



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2557

ผลของเชื้อแอกติโนไมซีส์จากดินต่อการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

สาเหตุโรคแอนแทรคโนส ของสตรอว์เบอร์รีที่ต้านทานต่อคาร์เบนดาซิม

วรุฒม์ ใจปิ่น และ สรัญญา ณ ลำปาง.....1

ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Nomuraea* และ *Metarhizium* สาเหตุโรคแมลง

ในการควบคุมหนอนกระทู้ผักของดอกดาวเรือง

ภัทรดนัย ชัยสวัสดิ์ จิราพร กุลสาริน ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และ สิริญา คัมภีโร.....11

การจำแนกชนิดและชีววิทยาของผีเสื้อศัตรูยาสูบในโรงเก็บ

กาญจนา โกตีทิพย์ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ไสว บุรณพานิชพันธุ์

ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ และ ประณิธิพร เอมโอรส.....21

ฟิตเนสคอสต์ของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ในหนอนใยผัก

กฤษณา สุเมธะ และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง.....29

ผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน

วันเพ็ญ โลหะเจริญ ศิลวัต พัฒนินคม ปราณี เกียรติประทับใจ วีรดา ธงงาม

อิทธิสุนทร นันทกิจ ไสระยา ร่วมรังษี และ จุฑามาส คุ่มชัย.....39

การดูดตันของท่อลำเลียงในก้านดอกกล้วยไม้ บัวหลวง และพุทธรักษา

ปริยาภรณ์ ลีธิตี ลพ ภวภูตานนท์ และ วชิรญา อิ่มสบาย.....49

ระบบเกษตรอินทรีย์ในบริบทของเศรษฐกิจพอเพียง: กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์

ในเขตลุ่มน้ำแม่มิ จังหวัดเชียงใหม่

ตะวัน ห่างสูงเนิน พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ อวอร์ด โอภาสพัฒน์กิจ และ รุจ ศิริสัญญาลักษณ์.....61

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอ

ในโครงการสถานพัฒนา การเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยแบแล อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

พงศ์วิชัย กันทะวงศ์ และ วรทัศน์ อินทรคัมพร.....71

ผลกระทบของการเปิดเขตการค้าเสรี ไทย-จีน ต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ธนสิน เค้นเจริญกุล และ รุจ ศิริสัญญาลักษณ์.....79

การพัฒนาเครื่องกลั่นกรองสำหรับการตากแห้งข้าวเปลือกในฟิลิปปินส์

เบญจมิน สเทราเบือะ อันนา ซัลวาเทียร์รา มาร์คัส เนเคิ้ล ทอม เดอ บรูน มาร์ติน กุมเมิร์ส

สงวนศักดิ์ ธนพูลพงษ์ และ เยลซิม มุลเลอร์.....89

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

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) ให้อธิบายละเอียดวิธี อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results) ให้อธิบายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

3.7 วิจารณ์ (Discussion) ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมติฐาน หรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไรและด้วยเหตุใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้ วิจารณ์อาจนำไปรวมกับผลการศึกษาเป็นผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

5.1 ในเนื้อเรื่องไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล 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 ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคนห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

วันทนา มุฑิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเซีย. 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 ชาตรี สิทธิกุล และ เขียวลักษณ์ จันทร์บาง. 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) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อ. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. ใน: ชื่อบรรณานุกรม, (บก.) ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โอเดียสแควร์, 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 มณีพชร. 2547. ผลของการใช้อินชอนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด. ทัศนคติ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปลาน้ำจืดในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ชื่อ Website (วันเดือนปีที่สืบค้นข้อมูล).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th/proster/nondin/html> (21 เมษายน 2548).

Linardakis, D.K. and B.I. Manios. 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	ผศ.ดร.เกวลิณ คุณาศักดากุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Vice Editor	Kaewalin Kunasakdakul, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
กองบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ	ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ณัฐา โพธารมณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.สุนทร คำยอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.บุศรา ลีมนิรันดร์กุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.ฉันทลักษณ์ ตียายน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.จิรวรรณ กิจชัยเจริญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.วรรณพร ทะพิงค์แก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศ.ดร.จรัญ จันทลักขณา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Editorial Board (Academic)	Surin Nilasamranchit, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University 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 Budsara Limnirankul, Ph.D., Chiang Mai University Yaowaluk Chanbang, Ph.D. Chiang Mai University Chantalak Tiyyayon, Ph.D. Chiang Mai University Jirawan Kitchaicharoen, Ph.D. Chiang Mai University Wanaporn Tapingkae, Ph.D. Chiang Mai University Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof. Kasetsart University Metha Wanapat, Ph.D., Prof. Khon Kaen University

	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 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช ผศ.ดร.เพ็ญพร เจนการกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผศ.ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รศ.ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	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., Assoc. Prof. Nation Institute of Development Administration
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Editorial Board Vilaiporn Thammat
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวณัฐนันท์ ปารมี นายมานพ เปี้ยพรรณ	(Management)Nuttanun Paramee Manop Pearpun
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 15 โทรสาร 0 5394 4666 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 4666 E-mail: agjournal@cmu.ac.th
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอก รับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อ กองบรรณาธิการโดยตรง	Membership Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

วารสารเกษตรกร์ขึ้นปีที่ 30 แล้วครับ ดังนั้นในปีนี้มีปรับเปลี่ยนเวลาการออกวารสารเพื่อให้เป็นสากลมากขึ้น คือ ฉบับที่ 1 ระหว่างมกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 ระหว่างพฤษภาคม-สิงหาคม และฉบับที่ 3 ระหว่างกันยายน-ธันวาคม ฉบับที่ 1 ของปีที่ 30 จึงเริ่มต้นเร็วกว่ากำหนดเดิม 1 เดือน แต่เนื้อหาบทความวิจัยยังคงความเข้มข้นมากขึ้นอีกด้วย

จะฝากข่าวดีให้กับท่านผู้อ่านทุกท่านในปีที่ผ่านมา มีผู้เสนอบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตรกร์ โดยเป็นบุคลากรจากหน่วยงานภายนอกเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซนต์ นี่เป็นการแสดงให้เห็นว่าวารสารเกษตรกร์เป็นวารสารที่ได้รับความสนใจ การไว้วางใจจากผู้ส่งบทความมากขึ้น เพราะไม่เพียงแต่กระบวนการตรวจสอบบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น แต่รวมไปถึงการออกวารสารได้ตรงตามเวลาอีกด้วย ยังคงเหลืออีกเล็กน้อยที่วารสารจะเสริมความเป็นสากลมากขึ้น คือ การรับ-ส่งบทความ ทาง On-line ที่ทางกองบรรณาธิการยังคงปรับปรุงและพัฒนาระบบสารสนเทศด้านนี้อยู่

สำหรับบทความในวารสารเกษตรกร์ ฉบับที่ 1 ปีที่ 30 นั้น มีบทความวิจัยจำนวน 10 เรื่องด้วยกัน เป็นบทความ พืชสวน 2 เรื่อง พืชไร่ 1 เรื่อง โรคพืช 2 เรื่อง กีฏวิทยา 2 เรื่อง และส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร 3 เรื่อง สำหรับบทความทางด้านพืชไร่ คือ การพัฒนาเครื่องกลึงกลีบสำหรับตากแห้งข้าวเปลือกในฟิลิปปินส์ เป็นบทความภาษาอังกฤษซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่เราเองคงจะต้องรู้ว่าในประเทศฟิลิปปินส์เขาทำอย่างไร เพราะปีหน้าแล้วที่ประเทศไทยจะเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)

ผมขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้นำเสนอบทความที่ดีและเป็นประโยชน์ เพื่อที่จะได้นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป นับว่าเป็นผลงานวิชาการเพื่อรับใช้สังคมโดยเฉพาะปีนี้ในปีเฉลิมฉลองครบ 50 ปี แห่งการจัดตั้งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พบกันใหม่ในฉบับหน้าครับ

ศ.ดร. สัญชัย จตุรสิทธา
บรรณาธิการวารสารเกษตรกร์

ผลของเชื้อแอคติโนมัยซีสจากดินต่อการเจริญของเชื้อรา
Colletotrichum gloeosporioides สาเหตุโรคแอนแทรคโนส
ของสตรอว์เบอร์รี่ที่ต้านทานต่อคาร์เบนดาซิม

Effect of Soil Actinomycetes on Growth of
Carbendazim-resistance *Colletotrichum gloeosporioides*
Causing Strawberry Anthracnose

วรุตม์ ใจปิ่น^{1/} และ สรัญยา ณ ลำปาง^{1/}
Waroot Jaipin^{1/} and Sarunya Nalumpang^{1/}

Abstract: Sixty three isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* causing strawberry anthracnose were collected from Samoeng, Muang, Mae Rim and Mae Chame districts, Chiang Mai province. Thirty-one of isolates showed highly resistance (HR) to carbendazim fungicide phenotype, and another five and twenty-seven isolates showed weakly resistance (WR) and sensitive (S), respectively. Six isolates of actinomycetes, i.e; NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 and NSP6, collected from Suthep-Pui National Park, were tested for their antifungal activity against *C. gloeosporioides* Cg_MCL8 (representative of highly resistance group) by dual culture method. All of six actinomycetes isolates could inhibit the mycelial growth of the tested fungus in range 76.18-79.52%. Then, actinomycetes grown in culture media as cell suspensions and culture filtrate, were tested for inhibitory effect on conidial germination of pathogen by slide culture technique, and showed percentage in range of 52.38-67.16% and 51.10-61.69%, respectively. Moreover, both cell suspensions and culture filtrate treated could inhibit conidial germination with time in term of delay germination. The elongation of cell suspensions treated germ tube at 6 h were 117.66 µm in length, and 133.90 µm in culture filtrate treated, while control were 261.90 µm in length. Moreover, both cell suspensions and culture filtrate caused abnormality of spore germination.

Keywords: Soil actinomycetes, *Colletotrichum gloeosporioides*, strawberry anthracnose

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: เก็บรวบรวมเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รี่จากแปลงปลูกในเขตอำเภอ สะเมิง อำเภอเมือง อำเภอแมริม และอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ได้เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* จำนวน 63 ไอโซเลท เมื่อทดสอบความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม พบเชื้อราที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัด เชื้อราในระดับสูง (HR) ระดับต่ำ (WR) และอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม (S) จำนวน 31, 5 และ 27 ไอโซ เลท ตามลำดับ จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนไมซีตจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 ซึ่งเป็นเชื้อแอคติโนไมซีตที่แยกจากดินบริเวณป่าอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย ในการยับยั้งการ เจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลท Cg_MCL8 ซึ่งเป็นตัวแทนของเชื้อราในกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อ สารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อแอคติโนไมซีตทั้ง 6 ไอโซเลท มี ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราอยู่ในช่วง 76.18-79.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ แอคติโนไมซีตที่เลี้ยงในอาหารเหลวในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate ในการยับยั้งการงอกสปอร์ของ เชื้อรา ด้วยวิธี slide culture พบว่าเมื่อผ่านไป 6 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราอยู่ในช่วง 52.38- 67.16 และ 51.10-61.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังพบว่าเชื้อแอคติโนไมซีตที่เลี้ยงในอาหารเหลวในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate มีผลในการช่วยชะลอการงอกของ germ tube ซึ่งความยาวของ germ tube ในชุด ทดสอบมีความยาวเท่ากับ 117.66 และ 133.90 μm ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีความยาว germ tube เท่ากับ 261.90 μm อีกทั้งยังมีส่วนทำให้การงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคมีลักษณะผิดปกติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

คำสำคัญ: แอคติโนไมซีตจากดิน *Colletotrichum gloeosporioides* โรคแอนแทรคโนสสตรอว์เบอร์รี่

คำนำ

สตรอว์เบอร์รี่จัดเป็นไม้ผลชนิดหนึ่งที่มีการปลูก กระจายกันทั่วโลก ตั้งแต่แถบขั้วโลกลงมาถึงพื้นที่ในเขตร้อน (ณรงค์ชัย, 2543) ผลสตรอว์เบอร์รี่นอกจากใช้ รับประทานผลสดแล้วยังสามารถแปรรูปในเชิง อุตสาหกรรม เช่น แยม ไวน์ สตรอว์เบอร์รี่อบแห้ง เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541) สำหรับในประเทศไทยมี พื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ เช่น บางอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย และพื้นที่ใน บางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดเลย และเพชรบูรณ์ ประเทศไทยมีการส่งออกผลสตรอว์เบอร์รี่ ในเชิงอุตสาหกรรมไปยังต่างประเทศ และสามารถทำ รายได้หลายร้อยล้านบาทต่อปี (ณรงค์ชัย, 2543) แต่การ ปลูก สตรอว์เบอร์รี่มักประสบปัญหาเรื่องโรคและแมลงเข้า ทำลายหลายชนิดด้วยกัน โรคที่มีความสำคัญ เช่น โรค แอนแทรคโนส โรครากเน่าโคนเน่า โรคผลเน่า โรคราสีเทา เป็นต้น โดยเฉพาะโรคแอนแทรคโนส ซึ่งสามารถเข้า ทำลายทุกส่วนของสตรอว์เบอร์รี่ ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ ต่ำจนไม่สามารถนำออกจำหน่ายได้ สร้างความเสียหาย

แก่มูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก (Mass, 1988) การ ควบคุมโรคแอนแทรคโนสส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมฉีดพ่น สารเคมีประเภทดูดซึมโดยเฉพาะสารในกลุ่มเบนซิมิดาโซล ได้แก่ คาร์เบนดาซิม และ เบนนิมิล เป็นต้น (ณรงค์ชัย, 2543) แต่การใช้สารเคมีประเภทดังกล่าวเมื่อใช้ติดต่อกัน เป็นระยะเวลานาน มีผลให้เชื้อราเกิดการปรับตัว กลายเป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ซึ่งลักษณะการต้านทานเหล่านี้สามารถถ่ายทอดสู่รุ่น ลูกหลาน เกิดการเพิ่มจำนวน และแพร่ระบาดภายใน แปลงปลูก (ธรรมศักดิ์, 2543) โดยปัจจุบันพบเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่สร้างความต้านทานต่อสารป้องกัน กำจัดเชื้อราในกลุ่มเบนซิมิดาโซลขึ้นแล้วในหลายประเทศ (Peres et al., 2004; Ma and Michailides, 2005; Tashiro et al., 2012) เมื่อเชื้อราเกิดการปรับตัวเป็นสาย พันธุ์ที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำให้เกษตรกร ประสบปัญหาไม่สามารถควบคุมการเกิด และแพร่ระบาด ของโรคได้ จึงต้องใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราในปริมาณที่ เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นการเพิ่ม ต้นทุนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการควบคุมโรค โดยชีววิธีจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมี

อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากการใช้สารเคมีได้ (เกษม, 2532) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้เชื้อแอกติโนไมซีสจากดินที่มีบทบาทในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ทำให้เกิดความสมบูรณ์ทางระบบนิเวศ (Takizawa et al., 1993) มาควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รีเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช และลดปัญหาการต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะในสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้สารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รี

เก็บรวบรวมตัวอย่างใบ ไหล และผลสตรอว์เบอร์รีที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส จากแหล่งปลูกสตรอว์เบอร์รี 4 แหล่ง ได้แก่ อำเภอสะเมิง อำเภอเมือง อำเภอแมริม และอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting method บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) จากนั้นเก็บเชื้อราที่แยกได้ส่วนหนึ่งไว้ในอาหาร PDA ในหลอดเฉียง (slant) เพื่อใช้เป็น stock culture สำหรับศึกษาต่อไป

การประเมินระดับความต้านทานของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิม

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ได้แก่ 0.1, 1, 10, 100, 500 (อัตราแนะนำ) และ 1,000 mg/l จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อราแต่ละไอโซเลต แล้วย้ายเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบการเจริญของโคโลนีเชื้อรากับชุดควบคุมคืออาหาร PDA ที่ไม่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำการ

ทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บันทึกการเจริญของเชื้อรา โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา และประเมินระดับความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ sensitive (S) คือเชื้อราที่สามารถเจริญได้บนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมที่ระดับความเข้มข้น 0-1 mg/l, ระดับ weakly resistance (WR) คือเชื้อราที่เจริญได้บนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมที่ระดับความเข้มข้น 1-10 mg/l, ระดับ moderately resistance (MR) คือเชื้อราที่เจริญได้บนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมที่ระดับความเข้มข้น 10-100 mg/l และระดับ highly resistance (HR) คือเชื้อราที่เจริญได้บนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมที่ระดับความเข้มข้น 100-1,000 mg/l [ดัดแปลงตามหลักเกณฑ์ของ Koenraad et al. (1992) และ Peres et al. (2004)]

ประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนไมซีสในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

นำเชื้อแอกติโนไมซีสจำนวน 6 ไอโซเลต ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 ซึ่งแยกได้จากดินบริเวณป่าอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย (วรรณมน, 2553; ณัฐพงษ์, 2553) และผ่านการทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ของพริก (วรรณมน, 2553) และเชื้อรา *Cercospora* sp. ของผักกาดหอม (ณัฐพงษ์, 2553) โดยเชื้อแอกติโนไมซีสทั้งหมดจัดอยู่ในจีนัส *Streptomyces* (Suwan et al., 2012) จากนั้นเลี้ยงเชื้อแอกติโนไมซีสบนอาหาร casein starch agar (CSA) เป็นเวลา 10 วัน แล้วใช้ไม้จิ้มฟันที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วแตะผงสปอร์ของเชื้อแอกติโนไมซีสที่ติดบนผิวหน้าอาหาร glucose yeast malt agar (GYM) ยาว 3 เซนติเมตร ห่างจากขอบจานอาหาร 2 เซนติเมตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน สำหรับการทดสอบวางชิ้นชิ้นเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลต Cg_MCL8 ซึ่งเป็นตัวแทนของเชื้อราในกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม

ระดับสูง (highly resistance; HR) ที่ได้จากการทดลองที่ 2 ลงบนผิวหน้าอาหาร GYM ห่างจากบริเวณที่ขีดเชื้อ แอคติโนไมซีส 5 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) บันทึกผลโดยวัดรัศมีโคโลนีเพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (percent inhibition of radial growth; PIRG) โดยใช้สูตร $PIRG = [(R_1 - R_2) / R_1] \times 100$ โดยที่ R_1 และ R_2 คือ ความยาวรัศมีของโคโลนีเชื้อราสาเหตุในชุดควบคุม และในชุดทดสอบ ตามลำดับ และตรวจสอบลักษณะเส้นใยของเชื้อราที่เจริญร่วมกับเชื้อแอคติโนไมซีส ภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยวิธี slide culture

ประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนไมซีสในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate ในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดยวิธี slide culture

การเตรียมเชื้อแอคติโนไมซีสโดยเลี้ยงเชื้อแอคติโนไมซีสที่เจริญบนอาหาร CSA ในอาหารเหลว enzyme production medium (EPM) ที่มีโคตินเป็นแหล่งคาร์บอน ปริมาตร 150 ml จำนวน 15 ชิ้น เชื้อ (culture disc) บ่มบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน จากนั้นนำอาหารเหลวมาปั่นเหวี่ยงแยกตะกอนออกด้วยความเร็ว 6,000 rpm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แบ่งอาหารเหลวออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคืออาหารเหลวในรูปของ cell suspension และส่วนที่ 2 นำอาหารเหลวส่วนใสที่ได้มากรองด้วยชุดกรองแบคทีเรีย (Minisart®) ขนาดรูเท่ากับ 0.22 µm เก็บไว้เป็นอาหารเหลวในรูปของ culture filtrate

เตรียมสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลท Cg_MCL8 ความเข้มข้น 10^5 spores/ml จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธี slide culture โดยนำอาหารเหลว EPM (ชุดควบคุม) และเชื้อแอคติโนไมซีสที่เลี้ยงในอาหารเหลวในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate ปริมาตร 50 µl ผสมลงในสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา ปริมาตร 50 µl เขย่าให้เข้ากันก่อนนำมาเกลี่ยบนผิวหน้าอาหาร PDA จากนั้นตัดชิ้น

อาหารให้มีขนาด 1x1 cm วางบนกระจกสไลด์ ทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 องศาเซลเซียส ประเมินผลโดยวัดเปอร์เซ็นต์ความงอก และความยาว germ tube ของสปอร์เชื้อรา ที่เวลา 6, 9, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า

ผลและวิจารณ์

การเก็บตัวอย่างเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รี

จากการแยกเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รีจากแปลงปลูกสตรอว์เบอร์รีในเขตจังหวัดเชียงใหม่ สามารถแยกเชื้อราสาเหตุได้ทั้งหมด 63 ไอโซเลท เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราที่แยกได้ โดยเลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่าเชื้อรามีลักษณะการเจริญของเส้นใยในช่วงแรกเป็นสีขาว เมื่อเวลาผ่านไปจะเปลี่ยนเป็นสีขาวอมเทา สีเทาไปจนถึงสีน้ำตาลตามอายุของเชื้อรา สร้างกลุ่มสปอร์ (spore mass) สีส้มบนโคโลนี เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบสปอร์เซลล์เดี่ยว สีไม่มีสี ขนาด $3.3-4.5 \times 13.5-17.8$ µm รูปร่างทรงกระบอกหัวท้ายมน (cylindrical) และสร้าง appressorium สีน้ำตาลอ่อน-เข้ม (ภาพที่ 1) เมื่อทำการจัดจำแนกตามหลักเกณฑ์ของ Sutton (1980) สามารถจัดจำแนกเป็นเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

การประเมินระดับความต้านทานของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิม

จากการทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิม จำนวน 63 ไอโซเลท พบว่าสามารถจัดกลุ่มเชื้อรา *C. gloeosporioides* ตามระดับความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิมได้ 3 กลุ่ม คือเชื้อราที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) จำนวน 31 ไอโซเลท เชื้อราที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา คาร์เบนดาซิมระดับต่ำ (WR) จำนวน 5 ไอโซเลท และเชื้อราที่อ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา



Figure 1 Morphological characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* causing strawberry anthracnose disease; (A) colony growth on potato dextrose agar for 10 days, (B) conidia (40X) and (C) appressorium (40X)

คาร์เบนดาซิม (S) จำนวน 27 ไอโซเลท ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของของ Tashiro *et al.* (2012) ที่ได้ทดสอบความต้านทานของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของลูกแพร์ญี่ปุ่นจำนวน 122 ไอโซเลท ต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราเบโนมิล (benomyl) และ ไธโอฟลานเมทิล (thiophanate methyl) โดยการวาง ขึ้นวุ้นเชื้อราลงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบเชื้อราที่อยู่ในระดับอ่อนแอต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อรา (S) จำนวน 12 ไอโซเลท และเชื้อราที่อยู่ในระดับต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราระดับสูง (HR) จำนวน 110 ไอโซเลท และจากการรายงานของ ธรรมศักดิ์ (2543) พบว่าเชื้อราสาเหตุโรคพืชสามารถเกิดความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่มเบนซิมิดาโซล (benzimidazole) ได้ เมื่อมีการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยทำให้เชื้อกลายพันธุ์ และต้านทานต่อสารกำจัดเชื้อราชนิดนั้น ๆ สอดคล้องกับการรายงานของ พรประพา และสร้อยยา (2553) ได้การศึกษาลักษณะของเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) ที่ระดับ genetic mutation โดยเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ตำแหน่งบางส่วนของยีนเบต้าทูบูลิน (*TUB2*) ด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) พบว่าเชื้อรากลุ่ม HR มีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนตรงตำแหน่ง codon 198 จาก glutamic acid (E) เป็น alanine (A) จึงส่งผลให้เชื้อราต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะ

การกลายพันธุ์ที่แสดงออกต่อสารคาร์เบนดาซิมในแปลงปลูก

ประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนไมซีสในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนไมซีสจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ซึ่งในการทดลองนี้ได้คัดเลือกทดสอบกับเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลท Cg_MCL8 ซึ่งเป็นตัวแทนของเชื้อราในกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) โดยวิธี dual culture บนผิวหน้าอาหาร GYM พบว่าเชื้อแอกติโนไมซีสทั้ง 6 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* อยู่ในช่วง 76.18-79.52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งถือว่าเชื้อแอกติโนไมซีสทั้ง 6 ไอโซเลท ที่นำมาทดสอบนี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ในระดับสูง (เกษม, 2532) ซึ่งจากการศึกษาของ พรนภา และคณะ (2554) ได้รายงานว่าเชื้อแอกติโนไมซีสทั้ง 6 ไอโซเลท นี้มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ไคตินเนสที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ และเมื่อตรวจสอบลักษณะของ เส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ในชุดทดสอบที่เจริญร่วมกับเชื้อแอกติโนไมซีสภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า โดยวิธี slide

Table 1 Efficacy of 6 actinomycetes isolates on inhibiting the mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides* isolate Cg_MCL8 by dual culture technique on glucose yeast malt agar (GYM) incubated for 10 days

Actinomycetes	Percent inhibition of colony growth ¹
NSP1	79.52 ^a
NSP2	76.18 ^a
NSP3	76.73 ^a
NSP4	77.61 ^a
NSP5	79.04 ^a
NSP6	78.57 ^a
%CV	2.06
LSD _{0.05}	2.85

¹ Average from 3 replications and means in a column followed by the same letter are not significantly different at P = 0.05

culture พบว่าปลายเส้นใยเชื้อราในชุดทดสอบถูกย่อยสลายทำให้บริเวณปลายเส้นใยเชื้อราที่มีขนาดสั้นเสมอกันไม่สามารถเจริญแผ่ขยายเส้นใยได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ El-tarabily *et al.* (2000) ที่ได้รายงานว่าเอนไซม์ β -1,3-glucanase และเอนไซม์ไคติเนสที่เชื้อแอคติโนไมซีส์สร้างขึ้นสามารถยับยั้งเชื้อรา *Sclerotinia minor* สาเหตุโรค basal drop ของผักกาดหอมได้ โดยเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้มีผลทำให้เส้นใยเชื้อราเหี่ยว แปร (plasmolysis) และทำให้เกิดการแตกสลายของผนังเซลล์ (lysis) ได้ โดยบทบาทของเอนไซม์ ไคติเนสจะย่อยสลายไคตินที่เป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์เชื้อรา

ประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ cell suspension และ culture filtrate ในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดยวิธี slide culture

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนไมซีส์ที่เลี้ยงในอาหารเหลวในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate จำนวน 6 ไอโซเลต ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 ซึ่งจากการตรวจนับโคโลนีหลังจากบ่มโดยการเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน พบว่าเชื้อแอคติโนไมซีส์มีปริมาณเท่ากับ 3.30×10^5 , 2.80×10^6 , 5.90×10^6 ,

4.40×10^5 , 1.52×10^6 และ 7.80×10^5 cfu/ml ตามลำดับเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลต Cg_MCL8 ซึ่งเป็นตัวแทนของเชื้อราในกลุ่มสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) พบว่าเชื้อแอคติโนไมซีส์ที่เลี้ยงในอาหารเหลวทั้ง 2 รูปแบบ มีผลต่อการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อราสาเหตุ โดยการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ cell suspensions มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อราสาเหตุได้ดีกว่าการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ culture filtrate ในทุกช่วงเวลา เนื่องจากการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ cell suspensions มีสปอร์ของเชื้อแอคติโนไมซีส์ปะปนอยู่ ดังนั้นสปอร์ของเชื้อจึงสามารถเจริญ และสร้างสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทดสอบได้ดีกว่าการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ culture filtrate ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ พรนภา และคณะ (2554) ที่ได้รายงานว่าการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ cell suspensions มีผลในการยับยั้งการงอกสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกที่สูงกว่าการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ culture filtrate ซึ่งจากการทดสอบเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง พบว่าการใช้อเชื้อแอคติโนไมซีส์ในรูปของ cell suspensions และ culture filtrate มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราอยู่ในช่วง 52.38-67.16 และ 51.10-61.69

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และมีความยาวของ germ tube อยู่ในช่วง 117.60-185.60 μm และ 133.90-203.50 μm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ germ tube มีความยาว 261.90 μm และเมื่อเวลาผ่านไปประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราจะค่อยๆ ลดลงไป ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าการใช้เชื้อแอคติโนมัยซีสทั้ง 2 รูปแบบ มีประสิทธิภาพในการทำให้เชื้อรามีการเจริญช้าลง และชะลอการงอกของสปอร์เชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Soares *et al.* (2006) ศึกษาพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสที่แยกได้จากดิน

สามารถผลิตสารทุติยภูมิซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย และยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Curvularia eragrostides* และ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคใบจุดมันในประเทศบราซิลได้ อีกทั้งยังพบว่าการใช้เชื้อแอคติโนมัยซีสทั้ง 2 รูปแบบ มีผลทำให้สปอร์เชื้อราที่มีข้อปล้องที่สั้น เนื่องจากช่วงของผนังกันระหว่างเซลล์ในเส้นใยสั้นลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และมีการแตกแขนงเส้นใยที่เจริญจากโคนเดียวผิดปกติ โดยพบการแตกแขนงของเส้นใยมากกว่ายี่สิบยวอกไปต่างจากเส้นใยของโคนเดียวในชุดควบคุม (ภาพที่ 3) ซึ่งสอดคล้อง

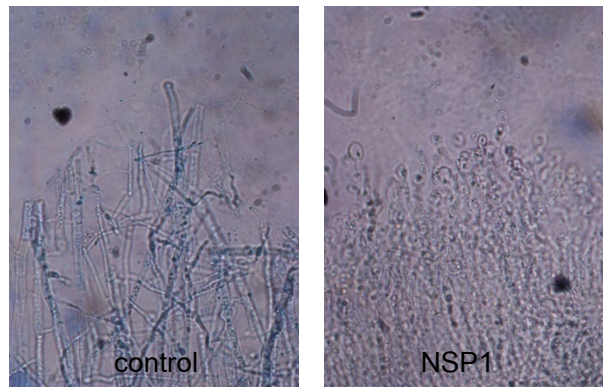


Figure 2 The mycelia of *Colletotrichum gloeosporioides* isolate Cg_MCL8 causing strawberry anthracnose on glucose yeast malt agar (GYM), hyphal plasmolysis and cell lysis (arrow) were found after treated with the actinomycetes isolate NSP1 compared to the normality mycelia in untreated control

Table 2 Efficiency of actinomycetes on conidial germination of *Colletotrichum gloeosporioides* isolate Cg_MCL8 on potato dextrose agar according to incubation periods

Actinomycetes	Percentage of conidial germination inhibition ¹							
	6 h		9 h		12 h		18 h	
	CS ²	CF	CS	CF	CS	CF	CS	CF
NSP1	62.68 ^{ab}	57.74 ^{ab}	47.36 ^{ab}	44.60 ^{ab}	28.52 ^a	24.97 ^a	8.78 ^{ab}	5.41 ^{ab}
NSP2	67.16 ^a	61.69 ^{ab}	52.25 ^a	47.01 ^{ab}	30.55 ^a	27.31 ^a	10.18 ^a	5.80 ^{ab}
NSP3	52.38 ^{ab}	51.10 ^b	40.95 ^{ab}	37.77 ^b	22.85 ^a	19.81 ^a	6.42 ^{ab}	3.70 ^{ab}
NSP4	54.64 ^{ab}	52.36 ^{ab}	43.86 ^{ab}	41.76 ^{ab}	26.34 ^a	21.72 ^a	7.32 ^{ab}	1.38 ^b
NSP5	60.66 ^{ab}	56.10 ^{ab}	45.49 ^{ab}	41.80 ^{ab}	22.90 ^a	21.11 ^a	6.12 ^{ab}	4.13 ^{ab}
NSP6	53.95 ^{ab}	52.93 ^{ab}	39.73 ^{ab}	34.48 ^b	24.27 ^a	21.03 ^a	7.10 ^{ab}	4.54 ^{ab}
%CV	16.13		17.74		30.59		87.05	
LSD _{0.05}	15.48		12.87		12.51		8.67	

^{1/} Average from 3 replications. Means in a column followed by the same letter are not significantly different at P = 0.05

^{2/} CS: cell suspensions, CF: culture filtrate

กับ ชิงชัย (2553) รายงานว่าเชื้อแอกติโนไมซีส์ที่เลี้ยงในอาหารเหลวมีผลทำให้สปอร์ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกมีลักษณะที่ผิดปกติ คือมีรูปร่างโป่งพอง และบวมออก

ความยาวของเส้นใยมีข้อปล้องที่สั้น และการงอกของเส้นใยจะเจริญเป็นกระจุก เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เส้นใยเจริญเป็นปกติ

Table 3 Effect of actinomycetes to germ tube length of *Colletotrichum gloeosporioides* isolate Cg_MCL8 on potato dextrose agar according to incubation periods

Actinomycetes	Length of germ tube (μm) ¹					
	6 h		9 h		12 h	
	CS ²	CF	CS	CF	CS	CF
NSP1	117.60 ³	133.90	260.40	310.10	414.40	499.60
NSP2	135.40	162.90	230.20	281.80	407.20	482.20
NSP3	169.10	176.00	279.50	318.80	445.80	556.60
NSP4	168.50	196.40	329.40	424.20	448.00	523.00
NSP5	162.70	198.80	391.20	426.30	485.80	708.50
NSP6	185.60	203.50	361.70	448.70	525.80	721.60

^{1/} Average from 3 replications non significant

^{2/} CS: cell suspensions, CF: culture filtrate

^{3/} Compared with germ tube length at 6 h = 261.90 μm , 9 h = 573.80 μm and 12 h = unmeasurable

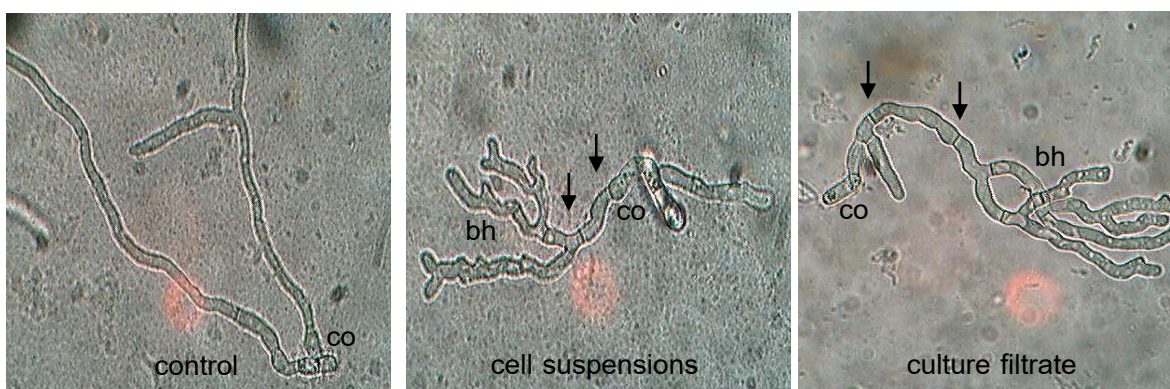


Figure 3 Abnormal growths, branchy hyphae (bh) and short septate hyphae (arrow), of *Colletotrichum gloeosporioides* isolate Cg_MCL8 conidia (co) after treated with cell suspensions and culture filtrate of isolate NSP1 for 12 hours compared to the normal growth of untreated control (40X)

สรุป

จากการแยกเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของสตรอว์เบอร์รีจากแหล่งปลูกสตรอว์เบอร์รีในอำเภอสะเมิง อำเภอเมือง อำเภอแมริม และอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ สามารถรวบรวมเชื้อราได้ทั้งหมด 63 ไอโซเลท เมื่อนำมาประเมินความต้านทานต่อการป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม พบเชื้อราสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อการป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) ระดับต่ำ (WR) และสายพันธุ์ที่อ่อนแอ (S) จำนวน 31, 5 และ 27 ไอโซเลทตามลำดับ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนไมซีสจำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ไอโซเลท Cg_MCL8 ซึ่งเป็นตัวแทนสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อการป้องกันกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมระดับสูง (HR) โดยวิธี dual culture พบว่า เชื้อแอกติโนไมซีสทั้ง 6 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราในระดับสูงอยู่ในช่วง 76.18-79.52 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้เชื้อแอกติโนไมซีสในรูปแบบของ cell suspensions และ culture filtrate เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา โดยวิธี slide culture พบว่าการใช้ cell suspensions และ culture filtrate ของเชื้อ แอกติโนไมซีส มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา โดยในทุกช่วงเวลาของการตรวจสอบผลพบว่าการใช้ cell suspensions มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงกว่าการใช้ culture filtrate ทุกไอโซเลท อีกทั้งยังพบว่าการใช้ cell suspensions และ culture filtrate มีผลในการชะลอการงอกของ germ tube และส่งผลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสปอร์เชื้อรา มีลักษณะที่ผิดปกติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาโรคพืช และห้องปฏิบัติการศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เชื้อเพื่อสถานที่ในการทำวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุน

ทุนวิจัยจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกองทุนไอยัง-บางกอกโพสต์ ภายใต้การดูแลของมูลนิธิบางกอกโพสต์

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2541. สตรอว์เบอร์รี. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.
- เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคโดยชีววิธี. คณะเกษตรและเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 326 หน้า.
- ชิงชัย ไชยศิริ. 2553. ประสิทธิภาพของเชื้อแอกติโนไมซีสในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 81 หน้า.
- ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธวัช. 2543. สตรอว์เบอร์รี: พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.
- ณัฐพงษ์ นวลดี. 2553. การวิเคราะห์พันธุกรรมและควบคุมเชื้อรา *Cercospora* spp. ที่ต้านทานสารคาร์เบนดาซิมโดยใช้เชื้อแอกติโนไมซีส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 164 หน้า.
- ธรรมศักดิ์ สมมาตรย์. 2543. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์ลินคอร์น, กรุงเทพฯ. 371 หน้า.
- พรนภา โตตรีชาติชาย ไชนงนุช และสร้อยยา ณ ลำปาง. 2554. ประสิทธิภาพของน้ำเลี้ยงเชื้อแอกติโนไมซีสในการควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร(พิเศษ) 42: 163-166.
- พรประพา คงตระกูล และสร้อยยา ณ ลำปาง. 2553. ลักษณะของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ต้านทานสารคาร์เบนดาซิม. วารสารเกษตร 26(3): 203-212.

- วรรณมน บุญยั้ง. 2553. การวิเคราะห์ลักษณะและควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่ต้านทานสารป้องกันกำจัด เชื้อราคาร์เบนดาซิมในพริก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 180 หน้า.
- El-tarabily, K. A., M. H. Soliman, A. H. Nassar, H. A. Al-Hassani, K. Sivasithamparam, F. McLenna and G. E. St. J. Hardy. 2000. Biological control of *Sclerotinia minor* using a chitinolytic bacterium and actinomycetes. *Plant Pathology* 49: 573-583.
- Koenraadt, K., S. C. Somerville and A. L. Jones. 1992. Characterization of mutations in the beta-tubulin gene of benomyl-resistance field isolation of *Venturia inaequalis* and other plant pathogenic fungi. *Phytopathology* 82(11): 1342-1354.
- Ma, Z. and T. J. Michailides. 2005. Advance in understanding molecular mechanism of fungicides resistance and molecular detection of resistance genotype in phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 24: 853-864.
- Mass, J. K. 1988. A Compendium of Strawberry Disease. The American Phytopathological Society. St. Pual, Minnesota. 98 p.
- Peres, N. A. R., N. L. Souza, T. L. Peever and L. W. Timmer. 2004. Benomyl sensitivity of isolation of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* from citrus. *Plant Disease* 88(2): 125-130.
- Soares, A. C. F., C. S. Souza, M. S. Garriodo, J. O. Perea and N.S. Almeida. 2006. Soil Streptomycetes with *in vitro* activity against the yam pathogen *Curvularia eragrostides* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Journal of Brazilian of Microbiology* 37: 451-461.
- Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes: Fungi Imperfecti with Pycnidia Acervuli and Stromata. Commonwealth Mycological Institute. Kew, UK. 696 p.
- Suwan, N., W. Boonying and S. Nalumpang. 2012. Antifungal activity of soil actinomycetes to control chilli anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Journal of Agricultural Technology* 8(2): 725-737.
- Takizawa, M., R. R. Colwell and R. T. Hill. 1993. Isolation and diversity of actinomycetes in the Chesapeake Bay. *Applied and Environmental Microbiology* 59: 997-1002.
- Tashiro, N., K. Manabe and Y. Ide. 2012. Emergence and frequency of highly benzimidazole-resistance *Colletotrichum gloeosporioides*, pathogen of Japanese pear anthracnose, after discontinued use of benzimidazole. *Journal of General Plant Pathology* 78: 221-226.

ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Nomuraea* และ *Metarhizium*
สาเหตุโรคแมลง ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก
ของดอกดาวเรือง

Efficacy of Entomopathogenic Fungi *Nomuraea* and
Metarhizium for Controlling Common Cutworm on Marigold

ภัทรดนัย ชัยสวัสดิ์^{1/} จิราพร กุลสาริน^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{1/}
และ สิริญา คัมภีโร^{1/}

Phattharadanai Chaisawas^{1/}, Jiraporn Kulsarin^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{1/}
and Siriya Kumpiro^{1/}

Abstract: Common cutworm (*Spodoptera litura* F.) cadavers infected by fungi and soil samples nearby marigold field in Chiang Mai Province were collected, cultured and isolated. Thirteen of *Nomuraea rileyi* were isolated from common cutworm cadavers and nine of *Metarhizium anisopliae* were isolated from soil samples nearby marigold field by baiting technique. Pathogenicity bioassay was performed. Spore suspensions containing 1×10^8 conidia/ml were sprayed on third instars larvae of common cutworm. The result showed that *N. rileyi*, CMU-NR4 isolate, showed the highest pathogenicity (100%) against third instars larvae of common cutworm with LT_{50} at 4.34 days. Meanwhile, *M. anisopliae*, CMU-MA5, isolated from soil sample was also high pathogenicity (74.00%) with LT_{50} at 6.81 days.

Keywords: Entomopathogenic fungi, marigold, common cutworm

^{1/} สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: การรวบรวมตัวอย่างหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* F.) ที่คาดว่าจะตายเนื่องจากเชื้อรา และดินบริเวณใกล้เคียงแปลงปลูกดาวเรืองในจังหวัดเชียงใหม่สามารถจำแนกเชื้อรา *Nomuraea rileyi* ได้จำนวน 13 ไอโซเลท จากตัวอย่างหนอนกระทู้ผัก และเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ได้จำนวน 9 ไอโซเลท จากตัวอย่างดินที่แยกได้โดยวิธีเหี่ยยอล่อทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค โดยพ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อราความเข้มข้น 1×10^8 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ลงบนหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ผลปรากฏว่าเชื้อรา *N. rileyi* ไอโซเลท CMU-NR4 ที่แยกได้จากตัวอย่างหนอนกระทู้ผักสามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้ดีที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่า LT_{50} เท่ากับ 4.34 วัน ส่วนเชื้อราที่แยกได้จากดิน *M. anisopliae* ไอโซเลท CMU-MA5 สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เฉลี่ย 74.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า LT_{50} เท่ากับ 6.81 วัน

คำสำคัญ: เชื้อราสาเหตุโรคแมลง ดาวเรือง หนอนกระทู้ผัก

คำนำ

ดาวเรืองเป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรมาช้านาน (Kessler, 1998) เนื่องด้วยชื่อที่เป็นสิริมงคล คล้องจองกับคำว่ารุ่งเรือง ซึ่งหมายถึงแตกฉาน ไฉ่ฉาง คนไทยจึงนิยมนำดาวเรืองร้อยเป็นพวงมาลัยเพื่อนำไปมอบให้กับผู้ที่เคารพ ไหว้บูชาพระ ประกอบเป็นบายศรี และใช้ประดับแจกันร่วมกับไม้ดอกชนิดอื่น ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่ปลูกง่าย สามารถปลูกได้ทั่วประเทศ ไทย (AmeriSeed Inc., 2011) ในปี พ.ศ. 2523 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกดาวเรือง 482.45 ไร่ จำนวนผู้ปลูก 2,226 ราย และมูลค่าการผลิต 14,473,500 บาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2524) ต่อมากรมส่งเสริมการเกษตร (2554) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2553 ดาวเรืองตัดดอกในประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกทั้งหมด 2,430.25 ไร่ จำนวนผู้ปลูก 879 ครัวเรือน ผลผลิตดาวเรืองที่เก็บได้ตลอดทั้งปีอยู่ที่ 22.19 ล้านกิโลกรัม มูลค่าการผลิตอยู่ที่ 745,395,683 บาท ปัจจุบันพบว่าประเทศไทยมีการปลูกดาวเรืองถึง 48 จังหวัด ทั่วประเทศ จังหวัดที่มีการปลูกดาวเรืองมากที่สุดคือ สระแก้ว บุรีรัมย์ อ่างทอง นครปฐม และนครราชสีมา แนวโน้มการผลิตดาวเรืองตัดดอกและมูลค่าการผลิตนั้นสูงขึ้นมากกว่าอดีต การปลูกดาวเรืองตัดดอกในจังหวัดเชียงใหม่ปัจจุบันมีผู้ปลูก 43 ครัวเรือน จำนวนพื้นที่ปลูก 62 ไร่ ผลผลิตดาวเรืองที่เก็บได้ตลอดทั้งปีอยู่ที่ 38,000 กิโลกรัม

หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm, *Spodoptera litura* F.) จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของดาวเรือง (ฤชอร, 2545; Pandey and Srivastava, 1967) ทำให้ความเสียหายให้กับดาวเรืองได้ทุกระยะตั้งแต่ระยะต้นกล้า ไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวดอก หนอนกระทู้ผักเข้าอาศัยอยู่ในกลีบดอก กัดกินจนกลีบดอกร่วง หรือทำให้ดอกเสียหาย ไม่สามารถนำดอกดาวเรืองจำหน่ายได้ ในการแก้ปัญหาการระบาดของหนอนกระทู้ผัก เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมี เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาการระบาดได้อย่างรวดเร็ว และทันเวลาที่ แต่การใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดผลเสีย และก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมามาก เช่น แมลงสร้างภูมิต้านทาน เกิดปัญหาสารพิษตกค้าง ก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกร เกิดการปนเปื้อนของสารพิษในสภาพแวดล้อม ดิน น้ำ อากาศ และทำให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ได้ (นวลรัตน์, 2547; Meyer, 1981; Howarth, 1992; Kogan, 1998) การใช้เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงนั้น เป็นวิธีที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (วิวัฒน์ และคณะ, 2551) ดังนั้นการใช้เชื้อราในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมปริมาณแมลง และลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง ส่งผลถึงให้ช่วยลดปัญหาสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในดอกดาวเรือง และยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมเชื้อราสาเหตุของโรคแมลงที่พบในหนอนกระทู้ผักหรือบริเวณที่พบหนอนกระทู้ผัก และทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับแมลง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การรวบรวมตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่เป็นโรค

เก็บรวบรวมตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่เป็นโรคตาย ในแปลงปลูกดาวเรืองตัดดอกของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่ตาย มีเส้นใย หรือสปอร์ของเชื้อราเจริญบริเวณผนังลำตัวบรรจุลงในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันตัวอย่างเสียหายและคงสภาพความสดของตัวอย่าง ทำการเก็บดินบริเวณที่พบแมลงตาย ลึกจากผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร ประมาณ 0.5 กิโลกรัม บรรจุถุงพลาสติกตัวอย่างที่เก็บได้ทั้งหมดทำการ บันทึกข้อมูลของสถานที่ วัน เดือน ปีและรหัสหมายเลขตัวอย่าง

2. การแยกเชื้อรา วิเคราะห์ และเพาะเลี้ยงเชื้อ

2.1 ตัวอย่างแมลง วางตัวอย่างแมลงที่เก็บมาจากการรวบรวมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Sabouraud Maltose Agar with Yeast extract (SMAY) และอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่เติมสารปฏิชีวนะ streptomycin เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย เมื่อเชื้อราเจริญเติบโต ทำการแยกเชื้อโดยใช้ cork borer เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรเจาะขึ้นส่วนของเชื้อรานำไปวางในอาหารเลี้ยงเชื้อ SMAY หรือ PDA อีกครั้งเพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.2 ตัวอย่างดิน แยกเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักโดยวิธีใช้เหยื่อล่อ (baiting technique) (Meyling, 2007) ด้วยการนำตัวอย่างดินที่เก็บได้จากแปลงดาวเรือง 150 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วฝาเกลียวขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิดสนิท ปรับความชื้นในดินให้ไว้ระหว่าง 75-85 เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำหนอน greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) อายุประมาณ 4 สัปดาห์ ภายหลังฟักออกจากไข่ ใส่ลงไปในดินที่อยู่ในขวดด้วยปากคีบ ปิดฝาให้สนิท บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 0.5 องศาเซลเซียส ไม่มีแสงสว่าง ตรวจผลหลังจากบ่มทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อตรวจพบหนอนตายที่คาดว่าเกิดจากเชื้อรา ให้ย้ายหนอนที่ตายไปแช่ลงในสารละลาย sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ นาน

3 นาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิว จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 นาที วางซากหนอนลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Sabouraud Dextrose Agar with Yeast extract (SDAY) และอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่เติมสารปฏิชีวนะ streptomycin เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย เมื่อเชื้อราเจริญเติบโต ทำการแยกเชื้อโดยใช้ cork borer เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรเจาะขึ้นส่วนของเชื้อรานำไปวางในอาหารเลี้ยงเชื้อ SDAY หรือ PDA อีกครั้งเพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.3 การเก็บรักษาเชื้อ ทำการเก็บรักษาเชื้อโดยวิธีการย้ายเชื้อราที่คาดว่าจะเปื้อนเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ทำให้บริสุทธิ์แล้วลงในหลอดอาหาร SMAY และ SDAY เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส เพื่อความสะดวกในการนำออกมาศึกษาลักษณะต่าง ๆ ทางสัณฐานวิทยาเพื่อการบ่งชี้สกุล (genus) และชนิด (species) ของเชื้อที่ถูกต้องเพื่อการนำไปศึกษาทดลองต่อไป

2.4 การบ่งบอกชื่อวิทยาศาสตร์ ใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นต้นเปรียบเทียบกับกุญแจสองทางและรูปวิธานประกอบคำบรรยายในหนังสือ Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites (Poinar and Thomas, 1984)

3. การเพาะเลี้ยงหนอนกระทู้ผัก

นำกลุ่มไข่หนอนกระทู้ผักจากแปลงปลูกดาวเรืองตัดดอกของเกษตรกรมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้อง เมื่อหนอนฟักออกจากไข่ทำการแยกหนอนใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง ให้ดอกดาวเรืองเป็นอาหาร ทำการเปลี่ยนอาหารทุกวัน ปริมาณของอาหารขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนของตัวหนอน ทำความสะอาดกล่องเลี้ยงแมลงทุกครั้งที่เปลี่ยนอาหาร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา

เมื่อหนอนเข้าดักแด้ เจริญเป็นตัวเต็มวัย นำตัวเต็มวัยไปปล่อยในกรงเลี้ยงแมลง ให้อาหารด้วยน้ำผึ้งหรือน้ำหวานความเข้มข้นประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ และนำต้นดาวเรืองใส่กระถางตั้งทิ้งไว้ในกรงเลี้ยงแมลง เพื่อให้เป็นที่พักและขยายพันธุ์ จนได้ปริมาณเพียงพอ เมื่อผีเสื้อวางไข่บนพืชอาหาร เก็บกลุ่มไข่ที่ไข่ในวันเดียวกัน

ออกมาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงจนฟักออกมาเป็นหนอนวัยที่ 1 แล้วแยกหนอนออกมาใส่กล่องเลี้ยงแมลง ทำการเลี้ยงต่อไปจนได้หนอนวัยที่ 3 จึงนำไปทดสอบกับเชื้อรา

4. การทดสอบความสามารถของเชื้อราในการทำให้เกิดโรครับแมลง

เพิ่มปริมาณเชื้อราที่ใช้ทำการทดสอบ ซึ่งแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้จากข้อ 2 โดย *Nomuraea rileyi* นำมาเลี้ยงในอาหาร SMAY และ *Metarhizium anisopliae* นำมาเลี้ยงในอาหาร SDAY นำเชื้อราที่มีอายุได้ 14 วัน มาทำการล้างสปอร์เชื้อรากับน้ำกลั่นแล้วใช้แท่งแก้วรูปตัว L ชูดผิวหน้าของเชื้อรา ผสมกับ Tween 80 เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่นี้ฆ่าเชื้อกรองสารแขวนลอยสปอร์ด้วยผ้าขาวบาง คำนวณหาความเข้มข้นด้วย hemacytometer ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^8 โคโคนิดต่อมิลลิเมตร ฉีดพ่นสารแขวนลอยสปอร์ลงบนตัวหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแต่ละเชื้อทำ 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ตัวหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 จำนวน 10 ตัว ในชุดควบคุม (untreated check) ใช้น้ำกลั่นผสมกับ Tween 80 เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่นี้ฆ่าเชื้อ เป็นตัวเปรียบเทียบ บันทึกจำนวนการตายของหนอนกระทู้ผักทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอว่าเป็นเชื้อราชนิดเดียวกันกับที่พ่น คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายและปรับเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริงด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) หากพบการตายของแมลงในชุดควบคุมและคำนวณหา Median Lethal Time (LT_{50}) โดยใช้โปรแกรม Logit PC

ผลและวิจารณ์

1. การรวบรวมตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่เป็นโรค

จากการรวบรวมหนอนกระทู้ผักที่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อราในแปลงปลูกดาวเรืองของเกษตรกร ตำบลดอนแก้ว ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม ตำบลมะขุนหวาน อำเภอสันป่าตอง และตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งในพื้นที่ดังกล่าวมีการส่งเสริมการปลูกดาวเรืองและพบหนอนกระทู้ผักบริเวณใบ และดอก

ดาวเรือง พบตัวอย่างหนอนที่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อราจำนวน 93 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างดินได้จำนวน 33 ตัวอย่าง นำตัวอย่างที่มาจากเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณและจำแนกเชื้อต่อไป

2. การแยกเชื้อรา วิเคราะห์ และเพาะเลี้ยงเชื้อ

จากการรวบรวมตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่ตายด้วยเชื้อรา และตัวอย่างดินจากแปลงปลูกดาวเรืองในจังหวัดเชียงใหม่ มาทำการแยกเชื้อและวินิจฉัยชนิดของเชื้อราในห้องปฏิบัติการพบว่า

2.1 หลังจากนำตัวอย่างหนอนกระทู้ผักที่ตายด้วยเชื้อรา มาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SMAY และ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 วัน ปรากฏเส้นใยของเชื้อรางอกออกมาจากตัวอย่างหนอนกระทู้ ซึ่งเชื้อราเจริญออกมาบริเวณรอบ ๆ ตัวอย่างหนอนแต่ไม่ได้แผ่ขยายออก หลังจากบ่มเชื้อทิ้งไว้ประมาณ 14 วัน เส้นใยเริ่มทำการสร้างสปอร์สีเขียวอ่อนจึงได้นำ loop แต่ละบริเวณสปอร์ของเชื้อ ทำการ streak plate เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อ และทำการแยกเชื้อราจนได้เชื้อราที่บริสุทธิ์

2.2 การแยกเชื้อราจากตัวอย่างดิน โดยใช้เหยื่อล่อ (baiting technique) (Meyling, 2007) ตรวจการตายของหนอน greater wax moth หลังจากบ่มทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าหนอนตายโดยมีเส้นใยสีขาวแทงขึ้นตามผนังลำตัว จากนั้นนำไปบ่มต่อพบว่า ตัวหนอนมีสปอร์ของเชื้อราสีเขียวเข้มปกคลุมทั่วตัวจึงย้ายหนอนที่ตายแช่ลงในสารละลาย sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 นาที วางซากหนอนบนอาหาร SDAY และ PDA หลังจากบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 วัน พบเส้นใยของเชื้อราสีขาวเจริญอยู่รอบ ๆ ตัวอย่างหนอน หลังจากบ่มเวลา 14 วัน พบเชื้อรามีการสร้างสปอร์สีเขียวเข้ม จึงได้นำ cork borer เจาะชิ้นส่วนของเชื้อรามาไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SDAY และ PDA เพื่อความบริสุทธิ์ของเชื้อรา

เมื่อทำการแยกเชื้อจากตัวอย่างหนอนกระทู้ผัก และตัวอย่างดินจนได้เชื้อราที่บริสุทธิ์แล้ว นำเชื้อราที่แยกได้จนบริสุทธิ์มาทำ slide culture เพื่อตรวจดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงตาม ฤกษ์แสงของ

ทางและรูปวิธานประกอบคำบรรยายในหนังสือ Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites ของ Poinar and Thomas (1984) พบว่าเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างหนอนกระทู้ผักคือ *Nomuraea rileyi* และเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างดินคือ *Metarhizium anisopliae* จากการจำแนกชนิดของเชื้อราสามารถจำแนกเชื้อรา *N. rileyi* ได้จำนวน 13 ไอโซเลท และ *M. anisopliae* ได้จำนวน 9 ไอโซเลท (ตารางที่ 1)

3. การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

จากการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่แยกได้จากตัวอย่างหนอนจำนวน 13 ไอโซเลท และตัวอย่างดินจำนวน 9 ไอโซเลท ที่เก็บได้จากแปลงดาวเรืองในจังหวัดเชียงใหม่ ทำการพ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อราความเข้มข้น 1×10^8 โคโรเดียต่อมิลลิลิตร ตามงานทดลองของ Srisukchayakul *et al.* (2005) และ Trizelia and Nurdin (2010) กับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 พบว่าหลังจากการพ่นเชื้อราสาเหตุโรคแมลง 3-5 วัน ตัวหนอนเริ่มมีอาการเคลื่อนไหวช้าลง กินอาหารน้อยลง และไม่มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ฉีดพ่นหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ด้วยน้ำกลั่นผสม Tween 80 ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ซึ่งตัวหนอนแข็งแรง กินอาหารได้ดี มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นโดยการขับถ่ายฟูกันเชียว หลังจากการพ่นเชื้อราสาเหตุโรคแมลง 4-6 วัน หนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เริ่มตายโดยที่ซากของหนอนกระทู้ผักจะแข็ง สีซีดลง สังเกตเห็นเส้นใยสีขาวแทงออกมาจากผนังลำตัว และเส้นใยเริ่มสร้างสปอร์ออกมาเป็นสีเขียว ถึงเขียวเข้มขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง โดยเชื้อรา *N. rileyi* จะสร้างเส้นใยสีขาวที่หนาแน่นปกคลุม ซึ่ง conidiophores หรือก้านชูสปอร์ถูกสร้างจากเส้นใย จากนั้นสร้าง conidia ซึ่งมีสีเขียวอ่อน เบา และสามารถปลิวไปตามลมได้ในขณะที่เชื้อรา *M. Anisopliae* หลังจากเส้นใยแทงทะลุผ่านผนังลำตัวออกมา ก้านชูสปอร์จะอยู่รวมกันหนาแน่น สปอร์ตอนแรกจะสร้างเป็นสีขาว และค่อยเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวเมื่อแก่ขึ้น จนถึงสีเขียวเข้มเกือบดำ (ทิพย์วดี, 2535)

จากการทดสอบเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่แยกได้จากตัวอย่างหนอนที่เก็บได้จากแปลงดาวเรืองในจังหวัด

เชียงใหม่ จำนวน 13 ไอโซเลท หลังจากการพ่น 7 วัน พบว่าเชื้อรา *N. rileyi* ไอโซเลท CMU-NR4 สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ ความรวดเร็วในการทำให้เกิดโรคของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่แยกได้จากหนอนกระทู้ผักในแปลงดาวเรืองพบว่าเชื้อรา *N. rileyi* ไอโซเลท CMU-NR4 สามารถทำให้หนอนกระทู้ผักเกิดโรคใช้เวลาอันน้อยที่สุดโดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 4.34 วัน Padanad and Krishnaraj (2009) ได้ศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *N. rileyi* กับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ด้วยวิธี topical application จำนวน 10 ไอโซเลท ที่ความเข้มข้น 1×10^8 โคโรเดียต่อมิลลิลิตร ผลปรากฏว่าหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การตายระหว่าง 85 ถึง 97 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า LT_{50} อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 6.6 วัน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Sonairajan and Muthukrishnan (2009) ได้ทำการทดสอบการก่อให้เกิดโรคของเชื้อรา *N. rileyi* ไอโซเลท PDBC กับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ผลปรากฏว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุดที่ 70.60 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า LT_{50} เท่ากับ 103.84 ชั่วโมง หรือ 4.33 วัน นอกจากนี้เชื้อรา *N. rileyi* ที่สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 พบอัตราการตายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จำนวน 5 ไอโซเลท คือ CMU-NR1, CMU-NR2, CMU-NR4, CMU-NR7 และ CMU-NR13 (ตารางที่ 2)

จากการทดสอบเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่แยกได้จากตัวอย่างดินที่เก็บได้จากแปลงดาวเรืองในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 9 ไอโซเลท หลังการพ่น 7 วันพบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท CMU-MA5 สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักโดยมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย 74.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kotwal *et al.* (2012) ที่ได้ศึกษาผลของสปอร์แขวนลอย *M. anisopliae* กับหนอนกระทู้ผักด้วยวิธี topical application พบว่าสปอร์แขวนลอยที่ความเข้มข้น 2.5×10^8 โคโรเดียต่อมิลลิลิตร ก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผัก โดยมีการตายเท่ากับ 76.66 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการพ่นสปอร์แขวนลอย 10 วัน

Table 1 Isolate number, origin and location of entomopathogenic fungi in Mae Rim district, Chiang Mai province

No.	Species	Isolated from	Location	GPS
CMU-MA1	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°52'51.600, E 98°58'25.799
CMU-MA2	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'08.399, E 98°58'55.800
CMU-MA3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'41.999, E 98°58'52.200
CMU-MA4	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'41.999, E 98°58'52.201
CMU-MA5	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'29.400, E 98°58'51.599
CMU-MA6	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°52'51.600, E 98°58'25.799
CMU-MA7	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'06.000, E 98°59'00.600
CMU-MA8	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°52'51.600, E 98°58'25.799
CMU-MA9	<i>Metarhizium anisopliae</i>	soil sample	Mae Rim, Don Kao	N 18°53'08.399, E 98°58'55.800
CMU-NR1	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'40.799, E 98°49'23.399
CMU-NR2	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'40.799, E 98°49'23.399
CMU-NR3	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'40.799, E 98°49'23.399
CMU-NR4	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'40.799, E 98°49'23.399
CMU-NR5	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'40.799, E 98°49'23.399
CMU-NR6	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR7	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR8	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR9	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR10	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR11	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR12	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999
CMU-NR13	<i>Nomuraea rileyi</i>	common cutworm cadaver	Mae Rim, Pong Yaeng	N 18°53'41.400, E 98°49'56.999

Table 2 Pathogenicity of *Nomuraea rileyi* isolates on 3rd instar larvae of common cutworm (*Spodoptera litura* F.) at 1×10^8 conidia/ml

Isolate	Mortality (%)	LT ₅₀ (days)
	7 days after spraying	
CMU-NR1	90.00 ^{b1}	5.22
CMU-NR2	80.00 ^{bc}	6.07
CMU-NR3	10.00 ^g	> 7
CMU-NR4	100.00 ^a	4.34
CMU-NR5	10.00 ^g	> 7
CMU-NR6	32.00 ^{ef}	> 7
CMU-NR7	72.00 ^{bc}	5.90
CMU-NR8	8.00 ^g	> 7
CMU-NR9	20.00 ^{fg}	> 7
CMU-NR10	6.00 ^g	> 7
CMU-NR11	48.00 ^{de}	> 7
CMU-NR12	2.00 ^g	> 7
CMU-NR13	60.00 ^{cd}	6.63
untreated check	0.00 ^g	

^{1/} Means within the column followed by the same letters are not significantly different according to LSD test ($P \leq 0.05$)

Table 3 Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* isolates on 3rd instar larvae of common cutworm (*Spodoptera litura* F.) at 1×10^8 conidia/ml

Isolate	Mortality (%)	LT ₅₀ (days)
	7 days after spraying	
CMU-MA1	10.00 ^{d1}	> 7
CMU-MA2	28.00 ^c	> 7
CMU-MA3	6.00 ^d	> 7
CMU-MA4	2.00 ^d	> 7
CMU-MA5	74.00 ^a	6.81
CMU-MA6	8.00 ^d	> 7
CMU-MA7	58.00 ^{ab}	> 7
CMU-MA8	8.00 ^d	> 7
CMU-MA9	48.00 ^b	> 7
untreated check	0.00 ^d	

^{1/} Means within the column followed by the same letters are not significantly different according to LSD test ($P \leq 0.05$)

สรุป

รวบรวมตัวอย่างหนอนที่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา และตัวอย่างดินบริเวณใกล้เคียงในบริเวณแปลงปลูก ดาวเรืองที่มีหนอนกระทู้ผักระบาด ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ตำบลดอนแก้ว ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม ตำบลมะขุนหวาน อำเภอสันป่าตอง และตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง พบตัวอย่างหนอนจำนวน 93 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจำนวน 33 ตัวอย่าง สามารถแยกเชื้อรา *N. rileyi* ได้จำนวน 13 ไอโซเลท จากตัวอย่างหนอนกระทู้ผัก และเชื้อรา *M. anisopliae* ได้จำนวน 9 ไอโซเลท จากตัวอย่างดินที่แยกได้โดยใช้วิธีเหยื่อล่อนำเชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่แยกได้มาทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค โดยทำการพ่นสปอร์แขวนลอยเชื้อราความเข้มข้น 1×10^8 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร กับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 ผลปรากฏว่า เชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างหนอน *N. rileyi* ไอโซเลท CMU-NR4 สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้ดีที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการฉีดพ่น 7 วัน โดยที่สามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้รวดเร็วที่สุด โดยมีค่า LT_{50} เท่ากับ 4.34 วัน ส่วนเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท CMU-MA5 ที่แยกได้จากดินสามารถก่อให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัยที่ 3 เฉลี่ย 74.00 เปอร์เซ็นต์ หลังการพ่นเชื้อรา 7 วัน มีค่า LT_{50} เท่ากับ 6.81 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภาควิชากีฏวิทยา และโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2524. สถิติข้อมูลการผลิตไม้ดอกไม้ประดับที่สำคัญ. ฝ่ายไม้ดอกไม้ประดับ กองส่งเสริมพืชพันธุ์, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. รายงานสถิติข้อมูลผลิตไม้ดอกไม้ประดับ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 8 หน้า.
- ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2535. โรควิทยาแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 หน้า.
- นวรรตน์ นุศาสตร์เลิศ. 2547. การใช้ประโยชน์สารเมตาโบไลต์ที่มีพิษของเชื้อรานำโรค จากอำเภอทองผาภูมิในการกำจัดหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (Fabricius). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- ฤชอร วรรณะ. 2545. การทดสอบสารเคมีและสารชีวธรรมชาติฆ่าแมลงในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (F.) ในดาวเรืองอาหารสัตว์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 148 หน้า.
- วิวัฒน์ เสือสะอาด พิมพ์พรณ สมมาตรย์ บัณฑิต วิชาเทียน อาภรณ์ ปั่นทองคำ และ รัตติรส เชียงสิน. 2551. การประเมินประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจ. หน้า 161-168. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- AmeriSeed Inc. 2011. Marigold. (Online). Available: <http://www.marigoldasia.com/en/about.php> (August 12, 2011).
- Howarth, F. G. 1992. Environmental impacts of species purposefully introduced for biological control of pests. Pac. Sci. 46: 388-389.

- Kessler, J. R., Jr. 1998. Greenhouse Production of Marigolds. (Online). Available: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1125/index2.tmpl> (January 16, 2012).
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. *Annu. Rev. Entomol.* 43:243-270.
- Kotwal, S., R. L. Parate, S. S. Mane and V. V. Deshmukh. 2012. Effect of *Metarhizium anisopliae* on *Spodoptera litura* and compatibility with chemical. *IJEST.* 1(5): 499-505.
- Meyer, M. K. P. 1981. Mite pest of crops in Southern Africa. *Sci. Bull. Dept. Agric. Fish. Repub. S. Afr.* 397: 1-92.
- Meyling, N. V. 2007. Methods for isolation of entomopathogenic fungi from the soil environment. Department of Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, Denmark. 18 pp.
- Padanad, M. S. and P. U. Krishnaraj. 2009. Pathogenicity of native entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* against *Spodoptera litura*. (Online). Available: <http://plantmanagementnetwork.ork/pub/php/research/2009/litura/> (August 1, 2013).
- Pandy, S. H. and R. P. Srivastava. 1967. Growth of larvae of *Prodenia litura* (F.) in relation to wild food plants. *Indian J. Entomol.* 29(4): 229-233.
- Poinar, G. D., Jr. and G. M. Thomas. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. Plenum Press, New York. 392 p.
- Sonairajan, T. and N. Muthukrishnan. 2009. Pathogenicity of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson isolates against *Spodoptera litura* (Fabricius). *J. Biol. Control.* 23(1): 17-20.
- 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, J. Agri. Sci.* 32(3): 254-261.
-

การจำแนกชนิดและชีววิทยาของผีเสื้อศัตรูยาสูบในโรงเก็บ

Species Identification and Biology of Lepidopteran Pests in Tobacco Storage

กาญจนา โกติทิพย์^{1/} เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{1/}
ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์^{1/} และ ประณิธิพร เอ็มโอรุ^{2/}
Kanjana Kotitip^{1/}, Yaowaluk Chanbang^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{1/},
Piyawan Suttiapan^{1/} and Pranitiporn Aimoth^{2/}

Abstract: Species identification of dry tobacco lepidopteran pests in storehouse of Chiang Mai Tobacco Office was carried out in Chiang Mai University entomological laboratory. Reproductive organs of male moths were dissected and separated into 3 parts; genitalia, aedeagus and culcita for comparative study. The result showed that the moth associated with dry tobacco was tobacco moth, *Ephestia elutella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). In addition, biology of tobacco moth was also conducted in laboratory at 27.37 ± 1.65 °C and 68.36 ± 4.39 %RH using artificial diet as food for larvae. The result revealed that female moth could lay 116.6 ± 33.29 eggs in average and the eggs were able to hatch within 5.86 ± 0.35 days. The 5-instar larval stage lasted 21.83 ± 2.60 days, pupal stage was 8.79 ± 0.60 days and adult longevity was 6.83 ± 2.42 days. Total life cycle was 44.79 ± 3.32 days.

Keywords: Tobacco, tobacco moth, male genitalia

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

^{2/} กองกีฏวิทยา สถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

^{2/} Department of Entomology, Maejo Tobacco Research Station, Chiang Mai 50290, Thailand

บทคัดย่อ: การจำแนกชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบที่พบในโรงเก็บรักษาใบยาสูบแห้งของสำนักงานยาสูบเชียงใหม่ ได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการผ่าตัดอวัยวะสืบพันธุ์ของผีเสื้อเพศผู้และแยกโครงสร้างออกเป็น 3 ส่วน คือ genitalia, aedeagus และ culcita เพื่อใช้ศึกษาเปรียบเทียบ ผลการศึกษาพบว่า ผีเสื้อที่อยู่ร่วมกับใบยาสูบแห้งในโรงเก็บใบยาเป็นผีเสื้อยาสูบ *Ephestia elutella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae) นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาวิถีวิทยาของผีเสื้อยาสูบโดยใช้อาหารเทียมเลี้ยงตัวหนอน ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27.37 ± 1.65 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68.36 ± 4.39 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผีเสื้อยาสูบเพศเมียวางไข่ได้เฉลี่ย 116.6 ± 33.29 ฟอง ระยะไข่ 5.86 ± 0.35 วัน ระยะหนอนมีทั้งหมด 5 วัย ใช้เวลารวม 21.83 ± 2.60 วัน ระยะดักแด้ 8.79 ± 0.60 วัน และระยะตัวเต็มวัย 6.83 ± 2.42 วัน ตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยใช้เวลา 44.79 ± 3.32 วัน

คำสำคัญ: ยาสูบ ผีเสื้อยาสูบ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

คำนำ

ยาสูบเป็นพืชไร่ที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายกว่า 120 ประเทศทั่วโลก เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถเติบโตได้ดี ภายใต้สภาพอากาศและสภาพดินที่หลากหลาย (อรอนงค์, 2555) สำหรับประเทศไทย ยาสูบเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกเป็นอาชีพที่สำคัญของเกษตรกร ในแต่ละปีการปลูกยาสูบทำรายได้ให้แก่เกษตรกรและประเทศไทยนับพันล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ใบยาสูบแห้งที่เก็บไว้ในโกดังมักได้รับความเสียหายจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้น และปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ แมลง ไร และเชื้อรา (บุษรา, 2547) ซึ่งความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนใหญ่เกิดจากการทำลายของแมลงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิต หรือคิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 13,000 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ ยังพบแมลงหรือขึ้นส่วนของแมลงปนเปื้อนไปกับผลผลิตยาสูบที่ส่งไปขายยังต่างประเทศ ทำให้มีผลต่อการกำหนดราคาผลผลิต (สายสวาท และคณะ, 2549)

สำหรับในประเทศไทย พบว่า มีมอดยาสูบ *Lisioderma serricorne* เข้าทำลายผลผลิตยาสูบ เช่น ใบยาสูบ บุหรี่ และซิการ์ ซึ่งแมลงชนิดนี้สามารถทำลายโกโก้ เมล็ดพืช และผลิตภัณฑ์จากพืชอีกหลายชนิด (สำนัก

ควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2551) ในปี พ.ศ. 2552 นักกีฏวิทยาของสถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ ได้พบว่ามีหนอนผีเสื้อขนาดเล็กเข้าทำลายใบยาสูบแห้งระหว่างการเก็บรักษาในโรงคัดและอัดใบยาสูบของสถานีทดลองยาสูบแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ แต่ยังไม่ทราบชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบที่พบ และมีแนวโน้มว่าเป็นผีเสื้อข้าวโพด *Ephestia cautella* ซึ่งมีรายงานว่า พบแมลงชนิดนี้ในประเทศไทยทำลายเมล็ดข้าวโพดและถั่วเขียว (บุษรา, 2547) อย่างไรก็ตาม ยังมีแมลงศัตรูยาสูบอีกชนิดหนึ่ง คือ ผีเสื้อยาสูบ *Ephestia elutella* ในปี พ.ศ. 2503 ที่มีรายงานพบในประเทศไทยว่า เข้าทำลายใบยาที่ทางโรงงานยาสูบสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ (น้อย, 2503) หลังจากนั้นก็ไม่พบรายงานการระบาดของผีเสื้อชนิดนี้อีกเลย ไม่ว่าในอุตสาหกรรมยาสูบหรือพืชอาหารอื่น ๆ ลักษณะการทำลายของผีเสื้อยาสูบเกิดจากหนอนกัดกินเนื้อเยื่อใบยาแห้งทั้งหมด เหลือแต่เส้นกลางใบ และทิ้งของเสียที่ขับออกมา ทำให้ใบยาเกิดการปนเปื้อนและมีกลิ่นผิดปกติ (Akehurst, 1981) และความชื้นทำให้ใบยาเกิดเชื้อรา (กฤษณวรรณ และประไพพรรณ, 2532) ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าวิจัยวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดของผีเสื้อที่เข้าทำลายใบยาสูบแห้งในโรงเก็บใบยา โดยการศึกษาจาก genitalia ของผีเสื้อเพศผู้ ตลอดจนศึกษาชีววิทยาเบื้องต้นเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การจำแนกชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบ

ทำการเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของผีเสื้อศัตรูยาสูบตามผนังโกดังและตามกระสอบใบยาสูบ ในโกดังเก็บใบยาสูบแห่งของสำนักงานยาสูบเชียงใหม่ นำตัวอย่างผีเสื้อเพศผู้ที่รวบรวมได้มาศึกษา male genitalia ซึ่งเป็นโครงสร้างที่นิยมนำมาใช้จำแนกชนิดของผีเสื้อ โดยผ่าตัดแยกดึงอวัยวะส่วนท้องออก แช่ใน 10% KOH อบด้วยความร้อนประมาณ 3-4 ชั่วโมง จากนั้นจึงเฉพาะ genitalia มาทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า และแช่ในแอลกอฮอล์ 75 และ 95 เปอร์เซ็นต์ อย่างละประมาณ 5 นาที นำมาวางบนสไลด์ จัดรูปร่างให้สวยงาม นำไปอบด้วยความร้อนเพื่อให้ตัวอย่างแห้งและถ่ายรูปใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป จำแนกชนิดโดยเปรียบเทียบกับภาพถ่าย genitalia จากข้อมูลการจำแนกชนิดผีเสื้อของ Boone (2005) และ Asselbergs (2009) ตลอดจนส่งตัวอย่างผีเสื้อไปจำแนกเพื่อการยืนยันที่ห้องปฏิบัติการของ Department of Entomology, Kansas State University, Kansas, U.S.A. และ คุณสุนัดดา เชาวลิต นักกีฏวิทยาสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อศัตรูยาสูบ

เก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของผีเสื้อศัตรูยาสูบ ในโกดังเก็บใบยาสูบแห่งของสำนักงานยาสูบเชียงใหม่ มาทำการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้อง ปล่อยผีเสื้อคละเพศจำนวน 20 ตัว ในขวดโหลขนาด 4x19.5 เซนติเมตร ให้สลัดขูดน้ำผึ้งเพื่อเป็นอาหารของตัวเต็มวัย หลังจากผีเสื้อผสมพันธุ์และตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ ทำการเก็บไข่ทุกวันจนผีเสื้อหยุดการวางไข่ นำไข่ของผีเสื้อที่มีอายุเท่ากัน (ไข่วันเดียวกัน) ปล่อยให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน และนำไปเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 18x25x10 เซนติเมตร ด้วยอาหารเทียม ซึ่งอาหารเทียมสูตรนี้ใช้สำหรับเลี้ยงหนอนผีเสื้อ *Plodia interpunctella* ประกอบด้วย ข้าวสาลีบดหยาบ บริวเวอร์ยีสต์ กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก กลีเซอริน น้ำผึ้ง และ น้ำ ปริมาณ

200 กรัม (Jenson *et al.*, 2009, 2010) จากนั้นนำมาใส่ในกล่องพลาสติกทึบแสง ขนาด 46x60x42 เซนติเมตร ที่มีสารละลายเกลือเข้มข้นเพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์เป็น 75 เปอร์เซ็นต์

ทำการเก็บข้อมูลโดยตรวจดูไข่ บันทึกระยะเวลาการฟักของไข่ เมื่อไข่ฟักออกเป็นตัวหนอน สุ่มวัดระยะการเจริญของหนอน ดักแด่ และตัวเต็มวัย จำนวน 20 ตัว บันทึกลักษณะรูปร่าง ขนาดความยาว และระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโต และเก็บข้อมูลอัตราการวางไข่ อัตราการฟักไข่ โดยนำตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียที่ออกจากดักแด่ จำนวน 5 คู่ ๆ ละ 1 กล่อง เลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 14x18x7 เซนติเมตร ทำการตรวจนับและบันทึกจำนวนไข่ ในแต่ละวันจนกระทั่งตัวเต็มวัยวางไข่และตายหมด ทำการตรวจนับไข่ใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

การจำแนกชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบ

ผลการจำแนกชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบจากการผ่าตัดแยกอวัยวะสืบพันธุ์ของผีเสื้อเพศผู้ และพิจารณา ลักษณะสัณฐานวิทยาของ 1) male genitalia อวัยวะที่ใช้ในการปล่อยอสุจิ 2) aedeagus มีลักษณะเป็นแท่งอยู่ตรงกลางซึ่งเป็นทางออกของเชื้ออสุจิ และ 3) culcita เป็นฐานรองของ aedeagus มีลักษณะเป็นกระดูก (ภาพที่ 1) เมื่อนำ male genitalia จากตัวอย่างผีเสื้อศัตรูยาสูบที่ทำการศึกษามาเปรียบเทียบกับภาพถ่าย male genitalia ของผีเสื้อยาสูบที่ Boone (2005) ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ พบว่า male genitalia มีลักษณะคล้ายหรือเหมือนกัน (ภาพที่ 1) จึงสรุปได้ว่า ผีเสื้อศัตรูยาสูบที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ผีเสื้อยาสูบ *Ephestia elutella* สอดคล้องกับผลการส่งตัวอย่างผีเสื้อศัตรูยาสูบไปจำแนกยังห้องปฏิบัติการการจำแนกชนิดแมลง Department of Entomology, Kansas State University, Kansas, U.S.A. และคุณสุนัดดา เชาวลิต นักกีฏวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ระบุว่า เป็นผีเสื้อยาสูบ เช่นกัน

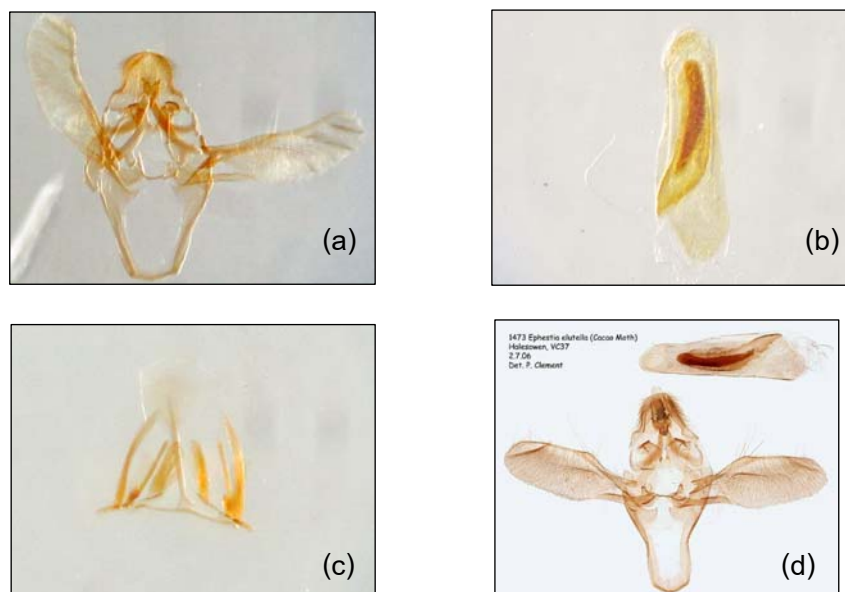


Figure 1 Male reproductive organ of *Ephestia elutella* collected in tobacco storehouse in Chiang Mai; genitalia (a), aedeagus (b), culcita (c), male genitalia of *E. elutella* of Boone (2005) (d)

การศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อศัตรูยาสูบ

การศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อยาสูบ *E. elutella* ซึ่งได้จากการจำแนกชนิด ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ที่ อุณหภูมิเฉลี่ย 27.37 ± 1.65 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.36 ± 4.39 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม ซึ่งประกอบด้วย ข้าวสาลีบดหยาบ บริวเวอร์ยีสต์ กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก กลีเซอริน น้ำผึ้ง และน้ำ พบว่า การเจริญเติบโตของผีเสื้อยาสูบมี 4 ระยะ คือ

ระยะไข่ ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เฉลี่ย 116.6 ± 33.29 ฟอง ทั้งเป็นแบบกลุ่มและเป็นฟองเดี่ยว ๆ ไข่มีลักษณะ กลมรี สีขาว แฉวขาว ผิวขรุขระ (ภาพที่ 2a) ขนาดกว้างเฉลี่ย 0.37 ± 0.02 มิลลิเมตร และยาวเฉลี่ย 0.52 ± 0.03 มิลลิเมตร ระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 5.86 ± 0.35 วัน (ตารางที่ 1) อัตราการฟักไข่เฉลี่ย 60.13 ± 15.61 เปอร์เซ็นต์

ระยะหนอน หนอนมีลักษณะเรียวยาว เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ ลำตัวมีขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1.40 ± 0.09 มิลลิเมตร มีสีขาวเหลือง เมื่อลอกคราบเปลี่ยนวัย ตัวหนอนใหม่ ๆ หัวมีสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน ลำตัวมีสีขาวชมพู เมื่อเวลาผ่านไป หัวมีสีน้ำตาลเข้ม ลำตัวมีสีขาวหรือ

ชมพู (ภาพที่ 2b) เมื่อหนอนโตเต็มที่มีขนาดยาวประมาณ 10.50 ± 0.74 มิลลิเมตร หนอนมี 5 วัย ระยะหนอนใช้เวลาเฉลี่ย 21.83 ± 2.60 วัน (ตารางที่ 1)

ระยะดักแด้ ดักแด้เป็นแบบ Obtect โดยเข้าดักแด้ในปลอกที่สร้างขึ้นหรือตามผิวอาหาร เมื่อเริ่มเข้าดักแด้ ลำตัวจะมีสีขาวเป็นมันวาว แล้วค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองจนสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 2c) จนกระทั่งออกมาเป็นตัวเต็มวัย ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 8.79 ± 0.60 วัน (ตารางที่ 1)

ระยะตัวเต็มวัย มีสีเทาหรือสีน้ำตาลแดง (ภาพที่ 2d) เพศผู้มีขนาดลำตัวกว้าง 1.42 ± 0.13 มิลลิเมตร ยาว 8.80 ± 0.33 มิลลิเมตร และเพศเมียมีขนาดลำตัวกว้าง 1.75 ± 0.15 มิลลิเมตร ยาว 9.01 ± 0.41 มิลลิเมตร ปลายส่วนท้องของผีเสื้อเพศผู้และเพศเมีย มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ เพศผู้มีปลายส่วนท้องยื่นออกมา มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยม ส่วนเพศเมียปลายส่วนท้องมีลักษณะเป็นท่อกว้าง ระยะตัวเต็มวัยมีพฤติกรรม การจับคู่ผสมพันธุ์โดยทั้งสองจะหันปลายส่วนท้องเข้าหากัน ปีกของเพศเมียจะคลุมบนปีกของเพศผู้ ระยะตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 6.83 ± 2.42 วัน (ตารางที่ 1)

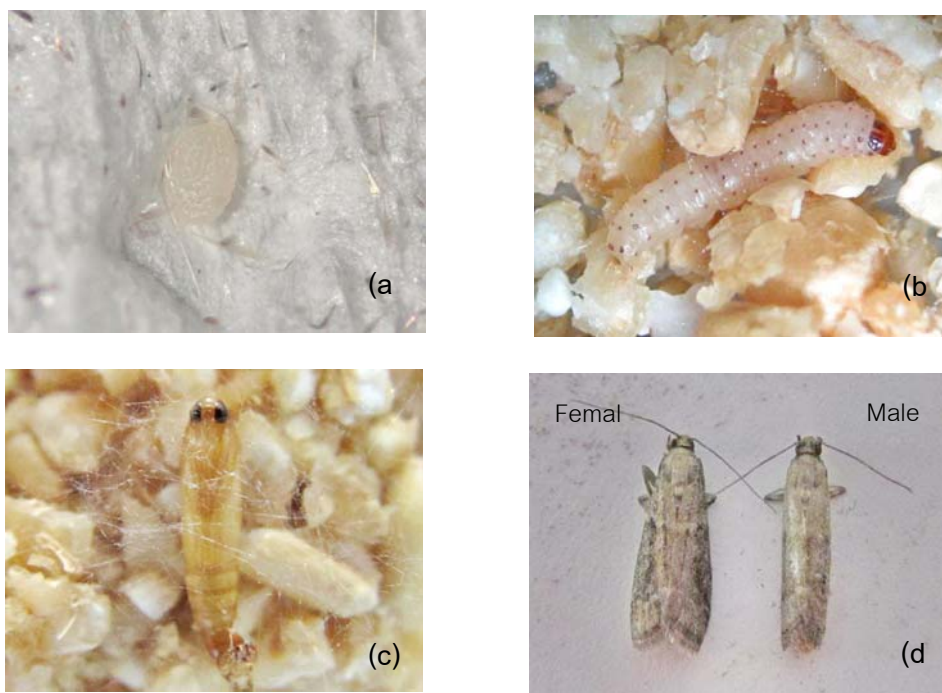


Figure 2 Tobacco moth, *Ephestia elutella* (Hubner); egg (a), larva (b), pupa (c) and adults (d)

Table 1 Duration of various developmental stage of tobacco moth, *Ephestia elutella* (Hubner) fed on artificial diet under laboratory condition at 27.37 ± 1.65 °C and $68.36 \pm 4.39\%$ R.H.

Developmental stage	Number	Average $\pm$ SD	Range
Egg	100	5.86 ± 0.35	5 - 6
Larva		21.83 ± 2.60	20 - 24
Instar 1	57	3.53 ± 0.54	3 - 5
Instar 2	57	3.32 ± 1.31	2 - 8
Instar 3	57	3.82 ± 0.93	3 - 8
Instar 4	56	4.21 ± 0.78	3 - 6
Instar 5	54	7.22 ± 2.02	4 - 12
Prepupa	54	1.63 ± 0.60	1 - 3
Pupa	53	8.79 ± 0.60	8 - 10
Total life cycle		44.77 ± 3.32	40 - 53
Adult	52	6.83 ± 2.42	2 - 13
Male	28	6.25 ± 2.19	2 - 11
Female	24	7.92 ± 2.60	3 - 13

วิจารณ์

ผีเสื้อศัตรูยาสูบที่พบในโกดังเก็บใบยาสูบแห่งของสำนักงานยาสูบเชียงใหม่ ในประเทศไทย คือ ผีเสื้อยาสูบ *E. elutella* ซึ่งเคยมีรายงานในปี พ.ศ. 2503 ว่าพบเข้าทำลายใบยาสูบที่ทางโรงงานยาสูบสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ (น้อย, 2503) ซึ่งมีรายงานพบในหลายประเทศ โดยพบผีเสื้อยาสูบที่เป็นศัตรูหลักในโรงเก็บผลิตผล โดยเฉพาะตามโกดังในเขตที่มีอุณหภูมิอบอุ่น (Collins *et al.*, 2006) แต่ไม่พบผีเสื้อในเขตร้อน เพราะว่าผีเสื้อไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิที่สูงได้ แต่ผีเสื้อสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพอากาศในช่วง 10-30 องศาเซลเซียส (Bell, 1975) และ Reed *et al.* (1933) รายงานว่า พบผีเสื้อยาสูบในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ที่แพร่กระจายโดยการค้าขายสินค้า และยังพบว่าผีเสื้อยาสูบเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแอฟริกา ออสเตรเลีย จีน และประเทศในเขตร้อน ตัวเต็มวัยเพศเมียของผีเสื้อยาสูบวางไข่ประมาณ 150-200 ฟอง (Ashworth, 1993) และอาจมีถึง 279 ฟอง (Stored-Product Insects Research Branch, 1962; Davis and Nielsen, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ โดยพบตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เฉลี่ย 116.6 ± 33.29 ฟอง การศึกษาวงจรชีวิตของผีเสื้อยาสูบพบว่า ระยะไข่ใช้เวลา 5.86 ± 0.35 วัน ระยะหนอนเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเทียมใช้เวลา 21.83 ± 0.60 วัน ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 8.79 ± 0.60 วัน และระยะตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 6.83 ± 2.42 วัน รวมระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลา 44.79 ± 3.32 วัน ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.37 ± 1.65 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.36 ± 4.39 เปอร์เซ็นต์และแตกต่างกันจากการศึกษาการเลี้ยงผีเสื้อยาสูบ *E. elutella* ในประเทศจีน ที่พบว่า ระยะไข่ ระยะหนอน และระยะดักแด้ ใช้เวลา คือ 5-7, 29-50 และ 6-18 วัน ตามลำดับ ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 26-30 องศาเซลเซียส และ 70-90 เปอร์เซ็นต์ (Meng *et al.*, 1990) และการศึกษาผีเสื้อยาสูบ *E. elutella* ที่เลี้ยงด้วยใบยาสูบบ่มไอร้อน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่า ระยะไข่ของผีเสื้อ ใช้เวลาในการฟักประมาณ 6 วัน ระยะหนอนใช้เวลาประมาณ 50-60 วัน ระยะก่อนดักแด้ใช้เวลา 1-2 วันและ

ระยะดักแด้ใช้เวลาเฉลี่ย 10 วัน ระยะตัวเต็มวัยประมาณ 9 วัน (Bovingdon, 1931)

สรุป

ผีเสื้อศัตรูยาสูบที่พบในโกดังเก็บใบยาสูบแห่งของสำนักงานยาสูบเขตจังหวัดเชียงใหม่ จำแนกชนิดด้วยวิธีการเปรียบเทียบลักษณะกับภาพถ่าย male genitalia พบว่า ชนิดของผีเสื้อศัตรูยาสูบที่พบในใบยาสูบแห่งนี้คือ ผีเสื้อยาสูบ *Ephesia elutella* และเมื่อเลี้ยงตัวหนอนผีเสื้อยาสูบด้วยอาหารเทียม ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.37 ± 1.65 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.36 ± 4.39 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถเจริญเติบโตได้ดีและเพศเมียวางไข่ทั้งเป็นแบบกลุ่มและเป็นฟองเดี่ยว ๆ จำนวนเฉลี่ย 116.6 ± 33.29 ฟอง ระยะไข่ 5.86 ± 0.35 วัน ระยะหนอนมีทั้งหมด 5 วัย ใช้เวลารวม 21.83 ± 2.60 วัน ระยะดักแด้ 8.79 ± 0.60 วัน และระยะตัวเต็มวัย 6.83 ± 2.42 วัน ตั้งแต่ระยะไข่ถึงระยะตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 44.79 ± 3.32 วัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ และขอขอบพระคุณ หอปฏิบัติการการจำแนกชนิดแมลง Department of Entomology, Kansas State University, Kansas, U.S.A. และสุนัดดา ชาวลิต นักกีฏวิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรสหกรณ์ ที่ช่วยจำแนกชนิดของผีเสื้อ

เอกสารอ้างอิง

กฤษณวรรณ พนาสธรรม และ ประไพพรรณ องค์ประเสริฐ. 2532. ชีววิทยาของมอดยาสูบ. กองกีฏวิทยา สถานีทดลองยาสูบแม่โจ้, เชียงใหม่. 10 หน้า.

- น้อย พงษ์วร. 2503. การทดลองใช้ยาเคมีปราบมอดทำลายยาสูบ. วิทยานิพนธ์ กส.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 42 หน้า.
- บุษรา จันทรแก้วมณี. 2547. การจัดการแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว. หน้า 17-30. ใน: งามชื่น คงเสรี (ผู้รวบรวม). คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สายสวาท กุลวัฒนาพร มาลี หนึ่งน้ำใจ และ กนกพร เนียมศรี. 2549. การควบคุมแมลงศัตรูผลผลิตเกษตร. ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท 97: 79-86.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2551. มอดยาสูบ (Cigarette beetle). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thailandmb.com/detail_question.php?questionid=56 (21 ธันวาคม 2555).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ปริมาณและมูลค่าสินค้าเกษตรกรรมส่งออก พ.ศ. 2555. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/statistic/export/QVExp.xls> (26 สิงหาคม 2555).
- อรอนงค์ ประทักษ์พิริยะ. 2555. ใบยาสูบ พืชไร่ที่ไม่ควรมองข้าม-เกษตรทั่วไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.dailynews.co.th/agriculture/11496> (9 สิงหาคม 2555).
- Akehurst, B. C. 1981. Tropical Agriculture Series Tobacco. 2nd ed. Longman, London. 764 pp.
- Ashworth, J. R. 1993. The biology of *Ephestia elutella*. Journal of Stored Products Research 29(3): 199-205.
- Asselbergs, J. 2009. Descriptions of new Pyraloidea from the Palaearctic Region (Lepidoptera, Pyraloidea, Pyralidae: Pyralinae, Phycitinae, Crambinae). Phegea 37(2): 55-68.
- Bell, C. H. 1975. Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored products. Journal of Stored Products Research 11: 167-175.
- Boone, M. 2005. *Ephestia elutella*-Tobacco moth, genitalia. (Online). Available: <http://mothphotographersgroup.msstate.edu/genitalia.php?hodge=6021> (September 6, 2012).
- Bovingdon, H. H. S. 1931. Pests in cured tobacco: The tobacco beetle, *Lasioderma serricorne* Fab., and the cacao moth, *Ephestia elutella* Hb. and aid to the recognition of the insects and damage due to their activities. Tobacco 608: 56-59.
- Collins, D. A., S. T. Conyers and S. K. Cardwell. 2006. The effect of sub-zero temperatures on the mortality of *Ephestia elutella* (Hübner). pp. 835-842. In: I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J. P. dos Santos, J. D. Biagi, J. C. Celaro, L. R. D. A. Faroni, L. de O. F. Bortolini, M. R. Sartori, M. C. Elias, R. N. C. Guedes, R. G. da Fonseca and V. M. Scussel (eds.). Proceedings of the 9th International Conference on Stored-Product Protection. October 15-18, 2006. Campinas, Sao Paulo, Brazil.
- Davis, D. L. and M. T. Nielsen (eds.). 1999. Tobacco Production, Chemistry and Technology. Blackwell Publishing, Oxford. 467 pp.
- Jenson, E. A., F. H. Arthur and J. R. Nechols. 2009. Efficacy of methoprene applied at different temperatures and rates on surface substrates to control eggs and fifth instars of *Plodia interpunctella*. Journal of Economic Entomology 102(5): 1992-2002.
- Jenson, E. A., F. H. Arthur and J. R. Nechols. 2010. Efficacy of an esfenvalerate plus methoprene aerosol for the control of eggs

- and fifth instars of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Insect Science 17: 21-28.
- Meng, G. L., X. W. Gong., L. Y. Gui and B. Chen. 1990. Observations on *Ephestia elutella* (Hubner). Journal Insect Knowledge 27(1): 16-18.
- Reed, W. D., E. Livingstone and A. W. Morrill, Jr. 1933. A pest of cured tobacco, *Ephestia elutella* Hubner. Circular No 269. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. 16 p.
- Stored-Product Insects Research Branch. 1962. Stored-Tobacco Insects: Biology and Control. Agriculture Handbook No. 233. Agricultural Marketing Service, United States Department of Agriculture, Washington, D. C. 39 p.
-

ฟิตเนสคอสต์ของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง กลุ่มไดอะไมด์ในหนอนใยผัก

Fitness Cost of Resistance to Diamide Insecticide in Diamondback Moth

กฤษณา สุเมธะ^{1/} และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1/}
Kritsana Sumaetha^{1/} and Yaowaluk Chanbang^{1/}

Abstract: Diamondback moth (DBM) is the most important insect pest of crucifer crops which is able to develop resistance to several insecticides. The efficacies of diamide insecticide, chlorantraniliprole (CTPR), against DBM larvae collected from Chiang Mai province (Chiang Mai population) and Suphan Buri province (Suphan Buri population) were conducted in laboratory. The results revealed that LC_{50} of CTPR against Chiang Mai and Suphan Buri populations were 0.1191 and 7.1484 ppm respectively. It was indicated that Suphan Buri population DBM resisted to CTPR about 60 times of Chiang Mai population. In addition, the efficacy of thiamethoxam, neonicotinoid insecticide, was carried out. Suphan Buri population did not resist to thiamethoxam more than Chiang Mai population due to the resistance ratio was only 9 folds. The assessment of survival and reproduction of Suphan Buri population (resistant population) was similar to Chiang Mai population (susceptible population) regarding to the rate of oviposition, egg hatching, period of growth and development, sex ratio and survival rate, except Suphan Buri population took longer developmental period in the first and the fourth larval instars than the other.

Keywords: Fitness cost, diamondback moth, insecticide resistance, diamide)

^{1/} สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: หนอนใยผักเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชวงศ์กะหล่ำ และสามารถต้านทานสารฆ่าแมลงได้หลากหลายชนิด จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ (diamide) คือ chlorantraniliprole (CTPR) ต่อหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดเชียงใหม่และสุพรรณบุรีในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.1191 และ 7.1484 ppm ตามลำดับ แสดงว่าหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดสุพรรณบุรีมีความต้านทานต่อสาร CTPR เป็น 60 เท่าของหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดเชียงใหม่ ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลง thiamethoxam ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่มนีโอนิโคตินอยด์ (neonicotinoid) ต่อหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดสุพรรณบุรีไม่แสดงความต้านทาน โดยมีค่า LC_{50} มากกว่าหนอนใยผักประชากรจังหวัดเชียงใหม่เพียง 9 เท่า จากการประเมินการอยู่รอดและการขยายพันธุ์ของหนอนใยผักประชากรจากจังหวัดสุพรรณบุรี (ประชากรที่ต้านทาน) พบว่ามีความใกล้เคียงกับหนอนใยผักประชากรจากจังหวัดเชียงใหม่ (ประชากรที่อ่อนแอ) เมื่อเปรียบเทียบจากอัตราการวางไข่ การฟักไข่ ระยะเวลาการพัฒนา การเจริญเติบโต อัตราส่วนเพศ และอัตราการมีชีวิตรอดยกเว้นในระยะหนอนวัยที่ 1 และ 4 กลุ่มประชากรสุพรรณบุรีใช้เวลาในการพัฒนามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ฟิตเนสคอสต์ หนอนใยผัก ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ไดอะไมด์

คำนำ

แมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผักวงศ์กะหล่ำ ได้แก่ หนอนใยผัก หนอนผีเสื้อกะหล่ำ หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนคืบกะหล่ำ ตัวมดผัก หนอนเจาะยอดกะหล่ำ เพลี้ยอ่อน แมลงหีวขาว เป็นต้น (วิโรจน์ และคณะ, 2554) โดยเฉพาะหนอนใยผัก (*Diamondback moth, Plutella xylostella* L.) จัดเป็นแมลงที่เป็นศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชวงศ์กะหล่ำทั่วโลก มีการบันทึกว่าเริ่มพบการเข้าทำลายของหนอนใยผักตั้งแต่ปี ค.ศ. 1925 (Sayyed *et al.*, 2002)

ตัวเต็มวัยของหนอนใยผักเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ระยะเวลาการพัฒนาดังแต่ระยะไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย สั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Abro *et al.*, 1992; Sayyed *et al.*, 2002) ด้านสันหลังของผีเสื้อหนอนใยผักมีรูปข้าวหลามตัด (diamond marking) เรียงต่อกัน 3 อัน ลำตัวมีความยาวประมาณ 7-8 มิลลิเมตร มีหนวดเป็นแบบเส้นด้าย ตัวเต็มวัยเพศผู้มีสีเข้มสด และมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย มีอายุ 11-20 วัน ส่วนเพศเมียอายุ 8-12 วัน (วิโรจน์, 2536) ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียสามารถวางไข่ได้ระหว่าง 47-407 ฟอง มักวางไข่เป็นฟองเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ไข่มีสีเหลืองอ่อน ลักษณะยาวรี และแบน ไข่มีขนาดประมาณ 0.25 x 0.5 มิลลิเมตร ระยะไข่ ประมาณ 3-4 วัน (วิโรจน์ และคณะ, 2554) หนอนเป็น

แบบ eruciform มี 4 วัย ในหนอนวัยที่ 1 มีลำตัวสีเขียว หัวสีดำ โดยหนอนวัยนี้จะอาศัยกัดกินอยู่ภายในใบพืช เมื่อพัฒนาเข้าสู่หนอนวัยที่ 2 จึงออกมาจากผิวใบ และกัดกินใบพืช ทำให้เกิดรูบนใบพืช โดยหนอนใยผักวัยที่ 3-4 เป็นหนอนระยะที่ทำความเสียหายให้กับพืชมากที่สุด (Talekar and Shelton, 1993) ระยะหนอนใช้เวลา 6-7 วัน (วิโรจน์ และคณะ, 2554) หรือ 5-30 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Harcourt, 1957; Waterhouse and Norris, 1987; Sayyed *et al.*, 2002) หนอนใยผักเมื่อโตเต็มที่มีลำตัวยาว 11-13 มิลลิเมตร มีขาเทียม 5 คู่ ส่วนท้ายเป็นแฉกเรียวยาวแหลม เมื่อถูกรบกวนหนอนใยผักสามารถสร้างเส้นใย และทิ้งตัวได้อย่างรวดเร็ว (Sayyed *et al.*, 2002) ดักด้ยาว 1 เซนติเมตร เป็นดักด้แบบ oblect ระยะดักด้ 3-4 วัน (วิโรจน์, 2536) ระยะเวลาการเจริญเติบโตของหนอนใยผักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และมักพบหนอนใยผักระบาดรวดเร็ว และรุนแรงเสมอในจังหวัดที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะในฤดูหนาวมีการระบาดมากที่สุดต่อเนื่องไปจนถึงฤดูแล้ง ส่วนฤดูฝนพบได้ไม่มากนัก (วิโรจน์ และคณะ, 2554)

สารฆ่าแมลงที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ได้แก่ *Bacillus thuringiensis*, chlorfenapyr, spinosad, indoxacarb, fipronil, prothiofos, profenofos, deltamethrin, lambda cyhalothrin, teflubenzuron และ chlorfluazuron ซึ่งเป็น

สารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ (คณิตา และคณะ, 2552) นอกจากนี้ยังมี flufenoxuron, flubendiamide และ tolfenpyrad (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ซึ่งปัจจุบัน การต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักเริ่มแพร่หลายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหนอนใยผักสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้เกือบทุกชนิดทั่วโลก เนื่องจากมีหลายรุ่นต่อปี มีการขยายพื้นที่ของพืชวงศ์กะหล่ำ มีฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อเนื่องยาวนาน มีการใช้สารฆ่าแมลงบ่อยครั้งและในปริมาณที่มาก พัฒนาการของการต้านทานสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักมีประวัติยาวนาน หนอนใยผักสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว (Sayyed *et al.*, 2002) สารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ถือเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มใหม่ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงได้ในวงกว้าง (IRAC, 2010) ประกอบด้วยสาร flubendiamide, chlorantraniliprole และ cyantraniliprole สารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์มีผลต่อ ryanodine receptors ในแมลง ส่งผลให้เกิดการหดตัวและเป็นอัมพาต สารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์สามารถกำจัดหนอนใยผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sukonthabhirom *et al.*, 2009) แต่ปัจจุบัน IRAC (2012) รายงานว่าหนอนใยผักมีการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์หลังจากเริ่มมีการใช้เพียง 18 เดือนในพื้นที่อำเภอบางบัวทอง ประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2009 และในปีต่อมาหนอนใยผักสามารถต้านทานสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ได้ในประเทศคิวบา ฟิลิปปินส์ และในปี ค.ศ. 2011 ในประเทศไต้หวัน และจีน

การศึกษาความต้านทานของแมลงมีหลากหลายวิธี ฟิตเนสคอสต์ หรือค่าความต้านทานที่เหมาะสมสำหรับการอยู่รอด เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาระดับความต้านทานของแมลง ฟิตเนสเป็นลักษณะของ genotype ในยีนของแมลง ที่สามารถอยู่รอด และสามารถส่งต่อลักษณะดังกล่าวนี้ ไปยังแมลงรุ่นต่อไปได้ แมลงที่มีความเหมาะสมในการอยู่รอดสามารถแลกเปลี่ยน alleles ในกลุ่มประชากร ดังนั้น ถ้าในกลุ่มประชากรมีค่าความเหมาะสมในการอยู่รอดเมื่อผสมพันธุ์ในกลุ่มที่มีค่าความเหมาะสมในการอยู่รอดเหมือนกันจะมีการแลกเปลี่ยน alleles ในกลุ่มประชากร จึงทำให้ค่าของความเหมาะสมในการอยู่รอดเพิ่มขึ้น แต่หากการสืบพันธุ์

ของแมลงในกลุ่มที่ไม่มีความเหมาะสมในการอยู่รอด ค่าของความเหมาะสมในการอยู่รอดจะลดลง (Aaron *et al.*, 2009) คุณสมบัติในการต้านทานสารฆ่าแมลงมีความสัมพันธ์กับค่าฟิตเนสคอสต์ ซึ่งค่าฟิตเนสคอสต์มีผลต่อคุณลักษณะต่าง ๆ รวมถึงการดำรงชีวิต พฤติกรรมการผสมพันธุ์ การวางไข่ การตอบสนองต่อฟีโรโมน และการหลบหนีศัตรู (Alyokhin and Ferro, 1999; Wyss *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2007) ฟิตเนสคอสต์ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่นในที่อุณหภูมิต่ำ การรอดของแมลงและการขยายพันธุ์จะลดลงในแมลงที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลง (McKenzie, 1990; Chevillon *et al.*, 1997; Alyokhin and Ferro, 1999; Carriere *et al.*, 2001) ความรู้ในการศึกษาเรื่องฟิตเนสคอสต์มีความสัมพันธ์กับการต้านทานสารฆ่าแมลง เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดความเข้าใจถึงวิวัฒนาการการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในระดับแปลง และช่วยในการบริหารจัดการการเกิดความต้านทานสารฆ่าแมลงได้อย่างเหมาะสม (Tabashnik *et al.*, 2005)

ในการศึกษาค้างนี้ เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ของกลุ่มประชากรหนอนใยผักที่อ่อนแอ และที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่มไดอะไมด์เป็นหลัก เนื่องจากเป็นสารกลุ่มใหม่ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งหนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็ว และเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ความเหมาะสมในการอยู่รอด และพฤติกรรมของหนอนใยผักในกลุ่มประชากรหนอนใยผักที่อ่อนแอ และที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่มไดอะไมด์

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนใยผัก

เก็บรวบรวมหนอนใยผักจากแปลงพืชวงศ์กะหล่ำในตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นกลุ่มประชากรที่อ่อนแอ เนื่องจากมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไดอะไมด์น้อยกว่าหนอนใยผักที่เก็บรวบรวมได้จากพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจัดเป็นแมลงที่มีแนวโน้มในการต้านทานต่อสารกลุ่มไดอะไมด์เลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการในโรงตาข่ายเลี้ยง

แมลงขนาด 50x50x50 เซนติเมตร จนกระทั่งหนอนเข้าดักแด้ น้ำดักแด้เลี้ยงต่อในกรงเลี้ยงแมลง ในเวลา 3-6 วัน เมื่อผีเสื้อหนอนใยผักออกจากดักแด้ ให้อาหารผีเสื้อด้วยสาลีชุบน้ำฝึ้งผสมน้ำ อัตราส่วน 1:1 ทำการเปลี่ยนอาหารทุกวัน ใส่กลักระหล่ำปลี 30-50 ต้นต่อกรง ในกรงเพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ ทำการเปลี่ยนกลักระหล่ำปลีในกรงทุกวันเป็นเวลา 7 วันเพาะเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัย และเพิ่มปริมาณให้เพียงพอต่อการวิจัยต่อไป โดยหนอนที่ใช้ในการวิจัยเป็นหนอนวัยที่ 2

ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเลี้ยงเพิ่มจำนวนหนอนใยผักควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ด้วยระบบเครื่องปรับอากาศ (air conditioner) และใช้เครื่องทำความร้อน (heater) เมื่ออุณหภูมิลดต่ำมาก รักษาความชื้นที่ 50-60 เปอร์เซ็นต์ RH โดยใช้เครื่องควบคุมความชื้น (dehumidifier) ให้แสงไฟ 16 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งควบคุมด้วยเครื่องเปิดปิดระบบไฟอัตโนมัติ (automatic timer) ตามหลักการเลี้ยงหนอนใยผักเพื่อใช้ในการทดลองตามข้อกำหนดของ IRAC เลขที่ 018 (IRAC, 2009)

การเตรียมพืชอาหารโดยใช้กะหล่ำปลีอายุ 20-30 วัน พันธุ์ Rocky ใช้กล้า และใช้ใบกะหล่ำปลีชั้นที่ 2-3 นับจากยอด จากต้นกะหล่ำปลีที่อายุ 40-60 วัน นำมาตัดบริเวณกลางใบให้เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เพื่อใช้ในการทดลอง

ศึกษาระดับความต้านทานต่อสารกลุ่มไดอะไมด์ในกลุ่มประชากรหนอนใยผักพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และสุพรรณบุรี

ทดสอบความต้านทานสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักทั้ง 2 กลุ่มประชากรโดยใช้สารฆ่าแมลง คือ chlorantraniliprole (25% SC) และ thiamethoxam (Actara 25% WG) ในความเข้มข้นต่าง ๆ แต่ละสารฆ่าแมลงใช้ 5 ความเข้มข้น และชุดควบคุมใช้น้ำกลั่น ทำการทดสอบกับหนอนใยผักด้วยวิธีจุ่มใบพืชในสารฆ่าแมลง (leaf dipping) โดยมีวิธีการดังนี้ ใช้ใบกะหล่ำปลีที่มีอายุ 40-60 วัน ตัดบริเวณกลางใบให้เป็นวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว จุ่มสาร 15 วินาที วางฝึ้งบนกระดาษชำระรอให้แห้ง บรรจุลงในถ้วยพลาสติกโดยหยาบบางไว้กลางถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง

2 นิ้ว ที่เจาะรูขนาดเล็กที่ก้นถ้วยไว้ระบายอากาศ เชียหนอนใยผักวัยที่ 2 ลงไป ปิดฝาซึ่งมีรูระบายอากาศ โดยรองฝาด้วยกระดาษชำระ 1 ชั้น เพื่อช่วยรักษาความชื้นในใบ ทำให้ใบในถ้วยสามารถอยู่ได้นาน 3-4 วัน โดยไม่เหี่ยวเฉา คว่ำถ้วยลง เพื่อจำลองใบในสภาพจริงแล้วนำไปเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการไว้ ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ RH

ในแต่ละกรรมวิธี (treatment) ใช้หนอนใยผักวัยที่ 2 จำนวน 15 ตัวต่อซ้ำ (replication) ทำ 4 ซ้ำ โดยหนอนที่ใช้ต้องเป็นหนอนที่มีความแข็งแรง คือ มาจากไข่ที่แม่ผีเสื้อมีอายุไม่เกิน 7 วัน และทำการตรวจสอบและบันทึกการตายของหนอนใยผักหลังจากหนอนใยผักกินโดยกรรมวิธีที่ใช้สารฆ่าแมลง thiamethoxam วัดผลการตายที่ 72 ชั่วโมง ส่วนสาร chlorantraniliprole วัดผลการตายที่ 96 ชั่วโมง ตามข้อกำหนดของ IRAC หมายเลข 018 (IRAC, 2009)

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักแต่ละกรรมวิธี หากพบการตายในชุดควบคุม ทำการคำนวณปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง (corrected mortality) ด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) และคำนวณค่า LC_{50} ด้วยโปรแกรม LOGIT PC ทำการทดลองซ้ำกรณีที่มีการตายในชุดควบคุมเกิน 10 เปอร์เซ็นต์

ความเหมาะสมในการอยู่รอด (Fitness cost)

นำประชากรหนอนใยผักจังหวัดเชียงใหม่ ที่เป็นตัวแทนของแมลงอ่อนแอ และประชากรหนอนใยผักจังหวัดสุพรรณบุรี ที่เป็นตัวแทนของแมลงต้านทาน ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการแยกเลี้ยงในกล่องพลาสติกสำหรับเลี้ยงแมลง ที่ให้สาลีชุบน้ำฝึ้งผสมน้ำ อัตรา 1:1 เพื่อเป็นอาหารของผีเสื้อ และใส่ต้นกลักระหล่ำปลีอายุประมาณ 30 วัน 1 ต้น โดยใน 1 กล่องมีผีเสื้อหนอนใยผัก 1 คู่ คือ เพศผู้ 1 ตัว และเพศเมีย 1 ตัว เลี้ยงตั้งแต่ระยะดักแด้ จนเป็นตัวเต็มวัย ผสมพันธุ์ และเริ่มวางไข่ ตรวจนับจำนวนไข่ที่พบทุกวัน เก็บข้อมูลพฤติกรรมการผสมพันธุ์ การวางไข่ อัตราการวางไข่ การฟักไข่ ระยะเวลาของการพัฒนาการเจริญเติบโต อัตราส่วนเพศ และอัตราการรอดชีวิต และยุติการเก็บข้อมูลเมื่อแมลงตายทั้งหมด ทำการศึกษาซ้ำจากแมลงทั้งหมด 5 คู่ ในแต่ละกลุ่มประชากร จากนั้น

เปรียบเทียบข้อมูลของกลุ่มประชากรหนอนใยผักที่อ่อนแอและต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเพื่อหาค่าความเหมาะสมทางการเจริญเติบโต

ผลการทดลอง

ระดับความต้านทานต่อสารกลุ่มไดอะไมด์ในกลุ่มประชากรหนอนใยผักพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และสุพรรณบุรี

ผลการศึกษาระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์ ได้แก่ สาร chlorantraniliprole ในกลุ่มประชากรหนอนใยผักจากจังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มประชากรหนอนใยผักจากจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า กลุ่มประชากรหนอนใยผักจากจังหวัดสุพรรณบุรีแสดงความต้านทานต่อสาร chlorantraniliprole มากกว่า 60 เท่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.1484 ppm ส่วนกลุ่มประชากรจังหวัดเชียงใหม่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.1191 ppm ส่วนในสาร thiamethoxam กลุ่มประชากรจากจังหวัดสุพรรณบุรีไม่แสดงความต้านทานโดยมีค่า LC_{50} มากกว่าประชากรจังหวัดเชียงใหม่เพียง 9 เท่า คือ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 4965.44 ppm ส่วนกลุ่มประชากรหนอนใยผักจังหวัดเชียงใหม่มีค่า LC_{50} เท่ากับ 572.51 ppm (ตารางที่ 1)

ความเหมาะสมในการอยู่รอด

ผลการเปรียบเทียบจำนวนหนอนใยผักในกลุ่มประชากรเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่อ่อนแอ (susceptible population) และกลุ่มประชากรสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่ต้านทานสารฆ่าแมลง (resistance population) พบว่าจำนวนของหนอนใยผักตั้งแต่ระยะไข่ ดักแด้ ตัวเต็มวัย และสัดส่วนเพศ มีความใกล้เคียงกัน โดยผีเสื้อหนอนใยผักในกลุ่มประชากรเชียงใหม่ สามารถวางไข่ได้ 97.33 ฟอง พัฒนาเป็นดักแด้ 69.00 ตัว และเข้าสู่วัยเต็มวัย 66.00 ตัว โดยมีสัดส่วนเพศ เป็น เพศผู้ 32.00 ตัว และเพศเมีย 35.67 ตัว ในขณะที่ในผีเสื้อหนอนใยผักกลุ่มประชากรสุพรรณบุรีที่เป็นกลุ่มต้านทานสามารถวางไข่ได้ 149.33 ฟอง พัฒนาเป็นดักแด้ 84.67 ตัว และเข้าสู่วัยเต็มวัย 82.33 ตัว โดยมีสัดส่วนเพศ เป็น เพศผู้ 38.00 และเพศเมีย 44.33 ตัว (ตารางที่ 2) รวมถึงระยะเวลาในการพัฒนาของหนอนใยผักทั้งสองกลุ่มมีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นในระยะหนอนวัยที่ 1 และ 4 กลุ่มประชากรสุพรรณบุรีใช้เวลาในการพัฒนามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มประชากรเชียงใหม่ มีระยะไข่ 3.33 วัน มีระยะหนอนวัยที่ 1-4 คือ 1.67, 1.83, 2.67 และ 3.00 วัน ตามลำดับ มีระยะดักแด้ 4.83 วัน และตัวเต็มวัย 21.33 วัน ส่วนกลุ่มประชากรสุพรรณบุรี มีระยะไข่ 2.81 วัน มีระยะหนอนวัยที่ 1-4 คือ 2.00, 2.28, 2.20 และ 3.64 วัน ตามลำดับ มีระยะดักแด้ 3.85 วัน และตัวเต็มวัย 24.67 วัน (ตารางที่ 3)

Table 1 LC_{50} of insecticides against Suphan Buri and Chiang Mai populations of diamondback moth

Population	Treatment	LC_{50} (ppm)	Resistance ratio
Suphan Buri	chlorantraniliprole	7.1484 (0.0000-***)	~60X
Suphan Buri	Thiamethoxam	4965.4400 (0.0000-***)	~9X
Chiang Mai	chlorantraniliprole	0.1191 (0.0992-0.1375)	-
Chiang Mai	Thiamethoxam	572.5100 (421.71-2532.39)	-

Table 2 Average number of diamondback moth (DBM) from in Chiang Mai and Suphan Buri in each development stage

Stage of development	Number ($\pm$ SD) of diamondback moth in each population	
	Chiang Mai	Suphan Buri
Egg	97.33 $\pm$ 48.76	149.33 $\pm$ 69.29
Pupa	69.00 $\pm$ 25.16	84.67 $\pm$ 51.60
Adult:	66.00 $\pm$ 22.61	82.33 $\pm$ 50.08
Male	32.00 $\pm$ 13.08	38.00 $\pm$ 22.00
Female	35.67 $\pm$ 12.50	44.33 $\pm$ 30.04

^{1/} Means within the row followed by the same letters are not significantly different according to t- test ($P \leq 0.05$)

Table 3 Duration of developmental stages of diamondback moth (DBM) susceptible population from Chiang Mai and diamide resistant population from Suphan Buri

Stage of development	Duration of developmental stages of DBM (days $\pm$ SD)	
	Chiang Mai	Suphan Buri
Egg	3.33 $\pm$ 0.58 ^a	2.81 $\pm$ 0.3 ^a
Larva:		
Instar 1	1.67 $\pm$ 0.2 ^b	2.00 $\pm$ 0.87 ^a
Instar 2	1.83 $\pm$ 0.29 ^a	2.28 $\pm$ 0.63 ^a
Instar 3	2.67 $\pm$ 0.58 ^a	2.20 $\pm$ 0.25 ^a
Instar 4	3.00 $\pm$ 1.73 ^b	3.64 $\pm$ 0.99 ^a
Pupa	4.83 $\pm$ 1.04 ^a	3.85 $\pm$ 0.47 ^a
Adult	21.33 $\pm$ 4.16 ^a	24.67 $\pm$ 2.31 ^a

^{1/} Means within the row followed by the same letters are not significantly different according to t- test ($P \leq 0.05$)

วิจารณ์

การวัดระดับความต้านทานต่อสารเคมีของแมลงจากอัตราส่วนของค่า LC_{50} ระหว่างแมลงในกลุ่มประชากรที่ต้านทานกับแมลงในกลุ่มประชากรที่อ่อนแอเป็นค่า resistance ratio หากมีค่ามากกว่า 10 เท่าขึ้นไปแสดงว่าแมลงนั้นสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง (Subramanyam and Hagstrum, 1995) จากการทดลองนี้ กลุ่มประชากรหนอนใยผักจากจังหวัดสุพรรณบุรี แสดงความต้านทานต่อสาร chlorantraniliprole มากกว่า 60 เท่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.1484 ppm ส่วนกลุ่มประชากรจังหวัดเชียงใหม่

มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.1191 ppm สุกราดา และคณะ (2554) พบว่าสาร chlorantraniliprole ในอัตราแนะนำ (75 ppm) ไม่สามารถทำให้หนอนใยผักในเขตพื้นที่อำเภอบางบัวทอง และไทรน้อย ตายเกิน 75 เปอร์เซ็นต์ได้ ประชากรหนอนใยผักในเขตปลูกพืชวงศ์กะหล่ำที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี มีระดับความต้านทานต่อสาร chlorantraniliprole 775 เท่า เมื่อเทียบกับหนอนใยผักที่เป็นกลุ่มอ่อนแอในอำเภอบึงเป็ก จังหวัดเพชรบูรณ์ หนอนใยผักสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงมากกว่า 81 ชนิด ใน 95 ประเทศทั่วโลก (Whalon *et al.*, 2011) ได้แก่ permethrin, lambdacyhalothrin, delthamethrin, profenofos, chlorfluazuron, fipronil, abamectin และ

chlorfenapyr (พรณเพ็ญ และคณะ, 2543) และ chlorantraniliprole (Wang *et al.*, 2010) ได้เนื่องมาจากมีใช้สารเคมีกำจัดแมลงมากและบ่อยครั้ง การวัดฟิตเนสคอสต์เป็นการวัดลักษณะการเจริญเติบโตของแมลงที่ได้จากลักษณะที่ถ่ายทอดทางยีนโดยมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้องน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามพบว่ามีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม หรือปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อพฤติกรรมแมลง ตัวอย่างเช่น Maa (1986) รายงานว่าการตอบสนองของผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ต่อฟีโรโมนส์ของผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียมีความแตกต่างกันในสภาพแปลง แต่ในการเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการพบว่าการตอบสนองต่อฟีโรโมนส์ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มประชากรที่อ่อนแอต่อกลุ่มประชากรที่ต้านทานสาร malathion นอกจากนี้ จากการศึกษาลักษณะของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักที่มีความเกี่ยวข้องกับความเหมาะสมในการอยู่รอดของหนอนใยผักพบว่าหนอนใยผักที่ต้านทานต่อ methoxyfenozide (4.9 เท่า) และต้านทานต่อ esfenvalerate (2,222 เท่า) และมีการเจริญเติบโตในช่วงระยะตัวอ่อนได้ช้า มีอัตราการฟักไข่น้อยกว่ากลุ่มประชากรที่อ่อนแอ ในขณะที่การทดลองครั้งนี้ พบว่าแมลงที่ต้านทานต่อสาร chlorantraniliprole มีลักษณะความเหมาะสมในการอยู่รอดบางประการมากกว่าแมลงในกลุ่มประชากรอ่อนแอ โดยระยะเวลาในการพัฒนาการของหนอนใยผักในกลุ่มประชากรอ่อนแอและต้านทานต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มไดอะไมด์มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นในระยะหนอนวัยที่ 1 และ 4 กลุ่มประชากรสุพรรณบุรีใช้เวลาในการพัฒนามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

ประสิทธิภาพของสาร chlorantraniliprole ต่อหนอนใยผักจากประชากรจังหวัดเชียงใหม่ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.1191 ppm และประชากรของหนอนใยผักจังหวัดเชียงใหม่อ่อนแอต่อสารดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับหนอนใยผักจากประชากรสุพรรณบุรี ที่แสดงความต้านทานต่อสาร chlorantraniliprole มีค่า LC_{50} เท่ากับ 7.1484 ppm มีอัตราส่วนของความต้านทาน (resistance

ratio) 60 เท่า และจากการประเมินความเหมาะสมในการอยู่รอด (fitness cost) จากอัตราการวางไข่ การฟักไข่ ระยะเวลาการพัฒนา การเจริญเติบโต อัตราส่วนเพศ และอัตราการรอดชีวิตของประชากรหนอนใยผักที่ต้านทาน (ประชากรจังหวัดสุพรรณบุรี) มีความใกล้เคียงกับประชากรหนอนใยผักที่อ่อนแอ (ประชากรจังหวัดเชียงใหม่) ยกเว้นในระยะหนอนวัยที่ 1 และ 4 กลุ่มประชากรสุพรรณบุรีใช้เวลาในการพัฒนามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก Syngenta Crop Protection AG of Switzerland และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตลอดจนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของ Eurofins R&D Station อ. ตาคี จ. นครสวรรค์ ที่ให้ความรู้ และเทคนิคต่าง ๆ ในการเลี้ยงแมลงและการทดสอบสารฆ่าแมลง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. เอกสารวิชาการเกษตร. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 303 หน้า.
- คณิตา ทองเจริญ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว นูรณพานิช พันธุ์ และ จิราพร ตยุดิวิฏกุล. 2552. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อหนอนใยผักในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย.วารสารเกษตร 25(3): 245-255.
- พรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส และ จิราภรณ์ ทองพันธ์. 2543. การตรวจความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผัก. น. 233-247. ใน: แมลงและสัตว์ศัตรูพืช. การประชุมวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ครั้งที่ 12. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

- วิโรจน์ สุนทรภักดิ์ ประพนธ์ ไทยวานิช และ ศุภลักษณ์ กลับน่วม. 2554. คลินิกพืช: พืชตระกูลกะหล่ำ และผักกาด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://forecast.doae.go.th/web/agrotis.html> (2 มิถุนายน 2554).
- วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2536. ทิศทางของการวิจัยเพื่อควบคุมหนอนใยผักในประเทศไทย. กองวิเคราะห์โครงการและประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.
- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพล ตั้งมั่น วนาพร วงษ์นิตย พวงผกา อ่างมณี ศรุต สุทธิ อารมณ และ เกียรติกร จำเริญมา. 2554. การพยากรณ์ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักเพื่อการบริหารจัดการศัตรูพืชในระดับท้องถิ่น. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://it.doa.go.th/refs/files/1860_2554.pdf?PHPSESSID=b236b77eb65ea315ba8fc8bc20d1d20a (21 มิถุนายน 2554).
- Abbott, W. S. 1925. Method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 256-267.
- Abro, G. H., R. A. Soomro and T. S. Syed. 1992. Biology and behavior of diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). *Pakistan Journal of Zoology* 24: 7-10.
- Aaron, J. G., Y. Carriere and B. E. Tabashnik. 2009. Fitness costs of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology* 54: 147-163.
- Alyokhin, A. V. and D. N. Ferro. 1999. Relative fitness of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) resistant and susceptible to the *Bacillus thuringiensis* Cry3A toxin. *Journal of Economic Entomology* 92(3): 510-515.
- Carriere, Y., C. Ellers-Kirt, A. L. Patin, M. A. Sims, S. Meyer, Y. B. Liu, T. J. Dennehy and B. E. Tabashnik. 2001. Overwintering cost associated with resistance to transgenic cotton in the pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 94(4): 935-941.
- Chevillon, C., D. Bourguet, F. Rousset, N. Pasteur and M. Raymond. 1997. Pleiotropy of adaptive changes in populations: comparisons among insecticide resistance genes in *Culex pipiens*. *Genetical Research* 70: 195-204.
- Harcourt, D. G. 1957. Biology of diamondback moth *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) in eastern Ontario. II. Life-history, behavior, and host relationships. *The Canadian Entomologist* 89(12): 554-564.
- IRAC. 2009. Susceptibility test methods series method No: 018. (Online). Available: http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/method_018_v3.4_Mar10.pdf (June 22, 2011).
- IRAC. 2010. Insecticide resistance management global guidelines for IRAC group 28 (diamide) insecticides. (Online). Available: http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/Global_IRM_Guidelines_Group-28_v2.1.pdf (June 2, 2011).
- IRAC. 2012. The IRAC International Diamide Working Group. (Online). Available: http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2012/05/Diamide_poster_v4_10May12.pdf (June 22, 2011).
- Li Z. M., S. S. Liu, Y. Q. Liu and G. Y. Ye. 2007. Temperature-related fitness costs of resistance to spinosad in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:

- Plutellidae). Bulletin of Entomological Research 97(6): 627-635.
- Maa, C. J. W. 1986. Ecological approach to male diamondback moth response to sex pheromone. (Online). Available: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/pdf/85papers/1985DBM12.pdf> (June 22, 2011).
- McKenzie, J. A. 1990. Selection at the dieltrin resistance locus in overwintering populations of *Lucilia cuprina* (Wiedemann). Australian Journal of Zoology 38: 493-501.
- Sayyed, A. H., M. R. Rizvi and A. H. Alvi. 2002. Management of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): a lesson from South East Asia for sustainable integrated pest management. Pakistan Journal of Biological Sciences 5: 234-245.
- Subramanyam, B. and D. W. Hagstrum. 1995. Resistance measurement and management. pp. 331-397 In: B. Subramanyam and D. W. Hagstrum (eds.). Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Sukonthabhirom, S., D. Dumrongsak, S. Jumroon, T. Saroch, A. Chaweng and T. Tanaka. 2009. Update on DBM diamide resistance from Thailand: causal factors and learnings. (Online). Available: http://www.irc-online.org/wp-content/uploads/2009/09/DBM_Workshop_Diamide-DBM_Resistance_Thailand.pdf (June 22, 2011).
- Tabashnik, B. E., T. J. Dennehy and Y. Carriere. 2005. Delayed resistance to transgenic cotton in pink bollworm. (Online). Available: <http://www.pnas.org/content/102/43/15389.full.pdf> (June 22, 2011).
- Talekar, N. S. and A. M. Shelton. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annual Review of Entomology 38: 275-301.
- Wang, X., X. Li, A. Shen and Y. Wu. 2010. Baseline susceptibility of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to chlorantraniliprole in China. Journal of Economic Entomology 103(3): 843-848.
- Waterhouse, D. F. and K. R. Norris. 1987. Biological Control: Pacific Prospects. Inkata Press, Melbourne. 454 p.
- Whalon, M. E., D. Mota-Sanchez and L. Duynslager. 2011. Resistance species profile: *Plutella xylostella*. (Online). Available: <http://www.pesticideresistance.org/search/12/0/571/> (June 22, 2011).
- Wyss, C. F., H. P. Young, J. Shukla and R. M. Roe. 2003. Biology and genetics of a laboratory strain of the tobacco budworm, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), highly resistant to spinosad. Crop Protection 22(2): 307-314.

ผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน

Effects of Nutrients Deficiencies on Growth and Development and Nutrients in Leaves of Sweet Pepper

วันเพ็ญ โลหะเจริญ^{1/} ศิวัด พัฒโนดม^{1/} ปราณี เกียรติประทับใจ^{1/} วีรดา ธงงาม^{1/}

อิทธิสุนทร นันทกิจ^{2/} ไสระยา ร่วมรังษี^{3/} และ จุฑามาส คุ่มชัย^{3/}

Wanpen Lohacharoen^{1/}, Silawat Patthanodom^{1/}, Pranee Keatpratabjai^{1/}, Weelada Thongngam^{1/},

Itthisuntorn Nuntagij^{2/}, Soraya Ruamrungsri^{3/} and Jutamas kumchai^{3/}

Abstract: Deficiency of N, P, K, Ca and Mg affecting growth and development and the nutrient content in sweet pepper leaves was studied. The sweet pepper (*Capsicum annuum* var. Tokal) were grown under plastic greenhouse conditions and using coconut cube as growing media, during July to December in 1999, to investigate the effect of N, P, K, Ca and Mg deficiency on growth, development and nutrients status in leaves. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 6 treatments, 5 replications, 9 plants/replication, i.e: treatment 1) the control treatment, plant were supplied with Hoagland's nutrient solution; treatment 2) nitrogen deficient solution (-N); treatment 3) phosphorus deficient solution (-P); treatment 4) potassium deficient solution (-K); treatment 5) calcium deficient solution (-Ca) and treatment 6) magnesium deficient solution (-Mg). The results showed that at 42 days after planting, leaves started to be chlorosis, especially in -N treatment, SPAD unit and plant height were lower than control. However, leaves area were not significantly difference among treatments. Leave dry weight of N and P deficient treatments were significantly lower than others. Total dry weight of K deficient treatment was the lowest at 203.2 g. Total yields of -N, -K and -Ca treatments were lower than control. The nutrients deficiencies treatments affected nutrient contents in leaves comparing with control, N concentration in leaves was reduce in -N treatment but increase in -P, -K, -Ca and -Mg treatments. K concentration in -K and -N treatments were lower than other treatments. Ca concentration in -Ca and -N treatments were lower than other treatments. Mg concentration in -Mg and -N treatments were lower than other treatments.

Keywords: Sweet pepper, nutrient deficiency, leaf analysis

^{1/} มูลนิธิโครงการหลวง ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Royal Project Foundation, Suthep, Mueang, Chiang Mai, 50200, Thailand

^{2/} คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

^{2/} Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand

^{3/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{3/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ศึกษาผลกระทบของการขาดธาตุ N P K Ca และ Mg ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบพริกหวาน โดยปลูกพริกหวานภายใต้โรงเรือนและใช้เปลือกมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2552 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 6 กรรมวิธี 5 ซ้ำ 9 ต้นต่อซ้ำ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม ให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารตามสูตรของ Hoagland and Aron (Jones, 1997) กรรมวิธีที่ 2 สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน (-N) กรรมวิธีที่ 3 สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม (-K) กรรมวิธีที่ 4 สารละลายขาดธาตุแคลเซียม (-Ca) และกรรมวิธีที่ 5 สารละลายขาดธาตุแมกนีเซียม (-Mg) ผลการทดลองพบว่าหลังจากย้ายปลูก 42 วัน ใบเริ่มแสดงอาการเหลือง โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความเข้มข้นของสีใบที่บริเวณปลายยอดและความสูงต้นน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม อย่างไรก็ตามพื้นที่ใบในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักแห้งของใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียมน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ การขาดโพแทสเซียมทำให้พืชมีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุดเฉลี่ย 203.2 กรัม การขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมทำให้ได้ผลผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ขาดธาตุอาหารมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบลดลงในกรรมวิธีที่ขาดธาตุไนโตรเจนและเพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมและขาดไนโตรเจนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ความเข้มข้นของแคลเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมและขาดไนโตรเจนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแมกนีเซียมและขาดไนโตรเจนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น

คำสำคัญ: พริกหวาน การขาดธาตุอาหาร การวิเคราะห์ใบ

คำนำ

พริกหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* var. *annuum* L. จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae มีถิ่นกำเนิดในเม็กซิโก และอเมริกากลาง (Kelley *et al.*, 2006) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือที่สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี และให้ผลตอบแทนสูง (นิพนธ์, 2546ก) ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่เน้นการผลิตด้วยวัสดุไม่ใช้ดิน (substrate culture) โดยใช้เปลือกมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก มีการให้น้ำและปุ๋ยไปพร้อม ๆ กัน (fertigation system) เพื่อหลีกเลี่ยงโรคที่สะสมอยู่ในดิน นิยมปลูกในโรงเรือนเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ร่วมกับการใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดโรคและแมลงอย่างเหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพพริกหวานต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น (นิพนธ์, 2546ข) สำหรับการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่นั้นปุ๋ยเคมียังคงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญของการผลิตที่เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ และเป็นองค์ประกอบที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการใช้อย่าง

ต่อเนื่องตลอดเวลา (โสระยา, 2544) โดยเฉพาะพริกหวานมีอายุการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวค่อนข้างนานประมาณ 6-8 เดือน ถ้าเกษตรกรขาดความชำนาญในการใช้ปุ๋ยอาจทำให้ต้นพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตน้อยและไม่มีคุณภาพ ซึ่งการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารจึงมักศึกษาการแสดงออกของอาการขาดธาตุนั้น (Grundon *et al.*, 1997) และต้องอาศัยความชำนาญ มิฉะนั้นอาจจะผิดพลาดได้ ซึ่งลักษณะอาการขาดธาตุนั้นเป็นลักษณะที่เฉพาะของธาตุนั้น ๆ ในสภาพธรรมชาติพืชอาจขาดธาตุต่างๆ หลายธาตุพร้อมกัน หรือในบางครั้งอาจมีลักษณะอาการได้รับธาตุมากเกินไปร่วมด้วย (ศรีสม, 2544) พิทยา (2554) รายงานว่าธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดีทำให้ใบแก่แสดงอาการขาดธาตุก่อนใบอ่อน ซึ่งตรงข้ามกับธาตุแคลเซียมที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายในโพลีเอม ใบอ่อนและปลายยอดจึงแสดงอาการขาดธาตุก่อน การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช นิยมนำมาใช้ประเมินร่วมกับอาการขาดธาตุอาหารเพื่อทำนายผลในระดับขาดแคลน เพียงพอ หรือมีมากจนเป็น

พืชกับพืช โดยนำค่าที่ได้เทียบกับค่าที่เคยศึกษาไว้แล้ว กับพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งวิธีการนี้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรให้สามารถแก้ไขปัญหาในการผลิตได้ทันเวลาที่

งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการขาดธาตุอาหารในพริกหวาน เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานของความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบขณะเริ่มขาดธาตุ รวมทั้งทราบลักษณะการขาดธาตุอาหาร การเจริญเติบโตตลอดจนปริมาณผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในวัสดุไม่ใช้ดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองภายในโรงเรือนขนาด 6x24 เมตร ที่คลุมด้วยตาข่ายกันแมลง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง แม่สาใหม่ ตำบลแม่แรม อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2552 เตรียมต้นกล้าพริกหวานพันธุ์สีแดงโดยปลูกลงถุงขนาด 8 x 13 นิ้ว จำนวน 2 ต้นต่อ 1 ถุง ใช้เปลือกมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูก ให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารตามสูตรของ Hoagland and Arnon (Jones, 1997) เป็นระยะเวลา 28 วัน โดยกำหนดความเข้มข้นปุ๋ยตามค่าการนำไฟฟ้า (ค่า EC) ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นพืช คือ ตั้งแต่วันที่ 1-14, 15-21 และ 22-28 วันหลังย้ายปลูก ให้สารละลายที่มีค่า EC 2, 2.3 และ 2.5 ตามลำดับ เมื่อพริกหวานมีอายุ 29 วัน หลังย้ายปลูก จึงเริ่มให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ขาดธาตุอาหารตามกรรมวิธีทดลองดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (ได้ธาตุอาหารครบทุกธาตุ) กรรมวิธีที่ 2 ได้รับสารละลายที่ขาดธาตุไนโตรเจน (-N) กรรมวิธีที่ 3 ได้รับสารละลายที่ขาดธาตุโพแทสเซียม (-K) กรรมวิธีที่ 4 ได้รับสารละลายที่ขาดธาตุแคลเซียม (-Ca) และกรรมวิธีที่ 5 ได้รับสารละลายที่ขาดธาตุแมกนีเซียม (-Mg)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ และ 9 ต้นต่อซ้ำ บันทึกผลการทดลอง ดังนี้ 1) ความสูงต้นทุก 2 สัปดาห์ 2) บันทึกวันที่เริ่มสังเกตพบอาการขาดธาตุที่ใบ และบันทึกข้อมูล 2.1) ความเข้มข้นของสีใบบริเวณยอด และโคนต้น วัดด้วยเครื่อง Chlorophyll Meter (Minolta SPAD-5023) 2.2) พื้นที่ใบรวม ด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (LI-3100, LI-

COR, Lincoln, NE) 2.3) น้ำหนักแห้งใบ 2.4) น้ำหนักแห้งทั้งต้น และ 2.5) เก็บใบพริกหวานที่ตำแหน่งข้อที่ 4 นับจากยอด เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารขณะเริ่มแสดงอาการขาดธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ตามวิธีการของ Ohyama *et al.* (1991) 3) ผลผลิตรวมต่อต้น (ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ต้องมีสีผิวเปลี่ยนเป็นแดง 70 เปอร์เซ็นต์)

ผลการทดลอง

ความสูงของต้น

หลังย้ายปลูก 42-98 วัน พบว่าต้นพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนพืชมีความสูงน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า หลังย้ายปลูก 98 วัน ต้นพริกหวานในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 150.2 และ 147.6 เซนติเมตรตามลำดับ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมโดยมีความสูงเฉลี่ย 131.6 และ 132.0 เซนติเมตรตามลำดับ และต้นพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีความสูงเฉลี่ย 110.4 เซนติเมตร ส่วนต้นพริกหวานกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด 94.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 1)

วันที่เริ่มพบความผิดปกติของต้นพริกหวาน และความเข้มของสีใบ

จากผลการทดลอง พบว่าหลังจากย้ายปลูก 42 วัน หรือ 14 วัน หลังจากให้ต้นพริกหวานขาดธาตุอาหารเริ่มสังเกตพบอาการเหลืองที่ใบ และจากการวัดค่าความเข้มของสีใบโดยใช้เครื่องมือ SPAD-502 ในตำแหน่งใบข้อที่ 12-14 (ยอด) และตำแหน่งใบข้อที่ 6-8 (โคนต้น) โดยนับจำนวนข้อจากด้านล่างขึ้นด้านบน พบว่าความเข้มของสีใบมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนส่วนบริเวณยอดพบอาการเหลืองโดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีใบเท่ากับ 51.3 หน่วย ซึ่งน้อยกว่าใบในกรรมวิธีควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 56.5 หน่วย ในขณะที่ใบในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสมีความเข้มสีใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ และใบในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมและแมกนีเซียมมีค่า

ความเข้มข้นมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีค่าความเข้มข้นใบเท่ากับ 62.5 และ 62.2 หน่วยตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นใบบริเวณโคนต้นพบอาการเหลืองเช่นเดียวกับบริเวณยอด พบในใบของกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนโดยมีค่าความเข้มข้นใบเท่ากับ 46.6 หน่วย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับใบในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีขาดฟอสฟอรัส และขาดแคลเซียม โดยมีค่าความเข้มข้นใบเท่ากับ 51.2, 51.5 และ 52.0 หน่วยตามลำดับ และพบว่าบริเวณโคนต้นมีแนวโน้มของความเข้มข้นสีใบน้อยกว่าบริเวณยอด (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2)

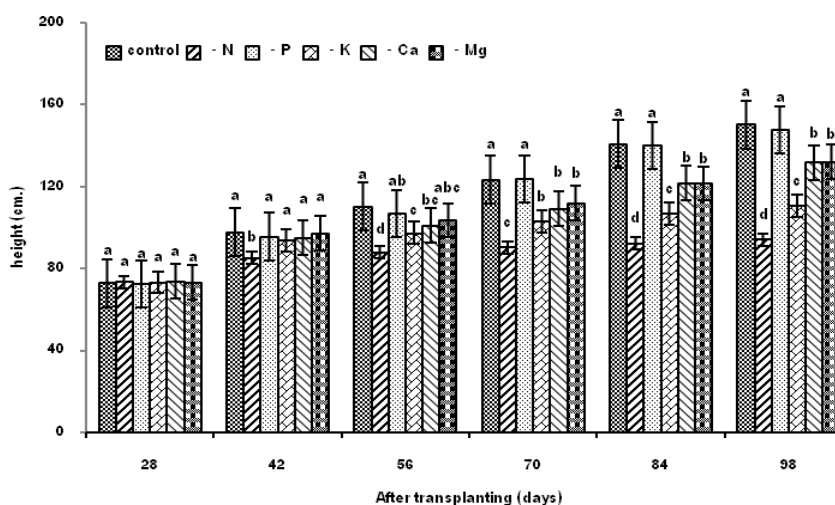


Figure 1 Plant height of sweet pepper during 28-98 days after transplanting

Table 1 Effect of nutrient deficiency on leaf color intensity at shoot terminal and shoot base at 42 days after transplanting

Treatment	Leaf color intensity (SPAD units)	
	Shoot terminal ^{1/}	Shoot base ^{1/}
control	56.5 b	51.2 ab
N- deficiency	51.3 c	46.6 b
P- deficiency	57.6 ab	51.5 ab
K- deficiency	62.5 a	53.3 a
Ca- deficiency	55.6 bc	52.0 ab
Mg- deficiency	62.2 a	53.8 a
LSD	3.5	4.3
%C.V.	5.2	5.8

^{1/} Mean followed by the same letters in the same column are not significantly difference at 99% confident by LSD

พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งของใบ และน้ำหนักแห้งทั้งต้น

หลังจากพบต้นพริกหวานแสดงอาการขาดธาตุ ทำการวัดพื้นที่ใบทั้งต้น พบว่าพื้นที่ใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของใบ และน้ำหนักแห้งทั้งต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้งของใบพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยเท่ากับ 34.77 กรัม ซึ่งน้อยกว่าน้ำหนักแห้งใบในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยเท่ากับ 98.61, 79.16, 115.97, 100.84 กรัม

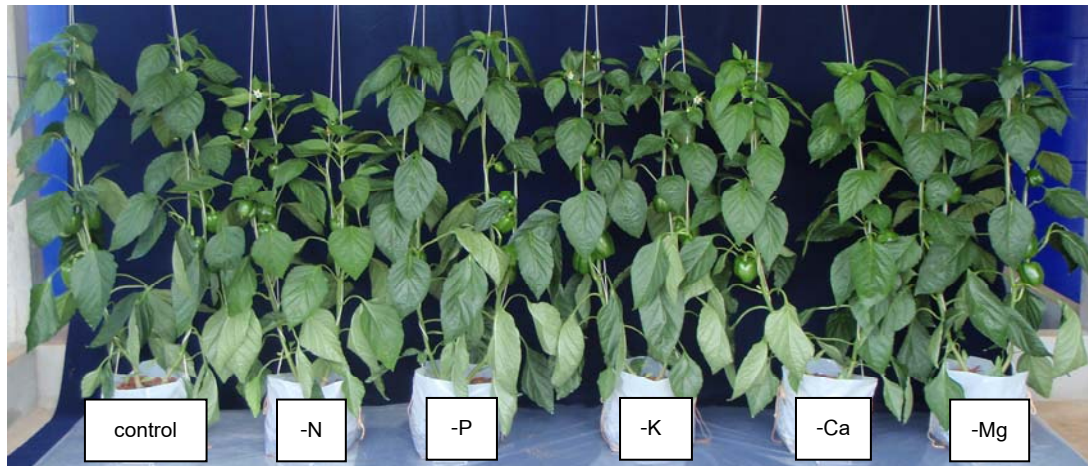


Figure 2 Sweet pepper plants in different nutrient deficiency treatment at 42 days after transplanting

ตามลำดับ แต่ไม่ต่างจากน้ำหนักแห้งใบในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมที่มีน้ำหนักแห้งใบเฉลี่ยเท่ากับ 41.79 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้งทั้งต้นเกิดจากรวมน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น ราก และผลผลิต พบว่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย 203.2 กรัม ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย 324.1 และ 424.6 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับน้ำหนักแห้งทั้งต้นในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม โดยมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 226.8, 302.6 และ 298.1 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพบว่า ใบพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน มีความเข้มข้นของไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของไนโตรเจน 3.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีความเข้มข้นของไนโตรเจนมากกว่าใบพริกหวานในกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ พบว่า ใบในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมน้อยที่สุดคือ 4.4 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่ใบในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ขาดฟอสฟอรัส ขาดแคลเซียมและขาดแมกนีเซียม มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่แตกต่างกัน โดยมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 6.8, 5.7, 6.1, 6.2 และ 6.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ พบว่า ใบในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีความเข้มข้นของแคลเซียมในใบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความเข้มข้นของแคลเซียมมากกว่าเท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบในกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีขาดฟอสฟอรัส ขาดโพแทสเซียม และขาดแมกนีเซียมมีความเข้มข้นของแคลเซียมไม่แตกต่างกัน โดยมีความเข้มข้นของแคลเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 1.0, 1.1, 1.1 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ พบว่า ใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน และขาดแมกนีเซียมมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.9 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ใบในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส ขาดโพแทสเซียม และขาดแคลเซียม มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมไม่แตกต่างกัน โดยมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 1.5, 1.4, 1.6 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

Table 2 Effects of nutrient deficiency on leaves area, dry weight of leaves and whole plant at 42 days after transplanting

Treatment	Leaves area (cm ²)	Dry weight (g)	
		Leaves dry weight ^{1/}	Whole plant ^{1/}
control	4193.6	98.61 a	324.1 ab
N- deficiency	1502.8	34.77 c	226.8 bc
P- deficiency	2967.5	79.16 ab	302.6 bc
K- deficiency	2871.4	41.79 bc	203.2 c
Ca- deficiency	3180.8	115.97 a	424.6 a
Mg- deficiency	3550.8	100.84 a	298.1 bc
LSD	ns	30.86	107.01
%C.V.	49.24	43.61	20.07

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 99% confidence by LSD

ns = not significant difference

Table 3 Effects of nutrient deficiencies on N, P, K, Ca, and Mg concentration in sweet pepper leaves at 42 days after transplanting

Treatment	Leaf nutrient concentration (%)			
	N ^{1/}	K ^{1/}	Ca ^{1/}	Mg ^{1/}
control	3.3 c	6.8 a	1.0 a	1.5 a
N- deficiency	2.2 d	5.7 b	0.8 b	0.9 b
P- deficiency	4.5 b	6.1 ab	1.1 a	1.4 a
K- deficiency	5.4 a	4.4 c	1.1 a	1.6 a
Ca- deficiency	4.3 b	6.2 ab	0.4 c	1.5 a
Mg- deficiency	4.8 ab	6.6 ab	1.2 a	1.0 b
LSD	0.7	0.9	0.2	0.4
%C.V.	9.9	8.4	12.3	16.4

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 99% confidence by LSD**ปริมาณผลผลิตรวมต่อต้น**

ผลผลิตพริกหวาน จากการทดลองเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม รวมเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ผลผลิตพริกหวานในกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม และขาดแมกนีเซียมมีปริมาณผลผลิตรวม

ต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ย 1,890.5, 1,645.8, 1,456.8 และ 1,549.3 กรัมต่อต้น ส่วนต้นพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและขาดแคลเซียมมีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ยน้อยกว่า 4 กรรมวิธีข้างต้นโดยมีค่าเฉลี่ย 604.3 และ 853.5 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

Table 4 Effects of nutrient deficiency on total yields

Treatment	Total yields (g/plant) ^{1/}
control	1,890.5 a
N- deficiency	604.3 c
P- deficiency	1,645.8 ab
K- deficiency	1,456.8 b
Ca- deficiency	853.5 c
Mg- deficiency	1,549.3 ab
LSD	367.8
%C.V.	15.3

^{1/} Mean followed by the same letters in the same column are not significantly difference at 99% confidence by LSD

วิจารณ์

ในการทดลองนี้เริ่มพบอาการผิดปกติของต้นพริกหวานในช่วง 14 วันหลังได้รับกรรมวิธีทดลอง (42 วันหลังย้ายปลูก) พืชแสดงอาการเหลืองที่ใบอย่างเห็นได้ชัดในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน แต่กรรมวิธีอื่นๆ ยังไม่พบอาการขาดธาตุ ขาดรีและคณะ (2552) ทดลองแช่ก้ามมะพร้าวสับในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 เดือน พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารละลายออกมาโดยมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และแคลเซียมซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในช่วง 546.15-724.4, 29.74-37.37, 5.18-14.24 และ 3.80-13.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่จะมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาปลูก ซึ่งการมีธาตุอาหารสะสมอยู่บ้างในวัสดุปลูกที่ปลูกในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน ส่งผลให้การแสดงออกของการขาดธาตุบางกรรมวิธีไม่รุนแรง โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และกรรมวิธีที่ขาดแมกนีเซียมซึ่งเป็นธาตุที่มีความต้องการในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณความต้องการในกลุ่มมหภาคด้วยกัน แต่ยังคงส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตต่อต้นซึ่งน้อยลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม Huett *et al.* (1997) ได้รายงานปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพริกหวานระยะติดผลควรอยู่ในช่วง 2.9 - 4.6, 2.6 - 5.5, 1.30 - 3.70 และ 0.25 - 1.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีผลทำให้ความสูงต้น น้ำหนักแห้งใบ

น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตรวมต่อต้นลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ในส่วนโพแทสเซียม ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน และแป้ง เป็นธาตุที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) เมื่อขาดดังกล่าวจึงส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตต่ำลงถึงแม้ผลการวิเคราะห์ในก้ามมะพร้าวจะมีธาตุไนโตรเจนสะสมอยู่บ้าง และมีปริมาณโพแทสเซียมในปริมาณมากที่สุดก็ตามแต่ยังคงไม่เพียงพอ Martinez *et al.* (2008) ศึกษาในเคปูกูสเบอรี่และรายงานว่าการขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลลดลงอย่างมาก จำนวนของผลผลิตลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ Roychoudhury (1990) รายงานว่าการขาดธาตุไนโตรเจนในพริกหวานทำให้การเจริญเติบโตลดลง ออกดอกช้า ขาดฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทำให้จำนวนดอกและผลต่อต้นลดลง Lavon *et al.* (1999) พบว่าการขาดธาตุโพแทสเซียมทำให้ชีวมวลของใบน้อยและทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการไนโตรเจนเมแทบอลิซึมแต่ไม่พบอาการเหลืองที่ใบ

จากผลค่าวิเคราะห์ใบ พบว่ากรรมวิธีที่ขาดธาตุอาหารทำให้ค่าความเข้มข้นของธาตุนั้นในใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lavon *et al.* (1999) ที่ศึกษาในเลมอน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และแคลเซียมในใบมีปริมาณต่ำเมื่ออยู่ใน

สภาวะขาดธาตุดังกล่าว ซึ่งการทดลองนี้พบว่า การขาดไนโตรเจนทำให้ระดับโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมลดลงด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนหทัย และโสระยา (2548) พบว่าการขาดไนโตรเจนทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวใหม่ของพืชต่ำกว่าการขาดธาตุอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่ส่งเสริมในเรื่องการเจริญเติบโตเมื่อพืชมีการเจริญเติบโตน้อยจึงมีการดูดใช้ธาตุอาหารอื่นๆ น้อยตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Das and Sen (1981) รายงานว่าการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทำให้ความยาวราก พื้นที่ผิวสัมผัสของรากมีน้อยส่งผลต่อการดูดซับธาตุอาหารที่ลดลง และพื้นที่ใบที่ลดลง จำกัดการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำทำให้การดูดธาตุอาหารต่างๆ ได้ลดลง ส่วนการขาดฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่ถ้าพิจารณาตามค่ามาตรฐานไนโตรเจนของ Huett *et al.* (1997) พบว่าค่าไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดธาตุไนโตรเจน ทั้งนี้ใบที่นำมาวิเคราะห์อยู่ในช่วงติดผลผลิตชุดแรก (ภาพที่ 2) ซึ่งเป็นช่วงที่ต้องการใช้ธาตุอาหารต่างๆ สำหรับการเจริญเติบโตของผล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเคลื่อนที่จากอวัยวะที่สังเคราะห์แสง (ใบ) ไปยังส่วนรับอาหาร (ผล) (พิทยา, 2554) และไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ และ

เคลื่อนย้ายได้ง่าย เพื่อส่งไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต โดยเฉพาะผล เมื่อพืชขาดธาตุอาหารตัวใดตัวหนึ่งทำให้ไม่มีการใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างธาตุนั้นกับธาตุไนโตรเจนไปในกระบวนการเมตาบอลิซึม จึงพบการสะสมไนโตรเจนในใบปริมาณที่สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม

การผลิตหวาน ผลผลิตเป็นสิ่งที่เกษตรกรคาดหวังให้ได้ปริมาณสูงสุดต่อรอบการผลิต ในการทดลองนี้เป็นการทำให้ต้นพริกหวานขาดธาตุอาหารในกลุ่มมหภาค เพื่อให้ทราบความเร็วในการตอบสนองต่อการขาดธาตุ รวมถึงการแสดงออกที่สามารถสังเกตได้เมื่อเริ่มขาดธาตุอาหาร และสามารถยืนยันผลด้วยการวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องสำหรับเกษตรกร ในการใช้สังเกต และเฝ้าระวังการให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของต้นพริกหวาน โดยในการทดลองนี้ต้นพริกหวานแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน และแคลเซียมให้เห็นเร็วกว่าการขาดธาตุตัวอื่นในกลุ่ม คือ 14 วัน โดยสังเกตเห็นความผิดปกติที่ใบ ซึ่งแสดงอาการเหลือง และเมื่อปล่อยให้ต้นพริกหวานขาดธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อไปเป็นระยะเวลานาน ใบพริกหวานจะแสดงอาการขาดธาตุให้เห็นอย่างชัดเจนตามภาพที่ 3 ดังนั้นการผลิตพริกหวานในวัสดุปลูก (กาบมะพร้าว) เกษตรกรควรหมั่นสำรวจ สังเกต และเข้าใจลักษณะอาการขาดธาตุอาหารแต่ละชนิด หากไม่แน่ใจควรเก็บใบส่งวิเคราะห์เพื่อให้ทราบสาเหตุของการขาดธาตุอาหารที่ชัดเจน เพื่อแก้ปัญหาได้ถูกต้อง



Figure 3 Characteristics of nutrient deficiency of sweet pepper leaves at 140 days after transplanting

จากการทดลองพบว่าพริกหวานเริ่มแสดงอาการขาดธาตุให้เห็นที่ใบหลังจากได้รับกรรมวิธี 14 วัน ซึ่งสังเกตเห็นได้ในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน และกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม ด้านความสูงต้นเมื่อวัดครั้งสุดท้ายต้นพริกหวานในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความสูงน้อยที่สุด แต่มีพื้นที่ใบไม่ต่างจากกรรมวิธีอื่น ส่วนน้ำหนักแห้งของใบในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนและโพแทสเซียม น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ การขาดโพแทสเซียมทำให้ต้นพริกหวานมีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุด การขาดไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมทำให้ได้ผลผลิตน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และการขาดธาตุอาหารมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนทำให้ระดับธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมลดลง ส่วนการขาดฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณฝ่ายวิจัยมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สไลใหม่ และ ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์พื้นที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ช่วยเก็บข้อมูล ประมวลผล และอำนวยความสะดวก

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
ชาติรี สิทธิกุล จิราพร ตยุดิคุณกุล อธิสุนทร นันทกิจ อังสนา อัครพิศาล และชูชาติ สันทรทรัพย์. 2552. การพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและ

ปลอดภัย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 179 หน้า.
นิพนธ์ ไชยมงคล. 2546(ก). “พริกหวาน/พริกยักษ์” (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/pepper.pdf (16 มกราคม 2550).
นิพนธ์ ไชยมงคล. 2546(ข). เทคโนโลยีการปลูกพืชผักในเรือนโรง (Protected Culture). หน้า 227 - 233. ใน: อัญชัญ ชมภูพวง (บก.). คู่มือการปลูกผักบนพื้นที่สูง. สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตร และสหกรณ์, เชียงใหม่.
พิทยา สรวมศิริ. 2554. ธาตุอาหารในการผลิตพืชสวน. วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่. 314 หน้า.
ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.
โสระยา ร่วมรังษี. 2544. การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
หทัย กฤษดาภาณิษฐ์ และ โสระยา ร่วมรังษี. 2548. การขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในพรีเซีย. วารสารเกษตร 21(3): 197-204.
Das, B. K. and S. P. Sen. 1981. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency on the uptake and mobilization of ions in Bengal gram (*Cicer arietinum*). J. Biosci., vol 3: 249-258.
Grundon N. J., A. D. Robson, M. J. Lambert and K. A. Snowball. 1997. Nutrient Deficiency and Toxicity Symptoms. pp. 37-51. In: D.J. Reuter and J.B. Robinson. Plant Analysis: an Interpretation Manual 2nd edition. CSIRO publishing, Australia.
Huett, D. O., N. A. Maier, L. A. Sparrow and T. J. Piggott. 1997. Vegetables Crop. pp. 383-464. In: D.J. Reuter, and J.B. Robinson.

- Plant Analysis: an Interpretation Manual
2nd Ed. CSIRO publishing, Australia.
- Jones, J. B. Jr. 1997. Hydroponics A Practice Guide for the Soilless Grower. St. Lucie Press, Boca Raton. FL. 230 p.
- Kelley, T. W., G. E. Boyhan and D. M. Granberry. 2006. Pepper history, scope, climate and taxonomy. pp. 3-7. *In*: University of Georgia (eds.). Commercial Pepper Production Hand Book. University of Georgia, Athens.
- Lavon, R., R. Salomon and E. E. Goldschmidt. 1999. Effect of potassium, magnesium, and calcium deficiencies on nitrogen constituents and chloroplast components in Citrus leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(2): 158-162.
- Martinez, F. E., J. Sarmiento, G. Fischer and F. Jiménez. 2008. Effect of N, P, K, Ca, Mg and B deficiency on production and quality components of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). Agronomía Colombiana 26(3): 389-398.
- Ohayama, T., M. Ito. K. Kobayashi. S. Araki, S. Yasuyoshi, O. Sasaki, T. Yamazaki, K. Soyama, R. Tanemura, Y. Mizuno and T. Ikarashi. 1991. Analytical procedures of N, P, K contents in plant and manure materials using H₂SO₄-H₂O₂ Kjeldahl digestion method. Bull. Fac. Agric., Niigata Univ., 43: 111-120. (in Japanese with English summary)
- Roychoudhury, A., R. Chatterjee and S. K. Mitra. 1990. Effect of different doses of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium and iron on growth and development in chilli. Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal 13(3): 96-99.
-

การอุดตันของท่อลำเลียงในก้านดอกกล้วยไม้ บัวหลวง และพุทธรักษา

Flower Stem Blockage in Cut Orchid, Lotus, and Canna

ปรียาภรณ์ ลิธิติ^{1/, 2/} ลพ ภวภูตานนท์^{1/} และ วชิรญา อิมสabay^{1/, 2/}
Preeyaporn Leethiti^{1/, 2/}, Lop Phavaphutanon^{1/} and Wachiraya Imsabai^{1/, 2/}

Abstract: Important problems of cut flowers are short vase life and rapid senescence possibly caused by water deficit, a consequence of stem end blockage which has various nature of occurrence. The aim of this study was to investigate the stem end blockage in *Dendrobium* 'Khao Sanan' orchid, lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn., cv. Saddhabutra) and canna. The result showed that water uptake of these flowers which their stems were cut in the air or cut under water or cut and left in the air for 1 hour before holding in distilled water was not significantly different among treatments. This result indicated that air embolism may not be the cause of vascular occlusion in these flowers. The rate of water uptake of orchid flowers held in 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) solution was higher than those in distilled water while the rate of water uptake and vase life of lotus and canna flowers were not different from those held in distilled water. Holding these flowers in different solutions containing phenolic compound synthesis inhibitors: S-carvone (0.032-0.636 mM), tropolone (0.25 and 0.5 mM), 4-hexylresorcinol (4-400 μ M) and amitol (1, 2, 3, 5 and 10 mM) showed that water uptake and vase life were not different from those held in distilled water but the vase life of orchid flowers held in 4-hexylresorcinol and amitol were longer than those held in distilled water. It is concluded that microorganisms and phenolic compounds may be the cause of stem end blockage in orchid flowers but not in lotus and canna flowers.

Keywords: Saddhabutra, Khao Sanan, HQS, phenolic compounds, microorganism

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

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

^{2/} ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ. 10400

^{2/} Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400 Thailand.

บทคัดย่อ: ปัญหาสำคัญของไม้ตัดดอก คือ มีอายุปักแจกันสั้นและเสื่อมคุณภาพเร็ว อาจเนื่องจากการดอกไม่เกิดการขาดน้ำ โดยเกิดจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งมีด้วยกันหลายสาเหตุ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในไม้ดอกสามชนิด ได้แก่ ดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์และดอกพุทธรักษา พบว่าจากการตัดก้านดอกในอากาศหรือใต้น้ำ หรือทิ้งให้ขาดน้ำ 1 ชั่วโมง ก่อนปักแจกันใต้น้ำกลั่น ไม่ได้ทำให้ดอกไม้มีอัตราการดูดน้ำแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่าฟองอากาศไม่ได้เป็นสาเหตุของการอุดตันท่อลำเลียงในดอกไม้เหล่านี้ เมื่อปักแจกันนในสารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS; 200 mg/L) พบว่าดอกกล้วยไม้มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าการปักแจกันใต้น้ำกลั่น ขณะที่ดอกบัวหลวงและดอกพุทธรักษามีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน ส่วนการปักแจกันดอกไม้ทั้งสามชนิดในสารละลายที่มีสารยับยั้งการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล ได้แก่ S-carvone (0.032-0.636 mM), tropolone (0.25 และ 0.5 mM) และ 4-hexylresorcinol (4-400 μ M) และ amitol (1, 2, 3, 5 และ 10 mM) พบว่าดอกไม้ทั้งสามชนิดมีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันใต้น้ำกลั่น ยกเว้นดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันนในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitol ที่มีอายุปักแจกันนานกว่าการปักแจกันใต้น้ำกลั่น แสดงให้เห็นว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกกล้วยไม้ อาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล ขณะที่การอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกบัวหลวงและดอกพุทธรักษาอาจไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลบริเวณรอยตัด

คำสำคัญ: สัตตบุษย์ ขาวสนาน HQS สารประกอบฟีนอล เชื้อจุลินทรีย์

คำนำ

ดอกกล้วยไม้หวายเขตร้อนของไทยเป็นที่นิยม และต้องการของตลาดในประเทศแล้วยังมีการผลิตและส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอีกด้วย ส่วนดอกบัวหลวงนั้นมีการใช้ภายในประเทศตลอดทั้งปี ทั้งในวันสำคัญทางศาสนาและใช้ประดับร่วมกับดอกไม้ชนิดอื่นในงานพิธีต่างๆ มากขึ้น ในขณะที่ดอกพุทธรักษาก็มีสีสันสวยงามสะดุดตา แต่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นไม้ตัดดอก อาจเนื่องมาจากมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้นปัญหาสำคัญของไม้ตัดดอก คือ อายุการใช้งาน โดยดอกกล้วยไม้มีอายุการปักแจกันนานประมาณ 15-30 วัน ส่วนดอกบัวหลวงอายุปักแจกันสั้น 3-5 วัน ในขณะที่ดอกพุทธรักษามีอายุปักแจกันสั้นมากเพียง 2-3 วันเท่านั้น การที่ดอกไม้แต่ละชนิดมีอายุการใช้งานแตกต่างกัน เนื่องจากเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ ฟองอากาศ เอนไซม์หรือสารบางอย่าง น้ำยาง หรือเมือก ทำให้ดอกไม้ไม่สามารถดูดน้ำเข้าภายในเซลล์ได้ จึงเกิดการขาดน้ำและหมดอายุการใช้งานในที่สุด ดังนั้นถ้าหากเข้าใจถึงสาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกไม้ทั้ง 3 ชนิด จะทำให้สามารถ

ลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ และทำให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น

การป้องกันการเกิดฟองอากาศในท่อลำเลียงน้ำทำได้โดยตัดปลายก้านดอกใต้น้ำก่อนการปักแจกัน ทำให้ประสิทธิภาพการดูดน้ำเพิ่มขึ้น น้ำเคลื่อนที่ในท่อลำเลียงน้ำได้ดี และต่อเนื่องมากกว่าการตัดก้านดอกในอากาศตามปกติ (สายชล, 2531; Evans *et al.*, 1996) การตัดก้านดอกบัวหลวง พบว่ามีน้ำยางไหลออกมาบริเวณรอยตัด และคาดว่าจะไป อุดตันท่อลำเลียงน้ำ จึงลดน้ำยางด้วยการจุ่มน้ำร้อน 30 วินาที ให้ผลลดน้ำยางดอกบัวได้ดีที่สุด (ผานนท์ และ สุรารัตน์, 2540) แต่วิธีการนี้ทำให้น้ำเยื่อบริเวณที่จุ่มน้ำร้อนตาย มีรายงานว่า การแช่โคนก้าน *Euphorbia fulgens* ในกรดซิตริก (pH = 2.8) นาน 1 ชั่วโมง ลดการไหลของน้ำยางได้และไม่ทำให้น้ำเยื่อตายรวมทั้งมีอายุปักแจกันนานขึ้น (van Doorn, 1997) เช่นเดียว กับผลของการจุ่มปลายก้านดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 90 องศาเซลเซียส และการแช่โคนก้านดอกในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลานาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง สามารถลดน้ำยาง และยืดอายุการปักแจกันได้ (เพชรรัตน์, 2550) การทดลองใช้สารละลายสูตรต่าง ๆ ซึ่งมีสารฆ่าจุลินทรีย์เป็น

องค์ประกอบ เช่น 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) และ silver nitrate ร่วมกับน้ำตาลซูโครส กับดอกบัวหลวง 4 พันธุ์ คือ สัตตบุษย์ สัตตบงกช บุนนทริก และปทุม ทำให้ดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น แต่มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น (บุญเกื้อ, 2537) และมีการใช้ HQS ร่วมกับ aluminum sulfate และน้ำตาลซูโครสกับดอกกล้วยไม้หวาย ทำให้กล้วยไม้หวายมีอายุปักแจกันนานขึ้น และมีการบานเพิ่มของดอกตูม (Ketsa et al., 2001) นอกจากนี้มีการทดลองใช้สารละลายที่มีสารยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอลเป็นส่วนประกอบ เช่น สารละลาย S-carvone กับดอก *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' ทำให้ดอกไม้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุปักแจกัน (He et al., 2006) เช่นเดียวกับรายงานของ Damunupola et al. (2010) ที่พบว่ามีการปักแจกันดอก *Baeckea frutescens* และดอก *Chamelacium uncinatum* ในสารละลาย S-carvone ทำให้มีอายุปักแจกันนานขึ้น แต่ไม่สามารถยืดอายุปักแจกันของดอก *Acacia holosericea* และดอก *Chrysanthemum* sp. ได้ ส่วนดอกกุหลาบ, *Astilbe* และ *Viburnum* ที่ปักแจกันในสารละลาย tropolone ช่วยชะลอการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ และชะลอการเหี่ยวได้ (Loubaud et al., 2004) เช่นเดียวกับการใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol กับดอก *Bouvardia* (Vaslier et al., 2003) รวมทั้งได้มีการใช้สารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole (amitol) กับดอกเบญจมาศ รายงานว่าทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และชะลออาการเหี่ยวของใบ (van Doorn et al., 2002)

ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

นำดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน คัดเลือกดอกกล้วยไม้ให้มีขนาดสม่ำเสมอ โดยมีจำนวนดอกตูม 6 ± 2 ดอก และดอกบาน 4 ± 2 ดอก จากสวนกล้วยไม้ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ในระยะดอกตูม ที่มีขนาดดอกสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นขนาดที่เกษตรกรนิยมตัดจำหน่าย จากสวนบัวหลวงที่ผลิตเป็น

การค้า อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี และดอกพุทธรักษาที่มีจำนวนดอกตูม 3 ± 2 ดอก และดอกบาน 2 ± 1 ดอก จากแปลงในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มาทำการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับแสงสว่าง 12 ชั่วโมง ความเข้มแสง $15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศ

นำลำลูกกล้วยที่มีช่อดอกกล้วยไม้แชลงในน้ำ ตัดก้านดอกได้น้ำ แล้วขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการโดยระวังไม่ให้ก้านดอกอยู่เหนือน้ำ ตัดก้านดอกอีกครั้งในห้องปฏิบัติการ โดยตัดก้านดอกเฉียง 45 องศา ความยาวก้าน 12 เซนติเมตร แล้วปักแจกันในน้ำกลั่น ส่วนดอกบัวหลวง และ ดอกพุทธรักษา นำใส่ถังที่มีน้ำอยู่ ทำการตัดก้านดอกได้น้ำ แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการในลักษณะเดียวกับดอกกล้วยไม้ ตัดก้านดอกอีกครั้งในห้องปฏิบัติการ โดยตัดก้านดอกเฉียง 45 องศา ความยาวก้าน 25 เซนติเมตร แล้วปักแจกันในน้ำกลั่น การตัดก้านดอกครั้งสุดท้ายเพื่อศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศประกอบด้วย 3 ทริทเมนต์ คือ ตัดก้านดอกในอากาศ ตัดก้านดอกได้น้ำ และตัดก้านดอกในอากาศ แล้ววางทิ้งไว้ให้ ฆาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกผลการทดลองทุกวันจนกระทั่งดอกไม้แต่ละชนิดหมดอายุปักแจกัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาการอุดตันของท่อลำเลียงเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์

ใช้ดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน ตัดก้านดอกเฉียง 45 องศา ความยาว 12 เซนติเมตร ดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา ตัดก้านดอกเฉียง 45 องศา ความยาว 25 เซนติเมตร แล้วปักแจกันในหลอดแก้วขนาด 15 มิลลิเมตร หรือกระบอกตวงขนาด 50 มิลลิเมตร ที่บรรจุน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) หรือสารละลาย dichloroisocyanuric

acid (DICA) ความเข้มข้น 50 mg/L หรือ 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) ความเข้มข้น 200 mg/L เปรียบเทียบกับปักแจกันในน้ำกลั่น จนกระทั่งหมดอายุปักแจกัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาการดูดตันของท่อลำเลียงเนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลบริเวณรอยตัด

นำดอกไม้ทั้งสามชนิด ปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 แล้วนำมาปักแจกันในสารละลาย S-carvone ความเข้มข้น 0.032-0.636 mM, tropolone ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 mM, 4-hexylresorcinol ความเข้มข้น 4-400 μ M หรือ 3-amino-1,2,4-triazole (amitol) ความเข้มข้น 1-10 mM เปรียบเทียบกับปักแจกันในน้ำกลั่น จนกระทั่งหมดอายุปักแจกัน

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกอายุปักแจกัน (vase life) โดยกำหนดให้ดอกกล้วยไม้ หมดอายุปักแจกันเมื่อดอกบานเสื่อมสภาพมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดอกบัวหลวง หมดอายุปักแจกันเมื่อกลีบดอกเกิดอาการกลีบดำมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และดอกพุทธรักษา กำหนดให้หมดอายุปักแจกันเมื่อกลีบดอกแสดงอาการเหี่ยว และอัตราการดูดน้ำ (water uptake) โดยดูผลต่างของปริมาณน้ำในแต่ละวันที่ลดลงไป มีหน่วยเป็น ml/flower/day

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทดสอบความแปรปรวนด้วย ANOVA และเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยด้วย Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาการดูดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศ

ดอกกล้วยไม้ และดอกบัวหลวงในทุกที่ที่ทรีเมนต์ มีการดูดน้ำสูงในวันแรก และมีการดูดน้ำลดลงตลอดระยะเวลาปักแจกัน (ภาพที่ 1A และ 1B) ส่วนดอกพุทธรักษาที่ตัดก้านในอากาศ มีอัตราการดูดน้ำมากที่สุด และมีการดูดน้ำลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 1C) โดยดอกไม้ทั้งสามชนิดมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันในทุกที่ที่ทรีเมนต์ ซึ่งดอกกล้วยไม้มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 14-14.8 วัน และดอกบัวหลวงมีอายุปักแจกัน 4.8-5 วัน ขณะที่ดอกพุทธรักษา มีอายุปักแจกันเพียง 2.6-3 วัน (ตารางที่ 1)

การทดลองที่ 2 ศึกษาการดูดตันของท่อลำเลียงเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย DICA (วันที่ 5 ของการปักแจกัน) และ HQS (วันที่ 4 ของการปักแจกัน) มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (ภาพที่ 2A) และมีอายุปักแจกัน 19.5 และ 22.1 วันตามลำดับ ซึ่งนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่นที่มีอายุปักแจกัน 16 วัน (ตารางที่ 2)

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย DICA และ HQS มีแนวโน้มการดูดน้ำลดลงตามระยะเวลาการ

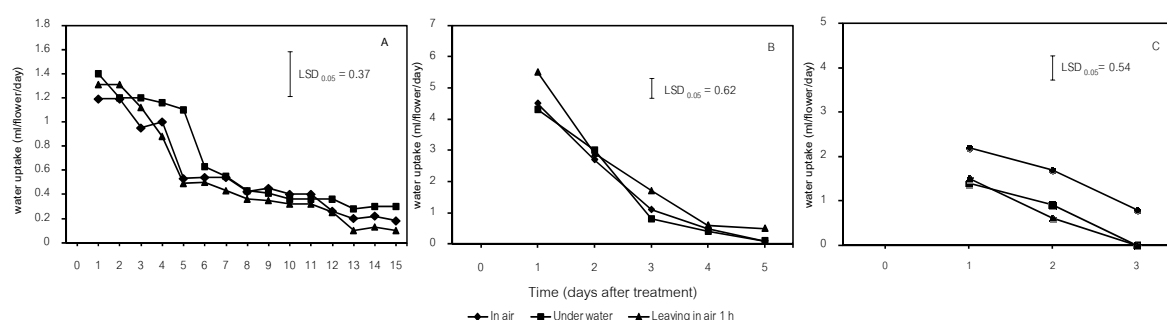


Figure 1 Water uptake of orchid (A) lotus (B) and canna cut flowers (C) which their stems were cut in the air, cut under water or cut and left in the air for 1 hour before holding in distilled water

Table 1 The vase life of orchid, lotus and canna cut flowers which their stems were cut in the air, cut under water or cut and left in the air for 1 hour before holding in distilled water

Treatment	Vase life (days) ^{1/}		
	Orchid	Lotus	Canna
Cut in the air	14.1	4.8	3.0
Cut under water	14.8	4.8	2.8
Left in the air for 1 hour	14.0	5.0	2.6
<i>F-test</i>	ns	ns	ns

^{1/} Data are mean of 10 replicate stems. ns = non-significant

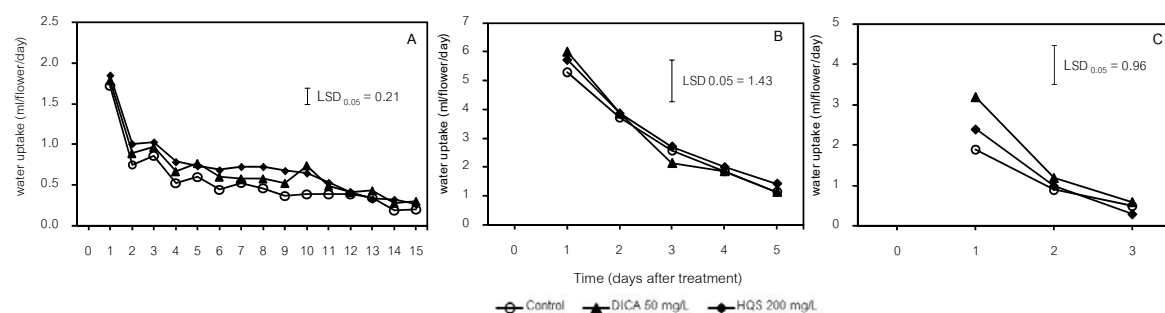


Figure 2 Water uptake of orchid (A) lotus (B) and canna cut flowers (C) held in dichloroisocyanuric acid (DICA) and 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) compared to those flowers held in distilled water (control)

Table 2 The vase life of orchid, lotus and canna cut flowers held in dichloroisocyanuric acid (DICA), and 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) compared to those flowers held in distilled water (control)

Treatment	Vase life (days) ^{1/}		
	Orchid	Lotus	Canna
Distilled water	16.0 c	3.8	2.8
DICA 50 mg/L	19.5 b	3.8	3.0
HQS 200 mg/L	22.1 a	3.6	2.6
<i>F-test</i>	**	ns	ns

^{1/} Data are means of 10 replicate stems. Significant differences ($P > 0.05$) within the column are shown by different letters

ปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (control) (ภาพที่ 2B) และมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 2)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าที่ปักแจกันในสารละลาย HQS

และในน้ำกลั่นในวันที่ 1 ของการปักแจกัน แต่หลังจากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงตามระยะเวลาการปักแจกัน (ภาพที่ 2C) และดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในสารละลาย DICA และ HQS มีอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการดูดน้ำของท่อน้ำเลี้ยง เนื่องจากการสร้างสารประกอบฟีนอลบริเวณรอยตัด

ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone และ tropolone ทุกความเข้มข้น มีการดูดน้ำสูงสุดในวันที่ 1 ของการปักแจกัน และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 3A และ 3B) และมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ส่วนดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitol มีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการปักแจกัน และมีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น จากนั้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาปักแจกัน และมีอายุปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 3)

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol และ amitol ทุกความเข้มข้นมีการดูดน้ำสูงสุดในวันที่ 1 และลดลงทันทีในวันที่ 2 จากนั้นมีการดูดน้ำลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาปักแจกันซึ่งไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 4) และมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ดอกพุทธรักษาที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และสารละลาย S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol และ amitol ทุกความเข้มข้นมีการดูดน้ำสูงสุดในวันที่ 1 หลังจากนั้นการดูดน้ำลดลงตามระยะเวลาปักแจกัน (ภาพที่ 5) โดยมีอายุปักแจกันเฉลี่ย 2.4-3 วัน (ตารางที่ 3)

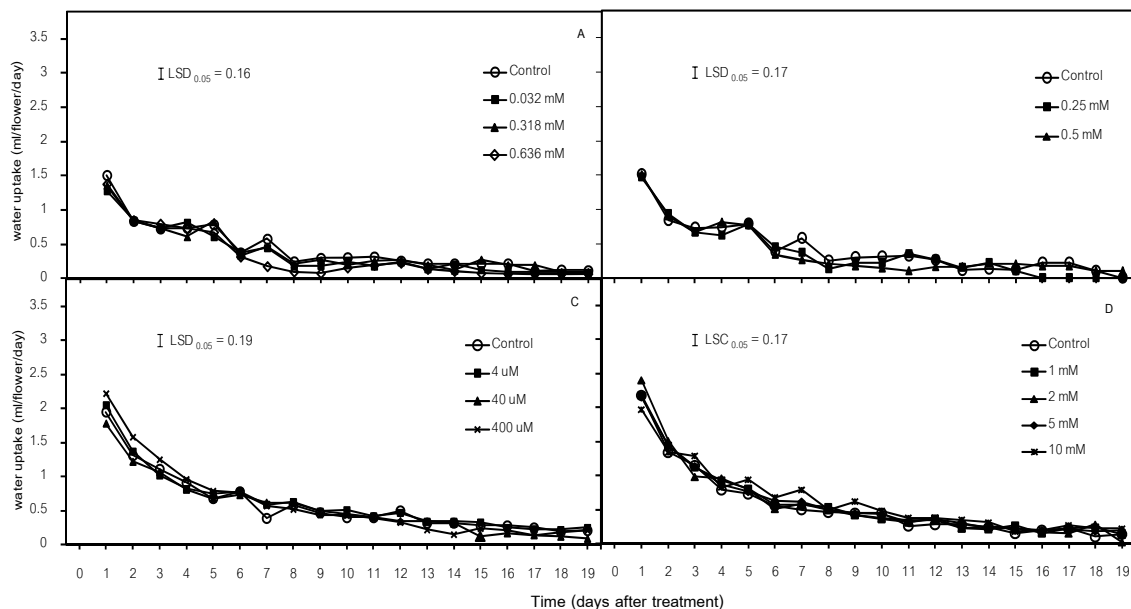


Figure 3 Water uptake of orchid cut flowers held in S-carvone (A), tropolone (B), 4-hexylresorcinol (C) and amitol (D) compared to those flowers held in distilled water (control)

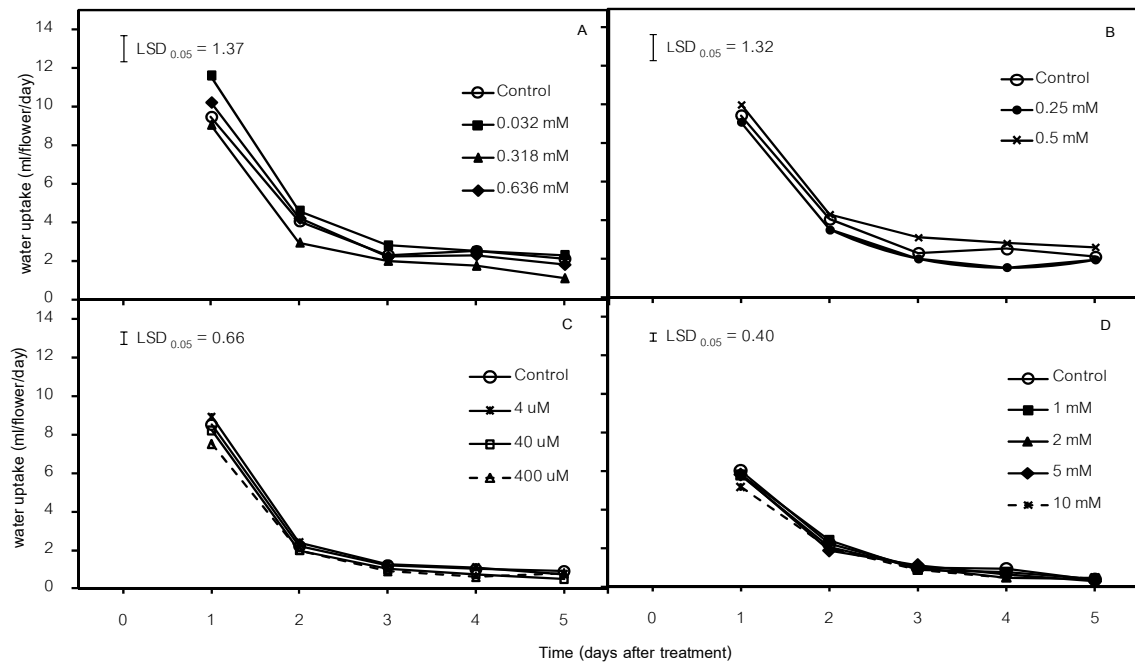


Figure 4 Water uptake of lotus cut flowers held in S-carvone (A), tropolone (B), 4-hexylresorcinol (C) and amitol (D) compared to those flowers held in distilled water (control)

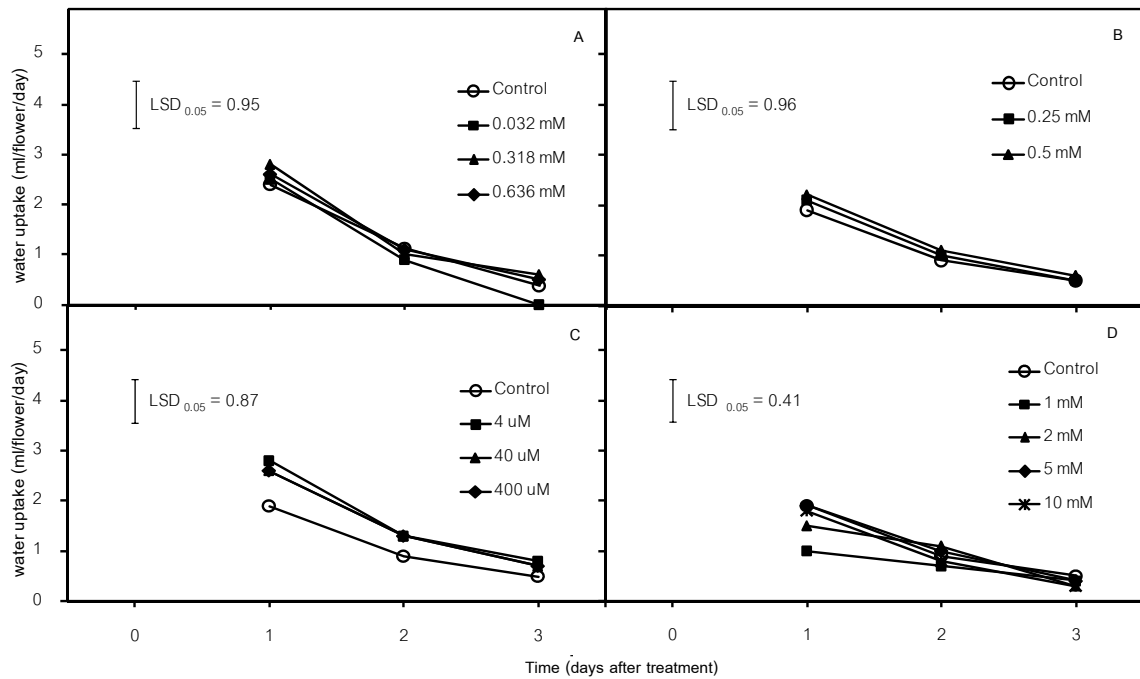


Figure 5 Water uptake of canna cut flowers held in S-carvone (A), tropolone (B), 4-hexylresorcinol (C) and amitol (D) compared to those flowers held in distilled water (control)

Table 3 The vase life of orchid, lotus and canna cut flowers held in S-carvone, tropolone, 4-hexylresorcinol and amitol compared to those flowers held in distilled water (control)

Treatments	Vase life (days) ^{1/}		
	Orchid	Lotus	Canna
S-carvone			
Control	18.1	4.8	2.8
0.032 mM	19.0	4.9	3.0
0.318 mM	19.0	4.7	2.8
0.636 mM	19.2	4.8	2.8
<i>F-test</i>	ns	ns	ns
Tropolone			
Control	18.1	4.8	2.8
0.25 mM	19.1	4.7	2.8
0.50 mM	19.3	5.0	3.0
<i>F-test</i>	ns	ns	ns
4-Hexylresorcinol			
Control	18.7 b	4.0	2.8
4 µM	21.7 a	4.0	2.8
40 µM	20.5 a	4.0	2.4
400 µM	20.7 a	4.0	2.8
<i>F-test</i>	**	ns	ns
Amitol			
Control	19.1 c	4.7	2.8
1 mM	23.0 a	4.7	2.8
2 mM	20.7 b	4.8	2.6
5 mM	19.8 c	5.0	2.6
10 mM	21.4 b	5.0	2.6
<i>F-test</i>	**	ns	ns

^{1/} Data are means of 10 replicate stems. Significant differences ($P > 0.05$) within the column are shown by different letters

วิจารณ์

จากผลของการศึกษาการดูดน้ำของท่อน้ำเลี้ยงน้ำที่อาจเกิดจากการมีฟองอากาศเข้าไปแทรกอยู่ในท่อน้ำเลี้ยงน้ำพบว่า การตัดก้านดอกได้น้ำ มีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างกับการตัดก้านดอกในอากาศ และตัดก้านดอกในอากาศ แล้ววางทิ้งไว้ให้ขาดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มโอกาสให้มีอากาศแทรกเข้าไปในท่อ

ลำเลี้ยง แต่จากผลการศึกษาพบว่าดอกไม้ไม่สามารถดูดน้ำได้ตามปกติ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าฟองอากาศไม่ได้เป็นสาเหตุของการลดลงของอัตราการดูดน้ำในดอกไม้ทั้งสามชนิดนี้ และสอดคล้องกับดอกกุหลาบพันธุ์เรดมาสเตอร์พีชที่ตัดก้านดอกได้น้ำก่อนการปักแจกัน มีอัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการตัดก้านดอกในอากาศ (อุบล และสุนทรี, 2554) รวมทั้งในการศึกษาครั้งนี้สังเกตพบการปลดปล่อยสารคล้ายเมือกบริเวณรอยตัด

ก้านดอกในดอกพุทธรักษาซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำได้

จากผลของการศึกษาการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกัน โดยใช้สารละลาย 8-hydroxyquinoline sulfate (HQS) และสารละลาย dichloroisocyanuric acid (DICA) พบว่า สารทั้งสองชนิดให้ผลดีกับดอกกล้วยไม้ โดยทำให้มีอัตราการดูดน้ำมากกว่า และมีอายุปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารละลาย HQS ความเข้มข้น 200-600 มิลลิกรัมต่อลิตร กับดอกกุหลาบกล้วยไม้ แกลดิโอลัส และคาร์เนชั่น ที่ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และมีการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำน้อย เนื่องจาก HQS เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ ทั้งยังสามารถลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำที่เกิดจากสารประกอบบางอย่างของผนังเซลล์ด้วย และให้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้ DICA ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตรกับดอกกุหลาบ เบญจมาศ แกลดิโอลัส คาร์เนชั่น และ แอสเตอร์ที่มีการดูดน้ำมากขึ้น และเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำน้อย (สายชล, 2531) แต่สาร HQS และ DICA ไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำและอายุปักแจกันของดอกบัวหลวง และดอกพุทธรักษา จึงอาจเป็นไปได้ว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำไม่ได้เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ในดอกไม้สองชนิดนี้ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของบุญเกื้อ (2537) ที่ใช้สารละลาย HQS ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเป็นสารละลายยัดอายุปักแจกันกับดอกบัวหลวง แล้วทำให้มีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะว่าเมื่อดอกบัวหลวงดูดสารละลายน้ำตาลขึ้นไปในช่วงแรก จึงทำให้ดอกไม้มีค่า osmotic potential ภายในเซลล์ต่ำลง เป็นผลให้ดอกไม้สามารถดูดน้ำได้มากขึ้นในวันถัดมา (สายชล, 2531) ขณะที่ในการศึกษานี้สารละลายที่ใช้ปักแจกันไม่ได้ผสมน้ำตาล

จากการใช้สารที่มีผลยับยั้งการสร้างสารประกอบฟีนอล ได้แก่ สาร S-carvone มีผลยับยั้งเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL), tropolone, 4-hexylresorcinol เป็นสารยับยั้งเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) และ 3-amino-1,2,4-triazole (amitol) มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ peroxidase (POD) ที่เป็นเอนไซม์สำคัญในการสังเคราะห์ลิคินโดยใช้

สารประกอบฟีนอลเป็นสารตั้งต้น โดยนำสารเหล่านี้มาเป็นสารละลายปักแจกันของดอกไม้ทั้งสามชนิด พบว่าการใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitol ทำให้ดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำ และอายุปักแจกันเพิ่มขึ้น และนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ 4-hexylresorcinol กับดอก *Bouvardia* ที่พบว่าช่วยชะลอการเหี่ยวของดอก และทำให้มีอายุปักแจกันนานขึ้น (Vaslier and van Doorn, 2003) และเป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาผลของการใช้สารละลาย amitol ที่ช่วยลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกเบญจมาศ และทำให้ยัดอายุปักแจกัน (van Doorn and Vaslier, 2002) แต่ทั้ง 4-hexylresorcinol และ amitol ไม่มีผลต่อการดูดน้ำและอายุปักแจกันของดอกบัวหลวงและดอกพุทธรักษา ส่วนการปักแจกันดอกไม้ทั้งสามชนิดในสารละลาย S-carvone และ tropolone ไม่ได้ทำให้อัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และมีอายุปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการใช้สารละลาย S-carvone ในดอก *Acacia holosericea*, และ *Chrysanthemum* sp. (Damunupola et al., 2010) แต่แตกต่างจากการใช้สารละลาย S-carvone กับดอก *Grevillea* 'Crimson Yul-lo', *Baeckea frutescens* และ *Chamaelaurium uncinatum* ที่ช่วยทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้น และยืดอายุการปักแจกัน (He et al., 2006)

จากผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในดอกกล้วยไม้เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ร่วมกับการสร้างสารประกอบฟีนอลบริเวณรอยตัด โดยเมื่อพิจารณาอัตราการดูดน้ำในช่วงวันที่ 1-3 ของการปักแจกันในสารละลาย HQS และ DICA ที่มีอัตราการดูดน้ำไม่แตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่น เปรียบเทียบกับการปักแจกันในสารละลาย 4-hexylresorcinol และ amitol ที่มีอัตราการดูดน้ำแตกต่างกันกับการปักแจกันในน้ำกลั่นในช่วงเวลาดังกล่าว บ่งชี้ได้ว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้ในช่วงแรกเกิดจากการสร้างเอนไซม์ POD ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ลิคิน และ เอนไซม์ PPO ที่มีสารประกอบฟีนอลเป็นสารตั้งต้น โดยสารประกอบฟีนอลเหล่านี้จะถูกปล่อยออกจากบาดแผลเมื่อตัดก้านดอก ซึ่งเป็นการตอบสนองของพืช และสารประกอบฟีนอลจะถูก

ออกซิไดซ์โดยเอนไซม์ PPO เปลี่ยนเป็น quinone ซึ่งสารนี้จะเป็นพิษต่อพืช และทำให้ท่อลำเลียงเกิดการอุดตันได้ (สายชล, 2531) และหลังจากวันที่ 3 ของการปักแจกัน ดอกกล้วยไม้ที่ปักแจกันในสารละลาย HQS และ DICA มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น แสดงให้เห็นว่า เมื่อปักแจกันนานขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันที่เข้าไปทางรอยตัดก้านดอกมีการเจริญเติบโตภายในก้านดอก และเพิ่มจำนวนมากขึ้นในน้ำที่ปักแจกัน ส่งผลให้เกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกกล้วยไม้ (สายชล, 2531) ส่วนสาเหตุการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกบัวหลวงอาจไม่ได้เกิดจากฟองอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ หรือการสร้างสารประกอบฟีนอล เช่นเดียวกับผลของการศึกษาการกลีบดำและการขาดน้ำของดอกบัวหลวง ที่รายงานว่าการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำไม่ได้มาจากสาเหตุดังกล่าวเช่นกัน (Imsabai *et al.*, 2013)

สรุป

สาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ขาวสนาน อาจเกิดจากการสร้างสารประกอบ ฟีนอลบริเวณรอยตัดร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ ขณะที่สาเหตุดังกล่าวอาจไม่เกี่ยวข้องกับการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกชและดอกพุทธรักษา นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่าฟองอากาศไม่ใช่สาเหตุของการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำของดอกไม้ทั้งสามชนิด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บุญเกื้อ หรรษาชัย. 2537. การเปรียบเทียบสูตรสารละลายปักแจกันเพื่อยืดอายุการใช้งานดอกบัว. ปัญหา

พิเศษปริญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 29 หน้า.

เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์. 2550. การลดน้ำยางและลดการคายน้ำของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบงกช. ปัญหาพิเศษปริญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

ผานนท์ กัลดภาณี และ สุรารัตน์ ประภารัตน์. 2540. การใช้เทคนิคพิเศษลดน้ำยางที่ก้านดอกบัวหลวงพันธุ์บุณทริก (*Nelumbo nucifera* Gaerth.). ปัญหาพิเศษปริญาตรี. สาขาวิชาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 291 หน้า.

อุบล ชินวัง และ สุนทรี สังกะเพศ. 2554. อายุการปักแจกัน และการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกกุหลาบพันธุ์เรดมาสเตอร์พีช. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 42 ฉบับที่ 1 (พิเศษ) มกราคม-เมษายน 54. 333-336 หน้า.

Damunupola, J. W., T. Quin, R. Muusers, D. C. Joyce, D. E. Irving, U. V. Meeteren. 2010. Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. *Postharvest Biology and Technology* 55: 66-69.

Evans, R. Y., J. Zheng and M. S. Reid. 1996. Structural and environmental factors affecting the postharvest life of cut roses. *Acta Horticulturae* 424: 169-173.

He, S., D. C. Joyce, D. E. Irving, J. D. Faragher. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology* 41: 78-84.

Imsabai, W., P. Leethiti, P. Netlak and W. G. van Doorn. 2013. Petal blackening and lack of bud opening in cut lotus flowers (*Nelumbo*

- nucifera*): Role of adverse water relations. Postharvest Biology and Technology 79: 32-38.
- Loubaud, M. and W. G. van Doorn. 2004. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astilbe* and *Viburnum*. Postharvest Biology and Technology 34: 281-288.
- Ketsa, S. and N. Kosonmethakul. 2001. Prolonging vase life of *Dendrobium* flowers: The substitution of aluminum sulfate and cobalt chloride for silver nitrate holding solution. Acta Horticulturae 534: 41-44.
- van Doorn, W. G. 1997. Water relation of cut flowers. Horticultural Reviews 18: 1-85.
- van Doorn, W. G. and N. Vaslier. 2002. Wounding-induced xylem occlusion in stems of cut Chrysanthemum flowers: roles of peroxides and cathechol oxidase. Postharvest Biology and Technology 26: 275-284.
- Vaslier, N. and W. G. van Doorn. 2003. Xylem occlusion in bouvardia flowers: evidence for a role of peroxidase and cathechol oxidase. Postharvest Biology and Technology 28: 231-237.
-

ระบบเกษตรอินทรีย์ในบริบทของเศรษฐกิจพอเพียง:
กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์
ในเขตลุ่มน้ำแม่มิ จังหวัดเชียงใหม่

Organic Farming System in the Context of Sufficiency
Economy: Case Study of Organic Farmers in Mae Rim
Watershed, Chiang Mai Province

ตะวัน ห่างสูงเนิน^{1/ 2/} พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์^{2/} อวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ^{2/} และ รุจ ศิริสุนญลักษณ์^{2/}
Tawan Hangsoongnem^{1/ 2/}, Pongsak Angkasith^{2/}, Avorn Opatpatanakit^{2/} and Ruth Sirisunyluck^{2/}

Abstract: This research aims to examine the salient features in organic farming systems of farmers in Mae Rim watershed in the aspects of farm management, the underpinning factors bringing about the change from agrochemicals dependent farming to organic one, the implication of organic farming practices on the farmers' conduct in everyday life in adherence to the sufficiency economy philosophy, and to establish the frame for hypothetical constructs to explain why certain farmers pursuing organic agriculture in Mae Rim watershed upheld the sufficiency economy principles in their way of life.

The population in this investigation was 112 organic farmers recorded by the local organic farming promotion network in Mae Rim watershed areas. The research findings revealed Mae Rim watershed to be the main organic farming area in Chiang Mai Province covering 692.28 rai or 1.04% of the total agricultural land in the watershed. The organic farming system management here took two forms: integrated farming and mono-cropping. The practices of organic farming appeared to have crucial implication for the conduct of life by the farmers to follow the sufficiency economy approach, as manifested by the high attainments of sufficiency in spiritual, social, economic, environmental, and technological terms because of the inherent self-reliant food security and input supply features of organic farming. Although the findings from economic data suggested that farmers earned not much above the necessary expenditure level, most farmers were still confident that they could make their living from organic farming systems. This is because the present investigator adopted the self-reliance capability as the criteria to analyze the sufficiency extent of local farmers.

^{1/} ศูนย์การศึกษาและพัฒนาเกษตรอินทรีย์ อ.แมริม จ.เชียงใหม่ 50180

^{1/} Education and Development Center for Agricultural Organic, Mae Rim, Chiang Mai 50180, Thailand

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

^{2/} Department of Agricultural Economics and Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

The reasons for farmers to adopt the royal remark on sufficiency economy conducts and practices were first and foremost their faith in His Majesty the King, and then their belief in the potential of sufficiency economy approach to help them save production costs and daily life consumption expenditure. The primary factors enabling farmers to decide with ease to lead their life along the sufficiency economy path included the well settled economic condition of the farmer, the family unity, and the locations of farming area and water resource. Meanwhile the factors hindering one to follow the sufficiency economy guidelines were indebtedness, poverty, the lack of cooperation from family members, and the farmer's personal behavior.

Keywords: Sufficiency economy, organic farming, Mae Rim watershed

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแมริม ด้านการบริหารจัดการฟาร์ม ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับเปลี่ยนวิถีการผลิตจากเกษตรเคมีสู่เกษตรอินทรีย์ และศึกษาผลของการปฏิบัติตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ที่มีต่อการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงตลอดจนกำหนดกรอบคำอธิบายเชิงทฤษฎีเพื่ออธิบายการมีวิถีที่พอเพียงของเกษตรกรผู้ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแมริม ประชากรที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนทั้งสิ้น 112 คน จากข้อมูลของเครือข่ายที่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่

ผลการวิจัยพบว่าลุ่มน้ำแมริมเป็นลุ่มน้ำที่มีการทำการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์แหล่งใหญ่ ของจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์รวมประมาณ 692.28 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.04 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งลุ่มน้ำ มีรูปแบบการจัดการฟาร์ม 2 รูปแบบ คือเกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรผสมผสาน เกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่าการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรมีผลอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรที่ผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ ความพอเพียงด้านจิตใจ สังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีในระดับที่สูง ทั้งนี้เพราะเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถพึ่งตนเองได้ในด้านอาหาร และปัจจัยการผลิต ถึงแม้ข้อมูลด้านเศรษฐกิจที่ค้นพบ จะระบุว่าเกษตรกรจะมีรายรับที่ต่ำกว่ารายจ่ายไม่มากนักก็ตาม แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงเชื่อมั่นว่าระบบเกษตรอินทรีย์จะทำให้อยู่รอดได้ ทั้งนี้เนื่องจากหลักในการวิเคราะห์ความพอเพียงของเกษตรกรในพื้นที่ผู้วิจัยได้ใช้หลักความสามารถในการพึ่งตนเอง เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรที่ยอมรับแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียงไปปฏิบัติพบว่าส่วนใหญ่เกิดจากความเชื่อและศรัทธาในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงลงมาเกษตรกรเชื่อว่าแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง จะช่วยให้สามารถลดรายจ่ายในด้านปัจจัยการผลิต และปัจจัยในการดำรงชีวิตประจำวันได้ โดยมีปัจจัยเอื้อที่ทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจในการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงที่สำคัญ อาทิ ความพร้อมด้านฐานะทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ความสมัครใจในครอบครัว ที่ตั้งฟาร์มและแหล่งน้ำ ส่วนประเด็นที่เป็นอุปสรรค คือเรื่องภาระหนี้สิน ความยากจน ความร่วมมือของคนในครอบครัว และนิสัยส่วนตัวของเกษตรกร

คำสำคัญ: เศรษฐกิจพอเพียง เกษตรอินทรีย์ ลุ่มน้ำแมริม

คำนำ

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญตามหลักศิลาจารึกหลักที่ 1 ของพ่อขุนรามคำแหงมหาราชในพุทธศตวรรษที่ 18 แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของภูมิภาคนี้บอกให้เราทราบว่าแผ่นดินขวานทองของไทย

เป็นดินแดนที่ถือเป็นแหล่งทรัพยากรตลอดจนเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางพันธุกรรมของภูมิภาค ความอุดมสมบูรณ์เหล่านั้นไม่ได้มาจากการพึ่งพาสารเคมีหรือปุ๋ยเคมีใด ๆ (แผนยุทธศาสตร์แผนพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติฉบับที่ 1, 2551) ทั้งนี้เพราะศักยภาพและความได้เปรียบทั้งทางด้านพื้นที่ภูมิประเทศ อุณหภูมิ และ

ทรัพยากรต่าง ๆ ระบบเกษตรกรรมของประเทศไทยเป็นระบบการผลิตที่พึ่งพิงธรรมชาติและภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งมีความเหมือนหรือแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิสังคม ต่อมาเนื่องจากกระแสการปฏิวัติเขียว (Green Revolution) ได้ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตทางการเกษตรของโลกรวมทั้งประเทศไทยทั้งนี้จากการศึกษาเรื่องจากปฏิวัติเขียวสู่พันธุวิศวกรรมประโยชน์และผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมไทยของ วิฑูรย์ (2539) พบว่าประเทศไทยได้เปลี่ยนแปลงเกษตรกรรมของประเทศไทยไปสู่เกษตรแบบปฏิวัติเขียวตั้งแต่ปลาย 2510 เป็นต้นมาโดยการเกษตรกรรมซึ่งมุ่งเน้นการใช้พืชพันธุ์ใหม่ทำให้เกิดการใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตรรวมทั้งเครื่องจักรกลการเกษตรเป็นจำนวนมากแต่ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สิ่งที่เกิดขึ้นคือเกิดการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตอย่างมากจากระบบการผลิตแบบดั้งเดิมวิถีชีวิตที่พึ่งพิงธรรมชาติเคารพในกฎเกณฑ์ของธรรมชาติกลายเป็นการผลิตมุ่งเอาชนะธรรมชาติเป็นการเกษตรในรูปเกษตรเชิงเดี่ยวพึ่งพาปัจจัยภายนอกเป็นหลักเน้นผลิตเพื่อขายการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรต่าง ๆ เริ่มขึ้นทั้งด้านเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยเคมียาปราบศัตรูพืชแม้การปฏิวัติเขียวจะสามารถเพิ่มผลผลิตได้จริงให้ผลตอบแทนสูงแต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมความหลากหลายทางชีวภาพที่ลดลงทำให้ความสามารถในการพึ่งตนเองของเกษตรกรลดลงอย่างมากจึงเป็นความจริงที่ประจักษ์อยู่ในปัจจุบัน (ตะวัน, 2546)

การพัฒนาและส่งเสริมการเกษตรภายใต้แนวคิดทุนนิยมได้ผลักดันให้เกษตรกรหันมาลงทุนทางการเกษตรมากขึ้นโดยการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก อาทิ ปุ๋ยเคมี สารเคมีทางการเกษตร เมล็ดพันธุ์ และเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งปัจจัยการผลิตเหล่านี้นอกจากมีส่วนดีแล้วยังมีผลกระทบที่ก่อให้เกิดความเสียหายมากมายเช่นกัน อาทิ เกิดการพัฒนาภูมิทัศน์ทางสารเคมีของแมลงศัตรูพืชการทำลายสมดุลของระบบนิเวศ (วิชัย, 2554) เกิดการสะสมสารเคมีในห่วงโซ่ผลผลิตหรือห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ซึ่งแน่นอนว่าจะมีผลต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคและที่สำคัญระบบเกษตรเคมีเป็นสาเหตุหนึ่งในการบั่นทอนความสามารถในการพึ่งตนเองของเกษตรกรทั้งทางด้านอาหารและปัจจัยการ

ผลิต (แผนยุทธศาสตร์แผนพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ ฉบับที่ 1, 2551)

หนทางที่จะแก้ปัญหาและนำพาเกษตรกรไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนคือการผลิตในรูปแบบเกษตรกรรมทางเลือกต่าง ๆ อาทิ เกษตรอินทรีย์ เกษตรผสมผสานและเกษตรทฤษฎีใหม่ที่มีแนวทางการผลิตที่หลากหลายใช้ปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดพึ่งพาตนเองในด้านปัจจัยการผลิตและปัจจัยในการดำเนินชีวิตให้มากที่สุดมุ่งเน้นผลิตเพื่อการบริโภคเหลือจึงจำหน่ายในชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงสอดคล้องกับแนวพระราชดำริเรื่องปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตของพสกนิกรชาวไทย ทั้งนี้จากการสรุปปัญหา และอุปสรรคของการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ จากแผนพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ ฉบับที่ 1 (2551-2554) พบว่าการขยายการผลิตและเพิ่มจำนวนเกษตรกรที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ เป็นไปได้ช้าส่วนหนึ่งเกิดจาก สภาพเศรษฐกิจ สังคม และการดำเนินชีวิตประจำวันของเกษตรกร ดังนั้นเพื่อให้การส่งเสริมการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์มีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืน ควรจะส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ร่วมกับส่งเสริมแนวทางการดำเนินชีวิตตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และเนื่องจากระบบการผลิตในแนวทางเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นรูปแบบการผลิตที่มีข้อกำหนดหลายประการที่เกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญ อาทิ แหล่งน้ำ พื้นที่ข้างเคียง เป็นต้น ดังนั้นการจะส่งเสริม หรือสนับสนุนระบบการผลิตที่เป็นเกษตรอินทรีย์ การกำหนดเขตการผลิตที่เป็นลุ่มน้ำ จึงเป็นแนวทางที่จะลดข้อจำกัดตามข้อกำหนดตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ได้

ดังนั้น เพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้ตอบคำถามที่ว่า 1) เหตุใดในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาการขยายแนวพระราชดำริปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปสู่การปฏิบัติในเกษตรกรจึงเป็นไปได้ช้า และ 2) เหตุใดระบบเกษตรอินทรีย์ซึ่งเชื่อว่าจะน่าจะเป็นทางออกที่ดีสำหรับเกษตรกรรายย่อยในสังคมไทย ถึงมีการขยายตัวช้ามากเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ แนวทางที่เชื่อว่าจะมีความสอดคล้องและเอื้อหนุนกันเพราะหลักการ และแนวทางปฏิบัติใกล้เคียงกัน คำถามที่ค้นหาคำตอบในการศึกษาในครั้งนี้

คือระบบเกษตรอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงหรือไม่ อย่างไร โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมของเกษตรกรผู้ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ ในเขตลุ่มน้ำแม่มิม จังหวัดเชียงใหม่ 2) เพื่อศึกษาการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ด้านการบริหารทรัพยากร และการจัดการฟาร์มของเกษตรกร ในเขตลุ่มน้ำแม่มิม จังหวัดเชียงใหม่ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการปฏิบัติตามแนวทางการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกับการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณโดยการใช้เครื่องมือการวิจัยเชิงปริมาณ คือแบบสอบถามส่วนการรวบรวมเชิงคุณภาพอาทิการสัมภาษณ์เชิงลึก (In depth interview) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant observation) ประชุมกลุ่มย่อย (Focus group discussion)

ประชากรในการศึกษาคือเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการทำการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มิมทั้งหมดโดยวิธีการเลือกประชากรตามจุดมุ่งหมาย (Purposive Sampling) รวมทั้งสิ้นจำนวน 112 คน จาก 14 หมู่บ้านใน 4 ตำบล คือ ตำบลห้วยทราย ตำบลสะลวง อำเภอแม่มิม ตำบลสบเปิง ตำบลสันป่าตอง อำเภอแม่แตง ซึ่งทั้งหมดเป็นประชากรที่จะใช้ในการศึกษานี้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำแม่มิมเป็นสาขาที่สำคัญของลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน มีต้นกำเนิดจากลำน้ำแม่มิม จากยอดดอยเขตหมู่บ้านพระพุทบาทสี่รอย ตำบลสะลวงอำเภอแม่มิม และลำน้ำแม่สาว ที่มีต้นกำเนิดบนยอดดอยบริเวณ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง ไหลมาบรรจบกันบริเวณ บ้านกาดขาว และบ้านสันป่าตอง รอยต่อระหว่างตำบลสันป่าตอง อำเภอแม่แตง และตำบลสะลวง อำเภอ

แม่มิม ไหลผ่านตำบลสะลวง ตำบลห้วยทราย และตำบลริมเหนือ ลงแม่น้ำปิงบริเวณ บ้านสบริม รวมระยะทางประมาณ 41 กิโลเมตร รวมพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 596.36 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 372,725 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้สลับกับเทือกเขา มีพื้นที่ทางการเกษตรประมาณ 17.8 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 66,345 ไร่ กิจกรรมการเกษตรส่วนใหญ่ เกษตรกร ทำนาปลูกข้าว ปลูกถั่วเหลือง ไม้ผล อาทิ ลำไย มะม่วง และพืชผักสวนครัวต่าง ๆ จากการศึกษพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่มิม มีเกษตรกรที่ยังอยู่ในระบบเกษตรอินทรีย์รวมทั้งสิ้น 112 คน เกษตรกรทำเกษตรอินทรีย์เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 7 ปี 6 เดือน มีขนาดพื้นที่ที่ทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 6.19 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ เกษตรอินทรีย์รวมทั้งลุ่มน้ำ 692.28 ไร่ หรือร้อยละ 1.04 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดของลุ่มน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่การผลิตเกษตรอินทรีย์ทั้งประเทศ 212,995 ไร่ ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.17 ของพื้นที่ทำการเกษตรของประเทศทั้งหมด (ข้อมูลจากแผนยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ, 2556) อย่างไรก็ตามลุ่มน้ำแม่มิมเป็นแหล่งผลิตเกษตรอินทรีย์ที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่

สภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในพื้นที่

จากการสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวนทั้งสิ้น 112 คน พบว่าเกษตรกรมีอายุระหว่าง 51-60 ปีคิดเป็นร้อยละ 57.14 สถานการณ์เช่นนี้อาจเกิดปัญหาต่อการพัฒนาการเกษตรในพื้นที่ได้ในอนาคต โดยเฉพาะการออกจากภาคการเกษตรของคนหนุ่มสาวเกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 64.28 สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.72 คน จะเห็นได้ว่าปัจจุบันครอบครัวเกษตรกรเป็นครอบครัวขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนแรงงานเฉลี่ยต่อครัวเรือน 2.29 คน แสดงว่าอีก 1.43 คน ซึ่งอยู่ในภาวะพึ่งพิงหรือไม่ก็ออกไปรับจ้างนอกภาคการเกษตร จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงก่อให้เกิดวัฒนธรรมใหม่ โดยผู้สูงอายุต้องอยู่ในภาวะพึ่งพิงมากขึ้น ความหลากหลายของการผลิตลดลง แรงงานบุตรหลานส่วนใหญ่จะไม่ได้ถูกใช้เพื่อการเกษตร เมื่อถึงวัยแรงงานส่วนใหญ่จะทำงานนอกภาคการเกษตร

สภาพการถือครองที่ดินของเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิ มีที่ดินที่เป็นกรรมสิทธิ์ของเกษตรกรเองเฉลี่ยเพียง 5 ไร่ 3 งาน 96 ตารางวา ส่วนใหญ่จะเช่าที่ทำกินประมาณ 6 ไร่ 2 งาน 80 ตารางวา ต่อครัวเรือน เมื่อเทียบกับพื้นที่ถือครองในพื้นที่อื่น ๆ ถือว่ามีพื้นที่ถือครองของเกษตรกรในลุ่มน้ำแม่มิค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดเพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่า และเทือกเขา นอกจากนี้ที่ทำกินของเกษตรกรกำลังถูกเปลี่ยนมือไปจากเกษตรกรอย่างมาก จนทำให้เกษตรกรต้องเช่าที่ทำกินในสัดส่วนที่มากกว่าการถือครองของตนเอง และนี่คืออุปสรรคประการหนึ่งในการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่มิ

การใช้ประโยชน์จากที่ดิน ส่วนใหญ่เกษตรกรทำนาเฉลี่ย 5 ไร่ 3 งาน 64 ตารางวา ทำสวน 4 ไร่ 2 งาน 16 ตารางวา เกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิ จะทำนาเป็นหลัก รองลงมาคือทำสวนกล้วยและสวนไม้ผล รายได้ของครัวเรือนเกษตรกรได้มาจากภาคการเกษตร ประมาณ 50,973 บาท ส่วนใหญ่จากนอกภาคการเกษตรประมาณ 108,662 บาท รายได้เฉลี่ยทั้งปี ในปี พ.ศ. 2555 เฉลี่ย 159,635 บาท ต่อครอบครัว จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของรายได้ในภาคการเกษตร (ร้อยละ 39) น้อยกว่ารายได้นอกภาคการเกษตรรวมกัน (ร้อยละ 61) ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะส่งผลให้เกษตรกรให้ความสำคัญกับนอกภาคการเกษตรมากขึ้น และลดความสำคัญในกิจกรรมภาคการเกษตรในปีที่ผ่านมาเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิ มีรายจ่ายในครัวเรือนรวมทั้งสิ้น 151,548 บาท แบ่งออกเป็นรายจ่ายเพื่อการทำการเกษตร 49,430 บาท รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน 47,918 บาท รายจ่ายเพื่อการศึกษาของตนเองและบุตรหลาน 31,542 บาท รายจ่ายเพื่อสุขภาพ 3,671 บาท และรายจ่ายอื่น ๆ อาทิค่าประกัน ค่าฌาปนกิจทำบุญชำระหนี้ และชำระดอกเบี้ยประมาณ 18,987 บาท จะเห็นว่ารายจ่ายของเกษตรกรเมื่อเทียบกับรายได้ 159,635 บาท รายจ่ายประมาณ 151,548 บาท ในปีที่ผ่านมาเกษตรกรมีเงินคงเหลือเพียง 8,087 บาท ซึ่งถือว่าน่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง ทั้งนี้หากพิจารณารายจ่ายในภาคการเกษตรซึ่งมีรายจ่าย 49,430 บาท แต่รายรับจากภาคการเกษตรมีเพียง 50,973 บาท ซึ่งมีส่วนต่างเพียง 1,543 บาท สถานการณ์เช่นนี้อาจก่อให้เกิดปรากฏการณ์การ

ปรับตัวที่มีผลในเชิงลบต่อศักยภาพการผลิตด้านการเกษตร และจำนวนเกษตรกรที่จะออกจากภาคการเกษตรเพิ่มมากขึ้น การขายที่ดินทำกินของเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิจะมีมากขึ้น

เหตุผลที่เกษตรกรยังคงยังประกอบอาชีพเกษตรกรรมอยู่ เพราะเกษตรกรเชื่อว่าอาชีพเกษตรกรรมทำให้มีความมั่นคงทางอาหาร เช่น ข้าว พืชผัก ผลไม้ ปศุสัตว์ ที่สามารถผลิตได้เองนอกจากนี้ยังมีบางส่วนที่เป็นอาหารธรรมชาติ ที่เกี่ยวข้องกับอาชีพเกษตรกรรม เช่น ผัก ปลา และเห็ด ที่เป็นผลพลอยได้จากการปลูกกล้วยและส่วนการะหนี่ลิน และขนาดหนี่ลินเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิส่วนใหญ่เป็นหนี่ คิดเป็นร้อยละ 77.68 ขนาดของหนี่เฉลี่ย 89,763 บาท แต่ถือว่าต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ แต่หากพิจารณาจากเงินคงเหลือแล้วจะเห็นว่าสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจของเกษตรกรอยู่ในขั้นวิกฤตไม่สามารถรองรับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดได้อีกและในที่สุดเกษตรกรจะค่อย ๆ ออกจากระบบเกษตรหรือไม่ก็ขายที่ทำกินแนวโน้มการทำการเกษตรจะค่อย ๆ ลดความสำคัญลง แรงงานในภาคการเกษตรจะออกสู่นอกภาคการเกษตรมากขึ้นแนวโน้มของวัฒนธรรมใหม่จะเป็นวัฒนธรรมเกษตรกรรมนอกเวลาเกษตรกรจะออกไปรับจ้างนอกภาคการเกษตรมากขึ้นอาชีพเกษตรกรรมในพื้นที่จะค่อยปรับเปลี่ยนไป

การเป็นสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ ของเกษตรกรในลุ่มน้ำแม่มิพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร รองลงมาคือสมาชิกของสหกรณ์การเกษตรแม่มิ จำกัด และสหกรณ์การเกษตรแม่แตง จำกัด และเป็นสมาชิกขององค์กรพัฒนาเอกชน เช่น เรนโบว์ฟาร์ม สถาบันชุมชนเกษตรกรรมยั่งยืน สหกรณ์กรีนเน็ต เป็นต้น เกษตรกรส่วนใหญ่จะเป็นสมาชิกมากกว่าหนึ่งแห่ง โดยจะเป็นสมาชิกธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกู้เงิน ส่วนสหกรณ์การเกษตรวัตถุประสงค์เพื่อขายผลผลิต และกู้เงิน และองค์กรเอกชนเป็นสมาชิกการผลิตในลักษณะพันธะสัญญา

การผลิตเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มิ

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำ

แมริม มีความสามารถในการพึ่งตนเองด้านปัจจัยการผลิตได้ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะเรื่องปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักบ่งบอกถึงรูปแบบการผลิตที่มีกรรมผสมผสานกิจกรรมการผลิตทั้งพืช และสัตว์นอกจากนี้เรื่องปุ๋ยหมัก ซึ่งส่วนมากเป็นปุ๋ยหมักกากถั่ว เพราะเกษตรกรจะปลูกถั่วเหลืองหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาปีแล้ว นอกจากจะเป็นการปลูกพืชหมุนเวียนแล้วเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเศษเหลือที่เป็นส่วนของต้น และเปลือกถั่วเหลือง เกษตรกรจะนำมาหมักรวมกันเพื่อเก็บเห็ดถั่วเหลืองเมื่อเห็ดหมดจะได้ปุ๋ยหมักกากถั่วสำหรับการปลูกข้าวในฤดูถัดไป

ส่วนปัจจัยการผลิตที่เกษตรกรไม่สามารถพึ่งตนเองได้ต้องซื้อจากภายนอก เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถพึ่งตนเองด้านเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดได้ อาทิ เมล็ดพันธุ์ข้าวมะลิแดง ข้าวหอมนิล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถั่วเหลือง และเมล็ดพันธุ์ผัก ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตข้าว และถั่วเหลืองส่วนมากเป็นการผลิตในลักษณะเกษตรพันธสัญญา เพื่อการควบคุมคุณภาพเกษตรกรจึงต้องใช้เมล็ดพันธุ์จากองค์กรที่ส่งเสริม และจะมีการหักเงินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต

ปริมาณผลผลิตที่เกษตรกรผลิตได้ในปี (พ.ศ. 2554/55) เกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแมริม ที่มีที่ทำกินใกล้แหล่งน้ำส่วนใหญ่จะปลูกข้าว และปลูกถั่วเหลือง หรือไม่ก็ปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งในปีที่ผ่านมาเกษตรกรสามารถผลิตข้าวได้เฉลี่ย 3,959 กิโลกรัม ถั่วเหลือง 1,566 กิโลกรัม การใช้ประโยชน์จากผลผลิตเกษตรกรส่วนใหญ่ผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน โดยเฉพาะข้าวพบว่าการบริโภคข้าวต่อครัวเรือน 1,040 กิโลกรัม จำหน่าย 2,919 กิโลกรัม ถั่วเหลืองมีการบริโภคในครัวเรือน 36 กิโลกรัม จำหน่าย 1,520 กิโลกรัม ส่วนการผลิตอื่น ๆ ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก

รายได้ของเกษตรกรจากการขายผลผลิตที่ได้ในปี (2554/55) รายได้หลักของเกษตรกรมาจากการขายข้าวจำนวน 41,409 บาท จากการขายถั่วเหลือง 21,472 บาท ด้านการแปรรูปผลผลิต และการจำหน่ายผลผลิต จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรจำนวนน้อยที่มีการแปรรูปสินค้าก่อนจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูป อาทิ ข้าวแฉ่นไข่เค็ม กถั่วยฉาบ ถั่วเน่าแผ่น อาหารปรุงสำเร็จ เป็นต้น ส่วนใหญ่จะขายสินค้าแบบพันธสัญญา เช่นขายให้

เรนโบว์ฟาร์ม ขายให้สหกรณ์ฯ ขายให้โครงการรับจำนำของรัฐและมีการนำสินค้าไปจำหน่ายตามตลาดสีเขียว เช่น ตลาดของชุมชนเกษตรกรรมยั่งยืน ตลาดของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตลาดของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และตลาดในชุมชน

รูปแบบการทำเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแมริม

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ที่แตกต่างกัน การตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนที่ต่างกัน ด้วยเหตุนี้ลักษณะภูมิประเทศจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดรูปแบบการจัดการฟาร์ม (ตะวัน, 2549) ทั้งนี้สามารถสรุปรูปแบบการทำเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ลุ่มน้ำแมริมได้ 2 ระบบดังต่อไปนี้

1) เกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรผสมผสาน เป็นการทำฟาร์มเกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรผสมผสานที่มีกิจกรรมการผลิตที่หลากหลาย และเกื้อกูลกัน มีเกษตรกรที่ผลิตในระบบนี้ประมาณร้อยละ 36.6 จากจำนวนเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ทั้งลุ่มน้ำ ทั้งนี้จากการวิจัยสามารถแบ่งรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในระบบนี้ได้เป็น 3 รูปแบบ

1.1) การผลิตพืชผสมผสานกับพืช รูปแบบนี้มีลักษณะการทำเกษตรเป็นการปลูกพืชหลากหลายชนิดในแปลงเดียวกัน ส่วนใหญ่ไม่มีการแบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์ชัดเจน ยกเว้นแปลงนาจะมีการแบ่งเป็นแปลงเฉพาะกิจกรรมการผสมผสาน อาทิ การปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น เช่น ลำไย มะม่วง กระท้อน ร่วมกับพืชผักต่าง ๆ ทั้งที่เป็นพืชผักพื้นเมือง และพืชผักตามฤดูกาล การจัดการพื้นที่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปลูกพืชยืนต้นก่อน และจะปลูกพืชล้มลุกตามร่อง รายได้ส่วนใหญ่ได้จากการจำหน่ายพืชผักต่าง ๆ คิดเป็นสัดส่วนของพื้นที่อินทรีย์ร้อยละ 16.96 ของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแมริม ลักษณะเกษตรอินทรีย์นี้จะพบมากในเขตดอนบนของลุ่มน้ำ

1.2) การผลิตพืชผสมผสานกับสัตว์ การผลิตเกษตรอินทรีย์รูปแบบที่มีการผลิตพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์อินทรีย์ มีลักษณะการบริหารจัดการเป็นแบบเกษตรผสมผสาน มีการจัดการกิจกรรมการผลิตที่เกื้อกูลกัน

พันธุ์พืชที่ปลูกส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ข้าว ถั่ว ไม้ผลต่าง ๆ ไม้ยืนต้น ที่เป็นไม้ใช้สอยพืชผัก ทั้งผักพื้นเมือง และผักตามฤดูกาล ผลตอบแทนส่วนใหญ่จะให้น้ำหนักไปที่ข้าว และปศุสัตว์ส่วนใหญ่ใช้เพื่อบริโภคในครัวเรือน เป็นหลัก สัตว์ที่เลี้ยงร่วมด้วยจะเป็นพวก ไก่พื้นเมือง เป็ดไข่ เป็ดเนื้อ และวัว การผลิตคิดเป็นร้อยละ 15.18 ของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มริม

1.3) เกษตรอินทรีย์บางส่วนในรูปแบบเกษตรผสมผสาน เกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้มีสัดส่วนน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นเกษตรกรรายย่อยผลิตเกษตรอินทรีย์เพื่อบริโภค และผลิตข้าว หรือถั่วเหลืองในรูปแบบเกษตรเคมี เพื่อจำหน่าย เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ แรงงานในไร่ส่วนใหญ่จะจ้างแรงงานจากภายนอก ตัวเกษตรกรเองจะปลูกพืชผัก ไม้ผล เลี้ยงเป็ด ไก่ ในระบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เล็ก ๆ เกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้มีสัดส่วนน้อยมากเพียงร้อยละ 4.46 ของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มริม

2) เกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรเชิงเดี่ยว เป็นการทำฟาร์มเกษตรอินทรีย์ในระบบเกษตรกรรมเชิงเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นการผลิตข้าวอินทรีย์ และถั่วเหลืองอินทรีย์ มีเกษตรกรที่ผลิตในระบบนี้ประมาณร้อยละ 63.4 จากจำนวนเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ทั้งลุ่มน้ำ ทั้งนี้จากการวิจัยสามารถแบ่งรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในระบบนี้ได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

2.1) ข้าวอินทรีย์เพียงอย่างเดียว เกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้เกษตรกรจะผลิตเฉพาะข้าวอินทรีย์บางส่วนจะผลิตข้าวอินทรีย์ฤดูเดียว แล้วจะปล่อยที่ดินทิ้งไว้เพราะข้อจำกัดเรื่องน้ำ บางคนจะปลูกข้าวสองฤดู เพราะอยู่ในเขตชลประทาน การผลิตเกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นเกษตรอินทรีย์ลักษณะเป็นพันธะสัญญา พื้นที่เกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้ถือว่ามากที่สุด คือร้อยละ 30.35 ของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มริม ส่วนใหญ่พบมากในเขตตอนกลาง และตอนล่างของลุ่มน้ำ เช่น บ้านนาทีก ตำบลสะลวง บ้านหัวฝาย บ้านห้วยทราย และบ้านอ้อย เป็นต้น

2.2) ข้าวอินทรีย์สลับกับถั่วเหลือง รูปแบบเกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้เกษตรกรจะปลูกข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวจะปลูกถั่วเหลือง ทั้งนี้ราคาก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ

ในการตัดสินใจเลือกที่จะปลูกข้าวในฤดูแล้งหรือฤดูเหลือง การผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตแบบมีพันธะสัญญาเกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 16.07 ของพื้นที่ เกษตรอินทรีย์ในรูปแบบนี้พบมากในเขตตอนกลางของลุ่มน้ำ อาทิ ที่บ้านดอนเจียง บ้านสันป่าตอง บ้านสันป่ายาง บ้านห้วยทราย และบ้านนาทีก เป็นต้น

2.3) เกษตรอินทรีย์บางส่วน รูปแบบเชิงเดี่ยวเกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้พบการกระจายตัวในทุกพื้นที่ของลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรอินทรีย์รายใหม่ กำลังเริ่มทดลองบางส่วนในพื้นที่ เช่นเกษตรกรที่มีที่นาหลายแปลงแปลงที่เข้าร่วมโครงการอินทรีย์จะผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์แปลงที่เอาไว้ขายทั่วไปจะปลูกในลักษณะทั่วไป ส่วนใหญ่จะเป็นที่นาเช่ามากกว่าที่นาที่เป็นเจ้าของ เกษตรอินทรีย์รูปแบบนี้ มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 16.96 ของพื้นที่เกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่มริมทั้งหมด

นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลที่สุดในการกำหนดรูปแบบเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร คือการครอบครองที่ดินทำกินของเกษตรกร เกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเองส่วนใหญ่จะทำการผลิตในรูปแบบเกษตรผสมผสาน ส่วนเกษตรกรที่เช่าที่ทำกินส่วนใหญ่จะทำเกษตรอินทรีย์ในลักษณะเกษตรอินทรีย์เชิงเดี่ยว และเกษตรอินทรีย์บางส่วน นอกจากนี้ระยะเวลาในการเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดรูปแบบเกษตรอินทรีย์ กล่าวคือเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์เป็นระยะเวลานาน ส่วนใหญ่จะปรับเข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ทั้งหมด ส่วนเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์รายใหม่จะทำเกษตรอินทรีย์บางส่วน และช่องทางการตลาดก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการ ที่กำหนดรูปแบบการผลิตเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่มริม เกษตรกรทางตอนบนของลุ่มน้ำ มีการผลิตลักษณะเกษตรผสมผสานมาก เพราะส่วนหนึ่งเกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันนำสินค้าไปจำหน่ายในตลาดสีเขียว ในเมืองเชียงใหม่เป็นประจำ ส่วนทางตอนล่างของลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่เกษตรกรผลิตข้าวอินทรีย์เพียงอย่างเดียว และขายในลักษณะเกษตรพันธะสัญญา นอกจากนี้เรื่องลักษณะภูมิประเทศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อการตัดสินใจในรูปแบบการผลิตเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

ผลของการทำเกษตรอินทรีย์ที่มีต่อการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

จากการศึกษาผลของการดำเนินการผลิตในแนวทางเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรกลุ่มน้ำแม่มิมในประเด็นความสอดคล้อง และส่งเสริมของการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ที่มีต่อความพอเพียงของเกษตรกรตามองค์ประกอบของหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังนี้

1) **ความพอประมาณ** จากการศึกษพบว่า การดำเนินกิจกรรมการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ การผลิตในรูปแบบเกษตรผสมผสาน การดำเนินกิจกรรมการผลิตโดยคำนึงถึงทุนแรงงาน และทรัพยากรที่มีอยู่ ความสามารถในการพึ่งตนเองในด้านต่าง ๆ และการเกื้อกูลกันในระบบการผลิตสรุปว่าเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์มีระดับความพอเพียงในประเด็นความพอประมาณเฉลี่ย 3.85 แสดงว่ามีความพอเพียงด้านความพอประมาณอยู่ในระดับมาก 2) **ความมีเหตุผล** จากการศึกษพบว่า การดำเนินกิจกรรมการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ ความรอบคอบในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน การรับฟังความคิดเห็นของคนในครอบครัว การพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการทำเกษตรอินทรีย์พบว่าเกษตรกรมีระดับของความมีเหตุผล 4.27 ถือว่าเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์มีระดับความพอเพียงด้านความมีเหตุผลในระดับมากที่สุด 3) **ความมีภูมิคุ้มกัน** จากการศึกษพบว่า การดำเนินกิจกรรมการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ ความพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ความพร้อมที่จะเผชิญกับวิกฤติทางเศรษฐกิจ ความสามารถในการพึ่งตนเองด้านอาหาร และการผลิตข้าวพอเพียงสำหรับครอบครัว พบว่าเกษตรกรที่ทำการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์มีระดับความมีภูมิคุ้มกันคือ 4.13 อยู่ในระดับมากที่สุด 4) **ความรู้** จากการศึกษพบว่า การดำเนินกิจกรรมการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ การแสวงหาความรู้ และการเข้ารับการฝึกอบรมจากการศึกษพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เข้ารับการฝึกอบรมและเรียนรู้ในหลายรูปแบบ อาทิ การศึกษาดูงาน การฝึกอบรม เรียนรู้จากเพื่อนบ้าน และเรียนรู้จากสื่อต่าง ๆ เป็นประจำ ทำให้เกษตรกรมีความพอเพียง ในประเด็น

ความรู้คือ 4.24 อยู่ในระดับมากที่สุด 5) **คุณธรรม** จากการศึกษพบว่า การดำเนินกิจกรรมการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ ในประเด็นต่าง ๆ อาทิ การแบ่งปันอาหาร แก่ผู้อื่น การรักษาสิ่งแวดล้อมที่ชาวพุทธ การเป็นคนซื่อตรง ความซื่อสัตย์ การไม่เบียดเบียนผู้อื่น และการไม่ทุจริตแอบใส่สารเคมีในกระบวนการผลิตอินทรีย์ จากการศึกษพบว่า เกษตรกรที่ทำการผลิตในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ มีความพอเพียงด้านคุณธรรมคือ 4.43 อยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อแบ่งการศึกษาความพอเพียงของเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มิม ตามหลักความพอเพียง 5 ด้าน กล่าวคือความพอเพียงด้านจิตใจ ความพอเพียงด้านสังคม ความพอเพียงด้านเศรษฐกิจ ความพอเพียงด้านสิ่งแวดล้อม และความพอเพียงด้านเทคโนโลยี โดยแบ่งประเด็นศึกษาจากกรอบแนวคิดการดำเนินชีวิตตามหลักความพอดี ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งเป็นการวัดจากความคิดเห็นของเกษตรกรที่มีต่อวิถีชีวิตของตน จากการศึกษพบว่าเกษตรกรมีระดับความพอเพียงด้านต่าง ๆ ในระดับที่สูงมาก เช่นเดียวกัน

สรุป

การดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง จากการศึกษพบว่าเกษตรกรที่ทำการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในเขตลุ่มน้ำแม่มิม มีการดำเนินชีวิตที่สอดคล้องตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงในประเด็นต่าง ๆ ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงคือ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล ความมีภูมิคุ้มกัน ความรู้ และคุณธรรม ในระดับที่สูงมาก โดยมีการดำเนินชีวิตที่สอดคล้องกับหลักความพอเพียงตามแนวพระราชดำริของเศรษฐกิจพอเพียง (หลักความพอดี 5 ประการ) กล่าวคือพอเพียงด้านเศรษฐกิจ พอเพียงด้านจิตใจ พอเพียงด้านสังคม พอเพียงด้านเทคโนโลยี และพอเพียงด้านสิ่งแวดล้อม ในระดับที่สูงมาก เช่นกัน จากข้อค้นพบดังกล่าวเป็นการ ตอกย้ำถึงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ ว่าเป็นกลไกที่สำคัญที่จะทำให้เกษตรกรมีการดำเนินชีวิตที่พอเพียงได้ และจะเป็นนวัตกรรมที่สำคัญที่จะทำให้สังคมไทยก้าวไปสู่สังคมอยู่ดี

มีสุขอย่างยั่งยืนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Prof. Dr.Shintaro Sugiyama และสมาชิก Rainbow Fellowship Japan ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาที่สำคัญขอขอบคุณเกษตรกรในเขตลุ่มน้ำแม่มิ และองค์กรพัฒนาเอกชน ต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูล และเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ ฉบับที่ 1.
2551. แผนยุทธศาสตร์พัฒนาเกษตรอินทรีย์
แห่งชาติฉบับที่ 1 พ.ศ. 2551-2554. สหมิตร
พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่งจำกัด. กรุงเทพฯ. 141
หน้า.

ตะวัน ห่างสูงเนิน. 2546. เกษตรผสมผสานทางเลือกและ
ทางรอดของสังคมไทย. พงษ์สวัสดิ์การพิมพ์.
เชียงใหม่. 125 หน้า.

-----, 2549. ข้าวอินทรีย์. พงษ์สวัสดิ์การ
พิมพ์. เชียงใหม่. 56 หน้า.

วิชัย สรพงษ์ไพศาล สมชาย ธนสินชัยกุล วงศ์พันธ์ พรหมวงศ์
ฉัตรมณี วุฒิสาร และภราดร ดอกจันทร์. 2554.
ความหลากหลายชนิดของแมลงศัตรูข้าวและศัตรู
ธรรมชาติในนาข้าวอินทรีย์. วารสารเกษตร
27(1): 39-48.

วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. 2539. พัฒนาการเกษตรกรรม
ทางเลือก. 19-62. ใน: วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ. (บก.)
เกษตรกรรมทางเลือก ความหมาย ความเป็นมา
และเทคนิควิธี. สำนักพิมพ์พิมพ์ดี, กรุงเทพฯ.

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้
ของชาวปกาเกอะญอในโครงการสถานีพัฒนา
การเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยแบแล
อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

Factors Affecting Participation of Karen Villagers in Forest
Resource Conservation in Baelae Highland Agricultural
Development Station, Omkoi District, Chiang Mai Province

พงศ์วิชัย กันทะวงศ์^{1/} และ วรทัศน์ อินทรคัมพร^{1/}
Pongwit Kantawong^{1/} and Wallratat Intarucconnorn^{1/}

Abstract: The objectives of this research aimed to study the Karen's participation on irrigation management in Baelae Highland Agricultural Development Station and to analyze the relationship between personal characteristics, social and economic factors and their participation on irrigation management. The sample in the study was 219 people households in Omhad Village Omkoi District, Chiang Mai Province. Data was collected by questionnaires. The data analysis were apply statistic such as percentage, mean, maximum, minimum, standard deviation, and stepwise multiple regression analysis.

The results showed that most of the samples were male (73.1%) and their ages were between 31-40 years old (32.9%). Moreover, they were mostly uneducated (84.5%) as well as their language skill was just medium level. However, 61.2% had been trained about forest conservation, and 1-2 people from each agricultural household had received information about forest conservation from television (48.4%). The main income of the samples was from agriculture (87.7%), and the average income was approximately 3,001-4,000 baht per month (72.6%). The maximum agricultural land owned by each agricultural household was mostly around 1 rai (47.9%). There were 4 aspects of the study of Karen's participation in the forest conservation activities including reforestation, forest protection, forest fire prevention and knowledge promotion of forest conservation aspects. Overall, reforestation, forest protection and forest fire prevention aspects were in moderate range, whereas knowledge promotion aspect was in low range. This might be because the majority of the samples was uneducated, lack of knowledge about forest conservation, and lack of Thai language skills, communication was a big problem. Therefore, the aspect of promoting about forest conservation was in low rate

^{1/} ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Agricultural Economics and Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

of participation. The hypothesis test to analyze the relationship between dependent and independent variables show that age, social position and forest conservation knowledge are associated with the participation in forest conservation at $P=0.05$.

Keywords: Participation, Forest Resource, Conservation

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ หัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนชาวปกากะญอที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านขุนอมแฮด หมู่ที่ 5 ตำบลสบโขง อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 219 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอนผลการศึกษาพบว่า หัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนชาวปกากะญอส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 73.1) มีอายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 32.9) ไม่ได้เรียนหนังสือ (ร้อยละ 84.5) มีความรู้ความเข้าใจในภาษาระดับปานกลาง ส่วนใหญ่จำนวนร้อยละ 61.2 เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตรจำนวน 1-2 คน ได้รับข้อมูลข่าวสารจากโทรทัศน์ (ร้อยละ 48.4) แหล่งที่มาของรายได้หลักคือเกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ 87.7 มีรายได้เฉลี่ย 3,001-4,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 72.6) มีขนาดพื้นที่ถือครองมากที่สุด 1 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.9 การศึกษาด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การปลูกป่า การป้องกันรักษาป่า การป้องกันไฟป่าและการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอพบว่าโดยภาพรวมในด้านการปลูกป่า การป้องกันรักษาป่าและการป้องกันไฟป่ามีส่วนร่วมในระดับปานกลาง ในด้านการเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้พบว่า ภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับน้อยเนื่องจาก มีการศึกษาน้อยและมีความรู้ในเรื่องการอนุรักษ์น้อย ความรู้ความเข้าใจในภาษาไทยมีไม่มากทำให้การสื่อสารลำบาก จึงทำให้ประเด็นการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีระดับการมีส่วนร่วมน้อย ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม พบว่า อายุ ตำแหน่งทางสังคมและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม ทรัพยากรป่าไม้ การอนุรักษ์

คำนำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในภาคเหนือ โดยมีชาวเขาเผ่าต่าง ๆ อาศัยอยู่และประกอบอาชีพทางการเกษตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ได้แก่ ปกาเกอญอ ม้ง ลีซอ มูเซอ อีเกอ เย้า และลัวะ เป็นต้น ชาวไทยภูเขาเหล่านี้มีวัฒนธรรมประเพณีและมีวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในสังคมแตกต่างกันไปประกอบกับการขยายตัวเพิ่มขึ้นของประชากรเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ความต้องการอาหารสำหรับบริโภคเพิ่มมากขึ้น การเกษตรยังอาศัยเทคโนโลยีพื้นบ้านที่สืบทอดกันมาแต่สมัยบรรพบุรุษโดยเฉพาะ การทำไร่เลื่อนลอย ปัญหาการทำลายทรัพยากรธรรมชาติอันเป็นแหล่งต้นน้ำ ลำธารและการทำลายระบบนิเวศลุ่มน้ำยังมีอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรป่าไม้ กลายเป็นปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศทั้งนี้เนื่องมาจากการทำลายองค์ประกอบทางธรรมชาติของระบบนิเวศทำให้ขาดความสมบูรณ์ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะเศรษฐกิจโดยรวม (ชูเกียรติ, 2531)

ปกากะญอเป็นชาวเขาที่ยังยึดประเพณีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมแบบทำไร่หมุนเวียนอยู่ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถทรงห่วงใยราษฎรเกษตรกรในพื้นที่สูง จึงจัดตั้งสถานีวิจัยทดลองเกษตรในพื้นที่สูงขึ้น โดยนำพื้นที่ที่ถูกบุกรุกแล้วมาจัดทำแปลงปลูกพืชเมืองหนาว และให้ประชาชนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการทำเกษตรอย่างถูกหลักวิชาการนอกจากนั้นรัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างต่อเนื่องเพื่อเน้นการแก้ไขปัญหาการปลูกฝิ่น แก้ไขปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่ทำการเกษตร การตัดไม้เพื่อแปรรูปส่งขายนายทุน ควบคู่กับการแก้ไขปัญหาด้านความมั่นคงเป็นหลัก ปัจจุบันพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างบนที่สูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้กลับมีแนวโน้มลดลงเป็นผลมาจากการจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น เกิดขยายตัวของชุมชนและมีการใช้ประโยชน์จากป่าไม้มากขึ้น ทั้งในลักษณะของการเป็นที่อยู่อาศัย การตัดไม้เพื่อการค้า การใช้และการเผาพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตรและเพื่อหาของป่า การล่าสัตว์และการเผาไร่และสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ ส่งผลกระทบต่อการปรับตัวของชาวปกากะญอ เกิดการแข่งขันที่เพิ่มขึ้น เช่น การส่งเสริมพืชเชิงพาณิชย์ และโครงการพัฒนาขั้นพื้นฐาน ทำให้สูญเสียป่าอย่างรวดเร็วและยังมีเรื่องความขัดแย้งระหว่างเจ้าหน้าที่ของรัฐและประชาชน ให้ประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วมในการดูแลและการบริหารจัดการพื้นที่โครงการบางส่วน ซึ่งนำไปสู่ความแตกแยกของชุมชนต่างคนต่างอยู่และยังไม่มีกรรมกรวมกลุ่มกันอย่างชัดเจนของคนในชุมชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้นั้นผู้ทำวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับชาวปกากะญอในโครงการสถานีวิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยแบแล มีส่วนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยเพียงใด เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยไปวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา พัฒนาและส่งเสริมชาวปกากะญอได้รู้จักการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ให้มากขึ้นกว่าเดิม อันจะส่งผลต่อความสมดุลของธรรมชาติและระบบนิเวศต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีศึกษาเชิงปริมาณ ทำการสัมภาษณ์หัวหน้าหรือตัวแทนครัวเรือนชาวปกากะญอ (เพศชายหรือเพศหญิง) ในพื้นที่โครงการสถานีวิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยแบแล จำนวน 483 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane (อ้างโดย สุชาติ, 2546) ได้กลุ่มตัวอย่าง 219 คนและใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) สร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลทางสถิติโดยใช้สถิติพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด อธิบายข้อมูลต่าง ๆ และการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรอิสระ ได้แก่ ลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ความเข้าใจในภาษาไทยจำนวนสมาชิกในครัวเรือนปัจจัยด้านเศรษฐกิจซึ่งประกอบไปด้วย รายได้ทั้งหมดของครัวเรือน และพื้นที่ของครัวเรือน และปัจจัยสังคมประกอบไปด้วย การเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้าน การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ป่าไม้ และความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กับตัวแปรตามคือระดับการมีส่วนร่วมของชาวปกากะญอในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดวิธีการวัดค่าของตัวแปรตามจัดโดยแบ่งช่วงคะแนน จากสูตรอันดับภาคขั้น (กัญญา, 2535) จากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอ ได้แก่ การปลูกป่าการป้องกันรักษาป่า การป้องกันไฟป่า การเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ มีส่วนร่วมมากให้คะแนน 3 คะแนน มีส่วนร่วมปานกลางให้คะแนน 2 คะแนน และมีส่วนร่วมน้อยให้คะแนน 1 คะแนน จัดลำดับช่วงคะแนนและแปลผลระดับการมีส่วนร่วมโดยจัดกลุ่มแบ่งช่วงคะแนน แจกแจงความถี่ข้อมูลเป็นอันดับภาคขั้น ดังนี้ ระดับคะแนน 2.33-3.00 มีส่วนร่วมมากระดับคะแนน 1.67-2.32 มีส่วนร่วมปานกลาง และระดับคะแนน 1.00-1.66 มีส่วนร่วมน้อย

ผลและวิจารณ์

ลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ

จากการศึกษาพบว่า หัวหน้าหรือตัวแทนครัวเรือนชาวปกาเกอะญอส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 73.1 มีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.9 ไม่ได้เรียนหนังสือ คิดเป็นร้อยละ 84.5 มีความรู้ความเข้าใจในภาษาไทยในระดับปานกลาง ส่วนใหญ่จำนวนร้อยละ 61.2 เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ หัวหน้าครัวเรือนชาวไทยภูเขาส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตร 1-2 คน ในด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารจากโทรทัศน์จำนวนร้อยละ 48.4 จากวิทยุกระจายเสียง (ร้อยละ 38.4) จากเจ้าหน้าที่รัฐ (ร้อยละ 32.4) จากเอกสารต่าง ๆ ร้อยละ 11.4 และจากโปสเตอร์ (ร้อยละ 11.0) และจำนวนร้อยละ 99.0 ไม่เคยได้รับข่าวสารจากการประชาสัมพันธ์เช่นโปสเตอร์หรือเอกสารแผ่นพับ รายได้หลักมาจากการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 87.7 ชาวปกาเกอะญอร้อยละ 72.6 มีรายได้เฉลี่ย 3,001-4,000 บาทต่อเดือน มีขนาดพื้นที่ถือครองมากที่สุดจำนวน 1 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 47.9

การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ

การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกาเกอะญอ พบว่า ชาวปกาเกอะญอมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรอยู่ในระดับปานกลาง คือในด้านการป้องกันรักษาป่า การป้องกันไฟป่า และการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และมีบางประเด็นที่ชาวปกาเกอะญอมีระดับการมีส่วนร่วมน้อย คือ การเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ได้แก่ (1) แนะนำเพื่อนบ้านให้ทราบถึงประโยชน์ของป่าไม้และโทษอันเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า (2) แนะนำเพื่อนบ้านให้ทราบถึงอันตรายอันเกิดจากไฟป่า (3) ชักชวนเพื่อนบ้านให้ช่วยกันถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับป่าไม้ (4) ชักชวนเพื่อนบ้านให้เข้าร่วมการอบรมเกี่ยวกับการดำรงชีพอยู่กับป่าอย่างยั่งยืน (5) เผยแพร่ความรู้และการปลูกฝังจิตสำนึกในการอนุรักษ์ป่า

ไม่ให้แก่ลูกหลาน มีค่าระดับการมีส่วนร่วมระดับน้อยซึ่งแสดงให้เห็นว่าชาวปกาเกอะญอยังมีความสนใจในการมีส่วนร่วมในประเด็นดังกล่าวยังไม่มากนักทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสาเหตุหนึ่งน่าจะเกิดจากการที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาและไม่ได้เรียนหนังสือ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม นอกจากนั้น การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ข้อมูลข่าวสารแก่ประชาชนของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องซึ่งยังไม่มีประสิทธิภาพและนอกจากนี้ด้านความเข้าใจในภาษาที่เป็นปัญหาในด้านการสื่อสารภาษาไทยทำให้เกิดการติดตอสื่อสารเป็นไปด้วยความยากลำบากซึ่งยังพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ยังขาดโอกาสในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารและกิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

การทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระได้แก่ อายุ การเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้าน และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้กับตัวแปรตามได้แก่ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์พบว่า อายุการเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้านและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้โดยอายุของชาวปกาเกอะญอมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้แสดงให้เห็นว่าชาวไทยปกาเกอะญอมีอายุมากมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้มากกว่าชาวปกาเกอะญอที่มีอายุน้อยกว่าเนื่องจากหัวหน้าหรือตัวแทนชาวปกาเกอะญอที่ทำการสัมภาษณ์มีอายุระหว่าง 31-40 ปีจะเป็นผู้ที่ให้ข้อมูลและเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทางสถานีฯ มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชาวปกาเกอะญอส่วนใหญ่ที่มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วงนี้มีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติด้านความรับผิดชอบในการมีส่วนร่วมสูงกว่าชาวปกาเกอะญอที่อายุน้อยซึ่งสอดคล้องกับเกดแก้ว (2545) ได้ศึกษาพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการสร้างเศรษฐกิจชุมชน กรณีศึกษาจังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา พบว่า คนที่มีอายุมากอยู่ในช่วงวัยทำงาน 30-50

ปี จะมีผลกำลังในการทำงานมากและมีการร่วมปฏิบัติกับกลุ่มที่มาก มีการสร้างสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกลุ่มสมาชิกคนในชุมชน เพื่อที่จะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานของกลุ่ม ขณะเดียวกันกลุ่มที่อายุมากกว่า 50 ปี จะมีส่วนร่วมในระดับมากในการให้ความรู้แก่เพื่อนบ้านเกี่ยวกับกิจกรรมของชุมชน เพื่อต้องการให้ชุมชนได้ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับทั้งส่วนตนและชุมชน เพื่อสร้างรายได้ เช่นเดียวกับจำเนียร (2553) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานในเขตจัดรูปที่ดินด้านการบริหารจัดการการใช้น้ำโดยศึกษารณิโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวนอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งพบว่า อายุและการเป็นสมาชิกมีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทาน เป็นปัจจัยที่มีส่วนในการช่วยในการตัดสินใจ ให้เห็นความสำคัญของการเข้าร่วมประชุม แสดงข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ร่วมประชาสัมพันธ์ ร่วมปฏิบัติตามข้อตกลง ระเบียบข้อบังคับ มีส่วนร่วมในกิจกรรมและให้ข้อมูลต่อโครงการและการเป็นสมาชิกมีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานในภาพรวมด้านการมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์และบำรุงรักษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเป็นสมาชิกมีผลทำให้สมาชิกเข้าใจเรื่องการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและบำรุงรักษา การดำเนินงานตามภารกิจซึ่งมีความใกล้ชิดซึ่งมีผลกระทบต่อการเป็นสมาชิกโดยตรง วิวัฒน์ (2536) ที่กล่าวไว้ว่า สติชุมชนจะมุ่งเน้นถึงหน้าที่ความรับผิดชอบร่วมกันภายในชุมชนและระหว่างชุมชนที่เกี่ยวข้องในการดูแลรักษาทรัพยากรและธรรมชาติแวดล้อม สติชุมชนจึงเป็นเสมือนหนึ่งในเครื่องมือหรือกลไกของความสมดุลต่อกระแสอำนาจและผลประโยชน์ จึงเท่ากับเป็นหลักประกันการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชาวปกาเกอะญอที่เป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ที่ศึกษามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้มากกว่าชาวปกาเกอะญอที่ไม่เป็นสมาชิกขององค์กรใด ๆ เลย

ส่วนประเด็นเรื่องความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีความสัมพันธ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในเชิงลบแสดงว่า ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยจะมีผลต่อระดับการมี

ส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่าผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มาก ซึ่งงานวิจัยพบว่าผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากจะไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ทั้งนี้เนื่องจากมาจากปัจจัยหลาย ๆ อย่างเช่น ชาวปกาเกอะญอเดิมแล้วมีภูมิหลังเกี่ยวกับในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเพราะการใช้ชีวิตของชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยงมีการใช้ชีวิตอยู่กับป่า มีภูมิปัญญาเดิมคือ ความรู้ ความสามารถ ทักษะความเชื่อและศรัทธาและวิถีชีวิตเดิมที่เกี่ยวข้องเนื่องในการอนุรักษ์ป่าทำให้ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยตระหนักถึงความสำคัญ มีจิตสำนึกและแรงจูงใจต่าง ๆ ในชุมชนเพราะทราบว่าเป็นผู้ได้รับประโยชน์โดยจากการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้โดยตรง เช่น ป่าเป็นแหล่งทรัพยากรของชุมชน เป็นแหล่งไม้ใช้สอย เป็นแหล่งอาหารและสมุนไพรสดคล้องกับไพบุลย์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของเกษตรกรชาวเขาเผ่าม้งและปกาเกอะญอในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ในอำเภอแม่วง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าชาวปกาเกอะญอมีส่วนร่วมในสิ่งต่าง ๆ ในระดับปานกลางถึงมากในการวางแผนเตรียมพื้นที่ปลูกป่า ในการดูแลรักษาต้นไม้ และในการประเมินผล และยังพบว่าเกษตรกรชาวปกาเกอะญอเป็นนักอนุรักษ์มีความตระหนักในคุณค่าประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มงคล (2544) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของสมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบล อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพบว่าสมาชิกส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ แต่เป็นที่น่าสนใจว่าสมาชิกมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการอนุรักษ์น้อย จึงเห็นว่าควรสร้างแรงจูงใจมากระตุ้นให้สมาชิกได้เข้าใจและให้ความสำคัญของกามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ รวมทั้งทราบประโยชน์ที่ได้รับจากป่าไม้อย่างตรงและทางอ้อม เช่น การรักษาป่า ทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพราะได้ปุ๋ยจากป่า ต้นไม้ช่วยซับน้ำทำให้มีน้ำไหลตลอดปี อันจะส่งผลให้ผลผลิตด้านการเกษตรดีขึ้น ทำให้มีรายได้มากขึ้นตามมา เช่นเดียวกับชุมพล (2544) ได้ศึกษาปัจจัยที่มี

ผลต่อการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี จังหวัดราชบุรี พบว่าราษฎรที่มีความรู้ด้านทรัพยากรป่าไม้น้อย มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้น้อย เพราะราษฎรมีความจำเป็นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในการดำรงชีวิต เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค (ตารางที่ 1)

สรุป

จากการศึกษาพบว่า หัวหน้าหรือตัวแทนครัวเรือนชาวไทยภูเขาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ซึ่งไม่ค่อยได้เรียนหนังสือ มีความรู้ความเข้าใจในภาษาไทยระดับปานกลาง ส่วนใหญ่เคยได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่ทำการเกษตร 1-2 คน ได้รับข้อมูลข่าวสารจากการดูสื่อโทรทัศน์ รายได้หลักได้มาจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เฉลี่ย 3,001-4,000 บาทต่อเดือน และมีขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 1 ไร่ ในด้านการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอ พบว่า ชาวปกากะญอมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรอยู่ในระดับปานกลาง คือ การป้องกันรักษาป่า การป้องกันไฟป่า และการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากชาวไทยภูเขาส่วนใหญ่ยังมีความรู้ความเข้าใจในบทบาทและหน้าที่ของตนเองต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ความสนใจในสามประเด็นนี้จึงไม่มากนัก และจะมีการมีส่วนร่วมในการเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อย

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามกับการปฏิบัติในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอ ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ พบว่าตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการปฏิบัติในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวปกากะญอ มี 3 ตัวแปร คือ อายุ การเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้านและความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ อย่างมีนัยสำคัญ โดยอายุและการเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้าน มีความสัมพันธ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในเชิงบวก แสดงให้เห็นว่าชาวปกากะญอมีอายุมากมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้มากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุน้อย จากงานวิจัยดังกล่าวด้านการพัฒนาจึงควรให้มีการสนับสนุนให้เยาวชนและคนที่มีอายุต่ำกว่า 30 ปี เข้ามามีบทบาทเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ให้เห็นความสำคัญขอประโยชน์ของการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เข้าร่วมในการทำกิจกรรมทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ เกิดการบำรุงรักษา รักและหวงแหนซึ่งจะทำให้ชาวปกากะญอที่ยังมีอายุน้อยเห็นคุณค่าของการทำกิจกรรมของการทำกิจกรรมนั้นร่วมกันและการเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้านมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ แสดงให้เห็นว่าชาวปกากะญอที่เป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ ในหมู่บ้านจะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้มากกว่าชาวปกากะญอที่ไม่เป็นสมาชิกขององค์กรใด ๆ เลย แสดงว่าในการเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ นำมาซึ่งหน้าที่ความรับผิดชอบที่ต้องมีมากกว่าบุคคลทั่วไปเป็นเพราะการเป็นสมาชิกมีผลทำให้

Table 1 Factors affecting participation of Karen villagers in forest resource conservation

Independent Factor	sig	B	t	R ²	SEE
Age	0.045	0.059	2.014	-	-
Membership organization in the village	0.033	0.155	2.152	-	-
Knowledge about conversation forest resources	0.014	-.039	-2.486	-	-
Total		1.138	3.795	0.8100	.493

Statistically significant at $P < 0.05$

สมาชิกเข้าใจเรื่องการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติและบำรุงรักษา การดำเนินงานตามภารกิจซึ่งมีความใกล้ชิดซึ่งมีผลกระทบต่อความเป็นสมาชิกโดยตรงทำให้การเป็นสมาชิกองค์กรต่าง ๆ มีส่วนร่วมมาก ดังนั้นควรมีการจัดตั้งกลุ่มและการสร้างเครือข่ายให้ชาวปกากะญอได้ร่วมกันเป็นสมาชิกภายในองค์กร เช่น องค์กรชาวบ้านอนุรักษ์ป่าชุมชน เพื่อที่จะได้ให้ชาวปกากะญอได้เข้ามามีส่วนร่วมในการปลูกฝังและมีส่วนร่วมในการช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ส่วนความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีความสัมพันธ์กับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในเชิงลบ แสดงว่า ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยจะมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากกว่าผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากวิถีชีวิตดั้งเดิมของชุมชนชาวปกากะญอยังผูกพันเกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและยังคงใช้ความรู้ในการหาอาหารและความเป็นอยู่ ทำให้ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อยนั้นตระหนักถึงความสำคัญ มีจิตสำนึกและแรงจูงใจต่าง ๆ ในชุมชนเพราะทราบว่าตนเองเป็นผู้ได้รับประโยชน์โดยตรงจากการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้โดยตรง เพราะป่าเป็นแหล่งทรัพยากรของชุมชน เป็นแหล่งไม้ใช้สอย เป็นแหล่งอาหารและสมุนไพร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณหน่วยงานในพื้นที่โครงการสถานีวิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยแบแล อำเภออมก๋อยจังหวัดเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม และขอขอบคุณหัวหน้าหรือตัวแทนชาวปกากะญอผู้ให้ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

เกศแก้ว เจริญวิริยะภาพ. 2545. รายงานการวิจัยเรื่องพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของประชาคมในการ

สร้างเศรษฐกิจชุมชน. กรณีศึกษาจังหวัดพัทลุง. มหาวิทยาลัยทักษิณ. 171 หน้า.

กัญญา ลินทรตันศิริกุล. 2535. สถิติวิจัยและประเมินผลการศึกษา. สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ. 287 หน้า.

จำเนียร โกมลวานิช. 2553. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของกลุ่มใช้น้ำชลประทานในเขตจัดรูปที่ดิน ด้านการบริหารจัดการการใช้น้ำ: ศึกษากรณี โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี วิทยานิพนธ์สาขาสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. 150 หน้า.

ชุมพล ชัยชนะ. 2544. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของราษฎรบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี จังหวัดราชบุรี. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 151 หน้า.

ชูเกียรติ ลิ้มสุวรรณ. 2531. การให้ความรู้ความเข้าใจแบบมีส่วนร่วมในระดับตำบลในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในจังหวัดลำปาง. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 24-30.

ไพบลูย์ สุทธสุภา วรทัศน์ อินทร์คัมพร และกฐิน ศรีมงคล. 2546. ส่วนร่วมของเกษตรกรชาวเขาเผ่าม้งและกะเหรี่ยงในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในอำเภอแม่วง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร 19(3) : 259-266.

มงคล จันทร์ส่อง. 2544. การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของสมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบล อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 87 หน้า.

วิวัฒน์ คติธรรมนิตย. 2536. สิทธิชุมชน: การกระจาย
อำนาจการจัดการทรัพยากร. สถาบันชุมชน
ท้องถิ่นพัฒนา. กรุงเทพฯ. 502 หน้า

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2546 ระเบียบการวิจัยทาง
สังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 12 เพื่องฟ้า พรินติ้ง.
กรุงเทพฯ. 681หน้า.

ผลกระทบของการเปิดเขตการค้าเสรี ไทย-จีน ต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

Effects of Thailand-China Free Trade Areas on Garlic Growers in Mae Hong Son Province

ธนสิน เด่นเจริญกุล^{1/} และ รุจ ศิริสุนทรลักษณ์^{1/}
Tanasin Denchareonkul^{1/} and Ruth Sirisunyaluck^{1/}

Abstract: The objectives of this study were to identify the socio-economic status of garlic producers and to determine the effect of Thailand-China Free Trade Area establishment on garlic producers in Mae Hong Son Province. The data collected by interviewing 142 samples of garlic producer in Mae Hong Son Province, and analyzed the data by using SPSS for Windows. Thai-Chinese Free Trade Area establishment affected the garlic producers in Mae Hong Son province in many aspects, 1) there were effects on the production. The garlic producers in Mae Hong Son province had decreased the cultivation area; consequently, the income and the production decreased. The increasing use of fertilizer, insecticide and fungicide were observe. Furthermore, they ignored the technology that helped them to transform the garlic into another product because they aimed to increase only the garlic's weight, 2) there were effects on the marketing. The price of the fresh garlic, dry garlic, and the price after the Chinese garlic penetrated the Thai market were decreased because the smuggling of the Chinese garlic and the production cost of Chinese garlic were cheaper than Thai garlic, 3) there were effects on the economy. The income decreased because of the decreasing of cultivation areas, and the compensation from government was only in the first year after Thai-Chinese Free Trade Area, 4) there was an effect on the quality of life by increasing the stress of the garlic producers in Mae Hong Son province because of the decreasing of their income, 5) the socialization of the garlic producers in Mae Hong Son province had a little effect from Thai-Chinese Free Trade Area.

Keywords: Effect, Thailand-China Free trade Area, garlic producers, Mae Hong Son province

^{1/} ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Agricultural Economics and Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึง 1) ลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และสภาพการผลิต กระทบของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 2) ผลกระทบของการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจำนวน 142 ราย จากการศึกษาผลกระทบของการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในแต่ละด้านพบว่าด้านกระบวนการผลิต ได้รับผลกระทบคือ พื้นที่เพาะปลูกกระเทียมในแต่ละฤดูกาลลดน้อยลง จำนวนผลผลิตกระเทียมที่ได้ลดน้อยลง เนื่องจากการลดปริมาณพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงมากขึ้นและการแปรรูปกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการจำหน่ายมีการปรับตัวลดน้อยลง เพราะเกษตรกรมุ่งให้ความสำคัญกับการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเพื่อเพิ่มน้ำหนักกระเทียมจึงไม่ให้ความสำคัญกับการแปรรูปกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการจำหน่าย ด้านการตลาดได้รับผลกระทบในด้านราคารับซื้อกระเทียมสดในตลาด พบว่าราคารับซื้อกระเทียมแห้งในตลาด และราคาระเทียมภายหลังจากที่กระเทียมจีนเข้ามาตีตลาด มีการปรับตัวลดลง เนื่องจากการลักลอบนำเข้ากระเทียมจีนเข้ามายังตลาดในประเทศ ทำให้ราคาระเทียมมีความผันผวน เพราะต้นทุนการผลิตกระเทียมจีนต่ำกว่าต้นทุนการผลิตกระเทียมไทยมาก ด้านเศรษฐกิจ พบว่ารายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรลดลงและการขุดเขยเงินของภาครัฐมีเพียงครั้งเดียวในปีแรกที่มีการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน เท่านั้น เกษตรกรให้ความเห็นว่าการลดปริมาณพื้นที่เพาะปลูกส่งผลให้รายได้ลดน้อยลง ส่วนด้านคุณภาพชีวิตพบว่าเกษตรกรมีความเครียดทางการเงินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีรายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมที่ลดลงสำหรับด้านสังคมนั้นพบว่าเกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนในระดับน้อยถึงไม่ส่งผลกระทบ

คำสำคัญ: ผลกระทบ เขตการค้าเสรีไทย-จีน เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คำนำ

กระเทียมจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกมาไม่ต่ำกว่า 30 ปีแล้ว มีพื้นที่ปลูกรวมทั่วประเทศ 97,629 ไร่ ปลูกในภาคเหนือ 91,565 ไร่ ภาคอีสาน 5,635 ไร่ ภาคกลาง 429 ไร่ จะเห็นว่าภาคเหนือเป็นแหล่งที่มีการปลูกกระเทียมมากที่สุด โดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และแม่ฮ่องสอน ทั้งนี้จะเกี่ยวเนื่องในช่วงเดือนธันวาคม-มิถุนายน โดยเกี่ยวเกี่ยวมากที่สุดเดือนมีนาคม มูลค่าส่งออกโดยเฉลี่ย 40,000 ล้านบาทต่อปี (กลุ่มศึกษาข้อตกลงการค้าเสรี, 2547) โดยในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการปลูกกระเทียมทั่วไปทุกอำเภอ มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 23,527 ไร่ โดยเฉพาะอำเภอปาย 12,560 ไร่ อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน 3,757 ไร่ และอำเภอแม่ออนน้อย 2,150 ไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน, 2553) โดยกระเทียมเป็นพืชที่ทำรายได้หลักให้เกษตรกรมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ โดยกระเทียมที่ทำการเพาะปลูกมากใน

จังหวัดแม่ฮ่องสอนคือ พันธุ์เบา ซึ่งมีจุดเด่นคือ มีกลิ่นหอม อุ่น มากกว่ากระเทียมพันธุ์ต่างประเทศ ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน มีการนำเข้ากระเทียมพันธุ์จีนจากต่างประเทศ ซึ่งกระเทียมพันธุ์จีนมีข้อได้เปรียบกระเทียมพันธุ์เบาในด้านการปรุงอาหาร เพราะมีกลิ่นที่ใหญ่มากกว่ากระเทียมพันธุ์เบา และต้นทุนในการผลิตกระเทียมพันธุ์จีนต่ำกว่ากระเทียมพันธุ์เบา ต้นทุนการผลิตกระเทียมพันธุ์จีนอยู่ที่ 5.8 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนกระเทียมแห้งของไทยอยู่ที่ 13-16 บาทต่อกิโลกรัม (อารี, 2550)

สืบเนื่องจากการบรรลุผลของประเทศกลุ่มอาเซียนเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2544 ณ กรุงบันดาร์เสรีเบกาวัน ประเทศบรูไน เห็นชอบต่อการขอเสนอความร่วมมือทางเศรษฐกิจ โดยกำหนดให้มีเขตการค้าเสรีอาเซียน-จีน ภายใน 10 ปี โดยการเปิดเสรีการค้าให้เริ่มเจรจาภายในปี 2546 โดยให้แล้วเสร็จในปี 2547 กำหนดการลดภาษีระหว่างกันตั้งแต่ปี 2548 กำหนดให้

สมาชิกอาเซียนเดิม 6 ประเทศ และจีน ลดภาษีให้เสรีจ
สมบูรณ์ภายในปี 2553 โดยประเทศไทยเริ่มเปิดเขต
การค้าเสรีล่วงหน้าเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม
2546 เฉพาะสินค้าประเภทผักและผลไม้จำนวน 116
รายการ ที่อยู่ในเงื่อนไข เช่น กระเทียม หอม มะเขือเทศ
พืชมักเมืองหนาว ลำไย มังคุด เป็นต้น (กลุ่มศึกษา
ข้อตกลงการค้าเสรี, 2547) หมายความว่าจากเดิมที่ไทย
เคยเรียกเก็บภาษีนำเข้าสินค้าประเภทผักและผลไม้เฉลี่ย
ร้อยละ 60 ก็ต้องลดลงเหลือร้อยละ 0 เช่นเดียวกับที่จีนก็
ต้องลดภาษีเหลือร้อยละ 0 เช่นกัน หลังจากการเปิดเขต
การค้าเสรีนั้น มีผลที่ตามมาหลายประเด็น ไม่ว่าจะเป็น
เป็นการลักลอบนำเข้ามาของพืชมักจากประเทศจีน ซึ่ง
ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อเกษตรกรในภาคเหนือที่พบเห็น
ได้ชัดเจนนั้นคือ ผลกระทบต่อ ผู้ปลูกกระเทียม หอมแดง
และหอมหัวใหญ่ ซึ่งภาคเหนือเป็นแหล่งที่มีการปลูก
กระเทียมมากที่สุด โดยเฉพาะที่ จ.เชียงใหม่ ลำพูน และ
แม่ฮ่องสอน ซึ่งกระเทียมที่นำเข้ามาจากประเทศจีนมี
ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่ากระเทียมที่ปลูกในประเทศมาก
ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาในการจำหน่าย
กระเทียมเพราะไม่สามารถทำการแข่งขันด้านราคาได้จน
อาจเกิดผลกระทบต้องเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตไปปลูก
พืชชนิดอื่นแทนผลกระทบในการลดพื้นที่ปลูกกระเทียมลง
แต่การชดเชยของภาครัฐนั้นไม่สามารถที่จะแก้ไขปัญหา
ของเกษตรกรได้ ตลอดจนการที่เกษตรกรต้องนำกระเทียม
ออกไปจำหน่ายแก่ผู้บริโภคด้วยตนเองเพราะถูกกดราคา
จากพ่อค้าคนกลาง ซึ่งยังมีผลกระทบที่ตามมาอีกหลาย
ประเด็น

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้
ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจำนวน 5,020 ราย
ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro
Yamane (วรวิทย์, 2554 อ้างถึง Yamane, 1967) ได้
จำนวน 151 ราย และทำการสุ่มตัวอย่างโดยใช้การสุ่ม
กระจายแบบง่าย (Simple Random Sampling)
(ชูเพ็ญศรี, 2548) โดยผู้วิจัยนำรายชื่อเกษตรกรในแต่ละ

อำเภอมาทำการเขียนใส่กระดาษ จากนั้นนำไปใส่ในกล่อง
กระดาษ และทำการจับรายชื่อขึ้นมาตามจำนวนที่กำหนด
ไว้ทางผู้วิจัยสามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ 142 ราย คิด
เป็นร้อยละ 94.03 จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบสัมภาษณ์
(questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
ซึ่งประกอบไปด้วยคำถามปลายปิด (closed-ended
questions) และคำถามปลายเปิด (opened-ended
questions) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล
เศรษฐกิจ สังคม สภาพการผลิตกระเทียม และข้อมูล
เกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ต่อ
เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในด้าน
กระบวนการผลิต ด้านการตลาด ด้านเศรษฐกิจ และด้าน
คุณภาพชีวิตและสังคม โดยเป็นการรวบรวมข้อมูลปฐม
ภูมิ (primary data) ในส่วนข้อมูลของผลกระทบของการ
เปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ใช้วิธีสร้างคำถามแบบปิด
(closed-ended questions) จำนวน 5 ด้าน รวม 31 ข้อ
โดยคะแนนของผู้ตอบกำหนดให้ คือ ได้รับผลกระทบ
เพิ่มขึ้น/มากขึ้นให้คะแนน 3 คะแนน ผลกระทบเท่าเดิม/
เหมือนเดิมให้คะแนน 2 คะแนน และได้รับผลกระทบ
น้อยลง/ลดลงให้คะแนน 1 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์
โดยคำนวณอันดับความถี่ ซึ่งแบ่งเกณฑ์การให้คะแนน
ผลกระทบ ดังนี้

- 1.00-1.66 หมายถึง ลดลง/น้อยลง
- 1.67-2.33 หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- 2.34-3.00 หมายถึง เพิ่มขึ้น/มากขึ้น

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ
ส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และสภาพการผลิตกระเทียม
ของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ใช้
สถิติพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่
(frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
(arithmetic mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด
(maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard
deviation)

การวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของเกษตรกร
ต่อผลกระทบจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนใช้

ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weight mean score) (ชูเพ็ญศรี, 2548) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทำการวิเคราะห์ระดับผลกระทบที่เกิดขึ้น

ผลการศึกษา

1. ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจำนวน 142 ราย ร้อยละ 59.9 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 49 ปี มีอายุสูงสุด 69 ปี และต่ำสุด 29 ปี เกษตรกรมีการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย คิดเป็นร้อยละ 46.5 รองลงมา คือ ประถมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยมีเพียงร้อยละ 0.7 เท่านั้นที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.11 คน ต่ำสุดคือ 1 คน มากที่สุดคือ 8 คน เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยจากภาคการเกษตร 299,827.46 บาทต่อปี โดยรายได้จากภาคการเกษตรเป็นรายได้ที่มากจากการจำหน่ายกระเทียม นอกจากนี้ยังมีรายได้จากแหล่งอื่น ๆ เฉลี่ย 80,570.42 บาทต่อปี ในด้านสังคมพบว่าเกษตรกรจำนวนร้อยละ 83.8 ไม่เป็นสมาชิกกลุ่ม องค์กร หรือสถาบันใด ๆ เลย

2. ลักษณะการเพาะปลูกกระเทียม

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรร้อยละ 99.3 ทำการเพาะปลูกโดยใช้กระเทียมพันธุ์เบาหรือกระเทียมพันธุ์พื้นเมือง ร้อยละ 0.7 ทำการเพาะปลูกโดยใช้กระเทียมพันธุ์จีน โดยเกษตรกรให้เหตุผลในการเลือกปลูกกระเทียมพันธุ์เบาหรือพันธุ์พื้นเมืองว่า กระเทียมพันธุ์เบามีความต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืชมากกว่ากระเทียมพันธุ์จีน เกษตรกรร้อยละ 59.9 ทำการเพาะปลูกกระเทียมโดยซื้อพันธุ์มาจากภาคเอกชน ร้อยละ 56.3 จัดหาพันธุ์ที่ใช้ในการเพาะปลูกมาจากการเก็บสำรองประจำปี โดยเกษตรกรร้อยละ 43.7 ไม่ทำการเก็บสำรองพันธุ์กระเทียมไว้ใช้ในการเพาะปลูกเพราะเกษตรกรทำการจำหน่ายกระเทียมแบบเหมายกแปลง อีกทั้งการเก็บรักษาพันธุ์กระเทียมยังมีค่าใช้จ่าย ซึ่งเกษตรกรที่ทำการเก็บรักษาพันธุ์กระเทียมจะเป็นเกษตรกรที่ทำการคัดเกรดกระเทียม

ขายเท่านั้น เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมโดยเฉลี่ย 22 ปี โดยประสบการณ์ในการปลูกกระเทียมสูงที่สุด 47 ปี ต่ำที่สุด 5 ปี เกษตรกรร้อยละ 4.2 เคยหยุดทำการเพาะปลูกกระเทียม เนื่องจากราคาผลผลิตกระเทียมที่ตกต่ำมากในช่วงปี พ.ศ. 2548 เกษตรกรร้อยละ 50.7 ทำการปลูกกระเทียมแบบยกแปลง ในด้านวิธีการให้น้ำนั้นพบว่าเกษตรกรร้อยละ 48.6 มีวิธีการให้น้ำแบบ ใช้สายยางรดน้ำหรือสปริงเกอร์ ร้อยละ 40.1 ใช้การปล่อยน้ำเข้าแปลงแล้วระบายน้ำออก โดยวิธีการให้น้ำนั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิประเทศและพื้นที่ทำการเพาะปลูกของเกษตรกร เช่น เกษตรกรที่เพาะปลูกในพื้นที่ดอนจะมีการให้น้ำโดยใช้สายยางรดน้ำหรือสปริงเกอร์ โดยปกติการให้น้ำกระเทียมจะให้ 3-4 ครั้งต่อวัน ภายหลังจากเข้าเดือนที่ 3 เริ่มให้น้ำลดลงเหลือ 10-14 วันต่อครั้ง และเมื่อ 100 วัน ให้งดการให้น้ำ (รัชนิกร, 2544) ซึ่งรูปแบบการให้น้ำไม่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตส่วนการใช้น้ำนั้นเกษตรกรร้อยละ 75.4 ใช้น้ำเคมีในการเพาะปลูกกระเทียมเพียงอย่างเดียว การกำจัดวัชพืชเกษตรกรร้อยละ 48.6 ใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช ร้อยละ 31.0 ใช้แรงงานคนในการกำจัดวัชพืช และร้อยละ 20.4 ใช้แรงงานคนและสารเคมีในการกำจัดวัชพืช ซึ่งการใช้สารเคมีช่วยในการกำจัดวัชพืชจะทำให้กระเทียมมีผลผลิตที่มากขึ้น เช่น การใช้สาร haloxyfop-R-methyl ester ใช้ควบคุมวัชพืชใบแคบและทำให้ผลผลิตกระเทียมในแปลงทดลองเพิ่มขึ้น 7.3-34.7 เปอร์เซ็นต์ (พรชัย และสมชัย, 2541) โดยโรคที่พบบนนั้น ร้อยละ 63.4 พบโรคใบจุดต้นกระเทียมที่เป็นโรคเมื่อใบที่ถูกทำลายมากมีผลหลายแผลแผลจะเหลืองแห้งและหักพับ ต้นทรุดโทรม ไม่ลงหัว หรือถ้าลงหัวก็จะมีเก็บไว้ได้ไม่นาน เพราะเชื้อโรคที่ติดไปจะทำให้เกิดอาการเน่าได้ รัชนิกร (2544) รายงานผลให้เกิดความสูญเสียต่อผลผลิตกระเทียมเป็นอย่างมากในกรณีที่กระเทียมไม่ลงหัวหรือหัวกระเทียมไม่โตโดยเกษตรกรจะใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงในการจัดการกับโรคดังกล่าวและใช้แรงงานคนในการนำเศษซากพืชที่เป็นโรคนำไปเผาทำลายต่อไป เพื่อรักษาผลผลิตให้ได้ปริมาณมากที่สุด

เมื่อศึกษาถึงแรงงานที่ใช้ในการเพาะปลูกพบว่าเกษตรกรร้อยละ 100.0 ใช้แรงงานในการเพาะปลูก

กระเทียมจากครัวเรือนและการจ้างแรงงานจากนอกครัวเรือน โดยจำนวนแรงงานจากครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน จำนวนแรงงานนอกครัวเรือนที่เกษตรกรจ้างมาทำการเพาะปลูกกระเทียมเฉลี่ยเท่ากับ 14 คน เกษตรกรมีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 5.2 ไร่ โดยพื้นที่ถือครองมากที่สุด 25 ไร่ และ ต่ำสุด 1 ไร่

ลักษณะการเพาะปลูกและจำหน่ายพบว่าเกษตรกรทั้งหมดทำการเพาะปลูกและจำหน่ายด้วยตนเอง ซึ่งเกษตรกรมีรูปแบบในการจำหน่ายกระเทียม 3 รูปแบบ คือ กระเทียมสด กระเทียมแห้ง และกระเทียมสดและกระเทียมแห้ง ส่วนใหญ่เกษตรกรร้อยละ 78.2 ทำการจำหน่ายกระเทียมโดยไม่มีการคัดเกรด เนื่องจากเกษตรกรทำการจำหน่ายแบบเหมายกแปลงและการคัดเกรดกระเทียมส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย เกี่ยวข้องช่องทางในการจัดจำหน่ายนั้น เกษตรกรร้อยละ 96.5 มีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อที่แปลงเพาะปลูก นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรมีช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวกระเทียมอยู่ 2 ช่วง คือ เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ร้อยละ 43.7 และเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ร้อยละ 56.3 ซึ่งในช่วงการเพาะปลูกทั้ง 2 ช่วง เกษตรกรทำการเพาะปลูกโดยใช้พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดที่เกษตรกรถือครองอยู่

จำนวนผลผลิตช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์เฉลี่ยเท่ากับ 2,803.23 กิโลกรัม โดยผลผลิตสูงสุดคือ 3,200 กิโลกรัม ต่ำสุด คือ 1,000 กิโลกรัม ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์เกษตรกรสามารถจำหน่ายกระเทียมเฉลี่ย 18.61 บาทต่อกิโลกรัม โดยราคาจำหน่ายสูงสุด คือ 20 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำสุด คือ 15 บาทต่อกิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 312,803.23 บาทต่อไร่ การเพาะปลูก รายได้สูงสุด คือ 1,200,000 บาทต่อไร่ การเพาะปลูก ต่ำสุด คือ 20,000 บาทต่อไร่ การเพาะปลูก

จำนวนผลผลิตช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน เกษตรกรมีผลผลิตกระเทียมเฉลี่ย 3,075.00 กิโลกรัม โดยผลผลิตสูงสุด คือ 3,500 กิโลกรัม ต่ำสุด คือ 1,500 กิโลกรัม ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนราคาจำหน่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 18.28 บาทต่อกิโลกรัม โดยราคาจำหน่ายสูงสุดคือ 20 บาทต่อกิโลกรัม ต่ำสุดคือ 15 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 270,798.75 บาท

ต่อไร่ การเพาะปลูก รายได้สูงสุด คือ 1,400,000 บาทต่อไร่ การเพาะปลูก ต่ำสุด คือ 30,000 บาทต่อไร่ การเพาะปลูก

ผลผลิตเฉลี่ยของสองช่วงเวลาของเกษตรกรจังหวัดแม่ฮ่องสอนถือว่ามีความศักยภาพในการผลิตเป็นอันดับสอง รองจากเชียงใหม่ โดยเกษตรกรจังหวัดแม่ฮ่องสอนสามารถผลิตกระเทียมได้ในอัตรา 6.57 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) โดยเกษตรกรที่มีความสามารถในการผลิตกระเทียมที่ดีคือผลิตได้มากกว่า 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์จำนวนร้อยละ 30.6 และในช่วงเก็บเกี่ยวเดือนมีนาคม-เมษายนจำนวนร้อยละ 33.8 ซึ่งเกษตรกรที่จะต้องปรับตัวต่อการเปิดเขตการค้าเสรี-ไทย คือ เกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากตั้งแต่ 11 ไร่ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 9.1 (ตารางที่ 1) เกษตรกรจะต้องทำการปรับตัวกับต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น (ตารางที่ 3) เกษตรกรที่ไม่สามารถอยู่รอดหรือไม่สามารถปรับตัวภายใต้เขตการค้าเสรีไทย-จีน คือ เกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกน้อย จากการสัมภาษณ์เกษตรกรบางรายที่มีพื้นที่เพาะปลูกต่ำกว่า 5 ไร่ เกษตรกรเลือกที่จะทำการเพาะปลูกกระเทียมต่อไปถึงแม้ว่าราคาผลผลิตกระเทียมจะตกต่ำ เพราะเกษตรกรไม่ต้องการปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่าโดยไม่มีการใช้ประโยชน์

ปัญหาในการทำการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรมีดังนี้ ราคาผลผลิตตกต่ำร้อยละ 96.5 วัสดุการเกษตรราคาแพงร้อยละ 36.6 ค่าจ้างแรงงานแพงร้อยละ 31.7 ไม่มีเงินทุนร้อยละ 27.5 พันธุ์หายากร้อยละ 24.6 และศัตรูพืชระบาดร้อยละ 15.5

3. ผลกระทบด้านกระบวนการผลิต ด้านการตลาด ด้านเศรษฐกิจ ด้านคุณภาพชีวิตและด้านสังคม

ผลกระทบในด้านกระบวนการผลิตมี ดังนี้ เกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมในแต่ละฤดูกาลลดน้อยลง เนื่องจากนโยบายการลดพื้นที่เพาะปลูกของภาครัฐ ประกอบกับราคาผลผลิตตกต่ำเกษตรกรจึงแบ่งพื้นที่เพื่อทำการเพาะปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนจำนวนผลผลิตกระเทียมที่ได้ลดน้อยลง เพราะเกษตรกรลดพื้นที่การเพาะปลูกและทำการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทน เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและ

แมลงมากขึ้นเพื่อเร่งทำนํ้าหนักของผลผลิตให้ได้มากที่สุด ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากต้นทุนเหล่านี้มีการปรับตัวสูงขึ้นทุกปี (ตารางที่ 3) การแปรรูปกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทำการจำหน่ายมีการปรับตัวลดน้อยลงและการสนับสนุนจากภาครัฐในการส่งเสริมการปลูกพืชทดแทนนั้นมีเพียงในระยะแรกภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน

ผลกระทบในด้านการตลาดมี ดังนี้ ราคาซื้อขายกระเทียมสดในตลาด ราคาซื้อขายกระเทียมแห้งในตลาด และราคากระเทียมภายหลังการที่กระเทียมจีนเข้ามาในตลาด มีการปรับตัวลดลงเพราะมีการนำเข้ากระเทียมจีนและการลักลอบนำเข้ากระเทียมจีนเข้ามาสู่ตลาดกระเทียมในประเทศไทย ทำให้พ่อค้าคนกลางที่รับซื้อกระเทียมและเป็นผู้กำหนดราคากระเทียมในตลาดนั้น อ้างอิงราคาซื้อขายกระเทียมจากราคากระเทียมจีนส่งผลให้ราคาซื้อขายกระเทียมสดในตลาดมีการปรับตัวลดลง

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจมีดังนี้ รายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกร เพราะเกษตรกรมีการลดพื้นที่เพาะปลูกตามคำแนะนำของภาครัฐ ราคาซื้อขายกระเทียมที่ตกต่ำ (ตารางที่ 3) ทำให้รายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมน้อยลง การช่วยเหลือด้านการเงินจากภาครัฐลดน้อยลง โดยเกษตรกรให้เหตุผลว่าการจ่ายเงินชดเชยจากการลดพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมมีการจ่ายเงินชดเชยเพียงปีแรกภายหลังการเปิดเขตการค้าเสรีเท่านั้น

ผลกระทบด้านคุณภาพชีวิต เกษตรกรมีความเครียดทางการเงินเพิ่มมากขึ้นเพราะเกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายกระเทียมลดลง โดยผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ของเกษตรกรในปี พ.ศ. 2550-2552 คือ 18.09-0.48 และ 5.53 บาทต่อไร่ต่อกรัม ตามลำดับ ศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุนจังหวัดเชียงใหม่ (2556) และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตกระเทียมที่มากขึ้น (ตารางที่ 3)

ผลกระทบด้านสังคมผู้บริโภคและผู้ประกอบการ ไม่มีการเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคกระเทียม อีกทั้งยังคงมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างเพื่อนเกษตรกรเหมือนเดิม และยังคงมีการจ้างแรงงานเพื่อทำการมัดกระเทียมแห้ง เกษตรกรจึงได้รับผลกระทบจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนในระดับน้อยถึงไม่ส่งผลกระทบ

วิจารณ์

1. ด้านกระบวนการผลิต

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ในด้านกระบวนการผลิตนั้น เกิดผลกระทบลูกโซ่ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ เกษตรกรได้ปฏิบัติตามคำแนะนำของรัฐในการลดพื้นที่เพาะปลูกกระเทียม แต่เกษตรกรให้ข้อมูลว่าหน่วยงานภาครัฐมีการจ่ายเงินชดเชยเพียง 1 ครั้งเท่านั้นภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน เมื่อเกษตรกรทำการลดพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมลง ผลผลิตกระเทียมที่ได้จากการทำการเพาะปลูกของเกษตรกรก็ลดน้อยลงตามปริมาณพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร ส่งผลให้เกษตรกรขาดรายได้จากการจำหน่ายกระเทียมซึ่งเป็นรายได้หลักของเกษตรกร อีกทั้งภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนนั้นราคากระเทียมในตลาดมีการปรับตัวลดลง เกษตรกรจึงต้องทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกระบวนการผลิตกระเทียม โดยเกษตรกรให้ความสำคัญกับการเพิ่มน้ำหนักของผลผลิตกระเทียม

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนนั้น ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อราคาปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงมีการปรับตัวสูงขึ้น (ตารางที่ 3) แต่ส่งผลกระทบต่อให้เกษตรกรเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงมากยิ่งขึ้น เพื่อเร่งทำนํ้าหนักของกระเทียมซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตกระเทียมเพิ่มขึ้นและยังส่งผลกระทบต่อการพัฒนาแบบในการผลิตและด้านการแปรรูปกระเทียมอีกด้วย เพราะเกษตรกรให้ความสำคัญกับการเร่งทำนํ้าหนักของกระเทียม เกษตรกรจึงไม่มีความสนใจในการพัฒนาแบบการผลิตและการแปรรูปกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการจำหน่าย สอดคล้องกับกนกอร (2547) รายงานว่าประเทศจีนมีต้นทุนในการผลิตสินค้าต่ำซึ่งการให้ความสำคัญกับการพัฒนาแบบการผลิตและการแปรรูปกระเทียมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทำการจำหน่ายจะเป็นประเด็นสำคัญที่จำสามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถทำการแข่งขันกับกระเทียมจีนซึ่งมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่ากระเทียมไทยได้

2. ด้านการตลาด

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน เกษตรกรได้รับผลกระทบอย่างชัดเจนในประเด็นทางด้านราคาของกระเทียมไม่ว่าจะเป็นกระเทียมสดหรือกระเทียมแห้ง โดยราคาเฉลี่ยกระเทียมเบอร์ใหญ่ แทะกลับกระเทียมจีนราคา 42.5 บาทต่อกิโลกรัม กระเทียมไทยราคา 72 บาทต่อกิโลกรัม ตลาดไท (2556) การที่ราคากระเทียมได้รับผลกระทบนั้น มาจากการลักลอบนำเข้ากระเทียมจีนเข้ามาในประเทศไทย ซึ่งจากการคาดการณ์ของกรมการค้าภายใน ปริมาณกระเทียมจีนที่ลักลอบนำเข้ามีถึง 300,000 ตัน กรมการค้าภายใน (2556) ส่งผลกระทบต่อให้ราคากระเทียมสดและกระเทียมแห้งในตลาดเกิดความผันผวนเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การลักลอบนำเข้ากระเทียมจีนเพื่อนำมาจำหน่ายในประเทศไทยนั้น ส่งผลให้พ่อค้าคนกลางซึ่งทำการรับซื้อกระเทียมจากเกษตรกรนั้นทำการอ้างอิงราคากระเทียมจากปริมาณกระเทียมจีนในตลาด ถ้าปีการเพาะปลูกใดมีการลักลอบนำเข้ากระเทียมจีนเข้ามาในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ซึ่งกระเทียมจีนนั้นมีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่ากระเทียมไทย ต้นทุนกระเทียมจีนอยู่ที่ประมาณ 2.5-3 บาทต่อกิโลกรัม แต่กระเทียมไทยจะมีต้นทุน 5 บาทต่อกิโลกรัม โลจิสติกส์ได้เจสส์ (2556) พ่อค้าคนกลางรายใหญ่ก็จะทำการกำหนดราคาในขั้นแรก ต่อมาพ่อค้าคนกลางในลำดับต่อไป ก็จะทำทำการกำหนดราคาเป็นลำดับขั้นต่อไป ไปนั่นเอง จนกระทั่งลำดับขั้นสุดท้ายก็คือ ทำการกดราคาจากการรับซื้อกระเทียมจากเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมนั่นเอง ส่งผลให้ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน เกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมได้รับผลกระทบทางด้านราคามาก

3. ด้านเศรษฐกิจ

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในการลดพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรส่งผลกระทบต่อรายได้จากการเพาะปลูกของเกษตรกร ทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดน้อยลงภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ซึ่งสอดคล้องกับสถิติการณ์ (2550) ที่ระบุว่าความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมหลังจากได้รับเงินชดเชยกรณีลดพื้นที่เพาะปลูก

กระเทียม ในอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งการจ่ายเงินชดเชยจากหน่วยงานภาครัฐไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรหรือสามารถช่วยเหลือเกษตรกรได้ อีกทั้งเงินลงทุนในการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรกลับสูงขึ้นเพราะค่าใช้จ่ายในการจัดหาปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชมีการปรับตัวสูงขึ้น (ตารางที่ 3) ส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตกระเทียมสูงขึ้น โดยภายในระยะเวลา 4 ปี ต้นทุนการผลิตต่อไร่มีการปรับตัวสูงขึ้นถึง 6,810.78 บาทศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่ (2556) ส่งผลให้รายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรลดน้อยลงเมื่อรายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรลดน้อยลงส่งผลกระทบต่อสภาพคล่องในการใช้เงินต่อความจำเป็นพื้นฐานของเกษตรกรลดน้อยลงไปด้วย ซึ่งในกรณีนี้มีความคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของธนกร (2549) ทำการศึกษาถึงผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกเห็ดหอมภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกเห็ดหอมได้รับผลกระทบคล้ายคลึงกับเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในด้านสภาพคล่องในการใช้เงินต่อความจำเป็นพื้นฐานของเกษตรกรลดน้อยลงและต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้นเช่นเดียวกับเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

4. ด้านคุณภาพชีวิต

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน เกษตรกรได้รับผลกระทบในด้านคุณภาพชีวิต ในประเด็นด้านความเครียดทางด้านการเงินที่เพิ่มขึ้น สืบเนื่องมาจากผลกระทบโดยตรงจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ต่อราคากระเทียมทำให้รายได้จากการเพาะปลูกกระเทียมของเกษตรกรลดน้อยลง ประกอบกับต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีความเครียดทางด้านการเงินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการกู้ยืมเงินจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อใช้จ่ายในครัวเรือนของเกษตรกรด้วย ถึงแม้เกษตรกรจะไม่ทำการกู้ยืมเงินจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้จ่ายในครัวเรือนของเกษตรกร แต่เกษตรกรจะทำการกู้ยืมเงินจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ลงทุนในการเพาะปลูกกระเทียม

5. ด้านสังคม

ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ส่งผลกระทบต่อทางด้านสังคมในระดับน้อยถึงระดับไม่ส่งผลกระทบกล่าวคือ การที่ผู้บริโภค รวมไปถึงผู้ประกอบการ เริ่มมีการปรับเปลี่ยนหันมาบริโภคและใช้กระเทียมจีนในการประกอบอาหารเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนจากผลการวิจัยจะยังไม่ได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน แต่จากข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมเริ่มได้รับผลกระทบเพิ่มมากขึ้น ประเด็นที่ได้รับผลกระทบในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในด้านการเลิกจ้างแรงงานในการมัดกระเทียมแห้ง สืบเนื่องมาจากความผันผวนของราคากระเทียมในตลาดทำให้เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบในการผลิต เกษตรกรบางรายหันมาทำการเพาะปลูกกระเทียมและจำหน่ายในรูปแบบของกระเทียมสด ทำให้มีการเลิกจ้างแรงงานในการมัดกระเทียมแห้งเพิ่มมากขึ้น

สรุป

จากการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในประเด็นด้านกระบวนการผลิต การตลาด เศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในระดับที่แตกต่างกัน ประเด็นที่เกษตรกรได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ ด้านกระบวนการผลิต เขตการค้าเสรีไทย-จีน ส่งผลกระทบให้ พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรลดลง ผลผลิตกระเทียมของเกษตรกรลดลงปริมาณการใช้ปุ๋ยและราคาของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชสูงขึ้นและความคิดของเกษตรกรที่จะแปรรูปผลผลิตลดลง ด้านการตลาดนั้นส่งผลให้ ราคากระเทียมสด ราคากระเทียมแห้งและราคากระเทียมในตลาดมีการปรับราคาลดลง ด้านเศรษฐกิจ รายได้จากการขายกระเทียมของเกษตรกรลดลง อีกทั้งการช่วยเหลือทางการเงินจากทางภาครัฐลดลง และด้านคุณภาพชีวิตเกษตรกรมีความเครียดทางการเงินเพิ่มมากขึ้น ส่วนผลกระทบทางด้านสังคมนั้น เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีน ในระดับน้อยถึงระดับไม่ส่งผลกระทบ

เอกสารอ้างอิง

- กนกกร แก้วศักดิ์ดา. 2547. ผลกระทบจากการจัดตั้งเขตการค้าเสรีไทย-จีนต่อรูปแบบการค้าสินค้าผักผลไม้ของไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 99 หน้า.
- กรมการค้าภายใน. 2556. คาคกระเทียมลกลอบนำเข้าทั่วประเทศมีกว่า 3 แสนตัน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.thaigov.go.th/en/news-ministry/item/18152-.html>. (2 มิถุนายน 2556).
- กลุ่มศึกษาข้อตกลงการค้าเสรี. 2547. การค้าเสรีไทย-จีน ใครเก็บเกี่ยวผลประโยชน์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.ftawatch.org/all/article/17945>. (8 มิถุนายน 2556).
- ชูเพ็ญศรี วงศ์พุทธา. 2548. สถิติประยุกต์เพื่องานวิจัย: วิเคราะห์สถิติแยกกลุ่มหลายตัวแปร เล่ม 2. กรุงเทพฯ: ห้องปฏิบัติการวิจัยประชากรฯ. 212 หน้า.
- ตลาดไท ตลาดกลางสินค้าเกษตรแห่งประเทศไทย. 2556. ราคาขายส่งสินค้า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.talaadthai.com/price/default.php?gettid=5>. (8 มิถุนายน 2556).
- ธนกร ช่วยคำชู. 2549. ผลการเปิดเขตการค้าเสรีไทย-จีนที่มีต่อเกษตรกรผู้เพาะเห็ดหอม ในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 105 หน้า.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์ และ สมชัย สิงหระ ณ อุทยาน. 2541. การใช้สารกำจัดวัชพืช Haloxyp-R-methyl Ester ในไร่กระเทียม. วารสารเกษตร 14(1): 10-18.
- รัชนิกร ปัญญา. 2544. ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกกระเทียมของเกษตรกร ในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์บัณฑิต มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 94 หน้า.

โลจิสติกส์ไดเจสต์. FTA ไทย-จีนสุดแย่! เสียเปรียบอีก
นาน-วอนคนไทยซื้อของไทย.2556. (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
http://www.logisticsdigest.com/index.php?option=com_content&task=view&id=954. (27
มิถุนายน 2556).

วรวิทย์ พิลัยหล้า. 2554. การจัดการฝ่ายต้นน้ำของ
เกษตรกรหมู่บ้านขุนช่างเคี่ยน ในอุทยาน
แห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัด เชียงใหม่.
วารสารเกษตร 27(3): 275-281.

ศิริลักษณ์ ชัดตะนัน. 2550. ความพึงพอใจของเกษตรกร
ผู้ปลูกกระเทียมหลังจากได้รับค่าชดเชยกรณีลด
พื้นที่การปลูกกระเทียม อำเภอแม่สะเรียง
จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจ
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 113
หน้า.

ศูนย์บริการข้อมูลการค้าการลงทุน จังหวัดเชียงใหม่.
2556. ต้นทุนการผลิตกระเทียม. (ระบบ
ออนไลน์). แหล่งข้อมูล :
http://tisc.feu.ac.th/content.aspx?file_upload_id=1853. (27 มิถุนายน 2556).

สำนักงานเกษตรจังหวัด แม่ฮ่องสอน. 2553. ข้อมูล
จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียมที่จดทะเบียน
กับสำนักงานเกษตรจังหวัด แม่ฮ่องสอน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลเศรษฐกิจ
การเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_web/main.php?filename=sitemap (27 มิถุนายน
2556).

อารี วิบูลย์พงศ์. 2550. ผลกระทบจากนโยบายการค้าเสรี:
กรณีกระเทียม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
<http://www.agri.cmu.ac.th/upload/download/50010002.pdf> (13 มิถุนายน 2556).

Development of Turning Devices for Solar Drying of Paddy Rice in the Philippines

การพัฒนาเครื่องกลั่นกองสำหรับการตากแห้งข้าวเปลือกในฟิลิปปินส์

Benjamin Straube^{1/, 2/}, Ana Salvatierra^{1/}, Marcus Nagle^{1/}, Tom de Bruin^{3/}, Martin Gummer^{4/},

Sanguansak Thanapornponpong^{2/}, and Joachim Müller^{1/}

เบญจมิน สตราเบ^{1/, 2/} อันนา ซัลวาเทียร์รา^{1/} มาร์คัส เนเคิล^{1/} ทอม เดอ บรูิน^{3/} มาร์ติน กุมเมอร์^{4/}

สงวนศักดิ์ ธนพรพลพงษ์^{2/} และ โยลchim มุลเลอร์^{1/}

บทคัดย่อ: เครื่องหมุนรูปแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการตากแห้งข้าวเปลือกในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ ถูกนำมาติดตั้งและทดสอบภายใต้สภาพการตากแห้งจริงในประเทศฟิลิปปินส์ ในการทดสอบจะทำการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมของการหมุนข้าวเปลือก จากเครื่องหมุน 7 รูปแบบ ที่มีการแปรผันจำนวนและขนาดของเดือยการสั่น และกลไกการขับเคลื่อน ทั้งนี้เมล็ดข้าวที่ใช้จะถูกนำมาหมักและวางในเครื่องอบแห้งระหว่างการทดสอบ จากนั้นทำการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของเมล็ดข้าวหมักหลังจากการหมุน ผลการศึกษาพบว่าเครื่องหมุนที่มีการสั่นแบบแนวตั้งจะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด เครื่องหมุนที่มีการสั่นแบบแนวตั้งนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องหมุนรูปแบบอื่นที่ติดตั้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ อย่างไรก็ตามเครื่องชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้ไม่เพียงแต่เฉพาะในเครื่องอบแห้งแบบพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ยังรวมถึงกระบวนการทำแห้งเมล็ดพืชอื่น ๆ ที่มีจำนวนมาก และมีการวางแผนขั้นบาง โดยเฉพาะการตากโดยตรงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

คำสำคัญ: นาข้าว อุปกรณ์สำหรับปลูก การลดความชื้น เมล็ดหมัก

^{1/} Institute of Agricultural Engineering, Universität Hohenheim, D-70599, Germany

^{2/} Department of Plant Science and Natural Resources, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{3/} Grain Pro Philippines, Inc., Subic Bay Gateway Park, Phase I, SBFZ 2222, Philippines

^{4/} Crop and Environmental Science Division, International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Laguna, Philippines

Abstract: A previously developed turning device for paddy rice in a solar tunnel dryer consisting of a pivoted metal bar that was pulled longitudinally underneath the basement of the dryer was optimized. New model designs were constructed and tested under field conditions in the Philippines. Seven new configurations of the original device were assessed, which included the amount of bars used (single or double bar), different bar diameters (2.5 or 5 cm), oscillatory or non-oscillatory motion, and two different driving mechanisms: dolly or hand pulling. A method was proposed that was able to assess the efficiency of turning the product during drying. Homogenous layers of colored grains were placed in the dryer while turning procedures were applied. From this data, displacement of colored grains was evaluated for all seven devices. The turning device, which gave the most favorable results for turning efficiency, consisted of a hand-pulled single bar at diameter of 5 cm that induced vertical oscillatory motion. The device significantly improved grain movement in the bulk compared to the six alternative devices. The method proved to be successful for evaluation of turning efficiency of paddy rice in a solar tunnel dryer. The turning device has potential application not only for solar drying, but also any drying process where grains are dried in thin bulk layers, particularly sun drying.

Keywords: Paddy rice, turning devices, drying, colored grains

Introduction

Rice (*Oryza sativa* L.) is the most vital staple food for 80% of the Philippines and the country's most important agricultural crop (Cororaton, 2006). Currently, population growth is faster than the increase in production (Dawe *et al.*, 2006; Sikkema, 2012), which inevitably will lead to increasing difficulties to feed the Filipino population in the future. The University of Hohenheim, together with local partners, is currently researching an inexpensive, easy, and reliable way of drying paddy (rough rice) in the Philippines using a solar tunnel dryer. Drying is an essential process that ensures product durability and prepares grains for milling, yet losses of up to 5% can occur during drying operations (De Padua, 1999). In addition, effective drying practices decrease fungal damage, extend shelf life, and lower the risk of losses due to insects (Jittanit *et al.*, 2010; Proctor, 1994). Solar drying practices do not rely on bulk through-flow of hot air like in conventional flat-

bed dryers, thus effective and regular turning of the paddy bulk is required. Ipsita Das and Bal (2003) conducted experiments with respect to turning effects on the drying behavior of paddy rice. Paddy grains were placed into laboratory dryers where amplitude and frequency of vibration of the dryer bed could be modulated. They found that turning of paddy was important in order to establish uniform drying behavior and better-quality products. For successful operation of the solar tunnel dryer, simple turning devices, preferably made from local materials, need to be designed and tested in order to ensure uniform drying of the paddy bulk during operation. Also, a suitable method for assessment of turning efficiency of the presented devices needs to be developed. Hence, the two research questions of this study encompassed (i) the design and field testing of enhanced turning devices for solar tunnel drying applications and (ii) the development of a simple and suitable method for assessment of turning efficiency.

Materials and Methods

At the Postharvest Institute at IRRI (Los Banos, Philippines), a prototype solar tunnel dryer (27 m²) with a capacity of 600 kg of wet paddy (Figure 1) was developed that required a system for turning the paddy grains during operation without opening the dryer. A simple device consisting of a pivoted metal bar that was pulled longitudinally underneath the polyethylene foil which was used to construct the basement of the dryer (seen in Figure 1, left) was implemented. However, this device was decidedly not efficient at turning the grains and furthermore disrupted the foil during turning operations.

A downscaled version (dimensions: 1 x 3.5 m) of the original dryer was built to conduct trials on

improvement of turning devices. In order to reduce the amount of product needed for experiments. A total of seven turning devices were evaluated and compared. Their respective specifications are portrayed in Table 1.

Baseline data was acquired for the original turning device (TD1, see also Figure 2) and used for comparison to the new devices TD2 to TD7 (Figure 2). The original device was re-designed into a double bar device that used metal bars at the same and at a smaller diameter (TD2, TD3 and TD4). All double bar devices were operated using a conventional dolly. The dolly enabled the induction of horizontal oscillation, a back-and-forth-movement, which was implemented during operation of TD4 and TD5 by applying rhythmical forward and backward motion while pushing the device. However, this was a non-

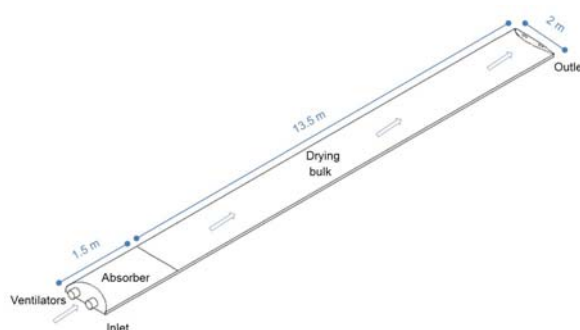


Figure 1 Description of the solar tunnel dryer when inflated (left) and sketch (right)

Table 1 Configuration and specifications of turning devices, which were designed, tested and evaluated for efficiency and ease of operation

Device	Bar	Diameter, cm	Oscillation	Operation
TD1	Single	5.0	No	Hand
TD2	Double	2.5	No	Dolly
TD3	Double	5.0	No	Dolly
TD4	Double	2.5	Horizontal	Dolly
TD5	Single	5.0	Horizontal	Dolly
TD6	Single	5.0	Vertical	Dolly
TD7	Single	5.0	Vertical	Hand



Figure 2 Turning Device 1 enabled paddy rice turning via hand pulling by two people. The device consisted of a single metal bar with a diameter of 5 cm. Turning devices 2, 3, 4, and 5 were operated via a dolly. TD2 incorporated a double bar at diameters of 2.5 cm each, whereas TD3 used two bars with 5 cm diameter. Both TD4 and TD5 induced horizontal oscillation and were operated with double bar (diameter = 2.5 cm) and single bar (diameter = 5 cm), respectively. Turning device 6 consisted of a single metal bar (diameter = 5 cm) operated via a dolly with the bar attached to the outer rim of the wheels in order to create up-and-down motion (vertical oscillation) in the bulk. Turning device 7 used a hand-pulled single bar (diameter = 5 cm) with C-shaped attachments welded to the bar in order to create vertical oscillation.

standardized technique and prone to inconsistent oscillation. Vertical oscillatory movement was believed to be much more desirable and was established by two methods. First, a single bar was attached to the outer rim of the wheel of the dolly, which created up-and-down-movements as the wheel rotated (TD6). Secondly, a C-shaped attachment was welded to the turning bar that created oscillation through the rotational movement of the bar (TD7). For assessing the turning efficiency of the devices, paddy grains were marked with different colors in order to be able to track grain movement between layers inside the bulk. Eight different options for grain coloring were evaluated. Water-based lacquer was found to coat grains effectively, dry quickly, not become sticky and produce strong contrasts, and thus, was ranked most useful. The colors blue, green and red were considered most distinguishable for the human eye. A section was created inside the dryer with a capacity of 24 kg of paddy to prevent mixture of edible grains with colored ones (Figure 2, TD1). Three layers (8 kg each) of colored grains were placed into the section: 8 kg of red grains in the bottom, green in the middle and blue in the top of the paddy bulk. The section had the same bulk height of 4 cm (1.3 cm each) of non-colored grains in other parts of the dryer. Fresh paddy was loaded into the other sections of the dryer and the product was dried in the open sun. Three replications were conducted for each turning device. Subsequently, the statistical test “one-way analysis of variance (ANOVA)” was used to show significant differences in turning efficiency of the different devices. The turning process was standardized, so that one turning event encompassed the longitudinal movement of the

bar(s) from one end of the dryer to the other and back. Thus, 15 consecutive turning events were applied at 1-hour intervals until drying was complete, i.e. when bulk moisture content reached 14%, determined by resistance type moisture meter (G-WON, Grain Moisture Meter 8.3-40%).

For each turning device trial, three samples of colored paddy were drawn from the bulk after drying was completed. Extraction of colored paddy columns was performed by core sampling method according to Proctor (1994) using a plastic pipe (height: 4 cm, diameter: 12 cm) consisting of three rings each 1.3 cm that made it possible to sample top, middle, and bottom layer of the bulk individually. A fixed top and a removable bottom cap made it possible to seal the sample in order to avoid spillage of paddy. With the bottom cap removed, the cylindrical pipe was inserted into the bulk from the top until the rim of the pipe touched the bottom of the dryer and the cylinder was completely filled with paddy. The entire sample was then taken to the laboratory and separated into three subsamples each containing colored paddy from top, middle, and bottom layer, respectively. Each subsample was spread out on a white surface in order to isolate grains according to color. The paddy grains were counted and converted to percent of the total number of grains of the entire sample. Standard deviation (SD) was calculated from all samples of each turning device. Subsequently, one-way ANOVA was applied using SPSS software (ver. 21.0) to determine statistical significance between layers top, middle, and bottom. Significant difference between the percentages of colored paddy grains in the respective layers indicated whether the turning operation worked effectively.

Results and Discussion

Table 2 portrays mean distribution and standard deviation of colored grains for each turning device after 15 turning operations. The same letters in one row indicate a heterogeneous distribution of colored grains, i.e. a good turning is statistically proven. Similarly, low values for standard deviation also suggest high turning efficiency. Baseline data for TD1 showed standard deviation of 4.37 and statistically significant differences among the layers after turning, i.e. a significant part of the blue and red grains remained in their original positions: top and bottom layer, respectively. This indicates that the turning operations did not transpose the grains evenly inside the bulk (Figure 3). Double bar devices without any oscillation (TD2 and TD3) showed the highest standard deviation ranging 9.62-16.82 with TD4 also having higher standard deviation than the control. These treatments also showed the most significant differences of the mean distribution of colored grains. On the contrary, TD5, TD6, and TD7 did not show significant differences and had standard deviation values lower than the control device. TD7 revealed the lowest value for standard deviation (1.39) and thus implied to be the most efficient turning device.

Figure 7 portrays the results for TDs 2-7. For TD2, grains were not turned efficiently; hence, the majority of red grains remained in the original bottom layer, whereas the green grains remained in the middle and blue grains remained in the top layer, even after 15 turning operations. Results on the efficiency of TD3 and TD4 revealed significant differences in the distribution of colored grains after 15 turning operations. For TD3, red grains remained on bottom, while in TD4, blue grains remained on top. Thus, the devices did not improve turning,

compared to the original device TD1. The results for TD5 showed that colored grains were distributed uniformly with low standard deviation after 15 turning operations. Hence, the portrayed results express that oscillatory movement of a turning device that uses one metal bar at 5 cm diameter was very effective in turning the paddy grains. Yet, it was operated by a non-standardized method of oscillation, i.e. horizontal oscillation was induced by "back-and-forth-movement" of the workers. This was a laborious and time-consuming task because the bar had a tendency to get stuck and needed extra care. Consequently, mechanically induced oscillation is preferred. Both TD6 and TD7 induced vertical oscillatory movement to the turning procedure that was efficient and could be standardized. Higher rate for turning, simple construction, inexpensive material used and ease of operation (hand-pulling) gave favor to TD7 with respect to practicability and efficiency for turning paddy rice in a solar tunnel dryer.

In summary, TDs 2-4 revealed significant differences between the shares of colored grains in the different layers of the bulk as well as high standard deviation, indicating they were not able to turn the grains sufficiently enough to distribute them uniformly between the layers. For TDs 5-7 efficient turning could be verified. TD5 used a non-standardized horizontal oscillation method that entailed difficulties in implementation in the field. From the standardized vertical oscillation methods applied with TD6 and TD7, TD7 revealed most uniform colored grain distribution in the respective layers of the paddy bulk and lowest values for standard deviation. Additionally, the ease of construction and operation is an advantage as compared to mechanical operation by dolly, and is thus favored.

Table 2 Evaluation of turning device efficiency based on mean distribution and standard deviation of colored grains for each turning device after 15 turning operations and three repetitions. Statistical significance was tested using one-way ANOVA ($P < 0.05$)

Turning Device	SD		Blue (%)	Green (%)	Red (%)
TD1 single bar (5 cm)		Top ^{1/}	36.98 ^a	36.77 ^a	26.26 ^b
no oscillation	4.37	Middle [*]	36.65 ^a	34.35 ^a	29.00 ^a
operated by hand		Bottom [*]	30.78 ^a	29.31 ^{ab}	39.91 ^b
TD2 double bar (2.5 cm)		Top	49.09 ^a	27.76 ^b	23.15 ^b
no oscillation	16.82	Middle	18.55 ^a	49.39 ^b	32.06 ^a
operated by dolly		Bottom	6.91 ^a	28.68 ^a	64.41 ^b
TD3 double bar (5 cm)		Top	54.10 ^a	30.04 ^b	15.86 ^b
no oscillation	9.62	Middle	37.18 ^a	36.26 ^b	26.56 ^{ab}
operated by dolly		Bottom	30.61 ^a	33.06 ^b	36.33 ^c
TD4 double bar (2.5 cm)		Top	38.03 ^a	30.17 ^b	31.80 ^c
horizontal oscillation	6.07	Middle	30.60 ^{ab}	31.38 ^a	38.02 ^b
operated by dolly		Bottom	27.80 ^a	25.66 ^{ab}	46.54 ^b
TD5 single bar (5 cm)		Top	30.00 ^a	36.79 ^a	33.22 ^a
horizontal oscillation	2.32	Middle	30.90 ^a	35.53 ^a	33.57 ^a
operated by dolly		Bottom	30.59 ^a	36.01 ^a	33.40 ^a
TD6 single bar (5 cm)		Top	34.16 ^a	29.82 ^a	36.02 ^a
vertical oscillation	2.42	Middle	37.64 ^a	32.55 ^a	29.80 ^a
operated by dolly		Bottom	34.18 ^a	33.06 ^a	32.76 ^a
TD7 single bar (5 cm)		Top	34.09 ^a	32.77 ^a	33.14 ^a
vertical oscillation	1.39	Middle	33.90 ^a	32.75 ^a	33.35 ^a
operated by hand		Bottom	30.95 ^a	32.63 ^a	36.42 ^a

^{1/} The results are portrayed in the same row using letters a, b and c. Identical letters for the mean values in the same row show that no significant difference of blue, green and red grains was detected, i.e. the bulk layer contained equal amounts of grains of each color, thus, they got properly turned. Different letters in one row signify that distribution of colored grains was not even and turning of paddy rice was insufficient, so that many grains of the same color remained in the initial layer from before turning processes were exercised

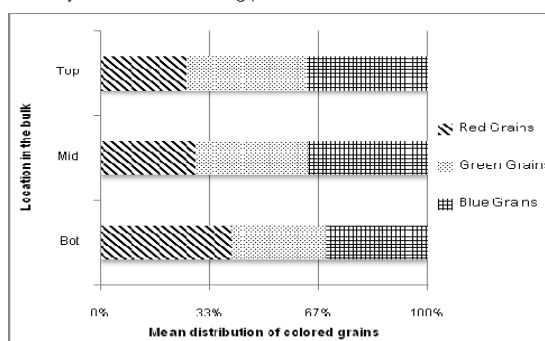


Figure 3 Mean distribution of colored grains (in %) in each bulk layer (Bot, Mid, Top) after 15 turning operations with turning device 1 (TD1)

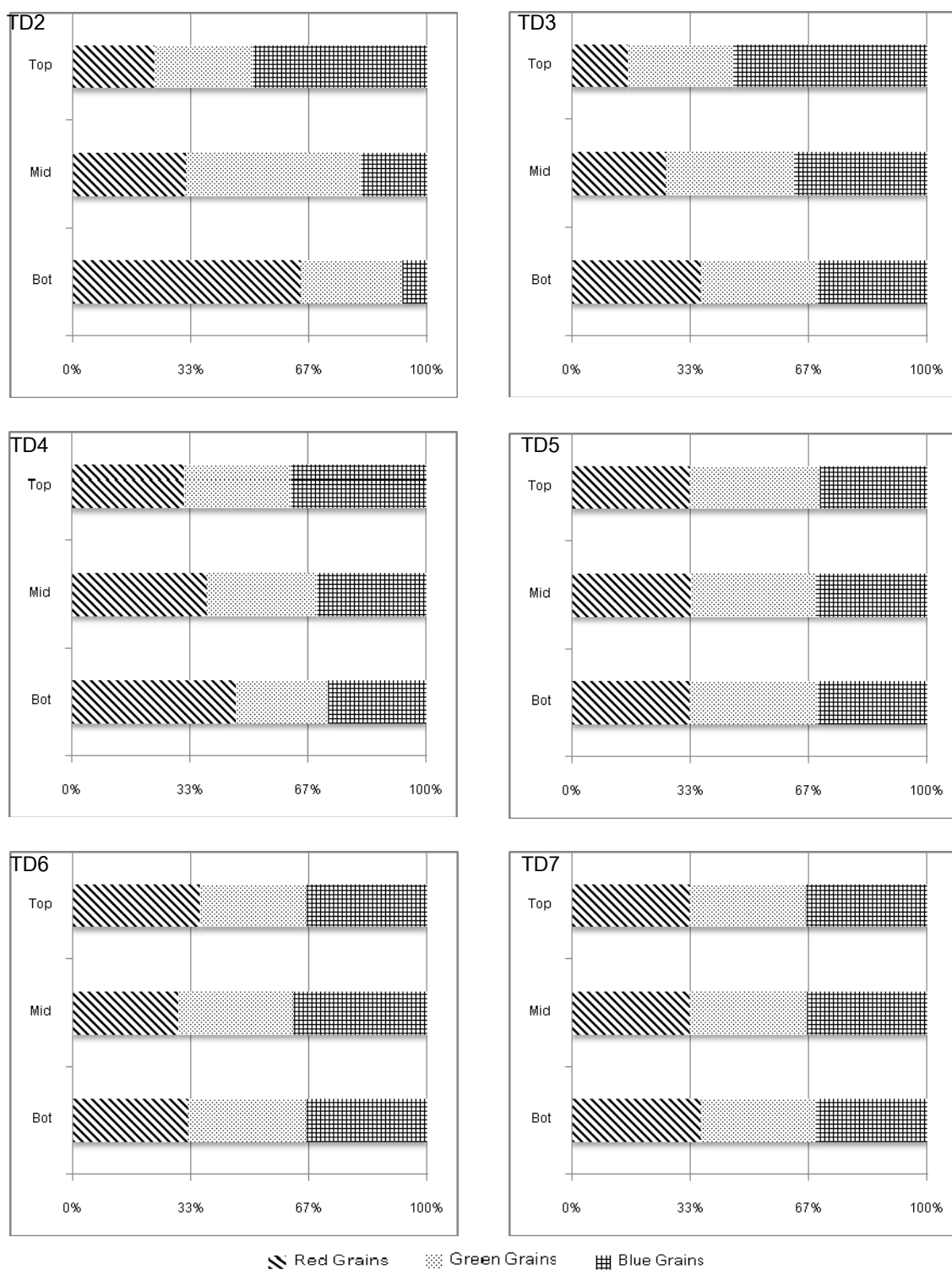


Figure 4 Mean distribution of colored grains (in %) in each bulk layer (Bot, Mid, Top) after 15 turning operations with turning devices 2-7

Conclusion

Various devices for turning paddy in a solar dryer were designed and tested. Based on a core sampling method found in literature, a method to assess grain turning of paddy rice in a tunnel dryer was developed successfully and could be used for comparing the efficiency of different turning devices. The most effective device consisted of a hand-operated single bar (diameter: 5 cm) with affixed C-shaped attachments that induced vertical oscillation of the paddy during turning events. The implications of this device for reducing postharvest losses are remarkable, since its simplicity reduces labor and maintains grain quality. Thus, this concept has potential application not only for solar drying, but also any drying process where grains are dried in thin bulk layers, particularly sun drying. Also, the established technique for evaluation of paddy turning efficiency will be able to serve future scientific purposes with respect to efficacy of grain turning during drying processes.

References

- Cororaton, C. B. 2006. Philippine Rice and Rural Poverty: An Impact Analysis of Market Reform Using CGE. MTID Discussion Paper No. 96.
- Dawe, C. D., P. F. Moya and C. B. Casiwan. 2006. Why does the Philippines import rice? International Rice Research Institute.
- De Padua, D. 1999. Postharvest Handling in Asia 1. Rice. Extension Bulletins 1999-02-01.
- Ipsita Das, S. K., and S. Bal. 2003. Determination of the mixing index of paddy grains under vibrating conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 26, 121-133.
- Jittanit, W., N. Saeteaw and A. Charoenchaisri. 2010. Industrial paddy drying and energy saving options. *Journal of Stored Products Research* 46(4): 209-213.
- Proctor, D. 1994. Grain storage techniques. Evolution and trends in developing countries. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Sikkema, A. 2012. Rice production in Southeast Asia can keep up with population growth. [Online] Available: http://resource.wur.nl/en/wetenschap/detail/rice_production_in_south_east_asia_can_keep_up_with_population_growth/. (14 March 2013).
-

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร
งานบริหารงานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัด
เชียงใหม่ 50200

การตอบรับบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร ต้องผ่านการประเมินจาก
ผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

** กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ใน
วารสารเกษตร

** 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 30, Issue 1 January - April 2014

Effect of Soil Actinomycetes on Growth of Carbendazim-resistance <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Causing Strawberry Anthracnose Waroot Jaipin and Sarunya Nalumpang.....	1
Efficacy of Entomopathogenic Fungi <i>Nomuraea</i> and <i>Metarhizium</i> for Controlling Common Cutworm on Marigold Phattharadanai Chaisawas, Jiraporn Kulsarin, Sawai Buranapanichpan and Siriya Kumpiro.....	11
Species Identification and Biology of Lepidopteran Pests in Tobacco Storage Kanjana Kotitip, Yaowaluk Chanbang, Sawai Buranapanichpan Piyawan Suttiaprapan and Pranitiporn Aimoth.....	21
Fitness Cost of Resistance to Diamide Insecticide in Diamondback Moth Kritsana Sumaetha and Yaowaluk Chanbang.....	29
Effects of Nutrients Deficiencies on Growth and Development and Nutrients in Leaves of Sweet Pepper Wanpen Lohacharoen, Silawat Patthanodom, Pranee Keatpratabjai, Weelada Thongngam, Itthisuntorn Nuntagij, Soraya Ruamrungsri and Jutamas kumchai.....	39
Flower Stem Blockage in Cut Orchid, Lotus, and Canna Preeyaporn Leethiti, Lop Phavaphutanon and Wachiraya Imsabai.....	49
Organic Farming System in the Context of Sufficiency Economy: Case Study of Organic Farmers in Mae Rim Watershed, Chiang Mai Province Tawan Hangsoongnern, Pongsak Angkasith, Avorn Opatpatanakit and Ruth Sirisunyaluck.....	61
Factors Affecting Participation of Karen Villagers in Forest Resource Conservation in Baelae Highland Agricultural Development Station, Omkoi District, Chiang Mai Province Pongwit Kantawong and Wallratat Intaruccomporn.....	71
Effects of Thailand-China Free Trade Areas on Garlic Growers in Mae Hong Son Province Tanasin Denchareonkul and Ruth Sirisunyaluck.....	79
Development of Turning Devices for Solar Drying of Paddy Rice in the Philippines Benjamin Straube, Ana Salvatierra, Marcus Nagle, Tom de Bruin, Martin Gummert, Sanguansak Thanapornpoonpong, and Joachim Müller.....	89