



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 29 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2556

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> สารพิษอะฟลาทอกซินปี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน	
จิตรมาศ นากา สุชาดา เวียร์คิลปี สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ Dieter von Horsten และ Wolfgang Lucke.....	1
การใช้เอทิฟอนและโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของลำไยพันธุ์ดอโนฤดูฝน	
วิษชุดา ทองอ่อน นุดี เจริญกิจ และ พิทยา สรวมศิริ.....	13
ผลของกรดจิบเบอเรลลิน (GA3) ต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์	
เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์ และ วชิรญา อิมสabay.....	19
การใช้สารล่อดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด <i>Bactrocera latifrons</i> (Hendel) ศัตรูสำคัญในพริก	
อโนทัย วังสระน้อย.....	29
ปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC4F3-4 (ราดฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 X ชัยนาท 1) ต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย	
สุพร กิมขาว วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ จิราพร กุลสาริน และ เยาวลักษณ์ จันท์บาง.....	45
การเก็บรวบรวมเชื้อราสาเหตุโรคแมลงของเพลี้ยไฟพริกหวานในโรงเรือนในจังหวัดเชียงใหม่	
ชฎารัตน์ ชมภูพลอย จิราพร กุลสาริน ไสว บุรณพานิชพันธุ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ และ สิริญา คัมภิโร.....	55
การสำรวจถิ่นอาศัยและชีววิทยาของด้งเตนโบไม้ <i>Phyllium westwoodii</i> Wood-Mason (Phasmatodea: Phylliidae)	
พิพัฒน์พงษ์ ต๊ะทองคำ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ และ เยาวลักษณ์ จันท์บาง.....	63
การใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำกระแสน้ำศึกษา: ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร	
สรลลั ธรรมปริยัติ กิตติชัย รัตนะ และ วิชา นิยม.....	71
ความรู้ ทัศนคติและการปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรม จากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน จังหวัดนครสวรรค์	
ภาณุ ธนธำรงกุล และ ราไพพรรณ อภิชาติพงศ์ชัย.....	79
ผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารต่อกระบวณ	
การหมักย่อยในกระเพาะหมักและการย่อยได้ในโคพื้นเมืองเจาะกระเพาะ	
ณรณมล เล้าหรือดพันธ์ โชค มิเกล็ด ณัฐพล จงกลกิจ จิรวัดน์ พัสระ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ วิสูตร ศิริณพวงนันทน์ และ อำพล วรทิตธรรม.....	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) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย 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 ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

วันทนา มูทิตา และ ณัฐรา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของพืชมะเขือ. วารสารเกษตร 20(1): 10-18.

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาศรี 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. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

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. Manolis. 2005. Hydroponic culture of strawberries in perlitte. (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 กุมภาพันธ์-พฤษภาคม ฉบับที่ 2 มิถุนายน-กันยายน ฉบับที่ 3 ตุลาคม-มกราคม	Publication	Tri-annually No.1 February-May No.2 June-September No.3 October-January
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 โพธาภรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.สุนทร คำยอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.ฉันทลักษณ์ ทิยาณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.จิรวรรณ กิจชัยเจริญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศ.ดร.จรัญ จันทลักขณา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราบัตย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Editorial Board (Academic)	Surin Nilasamranchit, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Nutttha 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 Tiyaon, Ph.D. Chiang Mai University Jirawan Kitchaicharoen, Ph.D. Chiang Mai University Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof. Kasetsart University Metha Wanapat, Ph.D., Prof. Khon Kaen University Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof. Kasetsart University

	รศ.ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Savent Pampasit, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University
	รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Weerathep Pongprasert, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University
	ผศ.ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Pathipan Sutigoolabud, Ph.D., Assist. Prof. Maejo University
	รศ.ดร.สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Suchila Techawongstien, D.agr., Assoc. Prof. Khon Kaen University
	รศ.ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Petcharat Thummabenjapone, Ph.D., Assoc. Prof. Khon Kaen University
	รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช	Bumpen Keowan, Assoc. Prof. Sukhothai Thammathirat Open University
	ผศ.ดร.เพ็ญพร เจนการกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Penporn Jankarnkij, Ph.D., Assist. Prof. Kasetsart University
	ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Chaiyawan Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University
	รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Kriangsak Mengumphan, Ph.D., Assoc. Prof. Maejo University
	ผศ.ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Saowakon Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University
	รศ.ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	Tawadchai Suppadit, Ph.D., Assoc. Prof. Nida Business School
กองบรรณาธิการ ฝ่ายการจัดการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา นางสาวณัฐนันท์ ปารมี นายมานพ เปี้ยพรรณ	Editorial Board Vilaiporn Thammat (Management)Nuttanun Paramee Manop Pearpun
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัย และวิเทศสัมพันธ์ 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 Editorial Board, Journal of Agriculture, Inquiries 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
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร		The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

จากนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการให้ประเทศไทยเป็นครัวโลก จึงมีนโยบายครัวไทยสู่ครัวโลก (Kitchen of the World) ดังนั้นอุตสาหกรรมอาหารจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากในปัจจุบัน อุตสาหกรรมอาหารนำรายได้เข้าประเทศ ประมาณ 9 แสนล้านบาท มีความสามารถแข่งขันเป็นอันดับ 4 ของโลก และความต้องการของตลาดโลกยังเพิ่มขึ้นสูงถึง 150 เปอร์เซ็นต์ การที่อุตสาหกรรมอาหารจะสามารถส่งออกได้ จำเป็นต้องได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ ดังเห็นได้จากนโยบายอาหารปลอดภัย ซึ่งเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่จะได้มีการผลักดัน โดยภาคเหนือ นับเป็นภาคที่มีศักยภาพในการผลิตสูง รัฐบาลจึงพร้อมที่จะส่งเสริมจังหวัดเชียงใหม่ให้เป็นศูนย์อุตสาหกรรมอาหาร (food valley) ตามมติที่ประชุมคณะรัฐมนตรีสัญจรครั้งแรกในปี พ.ศ.2555 ที่จังหวัดเชียงใหม่ ดังนั้นในวงวิชาการไม่เพียงแต่ภาคเหนือ แต่ทุกภาคส่วนของประเทศน่าจะได้นำมาศึกษาบทบทมากขึ้น ในฐานะผู้มีวิชาชีพด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม

ดังนั้นในวารสารเกษตรฉบับนี้ เป็นฉบับที่ 1 ของปีที่ 29 จึงมีบทความวิจัยที่สอดคล้องกับอาหารปลอดภัย จากต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ในห่วงโซ่อุปทาน จำนวน 10 เรื่องคือ พืชไร่ 1 เรื่อง พืชสวน 2 เรื่อง กัญชศึกษา 4 เรื่อง ป่าไม้ 1 เรื่อง ส่งเสริมการเกษตร 1 เรื่อง และสัตวศาสตร์ 1 เรื่อง ซึ่งบทความดี ๆ ดังกล่าวต้องขอขอบคุณคณะผู้วิจัยทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ตั้งใจในการนำเสนอที่เป็นประโยชน์เพื่อที่จะได้นำผลไปสูการปฏิบัติต่อไป ดังจะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยรับใช้สังคมเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ไปสูการนำไปใช้จริงได้พบกันใหม่ในฉบับหน้าครับ

ศ.ดร. สัญชัย จตุรสิทธิ์

บรรณาธิการวารสารเกษตร

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา

Aspergillus flavus สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1

และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน

Effects of Radio Frequency Heat Treatment to Control of

Aspergillus flavus Aflatoxin B1 and Quality in Rice var.

KDML 105 in Different Bagging Densities

จิตรมาส นากา^{1/} สุชาดา เวียรศิลป์^{2/} สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์^{3/}

Dieter von Hörsten^{3/} และ Wolfgang Lücke^{3/}

Jitramas Naka^{1/}, Suchada Vearaslip^{2/}, Sa-nguansak Thanapornponpong^{1/},

Dieter von Hörsten^{3/} and Wolfgang Lücke^{3/}

Abstract: The purpose of this study was to determine the effect of radio frequency (RF) heat treatment and bagging densities on controlling *Aspergillus flavus*, aflatoxin B1 and changes in cooking quality of bagged rice var. KDML 105. The experiment was conducted during May to September 2010 at the Postharvest Research Institute, Chiang Mai University, Thailand. Rice sample was inoculated with *A. flavus* at concentration of 1×10^6 spores per ml at 14% initial moisture content. The three different loading densities were 85% densities loaded bagging, non vacuum full loaded bagging and vacuum full loaded bagging. The samples were exposed to RF heat treatments at an operating frequency of 27.12 MHz with temperatures at 80, 85 and 90 °C for 1, and 3 minutes compared to non treatment as control. The result showed that the moisture content of treated rice did not appear significantly difference between treatments. While infection of *A. flavus* showed the interaction between bagging densities and temperature. The result showed the infection percentages of *A. flavus* decreased in all bagging densities while the treatment temperature increased. Furthermore, vacuum full loaded bagging with all temperature was the best at reducing the infection of *A. flavus* and vacuum full loaded bagging

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

^{2/} สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{2/} Postharvest Technology Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

^{3/} Georg-August-Universität Göttingen, Institute of Agricultural Engineering, Germany

with 90 °C RF for 3 minutes treatment also reduced the infection of aflatoxin B1. For the cooking qualities, it was found that amylose content and the elongation ratio of kernel rice increased with vacuum full loaded bagging and the increasing of RF temperature. The texture of cooked rice was increased in hardness and cohesiveness but decreased in adhesiveness while the RF temperature increased. Thus, vacuum packing could control *A. flavus* and aflatoxin B1 and with 90 °C RF heat treatment for 3 minutes and modify and resulted positively change in cooking qualities.

Keywords: Bagged rice var. KDML 105, Radio Frequency *A. flavus*, Aflatoxin B1, Quality

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของความชื้นจากคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน ซึ่งเริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกันยายน 2553 ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการทดลองเริ่มจากการปลูกเชื้อรา *A. flavus* ระดับความเข้มข้น 1×10^6 แก้วข้าวที่มีระดับความชื้นเริ่มต้น 14 เปอร์เซ็นต์ แล้วบรรจุลงถุง 3 ลักษณะการบรรจุ ได้แก่ บรรจุแบบหลวมโดยมีพื้นที่บรรจุประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ บรรจุแบบแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาวะอากาศ จากนั้นผ่านคลื่นความถี่วิทยุระดับความถี่ 27.12 MHz. ที่ระดับอุณหภูมิ 80, 85, 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ผลการทดลองพบว่าความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อรา *A. flavus* พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างการบรรจุที่มีความหนาแน่นต่างกันกับระดับอุณหภูมิมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราลดลงในทุกลักษณะการบรรจุเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะการบรรจุภายใต้สภาวะอากาศสามารถลดการติดเชื้อรา *A. flavus* ได้ดีที่สุดในทุกระดับอุณหภูมิของการให้คลื่นความถี่วิทยุ และการบรรจุภายใต้สภาวะอากาศร่วมกับการให้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินปี 1 ได้ดีที่สุด สำหรับคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุกพบว่าการบรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสามารถทำให้ปริมาณอะไมโลสและอัตราการยืดตัวของข้าวสุกเพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพเนื้อสัมผัสพบว่าค่า hardness และ cohesiveness เพิ่มขึ้น ส่วนค่า adhesiveness ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ดังนั้นการบรรจุภายใต้สภาวะอากาศร่วมกับการให้ RF ที่ระดับอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาทีสามารถลดการติดเชื้อรา *A. flavus* และปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 ได้ดีที่สุด รวมทั้งคุณภาพในการหุงต้มดีขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุง คลื่นความถี่วิทยุ *Aspergillus flavus* อะฟลาทอกซิน ปี 1 คุณภาพข้าว

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องสุขภาพอนามัย และความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากมีรายงานผลการวิจัยของหลายประเทศในเรื่องความปลอดภัยของข้าวที่อาจมีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา สารเคมีตกค้าง และการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Reddy *et al.* (2008) ได้ทำการสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกและข้าวสารจาก 20 รัฐของประเทศอินเดีย จำนวน 1200

ตัวอย่าง นำมาตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อราในทุกตัวอย่างข้าว โดยส่วนใหญ่เป็นเชื้อกลุ่ม *Aspergillus* และยังพบว่ามีการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 ปริมาณตั้งแต่ 0.1-308.0 ppb ส่วนข้าวสารมีการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี 1 เฉลี่ยปริมาณ 0.5-3.5 ppb รวมทั้งจากการวิจัยในประเทศศรีลังกาโดย Bandara *et al.* (1991) ได้ทำการสุ่มตรวจข้าวสารสำหรับนำไปหุงต้ม พบว่ามีสารพิษอะฟลาทอก

**ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินปี 1
และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน**

ซิน ปี 1 มีปริมาณ 185 ppb รวมถึงในประเทศไทยได้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวกล้องและข้าวขาวจากตลาดในกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 แห่ง พบว่า ข้าวกล้องมีการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซิน B1 ประมาณ 0-4.56 ppb ส่วนข้าวขาวพบการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี1 ประมาณ 0-2.53 ppb และตรวจพบปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* จำนวน 3 เพอร์เซ็นต์ (อมรา และ ศุภรา, 2552) ซึ่งถึงแม้ว่าสารพิษอะฟลาทอกซิน ปี1 ที่พบจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย คือ ไม่เกิน 20 ppb (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) แต่ถ้าไม่มีการป้องกันและกำจัดที่ดี อาจเป็นเหตุให้เชื้อรา *A. flavus* ที่ปนเปื้อนนั่นสามารถเจริญเติบโตและสร้างสารพิษเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้มีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดเชื้อรา ซึ่งก่อให้เกิดการตกค้างของสารพิษในสภาพแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (Ester *et al.*, 2003) จึงจำเป็นต้องศึกษาหาวิธีป้องกันที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีความเป็นไปได้เกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency: RF) เพื่อเป็นทางเลือกในการควบคุมเชื้อรา เช่น การใช้ RF กำจัดเชื้อรา *Trichoconis padwickii* ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการให้ RF ที่ระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อราลงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ (Janhang *et al.*, 2005) และการให้ RF ที่ระดับอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที แก่เมล็ดข้าวบาร์เลย์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* ปริมาณ 15.75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา (Akaranuchat *et al.*, 2007) นอกจากนี้ Vassanacharoen *et al.* (2006) พบว่าการให้ RF ที่ระดับอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส พบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อรา *Fusarium semitectum* ในเมล็ดข้าวโพดจาก 100 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ กุลธิดา และคณะ (2553) พบว่าการใช้ RF ในการกำจัดเชื้อรา *A. flavus* ที่ระดับอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที แก่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการติดเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำจัดเชื้อรา *A. flavus* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งในด้านคุณภาพการหุงต้มพบว่าการให้ความร้อนด้วย RF แก่ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ช่วยปรับปรุงคุณภาพของข้าวสุกให้ดีขึ้น โดยจากการศึกษา

การให้ RF ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที ทำให้คุณภาพการหุงต้มของข้าวสุกดีขึ้น มีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเพิ่มขึ้นและความคงตัวของแป้งสุก ลดลง และทำให้ปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้น (ณคนิณ และคณะ, 2551) นอกจากนั้น Theanjumpol *et al.*, (2007) พบว่าการให้ความร้อนด้วย RF แก่ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับอุณหภูมิ 45, 60, 75 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที ส่งผลให้คุณภาพเนื้อสัมผัสของข้าวสุกมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและความเหนียวติดกันลดลง สอดคล้องกับพลากร และคณะ (2551) พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้คุณภาพการหุงต้มของข้าวสุกมีคุณภาพคล้ายข้าวเก่าได้ กล่าวคือทำให้ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น และค่าการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเหนียวติดกันลดลง ซึ่งจากรายงานดังกล่าวทำให้ทราบถึงระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อรา และการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพข้าวสุก แต่สำหรับผลของคลื่นความถี่วิทยุที่มีต่อการควบคุมการปนเปื้อนของสารพิษที่เชื้อราสร้างขึ้น รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้จริงร่วมกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดยังไม่ได้ได้รับการศึกษา ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้ RF ในการควบคุมเชื้อรา *A. flavus* สารพิษอะฟลาทอกซิน ปี1 ที่ปนเปื้อนมากับข้าวขาวดอกมะลิ 105 รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ตัวอย่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้นำมาจากโรงสีข้าวพูนเจริญ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

การเตรียมเชื้อราและการปลูกเชื้อรา

ใช้เชื้อรา *A. flavus* ที่ได้จากตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีเชื้อรา *A. flavus* ปนเปื้อน จากนั้นแยกเชื้อราไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar เพื่อให้ได้เชื้อที่บริสุทธิ์ (pure culture) ปั่นเชื้อไว้ที่

อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7-10 วัน นำเชื้อราที่เลี้ยงไว้เตรียมเป็น spore suspension ความเข้มข้น 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อราแก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ spore suspension ของเชื้อรา *A. flavus* ความเข้มข้น 1×10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดข้าวที่มีระดับความชื้นเริ่มต้น 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 กิโลกรัม จากนั้นทำการบ่มเมล็ดที่ได้รับการปลูกเชื้อราที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ $3 \times 4 \times 2$ Factorial in CRD มี 24 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งมีปัจจัย 3 ปัจจัย โดยปัจจัยแรกคือลักษณะการบรรจุ 3 แบบ ได้แก่ บรรจุแบบหลวมโดยมีพื้นที่บรรจุ 85 เปอร์เซ็นต์, บรรจุแบบแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุแบบแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาวะการบ่มปัจจัยที่สองคือระดับอุณหภูมิที่ใช้ คือ อุณหภูมิห้อง (ชุดควบคุม) 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส ส่วนปัจจัยที่สามคือระยะเวลา ได้แก่ 1 และ 3 นาที จากนั้นนำเมล็ดข้าวสารที่ได้รับการปลูกเชื้อรา *A. flavus* บรรจุลงถุงพลาสติก ถุงละ 1 กิโลกรัม แล้วนำมาผ่านเครื่อง RF Applicator ที่ระดับความถี่ 27.12 MHz ตามระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนดไว้

การบันทึกข้อมูล

- ปริมาณเชื้อรา *A. flavus* โดยวางเมล็ดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ตามวิธี PDA method
- วัดความชื้นของเมล็ดข้าวโดยวิธี Hot air oven
- ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 ด้วยชุดตรวจสอบสำเร็จรูป (DOA-Aflatoxin ELISA Test Kit) จากสำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร (อมรา และคณะ, 2549)
- การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะไมโลส โดยนำข้าวสารมาบดเป็นแป้งแล้วนำมาวิเคราะห์ทางเคมี วัดค่าการดูดกลืนแสงจากสารละลายสีน้ำเงินของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะไมโลสและไอโอดีน ด้วยเครื่อง spectrophotometer (งานชิ้น, 2546)

- อัตราการยืดตัวของแป้งสุก (elongation ratio during cooking) โดยการสุ่มข้าวเต็มเมล็ด 20 เมล็ด และวัดความยาว 10 เมล็ด แล้วนำข้าว 20 เมล็ด ใส่ในตะแกรงแล้วแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำข้าวพร้อมตะแกรงต้มในน้ำเดือด 10 นาที แล้วจุ่มในน้ำเย็น เทข้าวลงจานพลาสติกที่มีฝาปิดเลือกเมล็ดที่ตรง 10 เมล็ด วัดความยาว และคำนวณอัตราการยืดตัวของข้าวสุก (Juliano and Pezer, 1984)

- วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture of cooked rice) โดยการหุงข้าวสารโดยใช้อัตราส่วนข้าวสาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1.2 โดยปริมาตร แล้วสุ่มตัวอย่างข้าวสุก 10 เมล็ด โดยวางเรียงกันเพียงชั้นเดียว จากนั้นวัดโดยวิธีการ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture analyzer จะได้ค่าตัวแปรทางเนื้อสัมผัสซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส (Champagne et al., 1998)

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อรา *A. flavus* ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 1) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างการบรรจุที่มีความหลวมแน่นต่างกันกับระดับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ต่อเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อรา *A. flavus* โดยพบว่าทั้งสามลักษณะการบรรจุเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราลดลง กล่าวคือการบรรจุแบบหลวมที่มีพื้นที่บรรจุ 85 เปอร์เซ็นต์ และการบรรจุแบบแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อให้ความร้อนด้วย RF ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราน้อยที่สุด คือ 17.22 และ 16.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่สำหรับการบรรจุแบบสุญญากาศพบว่าเมื่อเริ่มมีการให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ก็พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การติด

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน

เชื้อราเพียง 1.92 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราเหลือแค่เพียง 0.70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เพราะการบรรจุภายใต้สุญญากาศ เป็นการบรรจุที่มีการดูดอากาศภายในถุงออกจนหมด ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีการอัดแน่นติดกันมากขึ้น (ปุ่น และสมพร, 2541) ความร้อนจาก RF สามารถถ่ายเทไปยังเมล็ดข้าวได้ดีและสม่ำเสมอทั่วทั้งถุงมากกว่าการ

บรรจุอีกสองแบบ เพราะการถ่ายเทพลังงานความร้อนจาก RF จะเกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้นหากเมล็ดสัมผัสกันมากขึ้น (Nelson, 1991) ซึ่งความร้อนนี้จะมีผลในการทำลายเชื้อรา ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าคุณสมบัติของเชื้อราและเมล็ดข้าวมีค่า dielectric constant และค่า dielectric loss factor แตกต่างกัน จึงทำให้มีการดูดซับพลังงานจากคลื่นความถี่ที่แตกต่างกัน (Nelson *et al.*, 2002) ซึ่งเซลล์ของ

Table 1 Analysis of variance of moisture content, *A. flavus* infection, aflatoxin B1, amylose (%) and elongation ratio during cooking of milled rice with different bagging densities after treated RF at 80, 85 and 90 °C for 1 and 3 minutes

Treatment	ANOVA				
	Moisture Content (%)	Infection of <i>A. flavus</i> (%)	Aflatoxin B1 (ppb)	Amylose (%)	elongation ratio during cooking
Packing method (A)	ns	**	**	**	**
Temperament (B)	ns	**	**	**	**
Time (C)	ns	ns	*	ns	ns
A × B	ns	**	ns	ns	ns
A × C	ns	ns	ns	ns	ns
B × C	ns	ns	ns	ns	ns
A × B × C	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.26	14.15	17.78	9.54	1.5

** , * are significant at $P < 0.01$ and $P < 0.05$

ns are no significant difference

Table 2 The interactive effect between bagging densities and after RF heat treatment at different temperatures influenced on *A. flavus* infection (%) of milled rice var. KDML 105

Temperatures (°C)	<i>A. flavus</i> infection (%)*		
	Bagging Densities		
	85% densities loaded bagging	non vacuum full loaded bagging	vacuum full loaded bagging
Control (room temp)	100.00a	100.00a	100.00a
80	24.98b	23.19bc	1.92e
85	22.52bcd	20.50bcd	1.28e
90	17.22cd	16.73d	0.70e
LSD _{0.05} Pack*Temp	4.64		

* Means follow by different letter are significantly different ($P \leq 0.05$)

เข็รานั้นไม่สามารถทนแรงกดดันที่เกิดจากการที่โมเลกุลของน้ำภายในเซลล์ถูกรบกวนโดยการให้คลื่นความถี่วิทยุทำให้เกิดการเหนี่ยวนำอย่างรวดเร็วภายใต้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผลโดยตรงกับเซลล์เข็รทำให้เซลล์นั้นแตกและตายได้ (Caroll and Lopea, 1969) โดยความร้อนจะทำให้ลายเนื้อเยื่อส่วน cytoplasmic membrane ของเข็รส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของสารประเภทโปรตีน, กรดอะมิโน, DNA, RNA และ โปรแตสเซียมออกมา ทำให้เข็รตายในที่สุด (ทะนง, 2535) สอดคล้องกับ รังสินี (2550) ที่รายงานว่าความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10-15 นาที หรือที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 นาที มีผลทำให้โปรตีนที่สำคัญคือ เอนไซม์ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์ของเข็รเสื่อมสภาพ ทำให้เซลล์และสปอร์ของเข็รถูกทำลาย ดังนั้นการบรรจุข้าวภายใต้สุญญากาศสามารถลดการติดเชื้อได้ดีกว่าทั้งสองลักษณะการบรรจุที่กล่าวข้างต้น เพราะได้รับความร้อนจาก RF ได้ดีและสม่ำเสมอที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ พรอริย์ (2545) ที่พบว่าการบรรจุข้าวกล้องแบบสุญญากาศมีปริมาณเข็ร *A. flavus* ต่ำกว่าการบรรจุในกระป๋องและการบรรจุปิดผนึกแบบธรรมดา

ความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ความชื้นเริ่มต้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงก่อนทำการให้ความร้อนด้วย RF เท่ากับ 14.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหลังจากการผ่านการให้ความร้อนด้วย RF แก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1) โดยความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 อยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.96–14.09 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับพลากรและคณะ (2551) ที่ได้ทำการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุแก่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ 4 ระดับอุณหภูมิ คือ 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้คลื่นความถี่วิทยุมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุม ทั้งนี้อันเป็นเพราะข้าวได้ถูกบรรจุอยู่ภายใต้บรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทจึงทำให้ความชื้นจากข้าวไม่สามารถออกไปสู่ภายนอกถุงได้ เมล็ดข้าวจึงไม่เกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศภายนอกได้ ส่งผลให้ความชื้นของ

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังได้รับความร้อนจาก RF

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 ของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 พบว่า การบรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้คลื่นความถี่วิทยุมีผลต่อปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างสองและสามปัจจัยมีผลต่อปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 (ตารางที่ 1) กล่าวคือ ลักษณะการบรรจุถุงที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน พบว่าการบรรจุภายใต้สุญญากาศมีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 น้อยสุด (ตารางที่ 3) ซึ่งอนงค์ (2546) กล่าวว่า การลดปริมาณของเข็รที่เป็นแหล่งผลิตสารพิษจะช่วยลดปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินได้ ดังนั้นการบรรจุภายใต้สุญญากาศที่พบว่ามีปริมาณเข็รน้อยที่สุด จึงส่งผลให้มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 น้อยที่สุดเช่นกัน และจากตารางที่ 4 และ 5 แสดงให้เห็นว่าระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาในการให้คลื่นความถี่วิทยุที่นานขึ้นยังมีผลให้ปริมาณสารพิษลดลง โดยอรุณศรี (2540) กล่าวว่า การให้ความร้อนในระยะเวลาที่นานขึ้น และอุณหภูมิสูงขึ้น สารพิษอะฟลาทอกซินก็สามารถถูกทำลายได้บ้าง ดังนั้น ทั้งนี้ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี1 ที่พบในการทดลองนี้ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย คือ ไม่เกิน 20 ppb (กระทรวงสาธารณสุข, 2529)

คุณภาพการงอกของข้าวขาวดอกมะลิบรรจุถุงเปอร์เซ็นต์อะไมโลส

จากตารางที่ 1 พบว่าการบรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกันและอุณหภูมิที่ใช้ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์อะไมโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการบรรจุข้าวภายใต้สุญญากาศมีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือการบรรจุแบบหวมโดยมีพื้นที่บรรจุ 85 เปอร์เซ็นต์ และการบรรจุแบบแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และระดับอุณหภูมิที่ให้ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลส

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน

Table 3 The effect of different bagging densities on *A. flavus* infection, aflatoxin and some qualities of milled rice var. KDML 105

Bagging Densities	Infection of <i>A. flavus</i> (%) ^{1/}	Aflatoxin B1 (ppb) ^{1/}	Amylose (%) ^{1/}	Elongation ratio during cooking ^{1/}
85% densities loaded bagging	32.78a	5.27a	17.70c	1.2484b
non vacuum full loaded bagging	31.55a	4.96a	18.65b	1.2617a
vacuum full loaded bagging	15.40b	4.52b	19.12a	1.2711a
LSD _{0.05} Bagging Densities	2.32	0.33	0.47	0.011

^{1/} Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatment by LSD test at $P \leq 0.05$

Table 4 The effect of treatment temperatures on *A. flavus*, aflatoxin and some qualities of milled rice var. KDML 105 after subjected to RF heat treatment at various temperature

Temperature (°C)	Infection of <i>A. flavus</i> (%) ^{1/}	Aflatoxin B1 (ppb) ^{1/}	Amylose (%) ^{1/}	Elongation ratio during cooking ^{1/}	Texture of cooked rice		
					Hardness ^{1/}	Adhesiveness ^{1/}	Cohesiveness ^{1/}
Control (room temp)	100.00a	7.27a	16.84c	1.2451c	183.64b	-0.1975a	94.55b
80 °C	16.70b	4.98b	17.44bc	1.2565b	188.13a	-0.2654b	101.34a
85 °C	14.77b	4.10c	17.97ab	1.2583b	189.40a	-0.2840b	102.15a
90 °C	11.55c	3.30d	18.55a	1.2805a	190.59a	-0.2970b	106.07a
LSD _{0.05} Temperature	2.68	0.37	0.97	0.013	7.10	0.04	7.71

^{1/} Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatment by LSD test at $P \leq 0.05$

Table 5 The aflatoxin quantities (ppb) after infected milled rice were subjected to different timing of RF heat treatment

Time	Aflatoxin B1 (ppb) ^{1/}
1 minutes	4.71a
3 minutes	4.57b
LSD _{0.05} Time	0.30

^{1/} Means follow by different letter are significantly different ($P \leq 0.05$)

เพิ่มขึ้นสูงสุด รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80 และ 85 องศาเซลเซียส ที่มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4) โดยจากการศึกษาของณคนิณ และคณะ (2551) พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของการให้ RF สูงขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์อะไมโลสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ กฤษณา (2552) ศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 55, 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60, 90, 120, 150 และ 180 วินาที แก้วสารขาวดอกมะลิ 105 พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 150 วินาที มีปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้นจาก 14.10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 17.68 เปอร์เซ็นต์ และ Vearasilp *et al.* (2011) ได้ทำการให้คลื่นความถี่วิทยุแก่ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 70 และ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของอะไมโลสประมาณ 17.49 เปอร์เซ็นต์ หลังจากผ่านการให้คลื่นความถี่วิทยุในทุกกรณีวิธีพบว่าเปอร์เซ็นต์อะไมโลสจะเพิ่มขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์อะไมโลสอยู่ระหว่าง 16.71–19.51 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ Zhao *et al.* (2007) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ไมโครเวฟที่มีผลต่อคุณภาพข้าวพบว่าการเพิ่มขึ้นของอะไมโลสเป็นผลจากการสลายตัวของของโครงสร้างของแป้ง ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแป้งทำให้เกิดการย่อยตัวของโครงสร้างสายพอลิเมอร์ของอะไมโลเพคติน ทำให้สายพอลิเมอร์ที่ต่อตรงของน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,6 glucosidic เกิดการสลายตัวขึ้น แต่ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์อะไมโลสของการทดลองนี้อยู่ในช่วงอะไมโลสที่จำแนกอยู่ในกลุ่มข้าวเจ้าที่มีอะไมโลสต่ำ (10-19 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้นลักษณะของเมล็ดข้าวเมื่อสุกจะมีลักษณะเหนียวนุ่มและยังมีค่าของเปอร์เซ็นต์อะไมโลสที่เป็นคุณสมบัติของข้าวขาวดอกมะลิ (งามชื่น, 2546)

อัตราการยืดตัวของข้าวสุก

จากผลการทดลองพบว่าอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละวิธีการบรรจุและแต่ละระดับอุณหภูมิของกรรมวิธี (ตารางที่ 1) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างสองและสาม

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการยืดตัวของข้าวสุก โดยพบว่าการบรรจุแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ และการบรรจุภายใต้สุญญากาศ มีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกสูงสุดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ส่วนการบรรจุแบบหลวมโดยมีพื้นที่บรรจุ 85 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกต่ำสุด (ตารางที่ 3) ทั้งนี้การที่เมล็ดข้าวมีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเม็ดแป้งที่อยู่ในข้าวมีการดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ขึ้น ซึ่งมีอะไมโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวแตกต่างกัน กล่าวคือถ้าข้าวมีปริมาณอะไมโลสมากเมื่อหุงต้มจะทำให้เมล็ดข้าวสุกขยายตัวได้มากกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ ดังนั้นการบรรจุแบบหลวมโดยมีพื้นที่บรรจุ 85 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าการบรรจุอีกสองแบบจึงทำให้อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกน้อยกว่า และจากการเทียบกับชุดควบคุม พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทำให้อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 4) ซึ่งการที่เมล็ดข้าวมีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นส่งผลให้เม็ดแป้งที่อยู่ในข้าวมีการดูดซับและพองตัวได้ดียิ่งขึ้น (ละมุล, 2541) ซึ่งแสดงว่าเมล็ดข้าวมีการขยายปริมาตรเพิ่มขึ้นทำให้ข้าวสุกหุงขึ้นหม้อได้ดี และช่วยให้ข้าวมีความนุ่มมากขึ้นด้วย (Juliano and Perez, 1984)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 6) พบว่าระดับอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสของข้าวสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างสองและสามปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุก กล่าวคือเมื่อระดับอุณหภูมิในการให้ RF สูงขึ้นส่งผลให้ค่า hardness และค่า cohesiveness เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง แต่ค่า adhesiveness กลับลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 5) เช่นเดียวกับ Gujral and Kumar (2003) พบว่าเมื่อเพิ่มความร้อนและระยะเวลาให้นานขึ้น ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัส: ค่า hardness, ค่า cohesiveness และค่า springiness เพิ่มขึ้น ส่วนค่า adhesiveness ลดลง สอดคล้องกับไกรสิทธิ์ และคณะ (2549) รายงานว่าเมื่อเพิ่มความร้อนและระยะเวลาการอบแก่ข้าวสาร ทำให้

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน

Table 6 Analysis of variance of texture of cooked milled rice with different bagging densities after treated RF at 80, 85 and 90 °C for 1 and 3 minutes

Source	ANOVA		
	Texture of cooked rice		
	Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness
Packing method (A)	ns	ns	ns
Temperation (B)	*	*	*
Time (C)	ns	ns	ns
A × B	ns	ns	ns
A × C	ns	ns	ns
B × C	ns	ns	ns
A × B × C	ns	ns	ns
CV (%)	6.59	25.65	13.32

**, * are significant at $P < 0.01$ and $P < 0.05$

ns are no significant difference

ค่า hardness และค่า cohesiveness ที่เพิ่มขึ้นขณะค่า adhesiveness ที่จะลดลง โดยความร้อนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นเหตุให้มีการยับยั้งการงอกตัวของเมล็ดแป้ง เนื้อสัมผัสของข้าวจึงแข็งร่วนและเกาะติดกันมากขึ้น ส่งผลให้ความเหนียวของเมล็ดข้าวลดลงด้วย (Sodhi *et al.*, 2003)

ดังนั้นการบรรจุข้าวแน่นเต็มถุง 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สุญญากาศร่วมกับการให้ RF ที่ระดับอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 นาที สามารถลดการติดเชื้อรา *A. flavus* และปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 ได้ดีที่สุด อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงคุณภาพข้าวใหม่ให้มีลักษณะคล้ายข้าวเก่าได้อีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่มีต่อการควบคุมเชื้อรา *A. flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่าการให้ RF ในทุกระดับอุณหภูมิแก่ข้าวบรรจุแบบสุญญากาศสามารถลดเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อรา *A. flavus* ได้ดีที่สุด และเมื่อระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ RF เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอะฟลาทอกซินลดลง รวมทั้งเมื่อระดับอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ความร้อนจาก RF ที่เกิดขึ้นยังสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพการหุงต้มของข้าวสุกให้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือมีปริมาณอะไมโลสและอัตราการยืดตัวของข้าวสุกเพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพเนื้อสัมผัสพบว่าค่า hardness และ cohesiveness เพิ่มขึ้น แต่ค่า adhesiveness ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสถานที่ตลอดจนเครื่องมือในการทำวิจัย รวมทั้ง Department of Crop Science, Agricultural Engineering Institute, George-August University Göttingen, Germany ที่สนับสนุนทำความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุทั้งระบบ

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา สุเมธะ. 2552. ผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุต่อมอดหัวบื้อม *Rhizopertha dominica* (F.) และคุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.

- วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการ
หลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 69 หน้า.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2529. มาตรฐานอาหารที่มีสาร
ปนเปื้อน. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98
(พ.ศ.2529). ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม
ที่ 103 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.
2529. 2 หน้า.
- กุลธิดา ไชยสถิตวานิช Wolfgang Lücke สวงศักดิ์
ธนาพรพูนพงษ์ ณัฐศักดิ์ กฤติการเมษ แสง
ทิวา สุริยงค์ และสุชาดา เวียรศิลป์. 2553. ผล
ของการให้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อรา
Aspergillus flavus ที่ติดมากับเมล็ดข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41: 1
(พิเศษ): 341-344.
- ไกรสิทธิ์ พิธิษฐกุล ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา สุกัญญา วงศ์
พรชัย วรณนา ตุลยธัญ และสาวิตร มีจ้อย.
2549. การดัดแปลงคุณภาพการงอกของข้าว
ขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร
37(5): 187-190.
- งามชื่น คงเสรี. 2546. การอบรมหลักสูตรหลักและวิธีการ
วิเคราะห์คุณภาพข้าว. สถาบันวิจัยข้าว. กรม
วิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 70 หน้า.
- ณคนิณ ลือชัย วิชชา สะอาดสุด ยาวลักษณ์ จันทรียง
และ ณัฐศักดิ์ กฤติการเมษ. 2551. การใช้คลื่น
ความถี่วิทยุในการควบคุมเชื้อราข้าวสาร
Corcyra cephalonica (Stainton) และผลต่อ
คุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39: 3(พิเศษ): 347-
350.
- ทะนง ภัคชัยพันธุ์. 2535. การใช้ความร้อนในขบวนการ
แปรรูป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 160
หน้า.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541.
บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
- กระทรวงอุตสาหกรรมและสมาคมการบรรจุ
ภัณฑ์ไทย, กรุงเทพฯ. 358 หน้า.
- พรอารีย์ ศิริผลกุล. 2545. ผลของวิธีการอบแห้งและอายุ
การเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้อง. วิทยา
นิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา
วิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากร
ชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.
- พลากร สำราญราษฎร์ สวงศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ
สุชาดา เวียรศิลป์. 2551. การดัดแปลงคุณภาพ
การงอกของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วยคลื่น
ความถี่วิทยุ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3):
354-358.
- รังสิณี ไสธวิทย์. 2550. การควบคุมการเจริญของ
จุลินทรีย์ในอาหาร. เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้น
ของอาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 166-167.
- ละมุล วิเศษ. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการ
เก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้อง
พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
หลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี,
ปทุมธานี. 69 หน้า.
- อนงค์ ปินทวิหค. 2546. สารพิษจากเชื้อรา: อะฟลาทอก
ซิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 322 หน้า.
- อมรา ชินภูมิ ขวเลิศ ตริภานุวงศ์ และ ลิลลี่ พรานุสร.
2549. โครงการผลิตชุดตรวจสอบสารแอฟลา
ทอกซินสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ (Production of
Aflatoxin ELISA Test Kit as Commercial).
สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บ
เกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการ
เกษตร, กรุงเทพฯ. 9 หน้า.
- อมรา ชินภูมิ และศุภรา อัคระสาระกุล. 2552. การ
ปนเปื้อนของสารแอฟลาทอกซิน ปี 1 และสาร

ผลของความร้อนคลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 และคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บรรจุถุงที่มีความหนาแน่นต่างกัน

- โศคราพทอกซิน เอ ในข้าวกล้องและข้าวขาว. วารสารวิชาการข้าว 3 (2): 57-65.
- อรุณศรี วงษ์ไริ. 2540. อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง. คู่มือวิชาการเรื่องอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 41-65.
- Akaranuchat P., P. Noimanee, N. Krittigamas, D. von Hörsten and S. Vearasilp. 2007. Control seed borne fungi by radio frequency heat treatment as alternative seed treatment in barley (*Hordeum vulgare*). Paper Presented at Utilisation of Diversity in Land Use Systems: Sustainable and Organic Approaches to Meet Human Needs. October 9-11, 2007. Witzhausen, Germany. 4 p.
- Bandara, J. M. R. S., A. K. Vithanage and G. A. Bean. 1991. Occurrence of aflatoxins in parboiled rice in Sri Lanka. Mycopathologia. 116(2): 65-70.
- Champagne, E. T., B. G. Lyon, B. K. Min, B. T. Vinyard, K. L. Bett, F. E. Bartonll, B. D. Webb, A. M. McClung, K. A. Moldenhauer, S. Linscombe, K. S. McKenzie and D. E. Kohlwey. 1998. Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice. Cereal Chemistry 75(2): 181-186.
- Ester, A., De Putter, H., and Van Bilsen, J. G. P. M. (2003). Film coating the seed of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. Capitata L.) and Cuaiflower (*Brassica oleracea* L. var. Botryti L.) with indaloprid and spinsad to control insect pests. Crop production 22 : 761-768.
- Gujral, H. S. and V. Kumar. 2003. Effect of accelerated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. Journal Food Engineering 59: 117-121.
- Janhang, P., N. Krittigamas, L. Wolfgang and S. Vearsilp. 2005. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne *Trichiconis padwickii* in rice seed (*Oryza sativa* L.) Deutcher Tropentag 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany. 4 p.
- Juliano, B. O. and G. M. Perez. 1984. Results of a collaborative test on the measurement of grain elongation of milled rice during cooking. Journal of Cereal Science 2: 281-292.
- Nelson, S. O. 1991. Review of dielectric properties of agricultural products. IEEE Transactions on Electrical Insulation 20(5): 845-869.
- Nelson, S. O., C. Y. Lu, L. R. Beuchat and M. A. Harrison. 2002. Radio-frequency heating of alfalfa seeds for reducing human pathogens. Transactions of the ASAE 45(6): 1937-1942.
- Reddy, K. R. N., C. S. Reddy and K. Muralidharan. 2009. Detection of *Aspergillus* spp. and aflatoxin B1 in rice in India. Food Microbiology 26: 27-31.
- Sodhi, N. S., N. Singh, M. Arora and J. Singh. 2003. Changes in physico-chemical thermal, cooking and textural properties of rice during aging. Journal of Food Processing and Preservation 27: 387-400.
- Theanjumpol, P., S. Thanapornpoonpong, E. Pawelzik and S. Vearasilp. 2007. Milled rice physical properties after various radio frequency heat treatments. Deutcher Tropentag 2007, Stuttgart-Hohenheim, Germany. 4 p.
- Vassanacharoen P., P. Janhang., N. Krittigamas., D. von Hörsten., W. Lücke and S. Vearasilp.

2006. Radio frequency heat treatment to eradicate *Fusarium semitectum* in Corn Grain (*Zea mays*). Agricultural Science Journal 37: 5 (Suppl.): 180-182.
- Vearasilp, S., K. Chaisathidvanich, S. Thanapornpoonpong, D. von Hörsten and W. Lücke. 2011. Aging Milled Rice by Radio Frequency Heat Treatment. Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. October 5-7, 2011. University of Bonn. 4 p.
- Zhao, S., S. Xiong, C. Qiu and Y. Xu. 2007. Effect of microwave on rice quality. Journal of Stored Products Research 43: 496-502.
-

การใช้เอธิฟอนและโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับ โพแทสเซียมคลอเรต เพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของ ลำไยพันธุ์ดอในฤดูฝน

Use of Ethephon and Monopotassiumphosphate Combined with Potassium Chlorate to Induce Off-season Flowering of Longan cv. Daw in Rainy Season

วิชชุดา ทองอ่อน^{1/} นุดี เจริญกิจ^{1/} และ พิทยา สรวมศิริ^{1/}
Vitchuda Thongaon^{1/}, Nudee Charoenkit^{1/} and Pittaya Sruamsiri^{1/}

Abstract: Study on using ethephon and monopotassiumphosphate combined with potassium chlorate to induce off-season flowering of longan cv. Daw in rainy season was carried out during 12 May 2010 to 15 December 2010. The experiment was designed base on completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications as followed; 1) control (no potassium chlorate and no foliar spray with fertilizer) 2) soil drench with potassium chlorate at 15 g /m² of canopy diameter 3) foliar spray with fertilizer 0-52-34 1% and ethephon 400 mg/L and 4) soil drench with potassium chlorate at 15 g /m² combined with foliar spray with fertilizer 0-52-34 1% and ethephon 400 mg/L. The result revealed that longan plants treated with potassium chlorate at 15 g /m² as soil drench combined with 1% of 0-52-34 and ethephon 400 mg/L was induced off-season flowering in rainy season and flowered ealier 7 days than only potassium chlorate treatment up to 7 days. Moreover, this treatment gave the highest percentage of flowering (86%), flower panicle type (100%), perfect flower (15%) and fruit setting (92%), while as only potassium chlorate treatment had the percentage of flowering (66%), flower panicle type (46%) and fruit setting (52%). However, the control treatment and only foliar spray with 1% of 0-52-34 and ethephon 400 mg/L treatment were not produced flower at all.

Keywords: Longan, off-season flowering, ethephon, monopotassiumphosphate, potassium chlorate

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: การใช้เอทิฟอนและโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์เพื่อการออกดอกนอกฤดูของลำไย พันธุ์ดอในช่วงฤดูฝน ระหว่างวันที่ 12 พฤษภาคม 2553 ถึง 15 ธันวาคม 2553 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ดังนี้ 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ และไม่พ่นปุ๋ยทางใบ) 2) กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินอัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตร 3) กรรมวิธีพ่นทางใบด้วยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิฟอน ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4) กรรมวิธีราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดิน อัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตรร่วมกับพ่นทางใบด้วยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิฟอน ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ากรรมวิธีที่ 4 สามารถกระตุ้นให้ออกดอกนอกฤดูได้เร็วกว่ากรรมวิธีที่ 2 ถึง 7 วัน และมีปริมาณการออกดอก (ร้อยละ 86) เป็นช่อดอกล้วนทั้งหมด ประกอบด้วยดอกสมบูรณ์เพศ (ร้อยละ 15) และมีการติดผล (ร้อยละ 92) ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2 มีปริมาณการออกดอกร้อยละ 66 เป็นช่อดอกร้อยละ 46 และมีการติดผลร้อยละ 52 ส่วนกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ 3 ไม่พบการออกดอก

คำสำคัญ: ลำไย การออกดอกนอกฤดู เอทิฟอน โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกลำไยเป็นรายใหญ่ของโลก ปี พ.ศ. 2552 มีพื้นที่ผลิตลำไยประมาณ 1,044,000 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย พะเยา และจันทบุรี ในจังหวัดจันทบุรีมีเกษตรกรผู้ปลูกลำไยที่ขึ้นทะเบียนตามระบบจัดการคุณภาพ (GAP) ทั้งสิ้น 4,898 ราย รวมเป็นพื้นที่ปลูก 83,800 ไร่ หรือร้อยละ 97 ของพื้นที่ปลูกลำไยภาคตะวันออก ลำไยของภาคตะวันออกเป็นการผลิตนอกฤดู (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ด้วยการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ ($KClO_3$) แต่ในช่วงฤดูฝนต้นลำไยตอบสนองต่อ $KClO_3$ ไม่ดีนัก ทำให้มีการออกดอกต่ำ (Manochai *et al.*, 2005) เพียงร้อยละ 78.5 (Manochai *et al.*, 2010) เนื่องจากฤดูฝนมีความชื้นในอากาศสูงการดูดซับ $KClO_3$ จากดินไปยังต้นและการคายน้ำถูกจำกัด (Manochai *et al.*, 2005) เกิดการชะล้าง $KClO_3$ เป็นจำนวนมากจึงต้องใช้สารในปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือใช้ในอัตราสูงสุดของคำแนะนำ (ชิตติ และคณะ, 2550) ซึ่งการใช้เอทิฟอนร่วมกับ $KClO_3$ สามารถกระตุ้นการออกดอกของต้นที่กำลังแตกใบใหม่ได้และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้น 4-6 เท่า (พิทยา และคณะ, 2546) อีกทั้งการพ่นโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) กับต้นลำไยสามารถช่วยเพิ่มการออกดอกได้ (พิทยา และคณะ, 2550) จึงเลือกใช้เอทิฟอนและโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตเพื่อให้ต้น

ลำไยอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการออกดอก และสามารถเคลื่อนย้ายและน้ำตาลได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ต้นมีการตอบสนองต่อ $KClO_3$ ในช่วงฤดูฝนได้ดียิ่งขึ้น และสามารถออกดอกนอกฤดูได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการผลิตลำไยนอกฤดูในอนาคตเพื่อลดอัตราการใช้ $KClO_3$ แต่ยังคงประสิทธิภาพการออกดอกนอกฤดูได้ดีเช่นเดิม

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นลำไยพันธุ์ดอ อายุ 8 ปี จำนวน 20 ต้น ณ แปลงทดลองไม้ผล สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จากนั้นเตรียมความพร้อมของพืชทดลองโดยการตัดแต่งกิ่งเปิดกลางทรงพุ่ม ตัดปลายยอดออกในช่วงเดือนพฤษภาคม เพื่อกระตุ้นการแตกใบชุดใหม่อย่างสม่ำเสมอ บำรุงต้นด้วยปุ๋ย 46-0-0 ต่อปุ๋ย 15-15-15 อัตราส่วน 1:1 โดยใส่ต้นละ 500 กรัม และพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเมื่อพืชทดลองผลิใบชุดใหม่ เมื่อต้นมีการแตกใบสองชุด และสภาพต้นมีความสมบูรณ์วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ โดยกำหนดให้ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (ไม่ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ และไม่พ่นปุ๋ยทางใบ)

กรรมวิธีที่ 2	ผลการทดลอง
ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ (KClO ₃) ทางดินด้วยอัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตร	
กรรมวิธีที่ 3	การใช้ KClO ₃ ร่วมกับการพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทธิฟอน พบว่าสามารถกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูในช่วงฤดูฝนได้ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทธิฟอน ซึ่งไม่พบการออกดอก (ตารางที่ 1) กรรมวิธีราด KClO ₃ ทางดินเพียงอย่างเดียว สามารถกระตุ้นในต้นลำไยออกดอกได้หลังราด 30 วัน และมีการออกดอกร้อยละ 66 ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีราด KClO ₃ ทางดิน ร่วมกับการพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทธิฟอน ที่สามารถชักนำการออกดอกได้ดีที่สุด โดยมีการออกดอกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ร้อยละ 86 และใช้ระยะเวลาในการออกดอกน้อยกว่ากรรมวิธีราด KClO ₃ เพียงอย่างเดียว โดยเริ่มแทงช่อดอกหลังราด KClO ₃ เพียง 21 วัน
กรรมวิธีที่ 4	
ราดโพแทสเซียมคลอไรด์ (KClO ₃) ทางดินด้วยอัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับพ่นทางใบด้วยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทธิฟอน ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร	
เมื่อใบชุดที่ 2 เข้าสู่ระยะใบเพสลาด (เปลี่ยนจากใบสีแดงเป็นสีเขียวอ่อน) ให้พ่นทางใบด้วย 0-52-34 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทธิฟอน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 จากนั้นอีก 7 วัน ราด KClO ₃ ทางดินด้วยอัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตร ในกรรมวิธีที่ 2 และ 4 ในวันที่มีแสงแดดจัด แล้วปล่อยให้ต้นพืชออกดอก	ในการศึกษาผลกระทบต่อลักษณะช่อดอก พบว่า กรรมวิธีการราด KClO ₃ ทางดิน แก่ต้นลำไยเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีลักษณะช่อดอกเป็นช่อดอกปนใบ คือ ร้อยละ 53 และมีช่อดอกล้วนร้อยละ 46 แต่เมื่อพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทธิฟอน ส่งผลให้ช่อดอกเป็นช่อดอกล้วน คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนขนาดช่อดอก ในต้นที่ได้รับการราด KClO ₃ ทางดิน และการราด KClO ₃ ทางดิน ร่วมกับการพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทธิฟอน ไม่มีความแตกต่างกัน โดยทั้งสองกรรมวิธีมีความกว้างของช่อดอก เท่ากับ 13.05–13.08 เซนติเมตร และมีความยาวของช่อดอก เท่ากับ 25.60–24.53 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)
เมื่อต้นลำไยเริ่มแทงช่อดอก จึงตรวจนับการออกดอกโดยคำนวณเป็นร้อยละการออกดอก (การออกดอก = (จำนวนยอดที่ออกดอก × 100)/จำนวนยอดทั้งหมด) จากนั้นสุ่มช่อดอกต้นละ 10 ช่อดอกกรรมวิธีจำนวน 5 ต้น และด้วยถุงตาข่ายไนลอนเพื่อวัดขนาดช่อดอก ตรวจนับจำนวนดอกต่อช่อ เพศดอกโดยแบ่งเป็นดอกเพศผู้ และดอกสมบูรณ์เพศ รวมทั้งนับจำนวนผลต่อช่อโดยคำนวณเป็นร้อยละการติดผล (การติดผล = (ผลต่อช่อ × 100) / จำนวนดอกสมบูรณ์เพศ) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows	

Table 1 Flowering date and the percentage of flowering of longan cv. Daw as affected by treatments

Treatment	Flowering date	Flowering (%)
1) Control	no flower	0 ^{1/} c
2) Soil drench with KClO ₃ 15 g/m ²	1 Nov 2010 (30 ^{3/})	66 b
3) Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 +Ethepon 400 mg/L	no flower	0 c
4) Soil drench with KClO ₃ 15 g/m ² + Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethepon 400 mg/L	22 Oct 2010 (20 ^{3/})	86 a

^{1/} Means within column with different letters difference significantly at $P < 0.05$ by LSD

^{2/} Apply KClO₃ as soil drench on 1 September 2010; ^{3/} Days to flower after soil drench with KClO₃

นอกจากนี้ การใช้ KClO_3 ทางดิน ร่วมกับพ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทิฟอน มีผลส่งเสริมให้ต้นลำไยมีจำนวนดอกต่อช่อมากที่สุด เท่ากับ 1,453 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศร้อยละ 15 ดอกเพศผู้ร้อยละ 85 (ตารางที่ 3) และติดผลร้อยละ 92 (ตารางที่ 4) เมื่อเทียบกับ

กับการราด KClO_3 เพียงอย่างเดียวที่มีจำนวนดอกน้อยกว่า เท่ากับ 898 ดอกต่อช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศร้อยละ 9 และดอกเพศผู้ร้อยละ 91 (ตารางที่ 3) และติดผลร้อยละ 52 (ตารางที่ 4)

Table 2 Percentage of panicle type and panicle size of longan cv. Daw as affected by treatments

Treatment	Panicle type(%)		Panicle size(cm)	
	All flower	Some leafy	Width	Lenght
1) Control	0 ^{1/} c	0 b	ND ^{2/}	ND
2) Soil drench with KClO_3 15 g/m ²	46 b	53 a	13.05	25.60
3) Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	0 c	0 b	ND	ND
4) Soil drench with KClO_3 15 g/m ² + Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	100 a	0 b	13.08	24.53

^{1/} Means within column with different letters difference significantly at $P < 0.05$ by LSD; ^{2/} No data

Table 3 Total number of flower per panicle and the percentage of flower type as affected by treatments

Treatment	Total number of flower per panicle	Flower type (%)	
		Perfect flower	Male flower
1) Control	ND ^{2/}	ND	ND
2) Soil drench with KClO_3 15 g/m ²	898 b ^{1/}	9 b	91 a
3) Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	ND	ND	ND
4) Soil drench with KClO_3 15 g/m ² + Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	1,453 a	15 a	85 b

^{1/} Means within column with different letters difference significantly at $P < 0.05$ by LSD, ^{2/} No data

Table 4 Percentage of fruit setting as affected by treatments

Treatment	Fruit setting (%)
1) Control	ND ^{2/}
2) Soil drench with KClO_3 15 g/m ²	52 b ^{1/}
3) Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	ND
4) Soil drench with KClO_3 15 g/m ² + Foliar fertilizer 1% of 0-52-34 + Ethephon 400 mg/L	92 a

^{1/} Means within column with different letters difference significantly at $P < 0.05$ by LSD, ^{2/} No data

วิจารณ์

การใช้ $KClO_3$ ทางดิน ในช่วงฤดูฝนกระตุ้นให้ต้นลำไยออกดอกนอกฤดูได้ โดยสร้างช่อดอกร้อยละ 66 แต่เป็นช่อดอกปนใบถึงร้อยละ 53 ซึ่งแตกต่างกันกับการใช้ $KClO_3$ ทางดิน ร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทิฟอน ที่ส่งเสริมให้มีการออกดอกมากกว่า โดยสร้างช่อดอกร้อยละ 86 เป็นช่อดอกล้วนทั้งหมด และยังสามารถกระตุ้นให้แทงช่อดอกได้เร็วกว่าการใช้ $KClO_3$ เพียงอย่างเดียวถึง 7 วัน ซึ่งการที่ต้นลำไยมีการตอบสนองต่อ $KClO_3$ ได้ไม่ดีในช่วงฤดูฝน อาจเป็นเพราะในช่วงฤดูฝนความชื้นในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลต่อการปิดเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำของพืชที่ลดลง จึงทำให้การดูดซับ $KClO_3$ ลดลง อีกทั้งในช่วงฤดูฝนนอกจากจะมีปริมาณน้ำฝนตกลงมามากทำให้เกิดการชะล้าง $KClO_3$ แล้วยังทำให้มีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ที่อาจทำให้สร้างอาหารไม่เพียงพอต่อการสร้างตาดอก Boontum *et al.* (2001) รายงานว่า ความเข้มข้นที่ลดลงอาจมีผลต่อช่วงระยะเวลาวิกฤตในการชักนำการออกดอกประมาณ 10-15 วัน หลังราด $KClO_3$

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นการพ่นปุ๋ยทางใบด้วย 0-52-34 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิฟอน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ต้นลำไยสามารถตอบสนองต่อ $KClO_3$ ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพ่นปุ๋ยทางใบด้วย 0-52-34 ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง (พิทยา, 2538) โดยฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการพัฒนาของตาดอก เนื่องจากฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการสังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้เป็นพลังงานในรูปของ ATP ซึ่งเป็นสารที่ให้พลังงานสูงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายซูโครสออกจากใบพืชไปยังส่วนที่ต้องการพลังงานในการเจริญเติบโต ด้วยเหตุนี้ฟอสฟอรัสจึงน่าจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งในช่วงการเปลี่ยนแปลงตาดอกจากตาใบไปเป็นตาดอก (พิทยา และคณะ, 2550) ถึงแม้ว่าฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการสร้างพลังงานให้แก่พืช แต่ขั้นตอนกระบวนการการสังเคราะห์พลังงานจำเป็นต้องมีเอนไซม์เพื่อกระตุ้นการสังเคราะห์แสงให้มีประสิทธิภาพ

เพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการให้โพแทสเซียมแก่พืชจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยในการเสริมฤทธิ์ของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้งให้อยู่ในรูปที่สามารถเร่งปฏิกิริยาด้วยอัตราสูงสุดได้ (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนี้การให้เอทิฟอนร่วมด้วยน่าจะเป็นอีกวิธีการที่ช่วยยับยั้งการทำงานของจิบเบอเรลลิน และออกซินที่สะสมบริเวณปลายยอด ทำให้ปริมาณไซโตไคนินบริเวณตายอดเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าปริมาณจิบเบอเรลลิน และออกซิน จึงอาจส่งผลให้ตายอดพัฒนาไปเป็นตาดอก (Chen and Ku, 1988) ซึ่ง Menzel and Waite (2005) รายงานว่า หลังจากใช้เอทิฟอน 1 สัปดาห์ มีผลทำให้ตาข้างของต้นพืชแทงยอดเพิ่มมากขึ้นเมื่อยอดที่แทงออกมาใหม่กระทบกับอากาศเย็น ส่งผลให้พัฒนาไปเป็นตาดอก ด้วยเหตุนี้ต้นลำไยที่พ่นทางใบด้วย 0-52-34 ผสมเอทิฟอนสามารถตอบสนองต่อ $KClO_3$ ได้ดีในช่วงฤดูฝน สามารถออกดอก และติดผลได้ดียิ่งขึ้น เช่นเดียวกับนุติ และพิทยา (2554) ได้ทดลองพ่นปุ๋ยทางใบด้วย 0-52-34 ผสมกับเอทิฟอน หลังการควั่นกิ่งต้นลำไย 15 วัน มีผลส่งเสริมให้ต้นลำไยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกนอกฤดูสูงสุด คือ 86.7 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

การราด $KClO_3$ ทางดิน อัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิฟอน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรให้กับต้นลำไยในช่วงฤดูฝน สามารถชักนำให้ต้นลำไยออกดอกนอกฤดูได้เร็วกว่าการราด $KClO_3$ ทางดิน อัตรา 15 กรัมต่อตารางเมตรเพียงอย่างเดียวถึง 7 วัน และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก ลักษณะช่อดอกล้วน และดอกสมบูรณ์เพศ รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การติดผลดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ชิตติ ศรีตันทิพย์ สันติ ช่างเจรจา ยุทธนา เขาสุเมรุ อภินันท์ เมฆบั้งวัน และ สัตยชัย พันธโชติ. 2550. การผลิตลำไยนอกฤดู. ศิลปะการพิมพ์, ลำปาง. 25 หน้า.

- นุดี เจริญกิจ และ พิทยา สรวมศิริ. 2554. ผลของการควั่นกิ่ง โมนิโพแทสเซียมฟอสเฟต และเอทีฟอน ต่อการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยบนที่สูง. วารสารเกษตร 27(1): 19-25.
- พิทยา สรวมศิริ พาวิน มะโนชัย ดรฤณี นาพรหม จีวรณ กิจชัยเจริญ และ กนกวรรณ ศรีงาม. 2550. การปรับปรุงคุณภาพผลในการผลิตไม้ผลเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน กรณีศึกษาการผลิตลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วงนอกฤดูกาล. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, เชียงใหม่. 202 หน้า.
- พิทยา สรวมศิริ พาวิน มะโนชัย ดรฤณี นาพรหม และ อมรณัฐ ชัตรตระกูล. 2546. การแก้ปัญหาการให้ผลปีเว้นปี และการปรับปรุงเทคนิคการผลิตผลไม้นอกฤดูกาล ในกรณีศึกษาลิ้นจี่ ลำไย และมะม่วง. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, เชียงใหม่. 234 หน้า.
- พิทยา สรวมศิริ. 2538. การบังคับยอดอ่อนมะม่วงให้ออกดอก:ผลของโมนิโพแทสเซียมฟอสเฟต. วารสารเกษตร 11(3): 286-292.
- ยงยุทธ โสสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. การผลิตลำไย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=7769 (4 ธันวาคม 2553).
- Boontum, S., P. Manochai, N. Chongtawun and S. Ussahatanonta. 2001. The effect of light intensity and watering rate on flowering and physiological changes of longan cv. E-Daw treated with $KClO_3$. The 3rd Maejo University Academic Seminar, ChiangMai, Thailand. p. 90.
- Chen, W. S. and M. L. Ku. 1988. Ethephon and kinetin reduce shoot length and increase flower bud formation in Lychee. Hort Sci 23(6): 1078.
- Manochai, P., P. Srumsiri, W. Wiriya-alongkorn, D. Naphrom, M. HeGele and F. Bangerth. 2005. Year around off season flower induction in longan (*Dimocarpus longan* Lour.) trees by $KClO_3$ application: potentials and problems: A review. Scientia Horticulturae 104: 379-390.
- Manochai, P., T. Jaroenkit, S. Ussahatanonta, S. Ongprasert and B. Kativat. 2010. Seasonal effect of potassium chlorate on flowering and yield of longan (*Dimocarpus longan* Lour.). Acta Horticulture 863: 363-366.
- Menzel, C. M. and G. K. Waite. 2005. Litchi and Longan: Botany, Production and Uses. CAB International, Wallingford, UK. pp. 87-113.

ผลของกรดจิบเบอเรลลิก (GA₃) ต่อคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์

Effects of Gibberellic Acid (GA₃) on Quality and Sugar Change of Lotus Flower (*Nelumbo nucifera* Gaerth. cv. Sattrabutra)

เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์^{1/} และ วชิรญา อิมสabay^{1/}

Petcharat Netlak^{1/} and Wachiraya Imsabai^{1/}

Abstract: After harvest, lotus flower shows premature senescence with a short vase life, petal blackening, fading and wilting. We assumed that lotus flower may be deficient in food accumulation after harvest and it has been reported that gibberellic acid (GA₃) extended the vase life of the lotus flower. Therefore, we studied the effect of GA₃ on petal blackening, vase life and sugar change in lotus flower. The results found that the lotus flower (bud stage) holding in 50 mg/L of GA₃ solutions delayed petal blackening and fading, increased water uptake and delayed of decrease in fresh weight change. GA₃ extended the vase life of lotus flower for 0.8-1.4 days. Furthermore, GA₃ increased the stem elongation near the basal of flower approximately 5.5 cm. Lotus flower holding in GA₃ solutions had the level of glucose and fructose accumulation lower than those holding in distilled water. It is indicated that GA₃ promote lotus flower to use sugar in lotus petal.

Keywords: Petal blackening, sugars, GA₃

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

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

บทคัดย่อ: ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุชย์เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยดอกบัวหลวงแสดงอาการกลีบดำและสีซีดจางและมีอายุการปักแจกันสั้น ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากอาหารสะสมภายในดอกไม่เพียงพอหรือไม่สามารถนำไปใช้ได้และมีรายงานว่ากรดจิบเบอเรลลิน (GA_3) ยืดอายุปักแจกันได้ จึงได้ศึกษาผลของ GA_3 ต่ออาการกลีบดำ อายุการปักแจกันและการเปลี่ยนน้ำตาลในบัวหลวงตัดดอก พบว่าการปักแจกันดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุชย์ระยะดอกตูมในสารละลาย gibberellic acid (GA_3) 50 mg/L ชะลออาการกลีบดำและสีซีดจางได้ เพิ่มอัตราการดูดน้ำและชะลอการลดลงของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด โดย GA_3 สามารถยืดอายุการปักแจกันดอกบัวหลวงได้นานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น 0.8–1.4 วัน และ GA_3 ทำให้ก้านดอกบริเวณคอดอกยืดยาวขึ้นเฉลี่ย 5.5 เซนติเมตร ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลของดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 ตรวจพบปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose สะสมน้อยกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น บ่งชี้ว่า GA_3 ส่งเสริมให้ดอกบัวหลวงใช้น้ำตาลที่สะสมในกลีบดอกได้

คำสำคัญ: อาการกลีบดำ น้ำตาล GA_3

คำนำ

ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุชย์เป็นไม้ตัดดอกที่ตลาดมีความต้องการสม่ำเสมอและในปริมาณที่มาก หลังการเก็บเกี่ยวปัญหาเรื่องคุณภาพของดอกเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากดอกบัวหลวงเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว โดยแสดงอาการกลีบดำและสีซีดจาง ทำให้มีอายุการปักแจกันสั้น ลดคุณค่าทั้งการซื้อและการขาย รวมทั้งยังเป็นข้อจำกัดในการขยายโอกาสสำหรับการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ (ช.ณัฐศิริ, 2545) สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากดอกบัวหลวงเมื่อตัดจากต้นแล้วจะถูกตัดจากแหล่งน้ำและอาหารรวมทั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดอกไม้ที่ตัดออกจากต้นแล้วยังมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเช่นเดียวกันกับขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิม เช่น การหายใจ การสร้างเอทิลีน การคายน้ำ และการเปลี่ยนสีของกลีบดอก และจะถูกเร่งให้หมดอายุการใช้งานเร็วขึ้น (สายชล, 2531) ซึ่งเอทิลีนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเร่งการเสื่อมสภาพของดอกไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว มีการศึกษาบทบาทของเอทิลีนกับการเสื่อมสภาพของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุชย์พบว่าเอทิลีนมีบทบาทในการเร่งให้ดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพเร็วขึ้นและเมื่อมีการให้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-methylcyclopropene) ทำให้ดอกบัวหลวงเกิดอาการกลีบดำน้อยและช้ากว่าดอกบัวหลวงที่ไม่รม 1-MCP ในช่วง 2 วันแรก แต่หลังจากนั้นอาการกลีบดำสามารถพัฒนาได้ตามปกติ (Imsabai *et al.*, 2010) จากผลดังกล่าวทำให้

คาดว่าปัจจัยเรื่องการขาดอาหารสะสมภายในดอกหรืออาหารสะสมไม่เพียงพอหรือไม่สามารถนำอาหารสะสมไปใช้ได้ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพ

มีรายงานในดอกแกลดิโอลัสพบว่าฟรุกโตสเป็นน้ำตาลหลักที่ใช้ในการพัฒนาจากดอกตูมเป็นดอกบาน และมีการเคลื่อนย้ายของคาร์โบไฮเดรตจากดอกที่เหี่ยวด้านล่างมายังดอกตูมที่กำลังพัฒนา (Waithaka *et al.*, 2001) การให้น้ำตาลในรูปสารละลายน้ำตาลสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้สกุลหวายได้ (รัชณี, 2550) แต่ในดอกบัวหลวงการให้น้ำตาลจากภายนอกในรูปสารละลายซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส มีบทบาทในการชะลออาการกลีบดำได้เล็กน้อยและมีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่นหรือในบางครั้งกลับทำให้อายุการปักแจกันสั้นลง ซึ่งทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพและฤดูกาลของดอก (เพชรรัตน์, 2554)

นอกจากนี้มีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มจิบเบอเรลลินหรือกรดจิบเบอเรลลิน (GA_3) มาใช้โดยสารกลุ่มนี้ไม่มีผลโดยตรงต่ออายุการปักแจกันของดอกไม้ (Nowak and Rudnicki, 1990) แต่ GA_3 สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ในใบของดอกอัลสโตรมีเลีย (*Alstroemeria pelegrina*) (Van Doorn *et al.*, 1992) และอาจช่วยลดอาการกลีบดำได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของเจษฎาพร (2554) ที่พบว่าการปักแจกันดอกบัวหลวงในสารละลาย GA_3 สามารถชะลออาการกลีบดำและสีซีดจางได้และยังส่งเสริมการดูดน้ำอีกด้วย

นอกจากนี้ GA₃ ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตภายใน โดยพบว่าสามารถกระตุ้นให้เมล็ดงอกได้ โดยไม่มีผลเร่งปฏิกิริยา hydrolysis ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่สะสมภายในเมล็ดเป็นน้ำตาล ทำให้มีค่า water potential ในเซลล์ต่ำ จึงทำให้น้ำเคลื่อนที่เข้าสู่ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น (Taiz and Zeiger, 1991; Salisbury and Ross, 1992) ดอกไม้จึงสามารถดูดน้ำได้เพิ่มขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้น คาดว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวอาจเกี่ยวข้องกับอาหารสะสมภายในดอกบัวหลวง ซึ่งสารละลาย GA₃ ที่นำมาใช้กับดอกบัวหลวงอาจจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตภายในกลีบดอก ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ GA₃ ต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตของดอกบัวหลวงตัดดอก

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกบัวหลวงพันธุ์สตบุษย์ที่ใช้ในการทดลอง นำมาจากสวนบัวที่ผลิตเป็นการค้าใน อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี เลือกใช้ดอกตูมในระยะที่ 3 (Stage 3) เป็นระยะที่ตัดขายเป็นการค้ามากที่สุด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกประมาณ 6-6.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) เข้าก้าตามวิธีการของชาวสวน บรรจุแบบแห้งแล้วขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศมายังห้องปฏิบัติการทดลองใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นคัดเลือกดอกที่มีคุณภาพดี มี

ความสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิหรือรอยขีดข่วน แล้วนำมาตัดก้านด้วยมีดคมทำมุมเฉียง 45 องศา ให้มีความยาว 25 เซนติเมตรจากคอดอก แล้วนำดอกบัวหลวงที่คัดเลือกแล้วไปทำการทดลอง โดยปักแจกันในสารละลาย gibberellic acid (GA₃) ความเข้มข้น 50 mg/L เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (distilled water) จนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ทำการทดลองทั้งหมด 8 ซ้ำ ๆ ละ 1 ดอก บันทึกผลการทดลองดังนี้

การบันทึกผลการทดลอง

1. อาการกลีบดำ โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการกลีบดำ (%petal blackening) ตั้งแต่ 0-100 เปอร์เซ็นต์ (โดยสังเกตด้วยตาเปล่า) (ภาพที่ 2)
2. อายุการปักแจกัน (vase life) โดยกำหนดให้ดอกบัวหลวงหมดอายุการปักแจกัน เมื่อกลีบดอกบัวเกิดสีดำนากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่กลีบดอกบัวทั้งหมด (ภาพที่ 2)
3. การดูดน้ำ (water uptake)
บันทึกการดูดน้ำในแต่ละวัน โดยวัดปริมาตรน้ำในหลอดทดลองที่ลดลงไปแล้วนำไปคำนวณ การดูดน้ำในแต่ละวันจากผลต่างของปริมาตรน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/ดอก/วัน



Figure 1 The commercial stages (S1-S4) of the lotus flower



Figure 2 The percentage of petal blackening in the lotus cut flower

4. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (fresh weight change)

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดได้ดังนี้

$$\% \text{ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักของดอกบัวในแต่ละวัน} - \text{น้ำหนักของดอกบัวเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักของดอกบัวเริ่มต้น}} \times 100$$

5. ความยาวก้านที่เพิ่มขึ้น (stem length) โดยวัดจากคอดอกถึงปลายก้าน มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

6. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณน้ำตาลตัดแปลงวิธีการของ Reyes (1982) และรัชนี (2550) ดังนี้

ซึ่งกลีบดอกบัวหลวงชั้นในที่มีสีขาว 1 กรัม นำชิ้นส่วนมาบดละเอียดในไนโตรเจนเหลวด้วยโกร่งที่แช่เย็นจัดให้ละเอียดสกัดด้วยเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำมากรองด้วยผ้ากรองที่มีความหนา 4 ชั้น แล้วนำส่วนใสที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นส่วนใสที่ได้นำไปประเหยจนแห้ง ด้วยเครื่อง freeze dryer แล้วละลายตัวอย่างที่แห้งด้วยน้ำ double deionized water ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.22 ไมโครเมตร อีกครั้ง แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณน้ำตาลด้วยเครื่อง high performance liquid chromatograph (HPLC) ใช้คอลัมน์สำหรับแยกน้ำตาลชนิด Sugar Pak I โดยมีส่วนของ water guard-pak เป็นตัวกรองสารก่อนเข้าสู่คอลัมน์ (column) การฉีดสารตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์ใช้เครื่องฉีดตัวอย่างอัตโนมัติ (autosample) ฉีดตัวอย่างปริมาตร 20 ไมโครลิตร ตรวจวัดสารตัวอย่างโดยใช้เครื่องตรวจวัด (detector) ชนิด reflective index รุ่น RID-10A ซึ่งมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องและบันทึกผลโดยโปรแกรม Shimadzu Class VP มี calcium ethylenediamine tetraacetate (CaEDTA) 50 มก/ลิตร เป็นเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส คำนวณหาปริมาณน้ำตาล sucrose glucose fructose โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน ได้แก่ sucrose ความเข้มข้น 0.00-0.01 เปอร์เซ็นต์ D-glucose

ความเข้มข้น 0.00-0.01 เปอร์เซ็นต์ และ D-fructose ความเข้มข้น 0.00-0.01 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของบัวหลวงตัดดอกที่ปักแจกันในสารละลาย gibberellic acid (GA_3) ความเข้มข้น 50 mg/L เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) พบว่า ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 สามารถชะลออาการกลีบดำและสีซีดจางได้ โดยดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นจะเกิดอาการกลีบดำมากกว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 และมีการพัฒนาอาการกลีบดำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 อาการกลีบดำพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ (ภาพที่ 3A) ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงช้ากว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 3B) สอดคล้องกับอัตราการดูดน้ำ ที่พบว่า ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่นตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 3C) และพบว่าก้านดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 เกิดการยืดยาวขึ้น โดยเกิดการยืดยาวที่บริเวณคอดอกทำให้ก้านดอกมีความยาวเพิ่มขึ้นจาก 25 เซนติเมตร เป็น 30.5 เซนติเมตร (วัดความยาวก้านในวันเริ่มต้นและวันที่ดอกเสื่อมสภาพ) (ตารางที่ 1) ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 4.0-5.6 วัน ขณะที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 3.6-4.8 วัน ขึ้นกับฤดูกาลที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 2)

2. การเปลี่ยนแปลงน้ำตาล

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีปริมาณน้ำตาล sucrose สะสมสูงในวันเริ่มต้นหลังตัดดอกจากต้นและเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 หลังจากนั้นปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพ สอดคล้องกับปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose ที่สะสมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังตัดดอกจากต้นในวันที่ 0 ถึงวันที่ 2 และ

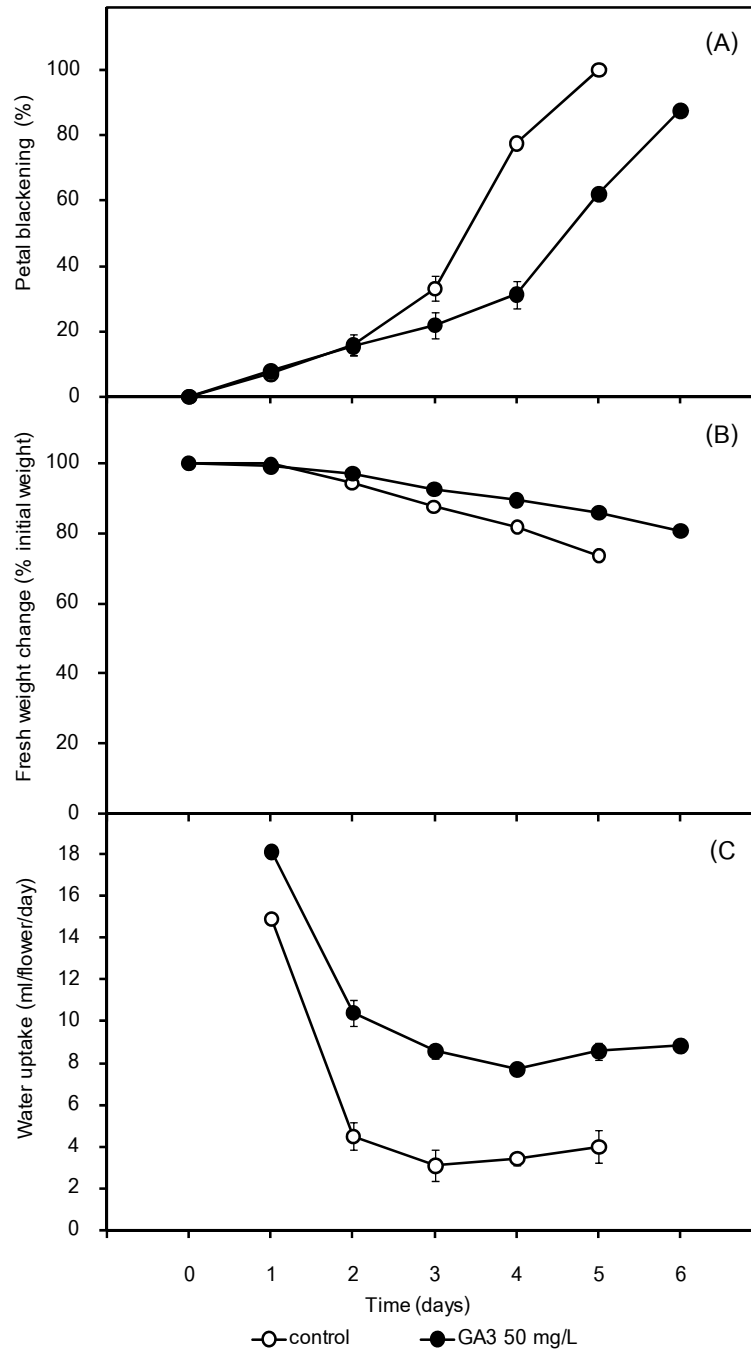


Figure 3 The percentage of petal blackening (A) fresh weight change (B) and water uptake (C) of lotus flowers held in 50 mg/L of gibberellic acid (GA_3) compared to those held in distilled water (control)

สะสมเพิ่มสูงขึ้นเด่นชัดในวันที่ 3 แล้วลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งดอกบัวหลวงเสื่อมสภาพ โดยพบการสะสมของ น้ำตาล fructose มากกว่าน้ำตาล glucose (ภาพที่ 4A) ส่วนดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีรูปแบบ

การเปลี่ยนน้ำตาล sucrose ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ขณะที่พบการสะสมของปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose น้อยกว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ภาพที่ 4B)

Table 1 The stem length of lotus flowers held in gibberellic acid (GA_3) compared to those held in distilled water

Treatment	The stem length (cm) ^{1/}
Distilled water (control)	25.0
Gibberellic acid (GA_3) 50 mg/L	30.5
<i>T</i> -test	**

^{1/} Data are means of 8 replicate flowers

Table 2 The vase life of lotus cut flowers held in gibberellic acid (GA_3) compared to those held in distilled water

Repeat Times	Vase life (days) ^{1/}		<i>T</i> -test
	Distilled water	GA_3	
1 st (March, 2010)	3.6	5.0	*
2 nd (May, 2010)	4.8	4.8	ns
3 rd (September, 2010)	3.8	4.0	ns
4 th (November, 2010)	4.2	5.0	*
5 th (December, 2010)	4.3	5.6	*
6 th (March, 2011)	4.0	4.0	ns
7 th (November, 2011)	3.9	5.0	**

^{1/} Data are means of 8 replicate flowers

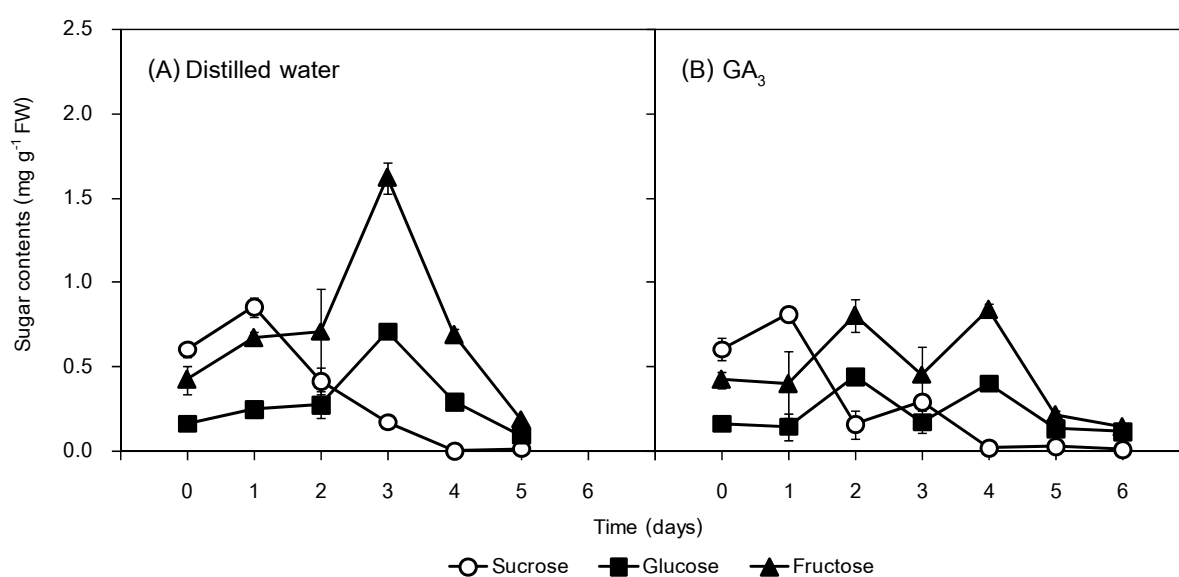


Figure 4 Sugar contents of lotus flowers held in gibberellic acid (GA_3) compared to those held in distilled water (control)

วิจารณ์

ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบพูนเป็นบัวหลวงตัดดอกที่มีกลีบชั้นนอกเป็นสีเขียวส่วนกลีบชั้นในมีสีขาว เมื่อดอกเริ่มเสื่อมสภาพจะเกิดเป็นจุดสีดำและลามไปทั่วทั้งกลีบดอกชั้นนอก ส่วนกลีบดอกชั้นในจะเป็นสีน้ำตาลในช่วงวันแรกก่อนเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อเสื่อมสภาพ ซึ่งการปักแจกันดอกบัวหลวงในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 50 mg/L เปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่นพบว่า ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 สามารถชะลออาการกลีบดำและสีซีดจางได้ และดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นจะเกิดอาการกลีบดำมากกว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 ซึ่งพบอาการกลีบดำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นและสารละลาย GA_3 (ภาพที่ 3A) การชะลออาการกลีบดำและการซีดจางของดอกบัวหลวงน่าจะมาจาก GA_3 ที่ช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นไปในการทำงานของเตียวกั้นกับรายงานในดอกอัลสโตรมีเลีย (*Alstroemeria pelegrina*) ที่ GA_3 สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ในใบอัลสโตรมีเลีย ได้ (van Doorn *et al.*, 1992)

ส่วนการดูดน้ำของดอกบัวหลวงพบว่า ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีการดูดน้ำลดลงช้ากว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 3C) รวมทั้งยังพบว่าก้านดอกบัวหลวงเกิดการยืดยาวเพิ่มขึ้นบริเวณคอดอกจาก 25 เซนติเมตร เป็น 30.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ซึ่งก้านคอดอกมีการยืดยาวเพิ่มขึ้นหลังการปักแจกันและยืดยาวเพิ่มขึ้นทุกวันจนกระทั่งดอกเสื่อมสภาพ การที่ดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อปักแจกันในสารละลาย GA_3 อาจเป็นผลมาจาก GA_3 โดยทำให้มีการละลายของน้ำตาล (soluble sugar) เพิ่มขึ้นโดยพบว่า GA_3 สามารถกระตุ้นให้เมล็ดงอกได้ โดยมีผลไปเร่งปฏิกิริยา hydrolysis ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงที่สะสมภายในเป็นน้ำตาลและทำให้ค่า water potential ในเซลล์ต่ำลงจึงทำให้น้ำเข้าสู่ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น เซลล์จึงเกิดการยืดตัวเนื่องจากแรงดันเต่ง (turgor pressure) (Taiz and Zeiger, 1991; Salisbury and Ross, 1992) นอกจากนี้การที่ GA_3 ทำให้ก้านดอกยืดยาว

ส่งผลให้เป็นการเพิ่มแหล่งรับ (sink) เมื่อเซลล์มีการแบ่งตัว เช่น การแตกของใบอ่อนที่กำลังพัฒนาซึ่งเป็น sink ที่แรง ทำให้มีการดึงน้ำเข้าสู่เซลล์ โดย GA_3 มีบทบาทในการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ (cell division) และการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) โดยมีผลทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ในส่วนของปลายยอดอ่อน (shoot apex) และทำให้ลำต้น (stem) เกิดการยืดตัว (Taiz and Zeiger, 1991; Salisbury and Ross, 1992) จากผลของ GA_3 ดังกล่าวจึงทำให้เนื้อเยื่อเจริญบริเวณก้านคอดอกมีการขยายขนาดของเซลล์และเกิดการยืดยาวขึ้นในขณะที่ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นไม่พบการยืดยาวของก้านดอก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ sink ในดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 จึงทำให้ดอกบัวหลวงมีการดูดน้ำ (อาหาร) ไปเลี้ยงเซลล์ที่มีการสร้างขึ้นมาใหม่ด้วย เมื่อมีการดูดน้ำได้ดีจึงทำให้ดอกบัวหลวงมีน้ำหนักลดลงช้ากว่า (ภาพที่ 3B) และมีอายุการปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น จากการทดลองซ้ำทั้ง 7 ครั้งพบว่า ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 มีอายุการปักแจกันนานกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น 4 ครั้ง (ตารางที่ 2) โดยพบว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 ทั้ง 4 ครั้งที่ทำการทดลองซ้ำมีการดูดน้ำมากกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น (อัตราการดูดน้ำที่แสดงในภาพที่ 3C จากการทดลองซ้ำครั้งที่ 1)

ดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นและสารละลาย GA_3 มีปริมาณน้ำตาล sucrose สูงในวันที่ 0 และ 1 แล้วมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อหมดอายุการปักแจกัน อาจเป็นไปได้ว่า ในวันเริ่มต้นการทดลองดอกบัวหลวงได้รับน้ำตาล sucrose ที่ส่งมาจากต้นบัวหลวงและเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ซึ่งอาจได้มาจากส่วนของก้านดอกบัวหลวง แต่หลังจากนั้นมีปริมาณลดลงเนื่องจากดอกไม้มีการเปลี่ยน sucrose ไปเป็น glucose และ fructose โดยกิจกรรมของเอนไซม์ invertase (Hawker *et al.*, 1976) สอดคล้องกับปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose ที่เพิ่มสูงขึ้น พบว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose สะสมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 1 และ วันที่ 2 และมีปริมาณน้ำตาลสะสมสูงสุดในวันที่ 3 หลังจากนั้นปริมาณลดลง ในวันที่ 1 และ 2 ที่พบปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose มี

ปริมาณน้อย แสดงว่าดอกบัวหลวงอาจนำน้ำตาลไปใช้ได้ สำหรับการหายใจเพื่อการดำรงชีวิต แต่ในวันที่ 3 มีน้ำตาลสะสมอยู่มาก อาจเนื่องจากดอกบัวหลวงไม่สามารถนำน้ำตาลไปใช้ได้หรือนำไปใช้ได้เพียงบางส่วน จึงทำให้เกิดการสะสมขึ้นซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับการปรากฏ การเสื่อมสภาพและเกิดอาการกลีบดำ (ภาพที่ 3A)

งานวิจัยของ Figueroa *et al.* (2005) ที่ศึกษาในดอกกุหลาบพันธุ์ 'Bettina' ที่มีอายุการปักแจกันสั้น พบว่าปริมาณน้ำตาลในกลีบดอกมีปริมาณน้ำตาล reducing sugar (glucose และ fructose) ลดลงหลังการปักแจกัน และพบอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้นพร้อมกับการเสื่อมสภาพของดอก แสดงว่าดอกไม่มีการนำน้ำตาล reducing sugar ไปใช้เพื่อการหายใจ รวมทั้งพบว่าดอกกุหลาบนำน้ำตาล reducing sugar ไปใช้อย่างรวดเร็วจึงทำให้น้ำตาลที่สะสมภายในดอกกุหลาบไม่เพียงพอ สำหรับการหายใจ จึงทำให้ออกกุหลาบพันธุ์ 'Bettina' เสื่อมสภาพเร็วและมีอายุปักแจกันสั้น ส่วนกรณีของดอกบัวหลวงที่มีอายุการปักแจกันสั้นคาดว่าจะเกิดจากการที่ดอกบัวหลวงนำน้ำตาลที่มีอยู่ภายในดอกไปใช้ไม่ได้ เพราะตรวจพบปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose มีการสะสมเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 หลังการปักแจกัน (ภาพที่ 4A) เมื่อทดลองให้น้ำตาลจากภายนอกพบว่าดอกบัวหลวงมีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างจากการไม่ได้รับน้ำตาล (เพชรรัตน์, 2554) ซึ่งยืนยันได้ว่าดอกบัวหลวงหมดอายุการปักแจกันเนื่องจากไม่สามารถนำน้ำตาลไปใช้ได้ แต่หลังจากนั้นพบปริมาณน้ำตาลในกลีบดอกลดลงอาจเป็นไปได้ว่ามีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่น ๆ ในกรณีที่พืชเสื่อมสภาพจะมีการส่งน้ำตาลกลับไปที่ต้น ซึ่งเป็นไปได้ว่าในกรณีนี้อาจมีการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากกลีบดอกกลับไปที่ก้านและจากการตรวจวัดปริมาณน้ำตาลในบริเวณก้านดอกบัวหลวงพบปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose สูงขึ้นในวันที่ 3 และ 5 ของการปักแจกัน (ข้อมูลไม่ได้แสดง) สำหรับดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในสารละลาย GA_3 ตรวจพบน้ำตาล fructose และ glucose มีปริมาณสะสมน้อยกว่า (ภาพที่ 4B) แสดงว่ามีการนำน้ำตาลไปใช้ได้ดีกว่าดอกบัวหลวงที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และสัมพันธ์กับอาการกลีบดำที่พัฒนาช้ากว่าดอกบัวหลวงที่

ปักแจกันในน้ำกลั่น อาจเป็นสาเหตุให้สามารถยืดอายุการปักแจกันดอกบัวหลวงได้

สรุป

การปักแจกันดอกบัวหลวงในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 50 mg/L สามารถชะลออาการกลีบดำ เพิ่มอัตราการดูดน้ำ และมีปริมาณน้ำตาล glucose และ fructose สะสมในกลีบดอกน้อยกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น จึงมีส่วนช่วยยืดอายุการปักแจกันของดอกบัวหลวงได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้ โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ช.ณัฐศิริ สุธสุวรรณ. 2545. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก. แมสพับลิชชิง. กรุงเทพฯ: ประดิพัทธ์. 194 หน้า.
- เจษฎาพร ทุมเพชร, 2554. ผลของ naphthalene acetic acid และ gibberellic acid ต่อคุณภาพบัวหลวงตัดดอก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 31 หน้า.
- เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์. 2554. บทบาทของน้ำตาลต่อคุณภาพดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 49 หน้า.

- รัชณี ภัทรวาโย. 2550. ผลของน้ำตาลในสารละลายยีสต์อายุที่มีต่อเมแทบอลิซึมของน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เทสในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 291 หน้า.
- Figuerola I., M. T. Colinas, J. Mejía and F. Ramírez. 2005. Postharvest Physiological Changes in Roses of Different Vase Life. *Ciencia e investigación agraria (Cien. Inv. Agr)*. 32(3): 167-176.
- Hawker, J. S., R. R. Walker and H. P. Ruffner. 1976. Invertase and sucrose synthase in flowers. *Phytochemistry* 15: 1411-1443.
- Imsabai W., S. Ketsa, W.G. Van doorn. 2010. Role of ethylene in the lack of floral opening and in petal blackening of cut lotus (*Nelumbo nucifera*) flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 58: 57-56.
- Nowak, J. and R. M. Rudnicki. 1990. *Postharvest Handling and Storage of Cut Flower, Florist Greens and Potted Plant*. Chapman and Hall, London. 210 p.
- Reyes, F. G. R. 1982. Sugar composition and flavor quality of high sugar (Shrunken) and normal sweet corn. *J. Food Sci.* 47:753-755.
- Salisbury, F. and C. W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, California. 682 p.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California. 559 p.
- Van Doorn, W.G., J. Hibma and J. de Wit. 1992. Effect of exogenous hormones on leaf yellowing in cut flowering branches of *Alstromeria pelegrina* L.. *Plant Growth Regul.* 11: 59-62.
- Waithaka, K., L. L. Dodge and M. S. Reid. 2001. Carbohydrate traffic during opening of gladiolus florets. *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 120-124.

การใช้สารล่อดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด
Bactrocera latifrons (Hendel) ศัตรูสำคัญในพริก

Use of Attractants for Detection of the Solanum Fruit Fly,
Bactrocera latifrons (Hendel) Key Pest on Chili

อโนทัย วิงสรณ้อย^{1/*}
Anothai Wingsanoi^{1/*}

Abstract: Chili fruiting stage found the solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel) infested by feeding inside the fruit. The fruit become rot and fall down on the ground which causes the loss of chili product. According to solanum fruit fly character is similar to oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Therefore, the control of *B. latifrons* population by placing methyl eugenol (ME) and insecticide inside the plastic bottle and hang in field crop to attract fruit fly males has not been working. Because only the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and the guava fruit fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) are found in those traps. The chemicals that attract *B. latifrons* were lati-lure, α -ionone and α -ionol groups. The α -ionol + cade oil trap caught was 100% in the first week and continuously to 50% within 6 weeks. The trapping fly population was reduced to 50% after 6 weeks. The α -ionol mixed cade oil could be able to attract flies at the perimeter up to 25 meters, however the effective catching distance was within 5 meters.

Keywords: Methyl eugenol, lati-lure, trap, α -ionone, α -ionol, cade oil

^{1/} สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

^{1/} Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Phangkon, Sakon Nakhon, 47160

* Corresponding author E-mail: ano_pla8@hotmail.com

บทคัดย่อ: พริกระยะติดผลพบมีแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel) เข้าทำลายกัดกินอยู่ภายในผล ทำให้ผลเน่าและร่วงหล่น เก็บผลผลิตไม่ได้ ด้วยแมลงวันพริกมีรูปร่างลักษณะคล้ายกับแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* เกษตรกรส่วนใหญ่จึงใช้สารเมทิลยูจินอล (methyl eugenol) ซึ่งเป็นสารที่ใช้สำหรับล่อแมลงวันผลไม้บางชนิด ผสมสารฆ่าแมลงมาใช้ควบคุมประชากรแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* โดยการใส่สารในขวดน้ำพลาสติกแล้วนำไปแขวนในแปลงปลูกพริก เพื่อล่อให้ตัวเต็มวัยเพศผู้มาติดกับดัก แต่การใช้สารดังกล่าวสามารถดึงดูดได้เพียงแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* (Hendel) และแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera correcta* (Bezzi) เท่านั้น ซึ่งสารเคมีที่สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ดี คือ สาร lali-lure สารเคมีในกลุ่ม α -ionone และ α -ionol ทุกชนิด โดยการใช้สาร α -ionol ผสม cade oil สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์แรกของการติดกับดัก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ และลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากติดกับดักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และสาร α -ionol ผสม cade oil สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ไกลถึง 25 เมตร และมีประสิทธิภาพในการดึงดูดดีที่สุดเมื่อใช้ในระยะ 5 เมตร

คำสำคัญ: เมทิลยูจินอล กับดัก ลาติ-ลัวร์ เอลฟา-ไอโอนอน เอลฟา-ไอโอนอล เคด-ออยล์

คำนำ

แมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera:Tephritidae) เป็นแมลงวันผลไม้ในวงศ์ Tephritidae จัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญของพืชตระกูล Solanaceae ซึ่งประกอบด้วย พริก มะเขือเทศ และมะเขือ (Vagas and Nichida, 1985; White and Elson-Harris, 1992) นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายในบวบ แตงกวา และเมล่อน (Hardy, 1973; Delfinado and Hardy, 1977) การทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง ซึ่ง Shimizu et al. (2007) รายงานว่า ในประเทศมาเลเซีย แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* สร้างความเสียหายต่อผลผลิตพริกสูงถึง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประเทศไทยมีรายงานว่า แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เข้าทำลายพริกพันธุ์อยู่ 43.04 เปอร์เซ็นต์ (อินทัย และคณะ, 2553) ประเทศออสเตรเลียจัดให้แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เป็นศัตรูต่างถิ่นที่มีความเสี่ยงสูง มีมาตรการจัดการตรวจสอบอย่างเข้มงวดเมื่อมีการส่งพริกสดเข้าประเทศ (Finlayson, 2000) ในการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ทั้งในระยะตัวหนอนและระยะตัวเต็มวัย เกษตรกรใช้สารเคมีพ่นบนผลพริก ส่วนระยะตัวเต็มวัยเกษตรกรใช้สารล่อเพศผู้ดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงวันพริก *B. latifrons* ให้มาติดกับดัก เพื่อลดปริมาณแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons*

ในแปลงปลูกให้ได้ผลพริกที่มีคุณภาพ แต่เนื่องจากตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* มีลักษณะคล้ายกับแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* ยากต่อการแยกความแตกต่างของเกษตรกร จึงทำให้เกษตรกรเข้าใจผิดว่าสามารถใช้สารเมทิลยูจินอล (methyl eugenol) ล่อแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ให้ติดกับดักได้ ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้วิธีการควบคุมอย่างถูกต้อง จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความจำเพาะของสารล่อต่อแมลงวันผลไม้ ซึ่งจะประโยชน์ต่อการป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ของเกษตรกร

แมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายผลพริก

ในระยะพริกติดผลมีแมลงวันผลไม้เข้าทำลายหลายชนิด (ตารางที่ 1) แต่ Liquido et al. (1994) พบแมลงวันผลไม้ 3 ชนิด เข้าทำลายผลพริก *Capsicum annum* คือ *Bactrocera latifrons*, *Bactrocera cucurbitae* และ *B. dorsalis* ส่วนพริก *Capsicum frutescens* พบ *B. latifrons*, *B. cucurbitae* และ *Ceratitis capitata* เข้าทำลายร่วมกัน ในขณะที่ Mziray et al. (2010) รายงานว่า แมลงวัน *C. capitata* เข้าทำลายในพริกพันธุ์ *C. annum*, *C. frutescens* และ *C. chinense* ร่วมกับ *B. latifrons* สอดคล้องกับ Harris et al. (2003) ซึ่งรายงานว่ แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* สามารถเข้า

Table 1 Useful pepper and their associated fruit fly species

Pepper species	Common name	Fruit fly species	Symbols and abbreviations
<i>Capsicum annuum</i> L.	Bell pepper	<i>Anastrepha suspense</i> (Loew)	F
		<i>Bactrocera aquilonis</i> (May)	F
		<i>Bactrocera dorsalis</i> (Hendel)	F
		<i>Bactrocera</i> sp. Near <i>B. dorsalis</i> (A)	F
		<i>Bactrocera</i> sp. Near <i>B. dorsalis</i> (B)	F
		<i>Bactrocera facialis</i> (Coquillett)	F
		<i>Bactrocera kirki</i> (Froggatt)	F
		<i>Bactrocera latifrons</i> (Hendel)	F
		<i>Bactrocera simulate</i> (Malloch)	F
		<i>Bactrocera xanthodes</i> (Broun)	F
		<i>Bactrocera caudata</i> (Fabricius)	??
		<i>Bactrocera cucurbitae</i> (Coquillett)	?
		<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann)	F
		<i>Ceratitis catovirii</i> Guerin-Meneville	F
		<i>Trirhithromyia cyanescens</i> (Bezzi)	F
<i>Capsicum frutescens</i> L.	Tabasco pepper	<i>Bactrocera bryoniae</i> (Tryon)	?
		<i>Bactrocera cacuminata</i> (Hering)	??
		<i>Bactrocera dorsalis</i> (Hendel)	?
		<i>Bactrocera facialis</i> (Coquillett)	F
		<i>Bactrocera kirki</i> (Froggatt)	F
		<i>Bactrocera trivialis</i> (Drew)	F
		<i>Bactrocera tryoni</i> (Froggatt)	F
		<i>Bactrocera cucurbitae</i> (Coquillett)	?
		<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann)	F
		<i>Ceratitis rosa</i> Karsch	F
		<i>Trirhithromyia cyanescens</i> (Bezzi)	F
<i>Capsicum</i> sp.	-	<i>Zonosemata electa</i> (Say)	F
		<i>Dacus ciliatus</i> Loew	??

F = Larvae develop in the fruit (fruit flesh, pod or seed)

? = Possible or likely host, but only known from old records; not confirmed by any known recent survey or authoritative data source

?? = Doubtful host; these records are only included to indicate previously published records that should be dismissed as being in error, for example, records which are known, or likely to be based on casual associations of adult flies resting on a plant, rather than reared

Modified from: White and Elson-Harris (1992)

ทำลายพริกพร้อมกับ *B. latifrons* ส่วนจิราพร (2553) พบมีแมลงวันผลไม้จำนวน 4 ชนิดเข้าทำลายผลพริกคือแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* แมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* และแมลงวันผลไม้ชนิด *Atherigona orientalis* ซึ่งทุกชนิดสามารถเข้าทำลายพริกตั้งแต่ระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตเข้าทำลายผลพริกโดยตรง ระยะตัวหนอนกัดกินอยู่ภายในผล ทำให้ผลเน่าและร่วงหล่น เก็บผลผลิตขายไม่ได้ แต่อโนทัย และคณะ (2553) รายงานว่า ในพริก 8 สายพันธุ์พบมีเพียงแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ชนิดเดียวเท่านั้นที่เข้าทำลายผลพริก จากการเก็บรวบรวมผลพริกที่ถูกทำลายจากแมลงวันในแปลงปลูกพริกพันธุ์ยอดสนของเกษตรกร 2 แห่งคือ บ้านหนองบัวใหญ่ และบ้านห้วยมะนาว ตำบลหนองบัวใหญ่ อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิของผู้เขียนพบเฉพาะแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เท่านั้น และการสำรวจพริก 3 ชนิดคือ *C. annuum* *C. frutescens* และ *C. baccatum* รวม 6 สายพันธุ์ของอโนทัย และคณะ (2554) พบมีแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เพียงชนิดเดียวเข้าทำลายเท่านั้น เช่นเดียวกับสัญญาณี และคณะ (2551) ได้เก็บรวบรวมผลพริกที่ถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลายจากแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม และกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนตุลาคม 2549 พบแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายคือ แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เข้าทำลายทั้งนี้เพราะแมลงวันพริก *B. latifrons* มีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชในตระกูล Solanaceae มากกว่าแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น (Harris *et al.*, 2003)

ความแตกต่างระหว่างแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel) และแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* (Hendel)

โดยทั่วไปเกษตรกรมักใช้สารเมทธิลยูจินอลในการดึงดูดตัวเต็มวัยเพศผู้ให้มาติดกับดัก เพื่อลดปริมาณแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ในแปลงปลูกด้วยความเข้าใจว่า แมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายพริกกับแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายผลไม้เป็นชนิดเดียวกัน และมักจะเรียกแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ว่า แมลงวันทอง หรือแมลงวันผลไม้ เนื่องจากตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ชนิด

B. latifrons และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* จัดเป็นแมลงในจีนัส (genus) *Bactrocera* ซึ่งมีลักษณะบางอย่างเหมือนกันเช่น เทอร์กา (terga) ที่ส่วนท้องไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน (White and Elson-Harris, 1992) มองผิวเผินอาจทำให้เกษตรกรเข้าใจผิดคิดว่าเป็นชนิดเดียวกัน ในความเป็นจริงแมลงวันผลไม้ทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันทั้งในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย แต่การแยกความแตกต่างในระยะตัวหนอนค่อนข้างยาก ต้องมีความชำนาญและใช้เวลา การจำแนกชนิดในระยะตัวเต็มวัยสามารถมองเห็นรายละเอียดและความแตกต่างได้ชัดเจนและง่ายต่อเกษตรกร โดยมีลักษณะแตกต่างกันดังนี้ (ภาพที่ 1)

แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis*: ส่วนหัวมีสีเหลืองอมน้ำตาล มีจุดกลมดำ 2 จุด ส่วนของ scutum มีสีดำและมีแถบสีเหลืองพาดขวางมองเห็นเป็นสีทองชัดเจน จึงมีชื่อเรียกทั่วไปว่าแมลงวันทอง มีเส้นขนที่ scutellar 2 เส้น ส่วนท้องมีสีน้ำตาลแดงและมีแถบสีดำรูปตัว T ปีกบางใสสะท้อนแสง มี costal cell ไม่มีสี มีแถบสีดำ (costal band) ที่ขอบปีก ไม่มีจุดสี (White and Elson-Harris, 1992; CABI and EPPO, 2011; Messing, 1999; Weems *et al.*, 2010)

แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons*: มีแถบสีเหลืองขนาดใหญ่บนด้านข้างของอก เกือบถึงไหล่ ส่วนท้องสีน้ำตาลแดง ไม่มีแถบบนท้องปล้องที่ 4 (tergite IV) และไม่มีแถบสีดำพาดผ่านตรงกลาง (dark medial strip) ปลายปีกมีจุดสีข้างละ 1 จุด (White and Elson-Harris, 1992; De Meyer *et al.*, 2011; Messing, 1999)

การทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel)

แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เข้าทำลายพืชอาหารในวงศ์ Solanaceae ประกอบด้วย พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนู มะเขือเปราะ มะเขือยาว มะแว้งต้น มะแว้งเครือ มะเขือกรอบและ มะเขือพวง เป็นต้น (Vagas and Nichida, 1985; White and Elson-Harris, 1992) และยังเข้าทำลายในบวบ แตงกวา และเมล่อน (Gressitt, 1952; Narayanan and Batra, 1960; Hardy, 1973; Delfinado and Hardy, 1977) มีเขตการแพร่กระจายในประเทศแถบ

Body	Thorax	Abdomen	Wing
<i>Bactrocera dorsalis</i>  black color	 black color, yellow/yellowish band on lateral	 brown, black band similar T shape	 no stigma
<i>Bactrocera latifrons</i>  brown color	 black color, yellow/yellowish band on lateral	 brown, no band	 stigma at apex

Figure 1 Different morphology between *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and *Bactrocera latifrons* (Hendel)
(White and Elson-Harris, 1992)

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย จีน อินเดีย ศรีลังกา ฟิลิปปินส์ พม่า ลาว เวียดนาม ฯลฯ และในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา จัดให้แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เป็นศัตรูต่างถิ่นที่มีความเสี่ยงสูงทางการกักกันพืช มีมาตรการจัดการตรวจสอบอย่างเข้มงวด เมื่อมีการส่งพริกสดเข้าประเทศ (สมศักดิ์, 2552; Finlayson, 2000) ความเสียหายจากการทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* พบตั้งแต่ระดับแปลงปลูกจนถึงผู้บริโภค และยังส่งผลกระทบต่อ การส่งออกผลผลิตพริกด้วย (Shimizu *et al.*, 2007) ซึ่ง Vargas and Nishida (1985) พบปริมาณการเข้าทำลายพริกของ *B. latifrons* สูงถึง 79.6 ตัวต่อกิโลกรัม ในประเทศไทยพบระบาดในทุกภูมิภาคของแหล่งปลูกพริกต่าง ๆ โดยระยะพริกติดผลพบมีแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เป็นศัตรูที่สำคัญเข้าทำลายของผลผลิตเสียหายและคุณภาพต่ำ (กองกัญ และสัตววิทยา, 2544) โดยแมลงวันเพศเมียวางไข่ภายในผลพริก เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนจะซ่อนตัวกักกินอยู่ภายในผลพริกจนทำลายเป็น

ทาง ทำให้ได้พริกเป็นสีดำ เนื้อภายในผลถูกกัดกินจนหมด เหลือแต่เปลือก ภายในผลกลวง ผลพริกเน่าเสียและมีน้ำไหลเยิ้มออกทางรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าระยะดักแด้ในดิน หลังจากนั้นจะมีโรคหรือแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลายซ้ำ ผลพริกร่วงหล่น ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ (นุชรีย์, 2550; Stonehouse *et al.*, 2004) (ภาพที่ 2) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพผลผลิต ผลผลิตต่อพื้นที่ และการส่งออกผลพริกสด จากการศึกษาการทำลายของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ในพริก 3 ชนิด 8 สายพันธุ์ของ อินทัย และคณะ (2554) พบว่า แมลงวันพริกเข้าทำลายตลอดระยะที่มีผลพริกบนต้นตั้งแต่ระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตและเพิ่มขึ้นตามจำนวนผลพริกที่มีมากขึ้น โดยทำความเสียหายให้กับพริกชนิด *Capsicum annum* มากกว่า *C. frutescens* และ *C. baccatum* และพันธุ์ที่เสียหายมากที่สุด คือ ยูเอ 80 สัณญาณิ และคณะ (2551) รายงานว่า แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* พบการเข้าทำลายผลพริกตั้งแต่ผลพริกเริ่มเปลี่ยนสีจนถึงระยะผลสุก



Figure 2 Infestation of solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* on chili fruit; A. unripe stage, B. ripe stage

Source: Anothai and Nutcharee (2011)

สารล่อแมลง

สารล่อแมลง (attractants) คือ สารเคมีที่ไม่ได้ทำอันตรายต่อแมลงศัตรูพืชโดยตรง แต่ดึงดูดแมลงให้เข้าไปหา ใช้ในการควบคุมพฤติกรรมต่าง ๆ ของแมลง เช่น การกินอาหาร การผสมพันธุ์ และการหาแหล่งวางไข่ ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการที่นำมาใช้ในการบริหารและควบคุมศัตรูพืชนานแล้ว ในอดีตมักใช้สารล่อในรูปกับดัก (traps) ที่ผสมสารจำพวกน้ำเชื่อม กากน้ำตาล (molasses) น้ำตาลแดง (brown sugar) ยีสต์ (yeast) เบียร์จืด (stale beer) น้ำแอปเปิ้ลหมัก (old cider) และแอลกอฮอล์จากส้ม (amyl alcohol) เป็นต้น แมลงวันหลายชนิดมีรายงานว่าถูกดึงดูดด้วยกากน้ำตาล ผลไม้ นม เนื้อสัตว์ และเหยื่อที่เริ่มบูดเน่า กลิ่นจากมูลสัตว์ และแอมโมเนียดึงดูดให้แมลงวันบ้านมาวางไข่ กลิ่นของแอมโมเนียมคาร์บอเนต (ammonium carbonate) ช่วยกระตุ้นการวางไข่ของแมลงวันหัวเขียว (คานิต, 2550) ชนิดของสารล่อประกอบด้วย **อาหารล่อหรือเหยื่อล่อ (food bait)** ที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งไม่มีกลิ่น สามารถนำไปใช้ในสภาพแปลงปลูกได้แต่จับแมลงได้ปริมาณน้อย (Messing, 1999) และในปัจจุบันมีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้สื่อสารในแมลง (semiochemicals) ในการนำไปใช้สมทบในการบริหารและควบคุมศัตรูพืช ได้แก่ **ฟีโรโมนส์**

(pheromones) เป็นสารเคมีที่มีบทบาทสำคัญใช้สำหรับสื่อสารในกลุ่มสัตว์ชนิดเดียวกัน สำหรับฟีโรโมนส์ของแมลงกลุ่มใหญ่สุดที่พัฒนามาเพื่อใช้ช่วยควบคุมศัตรูพืชคือ กลิ่นเพศ (sex pheromones) ซึ่งใช้ดึงดูดเพศตรงข้ามให้เข้ามาจับคู่ผสมพันธุ์ เช่น ฟีเล็ฮอนอนโหมเพศเมียผลิต bombykol [(E,Z)-10, 12-hexadecadien-1-ol] ฟีเล็ฮอปปี้เพศเมียผลิต disparlure [(Z)-7, 8-epoxy-2-methyloctadecane], หนอนเจาะสมอฝ้ายสีชมพูผลิต gossyplure [(Z,Z)-and (Z,E)-7,11-hexadecadienol acetate] เป็นต้น (Metcalf and Metcalf, 1994) และ **ไโครโมนส์ (kairomones)** เป็นสารเคมีที่ใช้สื่อสารในกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน โดยผู้รับเป็นผู้ได้ประโยชน์ (favor the receiver) ไโครโมนส์ที่พืชสร้างมีคุณสมบัติใช้ดึงดูดแมลง เช่น สาร methyl eugenol (3,4-dimethoxy-1-allylbenzene) สามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้และแมลงวันผลไม้สกุล *Bactrocera* (=Dacus) ชนิดใกล้เคียงได้อีกกว่า 60 ชนิด ในลักษณะคล้ายกับกลิ่นของเพศเมีย สาร cue-lure [1-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone] ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* เพศผู้และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* สกุล *Bactrocera* ชนิดใกล้เคียงได้อีกกว่า 180 ชนิด ส่วน geraniol และสารจากพืชอีกหลายชนิดดึงดูดด้วงญี่ปุ่น (*Popillia japonica*)

Newman) ได้ทั้งสองเพศ เป็นต้น (Metcalf and Metcalf, 1994)

การใช้ประโยชน์ฟีโรโมนและไคโรโมน
ส่วนใหญ่แล้วมักใช้ในการสำรวจปริมาณความหนาแน่นของแมลง หรือขับไล่ หรือล่อให้แมลงมาติดกับดักแล้วฆ่า หรือบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นกลิ่นเพศใช้ดึงดูดเพศตรงข้ามให้เข้ามาเพื่อจับคู่ผสมพันธุ์ นำมาใช้ก่อกวนการผสมพันธุ์ของแมลง สร้างความสับสนและหลอกล่อให้แมลงทั้งสองเพศไม่มีโอกาสได้จับคู่ผสมพันธุ์กัน ส่งผลให้ปริมาณประชากรแมลงศัตรูพืชลดลง จนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชที่เพาะปลูก

การใช้สารล่อเพศดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel)

การจัดแมลงวันพริกในระยะตัวหนอนทำได้ค่อนข้างลำบาก เนื่องจากตัวหนอนอาศัยอยู่ภายในผลพริก จะสังเกตเห็นการทำลายก็เมื่อผลถูกกัดกินจนเหลือแต่เปลือกภายนอกแล้ว ดังนั้นโอกาสที่สารเคมีจะสัมผัสตัวหนอนโดยตรงและทำให้หนอนตายนั้นเป็นไปได้ยาก ทำให้การใช้สารเคมีพ่นไม่สามารถควบคุมแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ อีกทั้งการใช้สารเคมียัง ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในผลพริกและสภาพแวดล้อม กลุ่ม

ประเทศสหภาพยุโรป (EU) ะรับการส่งออกพริกหยวกของประเทศไทย เนื่องจากตรวจพบสารตกค้าง และศัตรูพืชปนเปื้อน (มิตชน, 2554) ดังนั้นจึงควรกำจัดแมลงวันพริกในระยะตัวเต็มวัยเพื่อไม่ให้มาวางไข่ในผลพริกได้ โดยวิธีการที่นิยมใช้ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ คือ การสารล่อแมลงวันผลไม้เพศผู้ให้มาติดกับดัก โดยใช้สารล่อที่มีประสิทธิภาพสูงในดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ วิธีการนี้ใช้ป้องกันระบาดได้ดี เนื่องจากมีความไวในการดึงดูดแมลงสูงและลดปริมาณแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่จะผสมพันธุ์กับแมลงวันผลไม้เพศเมียในธรรมชาติ การนำไปใช้มักใช้สารล่อ 3-5 หยดร่วมกับสารฆ่าแมลง เช่น malathion หรือ fipronil จำนวน 20 หยด ใส่ในกับดัก (Messing, 1999; นุชรีย์, 2550) ในประเทศไทยมีการใช้สารล่อในแมลงวันผลไม้ได้ผลดี โดยหยดสาร methyl eugenol 10-15 หยด และสารฆ่าแมลง 5-6 หยด ลงในก้อนสำลี แล้วนำไปใส่ในกับดัก (ภาพที่ 3) จากนั้นนำไปแขวนในสวนผลไม้ จำนวน 9-16 กับดัก/ไร่ โดยมีระยะห่างกันประมาณ 10-20 เมตร (นุชรีย์, 2550) การใช้กับดักในสวนมะม่วงช่วงเริ่มสุกและแก่ พบแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด คือ แมลงวันผลไม้ชนิดชนิด *B. dorsalis* และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. correcta* (เกรียงไกร และคณะ, 2555)



Steiner



Plastic container

Figure 3 The trap use for catch of fruit fly adults

Source: IAEA (2003)

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลของผู้เขียน พบว่า ในการปลูกพริกของเกษตรกรบ้านกุดเลาะ อำเภอกะปง สมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ พบมีหนอนแมลงวันเข้าทำลายผลพริก ทำให้ผลเน่าและร่วงหล่น เกษตรกรกำจัดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ด้วยการใช้สารล่อเพศดึงดูดแมลงวันผลไม้เพศผู้ให้มาติดกับดัก โดยใช้สารเมทิลยูจินอลใส่ในขวดน้ำพลาสติก แล้วนำไปแขวนในแปลงเพื่อดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวได้มีการเก็บตัวอย่างแมลงจากกับดักมาจำแนกชนิดและนับปริมาณของแมลงวันผลไม้ที่ติดกับดัก พบว่ามีตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้เข้ามาติดกับดักเป็นจำนวนมาก เป็นแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด คือ แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. correcta* โดยพบแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* จำนวนมากที่สุด แต่ไม่มีแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* มาติดกับดัก (ภาพที่ 4) แสดงว่า แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ไม่ตอบสนองต่อสารเมทิลยูจินอล ซึ่ง Wong *et al.* (1983) และ Wong *et al.* (1985) ได้ศึกษาปริมาณแมลงวันผลไม้จากกับดักเป็นเวลา 3 ปี ระบุว่า สารล่อแมลงที่ใส่ในกับดักมี

ความสำคัญมากที่สุดในการดึงดูดแมลง เพราะสารที่ใช้ล่อมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลงวันผลไม้ เช่น สาร *lati-lure* และ α -ionol ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* สาร *cue-lure* ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* และสาร *methyl eugenol* ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* เป็นต้น (ตารางที่ 2) จากการศึกษาของ Keum *et al.* (2007) ในการใช้สารล่อ 4 ชนิด คือ *methyl eugenol*, α -ionol, *eugenol*, α -ionol+*eugenol* และ *cue lure* ล่อแมลงวันผลไม้ 3 ชนิดคือแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* พบว่าสารเมทิลยูจินอลดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* มาติดกับดักมากที่สุด แต่ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้น้อยและไม่ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* ส่วนสาร α -ionol + *eugenol* ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* มากที่สุด รองลงคือสาร α -ionol ส่วนสาร *cue-lure* ดึงดูดเฉพาะแมลงวันผลไม้ชนิด *B. cucurbitae* เท่านั้น

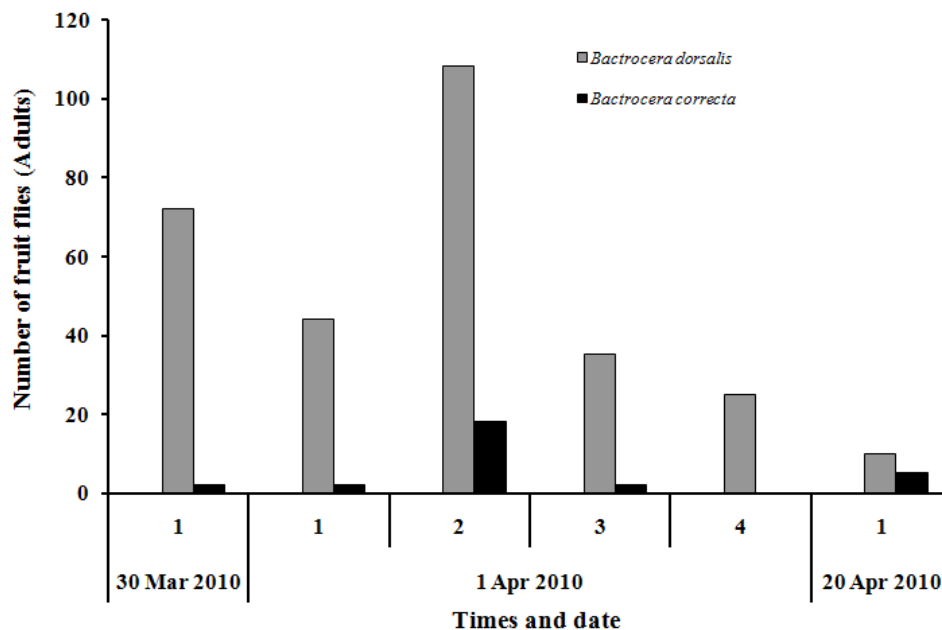


Figure 4 Species and number of fruit flies caught in trap baited with methyl eugenol and insecticide

Table 2 Responses of fruit flies which infest pepper fruit to the male lures

Fruit fly species	Lure responses							Reference
	Cue-lure	Methyl eugenol	Lati-lure	Trimed Lure	Terpinyl acetate	α -ionol	Cera Lure	
<i>Bactrocera dorsalis</i>		/						Takashi <i>et al.</i> , 2004; Messing, 1999; White and Elson-Harris, 1992
<i>Bactrocera cucurbitae</i>		/						Takashi <i>et al.</i> , 2004; White and Elson-Harris, 1992; Allwood, 1997; Messing, 1999;
<i>Bactrocera correcta</i>		/						White and Elson-Harris, 1992
<i>Bactrocera latifrons</i>			/			/		White and Elson-Harris, 1992; Messing, 1999; McQuate <i>et al.</i> , 2006; McQuate <i>et al.</i> , 2008
<i>Ceratitis capitata</i>				/	/		/	White and Elson-Harris, 1992; Messing, 1999

/ = a positive response

สารเคมีเพิ่มประสิทธิภาพการล่อของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera latifrons* (Hendel)

Ishida *et al.* (2008) ศึกษาการตอบสนองของเพศผู้และเพศเมียแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ต่อสารเคมี 12 ชนิด โดยหยดสารบนกระดาษกรองภายในจานทดลอง แล้วปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้เพศผู้และเพศเมีย พบว่า สารเคมีทุกชนิดที่ใช้ทดสอบสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้และดึงดูดเพศผู้มากกว่าเพศเมีย โดยสาร 3-Oxo- α -ionone และ 3-Oxo- α -ionol มีประสิทธิภาพในการดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ทั้งสองเพศมากกว่าสารเคมีชนิดอื่น โดยสามารถดึงดูดเพศผู้ได้มากกว่า 100 ตัว แตกต่างกันอย่างมีความสำคัญทางสถิติกับสารเคมีชนิดอื่น ส่วนสาร α -ionol ผสม isophorone, α -ionol ผสม isophorol และ α -ionone ผสม isophorone แมลงวันผลไม้เพศผู้มีการตอบสนองมากกว่า 50 ตัว (ตารางที่ 3)

ส่วน McQuare and Peck (2001) ศึกษาประสิทธิภาพการดึงดูดแมลงวันผลไม้ *B. latifrons* เพศผู้ของสารล่อ 2 ชนิด คือ α -ionol และ cade oil ร่วมกับการใส่ torula yeast หรือน้ำในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าการใช้สาร α -ionol ผสม cade oil ผลผสมน้ำสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ดีที่สุด และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการสาร α -ionol ผสม cade oil ที่ใส่ Torula yeast แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ α -ionol หรือ cade oil เพียงอย่างเดียว และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสาร α -ionol กับ cade oil พบว่า สาร α -ionol ดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ดีกว่าสาร cade oil แสดงว่า การใช้สาร α -ionol ผสม cade oil เป็นสารล่ออย่างเดียวก็น่าจะสามารถดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ดีที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องใส่ torula yeast เพิ่มเข้าไปอีก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุนโดยไม่จำเป็น (ภาพที่ 5) นอกจากนั้นสาร α -ionol ผสม cade oil สามารถดึงดูด

Table 3 Mean number of male and female of *Bactrocera latifrons* attracted to the chemical source

Chemicals	No. of males/ plastic cup	No. of females/ plastic cup
3-Oxo- α -ionone	105.1 $\pm$ 26.0 a ^{1/}	1.7 $\pm$ 1.5 a
3-Oxo- α -ionol	100.7 $\pm$ 19.2 a	1.6 $\pm$ 2.1 ab
3-Hydroxy- α -ionone	35.0 $\pm$ 22.1 de	0.6 $\pm$ 0.8 bc
3-Hydroxy- α -ionol	32.6 $\pm$ 12.7 de	0.4 $\pm$ 0.7 c
α Ionone	26.5 $\pm$ 12.9 e	0.3 $\pm$ 0.6 c
α Ionol	42.2 $\pm$ 17.4 def	0.1 $\pm$ 0.2 c
Isophorone	45.4 $\pm$ 20.0 cd	0.3 $\pm$ 0.6 c
Isophorol	46.0 $\pm$ 14.9 cde	0.2 $\pm$ 0.4 c
α Ionone+isophorone	51.1 $\pm$ 23.1 bed	0.3 $\pm$ 0.6 c
α Ionone+isophorol	43.3 $\pm$ 25.1 cde	0.1 $\pm$ 0.4 c
α Ionol+isophorone	66.1 $\pm$ 18.8 b	0.4 $\pm$ 0.9 c
α Ionol+isophorol	60.7 $\pm$ 22.5 be	0.3 $\pm$ 0.6 c
Control	0.7 $\pm$ 00.9 g	0.4 $\pm$ 0.6 c

^{1/} Means in column with different letters are differed at $P < 0.05$, by Tukey Kramer HSD test of the square-root transformed data

(Modified from: Ishida *et al.*, 2008)

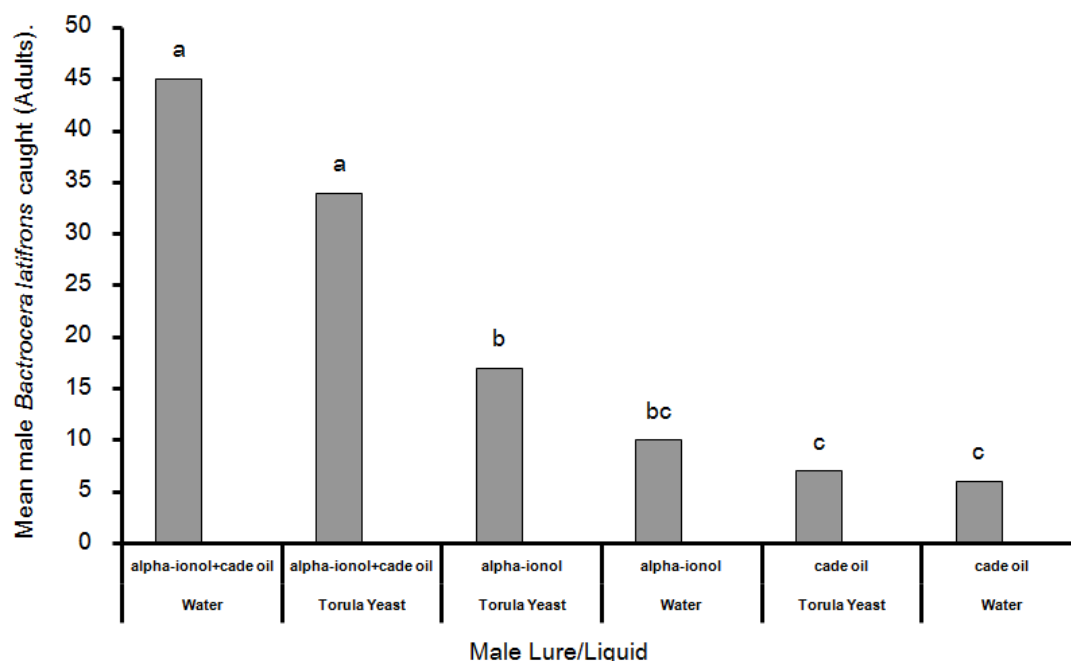


Figure 5 Male *Bactrocera latifrons* caught in traps with α -ionol+cade oil, α -ionol, or cade oil alone with either water alone or torula yeast solution. (Means with the same letter are not-significantly different at the $\alpha = 0.05$ level based on ANOVA of square root transformed)

(Modified from: McQuate and Peck, 2001)

แมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้ไกลถึง 25 เมตร แต่ระยะทางห่างจากกับดัก 5 เมตร จะสามารถดึงดูดให้แมลงวันผลไม้มาติดกับดักในปริมาณมากที่สุด และพบว่าปริมาณแมลงวันผลไม้ที่ติดกับดักลดลงตามระยะห่างจากกับดักที่เพิ่มขึ้น (McQuare and Peck, 2001) ซึ่ง McQuare *et al.* (2006) นำสาร α -ionol กับ cade oil ไปใช้เป็นสารล่อดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ในแปลง turkeyberry ที่เกาะ Maui ในฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแขวนกับดักเป็นเวลา 6 สัปดาห์พบว่าประสิทธิภาพการดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ของ α -ionol ผสม cade oil สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์แรกของการติดกับดัก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ และลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากติดกับดักเป็นเวลา 6 สัปดาห์

การลดประชากรแมลงวันผลไม้เพศผู้ (male annihilation technique, MAT)

โดยปกติการใช้สารล่อดึงดูดแมลงวันผลไม้ใช้เพื่อการประเมินและติดตามปริมาณความหนาแน่นของประชากรแมลงวันผลไม้ชนิดต่าง ๆ และช่วงฤดูกาลระบาดของแมลงวันผลไม้ในสวนผลไม้ แต่หากนำไปใช้ในการป้องกันกำจัดนั้น มุ่งเน้นการลดจำนวนประชากรแมลงวันผลไม้เพศผู้ (male annihilation technique, MAT) เป็นหลัก โดยการใช้สารล่อแมลงวันผลไม้เพศผู้ เช่น คิวลัวร์ (cuelure) เมทิลยูจีนอล (methyl eugenol) ลาติลัวร์ (latilure) และไตรเมดลัวร์ (trimedlure) (Vargas *et al.*, 2012; White and Elson-Harris, 1992) เป็นต้น ร่วมกับสารฆ่าแมลง เช่น มาลาไธออน (malathion) ฟิโปรนิล (fipronil) สปินโนแซด (spinosad) นาเลต (naled) และไดคลอร์วอส (dichlorvos, DDVP) (สุขสม และสุภาพ, มปป.; Messing, 1999) เพื่อไม่ให้แมลงวันผลไม้หนีออกจากกับดัก วิธีการนี้ช่วยลดปริมาณแมลงวันผลไม้เพศผู้ที่ไปผสมพันธุ์กับแมลงวันผลไม้เพศเมียในสภาพธรรมชาติ การมีจำนวนแมลงวันผลไม้เพศผู้ในปริมาณต่ำ ส่งผลให้ออกาสในการสืบพันธุ์สำเร็จและจำนวนชั่วรุ่นของแมลงวันผลไม้ลดลง ทำให้แมลงวันผลไม้เพศเมียวางไข่ในปริมาณน้อยลง ซึ่งวิธีการนี้ใช้กำจัดแมลงวันผลไม้ประสบความสำเร็จในหลายประเทศแถบหมู่เกาะแปซิฟิก และ

ปัจจุบันหลายประเทศเช่น ฮาวาย ไต้หวัน ซูรินาม เฟรนช์โปลินีเซีย และออสเตรเลีย มีใช้วิธีการนี้ในการลดประชากรแมลงวันผลไม้ ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นใช้ควบคุมจำนวนประชากรแมลงวันผลไม้เพศผู้เป็นหมัน (sterile males) ที่ปลดปล่อยไปในสภาพธรรมชาติ (Vargas *et al.*, 2012) ในประเทศไทยมีนักวิจัยนำไปใช้ในส่วนผลไม้ เช่น เกรียงไกร และคณะ (2555) ศึกษาความหนาแน่นและช่วงฤดูกาลระบาดของแมลงวันผลไม้ โดยใช้สารเมทิลยูจีนอลผสมสารมาลาไธออน ความเข้มข้น 57 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ใส่กับดักแขวนในส่วนมะม่วง พบว่า ช่วงมะม่วงเริ่มออกดอกและติดผลขนาดเล็ก มีแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. correcta* จำนวน 1.09-15.29 และ 0.05-2.56 ตัว/กับดัก/วัน ตามลำดับ ขณะที่ช่วงผลมะม่วงเริ่มสุกแก่ พบ 9.68-44.73 และ 11.29-21.23 ตัว/กับดัก/วัน ในแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* และแมลงวันผลไม้ชนิด *B. correcta* ตามลำดับ ส่วน ประพนธ์ และคณะ (2552) ควบคุมแมลงวันผลไม้แบบพื้นที่กว่าบนพื้นที่ปลูกผลไม้ โดยการผสมผสานระหว่างการใช้กับดักกำจัดแมลงวันผลไม้เพศผู้ก่อนการระบาดกับการเก็บผลร่วงและการห่อผลพบว่า แมลงวันผลไม้ 5 ชนิด คือ แมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* แมลงวันผลไม้ชนิด *B. correcta* แมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera tuberculata* (Bezzi) แมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera diversa* (Coquillett) และแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera umbrosa* (Fabricius) โดยแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* พบติดกับดักมากที่สุดถึง 97 เปอร์เซ็นต์ และการใช้วิธีผสมผสานช่วยลดปริมาณแมลงวันผลไม้ 43-91 เปอร์เซ็นต์

สรุป

การใช้สารล่อใส่ในกับดักจับตัวเต็มวัยเพศผู้ของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* เพื่อลดปริมาณเพศผู้ที่จะผสมพันธุ์กับเพศเมียในธรรมชาติให้ได้ประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องใช้สารที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ได้แก่ ลาติลัวร์ และ α -ionol และหากต้องการประสิทธิภาพสูงสุดควรใช้ร่วมกับ cade oil สามารถดึงดูดได้ไกลถึง 25 เมตร และมีประสิทธิภาพใน

การดึงดูดสูงเมื่อใช้ล่อในระยะ 5 เมตร และสามารถใช้ได้เป็นเวลานานถึง 6 สัปดาห์ และเพื่อไม่ให้แมลงหลุดรอดสู่ธรรมชาติได้ควรใช้สารฆ่าแมลงร่วมด้วย ก่อนการใช้สารล่อควรสำรวจและจำแนกชนิดของแมลงวันผลไม้ที่เข้าทำลายผลพริกให้ถูกต้อง เพื่อจะได้เลือกใช้สารล่อให้ถูกต้องกับชนิดของแมลง หากใช้สารผิดจะกลายเป็นว่าใช้สารล่อดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. dorsalis* ให้เข้ามาระบาดในแปลงปลูกพริก เพราะแมลงวันผลไม้ชนิดนี้มีการตอบสนองเฉพาะเจาะจงสูงต่อสารเมทิลยูจินอลและมีรายงานว่าสามารถเข้าทำลายผลพริกได้ และการนำสารล่อไปใช้ควรเริ่มใช้ตั้งแต่ในระยะพริกเริ่มติดผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่ผลพริกเริ่มเปลี่ยนสี การใช้สารล่อเป็นการกำจัดตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้โดยตรง ดีกว่าการใช้สารฆ่าแมลงพ่นไปบนต้นพริก และใช้สารในปริมาณที่น้อยมาก จึงใช้ค่าใช้จ่ายต่ำ อีกทั้งวิธีการไม่ยุ่งยาก ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและไม่มีสารตกค้างต่อผลผลิต ซึ่งเรื่องนี้เป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะส่วนใหญ่แล้วบริโภคพริกในรูปผลสด หากมีสารฆ่าแมลงตกค้างในผลพริก ผู้บริโภคก็จะได้รับสารโดยตรง ดังนั้นการใช้สารล่อจึงเหมาะสมกับเกษตรกรนำไปใช้ช่วยลดปริมาณแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* สอดคล้องกับกระแสการบริโภคอาหารปลอดภัยได้ แต่การนำ α -ionol และ cade oil ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการดึงดูดแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* มาใช้เป็นสารล่อไม่สามารถทำได้เนื่องจากสารทั้งสองชนิดยังไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย หากต้องการใช้สารล่อในการดักจับแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ควรใช้เลือกใช้สารลาติลัวร์ ซึ่งความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* แทนการใช้สารเมทิลยูจินอล และสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด นอกจากนี้การใช้กับดักอย่างเดียวในการควบคุมแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* นั้น ไม่สามารถควบคุมการระบาดของแมลงวันผลไม้ได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการควบคุมหลาย ๆ วิธีมาผสมผสานกัน เช่น การดูแลรักษาแปลงปลูก เก็บผลร่วงผ่าทำลาย การใช้เหยื่อโปรตีน และการเฝ้าระวังการระบาดของแมลงวันผลไม้อย่างต่อเนื่อง เป็นต้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการลดจำนวนประชากรของแมลงวันผลไม้ชนิด *B. latifrons* ในแปลงปลูกพริก

เอกสารอ้างอิง

- กองกัญ และสัตววิทยา. 2544. แมลงวันผลไม้ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการกองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 244 หน้า.
- เกรียงไกร จำเริญมา ศรุต สุทธิอารมณ์ วิภาดา ปลอด-ครบุรี และสัญญาณี ศรีศุข. 2555. ศึกษาความหนาแน่นและช่วงฤดูการระบาดของแมลงวันผลไม้ในมะม่วง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://it.doa.go.th/refs/files/1580_2553.pdf?PHPSESSID=3f7da21d771cf79b32271b39f867c1f5 (23 สิงหาคม 2555).
- จิราพร เพชรรัตน์. 2553. การสำรวจศัตรูธรรมชาติของแมลง ไรศัตรูพริก และการควบคุมโดยชีววิธี. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 28 หน้า.
- นุชรี ศรี. 2550. แมลงวันพริก (*Bactrocera latifrons*). ศักยภาพการผลิตพริกเพื่ออุตสาหกรรมส่งออกของไทยในปัจจุบันและอนาคต. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 163 หน้า.
- ประพนธ์ ปราณโสภณ วณิช ล้อมโสภาสมณี สุชาดา เสกสรรวิริยะ วิฑิตมา คงรัตน์อาภรณ์ สาธิต วงษ์ชีรี ทศพล แทนรินทร์ บุญญา สุดาทิศ และกนกพร บุญศิริชัย. 2552. การควบคุมแมลงวันผลไม้แบบพื้นที่กว้างโดยวิธีการผสมผสาน อ. เมือง จ.นครนายก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(1) (พิเศษ): 59-62.
- มติชน. 2554. เมื่อฝรั่งห้ามนำเข้ากะเพรา มะเขือเปราะพริกหยวก ตบหน้ารัฐบาลไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.onopen.com/vanchaitan/11-01-27/5717> (12 กรกฎาคม 2554).
- ศานิต รัตนภูมิ. 2550. กัญญาวิทยาแม่บท. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ดีพรีนและแทนก๊อปปี้เซนเตอร์, เชียงใหม่. 571 หน้า.

- สุขสม ชินวินิจกุล และสุภาพ ปิ่นแก้ว. มปป. การสำรวจติดตามสถานการณ์แมลงวันผลไม้โดยใช้กับดัก. กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีรังสี สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 20 หน้า.
- สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2552. ประสิทธิภาพสารสะกัดสะเดา น้ำมันปิโตรเลียม และสารฆ่าแมลงใน การป้องกันกำจัดแมลงวันผลไม้ และผลกระทบ ต่อแมลงศัตรูธรรมชาติในพริก. วารสารกัญและสัตววิทยา 27(1): 3-13.
- สัญญาณี ศรีคชา วิภาดา ปลดนครบุรี และ เกียรติกร จำเริญมา. 2551. การศึกษาชีววิทยาแมลงวันทองมะเขือ, *Bactrocera latifrons* (Hendel). วารสารกัญและสัตววิทยา 26(1): 3-10.
- อโนทัย วิงสระน้อย, นุชรีย์ ศิริ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา. 2553. ลักษณะพันธุ์และผลพริกต่อการเข้าทำลายของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Hendel).วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(2) (พิเศษ): 69-72.
- อโนทัย วิงสระน้อย และ นุชรีย์ ศิริ. 2554. การทำลายของแมลงวันพริก *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) ในผลพริก 8 สายพันธุ์. วารสาร เกษตร 39(1): 25-32.
- Allwood, A. J. 1997. Responses of fruit flies (Family Tephritidae) to male lures in seven pacific island countries. pp. 111-114. In: A. J. Allwood, and R. A. I. Drew. (eds.). Management of fruit flies in the Pacific. A regional symposium 28-31 October 1996, Nadi, Fiji. ACIAR Proceedings No. 76.
- CABI and EPPO. 2011. EPPO quarantine pest. (Online). Available: http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Bactrocera_dorsalis/DACUDO_ds.pdf (December 23, 2011).
- Gressitt, J. L. 1952. Semiannual report, Oct. to Dec. 1952. Cited Vargis, R.I. and T. Nishida. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 78: 1242-1244.
- IAEA. 2003. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. IAEA, Vienna, Austria. 47 p.
- Delfibado, M. D. and D. E. Hardy. 1977. A Catalog of the Diptera of the Oriental Region. Vol. 3. University Press of Hawaii, Honolulu.
- De Meyer M., S. Mohamed, and I. M. White. 2011. Invasive Fruit Fly Pests in Africa. (Online). Available: <http://www.africamuseum.be/fruitfly/AfroAsia.htm> (December 23, 2011).
- Finlayson, D. 2000. Height risk fly threat on red hot chili peppers. (Online). Available: http://www.affa.gov.au/corpoate_docs/publications/media_releases/quarantine/archive/mrchillies.htm (July 25, 2009).
- Hardy, D. E. 1973. The fruit flies (Tephritidae – Diptera) of Thailand and bordering countries. Pacific Insects Monograph. 31: 1-353.
- Harris, E. J., N. J. Liquido, and C. Y. L. Lee. 2003. Patterns in appearance and fruit host utilization of fruit flies (Diptera: Tephritidae) on the Kalaupapa Peninsula, Molokai, Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society 36: 69-78.
- Ishida, T., H. Enomoto, and R. Nishida. 2008. New attractants for males of the solanaceous fruit fly *Bactrocera latifrons*. Chemistry and Ecology 34: 1532-1535.
- Keum, Y. S., G. T. McQuate, and Q. X. Li. 2007. Synergists isolated from cade oil for the parapheromone α -ionol for male *Bactrocera latifrons* (Diptera:Tephritidae). Biochemical Systematics and Ecology 35: 188-195.
- Liquido, N. J., E. J. Harris, and L. A. Dekker. 1994. Ecology of *Bactrocera latifrons* (Diptera:

- Tephritidae) populations: host plants, natural enemies, distribution and abundance. *Annals of the Entomological Society of America* 87(1): 71-84.
- McQuate, G. T., A. H. Bokonon-Ganta, and E. B. Jang. 2006. Use of alpha-ionol + cade oil for detection and monitoring of *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) populations. (Online). Available: http://www.moscamed.org.br/pdf/Cap_09.pdf (December 23, 2011).
- McQuate, G. T., A. H. Bokonon-Ganta, E. B. Jang and R. H. Messing. 2008. Age of response of male *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) to alpha-ionol+cade oil relative to age of sexual maturity. *International Journal of Tropical Insect Science* 28: 12-18.
- McQuate, G. T. and S. L. Peck. 2001. Enhancement of attraction of alpha-ionol to male *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) by addition of a synergist, cade oil. *Journal of Economic Entomology* 94(1): 39-47.
- Messing, R. 1999. Managing fruit flies on farms in Hawaii. 5 p. (Online). Available: <http://www2.ctahr.hawaii.edu/oc/> (December 19, 2011).
- Metcalf, R. L. and R. A. Metcalf. 1994. Attractants, repellents and genetic control in pest management. pp. 315-354. *In*: R. L. Metcalf, and W. H. Luckmann (eds.). *Introduction to insect pest management*. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Mziray, H. A., R. H. Makundi, M. Mwatawala, A. Maerere, and M. De Meyer. 2010. Host use of *Bactrocera latifrons*, a new invasive tephritid species in Tanzania. *Journal of Economic Entomology* 103(1): 70-76.
- Narayanan, E. S. and H. N. Batra. 1960. *Fruit Flies and Their Control*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. Cited
- Vargas, R.I. and T. Nishida. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 78: 1242-1244.
- Shimizu, Y., T. Kohama, T. Uesato, T. Matsuyama, and M. Yamagishi. 2007. Invasion of solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) to Yonsguni Island, Okinawa Prefecture, Japan. *Applied Entomology and Zoology* 42(2): 269-275.
- Stonehouse, J., J. Mumford, A. Poswell, R. Mahmood, A. H. Makhdom, Z. M. Chaudhary, K. N. Baloch, G. Mustafa and M. McAllister. 2004. The accuracy and bias of visual assessments of fruit infestation by fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection* 23: 293-296.
- Takashi K., G. B. J. P. Rajapakse and T. Kenji. 2004. Population surveys of *Bactrocera* fruit flies by lure trap in Sri Lanka. *Research Bulletin of the Plant Protection Service Japan* 40: 83-87.
- Weems, H. V., J. B. Heppner, L. N. James and R. F. Thomas. 2010. *Featured creatures*. University of Florida. (Online). Available: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/oriental_fruit_fly.htm (December 23, 2011).
- White, I. M. and M. M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. CABI International and ACIAR, UK. 601 p.
- Wong, T. T., M. M. Ramadan and N. Mochizuki. 1983. Infestation pattern, of Mediterranean

- fruit fly and the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the Kula area of Maui, Hawaii. Environmental Entomology 12:1031-1039.
- Wong, T. T. and M. M. Ramadan. 1985. Parasitization of the mediteranean and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Kula area of Maui, Hawaii, U. S. A. Journal of Economic Entomology 80: 77-80.
- Vagas, R. I., and T. Nichida. 1985. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 78: 1242-1244.
- Vargas, R., E. Jang, R. Mau, and L. Wong. 2012. Fruit fly male annihilation. (Online). Available: <http://www.extento.hawaii.edu/fruitfly/brochure%20pdf/male%20annihilation.pdf> (August 22, 2012).
-

ปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4}
(ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1)
ต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

Reactions of BC_4F_{3-4} Rice Lines (Rathu Heenati/KDML105 x
Chai Nat 1) on White-backed Planthopper in Lower Northern
Thailand

สุพร กิมขาว^{1/} วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{2/}

จิราพร กุลสาริน^{2/} และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{2/}

Suporn Kimkhaw^{1/}, Weerathep Pongprasert^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{2/}

Jiraporn Kulsarin^{2/} and Yaowaluk Chanbang^{2/}

Abstract: The objectives of this study were to determine the reaction of BC_4F_3 rice lines (Rathu Heenati/KDML105 X Chai Nat 1) on white-backed planthopper (WBPH) populations, *Sogatella furcifera* (Horvath). Various populations of WBPH were collected from 12 rice paddy fields of 5 provinces in lower northern Thailand: Phitsanulok, Sukhothai, Nakhon Sawan, Phichit and Kamphaeng Phet. The reactions of 77 BC_4F_{3-4} backcross lines on those WBPH populations were carried out in green house. The total of 8-10 WBPH nymphs (2nd-3rd instar) per plant were released into the seedling stage of those rice varieties and the evaluation of damage was performed at 14 days after WBPH released using standard evaluation system for rice from International Rice Research Institute (IRRI). The result revealed that the total of 8, 11, 1 and 1 BC_4F_{3-4} backcross lines were significantly resistant to WBPH populations from 4 provinces: Kamphaeng Phet, Nakhon Sawan, Phichit and Sukhothai, respectively. Meanwhile none of those backcross lines resisted well to WBPH Populations from Phitsanulok. The BC_4F_{3-4} backcross lines; R4-3-2-130-9-40, R4-13-1-144-27-84, R4-4-2-134-18-68 and R4-13-1-144-27-79 were highly resistance to WBPH populations from those 4 provinces. Beside, the total of 4 BC_4F_{3-4} backcross lines; R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-4-2-134-18-55 and R8-24-1-183-84-227 tended to have high potential resistance to WBPH.

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

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

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

Keyword: White-backed planthopper, *Sogatella furcifera*, Rathu Heenati, KDML105, Chai Nat 1, insect resistant rice

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อประเมินปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับระยะ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีเนติ/ข้าวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1) กับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera* (Horvath)) (Hemiptera: Delphacidae) ในเขตพื้นที่นาภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยทำการเก็บรวบรวมประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวในเขตพื้นที่นาภาคเหนือตอนล่าง จาก 12 พื้นที่ ครอบคลุม 5 จังหวัด คือ กำแพงเพชร นครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก และสุโขทัย ทำการทดสอบปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับระยะ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีเนติ/ข้าวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1) จำนวน 77 สายพันธุ์ กับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่นาต่าง ๆ ข้างต้น ในสภาพโรงเรือนทดลองทำการปล่อยเพลี้ยกระโดดหลังขาววัยที่ 2 และ 3 จำนวน 8-10 ตัวต่อต้นเพื่อลงทำลายข้าวทดสอบในระยะกล้า และทำการประเมินผลความเสียหายที่ 14 วัน หลังปล่อยเพลี้ยกระโดดหลังขาว โดยใช้มาตรฐานระบบการประเมินความเสียหายสำหรับข้าวของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) และคัดเลือกข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับระยะ BC₄F₃₋₄ ที่เหมาะสม พบว่า ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับระยะ BC₄F₃₋₄ ที่แสดงปฏิกิริยาด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวในพื้นที่ จังหวัดกำแพงเพชร นครสวรรค์ พิจิตร และสุโขทัย มีจำนวน 8, 11, 1 และ 1 สายพันธุ์ ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกพบว่าทุกสายพันธุ์ไม่แสดงปฏิกิริยาด้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดหลังขาว สายพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาด้านทานครอบคลุมประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากแหล่งต่าง ๆ สูงสุดทั้ง 4 จังหวัด คือ R4-3-2-130-9-40, R4-13-1-144-27-84, R4-4-2-134-18-68 และ R4-13-1-144-27-79 นอกจากนี้พบข้าวลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-4-2-134-18-55 และ R8-24-1-183-84-227 มีแนวโน้มต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ดี

คำสำคัญ: เพลี้ยกระโดดหลังขาว ข้าวราตูฮีเนติ ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ข้าวชัยนาท 1 ข้าวต้านทานแมลง

คำนำ

เพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera* (Horvath)) จัดอยู่ในวงศ์ Delphacidae อันดับ Hemiptera เช่นเดียวกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) เพลี้ยกระโดดทั้ง 2 ชนิดจัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่มีความสำคัญที่สุดในเอเชีย ลงทำลายข้าวได้หลายสายพันธุ์ โดยดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ต้นข้าวมีอาการเหี่ยว และไหม้ (Yang *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดเชื้อไวรัสมาสู่ข้าว ทำให้ข้าวเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ ต้นเตี้ย แคระแกร็น ออกรวงข้าวและให้รวงไม่สมบูรณ์รวงให้เมล็ดลีบเป็นส่วนใหญ่ (Renganayaki *et al.*, 2002; Tang *et al.*, 1994) ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงและไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน (สุวัฒน์, 2544) การควบคุมเพลี้ยกระโดดทั้ง 2 ชนิด เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงเป็นหลัก (สำนวน และวีรเทพ, 2548) ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก

และเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ความสมดุลในธรรมชาติเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายศัตรูธรรมชาติที่สำคัญในระบบนิเวศของนาข้าว ดังนั้นการควบคุมโดยใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดนั้น เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดแมลงที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และเป็นวิธีการที่ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม (Jena and Mackill, 2008)

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 นั้น จัดเป็นข้าวคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด มีคุณสมบัติที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลซึ่งได้รับการถ่ายทอดลักษณะต้านทานมาจากข้าวพันธุ์ บาบาวี (Babawee) ด้วยเหตุที่เกษตรกรนิยมปลูกอย่างแพร่หลายและต่อเนื่อง ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของแหล่งพื้นที่ปลูกข้าวในเขตชลประทานของประเทศ ทำให้เกิดแรงกดดันต่อแมลงและส่งผลให้แมลงสามารถพัฒนาศักยภาพจนสามารถเข้าทำลายข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดมากขึ้นจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ (เจตน์, 2553) มีรายงานการวิจัยพบว่ายีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบางชนิดสามารถแสดงความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ โดยคุณลักษณะความต้านทานที่แสดงออกโดยยีน *Bph3* จากข้าวราตูฮีนตินั้นมีแนวโน้มแสดงคุณลักษณะดังกล่าวได้ (จิรพงศ์ และคณะ, 2552)

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงคุณลักษณะความต้านทานของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1) จำนวน 77 สายพันธุ์ ซึ่งได้รับการถ่ายยีนต้านทาน *Bph3* แล้ว กับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย เพื่อทำการคัดเลือกและพัฒนาข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1) ให้มีความเหมาะสมกับสภาพความต้านทานของเพลี้ยกระโดดหลังขาว รวมทั้งในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลการทดสอบปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 x ชัยนาท 1) ดังกล่าวกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

เก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดหลังขาวในเขตพื้นที่นาในเขตภาคเหนือตอนล่าง ทั้งหมด 12 พื้นที่ จำนวน 5 จังหวัด ประกอบด้วย เพลี้ยกระโดดหลังขาวจากนาข้าวอำเภอเมือง และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย อำเภอเมือง และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอเมือง และอำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอบางมูลนาก อำเภอตะพานหิน และอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร อำเภอบรรพตพิสัย อำเภอชุมแสง และอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

คัดแยกเพลี้ยกระโดดหลังขาวให้มีความบริสุทธิ์ (purified population) ปราศจากเชื้อโรค และศัตรูธรรมชาติที่อาจติดมากับแมลง รวมทั้งเพลี้ยกระโดดหลังขาวที่อ่อนแอ ทำการขยายเพิ่มจำนวนบนต้นข้าวพันธุ์

อ่อนแอ Taichung Native 1 (TN1) ถึงรุ่น F₃ จนได้ปริมาณเพลี้ยกระโดดหลังขาวมากพอสำหรับการทดสอบ

การเตรียมสายพันธุ์ข้าวเพื่อใช้ในการทดสอบ

ทำการปลูกข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ (ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 X ชัยนาท 1) จำนวน 77 สายพันธุ์ ข้าวพันธุ์ PTB33, ชัยนาท 1 (CNT1), สุพรรณบุรี 90 (SPR90), กข29 (RD29) และพิษณุโลก 2 (PHL2) เป็นพันธุ์มาตรฐานต้านทาน (resistant check) และพันธุ์ TN1 และสุพรรณบุรี 60 (SPR60) เป็นพันธุ์มาตรฐานอ่อนแอ (susceptible check) ในกระบะทดสอบ (seed box screening) ขนาด 60x40x10 เซนติเมตร ปลูกเป็นแถวยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ระยะห่าง ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ปลูกข้าวและถอนแยกให้เหลือต้นข้าวจำนวน 10 ต้น เมื่อข้าวอายุได้ 6-7 วัน ในสภาพทรงเลียงแมลง หรือในโรงเรือน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 ซ้ำ

ประเมินปฏิกิริยาและคัดเลือกข้าวต้านทานจากข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄

ทำการปล่อยประชากรของเพลี้ยกระโดดหลังขาวจาก จังหวัดพิษณุโลก ที่ผ่านการคัดแยกให้บริสุทธิ์ และเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวน จนถึงรุ่น F₃ ในระยะวัยที่ 2-3 จำนวน 8-10 ตัวต่อต้น เมื่อข้าวอายุประมาณ 6-7 วัน หรือมีใบประมาณ 2-3 ใบต่อต้น ตรวจการกระจายตัวของแมลง โดยปิดบริเวณแถวข้าวทดสอบเพื่อให้แมลงมีการเคลื่อนย้ายกระจายตัวให้ทั่วบริเวณแถวข้าวทดสอบในกระบะทดสอบ

เมื่อข้าวพันธุ์ TN1 ตาย 90-100 เปอร์เซ็นต์ หรือที่ 14 วันหลังจากปล่อยแมลง ทำการตรวจผลการทดสอบปฏิกิริยาของข้าวต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว โดยใช้มาตรฐานตาม Standard Evaluation System for Rice ของ IRRI (1998)

ดำเนินการซ้ำ แต่ใช้ประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่อื่น ๆ จนครบทั้ง 5 จังหวัด รวบรวมผลและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มสายพันธุ์ข้าวและประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว

ผลการทดลอง

ผลการประเมินปฏิกิริยาของประสิทธิภาพของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} (ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 กับชัยนาท 1) จำนวน 77 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ข้าวมาตรฐาน 7 สายพันธุ์ โดยใช้กลุ่มประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จำนวน 12 พื้นที่ จาก 5 จังหวัด ที่ 14 วันภายหลังการปล่อยเพลี้ยกระโดดหลังขาวลงทำลายซึ่งเป็นระยะมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบระดับความต้านทานของเพลี้ยกระโดดหลังขาว เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวปรับปรุงที่มีระดับความต้านทานสูงที่สุดต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวในแต่ละพื้นที่ พบว่า (ตารางที่ 1)

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากพื้นที่ อำเภอเมือง และอำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความต้านทานระดับสูง (R) เทียบเท่ากับสายพันธุ์ต้นกำเนิดยืนต้านทาน คือ พันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และเทียบเท่ากับพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ผู้รับ มีจำนวน 8 สายพันธุ์ ประกอบด้วย R4-3-2-130-9-23, R4-3-2-130-9-27, R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-3-2-130-9-40, R4-3-2-130-9-42, R4-4-2-134-18-55 และ R4-13-1-144-30-102 กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานระดับกลาง (MR) เทียบเท่ากับพันธุ์สุพรรณบุรี 60, สุพรรณบุรี 90, กข29 และพิษณุโลก 2 จำนวน 16 สายพันธุ์ กลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับพันธุ์ TN1 และ PTB33 ประกอบด้วย 53 สายพันธุ์

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากพื้นที่ อำเภอบรรพตพิสัย อำเภอชุมแสง และอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีความต้านทานระดับสูง (R) เทียบเท่ากับสายพันธุ์ต้นกำเนิดยืนต้านทาน คือ พันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 แต่สูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ผู้รับ ที่มีระดับความต้านทานในระดับปานกลาง และเทียบเท่ากับพันธุ์สุพรรณบุรี 60 มีจำนวน 11 สายพันธุ์ ประกอบด้วย R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-13-1-144-27-84,

R4-13-1-144-27-87, R4-13-4-147-32-125, R4-13-4-147-32-126, R15-19-4-211-131-337, R15-19-4-211-131-338, R15-19-4-211-131-344, R15-19-4-211-131-345 และ R15-19-4-211-131-354 กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานระดับปานกลาง (MR) เทียบเท่ากับพันธุ์ PTB33, สุพรรณบุรี 90, กข29 และพิษณุโลก 2 จำนวน 53 สายพันธุ์ กลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับพันธุ์ TN1 จำนวน 13 สายพันธุ์

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากพื้นที่ อำเภอบางมูลนาก อำเภอตะพานหิน และอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานสูง (R) ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวน 1 สายพันธุ์ คือ R15-15-3-200-98-266 กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานระดับปานกลาง (MR) มีจำนวน 16 สายพันธุ์ กลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับ พันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105, ชัยนาท 1, PTB33, สุพรรณบุรี 90, กข29, พิษณุโลก 2, TN1 และสุพรรณบุรี 60

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากพื้นที่ อำเภอเมือง และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวน 50 สายพันธุ์ กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับ พันธุ์พ่อและแม่ พันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 รวมทั้ง PTB33, สุพรรณบุรี 90, กข29, พิษณุโลก 2, TN1 และสุพรรณบุรี 60 มีจำนวน 24 สายพันธุ์ กลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับสูง (S) มีจำนวน 3 สายพันธุ์

ผลการทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากพื้นที่ อำเภอเมือง และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} มีระดับความต้านทานจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานสูง (R) ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ

Table 1 Reactions of 77 Rathu Heenati/KDML105 and Chai Nat 1 (BC₄F₃₋₄) backcross lines and 7 standard rice varieties responded to white-backed planthopper collected from Kamphaeng Phet (KPP), Nakhon Sawan (NKW), Phichit (PHC), Phitsanulok (PHL) and Sukhothai (SKT) at 14 days after WBPH released, R=resistance, MR=mild resistance, MS=mild susceptible, S=susceptible

Rice Varieties	Damage score				
	KPP	NKW	PHC	PHL	SKT
TN1	MS	MS	MS	MS	MS
PTB33	MS	MR	MS	MS	MS
SPR90	MR	MR	MS	MS	MS
RD29	MR	MR	MS	MS	MS
PHL2	MR	MR	MS	MS	MS
SPR60	MR	R	MS	MS	MS
Rathu Heenati	R	R	MS	MS	MS
Rathu Heenati x KDML105	R	R	MS	MS	MS
CNT1	R	MR	MS	MS	MS
R4-3-2-130-9-23	R	MS	MS	MS	MS
R4-3-2-130-9-27	R	MR	MS	MS	MS
R4-3-2-130-9-35	R	R	MS	MS	MR
R4-3-2-130-9-39	R	R	MS	MS	MR
R4-3-2-130-9-40	R	MR	MR	MS	MR
R4-3-2-130-9-42	R	MR	MS	MS	MR
R4-3-2-130-9-44	MS	MS	MS	MS	MS
R4-4-2-134-18-55	R	MR	MS	MS	MR
R4-4-2-134-18-57	MR	MS	MS	MS	R
R4-4-2-134-18-61	MS	MR	MS	MS	MS
R4-4-2-134-18-68	MS	MR	MR	MR	MR
R4-13-1-144-27-79	MR	MR	MS	MR	MR
R4-13-1-144-27-84	MR	R	MS	MR	MR
R4-13-1-144-27-87	MS	R	MS	MR	MR
R4-13-1-144-27-90	MS	MR	MS	MR	MR
R4-13-1-144-27-91	MS	MR	MS	MR	MR
R4-13-1-144-27-93	MS	MR	MR	MR	MR
R4-13-1-144-30-100	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-1-144-30-102	R	MR	MS	MR	MS
R4-13-1-144-30-104	MR	MR	MS	MR	MS
R4-13-1-144-30-110	MR	MR	MS	MR	MS
R4-13-1-144-30-112	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-1-144-30-121	MR	MR	MS	MR	MS

Table 1 (continued)

Rice Varieties	Damage score				
	KPP	NKW	PHC	PHL	SKT
R4-13-4-147-32-125	MR	R	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-126	MR	R	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-131	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-135	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-137	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-138	MR	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-139	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-142	MR	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-32-145	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-33-146	MR	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-33-157	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-4-147-33-161	MS	MR	MS	MR	MS
R4-13-5-148-37-170	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-37-173	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-37-176	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-181	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-182	MR	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-185	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-191	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-195	MS	MS	MS	MR	MS
R4-13-5-148-39-201	MS	MR	MS	MR	MS
R4-22-4-162-59-206	MS	MR	MR	MR	MS
R4-22-4-162-59-209	MS	MR	MR	MR	MS
R4-22-4-162-59-211	MS	MR	MR	MR	MS
R4-22-4-162-59-215	MS	MR	MS	MR	MS
R8-24-1-183-84-227	MS	MR	MR	MR	MS
R8-36-4-191-96-251	MS	MR	MR	MR	MS
R8-36-4-191-96-254	MS	MR	MR	MS	MS
R8-36-4-191-96-257	MS	MR	MR	MS	MS
R8-36-4-191-96-258	MS	MR	MR	MS	MS
R15-15-3-200-98-266	MS	MR	R	MS	MS
R15-15-3-200-98-270	MS	MR	MR	MR	MS
R15-15-3-200-98-271	MS	MR	MR	MR	MS
R15-15-3-200-98-274	MS	MR	MS	MR	MS
R15-17-2-204-115-278	MS	MR	MR	MS	MS

Table 1 (continued)

Rice Varieties	Damage score				
	KPP	NKW	PHC	PHL	SKT
R15-17-2-204-115-279	MS	MR	MS	S	MS
R15-17-2-204-115-283	MS	MR	MS	S	MS
R15-19-2-209120-296	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-2-209-121-303	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-2-209-121-307	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-2-209-121-308	MS	MR	MS	S	MS
R15-19-2-209-121-310	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-2-209-121-313	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-4-211-128-320	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-4-211-128-326	MS	MR	MS	MS	MS
R15-19-4-211-128-327	MR	MR	MS	MR	MS
R15-19-4-211-128-329	MR	MR	MS	MR	MS
R15-19-4-211-128-335	MS	MR	MS	MR	MS
R15-19-4-211-131-337	MR	R	MS	MS	MS
R15-19-4-211-131-338	MR	R	MS	MS	MS
R15-19-4-211-131-344	MS	R	MS	MR	MS
R15-19-4-211-131-345	MS	R	MR	MR	MS
R15-19-4-211-131-346	MS	MR	MS	MR	MS
R15-19-4-211-131-354	MS	R	MR	MR	MS

105 และพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวน 1 สายพันธุ์ คือ R4-4-2-134-18-57 กลุ่มที่สอง คือ กลุ่มที่มีระดับความต้านทานปานกลาง (MR) มีจำนวน 12 สายพันธุ์ กลุ่มที่สาม คือ กลุ่มที่มีความอ่อนแอระดับปานกลาง (MS) เทียบเท่ากับพันธุ์ราตูลีเนติ/ข้าวดอกมะลิ 105 และชัยนาท 1, PTB33, สุพรรณบุรี 90, กข29, พิษณุโลก 2, TN1, สุพรรณบุรี 60 มีจำนวน 64 สายพันธุ์

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่ทั้ง 5 แห่ง และสร้างเป็นแผนผังความสัมพันธ์ (dendrogram) และทดสอบความแข็งแรงของสายความสัมพันธ์ด้วย bootstrap จำนวน 100 ครั้ง พบว่า ความใกล้ชิดของกลุ่มประชากรเพลี้ยกระโดด

หลังขาวแต่ละพื้นที่สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่มหลัก กลุ่มแรก คือ กำแพงเพชร กลุ่มที่สอง คือ พิษณุโลก และสุโขทัย กลุ่มที่สามคือ นครสวรรค์ และพิจิตร โดยประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวกลุ่มแรก และกลุ่มที่สองมีความใกล้ชิดกันมาก มีค่า bootstrap เท่ากับ 99 โดยในกลุ่มที่สอง ประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพิษณุโลกมีความใกล้ชิดกับสุโขทัย มีค่า bootstrap เท่ากับ 100 ส่วนกลุ่มที่สามนั้นความสัมพันธ์แยกออกจากกลุ่มแรก และกลุ่มที่สองอย่างชัดเจน มีค่า bootstrap เท่ากับ 100 โดยในกลุ่มที่สาม ประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว จากนครสวรรค์มีความใกล้ชิดกับพิจิตรมาก มีค่า bootstrap เท่ากับ 100 (ภาพที่ 1)

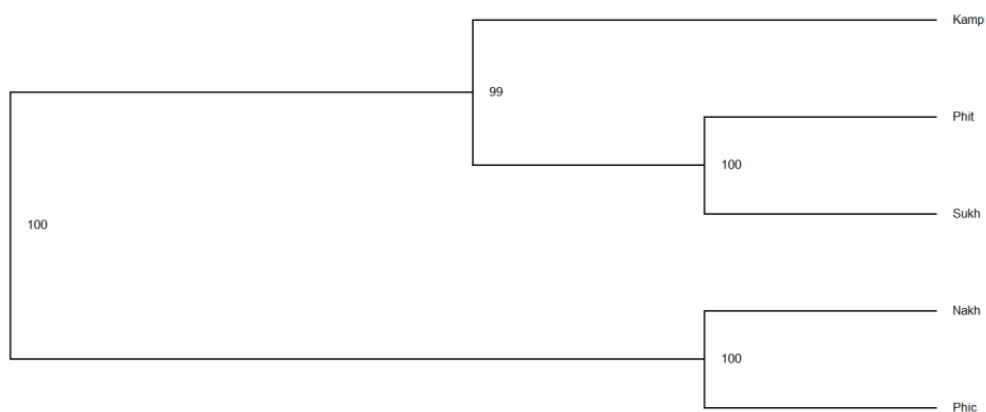


Figure 1 Dendrogram presents the relationship of the five white-backed planthopper populations collected from Kamphaeng Phet (Kamp), Phitsanulok (Phit), Sukhothai (Sukh), Nakhon Sawan (Nakh) and Phichit (Phic). The number on branch=bootstrap value calculated from 100 repeats

วิจารณ์

ปัจจุบันสภาพของการปลูกข้าวของเกษตรกรไทยในเขตพื้นที่นาภาคเหนือตอนล่าง มีการปลูกต่อเนื่องตลอดทั้งปีโดยเฉพาะในเขตพื้นที่นาชลประทาน พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมใช้ในการเพาะปลูกในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน และนิยมปลูกพันธุ์เดียวกันเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง มีทั้งพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ปลูกราชการ ที่ประกอบด้วยข้าวที่มีและไม่มีคุณลักษณะที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว การปลูกข้าวโดยวิธีการดังกล่าวทำให้เพลี้ยกระโดดหลังขาวเกิดความหลากหลายและมีความจำเพาะต่อพื้นที่เพาะปลูกนั้น ๆ (Maynard and Szathmáry, 1997; Coyne and Orr, 2004) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความรุนแรงในการเข้าทำลายข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน (พุดมีพงษ์, 2554) อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดหลังขาวที่แน่นอน แต่พบว่ามี ความแตกต่างระหว่างเพลี้ยกระโดดหลังขาวในประเทศฟิลิปปินส์ และประเทศอินเดีย (Angeles *et al.*, 1986; Chen, 2009)

จากผลการประเมินปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC₄F₃₋₄ ทั้ง 77 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ข้าวมาตรฐาน 7 สายพันธุ์กับประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจำนวน 12 พื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัดในภาคเหนือตอนล่างที่ 14 วัน พบว่าปฏิกิริยาของข้าวในการ

ตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดหลังขาวนั้น มีความแตกต่างไปตามแหล่งที่มาของประชากรของเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่ต่าง ๆ อย่างชัดเจน บ่งชี้ถึงสภาพของเพลี้ยกระโดดหลังขาวในภาคเหนือตอนล่างว่าปัจจุบันมีความหลากหลาย และมีความแตกต่างที่มีความจำเพาะต่อพื้นที่ โดยพื้นที่ที่แสดงความรุนแรงมากที่สุดคือประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากจังหวัดพิษณุโลก รองลงมาคือพิจิตรและสุโขทัย ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาของข้าวพันธุ์เปรียบเทียบต่าง ๆ พบว่าข้าวพันธุ์ที่แสดงความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ดีมีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้น คือ ราตูฮีนติ, ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105, ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 60 โดยข้าวพันธุ์ ราตูฮีนติ และราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 มีปฏิกิริยาต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวในลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน แสดงถึงแหล่งของคุณลักษณะต้านทานของข้าวพันธุ์ราตูฮีนติ/ขาวดอกมะลิ 105 ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มได้รับมาจากข้าวพันธุ์ราตูฮีนติมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างไรก็ตามความต้านทานที่พบจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์จำกัดอยู่เฉพาะประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่ของจังหวัดนครสวรรค์ และกำแพงเพชรเท่านั้น ส่วนในพื้นที่อื่น ๆ ไม่สามารถต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ ส่วนพันธุ์ PTB33 ซึ่งต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีกลับต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้น้อยมาก ในทางตรงข้ามข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ที่ไม่ต้านทาน

ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแต่กลับต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ดีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากจังหวัดนครสวรรค์

ส่วนข้าวลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ทั้ง 77 สายพันธุ์ พบข้าวส่วนใหญ่แสดงปฏิกิริยาด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวในพื้นที่ต่าง ๆ ได้ดีกว่าข้าวพันธุ์เปรียบเทียบ และพบข้าวลูกผสมกลับจำนวนมากมีระดับต้านทานเทียบเท่าหรือสูงกว่าหรือครอบคลุมประชากรของเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่ต่าง ๆ มากกว่าพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์มาตรฐานต้านทานสุพรรณบุรี 60 กระจ่ายตัวในลักษณะและรูปแบบต่าง ๆ โดยสายพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาด้านทานครอบคลุมแหล่งของประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวมากที่สุดถึง 4 กลุ่มประชากรคือ R4-3-2-130-9-40, R4-13-1-144-27-84, R4-4-2-134-18-68 และ R4-13-1-144-27-79 และสายพันธุ์ที่มีปฏิกิริยาด้านทานในระดับสูงกว่าพ่อแม่คือ R4-3-2-130-9-35 และ R4-3-2-130-9-39 ในขณะที่สายพันธุ์ที่มีปฏิกิริยาด้านทานในระดับสูงกว่าแม่คือ R4-3-2-130-9-40, R4-3-2-130-9-42, R4-4-2-134-18-55 และ R4-13-1-144-30-102

เนื่องจาก มีรายงานการวิจัยพบว่ายีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบางชนิดรวมทั้ง ยีน *Bph3* สามารถแสดงความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดหลังขาวได้ (จิรพงศ์ และคณะ, 2552) จากการเปรียบเทียบผลการประเมินปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ทั้ง 77 สายพันธุ์ ที่มีต่อประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (เจตน์ และคณะ, 2552; พุฒิพิงษ์ และคณะ, 2554) พบว่า ข้าวลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} จำนวน 4 สายพันธุ์คือ R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-4-2-134-18-55 และ R8-24-1-183-84-227 มีแนวโน้มต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดทั้งสองชนิดได้ดีที่สุดและครอบคลุมประชากรของเพลี้ยกระโดดทั้ง 2 ชนิดมากที่สุด

สรุป

ในการศึกษาปฏิกิริยาของข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ทั้ง 77 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ข้าวมาตรฐาน 7 สายพันธุ์ โดยใช้กลุ่มประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาว

จำนวน 12 พื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพิจิตร และจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ทั้ง 77 สายพันธุ์ มีปฏิกิริยาด้านทานต่อการเข้าทำลายของกลุ่มประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากพื้นที่ต่าง ๆ ในภาคเหนือตอนล่างแตกต่างกัน ข้าวสายพันธุ์ลูกผสมกลับ BC_4F_{3-4} ที่เหมาะสมกับพื้นที่ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร และจังหวัดสุโขทัย มี 8, 11, 1 และ 1 สายพันธุ์ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกพบว่าทุกสายพันธุ์ไม่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดหลังขาว สายพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาด้านทานครอบคลุมแหล่งของประชากรเพลี้ยกระโดดหลังขาวมากที่สุด คือ R4-3-2-130-9-40, R4-13-1-144-27-84, R4-4-2-134-18-68 และ R4-13-1-144-27-79 และสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาวและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี คือ R4-3-2-130-9-35, R4-3-2-130-9-39, R4-4-2-134-18-55 และ R8-24-1-183-84-227

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดี ทั้งในส่วนของ งบประมาณ เครื่องมือ ข้อมูล และอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

จิรพงศ์ ไจรินทร์ วราภรณ์ วงศ์บุญ กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์, สงวน เทียงดีฤทธิ์ พิกุล ลีลาฤกษ์ และกัลยา สานเสน. 2552. การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมีคุณภาพเมล็ดเหมือนขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย. ใน: เอกสารประกอบการประชุมข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552. กรมการข้าว, กรุงเทพฯ. หน้า 187-207.

- เจตน์ คชฤกษ์. 2553. การพัฒนาความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพันธุ์ข้าวชัยนาท 1 โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย (MAS). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 62 หน้า.
- เจตน์ คชฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ สุรเดช พลวิสุทธิ และศิริพร กอนินทร์ศักดิ์. 2552. การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวปรับปรุงราตูลีเนติ/ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC₄F₁ ที่มียืนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph3* โดยเทคนิคการคัดเลือกด้วยดีเอ็นเอเครื่องหมาย. วารสารเกษตร 25(2): 135-143.
- พุดผิงษ์ เพ็งฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิช พันธุ์ จิราพร กุลสาริน เจตน์ คชฤกษ์, สุรเดช ปาละวิสุทธิ และภมร ปัตตาวะตัง. 2554. ความหลากหลายทางชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วารสารเกษตร 27(1): 27-37.
- สำนวน ฉิมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.
- สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2544. เรียนรู้การจัดการศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสาน. ใน: เอกสารวิชาการ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 262 หน้า.
- Angeles, D. S., G. S. Khush and E. A. Heinrichs, 1986. Inheritance of resistance to planthoppers and leafhoppers in rice. pp. 537-549. In: IRRI. Rice Genetics. Los Baños, Philippines.
- Chen, Y. H. 2009. Variation in planthopper-rice interactions: possible interactions among three species? pp. 315-326. In: K.L. Heong and B. Hardy (eds.). Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia, IRRI. Los Baños, Philippines.
- Coyne, J. A. and H. A. Orr. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Sunderland. 545 p.
- IRRI. 1998. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 54 p.
- Jena, K. K. and D. J. Mackill. 2008. Molecular markers and their use in marker-assisted selection in rice. Crop Sci. 48: 1266-1276.
- Maynard Smith, J. and E. Szathmáry. 1997. The Major Transitions in Evolution. Oxford University Press, New York. 366 p.
- Renganayaki, K., A.K. Fritz, S. Sadasivam, S. Pammi, S.E. Harrington, S.R. McCouch, S.M. Kumar and A.S. Reddy. 2002. Mapping and progress toward map-based cloning of brown planthopper biotype-4 resistance gene introgressed from *Oryza officinalis* into cultivated rice, *O. sativa*. Crop Sci. 42: 2112-2117.
- Tang, J. Y., J. A. Cheng and G. A. Norton. 1994. An expert system for forecasting the risk of white-backed planthopper attack in the first crop season in China. Crop Protect. 13: 463-473.
- Yang, H., X. Ren, Q. Weng, L. Zhu and G. He. 2002. Molecular mapping and genetic analysis of a rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene. Hereditas 136: 39-43.

การเก็บรวบรวมเชื้อราสาเหตุโรคแมลง ของเพลี้ยไฟพริกหวานในโรงเรือนใน จังหวัดเชียงใหม่

Collection of Entomopathogenic Fungi of Sweet Pepper Thrips in Screen House in Chiang Mai Province

ชฎารัตน์ ชมภูพลอย^{1/} จิราพร กุลสาริน^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{1/}
วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{2/} และ สิริญา คัมภีโร^{1/}
Chadarat Chomphooploy^{1/}, Jiraporn Kulsarin^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{1/},
Weerathep Pongprasert^{2/} and Siriya Kampiro^{1/}

Abstract: Thrips are the serious insect pests of chili plant which cause enormously damage, and are difficult to control. Currently, The biological control using the microorganisms in nature has been used to control insect pests recently especially, entomopathogenic fungi which are effective in destroying the sucking insects more than other microorganisms. The objective of this study was to collect the entomopathogenic fungi infected thrips on sweet pepper in screen house in Chiang Mai province. Isolation and identification of entomopathogenic fungi from soil samples and infected dead thrips on sweet pepper in screen house were conducted. The most common thrips found in screen house sweet pepper was *Scirtothrips dorsalis* Hood. Ten isolates of entomopathogenic fungi (four isolates of *Beauveria bassiana* and six isolates of *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*)) were found from those infected thrips.

Keywords: Entomopathogenic fungi, chilli thrips, sweet pepper

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

^{2/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

^{2/} Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources, and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

บทคัดย่อ: เพลี้ยไฟเป็นแมลงศัตรูพืชขนาดเล็กที่ระบาดและทำความเสียหายอย่างมากกับการปลูกพริก ปัจจุบันมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในธรรมชาติมาใช้ในการป้องกันกำจัด โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการทำลายแมลงประเภทปากดูดมากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ มักเป็นเชื้อรา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเก็บรวบรวมเชื้อราสาเหตุโรคแมลงของเพลี้ยไฟบนพริกหวานในโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเพลี้ยไฟศัตรูพืชของพริก โดยทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างดินในโรงเรียนปลูกพริกหวาน และเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟที่ตาย มาทำการศึกษาและจำแนกชนิด ผลการศึกษาพบว่า เพลี้ยไฟที่พบเข้าทำลายพริกหวานมากที่สุด คือ เพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood และพบเชื้อราสาเหตุโรคแมลง 2 ชนิด คือ *Beauveria bassiana* และ *Isaria fumosorosea* (= *Paecilomyces fumosoroseus*) สามารถแยกเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคของแมลงได้ทั้งหมดจำนวน 10 ไอโซเลท คือ *B. bassiana* จำนวน 4 ไอโซเลท และ *I. fumosorosea* จำนวน 6 ไอโซเลท

คำสำคัญ: เชื้อราสาเหตุโรคแมลง เพลี้ยไฟพริก พริกหวาน

คำนำ

พริกหวาน *Capsicum annuum* L. var. *longum* sendtn. เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่น รับประทานสด หรือนำมาทำพริกอบแห้งและพริกแช่แข็ง ความต้องการพริกหวานนั้นมีมาก โดยตลาดโลกมีความต้องการพริกเผ็ดปานกลางและพริกหวานมากกว่าพริกชนิดเผ็ดมาก เนื่องจากผลมีขนาดใหญ่ สีสด รสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาด จึงมีราคาแพง แต่การปลูกพริกหวานมักประสบปัญหาศัตรูพืชต่าง ๆ ระบาดโดยเฉพาะแมลงศัตรูพืช แมลงศัตรูที่สำคัญของพริกได้แก่ เพลี้ยไฟ และไรขาวพริก (ปิยรัตน์ และคณะ, 2542) โดยเฉพาะเพลี้ยไฟ ซึ่งมีขนาดเล็กสามารถแพร่กระจายได้รวดเร็วและมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ยาก เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การปลูกพริกในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรมักประสบกับปัญหาเพลี้ยไฟเข้าทำลาย ทำให้ดอกพริกร่วง รูปทรงผลพริกบิดงอ ผลพริกเสียคุณภาพ หากเข้าทำลายช่วงที่มีอากาศแห้งแล้งทำให้เกิดความเสียหายมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังเป็นพาหะในการถ่ายทอดเชื้อไวรัสจากต้นพืชที่เป็นโรคไปยังต้นพืชปกติ (อรรค์, 2551) เกษตรกรต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการควบคุมแมลง เช่น การซื้อสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัด และมีการนำพริกมาปลูกในโรงเรียน ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตและควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น และประสบ

ปัญหาในการป้องกันแมลงขนาดเล็ก การป้องกันกำจัดโดยใช้สารฆ่าแมลงในปริมาณมากและบ่อยครั้ง อาจทำให้แมลงเกิดการดื้อยา มีสารพิษตกค้างในผลผลิต เป็นอันตรายต่อผู้ใช้สารฆ่าแมลงและผู้บริโภคพืชผัก (ทิพย์วดี และคณะ, 2546) ด้วยเหตุนี้จึงมีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี เป็นการใช้ประโยชน์จากศัตรูธรรมชาติ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การใช้สารชีวภัณฑ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ และมีศักยภาพในการใช้ป้องกันกำจัดแมลง จึงเป็นแนวทางหนึ่ง值得พัฒนานำมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมี สารชีวภัณฑ์ประเภทจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงประเภทปากดูด ได้แก่ เชื้อราชนิดต่าง ๆ เนื่องจากสามารถเข้าทำลายแมลงได้โดยแทงเส้นใยทะลุผ่านผนังลำตัว ในขณะที่เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ แมลงต้องกินเข้าไปจึงมีมีประสิทธิภาพในการป้องกัน แต่เชื้อราบางชนิดมีความเฉพาะเจาะจงสูงกับแมลงอาศัย ตัวอย่างเช่น เชื้อรา *Entomophthora thripidum* และ *Neozygites parvispora* ทำให้เกิดโรคเฉพาะกับเพลี้ยไฟเท่านั้น (Vacante et al., 1994) เชื้อราบางชนิดมีแมลงอาศัยหลากหลาย เช่น เชื้อรา *Isaria farinosa* ที่แยกเชื้อมาจากแมลงหีวขาว สามารถทำให้เกิดโรคกับเพลี้ยไฟได้ และ เชื้อรา *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* และ *I. fumosorosea* ซึ่งแยกเชื้อมาจากเพลี้ยไฟสามารถทำให้เกิดโรคกับแมลงหีวขาวและเพลี้ยอ่อนได้เช่นกัน (Brownbridge, 1995) การใช้เชื้อรากลุ่มกำจัดแมลงในโรงเรียนประสบความสำเร็จดีกว่าจุลินทรีย์

ชนิดอื่น เนื่องจากในโรงเรียนมีความชื้นสูงซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการงอกเส้นใยเข้าทำลายแมลงของเชื้อรา (Fransen, 1990) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวม เชื้อราสาเหตุโรคแมลงของเพลี้ยไฟพริกหวานในโรงเรียน ที่มีความเฉพาะเจาะจงในการนำไปใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริก และเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปริมาณการใช้สารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างเพลี้ยไฟที่ตาย และ ตัวอย่างดินเพาะปลูกพริกหวานในโรงเรียน

สำรวจพื้นที่ปลูกพริกหวานในจังหวัดเชียงใหม่ โดยสืบค้นข้อมูลพื้นที่ปลูกพริกจากสำนักงานเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ (2553) ทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่าง เพลี้ยไฟในพื้นที่ที่มีการปลูกพริกหวานมากที่สุด สุ่มนับ จำนวนเพลี้ยไฟบนต้นพริกหวาน โดยการเคาะยอดพริก 50 ยอดที่ปลูกในโรงเรียน ส่วนผลพริกทำการนับจำนวน เพลี้ยไฟที่อยู่บนผลอ่อน โดยสุ่มนับโรงเรียนละ 50 ผล เพื่อ ประเมินการระบาดของเพลี้ยไฟบนต้นพริก เก็บตัวอย่าง เพลี้ยไฟที่เข้าทำลายพริกหวาน และเพลี้ยไฟที่เป็นโรค ตาย ในพื้นที่ปลูกพริกหวานในโรงเรียนของเกษตรกร ใน จังหวัดเชียงใหม่ นำแมลงที่เก็บได้ใส่ไว้ในกล่องที่รองกัน กล้องด้วยกระดาษทิชชู หยดน้ำกลั่นที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เล็กน้อยเพื่อให้ความชื้นกับตัวอย่าง และเก็บดินบริเวณ แปลงปลูกและโคนต้นพริก โดยชุดบริเวณผิวหน้าดินลึก ประมาณ 5-10 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติกประมาณ 200 กรัม ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 20 โรงเรียน โรงเรียนละ 10 จุด บันทึกสถานที่และวันที่เก็บ นำกลับมาทำการแยก เชื้อในห้องปฏิบัติการ ส่วนตัวอย่างเพลี้ยไฟที่เข้าทำลาย พริกหวาน นำมาทำสไลด์และจำแนกชนิด การจำแนก ชนิดตามวิธีการของ ศิริณี (2554) และ Mound and Gillespie (1997)

2. การจำแนกชนิดและเพาะเลี้ยงเชื้อที่ได้จากการ เก็บรวบรวม

2.1 การแยกเชื้อราจากตัวแมลง

2.1.1 นำเพลี้ยไฟที่ตายที่เก็บมาจากโรงเรียน จุ่มลงในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ (Samuels *et al.*, 2002; Maneesakorn *et al.*, 2011) เพื่อทำลายเชื้ออื่นที่ อาจติดมากับตัวแมลงและปนเปื้อนอยู่บนผนังลำตัวแมลง จากนั้นนำไปวางบนกระดาษทิชชูที่ฆ่าเชื้อเพื่อให้ตัวแมลง แห้ง หยดน้ำกลั่นบนสไลด์ที่ผ่านการหนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อให้ ความชื้น ใส่ไว้ในจานแก้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 3-4 วัน แมลงที่ตายด้วยเชื้อราคาดว่าเป็นเชื้อราสาเหตุโรค แมลงเจริญเส้นใยปกคลุมบนลำตัวแมลง นำซากแมลงที่ ตายมาตรวจดูใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

2.1.2 ทำการแยกเชื้อราจากแมลงโดยวาง แมลงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ซึ่งเติมกรดแลคติก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ แบคทีเรีย เมื่อเชื้อราเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อทำการแยก เชื้อในตู้เยื่อเชื้อ โดยใช้ cork borer ขนาด 0.5 เซนติเมตร เจาะลงบนส่วนของเชื้อราบริเวณที่กำลังเจริญไปวางใน จานเลี้ยงเชื้อใหม่ที่มีอาหาร PDA นำไปบ่มเชื้อที่ 25 องศา เซลเซียส

2.1.3 เมื่อเชื้อราเจริญ เชื้อเชื้อไปเลี้ยงบน อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อีกครั้ง เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ นำเชื้อ ราที่แยกได้มาจำแนกชนิดของเชื้อรา โดยนำเชื้อราที่เลี้ยง จนบริสุทธิ์แล้วมาเลี้ยงโดยวิธี slide culture เป็นเวลา 5-7 วัน จำแนกชนิดของเชื้อราที่เจริญบนสไลด์ โดยตรวจดู ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ลักษณะของ โคลนีส ก้านชูสปอร์ (conidiophores) และโคนิเดีย

2.2 การแยกเชื้อราจากตัวอย่างดิน

2.2.1 นำตัวอย่างดินที่เก็บมาจากพื้นที่ปลูก พริกหวานในโรงเรียนที่พบเพลี้ยไฟตายด้วยเชื้อราจำนวน 30 ตัวอย่าง ทำการแยกเชื้อด้วยวิธี dilution pour plate (กรมวิชาการเกษตร, 2554) โดยนำดินจำนวน 10 กรัม ใส่ ลงในขวดรูปชมพู่ ผสมกับน้ำกลั่นที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 90 มิลลิลิตร เขย่าให้ดินกระจายตัวประมาณ 10-20 นาที ใช้ปิเปตดูดสารแขวนลอยดินปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไป เจือจางด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นาน 1 นาที ทำการเจือจางที่ระดับความเข้มข้น 10^{-4} มิลลิลิตร

2.2.2 ดูดสารแขวนลอยดินจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

และ SDA ที่อ่อน (ประมาณ 42-45 องศาเซลเซียส) ลงไป หมุนจานเพื่อให้สารแขวนลอยดินและอาหารเข้ากัน บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 7 วัน

2.2.3 เมื่อกลุ่มเชื้อราเจริญบนผิวหน้าของอาหาร แยกเชื้อในตู้เชื้อเชื้อ โดยใช้ cork borer ขนาด 0.5 เซนติเมตร เจาะลงบนส่วนของเชื้อรา นำไปวางในจานเลี้ยงเชื้อใหม่ที่มีอาหาร PDA บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเชื้อเจริญเต็มที่แล้วเชื้อไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น นำเชื้อราที่แยกได้มาทำการจำแนกชนิดเช่นเดียวกับการจำแนกจากตัวแมลง

การวิเคราะห์ชีววิทยาศาสตร์และการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน อ้างอิงตามหลักการของ Humber (2005, 2012) และ Barnett and Hunter (2011)

ผลการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมตัวอย่างเพลี้ยไฟที่เป็นโรคตายและตัวอย่างดินเพาะปลูกพริกในโรงเรียน

จากการสืบค้นข้อมูลพื้นที่ปลูกพริกหวานในจังหวัดเชียงใหม่ในปี 2553 พบว่าในอำเภอแมริม มีการปลูกพริกหวานมากที่สุด จำนวน 142 ไร่ และสำรวจพบการระบาดของเพลี้ยไฟเป็นจำนวนมากทั้งบนใบและผลพริก มีจำนวนเฉลี่ยมากกว่า 20 ตัวต่อใบ และ 5 ตัวต่อผลหมู่บ้านที่ปลูกพริกมากได้แก่ บ้านม่วงคำ บ้านบงไคร้ และบ้านโป่งแยงใน ในปี พ.ศ. 2554 ได้กลับไปสำรวจพื้นที่เดิมพบว่า มีการระบาดของเพลี้ยไฟน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2553 พบการระบาดโดยเฉลี่ย 6 ตัวต่อต้น และมีพื้นที่ปลูกพริกหวานน้อยลง เนื่องจากเกิดโรคไวรัสระบาดเป็นจำนวนมากในโรงเรียนประกอบกับปีที่ผ่านมามีเพลี้ยไฟระบาดทำความเสียหายอย่างมาก เกษตรกรบางรายจึงทิ้งแปลงปลูกเนื่องจากไม่คุ้มทุนในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรู จากสาเหตุดังกล่าว เกษตรกรบางรายเลือกปลูกพืชชนิดอื่นแทน ทำให้พบปริมาณเพลี้ยไฟลดลง

จากการเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟมาทำสไลด์และจำแนกชนิด พบว่าเพลี้ยไฟที่ทำลายพริกหวานในโรงเรียนมีชนิดเดียวคือ เพลี้ยไฟ *Scirtothrips dorsalis* Hood

(ภาพที่ 1) ซึ่งอยู่ในอันดับย่อย Terebrantia วงศ์ Thripidae วงศ์ย่อย Thripinae สกุล *Scirtothrips* เป็นเพลี้ยไฟขนาดเล็กมาก ประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีเหลืองอ่อน เรียกทั่วไปว่าเพลี้ยไฟพริก หรือเพลี้ยไฟชาสีเหลือง

2. การจำแนกชนิดและเพาะเลี้ยงเชื้อราที่ได้จากการเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟ

2.1 การแยกเชื้อราจากเพลี้ยไฟ

ทำการแยกเชื้อราจากเพลี้ยไฟที่ตายและมีเชื้อราขึ้นบนตัวแมลง จำนวน 100 ตัว แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน แล้วแบ่งวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่เติมกรดแลคติก จำนวน 4 จุด เก็บไว้อีก 4-6 วัน พบว่ามีเส้นใยที่เจริญบนอาหาร PDA เชื้อราเจริญเติบโตมีลักษณะของโคโคนีคล้ายผงแป้งมีสีเทา จึงทำการแยกเชื้อรามาล้างต่อในอาหาร PDA ใหม่

2.2 การแยกเชื้อราจากดิน

เชื้อราที่มีลักษณะของโคโคนีสีขาว และสีเทา จึงทำการแยกเชื้อมาล้างต่อในอาหาร PDA ใหม่ เมื่อทำการแยกเชื้อมาเลี้ยงจนได้เชื้อราที่บริสุทธิ์แล้ว ตรวจสอบลักษณะของโคโคนีที่เจริญบนอาหาร พบว่ากลุ่มของโคโคนีมีลักษณะคล้ายผงแป้ง จำนวน 10 ตัวอย่าง จึงทำการตรวจสอบลักษณะของโคโคนีที่เจริญบนอาหารอีกครั้งหนึ่ง และทำการวินิจฉัยตามแผนผังการวินิจฉัยเชื้อราสาเหตุโรคแมลง พบว่า กลุ่มโคโคนีเดียวของเชื้อราที่มีสีเทาและสีเทาอมม่วงอาจเป็นเชื้อราในสกุล *Isaria* (ภาพที่ 2A) กลุ่มโคโคนีเดียวของเชื้อราที่มีสีขาวอาจเป็นเชื้อราในสกุล *Beauveria* (ภาพที่ 2B)

เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะของ conidiophores เชื้อราที่มีกลุ่มโคโคนีเดียวสีขาว มีก้านชูโคโคนีเดียว (conidiophores) อยู่รวมกันเป็นกระจุก และมีโคโคนีติดอยู่เป็นกระจุก (ภาพที่ 3A) โคโคนีเป็นแบบเชลล์เดียว มีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ (ภาพที่ 3B) ส่วนเชื้อราที่มีกลุ่มโคโคนีเดียวสีเทาและเทาอมม่วง ส่วนของ conidiophore มีลักษณะโคนโป่งออกและเรียวเล็กไปสู่ปลาย ขนาดค่อนข้างยาว และเรียวคล้ายนิ้วมือ อยู่เรียงกันเป็นคู่และแตกแขนงออกเป็นคู่ ส่วนปลายมีโคโคนีเรียงอยู่เป็นแถวหรือเดี่ยว ๆ (ภาพที่ 3C) โคโคนีเป็นแบบเชลล์เดียว มีรูปร่างเป็นวงรี (ภาพที่ 3D) (Funder, 1968; Samson,



Figure 1 Chili thrips *Scirtothrips dorsalis*

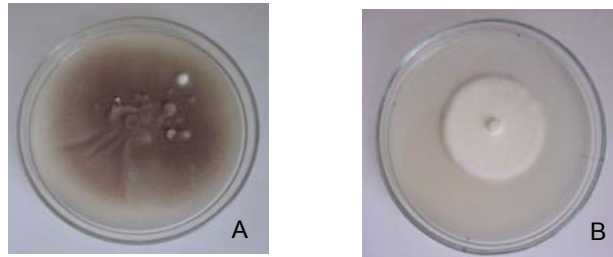


Figure 2 Colony of entomopathogenic fungi (A) *Isaria* and (B) *Beauveria* isolated from fungal growth on dead thrips

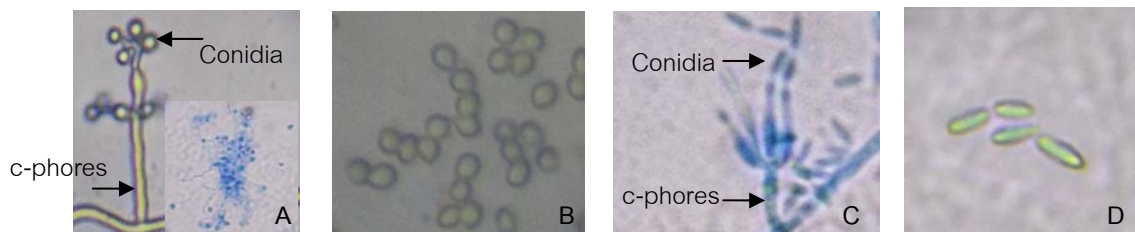


Figure 3 Characteristics of entomopathogenic fungi; (A) Conidiophores of *Beauveria*, (B) Conidia of *Beauveria*, (C) Conidiophores of *Isaria*, and (D) Conidia of *Isaria* (400X)

1974; George *et al.*, 1978; Barnett and Hunter, 1998) จากการจำแนกลักษณะของเชื้อรา พบว่า เชื้อราที่มีกลุ่มโคนิเดียสีขาวคือเชื้อรา *Beauveria bassiana* วงศ์ Cordycipitaceae ส่วนเชื้อราที่มีกลุ่มโคนิเดียสีเทาคือเชื้อรา *Isaria fumosorosea* วงศ์ Clavicipitaceae และสามารถจำแนกเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *I. fumosorosea* ได้จำนวน 4 isolates และ 6 isolates ตามลำดับ

วิจารณ์

เพลี้ยไฟที่พบเข้าทำลายพริกหวานในโรงเรียนที่ทำการศึกษาค้นครั้งนี้ คือเพลี้ยไฟพริก *S. dorsalis* ซึ่งเป็น

เพลี้ยไฟชนิดเดียวที่พบว่าเข้าทำลายพริกหวานในประเทศไทย Weintraub (2007) ได้รายงานว่า *S. dorsalis* เป็นแมลงศัตรูชนิดใหม่ที่เข้าทำลายพริกหวานในประเทศอิสราเอล นอกจากนี้ ยังพบเพลี้ยไฟชนิดอื่นในพริกหวาน ได้แก่ western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Thrips tabaci* Lindeman และ *Thrips palmi* Karny ในประเทศอื่น ๆ คือ ประเทศอิตาลี พบเพลี้ยไฟ 2 ชนิด ได้แก่ *F. occidentalis* และ *T. tabaci* ในประเทศจีนและสหรัฐอเมริกาพบเพลี้ยไฟ *F. occidentalis*, *S. dorsalis*, *T. palmi* และ *T. tabaci* เป็นแมลงศัตรูพืชในพืชหลายชนิด รวมถึงพริกด้วย (Tommasini and Maini, 2001)

เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่เข้าทำลายเพลี้ยไฟส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Metarhizium*, *Verticillium*, *Beauveria* และ *Isaria* (Castineiras et al., 1996) ในการศึกษาครั้งนี้พบเชื้อราทั้ง 2 ชนิด คือ *Beauveria bassiana* และ *Isaria fumosorosea* ส่วนในต่างประเทศมีรายงานการสำรวจเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในเพลี้ยไฟ โดย Holley (2011) ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจากแมลงในอันดับ Hemiptera และ Thysanoptera พบเชื้อราสาเหตุโรคแมลงหลายชนิด ในวงศ์ Clavicipitaceae เช่น เชื้อราในสกุล *Isaria*, *Metarhizium* และ *Numoraea* ในวงศ์ Cordycipitaceae เช่น เชื้อราในสกุล *Beauveria*, *Lecanicillium* และ *Isaria* ในวงศ์ Ophiocordycipitaceae เช่น เชื้อราในสกุล *Hirsutella*, *Hymenostilbe* และ *Verticillium* เป็นต้น นอกจากนี้ Valle-De la Paz et al. (2003) ทำการสำรวจเชื้อราสาเหตุโรคแมลงของเพลี้ยไฟในอะโวคาโดในประเทศเม็กซิโก พบเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Cladosporium* sp. เชื้อรา *B. bassiana*, *M. anisopliae* และเชื้อราสกุล *Isaria* 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการเข้าก่อโรคกับเพลี้ยไฟพริก *S. dorsalis* ในพริก และจากการประเมินผลประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมเพลี้ยไฟพริก *S. dorsalis* พบว่า เชื้อราที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ *I. fumosorosea*, *B. bassiana* และ *M. brunneum* (Arthurs et al., 2011) ในประเทศไทยมีรายงานการใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลงกับเพลี้ยไฟ โดยทิพย์วดี และคณะ (2546) รายงานว่าเพลี้ยไฟอ่อนแอต่อเชื้อรา *B. bassiana* และ *I. fumosorosea* นอกจากการเข้าทำลายเพลี้ยไฟแล้ว เชื้อราในสกุล *Isaria* ยังมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงชนิดอื่นอีก เช่น เชื้อรา *I. tenuipes* ไอโซเลท Pt 6073 มีประสิทธิภาพในการเข้าก่อโรคกับแมลงหวี่ขาว (ศิริญา และคณะ, 2554) ในด้านความปลอดภัย พบว่าเชื้อรา *I. fumosorosea* ไม่มีพิษต่อมนุษย์ สัตว์อื่น ๆ และสิ่งแวดล้อม (Zimmermann, 2008) จากการทดสอบความเป็นพิษของเชื้อรา *B. bassiana* และ *B. brongniartii* พบว่ามีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม แมลงที่เป็นประโยชน์ เช่น ผึ้ง และแมลงศัตรูธรรมชาติ นก สัตว์ และแมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม รวมทั้งมนุษย์ (Zimmermann, 2007)

สรุปผลการทดลอง

เพลี้ยไฟถือได้ว่าเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญและทำความเสียหายให้กับพริกที่ปลูกเป็นอย่างมาก สามารถทำความเสียหายตั้งแต่ระยะออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว จึงต้องมีการควบคุมและป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค ซึ่งการใช้เชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคแมลงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีศักยภาพในการควบคุมแมลงได้ดี เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำให้เกิดโรคกับแมลง โดยเฉพาะแมลงปากดูดตัวเล็ก ๆ เช่น เพลี้ยไฟ การวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างดิน และตัวอย่างเพลี้ยไฟที่ตายด้วยโรคในโรงเรือนปลูกพริกหวานของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ โดยพบว่า จังหวัดเชียงใหม่มีการปลูกพริกหวานในโรงเรือนมากที่สุด คือ อำเภอแมริม เพลี้ยไฟที่เข้าทำความเสียหายให้กับพริกที่ปลูก คือ เพลี้ยไฟพริก *S. dorsalis* ชนิดเดียว มีจำนวนเฉลี่ยมากกว่า 20 ตัวต่อใบ และ 5 ตัวต่อผล จากการเก็บรวบรวมและแยกเชื้อจากตัวอย่างเพลี้ยไฟที่ตายและตัวอย่างดินพบเชื้อราโรคแมลง 2 ชนิด คือ *B. bassiana* จำนวน 4 ไอโซเลท และ *I. fumosorosea* จำนวน 6 ไอโซเลท

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2554. เชื้อโรค (Pathogen). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/fielcrops/ipm/th/books/cabi_natural_enemies_1/book_3.html (28 มีนาคม 2555).
- ทิพย์วดี อรรถธรรม กรรณิการ์ สีนวลมาก และ จีรภาพัญญาศิริ. 2546. เชื้อราของแมลงและศักยภาพในการใช้ควบคุมกำจัดเพลี้ยไฟ. หน้า 704-717. ใน: รายงานการประชุมวิชาการ

- อารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 6 เรื่องหนึ่งทศวรรษ
แห่งการอารักขาพืชในประเทศไทย. 24-27
พฤศจิกายน 2546. ขอนแก่น.
- อัครงค์ เครือชุมพล. 2551. พริก. ทัพบกของการพิมพ์,
กรุงเทพฯ. 120 หน้า.
- ปิยรัตน์ เขียนมีสุข กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์ นงพร กิจบำรุง
จักรพงษ์ พริยพล ศรีสุดา ใต้ทอง สมศักดิ์ ศิริ
พลตั้งมั่น ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ อูราพร ใจ
เพชร ศรีจันทรรักษ์ พิชิตสุวรรณชัย สมรย รุ่ง
รัตนวารี และ สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2542.
แมลงศัตรูพืชที่สำคัญบางชนิดและการป้องกัน
กำจัด. หน้า 25-63. ใน: เอกสารวิชาการแมลง
ศัตรูพืช. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการ
เกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศิริณี พูนไชยศรี. 2544. เพลี้ยไฟ Terebrantia. ครูสภา
ลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 76 หน้า.
- สิริญา คัมภีโร, จิราพร กุลสาริน, เยาวลักษณ์ จันทรวง
และ มาลี ตั้งระเบียบ. 2554. ประสิทธิภาพของ
เชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงหวี่
ขาวโรงเรียน. วารสารเกษตร 27(1): 49-57.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. 2553. สถิติการปลูกพืช
จังหวัดเชียงใหม่. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
<http://www.chiangmai.doe.go.th/> (1
กุมภาพันธ์ 2553).
- Arthurs, S., L. Aristizabal and P. Avery. 2011.
Evaluation of fungal entomopathogens for
management of chilli *Scirtothrips dorsalis*
Hood on pepper. pp. 36. In: Proceedings of
International Congress on Invertebrate
Pathology and Microbial Control & 44th
Annual Meeting of the Society for
Invertebrate Pathology. August 7-11, 2011.
Saint Mary's University, Canada.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1998. Illustrated
Genera of Imperfect Fungi. 4th ed. APS
Press, St Paul, Minnesota. 218 p.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 2011. Collection of
insect pathogens. (Online). Available:
<http://www.lubilosa.org/Engl02a.PDF> (May
5, 2011).
- Brownbridge, M. 1995. Prospects for
mycopathogens in thrips management. pp.
281-295. In: B. L. Parker, M. Skinner and T.
Lewis (eds.). Thrips Biology and
Management. University of Vermont,
Burlington, New York.
- Castineiras, A., E. J. Peña, R. Duncan and L.
Osborne. 1996. Potential of *Beauveria*
bassiana and *Paecilomyces fumosoroseus*
(Deuteromycotina: Hyphomycetes) as
biological control agents of *Thrips palmi*
(Thysanoptera: Thripidae). Florida
Entomologist 79(3): 458-461.
- Fransen, J. J. 1990. Fungi on aphids, thrips and
whitefly in the greenhouse environment. pp.
376-380. In: Proceedings and Abstracts 5th
International Colloquium on Invertebrate
Pathology and Microbial Control. August
20-24, 1990, Adelaide, Australia.
- Funder, F. 1968. Practical Mycology Manual for
Identification of Fungi. Hafner Publishing
Company, Inc., New York, U. S. A. 146 p.
- George, O., Jr. Poinar and G. M. Thomas. 1978.
Diagnostic manual for the identification of
insect pathogens. University of California at
Berkeley. Plenum press New York and
London. 218 p.
- Holley, W. R., (ed.). 2011. Collection of
entomopathogenic fungal cultures isolates
from hosts in Hemiptera or Thysanoptera.
USDA-ARS Biological Integrated Pest
Management Research. Ithaca, New York.
55 p.
- Humber, R. A. 2005. Entomopathogenic Fungal
Identification. USDA-ARS Plant Protection
Research Unit. Ithaca, New York. 32 p.

-
- Humber, R. A. 2012. Identification of entomopathogenic fungi. pp. 151-187. *In*: L. A. Lacey (ed.). Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Academic Press. London.
- Maneesakorn, P., R. An, H. Daneshvar, K. Taylor, X. Bai, B. J. Adams, P. S. Grewal and A. Chandrapatya. 2011. Phylogenetic and cophylogenetic relationships of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditis: Rhabditida) and their symbiotic bacteria (Photorhabdus: Enterobacteriaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution 59: 271-280.
- Mound, L. A. and P. Gillespie. 1997. Identification Guide to Thrips Associated with Crops in Australia. NSW Agriculture & CSIRO Entomology, Canberra. 56 p.
- Samson, A. R. 1974. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. Studies in Mycology 6: 32.
- Samuels, R. I., S. R. C. Pereira and C. A. T. Gava. 2002. Infection of the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) by Brazilian Isolates of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). Biocontrol Science and Technology 12: 631-635.
- Tommasini, G. M. and S. Maini. 2001. Thrips control on protected sweet pepper crops: enhancement by means of *Orius laevigatus* releases. p. 390. *In*: R. Marullo and L. Mound (eds.). Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. July 2-7, 2001, Reggio Calabria, Italy.
- Vacante, V., S. O. Cacciola and A. M. Pennisi. 1994. Epizootiological study of *Neozygites parrispora* (Zygomycota: Entomophthoraceae) in a population of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper in Sicily. Entomophaga 39: 123-130.
- Valle-De la Paz, M., J. F. Solís-Aguilar, J. L. Morales-García, R. M. Johansen-Naime and R. De la Torre-Almaráz. 2003. Searching for entomopathogenic fungi of thrips (Thysanoptera) affecting avocado under organic management in Mexico. pp. 370-371. *In*: Proceedings 5th World Avocado Congress. October 19-24, 2003, Granada-Málaga, Spain.
- Weintraub, G. P. 2007. Integrated control of pest in tropical and subtropical sweet pepper production. Pest Management Science 63: 753-760.
- Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Science and Technology 17(6): 553-596.
- Zimmermann, G. 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. Biocontrol Science and Technology 18(9): 865-901.
-

การสำรวจถิ่นอาศัยและชีววิทยาของตั๊กแตนใบไม้

Phyllium westwoodii Wood-Mason (Phasmatodea: Phylliidae)

Habitat Survey and Biology of Leaf Insect,

Phyllium westwoodii Wood-Mason (Phasmatodea: Phylliidae)

พิพัฒน์พงษ์ ต๊ะทองคำ^{1/} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{1/} ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์^{1/}
และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1/}
Pipatpong Tathongkam^{1/}, Sawai Buranapanichpan^{1/}, Piyawan Suttiaprapan^{1/}
and Yaowaluk Chanbang^{1/}

Abstract: Habitat survey of leaf insect *Phyllium westwoodii* Wood-Mason was conducted in Mae Tha and Thung Hua Chang districts, Lamphun province. Habitat of *P. westwoodii* was dry dipterocarp forest with the height of 500-600 meters above mean sea level. In the survey of host plants of *P. westwoodii*, the total of 12 species in 8 families of plant were found. The host plants were 1) Family Anacardiaceae: Mango, *Mangifera indica* L. and Burmese Lacquer, *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou; 2) Family Burseraceae: Makok kluean, *Canarium subulatum* Guill.; 3) Family Dipterocarpaceae: Taengwood, *Shorea obtusa* Wall.; Burmese sal, *Shorea siamensis* Miq.; Yang-Na, *Dipterocarpus alatus* Roxb. and Yang Hiang, *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.; 4) Family Fagaceae: Ko-Paen, *Castanopsis diversifolia* (Kurz.) King; 5) Family Irvingiaceae: Wild almond, *Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn.; 6) Family Meliaceae: Kat lin, *Walsura trichostemon* Miq.; 7) Family Papilionoideae: Burma Padauk, *Pterocarpus macrocarpus* Kurz and 8) Family Sapindaceae: Longan, *Dimocarpus longan* Lour. The biology of *P. westwoodii* was studied in the laboratory. The results revealed that *P. westwoodii* had a long life cycle. During the growth and development of *P. westwoodii*, some interesting behaviors were observed such as camouflage, mating, egg laying, etc. The information of biology of *P. westwoodii* and its behaviors was essentially useful for the conservation of *P. westwoodii* in the nature.

Keywords: *Phyllium westwoodii*, leaf Insect, habitat survey, biology, host plant

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: การสำรวจตักแตนใบไม้ *Phyllium westwoodii* Wood-Mason ในเขตพื้นที่อำเภอแม่ทา และอำเภอทุ่งหัวช้าง จังหวัดลำพูน พบว่าถิ่นอาศัยของตักแตนใบไม้เป็นสภาพป่าเต็งรัง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ในช่วง 500-600 เมตร มีไม้วงศ์ยางเป็นไม้เด่นกระจายอยู่ทั่วไป พืชอาหารของตักแตนใบไม้จากการสำรวจ มีทั้งหมด 8 วงศ์ จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ 1) วงศ์ Anacardiaceae คือ มะม่วง *Mangifera indica* L. และรักใหญ่ *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou 2) วงศ์ Burseraceae คือ มะกอกเกลื้อน *Canarium subulatum* Guill. 3) วงศ์ Dipterocarpaceae คือ เต็ง *Shorea obtusa* Wall. รัง *Shorea siamensis* Miq. ยางนา *Dipterocarpus alatus* Roxb. และยางเหียง *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq. 4) วงศ์ Fagaceae คือ ก่อแป้น *Castanopsis diversifolia* (Kurz) King 5) วงศ์ Irvingiaceae คือ กระบก *Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn. 6) วงศ์ Meliaceae คือ กัดลิ้น *Walsura trichostemon* Miq. 7) วงศ์ Papilionoideae คือ ประดู่ป่า *Pterocarpus macrocarpus* Kurz และ 8) วงศ์ Sapindaceae คือ ลำไย *Dimocarpus longan* Lour. สำหรับชีววิทยาของตักแตนใบไม้ *P. westwoodii* ที่ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่า ตักแตนใบไม้มีวงจรชีวิตที่ยาวนาน ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโต มีพฤติกรรมที่น่าสนใจหลายอย่าง เช่น การพรางตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม การผสมพันธุ์ การวางไข่ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการอนุรักษ์ตักแตนใบไม้ในธรรมชาติ

คำสำคัญ: ตักแตนใบไม้ การสำรวจถิ่นอาศัย ชีววิทยา พืชอาหาร

คำนำ

ตักแตนใบไม้เป็นแมลงจัดอยู่ในวงศ์ Phyllidae อันดับ Phasmatodea มีวิวัฒนาการมากกว่า 47 ล้านปี (Wedmann *et al.*, 2006) มีสมาชิกในวงศ์ที่ได้ทำการศึกษาแล้ว 37 ชนิด ใน 4 สกุล (Brock and Hasenpusch, 2002) ตักแตนใบไม้มีความใกล้ชิดกับตักแตนกิ่งไม้มาก โดยลักษณะของตักแตนใบไม้จะกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม ส่วนมากมีสีเขียวหรือน้ำตาล และปรับสภาพให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีกับพืชอาศัย ลำตัวของตักแตนใบไม้มีลักษณะแบนเรียบ มีปีกที่ปรับให้คล้ายใบของพืชอาศัย ขาทั้งหกขาของตักแตนใบไม้มีรูปร่างและขนาดเท่ากัน ขาไม่พัฒนาเพื่อใช้ในการกระโดด ตักแตนใบไม้เพศเมียส่วนมากมีลำตัวยาวและขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ ลำตัวและขาของตักแตนใบไม้มีลักษณะเหมือนใบไม้ (McGavin, 2000) เพศผู้มีปีกที่เรียวยาว ส่วนเพศเมียมีปีกที่กว้างกว่าในเพศผู้และปีกของเพศเมียไม่คลุมส่วนท้องทั้งหมด ตักแตนใบไม้ที่ใหญ่ที่สุดในโลกถูกพบที่ประเทศมาเลเซีย (Evans, 2005)

ตักแตนใบไม้ส่วนมากซ่อนตัวตามพืชอาศัย มีการเคลื่อนไหวน้อยในเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนมีพฤติกรรมและการตอบสนองในด้านต่าง ๆ เช่น การกิน

อาหาร การเคลื่อนไหว รวมทั้งการผสมพันธุ์ (Gillott, 2005) บางครั้งอาจพบเกาะตามพืชอาศัย โดยยื่นขาคู่หน้าไปด้านหน้าเลียนแบบกิ่งไม้ สีลำตัวส่วนมากมีเฉดสีเขียวและน้ำตาล การพรางตัวคือพฤติกรรมพื้นฐานในการใช้ป้องกันตัวเอง บางชนิดสามารถเปลี่ยนสีเพื่อให้เข้ากับพื้นหลัง บางชนิดสามารถแก้งตัวร่วงหล่นจากพืชอาศัย นอกจากนี้ ยังสามารถสลัดขาทิ้ง (autotomy) เพื่อหลีกหนีผู้ล่า โดยสามารถงอกขาขึ้นมาใหม่ได้ในภายหลัง (Evans, 2005) ตักแตนใบไม้ *P. westwoodii* สามารถปล่อยกลิ่นเพื่อป้องกันตนเองจากนักล่าจากต่อมบริเวณอกปล้องแรก และพบว่าตักแตนกิ่งไม้หลายชนิดใช้พฤติกรรมนี้ในการป้องกันตัวเองเช่นกัน (Dossey *et al.*, 2009)

ในการผสมพันธุ์เพศผู้จะถ่ายถุงน้ำเชื้อสู่เพศเมีย ในขณะที่ผสมพันธุ์ เพศผู้จะเกาะบนเพศเมียนานหลายชั่วโมงหรืออาจใช้เวลาในการผสมพันธุ์ทั้งวัน (Evans, 2005) ถ้าในสถานะที่เพศผู้ในธรรมชาติขาดแคลน ตักแตนใบไม้สามารถสืบพันธุ์ได้โดยวิธีพิเศษคือ Parthenogenesis โดยการสืบพันธุ์นี้เพศเมียไม่ต้องการน้ำเชื้อจากเพศผู้ โดยไข่ที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบพิเศษเมื่อฟักออกมาจะเป็นเพศเมียทั้งหมด ในบางสายพันธุ์เพศผู้สามารถเกิดจากการผสมพันธุ์แบบพิเศษได้แต่พบได้น้อยมาก (Key, 1991)

เพศเมียด้กแตนใบไม้วางไข่เป็นฟองเดี่ยว ๆ โดยสามารถวางไข่ได้ 100–2,000 ฟอง บางชนิดวางไข่โดยการสับส่วนท้องให้ไขตกบนพื้นรอบต้นพืชอาหาร ไข่ด้กแตนใบไม้มีขนาด รูปร่างและสีส้ม คล้ายเมล็ดพืช (Tilgner, 2009) ซึ่งมดอาจนำพาไข่ไป เป็นการช่วยในการแพร่พันธุ์และป้องกันอันตรายจากผู้ล่าต่าง ๆ (Evans, 2005) ตัวอ่อนของด้กแตนใบไม้ *P. westwoodii* มีขนาดเล็กความยาวประมาณ 12-13 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีแดงใน 2-3 วันแรกหลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว (Hennemann *et al.*, 2009) ด้กแตนใบไม้ *P. westwoodii* มีเขตแพร่กระจายในประเทศจีน พม่า ลาว เวียดนาม ไทย ในทะเลอันดามัน หรือหมู่เกาะอันดามัน (Dossey *et al.*, 2009) นอกจากนี้ Key (1991) รายงานว่าสามารถพบด้กแตนใบไม้ได้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะนิวกินี และออสเตรเลีย Dossey *et al.* (2009) สันนิษฐานว่าด้กแตนใบไม้เคยอาศัยอยู่ในทางตะวันออกของทวีปแอฟริกาและมาดากัสการ์ (Madagascar) นอกจากนี้ด้กแตนใบไม้ยังเคยอาศัยไกลถึงยุโรป (Wedmann *et al.*, 2006)

ด้กแตนใบไม้ถูกพบได้ในหลายสภาพพื้นที่ในเขตอบอุ่นและเขตร้อน อาจพบได้ตามในสวน ในป่า และสามารถพบได้ง่ายในป่าร้อนชื้น ส่วนมากด้กแตนใบไม้หลบซ่อนตัวใต้ใบพืช มีพืชอาหารที่หลากหลาย ส่วนมากักกินใบพืชเป็นอาหาร (Evans, 2005) ด้กแตนใบไม้เป็นแมลงที่มีความสำคัญทั้งในระบบนิเวศป่าเขตร้อนและในด้านงานอนุรักษ์ สถานการณ์ปัจจุบันด้กแตนใบไม้ในประเทศไทยได้ถูกคุกคามและมีโอกาสสูญเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่เพื่อใช้ในการทำการเกษตรและที่อยู่อาศัย ทำลายแหล่งที่อยู่และแหล่งอาหาร การใช้สารเคมีในระบบการทำการเกษตร การเกิดไฟป่า และการจับเพื่อการค้า ปัจจัยเหล่านี้มีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบนิเวศและส่งผลโดยตรงต่อด้กแตนใบไม้ เนื่องจากด้กแตนใบไม้อาศัยบนต้นพืช ไม่สามารถบินอพยพไปยังแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่ได้ การตัดไม้ทำลายป่าจึงเป็นการทำลายประชากรของด้กแตนใบไม้โดยตรง และการตัดไม้ทำลายป่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในการอนุรักษ์และเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณด้กแตนใบไม้ นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบรายละเอียดข้อมูลพื้นฐานของ

แมลงชนิดนั้น ๆ เป็นเบื้องต้นรายงานทางวิชาการและการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของด้กแตนใบไม้ในประเทศไทยยังมีน้อย จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมถึงสภาพแหล่งที่อยู่อาศัย พืชอาหาร ชีววิทยาของด้กแตนใบไม้ ตลอดจนเทคนิคการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการอนุรักษ์และเพิ่มประชากรของด้กแตนใบไม้ในธรรมชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของด้กแตนใบไม้

การสำรวจถิ่นอาศัยของด้กแตนใบไม้ได้กำหนดไว้ในพื้นที่ของจังหวัดลำพูนคือ เขตอำเภอแม่ทาและอำเภอทุ่งหัวช้าง เนื่องจากพื้นที่ทั้งสองแห่งนี้มีการรายงานพบด้กแตนใบไม้เป็นจำนวนมาก ทำการสำรวจในเวลาว่างคืน พร้อมบันทึกข้อมูล ชนิดและจำนวน รวมทั้งลักษณะของด้กแตนใบไม้ที่พบ นอกจากนี้บันทึกพิกัดพื้นที่ในจุดที่พบด้กแตนใบไม้โดยใช้เครื่อง GPS (global positioning system) บันทึกภาพลักษณะนิเวศวิทยาของป่า นำข้อมูลที่ได้มาศึกษาเรื่องถิ่นอาศัยและกระจายตัวของด้กแตนใบไม้ต่อไป

การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้กแตนใบไม้

พืชอาหาร

ปลูกต้นฝรั่งในกระถางเพื่อใช้เป็นอาหารของด้กแตนใบไม้ โดยควรเป็นต้นฝรั่งที่ไม่มีการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณ

นำไข่ที่เก็บรวบรวมจากพ่อแม่พันธุ์ด้กแตนใบไม้ใส่ในกล่องเลี้ยงแมลง นำไปพักในห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อด้กแตนใบไม้ฟักออกจากไข่ ทำการย้ายด้กแตนใบไม้ไปใส่บนใบของต้นฝรั่งในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30x60x90 เซนติเมตร เมื่อตัวอ่อนของด้กแตนใบไม้เข้าสู่วัยที่ 2 สามารถแยกเพศผู้และเพศเมียออกจากกันได้ จากนั้นทำการเลือกด้กแตนใบไม้เพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัว แยกเลี้ยงในกรงที่มีต้นฝรั่งเป็นอาหาร กรงละ 1

ตัว บันทึกการเจริญเติบโตในแต่ละระยะของตักแตนใบไม้ จำนวนวันในการพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัย เพื่อศึกษาวงจรชีวิต และพฤติกรรมของตักแตนใบไม้ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การสำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของตักแตนใบไม้ สภาพพื้นที่ที่เป็นถิ่นอาศัย

จากการสำรวจพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างตักแตนใบไม้ ศึกษาถิ่นอาศัย และพืชอาหารของตักแตนใบไม้ ในเขตอำเภอทุ่งหัวช้างและอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมิถุนายน 2554 พื้นที่เก็บตัวอย่างในอำเภอทุ่งหัวช้าง พิกัด N 17.92401° E 099.05987° และอำเภอแม่ทา พิกัด N 18.21183° E 098.97315° สภาพพื้นที่เป็นป่าเต็งรังความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 500-600 เมตร โดยมีไม้วงศ์ยางเป็นไม้เด่น คือ เต็ง รัง เหียง กระจายอยู่ทั่วไป ในฤดูแล้งป่าเต็งรังมีการผลัดใบช่วงระยะสั้น ๆ ในช่วงเดือนพฤษภาคม นอกจากนี้ยังสำรวจพบตักแตนใบไม้กัดกินใบของไม้ผลบางชนิดในสวนผลไม้ที่มีเขตติดต่อกับป่าธรรมชาติ

การสำรวจทำในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลาประมาณ 19.00–06.00 นาฬิกา เนื่องจากในเวลากลางคืน ตักแตนใบไม้มีการเคลื่อนที่ออกจากที่หลบซ่อนเพื่อกินอาหารและผสมพันธุ์ ทำให้สามารถสังเกตเห็นตักแตนได้ง่ายกว่าในเวลากลางวัน โดยสีลำตัวของตักแตนใบไม้เมื่อกระทบกับแสงไฟที่มีความเข้มของแสงสูงจะมีความแตกต่างกับใบไม้ อีกทั้งพฤติกรรมบางอย่างของตักแตนใบไม้จะมีการตอบสนองต่อความมืด เช่น การกินอาหาร การผสมพันธุ์ การเดินบนใบพืช เป็นต้น ทำให้สังเกตเห็นได้ง่ายขึ้น

พืชอาหาร

จากการสำรวจพืชอาหารของตักแตนใบไม้ในพื้นที่อำเภอทุ่งหัวช้างและอำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน พบพืชอาหารจำแนกได้เป็น 8 วงศ์ จำนวน 12 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งในงานทดลองของ Dossey *et al.* (2009) ในการเลี้ยงตักแตนใบไม้ *P. westwoodii* จากประเทศไทยเพื่อทดสอบกลไกการป้องกันตัวเอง ใช้พืชอาหารคือ *Quercus robur* คือต้น English oak และ *Rubus ulmifolius* อยู่ในกลุ่มของ wild blackberry ซึ่งพืชทั้งสองชนิดไม่ใช่พืชอาหารที่อยู่ในสภาพธรรมชาติแต่ก็สามารถใช้เลี้ยงตักแตนใบไม้ *P. Westwoodii* ได้เช่นกัน

Table 1 Host plants of *Phyllium westwoodii* in natural forests of Mae Tha and Thung Hua Chang districts, Lamphun province

Host plant family	Common name	Scientific name
Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.
	Burmese lacquer	<i>Gluta usitata</i> (Wall.) Ding Hou
Burseraceae	Makok kluean	<i>Canarium subulatum</i> Guill.
Dipterocarpaceae	Taengwood	<i>Shorea obtusa</i> Wall.
	Burmese sal	<i>Shorea siamensis</i> Miq.
	Yang-na	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.
	Yang hiang	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i> Teijsm. ex Miq.
Fagaceae	Ko-paen	<i>Castanopsis diversifolia</i> (Kurz) King
Irvingiaceae	Wild almond	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex A. Benn.
Meliaceae	Kat lin	<i>Walsura trichostemon</i> Miq.
Papilionaceae	Burma padauk	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz
Sapindaceae	Longan	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.

ชีววิทยาและพฤติกรรมของด้กแตนใบไม้

ชีววิทยาของด้กแตนใบไม้

ระยะไข่: หลังจากที่เป็นตัวเต็มวัยได้ 13-15 วัน ด้กแตนใบไม้เพศเมียเริ่มวางไข่จำนวน 4-6 ฟองต่อวัน จนถึงอายุขัย โดยไข่มีลักษณะแบน คล้ายเมล็ดพืช จากการศึกษเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของด้กแตนใบไม้ โดยนำไข่ของด้กแตนใบไม้จำนวน 300 ฟอง ใส่ในกล่องฟักไว้ที่อุณหภูมิห้อง ให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอ พบว่ามีตัวอ่อนการฟักออกจากไข่ 220 ตัว คิดเฉลี่ยเป็น 73.33 เปอร์เซ็นต์ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการฟักประมาณ 2-3 เดือน การฟักออกจากไข่ของด้กแตนใบไม้วัยที่ 1 เกิดขึ้นเวลากลางคืน แต่ก็สามารถพบการฟักออกจากไข่ได้ในเวลากลางวันเช่นกันซึ่งพบได้น้อยมาก

ระยะตัวอ่อน: ตัวอ่อนของด้กแตนใบไม้พบว่ามีชีวิตที่ยาวนาน โดยตัวอ่อนที่เจริญไปเป็นด้กแตนใบไม้เพศเมีย มีการลอกคราบทั้งหมด 9 ครั้ง ใช้เวลาในการเป็นตัวอ่อนเฉลี่ย 254.10 ± 5.55 วัน ส่วนตัวอ่อนที่เจริญไปเป็นด้กแตนใบไม้เพศผู้ มีการลอกคราบ 8 ครั้ง ใช้เวลาในการเป็นตัวอ่อนก่อนเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 244.60 ± 6.11 วัน จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าด้กแตนใบไม้ที่เจริญไปเป็นเพศผู้ มีจำนวนครั้งของการลอกคราบและเวลาในการเป็นตัวอ่อนน้อยกว่าด้กแตนใบไม้ที่เจริญไปเป็นเพศเมีย

พฤติกรรมของด้กแตนใบไม้ *P. westwoodii*

การวางไข่

การวางไข่เกิดขึ้นโดยด้กแตนใบไม้ตืดไข่ออกไปเพื่อเป็นการแพร่กระจายไข่ในธรรมชาติ โดยการสะบัดส่วนปลายท้อง ไข่ที่ถูกตืดออกไปนั้นสามารถไปไกลได้ถึง 5-6 เมตร แต่เมื่อเข้าใกล้ช่วงหมดอายุขัยด้กแตนใบไม้เพศเมีย มีอัตราการวางไข่ที่ลดลง ด้กแตนใบไม้เพศเมียมักวางไข่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

พฤติกรรมของตัวอ่อน

ตัวอ่อนวัยที่ 1: เมื่อด้กแตนใบไม้วัยที่ 1 ฟักออกจากไข่ มีลำตัวสีแดง ในช่วง 2-3 วันแรก มีลักษณะคล้ายมดแดง ซึ่งเป็นการเลียนแบบแมลงที่มีพิษ มีการเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว โดยมีพฤติกรรมปีนขึ้นที่สูงทันทีเมื่อฟักออกจากไข่ เพื่อขึ้นไปสูดอากาศของต้นพืชอาศัย ในช่วงแรกนี้

ตัวอ่อนวัยที่ 1 ไม่กินพืชอาหารทันทีแต่มีการกัดใบพืชอาหารเพื่อทดสอบว่าสามารถกินได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถกินได้ตัวอ่อนมีการเคลื่อนย้ายตัวเองไปจนกว่าหาพืชที่สามารถกินเป็นอาหารได้ โดยตัวอ่อนวัยที่ 1 เริ่มกินพืชอาหารเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 วัน และสีของลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวกลมกลืนกับพืชอาศัย แต่ในรายงานของ Hennemann *et al.* (2009) พบว่าตัวอ่อนของด้กแตนใบไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในต่างประเทศหลายชนิดเมื่อฟักออกจากไข่ในวันแรก ตัวอ่อนมีสีดำซึ่งคล้ายคลึงกับมดดำ ซึ่งแตกต่างจากด้กแตนใบไม้ *P. westwoodii* ยกตัวอย่างด้กแตนใบไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศฟิลิปปินส์ *P. philippinicum* เมื่อฟักออกจากไข่ในแรกแรกจะมีสีของลำตัวสีดำแต่เมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วัน สีของลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวกลมกลืนกับธรรมชาติเช่นเดียวกับด้กแตนใบไม้ชนิดอื่น ๆ

การงอกใหม่ของอวัยวะ: ในระยะตัวอ่อนของด้กแตนใบไม้ ตัวอ่อนสามารถสลัดขาทิ้งเพื่อหลีกหนีผู้ล่า แล้วสามารถงอกอวัยวะขึ้นมาใหม่ได้ โดยอวัยวะที่งอกนี้อาจเป็นส่วนของฝ่าเท้า (tarsus) หน้าแข้ง (tibia) หรือต้นขา (femur) ก็สามารถพัฒนาขึ้นมาใหม่ได้หลังการลอกคราบ เมื่อลอกคราบ อวัยวะส่วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่จะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อผ่านการลอกคราบ 2-3 ครั้งขนาดของอวัยวะนั้นจึงจะมีขนาดปกติ

การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม:

ความสามารถในการปรับตัวเพื่อเข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นถือเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการอยู่รอดของด้กแตนใบไม้ในธรรมชาติ จากการศึกษาพบว่า เมื่อนำตัวอ่อนด้กแตนใบไม้วัยที่ 5 จากธรรมชาติในช่วงเดือนมกราคม 2554 ในป่าเต็งรัง อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดสุรินทร์ สภาพป่าในเวลานั้นมีสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง ตัวอ่อนที่ได้จากธรรมชาติมีสีลำตัวสีน้ำตาล แต่เมื่อนำมาเลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ พบว่าตัวอ่อนด้กแตนใบไม้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ได้เป็นอย่างดี โดยที่เปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลมาเป็นสีเขียวอ่อน ซึ่งมีสีคล้ายคลึงกับพืชอาหารคือใบฝรั่งที่ใช้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ด้กแตนใบไม้ยังสามารถพรางตัวโดยการเคลื่อนไหวตามการไหวของใบไม้เมื่อมีลมพัด

เป็นการพรางตัวให้เข้าสภาพแวดล้อมเพื่อป้องกันตัวเองจากผู้ล่าในธรรมชาติ

การลอกคราบ: ตัวอ่อนของตั๊กแตนใบไม้มีพฤติกรรมลอกคราบในเวลากลางคืน เพื่อป้องกันอันตรายจากผู้ล่า ก่อนการลอกคราบ 2-3 วัน ตั๊กแตนใบไม้จะไม่กินอาหาร เกาะอยู่บนต้นพืชอาศัยไม่เคลื่อนไหว ก่อนการลอกคราบ สีของลำตัวเข้มขึ้นและลำตัวของตั๊กแตนใบไม้จะอ่อนนุ่ม ในระยะนี้ไม่ควรรบกวนตัวอ่อนเพื่อป้องกันการลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์ การลอกคราบที่ไม่สมบูรณ์อาจเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น การได้รับพืชอาหารไม่เพียงพอ การขาดความชื้นที่เหมาะสม เมื่อลอกคราบเสร็จแล้วผ่านไปประมาณ 30 นาทีตัวอ่อนจะกินคราบเก่าของตัวเอง หลังจากลอกคราบเสร็จหลังจากนั้นประมาณ 24 ชั่วโมงตัวอ่อนจึงเริ่มกินพืชอาหาร สามารถแยกเพศตัวอ่อนได้หลังการลอกคราบครั้งแรกโดยตัวอ่อนเพศเมียมีปลายส่วนท้องที่เว้า ส่วนปล้องท้องขยาย ส่วนในเพศผู้ปลายส่วนท้องมีลักษณะคล้ายกับปลายลูกศรไม่มีส่วนโค้งเว้า ส่วนของปล้องท้องเพรียวยาว เมื่อผ่านการลอกคราบ 4 ครั้ง ทั้งเพศผู้และเพศเมียจะเริ่มเห็นตุ่มปีกขนาดเล็ก 2 คู่อยู่บนสันหลังอกปล้องที่ 2 และ 3 ในเพศเมียจะมีการลอกคราบ 9 ครั้ง ส่วนเพศผู้มีการลอกคราบเพียง 8 ครั้งซึ่งน้อยกว่าในเพศเมียจึงเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย

การกินกันเอง: เมื่ออยู่ในสภาวะขาดแคลนอาหาร ตั๊กแตนใบไม้สามารถกินพวกเดียวกันเพื่อความอยู่รอด โดยส่วนที่ถูกกัดกินนั้นส่วนมากเป็นส่วนท้อง ซึ่งไม่ทำให้ตั๊กแตนใบไม้ที่ถูกกัดกินนั้นตาย แต่อาจจะทำให้ส่วนท้องเกิดความเสียหายและไม่สามารถพัฒนาขึ้นมาได้ใหม่หลังการลอกคราบในครั้งต่อไป ในการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณตั๊กแตนใบไม้ควรเลี้ยงในกรงที่มีพืชอาหารเพียงพอและจำนวนตั๊กแตนใบไม้ต่อกรงนั้นควรมีปริมาณไม่แออัดเกินไป ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาการกินกันเองได้

พฤติกรรมของตัวเต็มวัย

การปล่อยกลิ่นเพื่อป้องกันตัวเอง: ตั๊กแตนใบไม้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย สามารถที่ปล่อยสารเพื่อป้องกันตัวเองจากต่อมบริเวณอกปล้องแรกในกรณีที่ถูกรบกวน กลิ่นที่ปล่อยออกมาคือกลิ่นฉุน คล้ายคลึงกับช็อกโกแลต มีส่วนผสมของของเหลวที่มีน้ำตาลกลูโคส

และมีสาร 3-isobutyl-2,5-dimethylpyrazine, 2,5-dimethyl-3-(2-methylbutyl)pyrazine และ 2,5-dimethyl-3-(3-methylbutyl) pyrazine เป็นส่วนประกอบ (Dossey *et al.*, 2009)

การผสมพันธุ์: หลังจากการลอกคราบครั้งสุดท้ายเป็นตัวเต็มวัย ประมาณ 1 สัปดาห์ ตั๊กแตนใบไม้เพศเมียจะสามารถผสมพันธุ์กับเพศผู้ได้ โดยการผสมพันธุ์ส่วนมากเกิดในเวลากลางคืนมีช่วงเวลาที่ยาวนาน โดยเพศผู้จะเกาะบนหลังเพศเมียตลอดการผสมพันธุ์และมีการส่งถุงน้ำเชื้อ (spermatophore) ให้กับเพศเมีย มีลักษณะสีขาวเป็นก้อนกลมติดอยู่ที่อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมีย ซึ่งตลอดช่วงอายุขัยของทั้ง 2 เพศ สามารถผสมพันธุ์ได้หลายครั้ง โดยไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์นั้นทั้งเพศผู้และเพศเมียเมื่อฟักออกมา

การตอบสนองต่อแสงไฟ: จากการสำรวจตั๊กแตนใบไม้ในป่าเขตอำเภอทุ่งหัวช้าง จังหวัดลำพูน ทำการสำรวจในตอนกลางคืน แสงที่ใช้ในการสำรวจเป็นแสงสีส้มที่มีความเข้มของแสงสูง พบเพศผู้ของตั๊กแตนใบไม้มีพฤติกรรมการบินเข้าหากับแสงไฟที่ใช้ในการสำรวจ

สรุป

การสำรวจตั๊กแตนใบไม้ *Phyllium westwoodii* Wood-Mason ในเขตพื้นที่อำเภอแม่ทา และอำเภอทุ่งหัวช้าง จังหวัดลำพูน โดยมีพิกัด N 18.21183° E 098.97315° และ N 17.92401° E 099.05987° ตามลำดับ พิกัด พบพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัยสภาพเป็นป่าเต็งรัง ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ในช่วง 500-600 เมตร โดยมีไม้วงศ์ยางเป็นไม้เด่นกระจายอยู่ทั่วไป ทำการสำรวจในเวลากลางคืน พบพืชอาหารตั๊กแตนใบไม้ 12 ชนิด ใน 8 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Anacardiaceae คือ มะม่วง *Mangifera indica* L. และรักใหญ่ *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou วงศ์ Burseraceae คือ มะกอกเกลื้อน *Canarium subulatum* Guill. วงศ์ Dipterocarpaceae คือ เต็ง *Shorea obtusa* Wall. รัง *Shorea siamensis* Miq. ยางนา *Dipterocarpus alatus* Roxb. และยางเหียง *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq. วงศ์ Fagaceae คือ ก่อแป้น *Castanopsis diversifolia* (Kurz)

King วงศ์ Irvingiaceae คือ กระบก *Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn. วงศ์ Meliaceae คือ กัดลิ้น *Walsura trichostemon* Miq. วงศ์ Papilionoideae คือ ประดู่ป่า *Pterocarpus macrocarpus* Kurz และวงศ์ Sapindaceae คือ ลำไย *Dimocarpus longan* Lour.

ชีววิทยาของด้กแตนใบไม้ *P. westwoodii* ที่ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า ด้กแตนใบไม้มีวงจรชีวิตที่ยาวนาน โดยด้กแตนใบไม้ที่เจริญไปเป็นเพศเมียตัวอ่อนมีการลอกคราบ 9 ครั้งก่อนเป็นตัวเต็มวัย ระยะตัวอ่อนใช้เวลา 254.10 ± 5.55 วัน ส่วนด้กแตนใบไม้ที่เจริญไปเป็นเพศผู้ตัวอ่อนมีการลอกคราบ 8 ครั้ง ใช้เวลาในการเป็นตัวอ่อนนาน 244.60 ± 6.10 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะการเจริญเติบโตมีพฤติกรรมที่น่าสนใจหลายอย่าง เช่น การพรางตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมซึ่งด้กแตนใบไม้สามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดี การผสมพันธุ์ การวางไข่ เมื่อเลี้ยงในห้องปฏิบัติการพบว่าสามารถขยายพันธุ์ได้เป็นจำนวนมาก ข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์ด้กแตนใบไม้ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Brock, P. D. and J. Hasenpusch. 2002. Studies on the leaf insects (Phasmida: Phylliidae) of Australia. *Journal of Orthoptera Research* 11(2): 199-205.
- Dossey, A. T., M. Gottardo., J. M. Whitaker, W. R. Roush and A. S. Edison. 2009. Alkylidimethylpyrazines in the defensive spray of *Phyllium westwoodii*: A first for order Phasmatodea. *Journal of Chemical Ecology* 35: 861-870.
- Evans, A. V. 2005. Grzimek's Student Animal Life Resource: Insects and Spiders. Thomson Gale, Farmington Hills. MI. 442 p.
- Gillott, C. 2005. Entomology. Third edition. Springer, Dordrecht, Netherlands. 831 p.
- Hennemann, F. H., O. V. Conle, M. Gottardo and J. Bresseel. 2009. On certain species of the genus *Phyllium* Illiger, 1798, with proposals for an intra-generic systematization and the descriptions of five new species from the Philippines and Palawan (Phasmatodea: Phylliidae: Phylliinae: Phylliini). Magnolia Press, Auckland. 83 p.
- Key, K. H. L. 1991. Phasmatodea. pp. 394-404. *In*: CSIRO. The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Vol. I. Melbourne University Press, Carlton.
- McGavin, G. C. 2000. Insects, Spiders and other Terrestrial Arthropods. Dorling Kindersley Limited, New York. 255 p.
- Tilgner, E. H. 2009. Phasmida (Stick and leaf insects). pp. 765-766. *In*: V. H. Resh and R. T. Carde (eds.). Encyclopedia of Insects. Second edition. Academic Press, London.
- Wedmann, S., S. Bradler and J. Rust. 2006. The first fossil leaf insect: 47 million years of specialized cryptic morphology and behavior. (Online). Available: <http://www.pnas.org/content/104/2/565.full> (December 16, 2009).

การใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่
ต้นน้ำกรณีศึกษา: ตำบลปากทรง
อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร

Agroforestry Land Utilization for Head Watershed
Conservation: A Case Study of Pak Song Subdistrict,
Phato District, Chumphon Province

สราลี ธรรมปริยัติ^{1/} กิตติชัย รัตนะ^{1/} และ วิชา นิยม^{1/}
Saralee Thampanyut^{1/}, Kittichai Rattana^{1/} and Wicha Niyom^{1/}

Abstract: The aims of this study were to investigate socio-economic characteristic of communities in the head watershed of Pak Song sub-district, Phato district, Chumphon province, their resource utilization, agro-forestry land use patterns, and factors contributing to agro-forestry land use for head watershed conservation. The studied samples included 323 households. Questionnaires were used to interviewed heads of households or community representatives. The descriptive analysis was presented in the form of means, and percentage. Hypothesis testing was based on correlation analysis and Chi-square test, with level of significance at 5 percent level.

The result showed that the 54.2% of population were female and 45.8% were male, aged between 25 - 29 years old. Agriculture constituted 98.8%. About 52.9% of farming households owned land more than 20 rai, and 35.9% had gained access between 21-30 years. The most common agro-forestry systems were integrated fruit trees and forest species, which accounted for 88.9%. The studied households had knowledge and understanding, which rated at high level of 66.3%, of using agro-forestry for head watershed conservation of natural resources and environment. Correlation analysis of variables and chi-square test revealed that source of information, net income, education, and occupation were significantly contributing to agroforestry land use for head watershed conservation.

Keywords: Agroforestry, conservation, head watershed

^{1/} คณะวนศาสตร์ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๑๓๖ กรุงเทพมหานคร 10900

^{1/} Faculty of Forestry, Department of Conservation, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

* Corresponding author E-mail: suneomai42@gmail.com

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคม การใช้ประโยชน์จากทรัพยากร ของชุมชน รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรของชุมชน และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร กรณีศึกษาตำบลปากทอง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ หัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนที่อาศัยอยู่ในตำบลปากทอง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 323 ครัวเรือน โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย การทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ หาค่าความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสถิติไคสแควร์ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ในช่วง 25-59 ปี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ ในภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 98.8 ขนาดการถือครองที่ดินมากกว่า 20 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.9 และระยะเวลาการถือครองที่ดินส่วนใหญ่ 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 35.9 การใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบวนเกษตรส่วนใหญ่ทำวนเกษตรแบบสวนผสมคิดเป็นร้อยละ 88.9 กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้ความเข้าใจระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร โดยรวมอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 66.3 สำหรับระดับความรู้ความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยรวมอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 85.4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้สถิติไคสแควร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 พบว่า แหล่งข้อมูลข่าวสาร รายได้สุทธิของครัวเรือน ระดับการศึกษา และอาชีพมีความสัมพันธ์ต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร

คำสำคัญ: ระบบวนเกษตร การอนุรักษ์ พื้นที่ต้นน้ำลำธาร

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่มีประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของประเทศดำรงชีวิตอยู่ในภาคการเกษตร การเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศส่งผลให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้น ความต้องการในการบริโภค การขยายพื้นที่ใน การทำเกษตรกรรมจึงเกิดมากขึ้นในปัจจุบัน ประกอบกับการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจตามกระแสทุนนิยม ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในประเทศ เพื่อพัฒนาประเทศให้มีเสถียรภาพและเป็นที่ยอมรับในสังคมโลก ทำให้อัตราในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ทรัพยากรถูกใช้ไปโดยขาดความตระหนักถึงผลกระทบที่จะตามมา การเปิดหน้าดินใหม่เพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้น พื้นที่ป่าไม้บนพื้นที่สูงที่เหมาะสมแก่การเป็นป่าต้นน้ำลำธาร ถูกเปลี่ยนมาทำการเกษตรซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดอุทกภัยในฤดูน้ำหลากและเกิดภัยแล้ง ในฤดูแล้ง การใช้ประโยชน์ที่ดินตามความเหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญมากในการอนุรักษ์ป่าไม้บนพื้นที่สูงไว้เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำ และจัดให้มีการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสมรรถนะของพื้นที่ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสม ควบคู่ไปกับการ

อนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธารสร้างความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและคงความสมดุลของระบบนิเวศ

พื้นที่ต้นน้ำพะโต๊ะเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ที่มีประชาชนหลายตำบลอาศัยอยู่และประกอบอาชีพเกษตรกรรม การกระตุ้นให้ประชาชนเหล่านั้นเห็นความสำคัญของระบบนิเวศป่าต้นน้ำลำธารเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดความเสี่ยง ในการบุกรุกป่าเพื่อปลูกพืชเชิงเดี่ยวหรือใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบอื่น ๆ วนเกษตรเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เพียงเพิ่มผลผลิตและรายได้ การปลูกพืชหลายชนิดรวมในพื้นที่เดียวกันทำให้มีสภาพเหมือนป่าธรรมชาติเป็นวิธีการอนุรักษ์วิธีหนึ่งที่เหมาะสมมาใช้แทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศที่รุนแรง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคม การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของชุมชน รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรของชุมชน และปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น

อนึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย โดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อดังนี้ 1) แนวความคิดเกี่ยวกับระบบวนเกษตร 2) แนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม 3) แนวคิดและหลักการจัดการลุ่มน้ำ 4) ลักษณะพื้นที่ศึกษาโดยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล (ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้สุทธิของครัวเรือน ขนาดการถือครองที่ดิน ระยะเวลาการถือครองที่ดิน) และปัจจัยจากการได้รับข้อมูลข่าวสารจากหน่วยงานรัฐ (แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้เกี่ยวกับระบบวนเกษตร ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์) ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร

อุปกรณ์และวิธีการ

เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัยกับครัวเรือนตัวอย่างจำนวน 9 หมู่บ้าน จำนวน 2,019 ครัวเรือน ซึ่งเป็นหัวหน้าครัวเรือน หรือตัวแทนของหัวหน้าครัวเรือน กำหนดขนาดตัวอย่าง โดยใช้วิธีการเปิดตารางสำเร็จของ Krejcie and Morgan (เพ็ญแข, 2540) ได้กลุ่มตัวอย่าง 323 ครัวเรือน และใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบกระจายตามสัดส่วนของ ศิริชัย (2546) นำมาหาการกระจายของจำนวนครัวเรือนตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้านเพื่อให้ทุกบ้านมีโอกาสในการตอบคำถาม สร้างแบบสอบถามจากการศึกษาทฤษฎีแนวความคิดต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทดสอบแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างในหมู่บ้านใกล้เคียง โดยวิธีของ (Cronbach's Alpha Coefficient) เก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาประมวลผลทางสถิติ โดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อธิบายข้อมูลต่าง ๆ และวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ทางสถิติของตัวแปร ในการวิจัยระหว่างตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล (ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้สุทธิของครัวเรือน ขนาดการถือครองที่ดิน ระยะเวลาการถือครองที่ดิน) และปัจจัยจากการได้รับข้อมูลข่าวสารจาก

หน่วยงานรัฐ (แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้เกี่ยวกับระบบวนเกษตร ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์) ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร โดย

ใช้ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square test) นำค่าความเป็นอิสระที่ได้จากการกำหนดสมมติฐานการวิจัย H_0 : ตัวแปรต้น และตัวแปรตามไม่มีความเป็นอิสระกัน และ H_A : ตัวแปรต้นและตัวแปรตามมีความเป็นอิสระกัน กำหนดให้มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แล้วนำมาสรุปเป็นผลการวิจัย

ผลและวิจารณ์

สภาพเศรษฐกิจสังคม

กลุ่มตัวอย่างที่สัมภาษณ์เป็นเพศหญิงและเพศชายในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน คิดเป็นร้อยละ 54.2 และร้อยละ 45.8 ตามลำดับ มีอายุอยู่ในช่วง 25-59 ปี ซึ่งเป็นวัยทำงานคิดเป็นร้อยละ 83.0 จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4-6 คน คิดเป็นร้อยละ 50.5 และคิดเป็นร้อยละ 45.5 มีระดับการศึกษาประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 65.3 ส่วนใหญ่มีสถานภาพเป็นลูกบ้าน คิดเป็นร้อยละ 86.7 ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 51.5 รองลงมา และสมาชิกกลุ่มออมทรัพย์ คิดเป็นร้อยละ 33.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอาชีพหลักทำงานในภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 96.0 อาชีพรองทำงานนอกภาคเกษตร คิดเป็นร้อยละ 44.9 รายได้สุทธิของครัวเรือนไม่เกิน 100,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 41.5 รองลงมา มีรายได้สุทธิของครัวเรือน 100,000-200,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.2 ภูมิลำเนาเดิมอาศัยอยู่ในจังหวัดในภาคใต้ซึ่งย้ายเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 40.2 รองลงมา มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในจังหวัดในภาคอีสานซึ่งในอดีตเป็นคนงานเหมืองแร่ในพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 20.7 มีภูมิลำเนาเดิมเป็นคนตำบลนี้โดยกำเนิดคิดเป็นร้อยละ 18.9 และมีภูมิลำเนาเดิมเกิดในตำบลนี้และอำเภออื่นคิดเป็นร้อยละ 10.8 ลำดับถัดมา ระยะเวลาในการถือครองที่ดิน 21-30 ปี ซึ่งเป็นคนกลุ่มแรกที่เขามาบุกเบิกพื้นที่ทำกิน สร้างบ้านเรือนและทำการเกษตรโดยเริ่มต้นจากการปลูกกาแฟ คิดเป็น ร้อยละ 35.9 รองลงมา มีระยะเวลาในการถือครอง

ที่ดิน 21-30 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 27.2 และมีระยะเวลาในการถือครองที่ดิน 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 14.0 ตามลำดับ

การถือครองที่ดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในพื้นที่มานานจึงมีพื้นที่ทำกินเป็นของตนเองส่วนใหญ่มีที่ดินในครอบครองโดยถือครองที่ดิน 20 ไร่ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 98.5 เพราะกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมจึงมีขนาดการถือครองที่ดินค่อนข้างมากแต่อยู่ภายใต้ระเบียบและข้อตกลงของชุมชน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากที่ดินโดยใช้ปลูกสร้างบ้านเรือนและมีพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่เดียวกันคิดเป็นร้อยละ 93.2 การเพาะปลูกเป็นการปลูกพืชหลายชนิดผสมกันในพื้นที่ เพื่อประโยชน์ในการใช้สอยในครัวเรือนเป็นหลักก่อนที่จะนำออกสู่ตลาด ลักษณะทำเลที่ตั้งของที่ดินส่วนใหญ่เป็นที่ดอนหรือลาดชันคิดเป็นร้อยละ 88.9 ซึ่งเป็นไปตามลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชันที่ราบขนาดเล็ก เอกสารแสดงกรรมสิทธิ์ที่ดิน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีลักษณะกรรมสิทธิ์เป็น กปร. (โฉนดชุมชน) คิดเป็นร้อยละ 26.6 รองลงมาลักษณะกรรมสิทธิ์ เป็น ภพ.5/6 คิดเป็นร้อยละ 26.3 ลักษณะกรรมสิทธิ์เป็น สปก4-01 คิดเป็นร้อยละ 20.4 ไม่มีกรรมสิทธิ์ คิดเป็นร้อยละ 15.5 มีลักษณะกรรมสิทธิ์ นส.3/นส.3ก คิดเป็นร้อยละ 8.7 ตามลำดับ

ครัวเรือนตัวอย่างส่วนใหญ่เพาะปลูกการทำเกษตร ซึ่งเป็นการเพาะปลูกที่ทำกันในครัวเรือนตั้งแต่รุ่นปู่ย่าสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน คิดเป็นร้อยละ 98.8 และปลูกพืชแบบผสมผสาน (วนเกษตร) คิดเป็นร้อยละ 79.0 รองลงมา ปลูกพืชเชิงเดี่ยวคิดเป็นร้อยละ 21.0 รูปแบบวนเกษตรที่ใช้ คือ วนเกษตรแบบปลูกไม้ผลผสมไม้ป่าโดยระบบวนเกษตร (สวนผสม) คิดเป็น ร้อยละ 88.9 รองลงมา เป็นวนเกษตรแบบปลูกไม้ป่าผสมในลักษณะบ้านสวน คิดเป็นร้อยละ 7.9 และวนเกษตรแบบปลูกผสมไม้ป่าสลับเป็นแถวการปลูกพืชไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.2 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่เพาะปลูกพืชด้วยระบบวนเกษตร คือ การปลูกพืชหลายชนิดรวมกันในพื้นที่เดียวกันเพื่อให้เกิดการเกื้อกูลกันเอง เหมือนกับป่าธรรมชาติที่มีพืชหลายชั้นเรือนยอด เช่น ไม้ยืนต้น ไม้ผล สมุนไพร และพืชชั้นใต้ดิน

ความหลากหลายทางพืชพันธุ์และหลายชั้นทำให้เกิดแลกเปลี่ยนก๊าซภายในสวน อากาศถ่ายเทดี เรือนยอดของพืช ที่ลดหลั่นเป็นชั้น ๆ ช่วยรองรับน้ำฝนและลดแรงกระแทก ของเม็ดฝนที่จะตกกระทบกับพื้นดินซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการดูดซึมน้ำของดิน ลดความเสี่ยงในการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน และใบของพืชที่ร่วงเป็นปุ๋ย ช่วยอุ้มน้ำไว้ทำให้มีโอกาสดูดซึมน้ำดินมากซึ่งตรงกับการศึกษาของ Jose (2009) และการประยุกต์ใช้ระบบวนเกษตรเพื่อใช้ในการปกป้องรักษาป่าต้นน้ำลำธาร (พรชัย, 2544 อ้างใน พรชัย, 2525) นอกจากนี้รากของพืชชั้นในดินช่วยพรวนดิน และยึดหน้าดินไว้ลดภาวะที่หน้าดินจะเคลื่อนที่ไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งจะทำให้น้ำขุ่น และเกิดตะกอนในแม่น้ำลำคลอง ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก คิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมา มีลักษณะของปุ๋ยทั้งสองประเภท (ปุ๋ยเคมีผสมกับปุ๋ยธรรมชาติ) คิดเป็นร้อยละ 37.5 จะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังคงใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารเคมีต่าง ๆ ทั้งในดิน และ ในแม่น้ำลำคลอง และหากประชาชนผู้ใช้ปุ๋ยได้รู้ถึงผลดีและผลเสียของการใช้ปุ๋ยเคมี น่าจะมีหันมาใช้ปุ๋ยจากธรรมชาติมากกว่าแหล่งน้ำจากทุกแหล่ง เพียงพอต่อการบริโภคน้ำดื่มและน้ำใช้ในครัวเรือน ประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ น้ำจากลำห้วย/ลำคลอง/ลำธาร ซึ่งนำมาทำประปาภูเขาใช้ในชุมชนโดยมีเวลาเปิดและ ปิดน้ำที่เป็นที่ ยอมรับในชุมชน และจัดเก็บค่าน้ำเพื่อนำเงินมาใช้ในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ส่วนรวม สำหรับน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก คือ นำฝนตามฤดูกาล สิ่งจูงใจที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเลือกใช้ที่ดินระบบวนเกษตร คือ ให้ผลผลิตตลอดปี คิดเป็นร้อยละ 34.3 รองลงมาคือ รายได้เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 28.1 ได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐคิดเป็นร้อยละ 25.0 และเป็นวิธีการที่ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำคิดเป็นร้อยละ 12.6 การให้ผลผลิตตลอดปีของการเพาะปลูกระบบวนเกษตรซึ่งให้ผลผลิตสลับกันตามฤดูกาลชาวสวนจึงมีรายได้ตลอดปีเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้องค์การภาครัฐในพื้นที่ก็มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้ประชาชนในพื้นที่ตระหนักถึงความสำคัญหรือคุณค่าของการเพาะปลูกด้วยระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อ

ประชาชนในพื้นที่ จะเห็นว่าชุมชนทำการเพาะปลูกตามวิถีธรรมชาติ เพาะปลูกด้วยระบบวนเกษตรสืบทอดมาตั้งแต่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ด้วยเห็นว่าให้ผลผลิตเพียงพอ และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดปี เป็นการเพิ่มรายได้ในครัวเรือนประกอบกับองค์กรภาครัฐ และภาคเอกชนเข้ามีส่วนร่วม ในการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการดูแลอนุรักษ์ป่า และทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน ผ่านการประชุมประจำเดือน ในหมู่บ้าน ความถี่ของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ นาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 72.1 สื่อที่ควรจะเน้นการเผยแพร่ข่าวสารด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติคือ เจ้าหน้าที่รัฐ คิดเป็นร้อยละ 47.7 และ โทรทัศน์ คิดเป็นร้อยละ 40.6 การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์ของชุมชนนั้น พบว่านาน ๆ ครั้ง จึงได้รับข้อมูลข่าวสาร จากการเข้าร่วมประชุมภายในและภายนอกชุมชน โดยประชาชนใน ชุมชนจะให้ความสนใจกับการให้ข้อมูลของเจ้าหน้าที่ภาครัฐเป็นลำดับแรก เพราะหน่วยงานดังกล่าวให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนชุมชนในเรื่องสาธารณูปโภคมาตั้งแต่อดีต

ความรู้ความเข้าใจระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

ครัวเรือนตัวอย่างมีระดับความรู้ความเข้าใจระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร โดยรวมอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย = 10.82) โดยคะแนนสูงสุด = 13 คะแนน คะแนนต่ำสุด = 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน เมื่อแยกเป็นรายกลุ่มระดับความรู้ความเข้าใจระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร โดยรวมอยู่ในระดับความรู้อยู่ คิดเป็นร้อยละ 66.3 รองลงมา อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.6 และระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 2.2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าครัวเรือนตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธารค่อนข้างมาก แต่ในปัจจุบันการทำการเกษตรเชิงเดี่ยวก็เข้ามามีอิทธิพลกับคนในพื้นที่มากขึ้น เพราะความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธารไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

ความรู้ความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ความรู้ความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีระดับความรู้ความเข้าใจต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยรวมอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย = 10.82) โดยคะแนนสูงสุด = 15 คะแนน คะแนนต่ำสุด = 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน เมื่อแยกเป็นรายกลุ่มระดับความรู้ความเข้าใจการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยรวมอยู่ในระดับความรู้อยู่ คิดเป็นร้อยละ 85.4 รองลงมา อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 13.0 และระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 1.5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าครัวเรือนตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก แต่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง จึงควรมีการกระตุ้นให้คนในพื้นที่ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเลือกวิธีการเพาะปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่

การทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ

ผลการทดสอบสมมติฐาน (เพื่อทดสอบหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่ออนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำที่ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร) พบว่าแหล่งข้อมูลข่าวสาร เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่ออนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำที่ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพรมากที่สุด รองลงมาคือรายได้สุทธิของครัวเรือนระดับการศึกษา และอาชีพตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนขนาดการถือครองที่ดิน ระยะเวลาการถือครองที่ดิน ความรู้เกี่ยวกับระบบวนเกษตร และความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธารที่ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบปรากฏตาม ตารางที่ 1

Table 1 Factor affecting in agroforestry land utilization for head watershed conservation

Independent Factor	X ² (df)	Sig.	Cramer's V
1. Education level	4.33 (1)	0.037*	0.116
2. Main occupation	3.86 (1)	0.049*	0.110
3. Household income	11.05 (2)	0.004*	0.185
4. Size own land	2.06 (2)	0.357	
5. Duration own land	4.69 (3)	0.196	
6. Information receipt about conservation	52.69 (1)	0.000*	0.404
7. Knowledge about agroforestry	4.49 (2)	0.106	
8. Knowledge about conservation natural resources	0.233 (2)	0.89	

Remark : * significant

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. สภาพเศรษฐกิจ สังคมและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของชุมชนบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธารกลุ่มประชากรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 25-59 ปี มีสถานภาพในครัวเรือนเป็นหัวหน้าครัวเรือน สมาชิกในครัวเรือน 4-6 คน มีระดับการศึกษาตั้งแต่ไม่ได้ศึกษาถึงระดับประถมศึกษา มีภูมิลำเนาเดิมอยู่จังหวัดในภาคใต้ ระยะเวลาในการตั้งถิ่นฐาน 20 ปีขึ้นไป อาชีพหลักทำงานใน ภาคเกษตร และส่วนใหญ่มีรายได้สุทธิจากอาชีพหลัก ไม่ถึง 100,000 บาท

ลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดิน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีขนาดการถือครองที่ดิน 20 ไร่ขึ้นไป การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดิน เพื่อสร้างบ้านเรือนและมีพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะทำเลที่ตั้งของที่ดินส่วนใหญ่เป็นที่ดอนหรือลาดชัน ลักษณะกรรมสิทธิ์การถือครองที่ดินส่วนใหญ่คือ กปร. (โฉนดชุมชน) และ ภบท.5/6 ประชากรส่วนใหญ่ทำการเกษตร ส่วนใหญ่มีการปลูกพืชผสมผสาน (วนเกษตร) การใช้ปุ๋ยพบว่า ส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าใช้ปุ๋ยธรรมชาติ พฤติกรรมด้านการใช้น้ำ น้ำที่ใช้อุปโภคและบริโภคจากแหล่งน้ำธรรมชาติคือ น้ำจากลำธารโดยใช้เป็นประปาหมู่บ้าน และน้ำที่ใช้ในการเกษตร

คือ น้ำฝนที่ตกในฤดูกาล ซึ่งมีความเพียงพอต่อความต้องการ ของครัวเรือนตัวอย่าง

ครัวเรือนตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบวนเกษตรในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยรวมมีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับสูง ประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์ พื้นที่ต้นน้ำลำธารในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ ประชากร ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า การรักษาสภาพแวดล้อมในพื้นที่ต้นน้ำลำธารอยู่เสมอเป็นหน้าที่ของทุกคน การอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธารให้ได้ผลดีนั้น ต้องดำเนินการจัดการดิน น้ำ ป่าไม้ และคนในพื้นที่ด้วย กิจกรรมของต้นไม้ต่าง ๆ ในสวนวนเกษตรมีประโยชน์ทำให้มีการ ถ่ายทอดศาสตร์ตลอดเวลา และปรับคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น เรือนยอดหลายชั้นของสวนวนเกษตรลดความรุนแรงของพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำให้การคายระเหยน้ำลดลง ดินชุ่มชื้นขึ้นมีความอุดมสมบูรณ์ใกล้เคียงกับป่าไม้ ช่วยให้ระบบนิเวศมีความสมดุลตามธรรมชาติ ทำให้เกิด ระบบการผลิตที่ยั่งยืนและหลากหลาย รากของต้นไม้หลากหลายชนิดในสวนวนเกษตรทำหน้าที่ยึดเกาะดิน พรอนดินและปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดิน ช่วยให้การพังทลายของดินลดลง ประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำ

การเกษตรในพื้นที่ลาดชัน ควรใช้วิธีการทำการเกษตรด้วย
ระบบวนเกษตร

2. รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตร
ของชุมชนบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

ประชากรส่วนใหญ่ทำการเกษตร ส่วนใหญ่มี
การปลูกพืชผสมผสาน (วนเกษตร) ลักษณะการปลูก พืช
ผสมผสาน (วนเกษตร) พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มี
ลักษณะการใช้ที่ดินระบบวนเกษตรไม่ผสมผสานไม่ป่าโดย
ระบบวนเกษตร (สวนผสม) ลักษณะการใช้ปุ๋ยพบว่า ส่วน
ใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมี รองลงมา ใช้ปุ๋ยเคมีผสมกับปุ๋ย
ธรรมชาติ สำหรับผลผลิต จากการทำวนเกษตรพบว่า ส่วน
ใหญ่มีผลผลิตจากการทำวนเกษตรให้ผลผลิตตลอดปี
กลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์จากผลผลิตจาก
การทำวนเกษตร เพื่อจำหน่าย สิ่งจูงใจที่เลือกใช้ที่ดิน
ระบบวนเกษตร พบว่า กลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีสิ่งจูงใจที่
เลือกใช้ที่ดินระบบวนเกษตร เพราะให้ผลผลิตตลอดปี มี
รายได้เพิ่มขึ้น บางรายได้รับคำแนะนำ จากเจ้าหน้าที่รัฐ
เนื่องจากเป็นวิธีการที่ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ ส่วนใหญ่
ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากร
ธรรมชาติ จากเจ้าหน้าที่ของรัฐ ประชากรบางส่วนเคยเข้า
ร่วมการฝึกอบรม สัมมนา และศึกษาดูงานด้านการ
อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบ
วนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธารของชุมชน
บริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ
จังหวัดชุมพร ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ระดับการศึกษา
อาชีวฯ รายได้สุทธิ ของครัวเรือน การได้รับข้อมูลข่าวสาร
เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตร
เพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธารของชุมชนบริเวณพื้นที่
ต้นน้ำลำธาร ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร
ส่วนขนาดการถือครองที่ดิน ระยะเวลาการตั้งถิ่นฐาน
ความรู้เกี่ยวกับระบบวนเกษตรและความรู้เกี่ยวกับการ
อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัจจัยที่ ไม่มีผลต่อการใช้
ประโยชน์ที่ดินระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำ
ลำธารของชุมชน ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะจังหวัด
ชุมพร

ข้อเสนอแนะ

1. ส่งเสริมองค์ความรู้เรื่องระบบวนเกษตร
ให้กับเกษตรกรที่ตั้งถิ่นฐาน หรือใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่
ต้นน้ำลำธาร โดยปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ให้สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ และความสามารถใน
การผลิต

2. สนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกรโดยระบบ
วนเกษตร การบูรณาการผลผลิตที่เกิดจากระบบวนเกษตร
การจัดการการตลาด และคุณภาพผลผลิต รวมทั้งการ
ส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตที่เกิดจากระบบวน
เกษตร

3. สนับสนุนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติใน
พื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยชุมชนมีส่วนร่วม และใช้ประโยชน์
จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน อาทิ การจัดการป่า
ชุมชน การป้องกันไฟป่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมทั้งการ
ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดูแลรักษา
ทรัพยากรในลุ่มน้ำ

4. ควรมีการส่งเสริมข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการ
อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมให้กับ
ประชาชนในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร เพื่อให้เกิดการตระหนักถึง
ความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและพื้นที่
ต้นน้ำลำธารต่อไป

5. การส่งเสริมข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการพัฒนา
กฎระเบียบของชุมชน เพื่อป้องกันการบุกรุกแผ้วถางป่าใน
พื้นที่ต้นน้ำลำธารและใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมควบคู่
กับการให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
อย่างสมดุล และยั่งยืน

6. ควรมีการส่งเสริมเรื่องการให้ข้อมูลข่าวสาร
ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยให้กับเกษตรกรในพื้นที่ให้ทราบ
ถึงความเหมาะสมของพืชกับการใช้ปุ๋ย และแนะนำถึง
ผลดีผลเสียที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิต และกับพื้นที่เพาะปลูก
เช่น ผลเสียกับดิน กับแม่น้ำลำคลอง และเสนอทางเลือก
ในการใช้ปุ๋ยบำรุงดินในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้เกษตรกรใช้
ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการทำการเกษตร เพื่อให้เกิดการ
ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากร
ธรรมชาติและพื้นที่ต้นน้ำลำธารเพื่อให้เกิดการใช้
อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณหน่วยจัดการต้นน้ำพะโต๊ะ และองค์การบริหารส่วนตำบลปากทรง อำเภอ พะโต๊ะ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ให้ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

พรชัย ปรีชาปัญญา. 2525. ระบบวนเกษตรที่เหมาะสมในการรักษาแหล่งต้นน้ำลำธารในภาคเหนือ นิพนธ์ ตั้งธรรม. ระบบวนเกษตรในประเทศไทย: ทฤษฎี และแนวทางปฏิบัติ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 127 หน้า.

เพ็ญแข แสงแก้ว. 2540. การวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2546. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 12. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 475 หน้า.

Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem service and environmental benefit: an overview. Agroforest Syst 76: 1-10.

ความรู้ ทักษะและการปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการ ฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์

Knowledge, Attitude, and Practices of Trained Farmers from Local Wisdom Elite Network Center, Nakhon Sawan Province

ภาณุ ธนธำรงกุล^{1/} และ รำไพพรรณ อภิชาติพงศ์ชัย^{1/}
Phanu Thanatamrongkul^{1/} and Rampaipan Aphichartphongchai^{1/}

Abstract: This research aimed to (1) study the knowledge, attitude, and practices of the farmers who had attended Local Wisdom Elite Network Center training in Nakhon Sawan province. (2) investigate the relationship between the basic characteristics, the economic and social factors and the knowledge, attitude, and practices of the farmers who had attended Local Wisdom Elite Network Center training in Nakhon Sawan province (3) explore the problems and obstacles after joining the Local Wisdom Elite Network Center training.

The result, it showed that knowledge was significantly related to income per annum, information on sufficiency economy and distance from farm to the Center. Agricultural experience, information on sufficiency economy and size of their farm were significantly related to their attitude. Practices were significantly related to a capital, local wisdom elite contact, and distance from their farm to the Center.

Keywords: Knowledge, attitude, practices, Local Wisdom Elite Network Center training

^{1/} ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ความรู้ ทักษะ และ การปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์ (2) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมกับความรู้ ทักษะ และ การปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์ (3) ปัญหาและอุปสรรคจากการเข้ารับการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน

ผลการศึกษาพบว่า ความรู้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับรายได้ต่อปี การได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง และระยะทางจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน ส่วนทัศนคติมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ประสบการณ์ในการทำการเกษตร ได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง และขนาดของที่ดินในการทำการเกษตรและการนำไปปฏิบัติมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เงินทุน การติดต่อกับปราชญ์ และระยะทางจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน

คำสำคัญ: ความรู้ ทักษะ การปฏิบัติ ศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน

คำนำ

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ดำเนินการโครงการพัฒนาศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 ต่อเนื่องมาจนถึงปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 โดยมีกิจกรรมให้การสนับสนุนศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านในการฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ วิธีคิด วิธีปฏิบัติ ประสบการณ์ และกระบวนการพัฒนาการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่ให้แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรได้นำความรู้และแนวคิด ประกอบกับทักษะอาชีพทางการเกษตรที่ได้เรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสมกับสภาพภูมินิเวศน์และภูมิสังคมของเกษตรกรเอง ซึ่งกระบวนการพัฒนาเกษตรกรดังกล่าว ภายใต้งานที่สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตร และสหกรณ์ได้กำหนดขึ้น มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ การพัฒนาคุณภาพคนและสังคมไทย สู่สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ และให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนให้มีคุณภาพนำความรู้ เกิดภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างสุขภาวะ เสริมสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีในการอยู่อาศัย และเสริมสร้าง ให้คนไทยอยู่ดีมีสุขร่วมกันในสังคม (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

กระบวนการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรโดยผ่านศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน เป็นแนวคิดใหม่ในการพัฒนาของสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ต้องการให้เกษตรกรได้มีโอกาสเรียนรู้ รวมทั้ง

การฝึกปฏิบัติจากเกษตรกรที่ดำเนินกิจกรรมการเกษตรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่ประสบความสำเร็จ ได้รับการยกย่องเป็นปราชญ์ชาวบ้าน โดยสนับสนุนให้ศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านเป็นผู้กำหนดหลักสูตร รวมทั้งจัดกระบวนการฝึกอบรมให้แก่เกษตรกรตามความถนัดและชำนาญของศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน ผลจากการดำเนินงานในปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 จากเป้าหมายการฝึกอบรมเกษตรกร จำนวน 20,000 ราย โดยมีศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 40 ศูนย์ ดำเนินการฝึกอบรมเกษตรกรได้ จำนวน 22,943 ราย คิดเป็นร้อยละ 114.70 ของจำนวนเกษตรกรเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายจำนวน 2,943 ราย จากผลการศึกษาวิจัยผลสัมฤทธิ์ของโครงการฯ โดยมีจำนวนเกษตรกร ร้อยละ 96.70 ได้มีความรู้จากการฝึกอบรม และพร้อมที่จะนำไปสู่การปฏิบัติ โดยการอบรมแต่ละครั้งจะอบรมจำนวน 2 คืน 3 วัน โดยมีผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมแล้ว 10 รุ่น ๆ ละ 50 คน หลักสูตรที่ฝึกอบรมคือ การดำรงชีวิตเศรษฐกิจพอเพียงตัวอย่างของการสอน เช่น การทำปุ๋ยชีวภาพ การทำก๊าซชีวภาพ การทำน้ำยาล้างจาน เป็นต้น เหตุผลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงน่าสนใจศึกษาว่าเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านแล้วสามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติจริง และมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการได้รับความรู้และการนำความรู้ไปปฏิบัติ

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 10 กลุ่ม 500 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 50 ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 250 รายและใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) ร้อยละ 50 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 250 ราย ใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งมีคำถามเป็นแบบปลายปิด (closed-ended question) และแบบปลายเปิด (open-ended question) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง ทักษะ และการปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยเป็นการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระด้านรายได้ ประสิทธิภาพทางการเกษตร การผ่านการฝึกอบรมจากหน่วยงานอื่น การได้เข้ารับข้อมูลข่าวสาร

เรื่องเศรษฐกิจพอเพียงจากแหล่งอื่น ระยะทางจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน กับตัวแปรตาม คือ ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน จังหวัดนครสวรรค์ ด้วยค่าทดสอบไค-สแควร์ ส่วนการการวิเคราะห์หาความรู้ความเข้าใจของผู้ผ่านการอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน โดยวิธีใช้การสร้างคำถามแบบตอบถูกผิด จำนวน 14 ข้อ โดยคะแนนผู้ตอบกำหนดให้ คือ ตอบถูกให้คะแนน 2 คะแนน ตอบผิดให้ 1 คะแนน ส่วนด้านทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อเศรษฐกิจพอเพียงเป็นคำถามปลายปิดทั้งหมด 11 ข้อ โดยจะให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามดังนี้ คือ เห็นด้วยให้คะแนน 2 คะแนน และเห็นด้วยน้อยและปานกลางให้คะแนน 1 คะแนน และส่วนปัญหาและอุปสรรคและข้อเสนอแนะเป็นคำถามปลายปิด จำนวน 10 ข้อ โดยจะให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามดังนี้ มีปัญหามาก ให้คะแนน 3 คะแนน มีปัญหปานกลาง ให้คะแนน 2 คะแนน และมีปัญหาน้อย ให้คะแนน 1 คะแนน

Independent and Dependent Variables Relationship Model

Independent Variables

1. Personal Factors
 - Sex
 - Age
 - Education
 - Agricultural Experience
2. Economic Factors
 - Farm size
 - Farm income
 - Capital
3. Social Factors
 - Local wisdom elite contact
 - Information on sufficiency economy
 - Social position
 - Training from other organizations
 - Distance from farm to center



Dependent Variable

Knowledge, Attitude, and
Practices of Farmers Trained
from Local Wisdom Elite Network
Center, Nakhon Sawan Province

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลร้อยละ 56.6 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 51.8 ปี ร้อยละ 46.4 มีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษา และร้อยละ 29.6 ของเกษตรกรผู้ให้ข้อมูลมีรายได้น้อยกว่า 100,000 บาทต่อปี การถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินเฉลี่ย 37.3 ไร่ ประสบการณ์ด้านการเกษตรเฉลี่ย 28.6 ปี ร้อยละ 50.3 เคยได้รับการฝึกอบรมจากหน่วยงานอื่นหรือองค์กรต่าง ๆ และร้อยละ 64.4 ได้รับข้อมูลข่าวสารเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงผ่านทางสื่อโทรทัศน์ ส่วนระยะทางจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์เฉลี่ย 95 กิโลเมตร และร้อยละ 58.0 เคยได้รับเงินในการสนับสนุน และนำเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรประจำวัน เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสนใจที่จะนำไปปฏิบัติ (ร้อยละ 40.0) และบางส่วนนำไปปฏิบัติอยู่แล้ว (ร้อยละ 34.0) ส่วนการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรเห็นด้วยในหลาย ๆ ประเด็น เช่น เชื่อว่าเศรษฐกิจพอเพียงมีประโยชน์ (ร้อยละ 84.4) หรือจะทำให้ความเป็นอยู่ดีขึ้นกว่าเดิม (ร้อยละ 79.2) เนื่องจากในหลักเศรษฐกิจพอเพียงนั้นเชื่อว่าสามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางสังคมของชุมชนให้ดีขึ้น โดยสร้างองค์ความรู้ที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการผลิตที่มีความสัมพันธ์กันกับปริมาณผลผลิตและการบริโภคและเมื่อมีความสมดุลด้านการผลิตและการบริโภคชุมชนก็จะมีความสามารถในการจัดการทรัพยากรของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั้นหมายความว่าชุมชนต้องสร้างพื้นฐาน คือ ความพอมีพอกิน พอใช้ของประชาชนส่วนใหญ่เป็นเบื้องต้นก่อนโดยใช้วิธีการและใช้อุปกรณ์ที่ประหยัด แต่ไม่เชื่อว่าหลักเศรษฐกิจพอเพียงจะสามารถนำไปใช้ทุกระดับ (ร้อยละ 80.4) หรือนำไปสอนเป็นบทเรียนแก่นักเรียนในโรงเรียนได้ (ร้อยละ 81.6) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนในโรงเรียนอาจยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงอย่างเพียงพอ หรืออาจมองว่าเป็นเรื่องไกลตัวเกี่ยวข้องกับการจัดสรรพื้นที่ทำกินมากกว่า หรือบางกลุ่มคนอาจมองว่าเป็นไปไม่ได้เนื่องจากการดำรงชีวิตอยู่อย่างเศรษฐกิจพอเพียงต้องเป็นไปอย่างช้า ๆ ไม่เห็นผลทันตาจึงไม่ยอมรับหรือเชื่อว่าจะทำได้จริง จากการศึกษาปัญหาที่พบจากการฝึกอบรมจากศูนย์ฯ มากที่สุดคือ ขาดเจ้าหน้าที่มาให้คำแนะนำ

เกี่ยวกับเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 2.0) รองลงมาคือ ภูมิปัญญาของเกษตรกรอยู่ห่างจากศูนย์ฝึกอบรม และขาดสื่อเพื่อการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติม หลังจากการฝึกอบรม เช่น แผ่นพับ ไปสเตอร์ (โดยมีค่าเฉลี่ย 1.8 เท่ากัน) ปัญหาด้านความสะดวกในการเดินทางไปศูนย์เครือข่าย และสถานที่ฝึกอบรมไม่สามารถรองรับเกษตรกรได้อย่างพอเพียง (โดยมีค่าเฉลี่ย 1.8 เท่ากัน)

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับความรู้ของเกษตรกรผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง

พบว่ามีตัวแปร 1 ตัว คือ รายได้ต่อปี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรู้ของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์การศึกษายังแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 91.2 ไม่มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งถ้าหากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงเป็นอย่างดีแล้ว ย่อมทำให้เกษตรกรมีความเข้าใจ และทราบวิธีในการดำรงอยู่อย่างสมดุลภายใต้ “ความพอเพียง” สามารถพึ่งพาตนเองได้ภายใต้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน ชุมชน โดยเมื่อเกษตรกรสามารถใช้ปัจจัยการผลิตที่อยู่รอบตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภาวะค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดจากการพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอกย่อมลดลง และก่อให้เกิดรายได้ในครัวเรือน ชุมชน ในที่สุด นั่นคือการบริหารจัดการปัจจัยที่เป็นเหตุเพื่อบรรลุถึงผลอันเป็นประโยชน์ต่อครอบครัวเกษตรกร (ตารางที่ 1)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทัศนคติของเกษตรกรผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง

พบว่ามีตัวแปร 3 ตัว คือ ประสบการณ์ในการทำการเกษตร ได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง ขนาดที่ดินในการทำการเกษตร มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับทัศนคติของเกษตรกรที่ผ่านการ

**ความรู้ ทักษะและการปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรม
จากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์**

ฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านจังหวัดนครสวรรค์ (ตารางที่ 2)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกรผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง

พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างรายได้และระยะทางจากฟาร์มไปยังศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปฏิบัติและการนำทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน จังหวัดนครสวรรค์ เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับคะแนนการนำไปปฏิบัติให้อยู่ในระดับสูงแสดงให้เห็นว่า รายได้ของเกษตรกรและระยะทางจากฟาร์มไปยังศูนย์เครือข่าย

ปราชญ์ชาวบ้านมีผลต่อการนำทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพราะถึงแม้ว่าโดยหลักการแล้วจะเป็นการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ในครัวเรือนหรือชุมชน แต่ถ้าเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมต้องการนำไปปฏิบัติจริงในพื้นที่ทำกินทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ภายใต้กรอบ “ความพอเพียง” ย่อมก่อให้เกิดรายได้ที่เกิดจากการทำการเกษตรแบบผสมผสาน ผลผลิตที่เหลือจากการบริโภคในครัวเรือนสามารถนำไปจำหน่ายก่อให้เกิดรายได้เลี้ยงตัวเองได้และยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายและมีอาหารไว้บริโภคตลอดปีในการพึ่งพาตนเองอย่างสมบูรณ์ อีกอย่างเกษตรกรที่มีที่ตั้งของฟาร์มอยู่ใกล้กับศูนย์ย่อมสามารถเข้าไปศึกษาหาความรู้และฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงในศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านได้ง่ายกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ตั้งของฟาร์มที่ห่างไกล (ตารางที่ 3)

Table 1 Independent variable significantly related to knowledge of Trained Farmers from Local Wisdom Elite Network Center, Nakhon Sawan Province

Available	knowledge of trained Farmers		Total	χ^2	df.	Sig
	Yes	No				
- Income per annum	22 (8.8%)	228 (91.2%)	250 (100.0%)	6.259	2	0.044

Statistically significant at $P < 0.05$

Table 2 Independent variable significantly related to attitude of Trained Farmers from Local Wisdom Elite Network Center, Nakhon Sawan Province

Available	Attitude level		Total	χ^2	df.	Sig
	Agree slightly/moderate	Agree strongly				
- Experience	145 (58.0%)	105 (42.0%)	250 (100.0%)	10.951	2	0.004
- Information on sufficiency economy	145 (58.0%)	105 (42.0%)	250 (100.0%)	10.307	1	0.001
- Farm size	145 (58.0%)	105 (42.0%)	250 (100.0%)	11.419	2	0.022

Statistically significant at $P < 0.05$

Table 3 Independent variable significantly related to practices of Trained Farmers from Local Wisdom Elite Network Center, Nakhon Sawan Province

Available	Practice Score range			Total	χ^2	df.	Sig
	1.62-2.40	2.41-3.20	3.21-5.00				
- Distance from farm to center	28 (11.2%)	76 (30.4%)	146 (58.4%)	250 (100%)	28.627	4	0.000
- Income	25 (10%)	79 (31.6%)	146 (58.4%)	250 (100%)	22.873	4	0.000

Statistically significant at $P < 0.05$

วิจารณ์

1. ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรม

เมื่อพิจารณา ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรม พบว่า ข้อมูลโดยเฉลี่ยรวมมีความรู้ความเข้าใจระดับปานกลาง และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร พบว่า มีปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความเข้าใจ ของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรมที่สำคัญมี 3 ปัจจัย คือ

1.1 รายได้จากภาคเกษตร จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรที่มีรายได้จากภาคเกษตรสูงจะมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าเกษตรกรที่มีรายได้จากภาคเกษตรต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ที่มีรายได้จากภาคเกษตรสูง มีความสนใจที่จะรับข่าวสารและหาความรู้เพิ่มเติมเป็นปัจจัยหนึ่งในการพัฒนากิจกรรมการเกษตร เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รำไพพรรณ และคณะ (2552) เรื่อง ความรู้ความเข้าใจและการนำไปปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชนในภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า รายได้จากภาคเกษตรมีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร และประเด็นที่สำคัญ คือ เกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมเข้าใจกระบวนการพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชนท้องถิ่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอนเริ่มจากการพึ่งตนเองในระดับครอบครัวในเรื่องปัจจัยสี่แล้วจึงพัฒนาตนเองให้สามารถอยู่ได้อย่างพอเพียงด้วยการลดรายจ่ายเพิ่มรายได้และ

อดออมให้พอมีพอกินพอใช้ไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น แก้ไขปัญหาตามเหตุและปัจจัยด้วยความสามารถและศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ก่อนคิดพึ่งผู้อื่นเป็นการพึ่งพาตนเองอย่างสมบูรณ์จึงเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ครอบครัวชุมชนสังคมและประเทศชาติเมื่อมีความเข้มแข็งและเป็นอิสระแล้วจึงพัฒนาขึ้นมาเป็นการแลกเปลี่ยนในขั้นพึ่งพากันและนำไปสู่การรวมกลุ่มกันในระดับชุมชนและท้องถิ่นและทำประโยชน์เพื่อส่วนรวมโดยมีการจัดการความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของชุมชนให้ค้นพบและพัฒนาศักยภาพของตนเองได้รับอำนาจและสิทธิในการเข้าถึงและจัดการทรัพยากรสามารถตัดสินใจได้อย่างเป็นอิสระและจัดการ “ทุน” ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนท้องถิ่นเพื่อบรรเทาปัญหาความยากจนในชุมชน และมีธรรมาภิบาลในการจัดการองค์กรชุมชนท้องถิ่นจนสามารถพึ่งพาตนเองในระดับชุมชนท้องถิ่นแล้วจึงพัฒนาเครือข่ายสู่ภายนอกกับชุมชนอื่นแบบช่วยเหลือเกื้อกูลกัน (กลุ่มพัฒนากรอบแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐกิจศาสตร์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง, 2546)

1.2 การได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรที่ได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียงมากจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงมากกว่าเกษตรกรที่ได้รับข่าวสารน้อย เนื่องจากการสัมภาษณ์ข้อมูลเกษตรกรที่ได้รับข่าวสารพบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่ร้อยละ 77.2 เคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงอยู่แล้วผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ และ

วิทยุ หรือบางคนเคยไปศึกษาดูงานมาแล้วเป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ได้รับข้อมูลข่าวสารมากย่อมมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าเกษตรกรที่ได้รับข่าวสารน้อย และที่สำคัญกว่านั้นเมื่อเกษตรกรเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสาร มีความรู้ความเข้าใจ ปัญหา ที่แท้จริงเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงเกษตรกรก็จะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับทราบมาเพื่อใช้แก้ไขปัญหาความยากจนตามแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้ ศีลวัต และคณะ (2553) พบว่า การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของผู้ที่มีภูมิลำเนาในเขตกรุงเทพมหานครที่มีการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงต่างกันจะมีระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องจากการได้รับข้อมูลข่าวสารจากสื่อหลากหลายชนิดทำให้เพิ่มมุมมองในการนำข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาผ่านกระบวนการคิดจนมีทักษะทางความคิดและพัฒนาสติปัญญาได้มากขึ้น และความถี่ของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงต่างกันจะมีระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องจากปัจจุบันมีช่องทางการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบการได้สัมผัสกับข้อมูลข่าวสารอย่างจริงจังเพียงครั้งเดียวก็สามารถทำให้เข้าใจและรับรู้ข้อมูลได้อีกทั้งประชาชนเกือบ 3 ใน 4 ได้รับข้อมูลจากทางโทรทัศน์เช่นเดียวกันข้อมูลข่าวสารที่ได้รับจะเป็นลักษณะคล้ายคลึงกันจึงทำให้ความถี่ของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไม่มีผลต่อระดับความรู้ความเข้าใจปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3 ระยะทางไกลจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ระยะทางจากฟาร์มเกษตรกรถึงศูนย์ปราชญ์มีผลต่อการนำไปปฏิบัติเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกร ซึ่งจากข้อมูลที่ได้รวบรวมมาพบว่าเกษตรกรที่มีฟาร์มอยู่ใกล้ศูนย์ปราชญ์และผ่านการอบรมแล้วสามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปปฏิบัติได้จริง และมีโอกาสที่จะเข้าไปศึกษาเรียนรู้หรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากศูนย์ปราชญ์ได้บ่อยครั้ง รวมไปถึงการมีโอกาสเข้าถึงข้อมูลใหม่ ๆ ไวกว่าเกษตรกรที่มีฟาร์มอยู่ห่างจากศูนย์

ปราชญ์ อาจจะมีบ้างที่เกษตรกรที่มีฟาร์มห่างจากศูนย์ปราชญ์เป็นระยะทางมาก ๆ อาจไม่สะดวกในการเดินทางมาสอบถามศึกษาหาความรู้ได้บ่อยเหมือนกับเกษตรกรที่อยู่ใกล้ศูนย์ เนื่องจากการเดินทางที่ไม่สะดวกค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จึงอาจมีผลบ้างต่อการพบปะของผู้คนทำให้คนในแต่ละที่มีความคิด ความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเนื่องจากในปัจจุบันการสื่อสารที่ครอบคลุมมากขึ้นกว่าในอดีตช่วยส่งเสริมให้ผู้ที่มีภูมิลำเนาห่างจากศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้านต่างก็มีโอกาสได้รับสื่อแขนงต่าง ๆ ได้อย่างทัดเทียมจึงทำให้มีระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงที่ใกล้เคียงกัน

2. ทักษะของเกษตรกรผ่านการฝึกอบรม

เมื่อพิจารณา ทักษะของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรม จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทักษะของเกษตรกร พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อทักษะของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรมที่สำคัญมี 3 ปัจจัย คือ

2.1 ประสบการณ์ในการทำเกษตร จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการทำเกษตรมากจะมีทักษะที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการทำเกษตรน้อย อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากเคยทดลองทำตามวิถีของเศรษฐกิจพอเพียงมามากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อยซึ่งสอดคล้องกับปฐวี (2536) ได้ศึกษา ทักษะของเกษตรกรผู้ปลูกชา (เมี่ยง) ที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่พบว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกชาเป็นเวลานานมีทักษะที่ดีและเห็นด้วยว่าการปลูกชาช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ และต่อการปลูกไม้ผลยืนต้นอื่นร่วมกับสวนชา เมื่อเกษตรกรมีกระบวนการจัดการความรู้ในทุก ๆ มิติของการกระทำในการพัฒนาทั้งความรู้ในหลักวิชาและความรู้ในตัวคนที่สะสมจากประสบการณ์จริงจนเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของ “ภูมิสังคม” ของวิถีชีวิตสังคมไทย จึงทำให้เมื่อเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการทำเกษตรทฤษฎีใหม่

นาน ๆ มีทัศนคติที่ดีในการยอมรับหลักการพอเพียงมาใช้หลังจากผ่านฝึกอบรมไปแล้ว

2.2 การได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียงมีความสัมพันธ์กับทัศนคติ แสดงว่า เกษตรกรที่ได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียงย่อมมีทัศนคติที่ดีกว่าเกษตรกรที่ไม่เคยได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียงซึ่งสอดคล้องกับสุทธิศักดิ์ (2540) ซึ่งได้ศึกษา ความรู้ ทัศนคติ และการยอมรับปฏิบัติการเกษตรแบบผสมผสาน ในเชิงอนุรักษ์ของเกษตรกรอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการได้รับข่าวสารมีความสัมพันธ์กับทัศนคติของเกษตรกร และขัดแย้งกับประภัสสร (2538) ซึ่งได้ศึกษา ทัศนคติของนักวิชาการเกษตรในสถาบันอุดมศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การได้รับข่าวสารไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติของนักวิชาการ

2.3 ขนาดของที่ดินในการทำการเกษตร จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ขนาดของที่ดินในการทำการเกษตรมีความสัมพันธ์กับทัศนคติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทฤษฎีเกษตรพอเพียงเป็นการจัดสรรพื้นที่อยู่อาศัยและที่ทำกินให้มีความสมดุล ดังนั้นการเริ่มจัดแบ่งพื้นที่เพื่อดำเนินการเกษตรพอเพียงของเกษตรกรอาจเกิดความยากง่ายที่แตกต่างกันแน่นอนว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่มากจะต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการปรับปรุงพื้นที่สูง และกว่าจะเห็นผลต้องใช้เวลาอันยาวนานกว่าเกษตรกรที่มีขนาดของที่ดินน้อย ซึ่งสามารถลงมือทดลองปลูกในพื้นที่ขนาดเล็กได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับปฐวี (2536) ซึ่งได้ศึกษาทัศนคติของเกษตรกรผู้ปลูกชา (เมี่ยง) ที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่พบว่าขนาดของพื้นที่ถือครองมีความสัมพันธ์กับทัศนคติของเกษตรกร

3. การปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกรผ่านการฝึกอบรม

เมื่อพิจารณา การปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรม พบว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกร พบว่า มี

ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรมที่สำคัญ คือ

3.1 เงินทุน จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เงินทุนของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกร แสดงว่าเกษตรกรผู้ผ่านการฝึกอบรมที่มีเงินทุนมากจะนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติและการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตมากกว่าเงินทุนน้อย สิริวิรัตน์ (2546) พบว่าปัญหาหลักที่มีผลต่อการนำเกษตรทฤษฎีใหม่ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของเกษตรกร คือ เงินทุนเนื่องจากการทำเกษตรทฤษฎีใหม่มีการทำกิจกรรมหลายอย่าง จำเป็นต้องใช้ทุนในการเริ่มต้น และเกษตรกรส่วนใหญ่ก็จะมีการกู้ยืมเงินจากแหล่งทุนมาทำการเกษตร

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีความเข้าใจเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงถูกต้อง เรื่องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่มุ่งเน้นสอนให้รู้จักแบ่งปันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรองลงมาคือเรื่องการทำไร่สวนผสม หรือเกษตรผสมผสานก็เพื่อจะให้เกษตรกรมีการพัฒนาตนเอง แบบเศรษฐกิจพอเพียงที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลาง สอนให้เรารู้จักพึ่งตนเอง สำหรับการนำเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่าส่วนใหญ่ให้ความสนใจที่นำไปปฏิบัติ และนำไปปฏิบัติอยู่แล้ว โดยเฉพาะในหัวข้อที่สามารถเริ่มต้นได้ง่าย เช่น มีความซื่อสัตย์ สุจริตในอาชีพที่ตนทำอยู่ ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี, การแบ่งปันผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือให้กับเพื่อนบ้าน และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลจากการศึกษาายังแสดงให้เห็นว่าหลังจากผ่านการอบรม 3-6 เดือน พบว่าโครงการที่ใช้องค์ความรู้เพิ่มเติมหรือมีต้นทุนเพิ่มเติม เช่น โครงการผลิตผลไม้ปลอดฤดู ที่ต้องอาศัยการให้ความรู้เพิ่มเติมแก่เกษตรกร พร้อมทั้งปรับทัศนคติของเกษตรกร ให้เห็นภาพเปรียบเทียบและสร้างแรงจูงใจส่วนการผลิตพลังงานทดแทนต่าง ๆ ต้องอาศัยความรู้เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เพราะมีทั้งเรื่องมาตรฐานและความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน จึงควรที่มีการอบรมเจ้าหน้าที่หรืออาสาสมัคร และมีการตรวจสอบมาตรฐานวิธีการผลิต และความ

ปลอดภัยของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในด้านทัศนคติของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรเห็นด้วยในประเด็น เศรษฐกิจพอเพียงมีประโยชน์ หรือจะทำให้ความเป็นอยู่ดีขึ้นกว่าเดิม เชื่อว่าหลักเศรษฐกิจพอเพียงจะสามารถนำไปใช้ทุกระดับ หรือนำไปสอนเป็นบทเรียนแก่นักเรียนในโรงเรียน เพราะเกษตรกรยังมองว่าเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงเป็นสิ่งที่ใกล้ตัว ไม่ยากสำหรับในการนำความรู้ไปปฏิบัติ และส่วนใหญ่เกษตรกรจะปฏิบัติกันอยู่แล้ว

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั้น พบว่า ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปร รายได้ต่อปี การได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง และระยะทางจากฟาร์มถึงศูนย์เครือข่ายปราชญ์ชาวบ้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ ทักษะการเกษตรเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปร ประสิทธิภาพในการทำการเกษตร ได้รับข่าวสารด้านเศรษฐกิจพอเพียง ขนาดของที่ดินในการทำการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่วนของการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงมีความสัมพันธ์กับตัวแปร เงินทุน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัญหาที่พบจากการฝึกอบรมจากศูนย์ฯ มากที่สุดคือ ขาดเจ้าหน้าที่ที่มาให้คำแนะนำ เกี่ยวกับเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงอย่างสม่ำเสมอ ภูมิปัญญาของเกษตรกรอยู่ห่างจากศูนย์ฝึกอบรม และขาดสื่อเพื่อการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมหลังจากการฝึกอบรม ปัญหาด้านความสะดวกในการเดินทางไปศูนย์เครือข่าย และสถานที่ฝึกอบรมไม่สามารถรองรับเกษตรกรได้อย่างพอเพียง ปัญหาส่วนใหญ่นั้นจะพบได้ว่าเกี่ยวกับ สถานที่ที่ฝึกอบรมจึงควรแก้ไขปัญหาด้วยการเพิ่มจำนวนศูนย์เครือข่ายให้มากขึ้น เพื่อลดปัญหาด้านต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. โครงการศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชนปี 2551. กรุงเทพฯ : ศูนย์จัดความยากจนและพัฒนาชนบทตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (ศจพ.กษ.) โรงพิมพ์

ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 70 หน้า.

กลุ่มพัฒนากรอบแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. 2546. กรอบแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 82 หน้า.

ปฐวี แสงฉาย. 2536. ทักษะการเกษตรผู้ปลูกชา (เมือง) ที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 80 หน้า.

ประภัสสร ทองประเสริฐแสง. 2538. ทักษะการเกษตรในสถาบันอุดมศึกษาที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 114 หน้า.

ราไพพรรณ อภิชาติพงศ์ชัย ดุษฎี ณ ลำปาง วรทัศน์ อินทร์คัมพร และสุพล เศรษฐบุตร. 2552. ความรู้ความเข้าใจและการนำไปปฏิบัติของเกษตรกรที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงชุมชนในภาคเหนือ. เชียงใหม่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 97 หน้า.

ศีลวัต ศรีสวัสดิ์ ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ สมพจน์ กรรณนุช และภัคพงศ์ ปวงสุข. 2553. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม. ฉบับที่ 6. หน้า 78-96.

สิริรัตน์ พิชิตพร. 2546. ความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการเกษตรทฤษฎีใหม่ของเกษตรกรจังหวัดลำพูน. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 92 หน้า.
สุทธิศักดิ์ สินบุญ. 2540. ความรู้ ทัศนคติ และการ
ยอมรับปฏิบัติการเกษตรแบบผสมผสาน ในเชิง
อนุรักษ์ของเกษตรกรอำเภอเชียงดาว จังหวัด
เชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 92 หน้า.

ผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งจาก
การผลิตเอทานอลในสูตรอาหารต่อกระบวนการหมักย่อยใน
กระเพาะหมักและการย่อยได้ในโคพื้นเมืองเจาะกระเพาะ

Effects of the Level of Dried Cassava Pulp from Ethanol
Process in the Ration on Rumen Fermentation and
Digestibility in Fistulated Thai Native Bull

ณรกมล เล่าห์รอดพันธ์^{1/} โชค มิเกล็ด^{1/} ณัฐพล จงกลสิกิจ^{1/} จิรวัดณ์ พัสระ^{1/} เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ^{1/}
วิสูตร ศิริณพวงษานันท์^{1/} และ อำพล วรทธิธรรม^{2/}
Norakamol Laorodphan^{1/}, Choke Mikled^{1/}, Nattaphon Chongkasikit^{1/}, Chirawath Phatsara^{1/},
Saowaluck Yammuen-art^{1/}, Visut Sirinupongsanun^{1/} and Amphon Waritthitham^{2/}

Abstract: The objective of this study was conducted to determine the effects of the level of dried cassava pulp from ethanol process (DCP) in the ration on digestibility and rumen fermentation in 4 fistulated Thai native bulls. The study was used Crossover Designs. The dietary treatments were divided into 4 treatments that are control diet (DCP 0) and the other 3 treatments were diets in which energy source was replaced by DCP at 15, 30 and 45%, respectively (DCP 15, 30 and 45). The results showed that the digestibility of dry matter (DMD), crude protein (CPD), neutral detergent fiber (NDFD), acid detergent fiber (ADFD) and nitrogen free extract (NFED) were not significant different among groups ($P > 0.05$). But the ether extract digestibility (EED) of DCP 0 was significant higher than DCP 30 ($P < 0.05$). Rumen pH and ammonia-nitrogen of each treatment was not significantly different ($P > 0.05$). Ammonia-nitrogen in each treatment following the same trend i. e. increased at 1 hour after feeding then decreased at 2, 3 and 4 hour after feeding. *In situ* DM at 24 and 48 hour of DCP 0 and DCP15 were significantly higher than DCP 45 ($P < 0.05$). However, degradation rate and effective degradation at 0.05 fraction/hour were decreased with the increasing of DCP levels. Gas production at 16 and 24 hours of DCP 0 were significantly higher than DCP 45 ($P < 0.05$). Finally, TDN and ME of DCP 15 were higher than other groups so it could be concluded that DCP at 15 percentages would be suitable in the ration for beef cattle.

Keywords: Dried cassava pulp, digestibility, ammonia-nitrogen, nylon bag technique, cattle

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

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

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ลำปาง กรมปศุสัตว์ อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง 52190

^{2/} Lampang Animal Nutrition Research and Development Center, Department of Livestock Development, Hang Chat Hang Chat district, Lampang, 52190

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโภชนาการที่ย่อยได้ และกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมักของโคพื้นเมืองเจาะกระเพาะที่ได้รับกากมันสำปะหลังแห้งจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหาร โดยศึกษาในโคพื้นเมือง ที่เจาะกระเพาะรูเมนสอดท่อ rumen fistula จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Crossover Designs แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม (DCP 0) และกลุ่มที่ได้รับกากมันสำปะหลังแห้งจากการผลิตเอทานอลทดแทนแหล่งอาหารพลังงานที่ระดับ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (DCP 15, 30 และ 45) ผลจากการทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ โปรตีน เยื่อใยที่ละลายได้ในสารชักล้างที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายได้ในกรด และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย รวมทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของกลุ่ม DCP 0 สูงกว่ากลุ่ม DCP 30 ($P < 0.05$) ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนทุกกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นหลังจากการให้อาหาร 1 ชั่วโมง และลดลงในชั่วโมงที่ 2, 3 และ 4 แต่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) การสลายตัวของวัตถุดิบในชั่วโมงที่ 24 และ 48 เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือกลุ่ม DCP 0 และกลุ่ม DCP 15 สูงกว่ากลุ่ม DCP 45 ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการสลายตัวของวัตถุดิบ (c) และประสิทธิภาพการสลายตัวที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) ลดลงตามระดับของกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 16 และ 24 ของกลุ่ม DCP 0 สูงกว่ากลุ่ม DCP 45 ($P < 0.05$) พลังงานรวมย่อยได้ (TDN) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของกลุ่ม DCP 15 สูงกว่าระดับอื่น ๆ การใช้กากมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารเป็นระดับที่เหมาะสมใช้โดยไม่ส่งผลเสียต่อระบบการย่อยของโคพื้นเมือง

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลังแห้ง การย่อยได้ แอมโมเนียในโตรเจน เทคนิคถุงในลอน โค

คำนำ

การขุนโคเนื้อจำเป็นต้องให้อาหารข้นในปริมาณมาก โดยที่อาหารข้นนั้นวันยังมีราคาแพงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตโคเนื้อในปัจจุบันสูงขึ้น การหาเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรที่มีราคาถูกมีความจำเป็นต่อการลดต้นทุนการผลิตของโคเนื้อ ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่เรียกว่า เอทานอล (ethanol) จากการหมักย่อยของวัสดุทางการเกษตรได้แก่ มันเส้น มันสด และกากน้ำตาล ทำให้มีเศษเหลือจากการผลิตเอทานอลปริมาณมาก โดยในกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังนั้น แป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลก่อนแล้วจึงใช้ยีสต์หมัก 2-4 วัน ได้แอลกอฮอล์ 6-10 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจะแยกกากเอทานอลและยีสต์ออกเพื่อนำแอลกอฮอล์ 6-10 เปอร์เซ็นต์ ไปกลั่นเป็นเอทานอล 99.5 เปอร์เซ็นต์ต่อไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553) ส่วนกากมันสำปะหลังนั้นเมื่อนำมาทำให้แห้งจะมีคุณค่าทางโภชนาการเหลืออยู่ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะแป้งจากมันสำปะหลังและโปรตีนจากยีสต์ที่ติด

มาด้วย ดังนั้นกากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตเอทานอล (dried cassava pulp; DCP) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจากมีต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำ อีกทั้งยังเป็นการนำเอาเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงโคอย่างจริงจังซึ่งอาจประยุกต์ใช้ได้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นด้วย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโภชนาการที่ย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo*) และผลของการใช้ DCP ระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารที่มีผลต่อการย่อยสลายในกระเพาะหมักของโคพื้นเมือง และเป็นแนวทางการใช้กากมันสำปะหลังแห้งที่มีราคาถูกถูกให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

โคพื้นเมือง เพศผู้ไม่ตอน จำนวน 4 ตัว อายุประมาณ 3 ปี ที่ทำการผ่าตัดเปิดท้องทางเดินอาหารบริเวณกระเพาะรูเมนสอดท่อ rumen fistula (ทัศนีย์ และ เทอดชัย, 2530) ถูกใช้ในแผนการทดลองแบบ Crossover Designs (Kuehl, 1994) โดยโคได้รับอาหารทดลอง 4 สูตรคือ กลุ่มควบคุม (DCP 0) และกลุ่มที่ได้รับกากมัน

สำปะหลังแห้งที่ระดับ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารชั้น (DCP 15 DCP 30 และ DCP 45 ตามลำดับ; (ตารางที่ 1) โดยทุกกลุ่มได้รับหญ้าที่แห้ง 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ระยะเวลาของการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา ช่วงละ 21 วัน ในแต่ละช่วงมีระยะปรับตัว (preliminary period) 14 วัน และระยะเก็บข้อมูล (collection period) 7 วัน ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) เพื่อวัดปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนด้วยวิธี Conway Method (Voigt and Steger, 1976) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมนโดยการสอดเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ที่บริเวณด้านล่างของรูเมนก่อนที่โคจะกินอาหาร 1 ชั่วโมง และหลังจากโคกินอาหารแล้วชั่วโมงที่ 1, 2, 3 และ 4 นอกจากนี้วัดการย่อยได้ในรูเมนด้วยถุงไนลอน (*in situ* technique) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY (Ørskov and McDonald, 1979) วัดปริมาณแก๊ส (gas production technique) ตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) และวัดการย่อยได้ของโภชนาในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility) ด้วยวิธีมาตรฐาน (Conventional Method) โดยเก็บตัวอย่างมูลโค 5 วันสุดท้ายของการทดลอง บันทึกปริมาณการกินได้และมูลที่ขับออกมาสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและมูล (5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด) เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 2000) และวิเคราะห์เยื่อใยโดยวิธี

Detergent Method (Van Soest, 1982) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏตามวิธีของบุญล้อม (2540) และคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ตามวิธีของ Kellner *et al.* (1984)

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (version 11.5, IBM Corporation, New York, United States)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DCP (ตารางที่ 2) พบว่าประกอบด้วยวัตถุแห้ง (DM) 92.74 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับวัตถุแห้งของกากข้าวมอลต์แห้งจากรายงานของนฤมล (2541) ซึ่งมีค่า 91.46 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์วัตถุ (OM) 80.48 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับกากข้าวมอลต์แห้งที่จิรวัดณ์ (2545) ได้รายงานไว้คือมีอินทรีย์วัตถุ 80.19 เปอร์เซ็นต์ มีเถ้า (Ash) 19.52 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ (CP) 7.49 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (EE) 5.46 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ (CF) 25.96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าดังกล่าวสูงกว่าที่คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหาร

Table 1 Feed ingredients of the 4 experimental diets^{1/}

Ingredient	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45
Leuceana leaf meal	3.99	5	5	5
Broken rice	20.92	16.66	12.06	4.06
Soybean meal	9.97	10.25	10.6	11
Ground corn	20.92	17	13	13.4
Rice bran	39.86	31.75	25	17.2
Dried cassava pulp	0	15	30	45
Premix	0.35	0.35	0.35	0.35
Dicalcium phosphate	2.99	2.99	2.99	2.99
Salt	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

Table 2 Chemical composition of the 4 experimental diets^{1/}

Item	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45	DCP ¹	Ruzi hay
DM	84.02	83.44	84.20	85.04	92.74	92.39
OM	93.25	90.55	89.67	86.44	80.48	95.83
Ash	6.75	9.45	10.33	13.56	19.52	4.17
CP	15.79	14.47	16.05	15.42	7.49	3.12
EE	4.69	3.54	3.43	2.92	5.46	1.96
CF	6.68	12.22	15.02	21.66	25.96	42.84
NDF	86.74	80.72	80.20	63.08	57.05	77.89
ADF	9.19	21.37	27.89	40.73	49.73	51.74
ADL	2.32	7.14	9.48	15.31	13.90	7.50
NFE	66.09	60.32	55.18	46.43	41.57	47.91
Hemicelluloses	77.55	59.35	52.31	22.35	7.32	26.15
Cellulose	6.86	14.23	18.41	25.42	35.82	44.23

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

สัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) รายงานไว้ว่ากากมันสำปะหลังหลังหมักแอลกอฮอล์ มี CP, EE และ CF มีค่าเท่ากับ 4.0, 0.4 และ 12.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า DCP มีเยื่อใยละลายในสารชักล้างที่เป็นกลาง (NDF) 57.05 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยละลายในกรด (ADF) 49.73 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน (ADL) 13.90 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (nitrogen free extract, NFE) 41.57 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) 7.32 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส (cellulose) 35.82 เปอร์เซ็นต์

สำหรับคุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ คิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบแห้ง (ตารางที่ 2) พบว่าวัตถุดิบมีค่า 84.02, 83.44, 84.20 และ 85.04 CP เท่ากับ 15.79, 14.47, 16.05 และ 15.42 ตามลำดับ ส่วนค่า OM, EE, NDF, NFE และเฮมิเซลลูโลสลดลง แต่ปริมาณค่า CF, ADF, ADL และปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้นตามระดับของ DCP ในสูตรอาหาร

2. การศึกษาการย่อยได้ของโภชนาในสัตว์โดยวิธีปกติ

ผลการศึกษาการย่อยได้ของโภชนาในอาหารทดลองที่ผสม DCP ทั้ง 4 ระดับ (ตารางที่ 3) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้ง (dry matter

digestibility, DMD) โปรตีน (crude Protein digestibility, CPD) เยื่อใยที่ละลายได้ในสารชักล้างที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber digestibility, NDFD) เยื่อใยที่ละลายได้ในกรด (acid detergent fiber digestibility, ADFD) และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (nitrogen free extract digestibility, NFE) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ (crude fiber digestibility, CFD) ในกลุ่ม DCP 45 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม DCP 30 (71.40 เทียบกับ 67.71 เปอร์เซ็นต์) ($P = 0.08$) และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม (ether extract digestibility, EED) ของกลุ่มควบคุม (DCP 0) สูงกว่ากลุ่ม DCP 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (36.53 เทียบกับ 27.01 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามพบว่าค่า DMD (อยู่ในช่วง 63.74-66.31 เปอร์เซ็นต์) NDFD (อยู่ในช่วง 66.62-70.77 เปอร์เซ็นต์) และ ADFD (อยู่ในช่วง 59.67-64.45 เปอร์เซ็นต์) ในการทดลองนี้ สูงกว่าที่ จิรวัดณ์ (2545) ได้ศึกษาในอาหารที่มีกากข้าวมอลต์แห้งระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่า DMD 50.63-55.50 เปอร์เซ็นต์ ค่า NDFD 37.62-43.48 เปอร์เซ็นต์ และค่า ADFD 20.08-26.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน CPD (59.25, 56.86, 58.45 และ 58.56 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าที่ปราโมทย์ และคณะ (2543) รายงานในอาหารที่มี

Table 3 Apparent digestibility in fistulated Thai native bulls fed the 4 experimental diets^{1/}

Item	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45	SEM	P-value
DMD	65.77	66.17	63.74	66.31	0.74	0.37
CPD	59.25	56.86	58.45	58.56	0.62	0.31
EED	36.53 ^a	33.36 ^{ab}	27.01 ^b	30.99 ^{ab}	1.31	0.04
CFD	68.91	70.57	67.71	71.40	0.74	0.08
NDFD	70.39	70.77	66.68	66.62	1.09	0.18
ADFD	60.18	61.92	59.67	64.45	1.03	0.20
NFED	72.81	71.40	70.09	71.63	0.68	0.22

^{abc} Means within rows with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

กากข้าวหมอลดแห้งในระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (48.3, 46.8, 45.6 และ 44.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ)

เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาที่ศึกษาโดยวิธีทดลองในสัตว์ มาคำนวณค่าพลังงานจากโภชนาที่ย่อยได้ (TDN) พบว่าค่า TDN ลดลงตามระดับของ DCP ในสูตรอาหาร (0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์) คือ 65.93, 62.57, 60.30 และ 59.79 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ตามลำดับซึ่งสูงกว่าจากรายงานของจิรวัดณ์ (2545) ที่รายงานว่าอาหารที่มีระดับกากข้าวหมอลดแห้ง 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TDN เท่ากับ 59.67, 59.85, 59.06 และ 56.26 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพลังงานรวม (GE) ของแต่ละกลุ่มอยู่ในช่วง 49.12-52.60 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (MJ/kgDM) ซึ่งสูงกว่ารายงานของจิรวัดณ์ (2545) ที่พบว่าค่า GE ในอาหารที่มีระดับกากข้าวหมอลดแห้งระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 14.74-15.66 MJ/kgDM เนื่องจากโปรตีนหยาบ ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายของอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารสูงกว่าอาหารที่มีกากข้าวหมอลดแห้ง

สำหรับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของแต่ละกลุ่มอยู่ในช่วง 9.34-10.98 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ ซึ่งต่ำกว่าอาหารที่มีกากข้าวหมอลดแห้งของจิรวัดณ์ (2545) (อยู่ในช่วง 11.59-12.85 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ) อย่างไรก็ตามพบว่าค่า ME ของอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าในอาหารชั้นสำเร็จรูปทางการค้า 6 ชนิดที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดที่มี

พลังงานใช้ประโยชน์ได้เฉลี่ย 9.48 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุดิบ (นฤมล, 2541)

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง

หลังการให้อาหาร 2 ชั่วโมง pH ของแต่ละกลุ่มลดลงต่ำกว่าหลังการให้อาหาร 1 ชั่วโมง แต่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Younker *et al.* (1998) ที่รายงานว่าการใช้กากข้าวหมอลดแห้งทดแทนแหล่งอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับ 12 และ 24 เปอร์เซ็นต์ไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน (ตารางที่ 5)

สำหรับค่า NH₃-N ในแต่ละกลุ่มการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นหลังจากการให้อาหาร 1 ชั่วโมง แล้วลดลงในชั่วโมงที่ 2, 3 และ 4 โดยค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของกลุ่มที่ผสมกากมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ (DCP 45) มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (DCP 0) ในชั่วโมงที่ 1 และ 3 หลังการให้อาหาร ($P > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Satter *et al.* (1981) ซึ่งรายงานว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในชั่วโมงที่ 1-2 แล้วลดระดับลงในเวลาต่อมา ปริมาณ NH₃-N ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์คือที่ระดับ 5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งกลุ่ม DCP 15 มีปริมาณดังกล่าวในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหารถึง 5.43 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

Table 4 Total digestible nutrients (TDN), gross energy (GE) and metabolizable energy (ME) of fistulated Thai native bulls fed the 4 experimental diets^{1/}

Item	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45
TDN (%)	65.93	62.57	60.30	59.79
GE (MJ/kgDM)	52.56	49.12	52.60	50.81
ME (MJ/kgDM)	10.98	10.11	9.59	9.34

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration**Table 5** Rumen pH of fistulated Thai native bulls fed the 4 experimental diets^{1/}

Item	Time after feeding (pH)				
	-1	1	2	3	4
DCP 0	7.06	7.21	7.04	7.02	7.07
DCP 15	6.99	6.98	6.86	6.93	6.94
DCP 30	6.86	6.98	6.91	6.98	7.03
DCP 45	7.00	7.01	6.96	7.07	6.90
SEM	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09
P-value	0.33	0.16	0.42	0.50	0.52

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration**Table 6** Ruminal ammonia-nitrogen concentrations (NH₃-N) of fistulated Thai native bulls fed the 4 experimental diets^{1/}

Item	Time after feeding (mg %)				
	-1	1	2	3	4
DCP 0	5.08	7.70	5.08	4.90	4.55
DCP 15	5.43	7.53	5.60	4.03	5.43
DCP 30	5.25	6.13	4.55	4.20	4.38
DCP 45	4.73	5.95	4.90	3.68	4.03
SEM	0.36	0.40	0.31	0.26	0.35
P-value	0.64	0.07	0.37	0.09	0.21

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

4. การสลายตัวของโภชนะภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

เมื่อศึกษาถึงการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารผสม DCP ทั้ง 4 ระดับ (ตารางที่ 7) พบว่า ในช่วง 4 ชั่วโมงแรก ค่าดังกล่าวในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ในช่วงชั่วโมงที่ 8 การสลายตัวของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่ม DCP 30 และกลุ่ม

DCP 45 ($P < 0.05$) (42.75, 32.87 และ 30.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ในช่วงชั่วโมงที่ 16 กลุ่มควบคุมและกลุ่ม DCP 15 สูงกว่ากลุ่ม DCP 30 และกลุ่ม DCP 45 ($P < 0.05$) (49.65, 46.33, 38.95 และ 35.31 ตามลำดับ) และการสลายตัวของวัตถุแห้งในช่วงชั่วโมงที่ 24 และ 48 เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือกลุ่มควบคุม และกลุ่ม DCP 15 สูงกว่ากลุ่ม DCP 45 ($P < 0.05$) เนื่องจากปริมาณ NFE ของ

กลุ่มควบคุม และกลุ่ม DCP 15 มีสูงกว่ากลุ่ม DCP 30 และกลุ่ม DCP 45 ประกอบกับปริมาณเยื่อใยหยาบของ กลุ่มควบคุม และกลุ่ม DCP 15 มีสูงกว่ากลุ่ม DCP 30 และกลุ่ม DCP 45 ทำให้วัตถุแห้งที่ละลายได้มากกว่า สอดคล้องกับการทดลองของ จิรวัดณ์ (2545) ซึ่งได้ รายงานว่าการสลายตัวของวัตถุแห้งลดลงตามระดับการ เพิ่มขึ้นของกากข้าวหมอลดในสูตรอาหาร ซึ่งปริมาณเยื่อใย หยาบของสูตรอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของกากข้าวหมอลด ในสูตรอาหาร

เมื่อนำค่าสลายตัวของวัตถุแห้งที่ชั่วโมงต่างๆมา คำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY (ตารางที่ 8) พบว่าค่าการละลาย (A) ของวัตถุแห้งในกลุ่มควบคุม (24.10 เปอร์เซ็นต์) ลดลงในกลุ่ม DCP 15 และเพิ่มขึ้นใน กลุ่ม DCP 30 และ 45 (25.87 และ 31.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งกลุ่ม DCP 45 มีค่า A 31.23 เปอร์เซ็นต์

ใกล้เคียงกับรายงานของสุกัญญา (2546) ที่รายงานว่า การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเป็นอาหารโคนมที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์มีค่า A 31.80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับส่วนที่ไม่ ละลายแต่เกิดการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ (B) พบว่า เพิ่มขึ้นตามระดับ DCP 15 และ DCP 30 แต่จะลดลงเมื่อ ถึงระดับ DCP 45 คือ 46.03, 54.87, 74.13 และ 68.77 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า B ในกลุ่ม DCP 30 และ DCP 45 สูง กว่าอาหารที่มีส่วนผสมของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ ต่าง ๆ (0-60 เปอร์เซ็นต์) ที่สุกัญญา (2546) ได้รายงานไว้

ศักยภาพการสลายตัวของวัตถุแห้ง (A+B) เพิ่มขึ้นตามระดับ DCP ตรงกันข้ามกับที่จิรวัดณ์ (2545) ได้รายงานว่าระดับการใช้กากข้าวหมอลดแห้งในสูตร อาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า A+B ลดลง และตรงกันข้ามกับ อัตราการสลายตัวของวัตถุแห้ง (c) และประสิทธิภาพการ สลายตัวที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) ซึ่งลดลง

Table 7 *In situ* DM disappearance (DMD) of fistulated Thai native bulls fed the 4 experimental diets^{1/}

Item	DM disappearance percentage at various times (h)						
	0	2	4	8	16	24	48
DCP 0	24.10	29.41	32.74	42.75 ^a	49.65 ^a	52.50 ^a	65.97 ^a
DCP 15	23.50	31.94	30.11	37.91 ^{ab}	46.33 ^a	54.73 ^a	66.25 ^a
DCP 30	25.86	28.72	29.56	32.87 ^b	38.95 ^b	45.47 ^{ab}	59.43 ^{ab}
DCP 45	31.23	25.36	26.68	30.93 ^b	35.31 ^b	38.33 ^b	53.65 ^b
SEM	3.34	1.81	2.21	2.88	3.21	3.34	2.51
P-value	0.651	0.340	0.360	0.022	0.007	0.030	0.030

^{abc} Means within rows with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

Table 8 Dry matter degradation of the experimental diets containing 4 level of DCP^{1/}

Item	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45
Fraction A (%)	24.10	23.50	25.87	31.23
Fraction B (%)	46.03	54.87	74.13	68.77
A+B (%)	70.14	78.36	100.00	100.00
c (%h ⁻¹)	0.045	0.031	0.010	0.005
Lag time (h)	0.0	0.0	0.0	10.4
Fraction a (%)	26.56	26.66	26.49	24.44
Fraction b (%)	43.57	51.71	87.06	146.63
Effective Degradability ($ED_{0.05}$)	47.2	46.3	40.9	38.2

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

ตามระดับ DCP โดยค่า $ED_{0.05}$ ของอาหารทุกสูตรในการทดลองนี้มีค่าต่ำกว่าที่อำพล (2546) ได้รายงานไว้ในสูตรอาหารที่มีกากเมล็ดฝ้าย (ที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์) คือ 79.88, 77.73, 77.10 และ 76.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ละลายได้ทันที (a) ลดลงตามระดับ DCP เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ลดลง แต่ยังสูงกว่าในอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่าง ๆ ที่เอกสิทธิ์ (2541) ได้รายงานว่ามีค่า a อยู่ในช่วง 8.9-17.7 เปอร์เซ็นต์

5. การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (gas production method)

ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับการสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของโคทดลองโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (ตารางที่ 9) คือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นลดลงตามระดับ DCP ที่เพิ่มขึ้นโดยในช่วงเวลาที่ 2 แก๊สที่เกิดขึ้นของกลุ่ม DCP 0, DCP 15 และ DCP 30 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม DCP 45 ($P > 0.05$) ซึ่งปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในช่วงเวลาที่ 4, 8 และ 48

ในขณะที่การลดลงของปริมาณแก๊สในช่วงเวลาที่ 16 และ 24 มีนัยสำคัญเฉพาะในกลุ่ม DCP 0 เทียบกับ DCP 45 ($P < 0.05$) ซึ่งปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นลดลงตามระดับ DCP ในสูตรอาหาร เนื่องจากปริมาณของ ADF ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นตามระดับ DCP โดย ADF เป็นส่วนที่ย่อยสลายได้ยากในกระเพาะหมัก จึงทำให้การเกิดแก๊สลดลง

จากการคำนวณปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในช่วง 24 ชั่วโมง (GP) เมื่อปรับส่วนที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักออกไปแล้วพบว่า ค่าดังกล่าวในอาหารทดลองที่มี DCP 0 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ คือ 53.95, 41.43, 41.84 และ 28.58 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าทำนายการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OMD) คือ 73.52, 60.71, 62.21 และ 49.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) คือ 11.34, 8.79, 8.89 และ 6.39 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งค่า OMD ของอาหาร DCP 0 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับการทดลองของ นฤมล (2541) ที่ได้รายงานว่าอาหารขึ้นสำเร็จรูปจากบริษัทมีค่าดังกล่าวอยู่ในช่วง 67.50-60.95 เปอร์เซ็นต์

Table 9 Gas accumulation of the 4 experimental diets incubated with rumen fluid at various times^{1/}

Item	Gas accumulation (ml) at various hours.						
	0	2	4	8	16	24	48
DCP 0	0	7.08	11.89 ^a	24.18 ^a	43.94 ^a	55.04 ^a	67.20 ^a
DCP 15	0	6.77	11.38 ^a	20.86 ^a	35.08 ^{ab}	42.26 ^{ab}	48.37 ^b
DCP 30	0	6.93	10.81 ^a	21.34 ^a	35.32 ^{ab}	42.64 ^{ab}	43.04 ^b
DCP 45	0	4.77	7.42 ^b	16.17 ^b	25.97 ^b	29.16 ^b	31.29 ^b
SEM	0	0.37	0.61	1.01	2.16	3.13	4.50
P-value	-	0.56	0.11	0.01	0.04	0.06	0.08

^{abc} Means within rows with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

Table 10 Gas accumulation at 24 h, estimated organic, matter digestion (OMD) and metabolizable energy (ME) of experimental diets with 4 level of DCP^{1/}

Item	DCP 0	DCP 15	DCP 30	DCP 45
GP (ml)	53.95	41.43	41.84	28.58
OMD (%)	73.52	60.71	62.21	49.19
ME (MJ/kg DM)	11.34	8.79	8.89	6.39

^{1/} DCP 0, 15, 30 or 45 = percentage of dried cassava pulp in concentrate ration

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการใช้กากมันสำปะหลังแห้งเหลือทิ้งจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารทำให้เชื้อใยในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น แต่ไขมันคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย ปริมาณเฮมิเซลลูโลส ค่าพลังงานจากโภชนะย่อยได้รวม (TDN) อัตราการสลายตัวของวัตถุดิบ (c) และประสิทธิภาพการสลายตัวของอัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) ลดลงตามระดับของกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงตามระดับของกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารที่มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) แม้ว่ากลุ่มควบคุมจะมีค่า TDN, ค่า ME, อัตราการสลายตัวของวัตถุดิบ (c) และประสิทธิภาพการสลายตัวของอัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) ระดับสูงที่สุด แต่กลุ่มที่ได้รับกากมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าระดับอื่น ๆ (ที่ระดับ 30 และ 45)

จึงสรุปได้ว่าการใช้กากมันสำปะหลังแห้งที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารเป็นระดับที่เหมาะสมโดยไม่ส่งผลเสียต่อระบบการย่อยของโคเนื้อ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2553. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=518> (4 กุมภาพันธ์ 2553).

จิรวัดณ์ พัสระ. 2545. การใช้ประโยชน์จากกากข้าวหมอลดแห้งเป็นอาหารโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 115 หน้า.

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. 193 หน้า.

นฤมล สุมาลี. 2541. การหาค่าย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ในอาหารโคนมโดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สแบบไฮเซนไฮม์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 162 หน้า.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2540. โภชนศาสตร์สัตว์เล้ม 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 162 หน้า.

ปราโมทย์ แพงคำ สาทิสรัตน์ พรหมพันธ์ สหส นุชนารถ และวิโรจ สันตะละ. 2543. ผลของระดับกากเบียร์แห้งในอาหารต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำมันในโคนมพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟรีเซียน. วารสารเกษตร. 16(1): 83-91.

ทัศนีย์ อภิชาติสร้างกูร และเทอดชัย เวียร์ศิลป์. 2530. การผ่าตัดใส่ท่อ Rumen Fistula ในโคนม โดยวิธีผ่าตัดครั้งเดียว (One-stage Operation). เวชสารสัตวแพทย์ 17(4): 349-355.

สุกัญญา เกินกลาง. 2546. การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเป็นอาหารโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 127 หน้า.

อำพล วริทธิธรรม. 2546. การใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นอาหารโค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 115 หน้า.

เอกสิทธิ์ สมคุณา. 2541. การใช้เทคนิคถุงในลอนเพื่อการประเมินค่าการสลายตัวของอาหารหยาบและอาหารข้นในกระเพาะหมักของโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 112 หน้า.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis (17th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Md. 2,200 p.

Kellner, O., K. Drepper und K. Rohr. 1984. Grundzüge der Fütterungslehre. Verlag Paul Parrey, Hamburg. 143 p.

- Kuehl, R. O. 1994. Statistical Principles of Research Design and Analysis. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 686 p.
- Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.
- Ørskov E. R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Camb) 92: 499-503.
- Satter, L. D. and R. E. Roffler. 1981. Influence of nitrogen and carbohydrate inputs on rumen fermentation. pp. 115-139. In: W. Haresign and D.J.A. Cola (Eds), Recent Developments in Ruminant Nutrition. Butterworths, London.
- Steel R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company. Inc. New York. 481 p.
- Van Soest, p. J. 1982. Nutrition ecology of the ruminant. O&B Book, Inc., Corvallis, Oregon, USA. 337 p.
- Voigt J. und H. Steger. 1967. Zur quantitativen bestimmung von ammoniak, harnstoff und ketokorpem in biologischem material mit hilfe eines modifizierten mikrodifusionsgefasses. Archiv fuer Tierernaehrung. 17: 285-293.
- Younker, R. S., S. D. Winlamd, J. L. Firkins and B. L. Hull. 1998. Effects of replacing forage fiber or non fiber carbohydrates with dried brewer's grains. J. Dairy Sci., 81: 26-45.
-

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

- ชื่อวิทยาศาสตร์ คำขึ้นต้นให้ใช้อักษรตัวใหญ่ และใช้อักษรตัวแอน
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

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 29, No. 1 February 2013

Effects of Radio Frequency Heat Treatment to Control of <i>Aspergillus flavus</i> Aflatoxin B1 and Quality in Rice var. KDML 105 in Different Bagging Densities	
Jitramas Naka, Suchada Vearaslip, Sa-nguansak Thanapornpoonpong, Dieter von Hörsten and Wolfgang Lücke.....	1
Use of Ethephon and Monopotassiumphosphate Combined with Potassium Chlorate to Induce Off-season Flowering of Longan cv. Daw in Rainy Season	
Vitchuda Thongaon, Nudee Charoenkit and Pittaya Sruamsiri.....	13
Effects of Gibberellic Acid (GA3) on Quality and Sugar Change of Lotus Flower (<i>Nelumbo nucifera</i> Gaerth. cv. Sattrabutra)	
Petcharat Netlak and Wachiraya Imsabai.....	19
Use of Attractants for Detection of the Solanum Fruit Fly, <i>Bactrocera latifrons</i> (Hendel) Key Pest on Chili	
Anothai Wingsanoi.....	29
Reactions of BC4F3-4 Rice Lines (Rathu Heenati/KDML105 X Chai Nat 1) on White-backed Planthopper in Lower Northern Thailand	
Suporn Kimkhaw, Weerathep Pongprasert, Sawai Buranapanichpan Jiraporn Kulsarin and Yaowaluk Chanbang.....	45
Collection of Entomopathogenic Fungi of Sweet Pepper Thrips in Screen House in Chiang Mai Province	
Chadarat Chomphooploy, Jiraporn Kulsarin, Sawai Buranapanichpan, Weerathep Pongprasert and Siriya Kampiro.....	55
Habitat Survey and Biology of Leaf Insect, <i>Phyllium westwoodii</i> Wood-Mason (<i>Phasmatodea</i> : <i>Phylliidae</i>)	
Pipatpong Tathongkam, Sawai Buranapanichpan, Piyawan Suttiapan and Yaowaluk Chanbang.....	63
Agroforestry Land Utilization for Head Watershed Conservation: A Case Study of Pak Song Subdistrict, Phato District, Chumphon Province	
Saralee Thampariyut, Kittichai Rattana and Wicha Niyom.....	71
Knowledge, Attitude, and Practices of Trained Farmers from Local Wisdom Elite Network Center, Nakhon Sawan Province	
Phanu Thanatamrongkul and Rampaipan Aphichartphongchai.....	79
Effects of the Level of Dried Cassava Pulp from Ethanol Process in the Ration on Rumen Fermentation and Digestibility in Fistulated Thai Native Bull	
Norakamol Laorodphan, Choke Mikled, Nattaphon Chongkasikit, Chirawath Phatsara, Saowaluck Yammuen-art, Visut Sirinupongsanun and Amphon Waritthitham.....	89