกร (Gaughan *et al.*, 1995) ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (growth performance) มีความสัมพันธ์กันในทางลบกับการคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูงของแม่สุกรและสุกรสาวที่มีโครงสร้างของขาที่แข็งแรงช่วยเพิ่มอายุการใช้งานของแม่สุกร (López-Serrano *et al.*, 2000) การคัตสุกรสาวเข้าทดแทน นอกจากจะให้ความสำคัญของประสิทธิภาพการเจริญเติบโตแล้วยังต้องคำนึงถึงลักษณะความแข็งแรงของขาและก้นอีกด้วย การเจริญเติบโตในช่วงระยะสุกรรุ่นมีผลในทางลบกับระยะเวลาการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิตหรืออายุการใช้งานของแม่สุกร (López-Serrano *et al.*, 2000; Tummaruk *et al.*, 2001) อย่างไรก็ตาม (Yazdi *et al.*, 2000) ไม่พบผลของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (ADG) ต่ออายุการใช้งานของแม่สุกรพันธุ์แลนด์เรซ สวีเดน

อายุการใช้งานของแม่สุกรกับการให้อาหารพลังงานสูงทำให้น้ำหนักตัวของสุกรสาวเพิ่มขึ้นเร็วเกินไป ส่งผลให้สุกรสาวถูกคัตทิ้งจากสาเหตุขาและการเดินได้

Table 2 Proportion of removed sows by removal reason

Reproductive failure	Old age	Locomotors disorder	Low productivity	Death	Miscellaneous	References
33.6	8.7	13.2	20.6	7.4	16.5	Lucia Jr. <i>et al.</i> (2000)
30.4	35.7	5.8	-	-	28.1	Sasaki and Koketsu, (2011)
25.1	36.6	9.0	4.5	-	24.9	Sasaki and Koketsu, (2008)
26.9	18.7	8.6	9.5	4.3	32.0	Engblom <i>et al.</i> (2007)
31.9	34.9	9.0	7.9	-	16.3	Knauer <i>et al.</i> (2006)

อีกทั้งยังส่งผลต่อการเจริญของเต้านมอีกด้วย (Han *et al.*, 2000) ในสุกรพันธุ์ดอร์คัสสุกรสาวที่มีการเจริญเติบโตสูง มักจะถูกคัดทิ้งเพิ่มขึ้น (Tarrés *et al.*, 2006a)

2. อายุถึงวัยเจริญพันธุ์ (age at puberty) และ อายุที่คลอดท้องแรก (age at first farrowing)

อายุถึงวัยเจริญพันธุ์และอายุที่คลอดท้องแรกมีความสัมพันธ์กันกับอายุการใช้งานของแม่สุกร หากแม่สุกรถึงวัยเจริญพันธุ์และคลอดลูกท้องแรกได้เร็วก็ทำให้โอกาสที่แม่สุกรเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่อายุน้อยจึงส่งผลต่ออายุการใช้งานของมาสุกรยาวนานขึ้นได้ โดยทั่วไปแล้ว การผลิตสุกรต้องการให้สุกรสาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ให้เร็วจะช่วยเพิ่มระยะเวลาการให้ผลผลิตและส่งผลต่ออายุที่ผสมครั้งแรกของสุกรสาวเพิ่มขึ้นจาก 209-229 เป็น 272-365 จำนวนลูกมีชีวิตตลอดช่วงชีวิตลดลงจาก 18.2 เป็น 15.3 ตัว และลำดับท้องเฉลี่ยที่คัดทิ้งลดลงจาก 4.8 เป็น 4.1 ท้อง อีกทั้งยังมีช่วงอายุนานถึงผสมสั้นกว่า (Saito *et al.*, 2011) อายุของสุกรสาวที่เพิ่มขึ้นมีผลทางด้านลบกับอายุการใช้งานของสุกรและเพิ่มโอกาสในการคัดทิ้ง (Schukken *et al.*, 1994) ระยะเวลาการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิตมีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับลักษณะจำนวนลูกหย่านมและอายุที่คลอดครั้งแรกปานกลาง ขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ของระยะเวลาหย่านมถึงผสมกับระยะเวลาการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิต (Serenius *et al.*, 2008)

3. โภชนะ (nutrient)

การที่แม่สุกรได้รับโภชนะที่เพียงพอต่อความต้องการในช่วงการอู่นท้องและช่วงการเลี้ยงลูกจะช่วยส่งเสริมให้แม่สุกรมีอายุการใช้งานที่นานขึ้นและส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งโภชนะในอาหารที่ไม่เพียงพอส่งผลให้เกิดอาการขาเจ็บในแม่สุกร (lameness) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งในการคัดทิ้งสุกร ส่วนโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตในอาหารยังไม่ทราบกลไกแน่ชัด แต่แร่ธาตุในอาหารมีความเกี่ยวข้องกับกระดูก (Van Riet *et al.*, 2013) แคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารแม่สุกรมีผลกระทบโดยตรงต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร โดยมีความสัมพันธ์กับอาการลุกไม่ขึ้นของแม่สุกร (downer sow syndrome)

ซึ่งหากแม่สุกรได้รับแคลเซียมและฟอสฟอรัสไม่เพียงพอจากการกินอาหารน้อยลง แคลเซียมและฟอสฟอรัสจะถูกสลายออกจากกระดูก โดยจะสลายออกมากจากส่วนที่เป็นกระดูกซี่โครงและกระดูกเชิงกราน (rib and pelvis) ทำให้มีโอกาสที่กระดูกอ่อนแอและอาจแตกร้าวได้ส่งผลให้แม่สุกรเกิดอาการลุกไม่ขึ้นได้ (Rozeboom and Johnston, 2001) ในแม่สุกรที่มีน้ำหนักครอกหย่านมมากกว่า 60 กก. ที่ 21 วัน ควรได้รับแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เพียงพอ (Mahan and Newton, 1995) การวางกลยุทธการให้อาหารในการเพิ่มไขมันสำรองของร่างกายสามารถช่วยเพิ่มอายุการใช้งานในแม่สุกรที่เป็นมีเนื้อแดงมากได้ (O'Dowd *et al.*, 1997) นอกจากนี้การให้อาหารพลังงานสูงระหว่างตั้งท้องและเลี้ยงลูกสามารถลดจำนวนวันหย่านมถึงเป็นสัดได้ (Coffey *et al.*, 1994)

4. ระยะเวลาในการเลี้ยงลูก (lactation length)

แม่สุกรต้องการพลังงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตน้ำนมในช่วงเลี้ยงลูก หากแม่สุกรมีการสะสมไขมันหรือมีการกินได้ในช่วงเลี้ยงลูกต่ำจะส่งผลทำให้แม่สุกรได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจึงจำเป็นต้องนำพลังงานที่สะสมไว้มาใช้ เพื่อสร้างน้ำนม หากมีการสลายไขมันและโปรตีนในร่างกายมากเกินไป อาจมีผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ โดยพบว่าแม่สุกรที่สูญเสียน้ำหนักตัวมากเกินไปในช่วงเลี้ยงลูก จะมีช่วงหย่านมถึงเป็นสัดยาวนานขึ้น (Clowes *et al.*, 2003) สุกรที่คัดทิ้งส่วนใหญ่มีช่วงวันเลี้ยงลูกสั้นกว่าแม่สุกรที่อยู่ในฝูงปกติ โดยแม่สุกรที่เลี้ยงลูก 7 วันหรือน้อยกว่ามีเปอร์เซ็นต์สูงที่จะกลับสัดไม่ปกติเมื่อเทียบกับแม่สุกรที่เลี้ยงลูก 14-16 วัน ซึ่งระยะเวลาเลี้ยงลูกที่สั้นมีผลทางลบต่ออายุการใช้งานของแม่สุกร (Xue *et al.*, 1997; Koketsu *et al.*, 1995)

5. ความแข็งแรงของขาและกีบ (feet and leg soundness)

ปัจจุบันสุกรได้ถูกพัฒนาปรับปรุงพันธุกรรมให้มีประสิทธิภาพการผลิตและการสืบพันธุ์ให้ดีขึ้น อีกทั้งให้ความสำคัญของอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ความแข็งแรงของขาและกีบก็เป็นลักษณะโดยอ้อมอีกอันหนึ่งที่

ใช้ในการคัดเลือกปรับปรุงให้สุกรมีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น ซึ่งปัญหาขาและกีบก็เป็นอีกสาเหตุของการคัดทิ้งสุกร และมีผลต่อความเสี่ยงให้สุกรถูกคัดทิ้งเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นและมีผลต่ออัตราการคัดทิ้ง (Tarrés *et al.*, 2006b) ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะโครงสร้างขาที่มีค่าต่ำถึงปานกลาง 0.07-0.31 และมีความสัมพันธ์ในทางลบกับลักษณะจำนวนวันเลี้ยงและความหนาไขมันสันหลัง (Nikkilä *et al.*, 2013a; Serenius *et al.*, 2001) ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตและความหนาไขมันมีผลต่ออายุการใช้งานสุกรเช่นกัน (Yazdi *et al.*, 2000) ดังนั้นการคัดเลือกสุกรสาวทดแทนที่มีลักษณะความแข็งแรงของขาจึงมีความสำคัญ หากสุกรสาวทดแทนมีโครงสร้างขาไม่แข็งแรงอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ได้ โดยโครงสร้างขาและกีบที่ไม่แข็งแรงเป็นสาเหตุการเกิดปัญหาขาเจ็บในสุกร จากรายงานของ (Pluym *et al.*, 2013) พบว่า สุกรที่เป็นแผลที่กีบมีโอกาสพบมัมมี่ (mummified fetuses) มากกว่าสุกรที่มีสุขภาพดีถึงสองเท่า อาการเจ็บปวดจากแผลที่กีบและแผลอักเสบ (inflammation) อาจทำให้แม่สุกรกินอาหารลดลงส่งผลต่อคะแนนรูปร่าง (body condition) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดมัมมี่ในแม่สุกร (Knauer *et al.*, 2006) อีกทั้งยังสามารถถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกได้ โดยเฉพาะในฝูงสุกรปุ๋ยาพันธุ์ และส่งผลต่ออายุการใช้งานให้สั้นลง (Nikkilä *et al.*, 2013b) นอกจากนี้ปัญหาขาเจ็บ (lameness) และแผลที่กีบ (claw lesion) ก็เป็นอีกสาเหตุในการคัดทิ้งของแม่สุกรก่อนที่จะถึงลำดับท้องที่ 3 ซึ่งเป็นการคัดทิ้งสุกรที่อายุน้อยและถูกคัดทิ้งก่อนที่แม่สุกรจะให้ผลผลิตสูงสุด (Anil *et al.*, 2009)

การปรับปรุงพันธุ์ลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกร

การปรับปรุงพันธุ์ลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกร ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์มากนัก แต่ในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากอายุการใช้งานของแม่สุกรส่งผลกระทบต่อต้นทุนและประสิทธิภาพการผลิต จึงถูกนำเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในแผนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งสามารถแยกตามลักษณะที่ใช้ในการคัดเลือกหรือแยกตามวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลักษณะที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกร

การคัดเลือกปรับปรุงลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกรสามารถคัดเลือกโดยตรง (direct selection) จากลักษณะจำนวนวันที่อยู่ในฝูง ลำดับท้องที่คัดทิ้ง หรือการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิต และ การคัดเลือกโดยอ้อม (indirect selection) จากลักษณะที่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสูง เช่น การคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูงในช่วงที่กำหนด และ ความอ่อนแอของกีบและขา เป็นต้น การคัดเลือกจากลักษณะโดยตรง เช่น จำนวนวันที่อยู่ในฝูงนั้นจะรวมเอาวันที่ไม่ให้ผลผลิต (non-productive days) อยู่ด้วยซึ่งเป็นสิ่งที่เราไม่ต้องการ อีกทั้งใช้ระยะเวลานานในการเก็บข้อมูลตลอดช่วงชีวิตของสุกร ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยเทคนิคทางสถิติและโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่สามารถนำข้อมูลที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ (censored) มาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย (Serenius and Stalder, 2006) การคัดเลือกจากลักษณะโดยอ้อมนี้อาศัยความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสองลักษณะที่สามารถวัดได้ตั้งแต่ช่วงต้นของสุกร ซึ่งไม่จำเป็นต้องรอเก็บข้อมูลเมื่อสุกรถูกคัดทิ้งหรือเวลาที่กำหนด เช่น ลักษณะความแข็งแรงของขา (leg soundness traits), ลักษณะทางการสืบพันธุ์ (reproductive traits) ความสัมพันธ์ของลักษณะความแข็งแรงของขา เช่น ลักษณะของข้อขาหน้าที่โค้งงอ (bucked kneed) และ ขอหลังอ่อนแอ (weak rear legs) มีความสัมพันธ์ทางลบกับการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิต (López-Serrano *et al.*, 2000) ลักษณะทางการสืบพันธุ์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับอายุการใช้งานแม่สุกร เช่น อายุที่คลอดครั้งแรก (age at first farrowing) ช่วงหย่านมถึงเป็นสัดหลังหย่านม (wean to estrus interval) (Serenius *et al.*, 2008)

เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกร

ในการประเมินค่าความแปรปรวนและค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อใช้ในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value; EBV) ลักษณะอายุการใช้งานที่ใช้ในการคัดเลือกดังที่กล่าวมาแล้ว

สามารถแยกตามลักษณะการวัดข้อมูลได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ลักษณะที่เก็บข้อมูลแบบต่อเนื่อง (continuous traits) เป็นการเก็บข้อมูลเป็นตัวเลขต่อเนื่อง เช่น จำนวนวันตั้งแต่ววันที่คลอดท้องแรกถึงวันที่ค้ำคั่งหรือถึงวันที่ศึกษา หรือจำนวนวันการให้ผลผลิตตลอดช่วงชีวิต ผู้วิจัยจำเป็นต้องเก็บบันทึกข้อมูลวันที่สุกรเข้าฝูงหรือวันที่สุกรคลอดท้องแรกและวันที่และสาเหตุที่แม่สุกรถูกคัดออกจากฝูง แบบที่ 2 ลักษณะที่เก็บข้อมูลแบบ ไบนารี (binary traits) เป็นการให้รหัสข้อมูลเป็น 0 หรือ 1 โดยที่รหัส 0 คือ แม่สุกรยังคงอยู่ในฝูงหรือคงอยู่ถึงลำดับท้องที่ 1, 2 และ 3 ส่วนรหัส 1 คือ แม่สุกรที่ไม่คงอยู่ในฝูงหรืออยู่ไม่ถึงลำดับท้องที่ 1, 2 และ 3 เช่น การแสดงการคงอยู่หรือไม่อยู่ในฝูงในช่วงที่กำหนด (stayability) (Mote *et al.*, 2009; Serenius *et al.*, 2006b) ซึ่งลักษณะข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยโมเดลทางสถิติ (statistical model) เพื่อประเมินพันธุกรรมต่อไป

ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลทางสถิติของลักษณะอายุการใช้งานสามารถจำแนกได้ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 การวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้น (linear model analysis) เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินลักษณะอายุการใช้งานสามารถใช้ การวิเคราะห์ด้วยโมเดลสัตว์หลายลักษณะ (multiple-trait animal model) ในข้อมูลที่บ้านทิกแบบ stayability หรือ ไบนารี โมเดลการอยู่รอด (stayability model) ข้อมูลที่มีการบันทึกซ้ำสามารถนำไปใช้วิเคราะห์อัตราซ้ำ (repeatability) หรือ โมเดลรีเกรสชันสุ่ม (random regression model) ในการวิเคราะห์ linear model การแปลผลคุณค่าการผสมพันธุ์จะใช้หน่วยเช่นเดียวกันกับหน่วยของลักษณะนั้น ๆ (Meuwissen *et al.*, 2002; Veerkamp *et al.*, 1999) แบบที่ 2 การวิเคราะห์ด้วยโมเดลการอยู่รอด (survival model analysis) ในการวิเคราะห์อายุการใช้งานจะถูกให้ความหมายว่าโอกาสที่แม่สุกรถูกคัดทิ้งเมื่อเกิดเหตุการณ์ (failure rate at time t) เมื่อแม่สุกรยังคงอยู่หรือไม่คงอยู่ในฝูง ซึ่งในโมเดลสามารถใส่อิทธิพลคงที่ต่าง ๆ เข้าได้ร่วมวิเคราะห์ด้วย เช่น พันธุ์สัตว์ ฝูง-ปี-ฤดูกาลและอายุที่ผสมครั้งแรก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ด้วย proportional hazard model หรือ survival model analysis โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยทั่วไปเรียกว่า

Survival kit (Ducrocq *et al.*, 2010) นอกจากนี้ยังมีวิธีการวิเคราะห์แบบ Multivariate Bayesian analysis of Gaussian สามารถนำสัตว์ที่ยังคงอยู่ในฝูงหรือไม่สถานะร่วมในการประเมินได้ และใช้ประโยชน์จากลักษณะที่เป็นแบบ categorical trait ในการประเมิน (co) variance parameter ด้วย อีกทั้งยังลดเวลาในการคำนวณอีกด้วย (Korsgaard *et al.*, 2003) จากตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ LPL และ LTP ของแม่สุกรพบว่าจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ survival analysis ให้ค่าอัตราพันธุกรรมสูงกว่าวิเคราะห์ด้วยวิธี linear model ซึ่งวิธีการ survival analysis จะเหมาะสมกว่าในการประเมินลักษณะอายุการใช้งานสุกรเนื่องจากสามารถเอาข้อมูลของแม่สุกรที่ยังไม่คัดออกจากฝูง (censored) ถูกนำมาร่วมวิเคราะห์กับแม่สุกรที่ถูกคัดทิ้งแล้ว (uncensored) และเมื่อประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ลักษณะอายุการใช้งานด้วยวิธีการ survival analysis จะให้ความแม่นยำในการประเมินสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามวิธีการ survival analysis มีข้อจำกัดในการคำนวณโมเดลสัตว์หลายลักษณะ ที่ต้องนำเอาลักษณะอายุการใช้งานประเมินร่วมกับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ซึ่งจากการประเมินด้วยวิธีการ linear model สามารถจะวิเคราะห์โมเดลสัตว์หลายลักษณะได้ และพบว่าลักษณะอายุการใช้งานมีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) กับลักษณะขนาดครอก ระยะห่างการคลอด และลักษณะโครงสร้างขา (leg conformation) (Serenius and Stalder, 2004)

การใช้เทคโนโลยีทางด้านอนุพันธุศาสตร์ได้มี การค้นหาเครื่องหมายพันธุกรรม (genetic makers) สำหรับคัดเลือกอายุการใช้งานของแม่สุกรพบความสัมพันธ์เครื่องหมายพันธุกรรมยีน Chemokine (C-C motif) receptor 7 (CCR7) สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องหมายในการคัดเลือกปรับปรุงลักษณะการอยู่รอดของแม่สุกร ถึงลำดับท้องที่ 1 และ ยีน Insulin-like growth factor binding protein 1 (IGFBP1) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางการสืบพันธุ์ และ ยีน Carnitine palmitoyltransferase 1A (CPT1A) ที่มีความสัมพันธ์ทั้งการอยู่รอดของแม่สุกรและลักษณะทางการสืบพันธุ์ด้วย (Mote *et al.*, 2009)

Table 3 Analysis method to evaluate sow longevity

Country	Breed	Trait	Analysis method	h^2	References
Finland	Landrace	Length of Productive life	Multivariate Bayesian analysis of Gaussian, right censored	0.22	Serenius <i>et al.</i> (2008)
Finland	Landrace, Large White	1. Length of Productive life	Survival Analysis, Linear Animal Model	0.16-0.19 0.05-0.10	Serenius and Stalder (2004)
Germany	Landrace, Large White	2. Overall leg action Stayability - STAY12 - STAY13	Linear Animal Model Survival Analysis	0.06-0.07 0.07-0.08 0.10-0.11	López-Serrano <i>et al.</i> (2000)
Spain	Duroc	Length of Productive life	Survival Analysis	0.05-0.07	Sevilla <i>et al.</i> (2008)
Sweden	Landrace	Length of Productive life	Survival Analysis	0.11-0.27	Yazdi <i>et al.</i> (2000)
Sweden	Crossbred	1. Length of Productive life	Linear Animal Model,	0.06-0.12 0.04-0.05	Engblom <i>et al.</i> (2009)
		2. Lifetime production	Survival Analysis	0.03-0.08	
		3. Piglets born alive in parity 1	Linear Animal Model	0.06-0.12	
		4. Stayability - STAY12 - STAY13	Linear Animal Model Linear Animal Model	0.03-0.04 0.05-0.06	
USA	Commercial	1. Lifetime production	Linear Animal Model	0.14	Nikkilä <i>et al.</i> (2013a)
		2. Removal parity	Linear Animal Model	0.16	
		3. Lifetime reproductive Traits - Lifetime total number born - Lifetime number born alive - Number born alive per lifetime days	Linear Animal Model	0.16 0.17 0.16	
Finland	Landrace	Overall leg action	Linear Animal Model	0.02-0.19	Serenius <i>et al.</i> (2001)
	Large White		Linear Animal Model	0.01-0.19	

นอกจากนี้ลักษณะขาอ่อนแอ (leg weakness) ที่เกิดจากกระบวนการเสื่อมในกระดูกและเนื้อเยื่อกระดูกอ่อน (osteochondrosis) ยังพบว่ามียีนที่เกี่ยวข้องคือ Keratin 8 (*KRT8*) Fas-associated factor 1 (*FAF1*) และ Parathyroid hormone type I receptor (*PTH1R*) โดยยีน *KRT8* มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นมวลกระดูก (bone mineral density) และยีน *FAF1* มีความสัมพันธ์กับคะแนนของ osteochondrosis ที่ได้จากการสำรวจ และยีน *PTH1R* มีนัยสำคัญกับการแสดงปฏิกริยาร่วมระหว่างยีน (dominance effects) ต่อคะแนนของ osteochondrosis (Rangkasenee *et al.*, 2013) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ Marker-assisted selection ในการคัดเลือกปรับปรุงลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกรได้

ความเป็นไปได้ในการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีอายุการใช้งาน

ในการปรับปรุงอายุการใช้งานของแม่สุกร จาก การตรวจเอกสารมีการรายงานค่าอัตราพันธุ์กรรมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ตารางที่ 3) แสดงว่าลักษณะอายุการใช้งานมีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุ์กรรม ในการประเมินพันธุ์กรรมลักษณะอายุการใช้งานของแม่สุกร สามารถใช้การวิเคราะห์ด้วย linear model หรือการวิเคราะห์ด้วย survival model analysis ซึ่งให้ความแม่นยำในการประเมินกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ในการประเมินควรจะนำข้อมูลลักษณะการให้ผลผลิตและลักษณะทางการสืบพันธุ์เข้ามาช่วยในการประเมินด้วย เพื่อความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ การใช้เครื่องหมายพันธุ์กรรม

(genetic makers) ร่วมในคัดเลือกอายุการใช้งานของแม่สุกรโดยเฉพาะลักษณะความแข็งแรงของขาช่วยปรับปรุงให้ความก้าวหน้าทางพันธุกรรมได้รวดเร็วและมีความแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งช่วยให้ได้แม่สุกรมีความแข็งแรงทนทาน (robust sow) สามารถให้ผลผลิตได้ยาวนานมากขึ้น

สรุป

การเพิ่มอายุการใช้งานของแม่สุกรเป็นโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกร มีหลายปัจจัยส่งผลต่อการคัดเลือกแม่สุกร เช่น โภชนะ สภาพแวดล้อมโรงเรือน พันธุกรรมและการจัดการต่าง ๆ ทั้งหมดนี้เป็นความท้าทายในการทำให้อายุการใช้งานของแม่สุกรเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงการนำเอาเทคโนโลยีด้านการปรับปรุงพันธุ์มาใช้ในการเพิ่มอายุการใช้งานและผลผลิตตลอดชั่วอายุของแม่สุกรมีความเป็นไปได้ และนอกจากนี้ ต้องให้ความสำคัญการเลี้ยง การให้อาหารและการจัดการอื่น ๆ เพื่อเป็นการช่วยส่งเสริมให้สุกรสามารถแสดงศักยภาพออกมาให้มากที่สุดอีกด้วย

การตรวจเอกสารครั้งนี้พบว่าอายุการใช้งานของแม่สุกรเป็นลักษณะที่มีความซับซ้อนมีหลากหลายปัจจัยที่มากเกี่ยวข้องกับผลผลิตตลอดชั่วอายุของแม่สุกร ดังนั้นกุญแจสำคัญในการปรับปรุงอายุการใช้งานและผลผลิตของแม่สุกรให้ยาวนานขึ้น คือการปรับปรุงพันธุกรรมสุกรและการจัดการสภาพแวดล้อมควบคู่กัน ดังนั้น การปรับปรุงพันธุกรรมสุกรสามารถเลือกลักษณะที่ใช้ในการปรับปรุงได้ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมร่วมกับการใช้เทคนิคในการวิเคราะห์คุณค่าการผสมพันธุ์ อีกทั้งยังสามารถให้เทคโนโลยีทางด้านอนุพันธุศาสตร์มาช่วยในการคัดเลือกสุกรขาอ่อนแอ (leg weakness) ที่เกิดจากกระบวนการเสื่อมในกระดูกและเนื้อเยื่อกระดูกอ่อน (osteochondrosis) โดยใช้ Marker-assisted selection เช่น Keratin 8 (*KRT8*) Fas-associated factor 1 (*FAF1*) และ Parathyroid hormone type I receptor (*PTH1R*) ช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น การจัดการสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่ไม่ได้คือการให้ความสำคัญทางด้านโภชนะสุกรสาวควรได้รับแคลเซียมและ

ฟอสฟอรัสให้เพียงพอ สภาพแวดล้อมโรงเรือนการเลี้ยงดู และการจัดการต่าง ๆ เช่น การเตรียมความพร้อมให้แก่สุกรสาวทั้งทางด้าน ระบบสืบพันธุ์ น้ำหนักตัว อายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และคัดเลือกสุกรสาวทดแทนที่มีโครงสร้างขาและกีบแข็งแรง ที่จะส่งเสริมการปรับปรุงอายุการใช้งานและผลผลิตตลอดชั่วอายุของแม่สุกรในประเทศไทยยาวนานขึ้นสามารถก้าวสู่การแข่งขันในประชาคมอาเซียนอย่างมั่นคงในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- Akos, K., and G. Bilkei. 2004. Comparison of the reproductive performance of sows kept outdoors in Croatia with that of sows kept indoors. *Livestock Production Science* 85: 293-298.
- Anil, S. S., L. Anil, and J. Deen. 2009. Effect of lameness on sow longevity. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 235: 734-738.
- Boyle, L., F. C. Leonard, B. Lynch and P. Brophy. 1998. Sow culling patterns and sow welfare. *Irish Veterinary Journal incorporating Irish Veterinary Times* 51: 354-357.
- Clowes, E. J., F. X. Aherne, A. L. Schaefer, G. R. Foxcroft, and V. E. Baracos. 2003. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. *Journal of Animal Science* 81: 1517-1528.
- Coffey, M. T., B. G. Diggs, D. L. Handlin, D. A. Knabe, C. V. Maxwell, P. R. Noland, T. J. Prince, and G. L. Gromwell. 1994. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. S-145 Committee on Nutritional Systems for Swine

- to Increase Reproductive Efficiency. *Journal of Animal Science* 72: 4-9.
- Ducrocq, V., J. Sölkner, and G. Mészáros. 2010. Survival Kit v6-A software package for survival analysis. In 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.
- Engblom, L., N. Lundeheim, A. -M. Dalin, and K. Andersson. 2007. Sow removal in Swedish commercial herds. *Livestock Production Science* 106: 76-86.
- Engblom, L., N. Lundeheim, M. del P. Schneider, A.-M. Dalin, and K. Andersson. 2009. Genetics of crossbred sow longevity. *Animal*. 3: 783-790.
- Gaughan, J. B., R. D. A. Cameron, G. McL. Dryden, and M. J. Josey. 1995. Effect of selection for leanness on overall reproductive performance in Large White sows. *Journal of Animal Science* 61: 561-564.
- Han, I. K., P. Bosi, Y. Hyun, J. D. Kim, K. S. Sohn, and S. W. Kim. 2000. Recent advances in sow nutrition to improve reproductive performance. 335-355.
- Jørgensen, B., and M. T. Sørensen. 1998. Different rearing intensities of gilts: II. Effects on subsequent leg weakness and longevity. *Livestock Production Science* 54: 167-171.
- Knauer, M. T., K. J. Stalder, L. Karriker, C. Johnson, and L. Layman. 2006. Factors influencing sow culling. *Proc NSIF Ann Mtg*. 31: 2915-2922.
- Koketsu, Y., G. D. Dial, W. E. Marsh, J. E. Pettigrew and V. L. King. 1995. Path analysis of factors affecting feed intake and reproductive performance in lactating sows. *Journal of Animal Science* 72: (Supplement 1). 333 (Abstract).
- Koketsu, Y. 2000. Retrospective analysis of trends and production factors associated with sow mortality on swine-breeding farms in USA. *Preventive Veterinary Medicine* 46: 249-256.
- Korsgaard, I., M. Lund, D. Sorensen, D. Gianola, P. Madsen and J. Jensen. 2003. Multivariate Bayesian analysis of Gaussian, right censored Gaussian, ordered categorical and binary traits using Gibbs sampling. *Genetics Selection Evolution* 35: 159.
- López-Serrano, M., N. Reinsch, H. Looft and E. Kalm. 2000. Genetic correlations of growth, backfat thickness and exterior with stayability in large white and landrace sows. *Livestock Production Science* 64: 121-131.
- Lucia, T., Jr, G. D. Dial, and W. E. Marsh. 2000. Lifetime reproductive and financial performance of female swine. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 216: 1802-1809.
- Mahan, D. C. and E. A. Newton. 1995. Effect of initial breeding weight on macro- and micromineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype. *Journal of Animal Science* 73: 151-158.
- Mote, B. E., K. J. Koehler, J. W. Mabry, K. J. Stalder, and M. F. Rothschild. 2009. Identification of genetic markers for productive life in commercial sows. *Journal of Animal Science* 87: 2187-2195.
- Meuwissen, T. H. E., R. F. Veerkamp, B. Engel and S. Brotherstone. 2002. Single and multitrait estimates of breeding values for survival using sire and animal models. *Journal of Animal Science* 75: 15-24.

- Nikkilä, M. T., K. J. Stalder, B. E. Mote, M. F. Rothschild, F. C. Gunsett, A. K. Johnson, L. A. Karriker, M. V. Boggess and T. V. Serenius. 2013a. Genetic associations for gilt growth, compositional, and structural soundness traits with sow longevity and lifetime reproductive performance. *Journal of Animal Science* 91: 1570-1579.
- Nikkilä, M. T., K. J. Stalder, B. E. Mote, M. F. Rothschild, F. C. Gunsett, A. K. Johnson, L. A. Karriker, M. V. Boggess and T. V. Serenius. 2013b. Genetic parameters for growth, body composition, and structural soundness traits in commercial gilts. *Journal of Animal Science* 91: 2034-2046.
- O'Dowd, S., S. Hoste, J. T. Mercer, V. R. Fowler and S. A. Edwards. 1997. Nutritional modification of body composition and the consequences for reproductive performance and longevity in genetically lean sows. *Livestock Production Science* 52: 155-165.
- Pluym, L. M., A. Van Nuffel, S. Van Weyenberg and D. Maes. 2013. Prevalence of lameness and claw lesions during different stages in the reproductive cycle of sows and the impact on reproduction results. *Animal* 7: 1174-1181.
- Rangkasenee, N., E. Murani, R. Brunner, K. Schellander, M. U. Cinar, A. M. Scholz, H. Luther, A. Hofer, S. Ponsuksili and K. Wimmers. 2013. KRT8, FAF1 and PTH1R gene polymorphisms are associated with leg weakness traits in pigs. *Molecular Biology Reports* 40: 2859-2866.
- Van Riet, M. M. J., S. Millet, M. Aluwé and G. P. J. Janssens. 2013. Impact of nutrition on lameness and claw health in sows. *Livestock Production Science* 156: 24-35.
- Rodriguez-Zas, S. L., B. R. Southey, R. V. Knox, J. F. Connor, J. F. Lowe and B. J. Roskamp. 2003. Bioeconomic evaluation of sow longevity and profitability. *Journal of Animal Science* 81: 2915-2922.
- Rozeboom D. W. and L. J. Johnston. 2001. Nutritional Aspects of Sow Longevity. (online). Available: <http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PIGFactsheets/NEWfactSheets/07-01-01g.pdf> (Aug. 10, 2013).
- Saito, H., Y. Sasaki and Y. Koketsu. 2011. Associations between age of gilts at first mating and lifetime performance or culling risk in commercial herds. *Journal of Veterinary Medical Science* 73: 555-559.
- Sasaki, Y. and Y. Koketsu. 2008. Sows having high lifetime efficiency and high longevity associated with herd productivity in commercial herds. *Livestock Production Science* 118: 140-146.
- Sasaki, Y. and Y. Koketsu. 2011. Reproductive profile and lifetime efficiency of female pigs by culling reason in high-performing commercial breeding herds. *Journal of Swine Health and Production* 19: 284-291.
- Sehested, E. 1996. Economy of sow longevity. *Proceedings of Nordiska Jordbruksforskarens Förening, Seminar no. 265. Research Centre Foulum, Denmark*, pp. 101-108.
- Schukken, Y. H., J. Buurman, R. B. Huirne, A. H. Willemse, J. C. Vernooy, J. Van den Broek, and J. H. Verheijden. 1994. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. *Journal of Animal Science* 72: 1387-1392.

-
- Serenius, T., M.-L. Sevón-Aimonen, and E. Mäntysaari. 2001. The genetics of leg weakness in Finnish Large White and Landrace populations. *Livestock Production Science* 69: 101-111.
- Serenius, T., K. J. Stalder, and M. Puonti. 2006a. Impact of dominance effects on sow longevity. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 123: 355-361.
- Serenius, T. and K. J. Stalder. 2004. Genetics of length of productive life and lifetime prolificacy in the Finnish Landrace and Large White pig populations. *Journal of Animal Science* 82: 3111-3117.
- Serenius, T. and K. J. Stalder. 2006a. Selection for sow longevity. *Journal of Animal Science* 84: E166-E171.
- Serenius, T., K. J. Stalder, T. J. Baas, J. W. Mabry, R. N. Goodwin, R. K. Johnson, O. W. Robison, M. Tokach, and R. K. Miller. 2006b. National Pork Producers Council Maternal Line National Genetic Evaluation Program: A comparison of sow longevity and trait associations with sow longevity. *Journal of Animal Science* 84: 2590-2595.
- Serenius, T., K. J. Stalder and R. L. Fernando. 2008. Genetic associations of sow longevity with age at first farrowing, number of piglets weaned, and wean to insemination interval in the Finnish Landrace swine population. *Journal of Animal Science* 86: 3324-3329.
- Sevilla, X. F. de, E. Fàbrega, J. Tibau and J. Casellas. 2008. Effect of leg conformation on survivability of Duroc, Landrace, and Large White sows. *Journal of Animal Science* 86: 2392-2400.
- Tarrés, J., J. P. Bidanel, A. Hofer and V. Ducrocq. 2006a. Analysis of longevity and exterior traits on Large White sows in Switzerland. *Journal of Animal Science* 84: 2914-2924.
- Tarrés, J., J. Tibau, J. Piedrafita, E. Fàbrega and J. Reixach. 2006b. Factors affecting longevity in maternal Duroc swine lines. *Livestock Production Science* 100: 121-131.
- Tummaruk, P., N. Lundeheim, S. Einarsson and A. -M. Dalin. 2001. Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Animal Reproduction Science* 66: 225-237.
- Veerkamp, R. F., S. Brotherstone, T. H. E. Meuwissen. 1999. Survival analysis using random regression models. *InterbullBull.* 26: 36-40
- Xue, J., G. D. Dial, W. E. Marsh and T. Lucia. 1997. Association between lactation length and sow reproductive performance and longevity. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 210: 935-938.
- Yazdi, M., L. Rydhmer, E. Ringmar-Cederberg, N. Lundeheim and K. Johansson. 2000. Genetic study of longevity in Swedish Landrace sows. *Livestock Production Science* 63: 255-264.
-

ดัชนีบทความในวารสารเกษตร ฉบับที่ 1 และ 2 ปีที่ 31 (2558)

ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2558	หน้า
รูปแบบสถาปัตยกรรมปากทางเข้ารังของชันโรง <i>Tetragonula laeviceps</i> (Smith) Species Complex (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) ในประเทศไทยและมาเลเซียตะวันตก	1
ชีววิทยาของด้วงเมล็ดกาแฟ <i>Araecerus fasciculatus</i> (De Geer) (Coleoptera: Anthribidae) ในกระเทียมและการควบคุมโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	11
การออกแบบกับดักฟีโรโมนเพศสังเคราะห์เพื่อควบคุมผีเสื้อหนอนใยผักในการผลิตกะหล่ำปลีนพื้นที่สูง	21
การใช้ของเสียจากการผลิตครั้งเม็ดเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ 1. ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและระยะเวลาการเก็บต่อคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ครั้ง	31
การใช้น้ำออกซิไดซ์ที่ผ่านการแยกด้วยไฟฟ้าในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักอินทรีย์	39
การยับยั้งอะฟลาทอกซิน ปี 1 โดยการใช้สายพันธุ์ไม่ผลิตสารพิษของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i>	47
ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง	59
สมรรถภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบซากของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก	69
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไก่ลดไขมันโดยใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัม	77
บทความปริทัศน์:	
การจัดการทางโภชนาการสำหรับการอนุบาลและการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	89
ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2558	
ผลของการเสริมสาหร่าย <i>Schizochytrium</i> sp. ในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ปรากฏของโภชนาสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพของไข่ไก่	107
ผลของระดับกลีเซอรินดิบในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อของแพะขุน	121
ผลของการเสริมหนอนนกต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ ต้นทุนและผลตอบแทน ของการเลี้ยงเม่นแคระ	135
การชักนำให้เกิดต้นสเปวพลอยด์โดยการเพาะเลี้ยงรังไข่ของข้าวสาลีพันธุ์ลูกผสมกลับ	145
Rathu Heenati/KDML105//Chai Nat 1	
ความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตของพริกที่ใช้แม่พันธุ์รักษาเพศผู้เป็นหมัน	155
สัณฐานวิทยาเมล็ดและสารประกอบโพลีฟีนอลของลำไย	167
ผลของกรด 3,5,6-ไตรคลอโร-2-ไพริดิโนลออกซิอะซิติกและกลูโคสต่อการเติบโตและคุณภาพผลของส้มโพนธุ์ทองดี	177
ผลของความยาวก้านใบเลี้ยงและระยะเวลาในการบ่มต่อการพัฒนาจาวตาลโตเนด	187
ชีววิทยาของเพลี้ยจักจั่นฝ้ายและประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงสำหรับการควบคุมในมะเขือม่วง	193
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของแมลงศัตรูกาแฟอาราบิกาในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย	203
เงื่อนไขฐานรากในการเข้าสู่อาชีพเกษตรกรรมของเกษตรกรและบุตรหลานเกษตรกร	215
บทความปริทัศน์:	
การเพาะเลี้ยงโคฟีพอดเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนในโรงเพาะฟัก	225



ใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตร
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว (ชื่อ).....(สกุล).....

ในฐานะ ☐ ส่วนบุคคล

☐ องค์การ/หน่วยงาน (ชื่อ).....

การสื่อสารที่ติดต่อได้ ☐ โทรศัพท์..... ☐ โทรศัพท์มือถือ.....

☐ แฟกซ์..... ☐ e-mail.....

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร :

.....
.....

มีความประสงค์บอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรเป็นเวลา (เห็นการเป็นสมาชิกตามระยะเวลาที่ต้องการ)

☐ สมาชิก 1 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 300 บาท

☐ สมาชิก 2 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 600 บาท

☐ สมาชิก 5 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 1,500 บาท

พร้อมนี้ข้าพเจ้าได้จัดส่ง ☐ ธนาณัติ ☐ โอนเงิน ☐ เงินสด มูลค่า.....บาท

☐ ธนาณัติสั่งจ่ายในนาม : คุณลลิตยา นุ่มมีศรี

ที่ทำการประโยชน์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50202

☐ โอนเงินเข้าบัญชีออมทรัพย์ ธนาคารกรุงไทย สาขามหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชื่อบัญชี Journal of Agriculture Chiangmai University เลขที่บัญชี 456-0-18544-1

พร้อมแฟกซ์หลักฐานการโอนเงิน มายังหมายเลขโทรศัพท์ 053-944090 ต่อ 12 หรือสแกนส่งทาง

e-mail : agjournal22@gmail.com

หมายเหตุ :

1. ส่งใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรไปที่ : กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202
2. ท่านที่ประสงค์จะส่งชื่อวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสั่งซื้อได้ในราคาฉบับละ 100 บาท (รวมค่าจัดส่ง)

นโยบายวารสารเกษตร: ออกตรงเวลา-พัฒนาระดับ impact factor- ผู้เขียนบทความที่ส่งลงตีพิมพ์ต้องสมัครเป็นสมาชิก

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

- ชื่อวิทยาศาสตร์ คำขึ้นต้นให้ใช้อักษรตัวใหญ่ และใช้อักษรตัวเอน
Meloidogyne incognita
- ชื่อเฉพาะ ให้ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่ทุกคำ
Berdmann, Marschner
- ภาษาอังกฤษทั้งในวงเล็บและนอกวงเล็บ ให้ใช้ตัวเล็ก
completely randomized design , (transition period)
- ดัชนี ให้ใช้อักษรตัวใหญ่ทั้งหมด และควรมีคำเต็มบอกไว้ในการใช้ครั้งแรก
(randomized complete block design, RCBD)
- หัวข้อเรื่อง ให้ขึ้นด้วยอักษรตัวใหญ่
Abstract, Introduction
- คำแรกทีตามหลัง คำสำคัญ ให้ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่
Keywords : Mango, chlorophyll

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งบทความ Online เท่านั้น ได้ที่

<http://web.agri.cmu.ac.th/agjournal/submission/>

การบอกรับเป็นสมาชิก

บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง

การตอบรับบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร ต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

** กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

** The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 31, Issue 3 September - December 2015

Intersubgeneric Crossability of some Paphiopedilum Species Wicharuj Tongkham, Nuttha Potapohn and Chantalak Tiyaon.....	241
Effects of NAA, IBA and Kind of Stem on Rooting of Physic Nut Stem Cutting Piyanath Pagamas and Anongphat Hemala.....	251
Tendency of Salt Tolerance in Siw Gliang and Paya Luem Kaeng Rice Cultivars Derived from Tissue Culture Plantlets Rattana Khamrit.....	259
Effects of Wood Vinegar and Manure on Growth, Yield and Seed Quality of Hom Mali Rice Wanida Wattanaphayapkul.....	269
Insect and Spider Diversity in Irrigated Paddy Fields at Phitsanulok Province Veerayutt Soinark, Weerathep Pongprasert, Somchai Tanasinchayakul, Wichai Sorapongpisal and Kanita Kertsuk.....	281
Screening on Potential Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin for Controlling Brown Planthopper in Paddy Field Araya Bunsak, Weerathep Pongprasert, Sawai Buranapanichpan and Jiraporn Kulsarin.....	291
Efficiency of Antagonistic Bacterium Bacillus megaterium Strain No.16 for Controlling Sheath Blight Disease of RD6 Rice Variety Pilunthana Thapanapongworakul and Sarawit Saimongkol.....	301
Effects of Marigold Extracts for Controlling Root-knot Nematodes of Tomato Pornasuk Chaisuk.....	311
Application of Yellow Sticky Traps and GAP Recommended Insecticide for Insect Pest Control in Green Soybean Production in Chiang Mai Province Tupthai Norsuwan, Jaturong Pongmanee, Rapeepong Kasensoontron Kularb Utasuk and Waewjan Pongjanta.....	319
Omega-3 Fatty Acids Production and Ruminal Degradability of Recombinant Saccharomyces cerevisiae Harboring Fatty Acid Desaturase 2 Gene (FAD2) Soparak Khemarach, Supamit Mekchay and Saowaluck Yammeun-ar.....	329
Survey of Sheep Production Situation and Nutritive Value Study of Plants for Sheep Raising in Pattani Province Thaintip Kraiprom and Abdulloh Samae.....	339
Effects of Synbiotics Supplementation on Broiler Productive Performance and Economic Return Manatsanun Nopparatmaitree, Warangkana Kitpipit, Chawalit Phuengpathomphorn, Sarawut Mongphuank, Ekkamon Kamonlapworaku, Nattaya Banglarp and Saowapar Khiangngam.....	349
Review Article: Key Points to Improve Sow Longevity and Productive Life Suppasit Plaengkaeo and Monchai Duangjinda.....	367