



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2554

ความรู้ ทักษะ และ การปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวของเกษตรกร อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

ยุทธพล ทองปรีชา และ ดุษฎี ณ ลำปาง.....1

ผลของการห่อผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

ศรัญญา ใจพะยัค และ ธวัชชัย รัตนเลิศ.....11

ผลของการควั่นกิ่ง โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต และเอทธิฟอน ต่อการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่พันธุ์ชงชวยบนที่สูง

นุติ เจริญกิจ และ พัทยา สรวมศิริ.....19

ความหลากหลายทางชีวชนิดของเพรียงกระดาดสีน้ำตาลในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

พุดผิงษ์ เพ็งฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ จิราพร กุลสาริน เจตน์ คชฤกษ์

สุรเดช ปาละวิสุทธิ และ ภรณ์ บัตตาวะดัง.....27

ความหลากหลายชนิดของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในนาข้าวอินทรีย์

วิชัย สรพงษ์ไพศาล สมชาย ธนสินชัยกุล วงศ์พันธ์ พรหมวงศ์ ฉัตรมนี วุฒิสาร และ ภราดร ดอกจันทร์.....39

ประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงหิวข้าวโรงเรียน

สิริญา คัมภีโร จิราพร กุลสาริน ยาวลักษณ์ จันทร์บาง และมาลี ตั้งระเบียบ.....49

ชนิดของตัวทำลายลาย สภาวะในการสกัดและสมบัติของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีร์

ธนกิจ ถาหมี และพนิดา รัตนปิติกร.....59

คุณภาพซากและเนื้อของโคขาวลำพูนและโคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่า

นิราภรณ์ ชัยวัง ทศนีย์ อภิชาติสร้างกูร นาวรรณ ชมชัย เดโช ปรากฎรัตน์ คัมภีร์ ภักดีไทย

วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม มิชาเอล วิคเค และสัจชัย จตุรติธธา.....69

สมการทำนายน้าหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสมโดยใช้การประมาณค่าวางนัยทั่วไป เทียบกับตัวแบบเชิงเส้น

อัญชลี ทองกำเหนิด และ สีสี่ อิงศรีสว่าง77

**ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นต่อการย่อยได้ และนิเวศวิทยาในกระเพาะ
รูเมนของแพะ**

อารีย์วรรณ มีแสง ปิ่น จันจุฬา วันวิศาห์ งามผ่องใส และอภิชาติ หล่อเพชร.....87

ISSN 0857-0841

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 เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

5.1 ในเนื้อเรื่องไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ให้ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น สมชาย (2545) รายงานว่า...หรือ...(สมชาย, 2545) หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใช้ชื่อเป็น 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 ให้ใช้ชื่อ Johny and Walker (2004) ...หรือ...(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้ชื่อ 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 ชาตรี สิทธิกุล และ เขียวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

3) เรียงย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน 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 มณีพรม. 2547. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

ดูคำแนะนำรูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย และการส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์ได้ในปกหลัง

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture Associate Dean for Research and International Relations Affairs
บรรณาธิการ	รศ. ศุภศักดิ์ ลิมปิติ	Editor	Supasark Limpiti, Assoc. Prof.
รองบรรณาธิการ	รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์	Vice Editor	Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ	Editorial Board	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
ฝ่ายวิชาการ	รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล	(Academic)	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof.
	รศ. วราภา คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assoc. Prof.
	ผศ. ดร. สุรินทร์ นิลสำราญจิต		Surin Nilsamranchit, Ph.D., Assist. Prof.
	รศ. ดร. ณัฐา โพธาภรณ์		Nuttha Potapohn, Ph.D., Assoc. Prof.
	ศ.ดร. จริญญา จันทลักขณา		Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์		Metha Wanapat, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัตย์		Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof.
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Editorial Board	Vilaiporn Thammata
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวณัฐนันท์ ปารมี	(Management)	Nuttanun Paramee
	นางสาวนพวรรณ นุบุญมา		Noppawan Nuboonma
	นางชโรชนี ชัยมินทร์		Charochinee Chaimin
	นายมานพ เปี้ยพรรณ		Manop Pearpun
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการ และวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 14 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th	Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Division of Research, Academic Services, and International Relations, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับ รับเป็นสมาชิกทำyle่ม 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

พิมพ์ที่โรงพิมพ์: สมศักดิ์การพิมพ์ 47/3 ถนนแก้วนวนรัฐ ต.วัดเกต อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร. 053-242164, 089-4333989

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

วารสารเกษตรฉบับนี้เป็นฉบับประจำเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๕๔ ซึ่งเป็นฉบับแรกของปีที่ ๒๗ บทความในเล่มนี้มี ๑๐ เรื่องประกอบด้วยเรื่องในสาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร ๑ เรื่อง สาขาพืชสวน ๒ เรื่อง สาขาภูมิวิทยาและโรคพืช ๔ เรื่อง และสาขาสัตวศาสตร์ ๓ เรื่อง มีทั้งเรื่องที่มาจากนักวิจัยในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และจากนักวิจัยจากภายนอก ซึ่งทางกองบรรณาธิการต้องขอขอบคุณที่ท่านส่งผลงานมาเผยแพร่ผ่านวารสารของเราอย่างต่อเนื่อง

คงจำกันได้ว่าในวารสารฉบับที่แล้ว ผมได้เชิญชวนให้นักวิจัยและผู้สนใจทุกท่านใช้บริการสืบค้นข้อมูลวารสารเกษตรฉบับที่ตีพิมพ์แล้ว(ย้อนหลังไปได้ถึงปีที่ ๑๐ หรือพ.ศ.๒๕๓๗) ผ่านเว็บไซต์ของวารสาร แต่ผมไม่ได้ให้รายละเอียดของชื่อเว็บ ดังนั้นในฉบับนี้จึงขอเรียนให้ทราบว่า ชื่อเว็บไซต์ที่ท่านจะเข้าไปสืบค้นได้คือ <http://web.agri.cmu.ac.th/agjournal/> และขอแจ้งเพิ่มเติมว่า ในการสืบค้นท่านสามารถ download ข้อมูลของบทความย้อนหลังได้แบบ full paper โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและไม่ต้องใช้อีเมลผ่าน ทั้งท่านที่เป็นสมาชิกและบุคคลภายนอก ทั้งนี้เพื่อเป็นบริการเสริม ในระยะทดลองระบบ โดยท่านสามารถสืบค้นได้ด้วย ชื่อบทความ(titles) ชื่อผู้เขียน(authors) หรือคำสำคัญ(keywords) จึงขอเชิญชวนให้ท่านลองเข้ามาใช้บริการฟรี และหากมีข้อเสนอแนะใดในการปรับปรุงระบบ ท่านสามารถเมลมาได้ที่ agjournal@chiangmai.ac.th หรือที่ agjournal22@gmail.com ขอขอบคุณล่วงหน้าสำหรับการใช้บริการและคำติชม

พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

รศ.ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ

บรรณาธิการวารสารเกษตร

ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์
ในการปลูกข้าวของเกษตรกร
อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

Knowledge, Attitude, and Practices on Organic Fertilizer
Application for Growing Rice of Farmers,
Mae Suai District, Chiang Rai Province

ยุทธพล ทองปรีชา^{1/} และ ดุษฎี ณ ลำปาง^{1/}
Yuttapon Thongprecha^{1/} and Dusdee Nalampang^{1/}

Abstract: The objectives of this study were to find out : (1) The kind, and quantity of organic fertilizer application, and also the cost of growing rice (2) the relationship between farmers' knowledge, attitudes, practice and their personal economical and environmental factors and (3) Their problems and recommendation on organic fertilizer application. The study was done by sampling 347 farmers in Mae Suai District, Chiang Rai Province. The result showed that all of the farmers had one kind of fertilizer application which was organic incorporated with inorganic fertilizer for growing rice. Farmers used animal manure more than compost and green manure fertilizers. The costs of growing rice were 3,577.10 and 4,010.50 bath per rai for the rainy-season rice and the dry-season rice, respectively. Independent variables including gender and knowledge about the environment in the rice field were found to be significantly related to knowledge of organic fertilizer application. Obtaining of messages in organic fertilizer, frequency of training and the knowledge about the environment in the rice field were also significantly related to attitudes of organic fertilizer application. In addition, area of rice field, training , frequency of training, experience of organic fertilizer use, places and existence of organic fertilizer production, number of in household labors and access to the place of organic fertilizer production were significantly related to practice of organic fertilizer application. their lack of knowledge and experience of compost production were the biggest problem of farmers in using organic fertilizer. More training should be provided on production and application of organic fertilizer, and training for using organic mixed with inorganic fertilizers for growing rice.

Keywords: Knowledge, attitude, practices, organic fertilizer, growing rice

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

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

บทคัดย่อ: ศึกษา (1) รูปแบบ ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และต้นทุนการผลิตข้าว (2) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัย ด้านสังคม ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม กับ ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และ (3) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย จำนวน 347 ราย พบว่า เกษตรกรมีรูปแบบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการปลูกข้าวมากที่สุดคือ ปุ๋ยคอก รองลงมาคือ ปุ๋ยหมัก และ ปุ๋ยพืชสด มีต้นทุนการผลิตข้าวไร่ และนาปรัง เฉลี่ยเท่ากับ 3,577.10 และ 4,010.50 บาท/ไร่ ตามลำดับ การทดสอบสมมติฐาน พบว่า เพศ และ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว มีความสัมพันธ์กับ ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ ความถี่ในการฝึกอบรม และความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าวมีความสัมพันธ์กับทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าว การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ ความถี่ในการฝึกอบรม ประสบการณ์การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จำนวนแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การมีอยู่ของแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ และ ความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของปัญหานั้น เกษตรกรมีปัญหากับการใช้ปุ๋ยหมักมากที่สุด และมีข้อเสนอแนะ คือเกษตรกรต้องการให้มีการจัดอบรมให้ความรู้ด้านการผลิต การใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวอย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ความรู้, ทักษะ, การปฏิบัติ, ปุ๋ยอินทรีย์, การปลูกข้าว

คำนำ

ปัจจัยการผลิตข้าวที่สำคัญคือ ปุ๋ย อันเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตข้าวด้วย ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่า ต้นทุนการผลิตข้าวมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยเกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาปุ๋ยเคมีที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากนั้น นอกจากจะทำให้มีต้นทุนผลิตข้าวสูงแล้วยังมีผลเสียต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินด้วย (ธงชัย, 2550) วิธีการลดปัญหานี้ คือ การส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ผสมผสานกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว (จิรพงษ์, 2548) ซึ่งปัจจัยที่จะทำให้เกษตรกรเกิดการยอมรับปุ๋ยอินทรีย์และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวมากขึ้น คือ การมีความรู้ที่ถูกต้องและการมีทัศนคติที่ดีต่อปุ๋ยอินทรีย์

แต่กระนั้น เกษตรกรบางส่วนยังขาดความรู้ความเข้าใจ อีกทั้งยังมีความไม่มั่นใจในประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใช้ในการปลูกข้าว ดังนั้น การวิจัยนี้จึงได้ศึกษา ความรู้ ทักษะ การปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว พร้อมทั้งศึกษาประเภทการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต้นทุนการผลิต ข้าว ปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของเกษตรกร เพื่อให้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการพัฒนาแนวทางการ

ส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตข้าวมากขึ้น

วิธีการศึกษา

ใช้วิธีการสุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 347 ราย ในอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย แบบสุ่มหลายขั้นตอน (Multi – stage random sampling technique) และคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane ใช้แบบสอบถามที่มีคำถามทั้งแบบปลายปิด (Close-ended question) และ แบบปลายเปิด(Open-ended question) เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจ สังคม ประเภท และปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ต้นทุนการผลิตข้าว ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว ทักษะ การปฏิบัติของเกษตรกรในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยเป็นการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ระดับการศึกษา พื้นที่ปลูก จำนวนแรงงาน รายได้ครัวเรือน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ การติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ประสบการณ์ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ แหล่งผลิต/

จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ จำนวนแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ความเพียงพอของแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ระยะทางจากแปลงนาถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ และความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ในนาข้าว กับตัวแปรตาม ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว ด้วยการใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple regression) แบบลำดับขั้น (Stepwise method)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย(ร้อยละ 82.70) มีอายุเฉลี่ย 48 ปี เกินกว่าครึ่งได้รับการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีรายได้ครัวเรือนเฉลี่ย 105,000 บาท/ปี มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2.5 คน มีพื้นที่ปลูกข้าวเฉลี่ย 7.13 ไร่ มีประสบการณ์ใช้ปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉลี่ย 6.8 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ ตอบว่า มีแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ภายใน

แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวแปรอิสระ

(Independent Variables)

- อายุ (age)
- เพศ (gender)
- ระดับการศึกษา (education)
- รายได้ครัวเรือน (income)
- จำนวนแรงงาน (number of in household labors)
- พื้นที่ถือครอง (area of rice fields)
- การเข้าถึงปุ๋ยอินทรีย์ (number of the place of organic fertilizer , access to the place of organic fertilizer production, places and existence of organic fertilizer production, distance to organic fertilizer , sufficiency of organic fertilizer production)
- ประสบการณ์การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (experience of organic fertilizer use)
- การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ (obtaining of messages in organic fertilizer)
- การติดต่อเจ้าหน้าที่เกษตร (officer contact)
- การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ (training , frequency of training)
- ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั่วไปในนาข้าว (knowledge about the environment in the rice field)

ตัวแปรตาม

(Dependent Variables)

1. ความรู้ (knowledge)
 2. ทักษะ (attitudes)
 3. การปฏิบัติ (practice)
- (เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว)

ท้องถิ่นของตน (ร้อยละ 80.10) ซึ่งมีจำนวนที่ตั้งเฉลี่ย 1.2 แห่ง และมีแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ภายในท้องถิ่นที่เพียงพอต่อความต้องการ (ร้อยละ 76.10) เกษตรกรเกือบทั้งหมด สามารถเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ได้ง่าย เกษตรกรมีระยะทางจากแปลงนาถึงแหล่งปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 3.3 กิโลเมตร ได้รับข่าวสารเฉลี่ย 2.6 ครั้ง มีความถี่ในการเข้าติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเกี่ยวกับการปลูกข้าวเฉลี่ย 1.6 ครั้ง เกษตรกรเกินกว่าครึ่งเคยได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และมีความถี่ในการได้รับการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 1.1 ครั้ง เกษตรกรส่วนใหญ่ทำนาสองครั้งต่อปี โดยใช้ปุ๋ยมูลโค-กระบือเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวมากที่สุด แต่ใช้ปุ๋ยพืชสดน้อยที่สุด (ร้อยละ 23.1) มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยในฤดูนาปีและนาปรังเท่ากับ 722.70 กก./ไร่ และ 805.85 กก./ไร่ ตามลำดับ มีต้นทุนผันแปรเฉลี่ยของการผลิตข้าวนาปีเท่ากับ 3,557 บาท/ไร่ และ นาปรังเท่ากับ 4,010 บาท/ไร่ ตามลำดับ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในนาข้าวเฉลี่ยในระดับสูง มีความรู้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูก

ข้าวเฉลี่ยในระดับปานกลาง มีระดับทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวอยู่ในระดับสูงและมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวในระดับสูง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

พบว่า มีตัวแปรอิสระเพียง 2 ตัวแปร คือ เพศ และ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว ที่มีอิทธิพลให้เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวเพิ่มมากขึ้น (แปรผันตาม)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทัศนคติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

พบว่า ตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว ความถี่ในการอบรม และการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ มีอิทธิพลต่อทัศนคติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวในทางบวก (แปรผันตาม)

Table 1 The costs of growing rice in rainyseason

List	Maximum costs (bath per rai)	Minimum costs (bath per rai)	average costs (bath per rai)	SD
inorganic fertilizer	1,350	870	960.19	139.29
organic fertilizer	1,000	700	755.22	186.57
fuel	80	40	62.47	17.85
labors	1,000	0	762.36	158.96
pesticide	120	40	57.44	27.46
machinery	800	600	682.74	154.40
Rice seed	190	100	140.39	41.27
Other equipments	150	90	138.08	122.15
Other	40	10	18.23	6.39
Total	4,730	2,450	3,577.09	

Table 2 The costs of growing rice in dry-season

List	Maximum costs (bath per rai)	Minimum costs (bath per rai)	average costs (bath per rai)	SD
inorganic fertilizer	1,500	1,000	1,258.62	319.34
organic fertilizer	1,000	400	602.3	216.53
fuel	90	40	60.38	60.38
labors	1,100	0	997.89	17.87
pesticide	120	0	54.98	17.22
machinery	800	650	748.83	106.59
Rice seed	200	80	148.53	34.34
Other equipment	140	80	126.46	104.66
Other	30	0	12.5	12.28
Total	4,980	2,250	4,010.49	

Table 3 Independent variables significantly related to knowledge of organic fertilizer application

Variables	B	Beta	S.D.	t	Sig
- knowledge about the environment in the rice field	0.143	0.224	5.931	4.304	.000**
- gender	0.435	0.145	0.376	2.767	.006**
Constant	3.584			13.338	
$R^2=0.071$	$R^2_{adj}=0.065$	$F= 13.061$			

Note: ** significantly different at $P < 0.01$

Table 4 Independent variables significantly related to attitudes of organic fertilizer application

Variables	B	Beta	S.D.	t	Sig
- knowledge about the environment in the rice field	0.663	0.254	1.136	5.082	.000**
- frequency of training	0.749	0.194	1.200	3.732	.000**
- Obtaining of messages in organic fertilizer	0.209	0.143	3.175	2.747	.006**
Constant	38.858			41.194	
$R^2=0.146$	$R^2_{adj}=0.138$	$F= 19.538$			

Note: ** significantly different at $P < 0.01$

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

พบว่า ตัวแปรอิสระมีจำนวน 5 ตัว ได้แก่ พื้นที่ปลูกข้าว การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ ความถี่ในการฝึกอบรม ประสบการณ์การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และจำนวนแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวในทางบวก(แปรผันตาม) และตัวแปรอิสระอีกจำนวน 3 ตัว ได้แก่ จำนวนแรงงานในครัวเรือน การมีอยู่ของแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวในทางลบ (แปรผกผัน)

อภิปรายผล

1.รูปแบบ ปริมาณการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และต้นทุนการผลิตข้าว

การที่เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีนั้น เนื่องจากเกษตรกรพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีอย่าง

เดียวในการปลูกข้าวจะ ดินนาตัวแข็ง แน่น ไม่ร่วนซุย และทำให้มีต้นทุนสูง จึงมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้มูลโค-กระบือ มาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใช้ในการปลูกข้าวมากที่สุด เนื่องจากมูลโค-กระบือ สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และหากเทียบราคาซื้อขายในท้องถิ่นแล้ว ถือว่ามีราคาถูกที่สุด และการที่เกษตรกรใช้ปุ๋ยพืชสดในปริมาณที่น้อยมากนั้น เนื่องจาก เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจ ความคุ้นเคยเกี่ยวกับปุ๋ยพืชสด อีกทั้ง การที่ปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่มีอายุการไถกลบใกล้เคียงกับระยะเวนวางระหว่างฤดูปลูก(ประมาณ 1 เดือน) เช่น ปอเทืองที่ต้องใช้ระยะเวลา 50 - 60 วัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) เกษตรกรเกรงว่าจะไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการไถตากหน้าดินสำหรับเพาะปลูกในฤดูต่อไป จึงทำให้เกษตรกรเลือกที่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลสัตว์มากกว่าปุ๋ยพืชสดดังกล่าวข้างต้น จะมีเพียงเกษตรกรไม่กี่รายในพื้นที่นาดอน น้ำไม่ถึงช่วงฤดูแล้งเท่านั้น ที่ไม่ทำนาปรังและปลูกพืชปุ๋ยพืชสดในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ในส่วนของต้นทุนผันแปรในการผลิตข้าวทั้งนาปีและนาปรังนั้น นาปรังจะมีต้นทุนที่สูงกว่านาปี เนื่องจากเกษตรกรเน้นใช้ปุ๋ยเคมีใน

Table 5 Independent variables significantly related to practice of organic fertilizer application

Variables	B	Beta	S.D.	t	Sig
- access to the place of organic fertilizer production	-8.232	-0.415	0.398	-7.804	.000**
- frequency of training	1.215	0.183	1.200	3.869	.000**
-number of the place of organic fertilizer	1.060	0.153	1.152	3.623	.000**
- places and existence of organic fertilizer production	-2.094	-0.147	0.561	-2.801	.005**
- training	2.126	0.126	0.469	2.625	.009**
- experience of organic fertilizer use	0.082	0.082	7.916	2.063	.040*
- number of in household labors	-0.679	-0.084	0.986	-2.321	.021*
- area of rice field	0.158	0.079	4.085	2.140	.033*
Constant	27.574			19.887	
$R^2 = 0.570$		$R^2_{adj} = 0.560$		$F = 56.115$	

Note: *, ** significantly different at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively

นาปรังในสัดส่วนที่มากกว่าในนาปี เพื่อให้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มเข้าไปนั้น ไปชดเชยความสมบูรณ์ในแปลงนาที่ลดลงไปในฤดูแล้ง เพื่อให้ข้าวสมบูรณ์และรักษาปริมาณผลผลิตไว้ ซึ่งเห็นได้จากปริมาณผลผลิตข้าวนาปรังที่สูงกว่านาปี จึงทำให้มีต้นทุนอันเกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ต้นทุนผันแปรในการผลิตข้าวเฉลี่ยของเกษตรกร มีค่าใกล้เคียงกับ ต้นทุนผลิตข้าวเฉลี่ยรวมทั้งประเทศ โดยต้นทุนนาปีและนาปรังเฉลี่ยรวมทั้งประเทศเท่ากับ 3,122 บาท/ไร่ และ 4,072 บาท/ไร่ ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2553)

2. ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ของเกษตรกรด้านใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

- เพศ

เป็นปัจจัยสนับสนุนโอกาสการเพิ่มขึ้นของความรู้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร โดยมีความเป็นไปได้ที่เกษตรกรเพศชายจะมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าเกษตรกรเพศหญิง ทั้งนี้ เนื่องจากตามพื้นที่ชนบทนั้น เกษตรกรเพศชายมักจะมีโอกาสอยู่กับการเสาะหาและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวมากกว่าเพศหญิง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายได้เข้ารับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ถึงร้อยละ 81 แต่กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ มีเพียงร้อยละ 24 เท่านั้น

- ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว

การมีความรู้ความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าวโดยเฉพาะประเด็นด้านคุณภาพดินในนาข้าว ทั้งทางกายภาพและชีวภาพ เช่น ผลดีผลเสียของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อดินในนาข้าว และการมีจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว มีผลทำให้ความรู้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มสูงขึ้นหรือในทางที่ดีขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการมีความรู้ดังกล่าว จะเสริมสร้างให้เกษตรกรเข้าใจถึงความสำคัญและคุณค่าของการมีสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ดี และแนวทางหนึ่งในการสร้างสิ่งแวดล้อมในนาข้าวให้ดี ก็คือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว ซึ่งต้องมีความรู้อย่างถูกต้องในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับทัศนคติของเกษตรกรด้านใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

- การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์

เกษตรกรที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์มาก จะเกิดทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีกว่าเกษตรกรที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์น้อยกว่า เนื่องจาก การที่เกษตรกรได้รับข่าวสารเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างบ่อยครั้งนั้น โดยเฉพาะการได้รับจากสำนักงานเกษตรอำเภอ จะทำให้เกษตรกรรับทราบข้อเท็จจริง คุณประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว และจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับศักดิ์ชาย(2541) ที่กล่าวไว้ว่า การรับข่าวสาร เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากร เกษตรกรที่ได้รับข่าวสารจากหลายแหล่งสื่อ จะมีทัศนคติที่ดีกว่าเกษตรกรที่ได้รับข่าวสารน้อย

- ความถี่ในการฝึกอบรม

เกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมบ่อยครั้ง จะทำให้ทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีขึ้น เนื่องจาก เกษตรกรที่มีความถี่ในการฝึกอบรมสูงนั้น จะได้รับโอกาสในการเรียนรู้ ฝึกทักษะ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวไปในทางที่ดีขึ้นด้วย

- ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว

เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าวดี โดยเฉพาะประเด็นเกี่ยวกับความเป็นกรดสูงของดินนาที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน ความ เป็นประโยชน์ของจุลินทรีย์ดินในนา ผลกระทบของสารเคมีกำจัดศัตรูข้าวต่อการดื้อยาในแมลงศัตรูข้าว ต่างมีผลทำให้ทัศนคติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวดีขึ้นเช่นกัน เนื่องจากมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าวที่ดีนั้น จะทำให้ทราบถึงความสำคัญของระบบนิเวศในนาข้าวที่มีความเหมาะสม และใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อรักษาระบบนิเวศในนาข้าวมากขึ้น ส่งผลให้มีทัศนคติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีขึ้นไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ศักดิ์ชาย(2541) ที่กล่าวทำนองเดียวกันว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์

และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ เป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากร

4. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว

- ความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์

เกษตรกรที่เข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ได้ยากลำบาก มักจะเลิกให้ความสำคัญหรือลดความสนใจที่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลให้มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวลดน้อยลงตามไปด้วย สอดคล้องกับ วรจนา (2545) ที่กล่าวในทำนองคล้ายกันว่า ความสะดวกในเส้นทางการขนส่งมีผลต่อการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อเพิ่มผลผลิตของเกษตรกร

- ความถี่ในการฝึกอบรม

การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการใช้และจัดการปุ๋ยอินทรีย์อย่างสม่ำเสมอ หรือบ่อย ๆ ครั้ง จะทำให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ในการปลูกข้าวที่ดีขึ้น เพราะจะเป็นการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ และจัดการปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวก็จะดีขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ เอนก(2544) ที่กล่าวในทำนองเดียวกันว่า จำนวนครั้งที่เข้ารับการอบรม มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติของเกษตรกรในการใช้สารเคมีเกษตรสำหรับผลิตสตรอเบอรี่ในเชิงบวก

- จำนวนแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์

ในพื้นที่ที่มีแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ในจำนวนมากนั้น จะช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวมากขึ้น การที่มีจุดหรือแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์มากเพียงใด ก็ย่อมเป็นการส่งเสริมหรือเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงปุ๋ยอินทรีย์ได้มากขึ้น เมื่อมีโอกาสเข้าถึงปุ๋ยอินทรีย์ได้มากขึ้น ก็ย่อมเพิ่มโอกาสที่เกษตรกรจะได้มีการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการปลูกข้าวมากขึ้นด้วย

- การมีอยู่ของแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์

การเกษตรกรที่ไม่ค่อยทราบว่ามีพื้นที่ของต้นมีแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ กลับจะทำให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า การที่เกษตรกรที่มีทราบว่าในพื้นที่ของตนมีแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ แล้วต้องไปเสาะหาปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งที่อยู่ไกลออกไป ซึ่งต้องสละเวลา ค่าใช้จ่ายในการเดินทางหรือขนส่ง จะทำให้เกษตรกรมีความรัดกุมในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และจำต้องมีการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว ที่ดีด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด

- การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์

เกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ จะมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีกว่าเกษตรกรที่ไม่เคยได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์เลย เนื่องจาก เกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์จะมีความรอบรู้ในด้านการใช้การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ที่ดี ส่งผลให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวดีตามไปด้วย สอดคล้องกับ นริศ(2541) ที่กล่าวว่า การเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว

- จำนวนแรงงานในครัวเรือน

ในครัวเรือนของเกษตรกรในรายที่มีแรงงานจำนวนมาก จะมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวลดลง ทั้งนี้ เกิดจากปัจจัยด้านอำนาจในการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากการมีแรงงานหลายคนย่อมมีความคิดเห็นต่อการใช้ ปุ๋ยอินทรีย์แตกต่างกันออกไปทำให้อำนาจการตัดสินใจในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อาจถูกบั่นถอนลงไป สอดคล้องกับ ธีรพงศ์(2551) ที่กล่าวว่า เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 1- 2 คน จะมีการปฏิบัติเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์มากกว่า เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนมากกว่า 2 คนขึ้นไป

- พื้นที่ปลูกข้าว

เกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมากนั้น มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวน้อยกว่า ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า การมีพื้นที่ปลูกข้าวมาก จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยในปริมาณมากด้วย แต่การใช้ปุ๋ยเคมีในสัดส่วนมาก ๆ ก็ย่อมจะทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสูง จึงมีการเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้นเพื่อลดต้นทุน ส่งผลให้มีระดับการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีขึ้น ซึ่งทิศทางการสัมพันธ์ดังกล่าว เป็นไปในทำนองเดียวกันกับ ชายันต์(2544) ที่กล่าวว่า ขนาดของพื้นที่ทำการเกษตร มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้อง กล่าวคือ เกษตรกร ที่มีขนาดพื้นที่ทำการเกษตรที่แตกต่าง จะมีการปฏิบัติที่แตกต่างกันออกไปด้วย

- ประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

การที่เกษตรกรมีการส่งเสริมประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หลาย ๆ ปี ทำให้เกษตรกรมีการสะสมความรู้ความชำนาญในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลให้มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่ดีและดีกว่าเกษตรกรที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว ใช้ปุ๋ยมูลโค-กระบือเป็นในข้าวมากที่สุด และใช้ ปุ๋ยพืชสดในการปลูกข้าวในปริมาณที่น้อยมาก เกษตรกรมีต้นทุนผันแปรของการผลิตข้าวนาปี และนาปรังเฉลี่ยเท่ากับ 3,557 และ 4,010 บาท/ไร่ ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามนั้น พบว่า ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว นั้น มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปร เพศ และ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ ทักษะของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปร การได้รับข่าวสาร

เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ ความถี่ในการฝึกอบรม และ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในนาข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของการปฏิบัติของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าว นั้น มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปร ขนาดของพื้นที่ปลูกข้าว การฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ ความถี่ในการฝึกอบรม ประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และจำนวนแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ภายในท้องถิ่น แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับตัวแปร จำนวนแรงงานภายในครัวเรือน การมีอยู่ของแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ภายในท้องถิ่น และความยากง่ายในการเข้าถึงแหล่งผลิต/จำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ภายในท้องถิ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัญหาสำคัญที่พบ ที่เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวของเกษตรกร คือ การขาดความรู้ทั้งด้านการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ดี รวมถึงความรู้เกี่ยวกับการผลิต ผสมกับการที่ตัวแปรตามในการศึกษาข้างต้น มักมีความสัมพันธ์กับความรู้ที่เกิดจากการได้รับการฝึกอบรม การได้รับข่าวสารเป็นหลัก ดังนั้นแล้ว การแก้ไขปัญหานี้ควรจะเน้นที่ตัวบุคคลเป็นหลักด้วย โดยเน้นการให้การฝึกอบรมให้ความรู้ด้านต่างเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างเข้มข้นและละเอียดแก่เกษตรกร ถ่ายทอดข่าวสารอย่างสม่ำเสมอ และเพิ่มเติมความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมในนาข้าวประกอบเข้าไปด้วย เพื่อเป็นการปรับระดับทั้งระดับความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ระดับทัศนคติ และระดับการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย อนึ่ง จากการศึกษาในส่วนของความคิดเห็นของเกษตรกรด้านการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอนาคต พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงให้ความสนใจ สนับสนุนให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวต่อไป และยังคงจะใช้ต่อไปอีกในอนาคต อีกทั้งยังต้องการความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มเติม จึงน่าจะเป็นอีกปัจจัยที่ดี ที่เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะเพิ่มความเข้มข้นในการดำเนินการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวแก่เกษตรกรมากขึ้น ทั้งจะเป็นการปรับเปลี่ยนทัศนคติด้านปุ๋ยอินทรีย์ให้ดียิ่งขึ้น และเพิ่มเสริมความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แก่เกษตรกรด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. ปุ๋ยพืชสด.(ระบบออนไลน์).
แหล่งข้อมูล : <http://www.doae.go.th> (9
สิงหาคม 2553).
- จิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2548. “คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืช
เศรษฐกิจ”. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 121 หน้า.
- ชายนต์ คำมา. 2544. ความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการ
ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ใน
อำเภอ หล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่. 127 หน้า.
- ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิค
การผลิตและการใช้ประโยชน์. พิมพ์ครั้งที่ 2.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ. 300 หน้า.
- ธีรพงศ์ มนต์แก้ว. 2551. ความรู้และการปฏิบัติเกษตร
อินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรในตำบลสะลอง
อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระ
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่. 110 หน้า.
- นริศร คงสมบูรณ์. 2541. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรู
ข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสิงห์บุรี.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 75 หน้า.
- วรรณ ศรีบุญมา. 2545. ปัจจัยบางประการที่มี
ความสัมพันธ์ต่อการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอก
มะลิ 105 เพื่อเพิ่มผลผลิตของเกษตรกรใน จ.
บุรีรัมย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
<http://www.doae.go.th> หัวข้องานวิจัยส่งเสริม
การเกษตร (15 สิงหาคม 2553).
- ศักดิ์ชาย สมใส. 2541. ทักษะคติของเกษตรกรหมู่บ้านรอบ
บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต่อการอนุรักษ์และ
พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์วิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
114 หน้า.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2553. ต้นทุนข้าวนาปีและนา
ปรัง ปี พ.ศ. 2550-2552 เฉลี่ยทั้งประเทศ.
(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.oae.go.th
(6 สิงหาคม 2553).
- เอนก จอมมูล. 2544. การปฏิบัติของเกษตรกรในการใช้
สารเคมีสำหรับการผลิตสตรอเบอรี่ในอำเภอสะ
เมิง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาส
ตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 134 หน้า.

ผลของการห่อผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมะม่วง พันธุ์น้ำดอกไม้

Effect of Fruit Bagging on Yield and Quality of Mango cv. Nam Dok Mai

ศรัญญา ใจพะยัก^{1/} และ ธวัชชัย รัตนชเลศ^{1/}
Saranya Jaiphayak^{1/} and Tavatchai Radanachaless^{1/}

Abstract: The effect of fruit bagging using double layers of carbon paper at different stages of fruit on yield and quality of mango cv. Nam Dok Mai was studied. The experiment with six – year – old trees was conducted at a farmer's orchard in Mae Taeng District, Chiang Mai Province from January to June 2007. Completely randomized design with 4 replications (one plant per replication) was used in this study. The experiment consisted of 3 treatments as follows: fruit was bagged when it was 5, 7, and 9 cm long or at 42, 47 and 50 days after 50% bloom. The results showed that total fruit weight per tree when harvesting at 115 days after 50% bloom was 17.8, 10.3 and 14.5 kg, respectively. The individual fruit weight collected from all trees at maturity ranged from 422 to 460 g. The number of dropped infructescences after bagging per number of bagged infructescences, the number of defected fruits after bagging, fruit size and seed size showed no difference. Internal fruit qualities after ripening such as peel color, fruit firmness with peel and without peel, total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA) were not different either. From the results, it is concluded that farmers can start bagging the fruit when its length is 5 cm or longer without damaging the quantity and quality of the fruit product.

Keywords: Bagging, quality, mango cv. Nam Dok Mai

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

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

บทคัดย่อ: ศึกษาการห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสองชั้นที่ความยาวผลต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพของผลหลังการห่อ ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2550 กับต้นที่มีอายุ 6 ปี ในสวนมะม่วงของเกษตรกรที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 3 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ประกอบด้วย การห่อผลในระยะที่ผลมีความยาว 5, 7 และ 9 เซนติเมตร หรือมีอายุ 42, 47 และ 50 วันหลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า เมื่อเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 115 วันหลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่มีการห่อผลที่ระยะผลมีความยาว 5, 7 และ 9 เซนติเมตร ให้น้ำหนักผลที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อผลแก่เท่ากับ 17.8, 10.3 และ 14.5 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลของทุกต้นอยู่ระหว่าง 422 – 460 กรัม จำนวนข้อผลร่วงหลังการห่อต่อข้อผลที่ห่อทั้งหมด จำนวนข้อผลเสียหลังการห่อ ขนาดผลและเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ศึกษา คุณภาพภายในของผลหลังการบ่มได้แก่ สีเปลือก ความแน่นเนื้อรวมเปลือกและไม่รวมเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดทั้งหมดนั้นไม่แตกต่างด้วยเช่นกัน จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรสามารถห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความยาวตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ

คำสำคัญ: การห่อผล คุณภาพ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของประเทศไทย ที่มีความสำคัญอยู่ในระดับแนวหน้า ทั้งนี้เพราะเป็นไม้ผลที่รู้จักกันดี นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย มีรสชาติดี กลิ่นหอม คุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ สร้างรายได้ดีกว่าพันธุ์ลำนำบาท (สมาคมชาวสวนมะม่วงไทย, 2553) ทำให้ได้รับความนิยมและปลูกเป็นการค้าอย่างกว้างขวาง มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จัดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงสุดในการส่งออกในปัจจุบัน โดยเฉพาะตลาดประเทศญี่ปุ่น (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์, 2553 ก) ออกดอกสม่ำเสมอทุกปี ทนทานต่อโรค และแมลงศัตรูพืชได้ดีปานกลาง มีทรงผลอูมรี รูปร่างสม่ำเสมอ ขนาดปานกลาง มีน้ำหนักเฉลี่ย 340 กรัม หรือประมาณ 3 ผลต่อกิโลกรัม พันธุ์มะม่วงที่ได้รับการส่งเสริมและส่งออกในขณะนี้ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และพันธุ์มหาชนก ขณะที่พันธุ์โชคอนันต์กำลังอยู่ลำดับถัดไป (ชูชาติและอรุณี, 2550)

ปัจจุบันตลาดส่งออกมะม่วงสดของประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณผลผลิตคุณภาพดีภายในประเทศ ยังมีไม่เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งลักษณะของผลที่มีคุณภาพดี จะต้อง มี รูปร่างตรงตามพันธุ์ ไม่ผิดปกติ ไม่อ้วนกลมหรือผอมบาง สีผิวมีความสม่ำเสมอ มีนวล ไม่มีลักษณะต่างหรือลายปราคาจากร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง ไม่บอบช้ำ

หรือมีตำหนิบนผิวต่าง ๆ รอยขีดข่วนจากการเสียดสี (มหนู, 2551) ดังนั้น ในการส่งออกมะม่วงผลสดของไทย จำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพของผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาด ทั้งในเรื่องของสีผิว สุขอนามัยและสุขอนามัยพืช เพื่อลดปัญหาการกีดกันทางการค้า วิธีหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งคือ การห่อผลด้วยวัสดุห่อและในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ให้มีสีผิวสวยงามดึงดูดใจผู้บริโภค ยังลดการใช้สารเคมีฆ่าศัตรูพืช และการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช รอยขีดข่วนที่เกิดจากการเสียดสีของกิ่ง และจุดประจกต่อมน้ำมัน (Estrada, 2002) มะม่วงที่ห่อผลไว้ยังจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ผลแก่ช้าลง ไม่ค่อยร่วงหล่นเสียหายและขายได้ราคาดี ส่วนระยะการห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ของเกษตรกร ในพื้นที่ที่มีอากาศค่อนข้างหนาวเย็นในภาคเหนือตอนบนมีรายงานตั้งแต่เมื่อผลมีความยาว 5 เซนติเมตรขึ้นไป (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์, 2552ข) 7 เซนติเมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 10 เซนติเมตร (ธวัชชัย และฉันทลักษณ์, 2553) และ 8 – 12 เซนติเมตรขึ้นไปในพื้นที่ค่อนข้างร้อนและแห้งแล้งในภาคเหนือตอนล่าง (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์, 2552ก)

การห่อผลได้นำไปสู่การปฏิบัติอย่างกว้างขวางแล้ว ในกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อการส่งออก โดยเฉพาะการใช้ถุงกระดาษคาร์บอนสองชั้น (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์, 2553ข) แต่ยังคงขาดความชัดเจนในการจัดการเรื่องระยะการห่อผลที่เหมาะสม การศึกษานี้จึงมุ่ง

หาระยะการห่อผลที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทาง
ในการนำไปใช้ส่งเสริมด้านการผลิตมะม่วงคุณภาพให้ได้
มาตรฐานสำหรับการส่งออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ 6
ปี จำนวน 12 ต้น ในพื้นที่ของเกษตรกร อ.แม่แตง จ.
เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4
ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น มี 3 กรรมวิธี คือ ห่อผลเมื่อผลมีขนาดยาว
5, 7 และ 9 เซนติเมตร หลังจากทำการปลิดผลให้เหลือ
เพียง 1 ผลต่อช่อแล้วห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนสองชั้น
ทุกผลบนต้น และก่อนห่อพ่นสารฆ่ารา propineb
(Antracol) อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หลังจากเก็บผล
จำนวน 5 ผลต่อต้น มาแล้วนำมาบ่มให้สุกด้วยเอทิลพอน
48% ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้านส่วน ทำการ
ทดลองระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2550
บันทึกข้อมูลพื้นฐานของต้น การพัฒนาของผล การติดผล
ปริมาณและคุณภาพผลหลังการห่อผล ได้แก่ สีเปลือก
ความแน่นเนื้อรวมเปลือกและไม่รวมเปลือก ปริมาณ
ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ นำ
ข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of
variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant
difference (LSD) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้
โปรแกรม Statistix 7.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานบางประการของต้น
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอายุ 6 ปีที่ได้รับการ
บำรุงรักษาและตัดแต่งกิ่งทุกปี พบว่า ต้นมีขนาดทรงพุ่ม
กว้าง 355.3 เซนติเมตร สูง 302.7 เซนติเมตร และ
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 12.4 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) มีช่อดอกเฉลี่ย 259.3 ช่อดอกต่อต้น จากจำนวนยอดทั้งหมด
275.9 ยอดต่อต้น ความกว้างของช่อดอก 16.87
เซนติเมตร ความยาว 35.83 เซนติเมตร และมีจำนวนดอก
ต่อช่อเฉลี่ย 941.6 ดอก

ต่อช่อ (ตารางที่ 1) ความยาวของช่อดอกประมาณ 30
เซนติเมตรนี้ ถือว่าเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์ ตามความเห็น
ของเกษตรกรชาวสวนมืออาชีพ ตำบลโป่งตาลอง อำเภอ
ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (ธวัชชัยและฉันทลักษณ์,
2553) เฉลิมชัย (2539) รายงานว่าความยาวของช่อดอก
มะม่วงพันธุ์อื่น ๆ ประมาณ 10-16 เซนติเมตร ดังนั้น ถือ
ว่าพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีช่อดอกค่อนข้างยาว

พัฒนาการและการติดผล

ระยะการพัฒนาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สี
ทอง พบว่าจากระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ในเดือน
กุมภาพันธ์ จนถึงระยะที่ผลมีขนาดยาว 1, 5, 7, 9
เซนติเมตร ใช้เวลา 28, 42, 47 และ 50 วัน ตามลำดับ และ
ผลในระยะเก็บเกี่ยวได้ในเดือนมิถุนายน ใช้เวลา 115 วัน
จึงใช้ระยะเวลานานกว่าในมะม่วงพันธุ์แก้ว ซึ่งนับได้ 106
วันเล็กน้อย (ธวัชชัยและคณะ, 2546) การพัฒนาของผล
ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองค่อนข้างเร็วในระยะ 5-9
เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 8 วัน ในกรณีที่ผลผลิตมาก
แรงงานขาดแคลน อาจจะทำให้ทำการห่อผลที่มีขนาด 5
เซนติเมตรได้ไม่ทัน ซึ่งหากทำการห่อผลไม่ทันหรือห่อช้า
ทำให้เกิดการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้ง่ายขึ้น เกิด
รอยขีดข่วนและตำหนิจากการเสียดสีกับกิ่งไม้ขึ้นได้

ปริมาณผลผลิตหลังห่อ

เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ 115 วันหลังดอกบาน 50
เปอร์เซ็นต์ จำนวนช่อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ แยกตามการ
ห่อผล 3 ระยะ คือ ผลมีขนาดยาว 5, 7 และ 9 เซนติเมตร
มีค่าที่ร้อยละ 12.82, 11.75 และ 11.50 ตามลำดับของช่อ
ที่ได้รับการห่อผลทั้งหมด ช่อที่มีผลร่วงของแต่ละระยะการ
ห่อ มีค่าร้อยละ 2.10, 2.73 และ 1.65 ตามลำดับ ของช่อที่
ได้รับการห่อทั้งหมด และมีจำนวนช่อที่มีผลเสีย ซึ่งมี
ลักษณะผลแตก มีค่าร้อยละ 1.00, 0.33 และ 0.50
ตามลำดับของช่อที่ได้รับการห่อทั้งหมด ซึ่งไม่มีความ
แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผลผลิตที่ได้ จากทุกกรรมวิธี มี
น้ำหนักของผลผลิตต่อต้นที่ 17.77, 10.33 และ 14.52
กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการห่อผลทั้ง 3
ระยะ ไม่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตต่อต้น (ตารางที่ 2)

Table 1 Basic information of the mango tree, shoot and inflorescence

Item	Minimum	Maximum	Average
Tree*			
Canopy width (cm)	287.50	431.50	355.30
Height (cm)	240.50	357.00	302.70
Stem diameter (cm)	9.80	14.80	12.40
Inflorescence			
No. of inflorescence per tree	151.00	372.00	259.30
Width (cm)	13.46	20.16	16.87
Length (cm)	29.38	44.45	35.83
No. of florets per inflorescence	304.00	1691.00	941.60
No. of perfect flowers per inflorescence	32.00	196.00	80.58

*Average 12 trees

Table 2 Percentage of fruit panicle at harvest, fruit drop, number of defected fruit and total fruit weight per tree of mango cv. Nam Dok Mai after bagging at 5, 7 and 9 cm long

Treatment	Fruit panicle at harvest* (%)	Fruit drop* (%)	Number of defected fruit* (%)	Total fruit weight per tree* (kg)
Bagging 5 cm long	12.82	2.10	1.00	17.77
Bagging 7 cm long	11.75	2.73	0.33	10.33
Bagging 9 cm long	11.50	1.65	0.50	14.52
%CV	48.59	44.10	159.03	39.83

*ns = non significant

คุณภาพผล

ลักษณะผลแก่

ขนาดผลที่ได้จากทุกกรรมวิธี มีน้ำหนักผล 422.0 – 460.0 กรัมต่อผล ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักเฉลี่ยของผล 350.0 กรัมต่อผล (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และประมาณ 400 กรัมต่อผล (วิจิตร, 2543) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เมื่อผลแก่จัด มีขนาดผลที่ระยะการห่อผลต่าง ๆ ดังนี้ ความกว้างของผล 7.89 – 8.09 เซนติเมตร ความยาว 15.70 – 17.40 เซนติเมตร และความหนาของผล 7.26 – 7.31 เซนติเมตร ซึ่งขนาดผลทั้ง 3 ค่าดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันในทาง

สถิติ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับดิศร (2541) ที่พบว่า การห่อผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ เมื่อผลมีอายุ 60 วันหลังดอกบาน ไม่ทำให้น้ำหนักผลและขนาดผลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ขนาดของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ได้จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่ามีขนาดใหญ่กว่า เมื่อเปรียบเทียบกับในรายงานของพานิชย์ (2539) ที่ระบุว่าพันธุ์น้ำดอกไม้มีผลกว้าง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 16.4 เซนติเมตร หนา 6.9 เซนติเมตร ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นนั้นอาจเป็นเพราะมีการปลิดผลให้เหลือ 1 ผลต่อช่อ ซึ่งเกษตรกรได้แนะนำให้เหลือผลไว้ไม่เกิน 2 ผลต่อช่อ (ธวัชชัยและรุ่งทิพย์, 2553 ข) และเนื่องจากในการทดลองมีจำนวนผลที่ติดต่อดันค่อนข้างต่ำ

สีผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเมื่อแก่จัดเปลือกหรือผนังชั้นนอกของผลมีสีเหลืองนวลถึงขาวนวล การห่อผลที่ระยะ 5, 7 และ 9 เซนติเมตร ทำให้ค่าความสว่าง (L) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีค่าลดลงจาก 51.60, 50.55 และ 50.53 ตามลำดับ เมื่อผลแก่จัดเปลี่ยนมาเป็น 47.61, 46.02 และ 46.71 ตามลำดับ (ค่าตั้งแต่ 0 คือมืดดำ ถึง 100 คือขาวสว่าง) ในระยะผลสุกในทุกกรรมวิธี มีค่าความเข้ม (chroma) ของสีมากขึ้น การห่อผลที่ระยะต่าง ๆ มีค่าเพิ่มจาก 25.09, 27.43 และ 27.39 ตามลำดับ เป็น 35.32, 34.21 และ 34.53 ตามลำดับไม่ทำให้ความเข้มของสีเปลี่ยนไประหว่างกรรมวิธี ทั้งนี้เมื่อผลสุกผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ ค่าความสว่างจึงลดลงและผิวมีสีเหลืองเข้มขึ้น (Modi and Reddy, 1967) ส่วนค่าองค์

ของสี (hue) ของเปลือกไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในแต่ละกรรมวิธีจาก 74.99, 73.94 และ 74.35 ตามลำดับเมื่อผลแก่จัดเป็น 73.10, 72.24 และ 71.85 ตามลำดับในระยะผลสุก (ตารางที่ 4) ทั้งนี้การห่อคาร์บอนสองชั้นทำให้เกิดความมืดในถุง ส่งผลให้ระยะผลเริ่มสุกนั้นมีการพัฒนาของเม็ดสีได้ไม่ดี สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร (2548) รายงานว่า การห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ที่อายุ 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน หลังติดผล เปรียบเทียบกับการไม่ห่อผล พบว่า การห่อผลที่อายุผลต่าง ๆ กับการไม่ห่อผล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผลแตกต่างกันไม่มากนัก และ ระยะที่เหมาะสมที่สุดในการห่อผล คือ เมื่อผลมีอายุ 35 – 40 วัน หลังติดผล เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสีผิวหลังจากการห่อผลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

Table 3 Fruit size and fruit weight of fully mature mango cv. Nam Dok Mai at harvesting after bagging at 5, 7 and 9 cm long

Treatment	Fruit size*			Fruit weight* (g)
	Width (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	
Bagging 5 cm long	7.89	17.40	7.31	422.00
Bagging 7 cm long	8.09	15.70	7.28	460.00
Bagging 9 cm long	7.90	16.38	7.26	441.25
%CV	4.37	3.62	4.73	10.74

*ns = non significant

Table 4 Peel color of mature and ripen fruit mango cv. Nam Dok Mai at harvesting after bagging at 5, 7 and 9 cm long

Treatment	Peel color*					
	L		c		h	
	Mature fruit	Ripen fruit	Mature fruit	Ripen fruit	Mature fruit	Ripen fruit
Bagging 5 cm long	51.60	47.61	25.09	35.32	74.99	73.10
Bagging 7 cm long	50.55	46.02	27.43	34.21	73.94	72.24
Bagging 9 cm long	50.53	46.71	27.39	34.53	74.35	71.85
%CV	1.24	1.25	7.53	2.25	1.24	1.43

*ns = non significant

ลักษณะผลสุก

ภายหลังทำการบ่มเป็นเวลา 3 วัน พบว่า ความแน่นเนื้อรวมเปลือกของผลสุก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.82 – 0.87 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนความแน่นเนื้อไม่รวมเปลือก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งพบว่าทุกกรรมวิธีการห่อผลไม่ทำให้ความแน่นเนื้อหลังบ่ม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งความแน่นเนื้อรวมเปลือกและไม่รวมเปลือก(ตารางที่ 5) การอ่อนตัวลงของผลไม่เริ่มสุกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ โดยเอนไซม์ย่อยผนังเชื่อมแต่ละเซลล์ และเกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อผล (สายชล, 2528) คุณภาพผลสุก ที่ห่อผลในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 15.99 – 16.35 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (ตารางที่ 5) ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้ส่งออกกำหนดไว้ 17 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (วัชรชัยและฉันทลักษณ์, 2553) เช่นเดียวกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และอัตราส่วนของ TSS/TA ไม่มีความแตกต่างกัน โดยกรดที่ไทเทรตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 2.16 – 2.52 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนของ TSS/TA มีค่าอยู่ระหว่าง 6.69 – 7.71 (ตารางที่ 5)

จากการศึกษาการห่อผลต่อคุณภาพผลในการทดลองนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของดิศร (2541) ที่พบว่า การห่อผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ เมื่อผลมีอายุ 60 วัน หลังดอกบาน และที่ไม่ได้รับการห่อผล ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และกรดที่

ไทเทรตได้ เช่นเดียวกับธีรานุและคณะ (2546) ที่พบว่า วัสดุห่อชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไย การห่อผลจึงเป็นการช่วยป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลาย รอยขีดข่วน รวมถึงสีผลให้มีความนวลสวยขึ้น แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพภายในผล

สรุป

การห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ออกดอกติดผลในฤดูกาลของจังหวัดเชียงใหม่ ในระยะที่ผลมีความยาว 5, 7 และ 9 เซนติเมตร หรือ นับอายุได้ 42, 47 และ 50 วัน หลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า เวลาที่เหมาะสมสำหรับเริ่มต้นการห่อผลในสวนของเกษตรกรนั้น เป็นระยะที่ผลมีขนาดยาวตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป เป็นระยะที่ผลหยุดการร่วงหล่นแล้ว และการห่อผลในระยะผลมีขนาดยาว 5 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับที่ 7 และ 9 เซนติเมตรนั้นไม่มีความแตกต่างทั้งปริมาณและคุณภาพของผล โดยไม่มีผลต่อจำนวนผลร่วงและผลเสียเพิ่มขึ้น ไม่พบความแตกต่างกันของน้ำหนักผลแก่จัดและผลสุก สีเปลือก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ กรดที่ไทเทรตได้ และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดที่ไทเทรตได้ด้วย

Table 5 Fruit firmness, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and TSS/TA of mango cv. Nam Dok Mai at harvesting after bagging at 5, 7 and 9 cm long

Treatment	Fruit firmness (kg/cm ²)*		TSS* (%Brix)	TA* (%)	TSS/TA*
	with peel	without peel			
Bagging 5 cm	0.82	0.27	16.26	2.21	7.44
Bagging 7 cm	0.82	0.24	15.99	2.52	6.69
Bagging 9 cm	0.87	0.31	16.35	2.16	7.71
%CV	23.44	26.41	4.02	19.64	22.62

*ns = non significant

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณลุงอาทิตย์ เกษมศรี ที่ได้ช่วยเหลือด้านสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง และให้ความช่วยเหลือทางด้านต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 24 หน้า.
- เฉลิมชัย แก้ววรชาติ. 2539. การปลูกมะม่วง. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 83 หน้า.
- ชูชาติ วัฒนวรรณ และ อรุณี วัฒนวรรณ. 2550. ยกระดับการผลิตมะม่วงไทยเพื่อการส่งออก. กลุ่มวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, จันทบุรี. 64 หน้า.
- ดิศร ริมประนาม. 2541. ผลของการห่อผลและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ในระหว่างการพัฒนาของผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ และ ฉันทลักษณ์ ดิยานน. 2553. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 3 วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วง ตำบลโป่งตาลอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 105 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ พกฤษ์ ยิบมันตะศิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2546. มะม่วงแก้วไม้ผลเพื่อความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 199 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2552 ก. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 1 ชุมรมผู้ปลูกมะม่วงอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 88 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2552 ข. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับมะม่วง ฉบับชุมชน 2 ชุมรมผู้ปลูกมะม่วง จังหวัดเชียงใหม่. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 35 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2553ก. การผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก. น. 1 – 9. ใน พัฒนามะม่วงไทยก้าวไกลสู่ตลาดโลก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ธวัชชัย รัตนเลิศ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2553ข. การห่อผลมะม่วง. น. 129 – 138. ใน พัฒนามะม่วงไทยก้าวไกลสู่ตลาดโลก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ธีรเดช เจริญกิจ พาวิน มะโนชัย และ นกมล จรัสสัมฤทธิ์. 2546. อิทธิพลของการห่อผลต่อคุณภาพสีผิวของลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (1 – 3 พิเศษ): 307–310.
- พานิชย์ ยศปัญญา. 2539. คัมภีร์มืออาชีพมะม่วงนอกฤดู. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 136 หน้า.
- มนู ใ้สมบุญ. 2551. การผลิตมะม่วงคุณภาพดี. กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ผล กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 43 หน้า.
- วิจิตร แก้วทองแท้. 2543. มะม่วงนอกฤดู. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ. 72 น..
- สมาคมชาวสวนมะม่วงไทย. 2553. การตลาด. จดหมายข่าวสมาคมชาวสวนมะม่วงไทย 1(2): 14 – 15.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 364 หน้า.
- สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร. 2548. รายงานการวิจัย เรื่อง การยอมรับของเกษตรกรต่อการ

พัฒนาคุณภาพมะม่วง เพื่อการส่งออกญี่ปุ่น
โดยวิธีการห่อผล. ฝ่ายพัฒนาการผลิตและ
ควบคุมศัตรูพืชผัก ผลไม้เพื่อการส่งออก สำนัก
พัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร, กรุงเทพฯ. 92
หน้า.

Estrada, C.G. 2002. Effect of fruit bagging on
sanitation and pigmentation of six mango
cultivars. *Acta Hort.* 645: 195–199.

Modi, V.V. and V.V. Reddy. 1967. Carotenogenesis
in ripening mangoes. *Indian J. Expt. Biol.*
5(4): 233-235.

ผลของการควั่นกิ่ง โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต และเอธิฟอน ต่อการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยบนที่สูง

Effect of Girdling, Monopotassiumphosphate and Ethephon on Off-season Flowering of 'Hong Huay' Litchi on Highland Growing

นุดี เจริญกิจ^{1/, 2/} และ พิทยา สรวมศิริ^{1/}
Nudee Charoenkit^{1/, 2/} and Pittaya Sruamsiri^{1/}

Abstract: The effects of girdling, monopotassiumphosphate and ethephon on off-season flowering of litchi grown on highland was investigated in farmer's orchard at Mae-rim District, Chiang Mai Province between October 2007 to December 2008. The experiment was conducted on 16 ten-year-old litchi trees 'Hong Huay', based on completely randomized design (CRD) with 4 treatments; control, girdling, sprayed with 1% monopotassiumphosphate and ethephon 800 ppm, and girdling plus sprayed with 1% of monopotassiumphosphate and ethephon 800 ppm. The result revealed that both of girdling and girdling plus sprayed with 1% monopotassiumphosphate and ethephon 800 ppm could promote off-season flowering on 56 days after girdling and gave the highest percentage of flowering up to 76.8 - 86.7%, while the control tree had no flower. Moreover, the girdling plus sprayed with 1% monopotassiumphosphate and ethephon 800 ppm increased fruit set percentage and fruit number per cluster at the average of 26.4 % and 16.4 fruits per cluster, respectively. In addition, girdling plus sprayed with 1% monopotassiumphosphate and ethephon 800 ppm treatment gave the greatest average fruit number per cluster of 15.2 fruits and promoted yield up to 81.6 kg per tree.

Keywords: Litchi, off-season flowering, girdling

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

^{2/} ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (AG-BIO/PERDO-CHE), กรุงเทพฯ 10900

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

^{2/} Center of Excellence on Agriculture Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการควั่นกิ่ง โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและเอทิลฟอนต่อการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่บนที่สูง ทดลอง ณ สวนเกษตรกร อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ถึงธันวาคม 2551 โดยใช้ต้นลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย อายุ 10 ปี จำนวน 16 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธี ควบคุม การควั่นกิ่ง การพ่นปุ๋ยทางใบโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิลฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน และการควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิลฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่า ทั้งกรรมวิธีการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียว และการควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตทางใบ ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิลฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน สามารถกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่ได้ โดยพบการออกดอกหลังจากควั่นกิ่ง 56 วัน และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด คือ 76.8 และ 86.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่พบการออกดอก นอกจากนี้ การควั่นกิ่งร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิลฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผล และจำนวนผลต่อช่อมากถึง 26.4 เปอร์เซ็นต์ และ 16.4 ผลต่อช่อ ตามลำดับ เมื่อถึงระยะการเก็บเกี่ยวในกรรมวิธีการควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิลฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีจำนวนผลคงเหลือมากที่สุด คือ 15.2 ผลต่อช่อ และส่งผลให้มีผลผลิตสูงถึง 81.6 กิโลกรัมต่อต้น

คำสำคัญ: ลิ้นจี่ การออกดอกนอกฤดู การควั่นกิ่ง

คำนำ

การออกดอกของลิ้นจี่และลำไยต้องการอุณหภูมิต่ำมากระตุ้นการสร้างตาออก (Menzel and Waite, 2005) โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการออกดอกของ ลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย โดยลิ้นจี่จะออกดอกได้ดีเมื่อปลูกในสภาพอุณหภูมิต่ำที่มีอุณหภูมิกลางวันต่อกลางคืนเท่ากับ 15/10 องศาเซลเซียส นาน 38 วัน และหลังจากนี้ต้องการ อุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย (27/24 องศาเซลเซียส) เพื่อ กระตุ้นการพัฒนาตาออก (Chattrakul, 2005) ดังนั้นจึง เป็นไปได้ที่ลิ้นจี่บนพื้นที่สูงกว่า 1,000 เมตรเหนือ ระดับน้ำทะเล สามารถออกดอกนอกฤดูได้ช่วงเดือน มิถุนายนถึงกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่มีอุณหภูมิ ต่ำสุด 15-17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับฤดูหนาวซึ่งเป็นฤดูกาลออก ดอกปกติ แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในช่วงฤดูฝนอาจยัง ไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการสร้างตาออกได้ จึงทำ ให้มีแนวโน้มการออกดอกไม่สม่ำเสมอและไม่เต็มทรงพุ่ม การเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอกของลิ้นจี่สามารถ ปฏิบัติได้หลายวิธี เช่นการควั่นกิ่ง แม้แต่การพ่นปุ๋ยทางใบ ด้วยโมโนโพแทสเซียมเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการออกดอก รวมทั้งการใช้เอทิลฟอนเพื่อ

ยับยั้งการแตกใบอ่อนของลิ้นจี่ในระยะพักตัวของตาออก ได้นานยิ่งขึ้น (วรินทร์และคณะ, 2545)

ดังนั้นการจัดการต้นลิ้นจี่บนที่สูงเพื่อให้ ออก ดอกนอกฤดู และมีความสม่ำเสมอในการออกดอกจึง จำเป็นต้องดูแลอย่างบูรณาการนำวิธีปฏิบัติต่าง ๆ มาใช้ ร่วมกันตั้งแต่ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่งและบำรุงรักษาต้น การควั่นกิ่ง และการเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอกของ ลิ้นจี่นอกฤดูโดยการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 และเอทิลฟอน ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทาง ที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอกนอกฤดู และการติดผลของลิ้นจี่ที่ปลูกบนพื้นที่สูงกว่า 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยอายุ 10 ปีที่ปลูก ในระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จำนวน 16 ต้น ณ สวนเกษตรกร อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ต้นลิ้นจี่ที่ ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีการเตรียมต้นเป็นอย่างดี โดยทำ การตัดแต่งกิ่งเปิดกลางทรงพุ่มให้โล่งในเดือนตุลาคม 2550 จากนั้นบำรุงต้นด้วยปุ๋ยมูลไก่อัตรา 5 กิโลกรัมต่อ ต้น และปุ๋ย 46-0-0 ผสมกับปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 500 กรัม

ต่อต้าน ปฏิบัติรักษาดูแลยอดใหม่ด้วยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD : completely randomized design) มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ โดยให้ 1 ต้น เป็น 1 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม

กรรมวิธีที่ 2 การควั่นกิ่ง

กรรมวิธีที่ 3 การพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน

กรรมวิธีที่ 4 การควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน

ทำการควั่นกิ่งในช่วงที่ใบอ่อนชุดที่ 2 เข้าสู่ระยะใบเฟสลาด (26 เมษายน 2551) โดยใช้เลื่อยมือควั่นกิ่งตำแหน่งที่แยกออกจากกิ่งหลักจากกิ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-8 นิ้ว หลังจากนั้น 15 วัน (11 พฤษภาคม 2551) พ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต) ยี่ห้อ YARA ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน โดยพ่นปุ๋ยในช่วงเย็นด้วยเครื่องพ่นสะพายหลังขนาด 20 ลิตร จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 5 วัน จากนั้นเมื่อต้นเริ่มแทงช่อดอกจึงบันทึกเปอร์เซ็นต์การออกดอก จำนวนช่อดอกต่อต้น โดยนับจำนวนช่อดอกด้วยอุปกรณ์ที่จัดทำขึ้นซึ่งมีขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร เก็บข้อมูลในตำแหน่ง 5 จุดรอบทรงพุ่ม แล้วสุ่มห่อช่อดอกด้วยถุงตาข่ายไนลอนเพื่อบันทึกจำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์เพศดอกโดยจำแนกเป็นดอกเพศผู้ และดอกเพศเมีย เปอร์เซ็นต์การติดผล จำนวนผลระยะเริ่มติดผล จำนวนผลคงเหลือเมื่อระยะเก็บเกี่ยว

และปริมาณผลผลิตต่อต้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SXW เวอร์ชัน 8

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการควั่นกิ่งร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนต่อการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่พันธุ์สูงฮวบว่าต้นลิ้นจี่ในชุดควบคุมไม่พบการออกดอก ในขณะที่กรรมวิธีการควั่นกิ่ง กรรมวิธีการพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน และกรรมวิธีการควั่นกิ่งร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนเริ่มแทงช่อดอกเมื่อ 56 วันหลังควั่นกิ่ง และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเท่ากับ 76.8, 51.0 และ 86.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ส่วนจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อ ในกรรมวิธีการควั่นกิ่ง กรรมวิธีการพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน และกรรมวิธีการควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อต้น 300.9 - 514.5 ช่อดอกต่อต้น และมีจำนวนดอกเฉลี่ยต่อช่อ 1,906 - 2,211 ดอกต่อช่อ การศึกษาเปอร์เซ็นต์เพศดอกต่อช่อของต้นที่มีการออกดอกให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ไม่แตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เท่ากับ 66.1 - 79.1 เปอร์เซ็นต์

Table 1 The percentage of flowering as affected by the treatments

Treatment	The percentage of flowering ^{1/}
Control	0 c
Girdling	76.8 a
Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	51.0 b
Girdling+ Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	86.7 a
Significant	*

^{1/}Means with the same letter within column are not significantly different at P = 0.05 by LSD.

ในขณะที่กรรมวิธีการควั่นกิ่ง และกรรมวิธีการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียมากที่สุดเฉลี่ย คือ 33.8 และ 33.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่กรรมวิธีควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียน้อยที่สุด คือ 20.8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

นอกจากนี้การควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีผลทำให้ต้นลั่นจี่มีเปอร์เซ็นต์การติดผลดีกว่าการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียวหรือการพ่นปุ๋ยทางใบร่วมกับเอธิฟอน คือ 26.4, 10.5 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนผลต่อช่อระยะเริ่มติดผลของกรรมวิธีควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีจำนวนผลต่อช่อมากที่สุด คือ 16.4 ผลต่อช่อ แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับกรรมวิธีควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียวคือ 14.1 ผลต่อช่อ (ตารางที่ 3) ในระยะเก็บเกี่ยวของต้นในกรรมวิธีการควั่นกิ่ง และการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน มีจำนวนผลต่อช่อคงเหลือน้อยกว่ากรรมวิธีการ

ควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน คือ เท่ากับ 10.4, 6.5 และ 15.2 ผลต่อช่อตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ในการศึกษาปริมาณผลผลิตต่อต้น พบว่ากรรมวิธีควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนมีผลทำให้ต้นมีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด คือ 81.6 กิโลกรัมต่อต้น ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียวซึ่งให้ผลผลิต 63.5 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนการพ่นปุ๋ยทางใบ 0-52-34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอธิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนทำให้มีผลผลิตน้อยที่สุด คือ 17.0 กิโลกรัมต่อต้น

วิจารณ์

จากการศึกษาการควั่นกิ่งร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางใบต่อการออกดอกติดผลของลั่นจี่บนที่สูง พบว่าการควั่นกิ่งมีผลทำให้ต้นสามารถออกดอกนอกฤดูได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมอาหารเหนือรอยควั่นจึงทำให้ค่าอัตราส่วน C/N เพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอกในขณะที่ต้นที่ไม่ได้ควั่นกิ่งไม่มีการออกดอกและมีอัตราส่วน C/N ต่ำกว่า (สรเพชร, 2553) Menzel and Paxton (1986) พบว่าการควั่นกิ่งสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอกของลั่นจี่ได้ และการควั่นกิ่งจะได้ผลดีที่สุดเมื่อใบอยู่

Table 2 Flower panicle number per tree, flower number per panicle and the percentage of flower type as affected by the treatments

Treatment	Flower panicle number per tree ^{1/}	Flower number per panicle	Flower type (%)	
			Male	Female
Control	0 b	0 b	0 b	0 c
Girdling	452.0 a	2,211 a	66.1 a	33.8 a
Sprayed with 1% of 0-52-34 and ethephon 800 ppm	300.9 a	1,906 a	66.3 a	33.6 a
Girdling+ Sprayed with 1% of 0-52- 34 and ethephon 800 ppm	514.5 a	2,092 a	79.1 a	20.8 b
Significant	*	*	*	*

^{1/}Means with the same letter within column are not significantly different at P = 0.05 by LSD.

Table 3 The percentage of fruit set and fruit number per cluster as affected by the treatments

Treatment	Fruit set ^{1/} (%)	Fruit number per cluster ^{2/}
Control	0 c	0 c
Girdling	10.5 b	14.1 ab
Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	9.2 b	11.5 b
Girdling+ Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	26.4 a	16.4 a
Significant	*	*

^{1/}Means with the same letter within column are not significantly different at P = 0.05 by LSD.

^{2/}On fruit set period

Table 4 Fruit number per cluster on harvest period and yield per tree as affected by the treatments

Treatment	Fruit number per cluster ^{1/2/}	Yield (kg/tree)
Control	0 c	0 c
Girdling	10.4 ab	63.5 a
Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	6.5 b	17.0 b
Girdling+ Sprayed with 1% of 0 – 52 – 34 and ethephon 800 ppm	15.2 a	81.6 a
Significant	*	*

^{1/}Means with the same letter within column are not significantly different at P = 0.05 by LSD.

^{2/}On harvest period

ในระยะใบแก่และตายอดอยู่ในระยะพักตัว ซึ่งการควั่นกิ่ง ลิ้นจี่บนที่สูงกว่า 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ช่วยชะลอการแตกใบอ่อนได้นานที่สุดถึง 134 วันหลังจากควั่นกิ่ง (ขวลิต และคณะ, 2546) เพราะการควั่นกิ่งจะทำให้ปลายยอดมีการพักตัวช่วงหนึ่งอาจเป็นผลจากการที่ท่อน้ำอาหารบางส่วนถูกตัดทำให้เกิดการสะสมอาหารและสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโต ทำให้ลดการแตกใบอ่อนในช่วงการเจริญทางกิ่งก้านได้ (Menzel and Paxton, 1986) อีกทั้งยังมีผลต่อการสร้างสารประกอบฟีนอลเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคบริเวณรอยควั่น โดยมีผลยับยั้งการทำงานของจิบเบอเรลลิน และชักนำการสร้างไซโตไคนินเพื่อเร่งการสร้างเนื้อเยื่อทดแทนส่วนที่ถูกควั่น ซึ่งไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้นอาจช่วยชักนำการสร้างตาออกได้ (Salisbury and Ross, 1978) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพ่นทางใบด้วยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตและเอทิฟอนร่วมกับการควั่นกิ่งยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอก

ของลิ้นจี่ จากการศึกษาของพิทยา และคณะ (2550) พบว่าการใช้ปุ๋ยที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชซึ่งเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาตาจากตายอด ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของศิริธร (2553) ที่ได้ทำการพ่นปุ๋ยทางใบที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงในช่วงปลายฤดูฝนจนถึงระยะก่อนออกดอก สามารถชักนำให้ลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยออกดอกได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้เอทิฟอนผสมกับปุ๋ยทางใบ 0 - 52 - 34 สามารถช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอกได้ ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Chen and Ku (1988) ว่า การพ่นเอทิฟอนส่งผลให้ต้นลิ้นจี่มีการออกดอกเพิ่มมากขึ้นได้ถึง 80 % และออกดอกก่อนต้นที่ไม่ได้ให้สารหนึ่งเดือน และยังมีผลชักนำให้มีการออกดอกนอกฤดูกาลได้ (สุวิทย์, 2517) สำหรับบทบาทของเอทิฟอนสามารถยับยั้งการทำงานของจิบเบอเรลลิน และทำให้เซลล์ขยายออกด้านข้าง จึงทำให้ไซโตไคนินเพิ่มมากขึ้น

และมีผลต่อการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเพื่อพัฒนาเป็นตาออกในลินจี้ได้ (Chen and Ku, 1988) อย่างไรก็ตามการใช้เอทิฟอนอย่างเดียวยังไม่สามารถกระตุ้นการออกดอกได้ ถ้าสภาพอากาศไม่เย็นเพียงพอ จำเป็นต้องมีการควั่นกิ่งร่วมด้วย เพื่อทดแทนระดับความหนาวเย็นที่ต้นลินจี้ต้องการในการออกดอก (Menzel, 1983)

ในการทดลองนี้ยังพบว่าการควั่นกิ่ง การพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อ และดอกเพศผู้ แต่ทำให้การติดผลของดอกดีขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของเสกสรร และวัชรชัย (2527) เนื่องจากการควั่นกิ่งเป็นการตัดเส้นทางการลำเลียงอาหารที่ใบพืชสังเคราะห์ได้ไม่ให้เคลื่อนย้ายลงไปยังส่วนด้านล่างชั่วคราว ทำให้มีคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่ทางด้านส่วนยอดมากขึ้น จึงทำให้มีปริมาณอาหารไปเลี้ยงผลมากขึ้นโดยกิ่งที่ถูกควั่นจะมีจำนวนผลเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยวมากกว่ากิ่งที่ไม่ควั่น 2-3 เท่า และสามารถเพิ่มผลผลิตต่อต้นได้มากถึง 35% (Roe *et al.*, 1997) พาวัน และคณะ (2545) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการติดผลของต้นลินจี้พันธุ์ฮวงฮวยที่ควั่นกิ่งและไม่ควั่นกิ่งพบว่า ต้นลินจี้ที่ควั่นกิ่งมีการติดผล และมีจำนวนผลต่อช่อมากกว่าต้นที่ไม่ควั่นกิ่ง

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตลินจี้นอกฤดูที่เก็บผลผลิตได้ในเดือนธันวาคม จากค่าใช้จ่ายการดูแลรักษาต้นพืช การฉีดพ่นสารเคมีเกษตร วัสดุห่อผล และค่าแรงงานในแต่ละกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีควั่นกิ่งร่วมกับพ่นทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วน กรรมวิธีการควั่นกิ่ง และกรรมวิธีพ่นปุ๋ยทางใบ 0 – 52 – 34 ระดับความเข้มข้น 1% ผสมกับเอทิฟอน 800 ส่วนต่อล้านส่วนมีต้นทุนเท่ากับ 8.44, 10.18 และ 40.11 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ

สรุป

จากผลการทดลองนี้ทั้งการควั่นกิ่งและการพ่นปุ๋ยทางใบร่วมกับเอทิฟอนสามารถกระตุ้นการออกดอกของลินจี้ได้โดยการควั่นกิ่งทำให้ออกดอก 76.8% ส่วนการ

พ่นปุ๋ยทางใบร่วมกับเอทิฟอนสามารถกระตุ้นการออกดอกได้ 51.0% และเมื่อควั่นกิ่งร่วมกับพ่นปุ๋ยทางใบและเอทิฟอนจะช่วยเสริมให้มีการออกดอกได้มากถึง 86.7% และยังช่วยให้การติดผลดียิ่งขึ้น ผลผลิตต่อต้นสูง จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมที่ต่ำกว่าการควั่นกิ่งหรือการพ่นทางใบร่วมกับเอทิฟอนเพียงอย่างเดียว

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (AG-BIO/PERDO-CHE)

เอกสารอ้างอิง

- ชวลิต กอสมพันธ์ นริศ ยิ้มแย้ม และ วราพงษ์ บุญมา. 2546. ผลของการควั่นกิ่งต่อการออกดอกนอกฤดูของลินจี้บนพื้นที่สูง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 41 หน้า.
- พาวัน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์ วินัย วิริยะอลงกรณ์ ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร เสกสันต์ อุตสหตานนท์ และ นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2545. ผลของการควั่นกิ่งต่อการติดผลของลินจี้พันธุ์ฮวงฮวย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33(4-5) : 243 – 246.
- พิทยา สรวมศิริ พาวัน มะโนชัย ดรฤณี นภาพรหม จีวร รรณ กิจชัยเจริญ และ กนกวรรณ ศรีงาม. 2550. การชักนำการออกดอกในลินจี้ด้วยการควั่นกิ่งร่วมกับการใช้สารเคมีเกษตรทางใบ. หน้า 114-117. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์การปรับปรุงคุณภาพผลในการผลิตไม้ผลเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน : กรณีศึกษาการผลิตลำไย ลินจี้ และมะม่วง นอกฤดู เสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ฝ่ายโครงการ

- ความร่วมมือระหว่างไทย-เยอรมัน (NRCT-DFG). คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- วรินทร์ สุทนต์ พาวิน มะโนชัย วินัย วิริยะลงกรณ์ และปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร. 2545. การยับยั้งการผลิใบอ่อนในลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยก่อนการออกดอก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33 4-5 (พิเศษ): 255-258.
- ศศิธร วณิชอนุกุล. 2553. ผลของปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมที่ให้ทางใบต่อการแตกใบอ่อนและปริมาณธาตุอาหารในส่วนยอดของลิ้นจี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 97 หน้า.
- สรเพชร มาสุด. 2553. ผลของการควั่นกิ่งต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนคาร์โบไฮเดรตและฮอร์โมนของลิ้นจี่ที่ปลูกในพื้นที่ภูเขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 109 หน้า.
- สุวิทย์ สิทธิชัยเกษม. 2517. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและการใช้สารฮอร์โมนบางชนิดที่มีต่อการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสกสรร เล็กประดับ และ ธวัชชัย ไชยตระกูลทรัพย์. 2527. อิทธิพลของอะลา(Alar) และเอทธิฟอน(Ethephon) ที่มีต่อการแตกใบอ่อนและการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 2(1): 20 - 26.
- Chattrakul, A.T. 2005. Mechanism of Physiological Responses of Litchi When Flowering Under Low Temperature Condition. MS thesis Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai. 147 p.
- Chen, W.S. and M.L. Ku. 1988. Ethephon and kinetin reduce shoot length and increase flower bud formation in lychee. Hort Science 23(6) : 1078.
- Menzel, C.M. 1983. The control of floral initiation in lychee : a review. Scientia Horticulturae 21 : 201 – 215.
- Menzel, C.M. and B.F. Paxton. 1986. The effect of cincturing at different stages of vegetative flush maturity on the flowering of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 61(1): 135-139.
- Menzel, C.M. and G.K. Waite. 2005. Litchi and Longan: Botany, Production and Uses. CAB International, Wallingford. pp. 87-113
- Roe, D.J., C.M. Menzel, J.H. Oosthuizen and V.J. Doogan. 1997. Effect of current CO₂ assimilation and stored reserve on lychee fruit growth. J. Hort. Sci. 72(3): 397 – 405.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1978. Plant Physiology. Wadsworth Publishing, California. 422 p.

ความหลากหลายทางชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

Biotype Diversity of Brown Planthopper in Lower Northern Thailand

พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์^{1/} วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/*} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{2/} จิราพร กุลสาริน^{2/}
เจตน์ คชฤกษ์^{3/} สุรเดช ปาละวิสุทธิ^{3/} และภมร ปัตตาวะตัง^{3/}
Phuttipong Phangrerk^{1/} Weerathep Pongprasert^{1/*} Sawai Buranapanichpan^{2/} Jiraporn Kulsarin^{2/},
Jate Kotcharerk^{3/} Suradet Palawisut^{3/} and Pamorn Pattavatung^{3/}

Abstract: The brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), is one of the most important insect pests of rice in Asia which adapts very well to be many biotypes living in the same rice field environment. Therefore, the diversity of brown planthopper biotypes in lower northern Thailand was conducted. Population of brown planthopper was collected from the rice paddy field in 4 provinces of lower northern Thailand: Phitsanulok (PHS), Tak (TK), Uttaradit (UT) and 2 parts of Phetchabun (Lomsak, LK and Srithep, ST). Biotype of brown planthopper was classified by using standard rice varieties and indices based on standard evaluation system for rice from international rice research institute (IRRI). The result revealed that brown planthopper in lower northern Thailand could be classified into 2 main groups. First group, reported biotypes, was biotype 2, 3 and 4. Second group, unidentified biotypes, was UKPHS1, UKTK1, UKTK2, UKUT1, UKLS1, and UKST1. All biotypes in unidentified group were closely related to biotype 4.

Keywords: Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), biotype

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

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

^{3/} ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ. วังทอง จ. พิษณุโลก 65000

^{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

^{3/} Phitsanulok Rice Research Center, Wangtong, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author

บทคัดย่อ: เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stål) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งในทวีปเอเชียปรับตัวพัฒนาเป็นชีวชนิดได้หลายชีวชนิด ดำรงชีพร่วมกันในพื้นที่ปลูกข้าว จากการศึกษาความหลากหลายชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยเก็บรวบรวมประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตพื้นที่นาจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 4 จังหวัด คือ พิษณุโลก (PHS) ตาก (TK) อุตรดิตถ์ (UT) และเพชรบูรณ์ 2 แหล่งคือ หล่มสัก (LK) และ ศรีเทพ (ST) และทำการคัดแยกชีวชนิดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยอาศัยลักษณะความต้านทาน ของพันธุ์ข้าวต่าง ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้มาตรฐานตาม standard evaluation system for rice ของ IRRI พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มกลุ่มชีวชนิดมีรายงานการจำแนก คือ ชีวชนิดที่ 2, 3 และ 4 กลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวชนิด คือ UKPHS1, UKTK1, UKTK2, UKUT1, UKLS1 และ UKST1 โดยทุกชีวชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้นี้มีความใกล้ชิดกับชีวชนิดที่ 4 มากที่สุด

คำสำคัญ: เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ชีวชนิด

คำนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stål) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ ชนิดหนึ่งในทวีปเอเชียแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น แมลงลงทำลายทั้งข้าวปลูก และข้าวป่า โดยการเจาะดูดน้ำเลี้ยงจากบริเวณโคนต้นข้าว ตั้งแต่ระยะกล้า ระยะแตกกอ จนถึงระยะออกรวง ทำให้ข้าวมีอาการแห้งและไหม้ตาย ไม่สามารถออกรวงได้ นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดเชื้อไวรัสโรคเขียวเตี้ย (grassy stunt) และโรคใบหงิก (ragged stunt) มาสู่ข้าว ทำให้ผลผลิตลดลงเป็นอย่างมาก (Renganayaki *et al.*, 2002) จากรายงานการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทยพบตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 และมีการระบาดรุนแรงเป็นพื้นที่กว้างในปี พ.ศ. 2532 ในเขตภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออก ต่อมาในปี พ.ศ. 2540-2541 พบมีการระบาดมากขึ้นในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตอนบน พื้นที่ปลูกข้าวได้รับความเสียหายมาโดยตลอด (วัชร, 2542) การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมักนิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงเป็นหลัก (สำนวน และวีรเทพ, 2548) ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก นอกจากนี้การใช้พันธุ์ข้าวต้านทานเป็นวิธีการควบคุมอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและนิยมมากในทุกประเทศที่มีการปลูกข้าว อย่างไรก็ตามปัจจุบันพบว่า ข้าวที่มีคุณลักษณะต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นหลายพันธุ์ไม่

สามารถคงสภาพต้านทานดังกล่าวได้ (Khush and Brar, 1991) เป็นผลจากการพัฒนาหรือการปรับตัวของแมลงที่มีต่อแรงกดดันจากสภาพการปลูกข้าว สายพันธุ์ข้าวสภาพแวดล้อม เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกลไกการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลขึ้น และทำให้แมลงสามารถเข้าทำลายข้าวได้หลากหลายสายพันธุ์มากขึ้น รวมทั้งพันธุ์ต้านทานชนิดต่าง ๆ ด้วย จนถึงระดับของการระบาดได้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงชีวชนิด หรือ Biotypes (Heinrichs and Mochida, 1984)

ปัจจุบันมีรายงานพบชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแล้ว 4 ชีวชนิดทั่วโลก (วัชร และคณะ, 2540; Verma *et al.* 1979) การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในประเทศไทยครั้งแรกเป็นชีวชนิดที่ 1 หลังจากนั้นก็มีการพบชีวชนิดต่าง ๆ ของเพลี้ยเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันจากรายงานการวิจัยของ จิระพงศ์ และคณะ (2548) พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบระบาดในประเทศไทยนั้นมีแนวโน้มว่าอาจมีชีวชนิด มากกว่า 4 ชีวชนิด และในพื้นที่ที่มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นมักพบประชากรของเพลี้ยกระโดดหลายชีวชนิด (biotype) ดำรงชีพร่วมกัน ในสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมาก (multibiotypes) ส่งผลกระทบต่อระดับความต้านทานของข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่นั้น ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (วัชร, 2542) กล่าวคือข้าวพันธุ์ต้านทานพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ต่างกันมีระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้แตกต่างกัน (จิระพงศ์ และคณะ, 2548)

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในแต่ละพื้นที่ปลูกข้าวของ 4 จังหวัด ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะมีบทบาทสำคัญต่อการกำหนดแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานต่อชีวชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และวางแผนในการส่งเสริมระบบการปลูกข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมกับชีวชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละพื้นที่ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

เก็บรวบรวมประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตพื้นที่นาข้าวใน 4 จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ประกอบด้วยประชากรจากนาข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตำบลแม่กาษา อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก นาข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก นาข้าวขง 10 ตำบลท่าปลา อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ และนาข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ตำบลบ้านไร่ อำเภอหล่มสัก และตำบลพุมเตย อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์

คัดแยกเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลให้มีความบริสุทธิ์ (purified population) ปราศจากเชื้อโรคและแมลงเบียน รวมทั้งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่อ่อนแอ ออกจากประชากร ทำการเลี้ยงและขยายเพิ่มจำนวนแมลง และทำการศึกษาปฏิกิริยาความต้านทานในสายพันธุ์ข้าว โดยการแยกเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตัวเต็มวัยเพศเมียท้องแก่ เลี้ยงบนต้นข้าวพันธุ์อ่อนแอ Taichung Native 1 (TN1) ที่ปลูกในกระถางดินเผาครอบด้วยหลอดพลาสติกจำนวน 1 ตัว/หลอด จำนวน 20 ตัวอย่าง พัฒนาจากวิธีการของ Pathak *et al.* (1982) ทำการเลี้ยงและขยายเพิ่มจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลถึงรุ่น F_3 จนได้ปริมาณมากพอสำหรับการทดสอบ

การเตรียมสายพันธุ์ข้าวเพื่อใช้ในการทดสอบ

ปลูกพันธุ์ข้าว TN1, Mudgo (*Bph1*), ASD7 (*bph2*) Rathu Heenati (*Bph3*), Babawee (*bph4*),

Pokkali (*Bph9*), ARC 10550 (*bph5*), Swarnalata (*Bph6*) และ T12 (*bph7*) ในกระบะพลาสติก (seed box screening) ขนาด 60x40x10 เซนติเมตร บรรจุดินร่วนโดยปลูกเป็นแถวยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ปลูกข้าวและถอนแยก ให้เหลือต้นข้าวจำนวน 10 ต้น เมื่อข้าวอายุได้ 6-7 วัน โดยใช้ข้าวพันธุ์ PTB33 เป็นพันธุ์มาตรฐานต้านทาน (resistant check) และพันธุ์ TN1 เป็นพันธุ์มาตรฐานไม่ต้านทาน (susceptible check)

ศึกษาชีวชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้ลักษณะความต้านทาน ของพันธุ์ข้าวต่าง ๆ

ทำการปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากจังหวัดพิษณุโลก ที่ผ่านการคัดแยกให้บริสุทธิ์และเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวน จนถึงรุ่น F_3 ในระยะวัยที่ 2-3 ลงในกลุ่มพันธุ์ข้าวทดสอบทั้ง 9 พันธุ์ข้างต้น ในระยะที่ข้าวอายุ 6-7 วัน หรือมีใบ 2-3 ใบต่อต้น จำนวน 5 ตัวต่อต้น (500 nymphs/pot) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Pathak *et al.* (1982) ตรวจผลทุกวัน จนพบว่าข้าวพันธุ์ TN1 ซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐานไม่ต้านทาน ตายหมด หรือตายประมาณร้อยละ 90 ทำการตรวจผลการทดสอบปฏิกิริยาด้านทานโดยเปรียบเทียบอาการไหม้ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเข้าลงทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของต้นข้าวพันธุ์ทดสอบแต่ละพันธุ์ กับเกณฑ์มาตรฐานตาม standard evaluation system for rice ของ IRRI (1988) และใช้รูปแบบของปฏิกิริยาด้านทานที่เกิดขึ้นกับพันธุ์ทดสอบเป็นเกณฑ์ในการคัดแยกชีวชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น ๆ (ตารางที่ 1) บันทึกผลการคัดแยก และทำการเพาะเลี้ยงแมลงแต่ละชีวชาติที่ได้เพื่อเพิ่มจำนวนให้เพียงพอสำหรับทดสอบในขั้นตอนต่อไป

ดำเนินการซ้ำ แต่ใช้ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่อื่น ๆ จนครบทั้ง 4 จังหวัด รวบรวมผลและวิเคราะห์ข้อมูลจัดทำ Dendrogram เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชีวชาติที่พบ โดยวิธี hierarchical cluster analysis ใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบ between-groups linkage ด้วยระบบ binary บนวิธีการคำนวณของ Dice

Table 1 Reactions to brown planthopper of rice varieties.

Rice varieties	Resistant gene	Reactions to BPH biotypes ¹				References
		Southeast Asia			South Asia	
		1	2	3	4	
Mudgo	<i>Bph1</i>	R	S	R	S	Athwal <i>et al.</i> (1971)
ASD7	<i>bph2</i>	R	R	S	S	Athwal <i>et al.</i> (1971)
Rathu Heenati	<i>Bph3</i>	R	R	R	R	Laksminarayana and Khush (1977)
Babawee	<i>bph4</i>	R	R	R	R	Laksminarayana and Khush (1977)
ARC10550	<i>bph5</i>	S	S	S	R	Khush <i>et al.</i> (1985)
Swarnalata	<i>Bph6</i>	S	S	S	R	Kabir and Khush (1988)
T12	<i>bph7</i>	S	S	S	R	Kabir and Khush (1988)
Pokkali	<i>Bph9</i>	R	R	R	-	Nemoto <i>et al.</i> (1989)
PTB33	<i>bph2</i> , <i>Bph3</i>	R	R	R	R	Verma <i>et al.</i> (1979)
TN1	none	S	S	S	S	

¹ Based on Standard Evaluation System for Rice Scale: R = resistant, S = susceptible.

ผลการทดลอง

จากการเก็บรวบรวมกลุ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตพื้นที่นาใน 4 จังหวัดของภาคเหนือตอนล่าง และให้ลงทำลายพันธุ์ข้าวสายพันธุ์มาตรฐานพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างรูปแบบของระดับความต้านทานในข้าวสายพันธุ์ทดสอบดังกล่าว และเปรียบเทียบกับรูปแบบของระดับความต้านทานมาตรฐาน (standard evaluation system for rice) ที่จัดทำโดย international rice research institute (IRRI) เพื่อคัดแยกข้าวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากกลุ่มประชากรแต่ละพื้นที่ พบว่า

ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สามารถคัดแยกข้าวชนิดได้ 4 ข้าวชนิด คือ

ข้าวชนิดที่ 2, 3, 4 และกลุ่มประชากรที่ไม่สามารถจำแนกข้าวชนิดได้จำนวน 1 กลุ่ม (UKPHS1) (ตารางที่ 2)

ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก สามารถคัดแยกข้าวชนิดได้ 2 ข้าวชนิด คือ กลุ่มประชากรที่ไม่สามารถจำแนกข้าวชนิดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (UKTK1) และกลุ่มที่ 2 (UKTK2) (ตารางที่ 3)

ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถคัดแยกข้าวชนิดได้ 3 ข้าวชนิด คือ ข้าวชนิดที่ 3 และ 4 และกลุ่มประชากรที่ไม่สามารถจำแนกข้าวชนิดได้จำนวน 1 กลุ่ม คือ UKUT1 (ตารางที่ 4)

ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถคัดแยกข้าวชนิดได้ 1 ข้าวชนิดเท่านั้น คือ กลุ่มประชากรที่ไม่สามารถจำแนกข้าวชนิดได้แห่งละ 1 กลุ่ม คือ UKLS1 และUKST1 (ตารางที่ 5)

Table 2 Reaction pattern of standard rice varieties responded to brown planthopper collected from Phitsanulok and identified biotypes of brown planthopper

Rice Varieties	Reactions of rice varieties to brown planthopper and biotypes of brown planthopper									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK
TN1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mudgo	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S
ASD7	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S
Rathu H.	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Babawee	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ARC10550	S	R	S	S	S	S	S	S	R	R
Swarnalata	R	R	S	S	S	R	R	R	R	R
T12	S	R	S	S	S	R	S	S	R	R
Pokkali	S	R	R	R	R	R	S	S	R	R
PTB33	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Biotypes	PHS1	4	2	2	3	4	PHS1	PHS1	4	4

R = resistant and S = susceptible

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย เทคนิค cluster analysis เพื่อศึกษาถึงความใกล้ชิดของ กลุ่มประชากรชีวชนิดต่าง ๆ ทั้งในส่วนที่สามารถจำแนกชีวชนิดและไม่สามารถจำแนกชีวชนิดได้ พบว่าสามารถจัดกลุ่มชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ UKST1, UKTK2, UKPHS1 และUKLS1 กลุ่มที่สองคือ UKUT1 และUKTK1 กลุ่มที่ 3 คือ ชีวชนิดที่ 1, 2 และ3 ส่วนกลุ่มที่ 4 คือ ชีวชนิดที่ 4 และเมื่อทำการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของการจัดกลุ่มในลักษณะดังกล่าวด้วย bootstrap จำนวน 100 ครั้ง พบว่ากลุ่มชีวชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้ทั้ง 2 กลุ่มมีความใกล้ชิดกับชีวชนิดที่ 4 มากกว่าชีวชนิดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าของความสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่แข็งแรงมากเพราะมีค่า bootstrap เท่ากับ 19 เท่านั้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ทั้ง

สองกลุ่มนั้นมีความแข็งแรงระดับปานกลางคือ มีค่ายืนยันจาก bootstrap เท่ากับ 58 ส่วนกลุ่มชีวชนิดที่ 1, 2 และ 3 แยกตัวจากกลุ่มชีวชนิดที่ 4 และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวชนิดทั้ง 2 กลุ่มได้ชัดเจนด้วยค่า bootstrap เท่ากับ 100 โดยชีวชนิดที่ 1 มีความใกล้ชิดกับชีวชนิดที่ 2 ระดับปานกลางด้วย ค่า bootstrap เท่ากับ 56 และในทำนองเดียวกัน ความใกล้ชิดระหว่างชีวชนิดที่ 1 และ 2 กับชีวชนิดที่ 3 ซึ่งมีค่า bootstrap เท่ากับ 60 (ภาพที่ 1)

เมื่อวิเคราะห์ชีวชนิดที่พบกับยีนความต้านทานที่ปรากฏในพันธุ์ข้าวต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบพบว่า ยีนต้านทานต่าง ๆ แสดงปฏิกิริยาต่อชีวชนิดของเพลี้ยในระดับแตกต่างกันมาก โดยยีนต้านทานชนิด *Bph1* ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 และ 3 ยีน *bph2* ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 และ 2 ยีน *Bph3*, *bph4* และ *bph2&Bph3* ต้านทานต่อ

Table 3 Reaction pattern of standard rice varieties responded to brown planthopper collected from Tak and identified biotypes of brown planthopper

Rice varieties	Reactions of rice varieties to brown planthopper and biotypes of brown planthopper									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TN1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mudgo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ASD7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Rathu H.	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Babawee	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ARC10550	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Swarnalata	S	R	R	R	S	R	S	R	S	S
T12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Pokkali	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PTB33	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK	UK
Biotypes	TK1	TK2	TK2	TK2	TK1	TK2	TK1	TK2	TK1	TK1

R = resistant and S = susceptible

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ทุกชีวิตรวมทั้งกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวิตชนิดทั้ง 2 กลุ่ม ยีน *bph5* ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวิตชนิดที่ 4 ยีน *Bph6* ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวิตชนิดที่ 3, 4 และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวิตชนิดกลุ่มที่ 1 ยีน *bph7* ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวิตชนิดที่ 3 และ 4 ยีน *Bph9* ด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวิตชนิดที่ 1, 2, 3, 4 และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวิตชนิดกลุ่มที่ 2 (ตารางที่ 6)

วิจารณ์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะพยายามปรับตัวเพื่อให้เผ่าพันธุ์ตนเองนั้นคงอยู่ในสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันผ่านกระบวนการที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการรักษาประชากรที่ได้รับการคัดเลือกให้คงอยู่ใน

สภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นตลอดเวลา เกิดขึ้นกับทุกสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เกิดขึ้นในทุก ๆ สภาพแวดล้อม และเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้สำเร็จเท่านั้นจึงสามารถดำรงอยู่ได้ (Gould, 2002; Futuyma, 2005; Barton *et al.*, 2007) ในสภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน มีการปลูกข้าวต่อเนื่องตลอดทั้งปี และพันธุ์ข้าวที่ปลูกมีหลากหลายสายพันธุ์ ทั้งพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ปลูกราชการ ซึ่งประกอบด้วยข้าวที่มีและไม่มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทำให้เกิดสภาพความหลากหลายทางสภาพแวดล้อมกระจายเป็นหย่อม ๆ ทั่วทั้งพื้นที่นาชลประทาน สภาพแวดล้อมจึงเป็นทั้งสิ่งส่งเสริมและสิ่งกดดันต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพและการคงอยู่ของความหลากหลายที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในสวนย่อย ๆ เหล่านี้ (Maynard Smith and

Table 4 Reaction pattern of standard rice varieties responded to brown planthopper collected from Uttaradit and identified biotypes of brown planthopper

Rice varieties	Reactions of rice varieties to brown planthopper and biotypes of brown planthopper									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TN1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mudgo	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S
ASD7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Rathu H.	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Babawee	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ARC10550	S	S	R	S	R	S	S	S	S	R
Swarnalata	S	S	R	S	R	S	S	S	S	R
T12	S	S	R	S	R	S	S	S	S	R
Pokkali	S	S	R	S	R	R	R	S	S	R
PTB33	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Biotypes	UK	UK		UK				UK	UK	
	UT1	UT1	4	UT1	4	3	3	UT1	UT1	4

R = resistant and S = susceptible

Szathmáry, 1997; Coyne and Orr, 2004)

จากผลการศึกษาความหลากหลายของกลุ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างพบว่า แต่ละพื้นที่นาในจังหวัดต่าง ๆ ที่ทำการศึกษามีจำนวนกลุ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับชีวชนิดแตกต่างกันอย่างมาก แม้ว่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง มีรายงานการสำรวจพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 และ 2 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 และ 2529 ตามลำดับ (จินตนา และคณะ, 2529) พบชีวชนิดที่ 3 ในปี พ.ศ. 2532 (เพชรหทัย และคณะ, 2535) โดยทั้ง 3 ชีวชนิดนี้พบแพร่ระบาดทั่วไปในเขตพื้นที่ปลูกข้าวในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนชีวชนิดที่ 4 นั้นเป็นชีวชนิดที่พบครั้งแรกในเขตเอเชียใต้คืออินเดีย ศรีลังกา ปากีสถาน และบังคลาเทศ และยังไม่มียางานที่ชัดเจนถึงการแพร่ระบาดในประเทศไทย

ในการศึกษาชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตภาคเหนือตอนล่างครั้งนี้ ไม่พบชีวชนิดที่ 1 พบเพียงชีวชนิดที่ 2, 3, และ 4 ในพื้นที่นาเขต อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และ ชีวชนิดที่ 3 และ 4 ในพื้นที่นาเขตอำเภอบางบาล จังหวัดอุตรดิตถ์ เท่านั้น เป็นการยืนยันถึงการคงอยู่ของชีวชนิดที่ 2, 3 และ 4 ในเขตพื้นที่นาชลประทานของภาคเหนือตอนล่าง ส่วนชีวชนิดที่ 1 นั้น จากรายงานของจินตนา และคณะ (2529) ได้ระบุว่าชีวชนิดที่ 1 ได้ปรับตัวเปลี่ยนสภาพเป็นชีวชนิดที่ 2 โดยการเปลี่ยนแปลงจากชีวชนิดที่ 1 เป็นชีวชนิดที่ 2 นั้น เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของเกษตรกรในการเลือกปลูกข้าวสายพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 เป็นพื้นที่บริเวณกว้าง ทำให้ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 มีจำนวนลดลงและบางส่วนปรับตัวกลายเป็นชีวชนิดที่ 2 ดัง dendogram แสดงถึงความใกล้ชิดของ

Table 5 Reaction pattern of standard rice varieties responded to brown planthopper collected from Lomsak and Srithep, Phetchabun and identified biotypes of brown planthopper

Rice varieties	Reactions of rice varieties to brown planthopper and biotypes of brown planthopper									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TN1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Mudgo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ASD7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Rathu H.	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Babawee	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ARC10550	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Swarnalata	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
T12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Pokkali	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PTB33	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Biotypes	UK LS1 / UK ST1									

R = resistant and S = susceptible

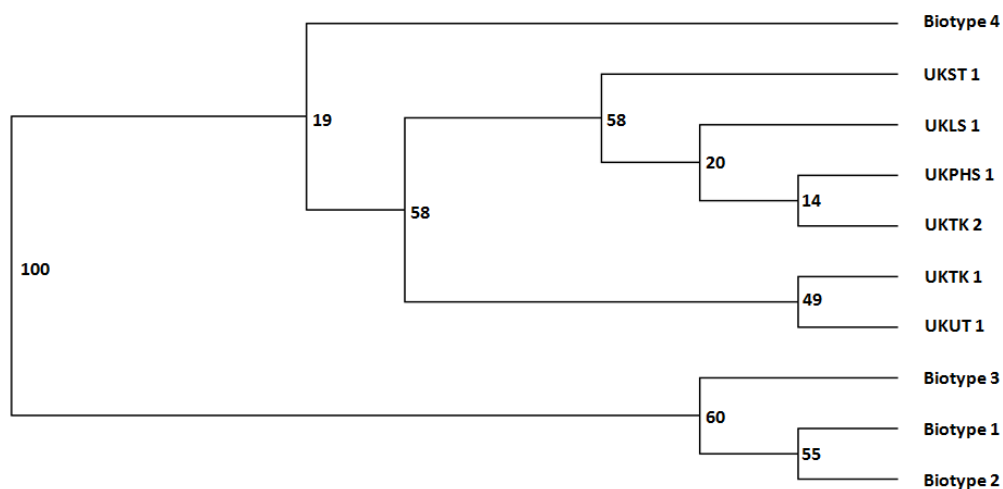


Figure 1 Dendrogram presents the relationship of the brown planthopper biotypes in lower northern Thailand: biotype1 added for analysis, biotype 2, 3, and 4 found, unknown biotypes (UKST=Srithep Phetchabun, UKLS=Lomsak Phetchabun, UKPHS=Muang Phitsanulok, UKTK=Maesod Tak, UKUT=Ta-pla Uttaradit) and the number on the branch=bootstrap value calculated from 100 repeats.

Table 6 Reaction patterns of resistant genes in standard rice varieties responded to biotypes of brown planthopper collected from lower northern Thailand

Biotypes	Resistant genes								
	<i>Bph1</i>	<i>bph2</i>	<i>Bph3</i>	<i>bph4</i>	<i>bph5</i>	<i>Bph6</i>	<i>bph7</i>	<i>Bph9</i>	<i>bph2&Bph3</i>
Biotype 1 ¹	R	R	R	R	S	S	S	R	R
Biotype 2	S	R	R	R	S	S	S	R	R
Biotype 3	R	S	R	R	S	R	R	R	R
Biotype 4	S	S	R	R	R	R	R	R	R
Unknown Group 1: (UKST1, UKTK2, UKLS1, UKPHS1)	S	S	R	R	S	R	S	S	R
Unknown Group 2: (UKTK1, UKUT1)	S	S	R	R	S	S	S	R	R

¹ biotype added for comparison the reaction of resistant gene on various biotypes of brown planthopper

R = resistant and S = susceptible.

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 และ 2 มีสูงมาก อย่างไรก็ตาม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 1 นั้น บางส่วนยังคงอยู่ในสภาพธรรมชาติ โดยอาศัยข้าวป่า

เมื่อเปรียบเทียบระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของยีนต้านทานที่ปรากฏในข้าวสายพันธุ์ทดสอบชนิดต่าง ๆ กับชีวชนิดที่พบในภาคเหนือตอนล่าง พบว่าในปัจจุบัน มียีนเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่แสดงผลในการต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ทุกชีวชนิดรวมทั้งชีวชนิดที่พบใหม่ทั้ง 2 กลุ่ม คือ *Bph3* และ *bph4* ซึ่งปรากฏในข้าวพันธุ์ Rathu Heenati และ Babawee ตามลำดับ นอกจากนี้ การร่วมกันแสดงออกของยีนอย่างน้อย 2 ชนิด ทำให้ข้าวสามารถต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดีขึ้น ดังเช่นกรณีของการแสดงออกของยีน *bph2&Bph3* ในข้าวพันธุ์ PTB33 ซึ่งแม้ว่ายีน *bph2* อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชีวชนิดที่ 3, 4, และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกชีวชนิดทั้ง 2 กลุ่มแต่เมื่อรวมกับยีนต้านทาน *Bph3* ทำให้สามารถต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ทุกชีวชนิด ผลการแสดงผลของยีนดังกล่าวเป็นการยืนยันถึงแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์

ข้าวให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในอนาคตควรทำการรวมยีนต้านทานหลาย ๆ ยีนเข้าไปในข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงหนึ่งเดียว (gene pyramiding) จะทำให้ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงนั้นมีระดับความต้านทานที่สูงขึ้นและครอบคลุมต่อชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้กว้างมากขึ้นด้วย

สรุป

ในการคัดแยกชีวชนิดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยอาศัยลักษณะความต้านทาน ของพันธุ์ข้าวต่าง ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้มาตรฐานตาม standard evaluation system for rice ของ IRRI สามารถคัดแยกชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้จำนวนทั้งหมด 9 ชีวชนิด ประกอบด้วย ชีวชนิดที่มีรายงานแล้วจำนวน 3 ชีวชนิดคือ ชีวชนิดที่ 2, 3 และ 4 นอกจากนั้นเป็นชีวชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้จำนวน 6 ชีวชนิด คือ UKPHS1, UKTK1, UKTK2, UKUT1, UKLS1 และ UKST1

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวันทรีย์แห่งชาติภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดีทั้งในส่วนของงบประมาณ เครื่องมือ ข้อมูล และอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา ทายาธรรม นิภา จันทรศรีสมหมาย วีรวิมล กัตัญญกุล สว่าง ชัดขาว วันทนา เทวภูม และ สมศรี สุขสมวัฒน์. 2529. การศึกษาความต้านทานของพันธุ์ข้าวต่อแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญแมลงและศัตรูศัตรูพืช 2529. หน้า 154-169. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการกองกีฏวิทยาครั้งที่ 5. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- จิระพงศ์ ไชรินทร์ กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์ สงวน เทียงดีฤทธิ์ กฤษณา สุทธิสาร จรัญจิต เพ็งรัตน์ และ อุไรวรรณ ศุภสฤติย์. 2548. การสืบหาโมเลกุลเครื่องหมายเพื่อการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. รายงานการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2548. วันที่ 7-8 มีนาคม 2548 ณ โรงแรม รอยัลฮิลล์ รีสอร์ท จ. นครนายก.
- เพชรหทัย ปฏิกุลปนาสุร นิธิณี เจียงวรรณะ พจนา จุฑาชัย และ บุญโฮม ชำนาญกุล. 2535. ชีวชนิดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. สัมมนาวิชาการการพัฒนางานวิจัยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. วันที่ 25-27 มีนาคม 2535 ณ โรงแรมแม่ยมพาเลศ จ.แพร่.
- วัชร ภูริวิโรจน์กุล สุนิยม ตาปราบ เบญจพล ลวดเงิน ละมุน วุฒา และชีวันสุทธิ ช่อทิพย์. 2540. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงให้ต้านทานโรคแมลงที่สำคัญในเขตชลประทาน. รายงานผลวิจัยศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

- วัชร ภูริวิโรจน์กุล. 2542. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้านทานโรคแมลง. ใน: รายงานศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สำนวน นิคมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.
- Athwal, D. S., M. D. Pathak, E. H. Bacalangco and C.D. Pura. 1971. Genetics of resistance to brown planthoppers and green leafhoppers in *Oryza sativa* L.. Crop Sci. 11: 747-750.
- Barton, N. H., D. E. G. Briggs, J. A. Eisen, D. B. Goldstein and N. H. Patel. 2007. Evolution. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York. 833 pp.
- Coyne, J. A. and H. A. Orr. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Sunderland. 545 pp.
- Futuyma, D. J. 2005. Evolution. Sinauer Associates, Sunderland. 603 pp.
- Gould, S. J. 2002. The Structure of Evolutionary Theory. Belknap Press, Cambridge. 1433 pp.
- Heinrichs, E. A. and O. Mochida. 1984. From secondary to major pest status: the case of insecticide-induced rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, resistance gene. Prot. Ecol. 7:201-218.
- IRRI. 1988. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 54 pp.
- Kabir, M. A. and G. S. Khush. 1988. Genetic analysis of resistance to brown planthopper in rice (*O. sativa* L.). Plant Breed. 100: 54-58.
- Khush, G. S. and D. S. Brar. 1991. Genetics of resistance to insects in crop plants. Adv. Agron. 45: 224-228.

- Khush, G. S., A. N. M. Rezaul Karim and E. R. Angeles. 1985. Genetics of resistance of rice cultivar ARC 10550 to Bangladesh brown planthopper biotype. J. Genet. 64(2-3): 121-125.
- Lakshminarayana, A. and G. S. Khush, 1977. New genes for resistance to the brown planthoppers in rice. Crop Sci. 17: 96-100.
- Maynard Smith, J. and E. Szathmáry. 1997. The Major Transitions in Evolution. Oxford University Press, New York. 346 pp.
- Nemoto, H., R. Ikeda and C. Kaneda. 1989. New genes for resistance to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal., in rice. Jpn. J. Breed. 39: 23-28.
- Pathak, P. K., R. C. Saxena and E. A. Heinrichs. 1982. Para film sachet for measuring honeydew excretion by *Nilaparvata lugens* on rice. J. Econ. Entomol. 75: 194-195.
- 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.
- Verma, S. K., P. K. Pathak, B. N. Singh and M. N. Lai. 1979. Indian biotypes of the brown planthopper. International Rice Research Newsletter 4: 7.
-

ความหลากหลายชนิดของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ ในนาข้าวอินทรีย์

Species Diversity of Rice Insect Pests and Natural Enemies in Organic Rice Paddy Field

วิชัย สรพงษ์ไพศาล^{1/} สมชาย ธนสินชัยกุล^{2/} วงศ์พันธ์ พรหมวงศ์^{1/}
ฉัตรมณี วุฒิสาร^{1/} และ ภราดร ดอกจันทร์^{1/}

Wichai Sorapongpaisal^{1/} Somchai Tanasinchayakul^{2/} Wongphan Promwong^{1/}
Chatmanee Wootisarn^{1/} and Paradorn Dokchan^{1/}

Abstract: Natural control of insect pest plays key role in organic rice production. Many species of insect pests and natural enemies have been involved. Species diversity of rice insect pests and natural enemies were carried out in organic rice paddy field at Environmental Entomology Research and Development Center, Kasetsart University, Kampaengsaen Campus during January – May 2009. Rice insect pests and natural enemies were collected from organic rice paddy field every 14 days from planting through harvesting period based on simple random sampling method using sweeping net at 10 times/sampling spot. The total of 3 sampling spots were randomized at each time of the sampling. All insect pests and natural enemies were identified, species diversity was calculated and the relationship to biotic factor: natural enemies and abiotic factors: temperature, relative humidity and rainfall were performed. The total of 52 species of insects and spiders composed of 20 species for insect pests, 25 species of insect natural enemies and 7 species of spiders were found. The highest species number of insects and spiders (46 species) was found during seed filling stage of rice and the lowest number (22 species) was found during seedling stage. Species diversity and species evenness of insect pests were 2.28 and 0.76 whereas those of natural enemies were 2.94 and 0.85 respectively. The species number of insect pests was not related to abiotic factors but it was related to the species number of natural enemies ($r = 88.5$) ($P \text{ value} \leq 0.05$).

Keywords: Species diversity, rice insect pest, spider, organic rice paddy field

^{1/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาการกีฏวิทยาสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยกำแพงแสน นครปฐม 73140

^{2/}ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

^{1/}Environmental Entomology Research and Development Center, Kampaengsaen Research and Development Institute, Kampaengsaen Campus, Nakorn Pathom 73140

^{2/}Department of Entomology, Faculty of Agriculture Kampaengsaen, Kasetsart University, Kampaengsaen Campus, Nakorn Pathom 73140

บทคัดย่อ: การควบคุมโดยธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการควบคุมศัตรูข้าวในการผลิตข้าวแบบอินทรีย์ซึ่งต้องเกี่ยวข้องกับทั้งศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ การศึกษาความหลากหลายชนิดของทั้งแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ใช้แผนการสุ่มแบบสุ่มธรรมดา และดำเนินการสุ่มโดยใช้สวิงโอบจำนวน 10 ครั้ง/จุด จำนวน 3 จุด ทุก ๆ 14 วันตั้งแต่ระยะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ทำการจำแนกชนิดของแมลงและศัตรูธรรมชาติที่พบ วิเคราะห์ความหลากหลายและความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดแมลงศัตรูข้าวกับปัจจัยทางชีวภาพ คือ จำนวนชนิดของศัตรูธรรมชาติ และปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝน ผลการศึกษา พบแมลงและแมงมุมจำนวน 52 ชนิด จำแนกได้เป็นแมลงศัตรูข้าว จำนวน 20 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ จำนวน 25 ชนิด และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ จำนวน 7 ชนิด และพบว่าต้นข้าวในช่วงการสร้างเมล็ด (อายุ 56 วัน) มีความหลากหลายของแมลงและแมงมุมมากที่สุด จำนวน 46 ชนิด และต้นข้าวในระยะกล้า (อายุ 14 วัน) มีความหลากหลายของแมลงและแมงมุมน้อยที่สุด จำนวน 22 ชนิด ความหลากหลายและการกระจายตัวของชนิดของแมลงศัตรูข้าวมีค่าดัชนีเท่ากับ 2.28 และ 0.76 ตามลำดับ ในขณะที่ศัตรูธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 2.94 และ 0.85 ตามลำดับ โดยจำนวนชนิดของแมลงและแมงมุมที่สำรวจ ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝน แต่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดของศัตรูธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญสูงถึงร้อยละ 88.5 ($P \text{ value} \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ความหลากหลายชนิด แมลงศัตรูข้าว แมงมุม นาข้าวอินทรีย์

คำนำ

การผลิตข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ (organic agriculture หรือ organic farming) เป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ต่าง ๆ คือ ปุ๋ยเคมี สารเร่งการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ในทุกขั้นตอนการผลิตรวมถึงในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต โดยสามารถใช้วัสดุจากธรรมชาติและสารสกัดจากพืชที่ไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมทดแทนได้ (สมคิด, 2549) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว ขณะที่พันธุ์ข้าวคุณภาพดีที่นิยมปลูกในประเทศไทยไม่สามารถต้านทานต่อแมลงศัตรูที่สำคัญหลายชนิด ประกอบกับเทคโนโลยีการใช้สารอินทรีย์จากธรรมชาติในการป้องกันกำจัดโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวของไทยนั้นจัดอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น จึงส่งผลต่อกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์เป็นอย่างมาก เพราะมักพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเสมอ ๆ (วิฑูรย์, 2545)

โดยทั่วไปในประเทศไทยพบแมลงศัตรูข้าวประมาณ 50 ชนิด โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แมลงเจาะลำต้นและยอด ได้แก่ หนอนกอชนิดต่าง ๆ เช่น หนอนกอสีชมพู หนอนกอลายแถบสีม่วง แมลงกินใบ เช่น หนอนห่อใบข้าว หนอนปลอก หนอนกระทู้คอรวง แมลงจำพวกปากดูด เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ เช่น แมลงบั่ว รวมถึงไรแดง ไรขาว ซึ่งแมลงเหล่านี้ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการผลิตข้าว และมีการระบาดแบบต่อเนื่อง แม้โดยปกติประชากรของแมลงเหล่านี้มักมีความแปรปรวนเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและแหล่งเพาะปลูก แต่ทุกกรณีส่งผลกระทบทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวลดลง ในที่สุดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาวะการระบาดของแมลง (Pathak and Khan, 1994) ในอดีตการควบคุมด้วยสารฆ่าแมลงเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเพราะให้ผลในการควบคุมที่รวดเร็ว ชัดเจน แต่ภายหลังพบว่า สารฆ่าแมลงมีผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อระบบนิเวศ ที่สำคัญ คือการทำลายศัตรูธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่คือ แมลง ไปพร้อมกับศัตรูพืช (ล้านน และวีรเทพ, 2548) ทำให้เมื่อนำระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มาใช้ใน

พื้นที่ จึงมักประสบปัญหาเรื่องความหลากหลายของศัตรูธรรมชาติ และศัตรูพืชอยู่ในระดับต่ำมาก ความซับซ้อนของกลไกการควบคุมโดยธรรมชาติจึงมีน้อยมาก และไม่เพียงพอต่อการสร้างสมดุลของระบบนิเวศให้เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นพื้นที่ที่ทำการเกษตรในเชิงอินทรีย์ จึงมักประสบปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูพืชรุนแรงเสมอ ๆ และบ่อยครั้งทำให้เกษตรกรหมดกำลังใจ และต้องหันกลับมาใช้สารเคมีดั้งเดิม การแก้ไขปัญหาดังกล่าว จำเป็นต้องใช้การบริหารจัดการที่เหมาะสมทั้งระบบ คือ พืช แมลง ระบบการปลูก และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งการดำเนินการนี้ต้องอาศัยข้อมูลประกอบในหลายด้านทั้งในส่วนของชนิดแมลง ช่วงการระบาด และการแพร่กระจาย เป็นต้น (Pedigo, 1996) ทั้งนี้เพราะการใช้ระบบเกษตรอินทรีย์เน้นการสร้างสมดุลของธรรมชาติ อนุรักษ์แมลงที่มีประโยชน์ในนาข้าวเพื่อแก้ปัญหาแมลงศัตรูข้าวแบบยั่งยืน เน้นธรรมชาติเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม แม้ข้อมูลด้านแมลงศัตรูข้าว และศัตรูธรรมชาติมีการศึกษาไว้ในหลายด้าน ทั้งในส่วนของชนิด การแพร่ระบาด ความหลากหลายทางชีวภาพ ฯลฯ แต่ในส่วนของการดำเนินการแบบเกษตรอินทรีย์นั้น มีน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงความหลากหลายของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในพื้นที่นาแบบเกษตรอินทรีย์ขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการแมลงศัตรูข้าวในพื้นที่นาแบบอินทรีย์ได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามหลักการเกษตรอินทรีย์ที่เป็นสากล

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแปลงนาทดลองและเก็บตัวอย่างแมลงและแมงมุมในนาข้าวอินทรีย์ จัดทำแปลงนาทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการวิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 แบบนาหว่านน้ำตาม เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2552 การปฏิบัติใช้ระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ตามหลักการเกษตรอินทรีย์ที่เป็นสากลของวิฑูรย์ (2545) และสมคิด (2549) โดยปรับพื้นที่ระดับผิวดินให้สม่ำเสมอ เพื่อควบคุมระดับน้ำ ทำการไถดะทิ้งไว้ 7-10 วัน และไถแปร ใส่ปุ๋ยคอกมูลสุกร

อัตรา 1 ตันต่อไร่ จากนั้นปล่อยน้ำเข้าแปลงเพื่อทำการเอากส่วนการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกนั้น ทำโดยแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากมูลสุกรเจือจาง 1:200 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำขึ้นพักเป็นระยะเวลา 1 วัน จึงนำไปหว่านในแปลงนาทดลอง ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากข้าวงอกเป็นต้นกล้ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์หรือประมาณ 20 วัน จึงระบายน้ำออก ในการดูแลรักษา ใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากมูลสุกร จำนวน 5 ลิตรต่อไร่ เจือจาง 1:200 ฉีดพ่นทั่วไปในช่วงเวลาเย็นทุก ๆ 10 วัน หลังต้นข้าวมีอายุ 30, 60 และ 90 วัน การกำจัดแมลงนั้น ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ คือ พริกไทย ใบยาสูบ และน้ำส้มควันไม้ เพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในแปลงนาทดลอง

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงโดยใช้แผนการสุ่มแบบสุ่มธรรมดา (simple random sampling) และดำเนินการสุ่มโดยใช้สวิงโอบจำนวน 10 ครั้ง จำนวน 3 จุด จากพื้นที่แปลงนาทดลอง เดินแบบเส้นทแยงมุม เก็บรักษาตัวอย่างแมลงด้วยการจัดรูปร่างด้วยวิธีการทำแห้ง และในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์

การจำแนกชนิดแมลงและแมงมุมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตรวจและวิเคราะห์จำแนกชนิดและความสำคัญของแมลงศัตรูข้าว แมลงศัตรูธรรมชาติ และแมงมุม ที่พบ โดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์จำแนกชนิดตามแนวทางการจำแนกของ วิภาดา (2544), สุวัฒน์ (2544), พิสุทธิ (2551), Asahina (1993), Barrion and Litsinger (1995), Maloney *et al.* (2003) และ Hutacharen *et al.* (2007) เปรียบเทียบสัดส่วนแมลงศัตรูข้าว แมลงศัตรูธรรมชาติ และแมงมุม วิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพด้วยดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Index, H) และค่าดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Evenness Index, EH) ของจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation analysis) ระหว่างจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวกับปัจจัยทางชีวภาพคือจำนวนชนิดของศัตรูธรรมชาติที่สำรวจพบในสภาพธรรมชาติและปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก

สถานีวิจัยอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ชนิดของแมลงและแมงมุมที่พบในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ การสำรวจในช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม 2552 พบแมลงและแมงมุมในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการวิจัยสิ่งแวดล้อม จำนวน 52 ชนิด จำแนกตามความสำคัญได้ดังนี้ คือ แมลงศัตรูพืชจำนวน 20 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 38 แมลงศัตรูธรรมชาติจำนวน 25 ชนิด หรือร้อยละ 48 และแมงมุมศัตรูธรรมชาติจำนวน 7 ชนิด หรือร้อยละ 14 (ภาพที่ 1a) เมื่อพิจารณาสัดส่วนของจำนวนชนิดที่พบระหว่างศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ จำนวนชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติมีมากกว่าจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวเพียง 5 ชนิดเท่านั้นคิดเป็นสัดส่วนแตกต่างกันเพียง 1.25 เท่า แต่เมื่อพิจารณารวมแมงมุมซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติทั้งหมดกับแมลงศัตรูธรรมชาติพบว่า สัดส่วนของจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นเป็น 1.6 เท่า ซึ่งสอดคล้อง

กับงานวิจัยของ Heong *et al.* (1991) และ Ooi and Shepard (1994)

ส่วนจำนวนแมลงและแมงมุมที่พบทั้งหมดเท่ากับ 2,618 ตัว ประกอบด้วย แมลงศัตรูพืชจำนวน 1,282 ตัว โดยคิดเป็นร้อยละ 49 แมลงศัตรูธรรมชาติจำนวน 781 ตัว หรือร้อยละ 30 และแมงมุมศัตรูธรรมชาติจำนวน 555 ตัว หรือร้อยละ 21 (ภาพที่ 1b) เมื่อพิจารณาสัดส่วนของจำนวนที่พบระหว่างศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ จำนวนของแมลงศัตรูธรรมชาติมีน้อยกว่าจำนวนแมลงศัตรูพืชถึง 1.64 เท่า แต่เมื่อนำจำนวนแมงมุมรวมกับแมลงศัตรูธรรมชาติพบว่าสัดส่วนของจำนวนศัตรูธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าศัตรูพืชเป็น 1.04 เท่า แสดงถึงบทบาทและศักยภาพของแมงมุมชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมศัตรูข้าวในนาเกษตรอินทรีย์ ด้วยจำนวนชนิดเพียง 7 ชนิด แต่มีศักยภาพในเชิงจำนวนตัวสูงมากถึง 555 ตัว คิดเป็นจำนวนเฉลี่ยสูงถึง 79.29 ตัวต่อชนิด ส่วนแมลงศัตรูธรรมชาติมีถึง 25 ชนิด แต่มีจำนวนน้อยในแต่ละชนิดเมื่อรวมกันแล้วมีจำนวนเพียง 781 ตัว คิดเป็นจำนวนเฉลี่ยเพียง 31.24 ตัวต่อชนิด เท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากแมงมุมถึง 2.54 เท่า

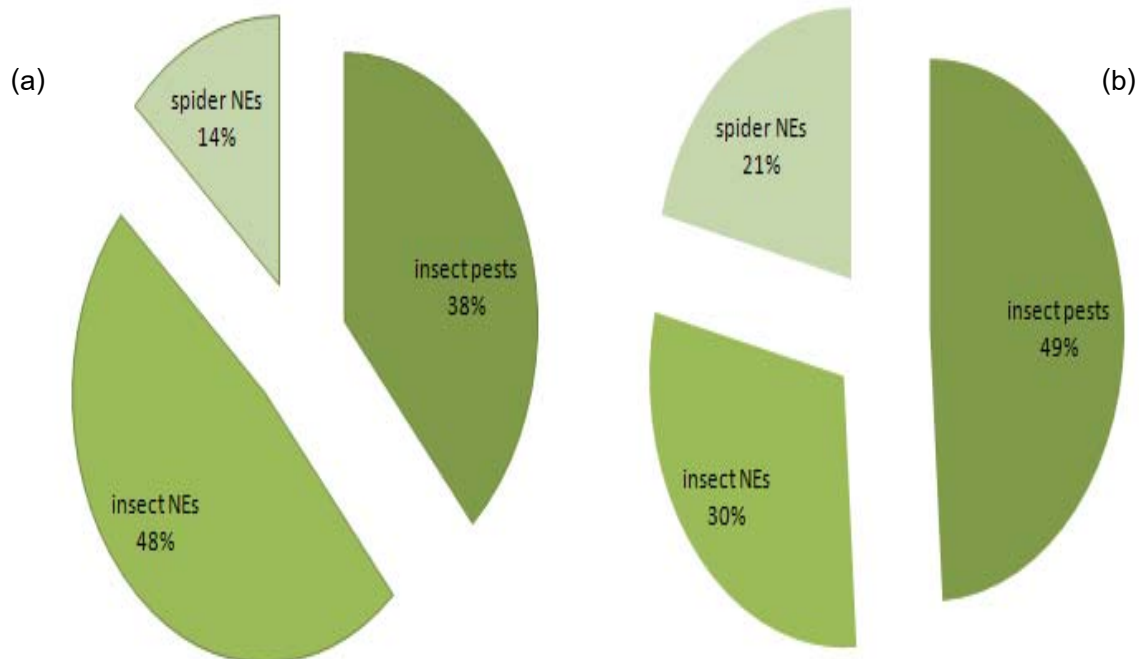


Figure 1 The ratio of species numbers (a) and amount (b) of insect pests, insect natural enemies and spider natural enemies found in organic rice paddy field at Environmental Entomology Research and Development Center during January - May 2009.

แมลงศัตรูข้าวที่พบมีทั้งหมด 7 อันดับ 12 วงศ์ 20 ชนิด โดยชนิดที่มีจำนวนสูงสุด 3 อันดับแรก คือ *Stenchaetothrips biformis* (Bagnall), *Nephotettix virescens* (Distant) และ *Orseolia oryzae* Wood-Mason จำนวน 418, 223 และ 122 ตัวตลอดฤดูปลูกตามลำดับ ในขณะที่แมลงศัตรูธรรมชาติที่พบทั้งหมด 7 อันดับ 20 วงศ์ 25 ชนิด โดยชนิดที่มีจำนวนสูงสุด 3 อันดับแรกคือ *Ischnura aurora aurora* Brauer, *Microvelia douglasi atrolineata* (Bergroth) และ *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter จำนวน 135, 132 และ 91 ตัวตลอดฤดูปลูกตามลำดับ ส่วนแมงมุมที่พบ 5 วงศ์ ประกอบด้วย 7 ชนิด โดยทั้งหมดเป็นตัวห้ำ โดยชนิดที่มีจำนวนสูงสุด 3 อันดับแรกคือ *Tetragnatha maxillosa* (Boesengberg & Strand), *Tetragnatha nitens* (Audouin) และ *Clubiona japonicola* (Boesengberg & Strand) พบจำนวน 146, 134 และ 102 ตัวตลอดฤดูปลูกตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงและแมงมุมทุกชนิดที่สำรวจพบ พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Index, H) มีค่าเท่ากับ 3.31 และมีค่าดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Evenness Index, EH) เท่ากับ 0.84 ในขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของแมลงศัตรูข้าวมีค่าเท่ากับ 2.28 และ 0.76 ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าดัชนีการกระจายตัวของแมลงศัตรูธรรมชาติและแมงมุมค่าเท่ากับ 2.94 และ 0.85 ซึ่งสูงกว่าแมลงศัตรูพืช 1.29 และ 1.12 เท่า ความหลากหลายทางชีวภาพของศัตรูธรรมชาติในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์มีค่าสูงกว่าศัตรูพืชขึ้นนับว่าเป็นสัญญาณที่ดีที่แสดงถึงกลไกการควบคุมทางธรรมชาติในระบบนิเวศของนาข้าวเกษตรอินทรีย์มีกิจกรรมที่บ่งบอกถึงความซับซ้อนของสายโซ่อาหารมากขึ้น เนื่องจากระบบการผลิตข้าวอินทรีย์หลีกเลี่ยงการใช้

สารเคมี จึงไม่เป็นอันตรายต่อแมลงที่มีประโยชน์ต่าง ๆ ศัตรูธรรมชาติจึงสามารถแสดงบทบาทในการลงทำลายศัตรูพืชได้อย่างเต็มที่ โดยศัตรูพืชหนึ่งชนิดมีโอกาสถูกศัตรูธรรมชาติมากกว่าหนึ่งชนิดลงทำลาย และมีแนวโน้มของผลการควบคุมอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของพิทักษ์ (2551) กล่าวว่าโดยทั่วไปมีแมลงศัตรูที่ทำลายข้าวมากกว่า 20 ชนิด แต่ด้วยปัจจัยธรรมชาติที่คอยควบคุมไว้ โดยเฉพาะแมลงศัตรูธรรมชาติ ซึ่งรวมทั้งตัวห้ำ และตัวเบียน มากกว่า 100 ชนิด ทำให้มีศัตรูข้าวเพียง 5-6 ชนิดเท่านั้น ที่ทำลายข้าวจนถึงระดับเสียหายได้ ดังนั้นหากมีการบริหารจัดการในส่วนของศัตรูธรรมชาติ สภาพแวดล้อม พันธุ์ข้าว ฯลฯ ได้อย่างเหมาะสม มีโอกาสที่จะสามารถเสริมสร้างระบบการควบคุมโดยธรรมชาติที่มีความยั่งยืนอย่างสมบูรณ์ได้

ในช่วงระยะเวลาที่ต้นข้าวอายุ 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 และ 112 วัน พบจำนวนชนิดของแมลงศัตรูพืช แมลงศัตรูธรรมชาติ และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ เท่ากับ 22, 23, 41, 46, 41, 38, 34 และ 32 ชนิดตามลำดับ โดยพบจำนวนชนิดมากที่สุดเมื่อต้นข้าวอายุ 56 วัน จำนวน 46 ชนิด ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวกำลังออกรวง ต้นข้าวมีลักษณะอวบน้ำและนุ่ม จึงเป็นช่วงที่ดึงดูดแมลงศัตรูข้าวหลายชนิดให้ลงทำลาย ซึ่งส่งผลทำให้จำนวนชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติสูงขึ้นด้วยเช่นกัน (จุลมณี, 2552) และพบจำนวนชนิดของแมลงน้อยที่สุดเมื่อต้นข้าวอายุ 14 วัน จำนวน 22 ชนิด (ภาพที่ 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าว กับปัจจัยทางชีวภาพ คือ จำนวนชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติ ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพคือ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ตลอดฤดูปลูก พบว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 3 ชนิด ($P \text{ value} \geq 0.05$) แต่การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวสูงถึงร้อยละ 88.5 ($P \text{ value} \leq 0.05$) (ตารางที่ 2)

Table 1 List of insect pests of rice and natural enemies in organic rice paddy field at Environmental Entomology Research and Development Center during January – May 2009. NE = natural enemy and PT = pest

Order	Family	Scientific name	Numbers	Status
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura aurora aurora</i> Brauer	135	NE
		<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur)	36	NE
	Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i> (Drury)	49	NE
		<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius)	9	NE
Orthoptera	Acrididae	<i>Oxya japonica</i> Thunberg	44	PT
	Tetrigidae	<i>Tetrix</i> sp.	21	PT
Mantodea	Mantidae	Unidentified	1	NE
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Scotinophara</i> sp.	15	PT
	Alydidae	<i>Leptocoris oratorius</i> (Fabricius)	45	PT
	Miridae	<i>Cyrtorhinus lividipennis</i> Reuter	91	NE
	Veliidae	<i>Microvelia douglasi atrolineata</i> (Bergroth)	132	NE
	Nabidae	<i>Nabis</i> sp.	1	NE
Homoptera	Cicadellidae	<i>Nephotettix virescens</i> (Distant)	223	PT
		<i>Nephotettix nigropictus</i> (Stal)	107	PT
	Delphacidae	<i>Sogatella furcifera</i> (Horvath)	59	PT
		<i>Sogatella</i> sp. 1	15	PT
		<i>Sogatella</i> sp. 2	14	PT
		<i>Nilaparvata lugens</i> (Stal)	61	PT
Thysanoptera	Thripidae	<i>Stenchaetothrips biformis</i> (Bagnall)	418	PT
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Mallada</i> sp.	9	NE
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Dicladispa armigera</i> (Olivier)	9	PT
	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus affinis</i> (Sharp)	1	NE
	Carabidae	<i>Ophionea</i> sp.	23	NE
	Coccinellidae	<i>Micraspis crocea</i> (Mulsant)	74	NE
Diptera	Ephydriidae	<i>Ochthera</i> sp.	9	PT
		<i>Hydrellia philippina</i> Ferino	45	PT
		<i>Hydrellia griseola</i> (Fallen)	11	PT
		<i>Hydrellia</i> sp.	22	PT
	Cecidomyiidae	<i>Orseolia oryzae</i> Wood-Mason	122	PT
	Pipunculidae	Unidentified	6	NE

Table 1(cont.)

Order	Family	Scientific name	Numbers	Status
Lepidoptera	Pyrilidae	<i>Nymphula depunctalis</i> (Guenee)	21	PT
		<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenee)	16	PT
	Nymphalidae	<i>Melanitis leda</i> (Linnaeus)	5	PT
Hymenoptera	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	20	NE
		<i>Dacnusa</i> sp.	17	NE
		<i>Cotesia</i> sp.	10	NE
		<i>Apanteles</i> sp.	14	NE
	Chalcididae	<i>Brachymeria lasus</i> (Walker)	6	NE
	Elasmidae	<i>Elasmus</i> sp.	36	NE
	Platygasteridae	<i>Platygaster</i> sp.	52	NE
	Eupelmidae	<i>Neanastatus</i> sp.	6	NE
	Pteromalidae	Unidentified	6	NE
	Scelionidae	<i>Telenomus</i> sp.	12	NE
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.	23	NE
	Dryinidae	<i>Echthrodelpfax bicolor</i> (Esaki & Hashimoto)	12	NE
Araneae	Oxyopidae	<i>Oxyopes javanus</i> (Thorell)	37	NE
	Araneidae	<i>Neoscona theisi</i> (Walckenaer)	20	NE
		<i>Araneus inustus</i> (L. Koch)	26	NE
	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha nitens</i> (Audouin)	134	NE
		<i>Tetragnatha maxillosa</i> (Boesengberg & Strand)	146	NE
	Clubionidae	<i>Clubiona japonicola</i> (Boesengberg & Strand)	102	NE
	Linyphiidae	<i>Callitrichia formosana</i> (Oi)	90	NE

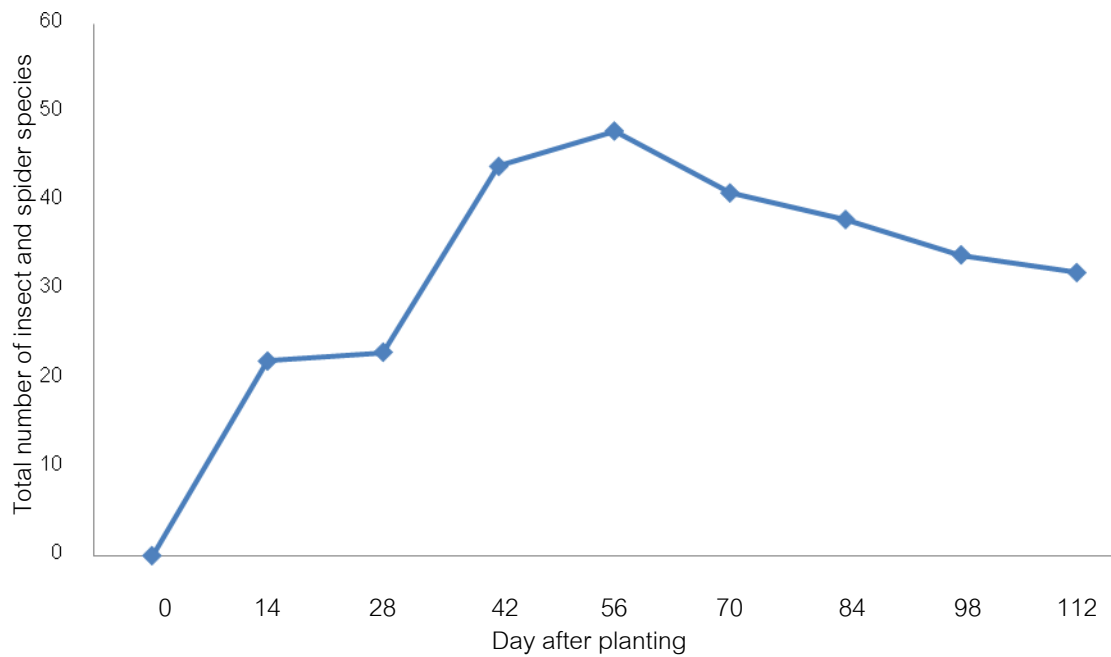


Figure 2 Total numbers of insect and spider species in organic rice paddy field during January – May 2009.

Table 2 Comparison of total number of insect pest species with biotic factor, total numbers of natural enemy species, and abiotic factors: temperature, relative humidity, and rainfall in organic rice paddy field at Environmental Entomology Research and Development Center during January – May 2009

Days	Numbers of insect pest species	Numbers of natural enemy species	Temperature (°C)	Humidity (%)	Rainfall (mm)
0	0	0	23.3	68.0	0.0
14	6	16	27.5	66.0	0.0
28	6	17	28.9	70.5	0.0
42	16	25	28.8	70.0	0.0
56	19	27	27.3	68.5	0.0
70	16	25	29.7	72.5	1.7
84	15	23	31.7	62.0	0.0
98	13	21	28.7	69.5	0.0
112	12	20	28.7	76.0	52.6

สรุป

ความหลากหลายชนิดของทั้งแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในพื้นที่นาข้าวอินทรีย์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการวิจัยสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2552 พบแมลงและแมงมุมจำนวน 52 ชนิด จำแนกได้แมลงศัตรูข้าว จำนวน 20 ชนิด แมลงศัตรูธรรมชาติ จำนวน 25 ชนิด และแมงมุมศัตรูธรรมชาติ จำนวน 7 ชนิด ความหลากหลายชนิดและการกระจายตัวของชนิดของแมลงศัตรูข้าวมีค่าดัชนีเท่ากับ 2.28 และ 0.76 ตามลำดับ ในขณะที่ แมลงและแมงมุมศัตรูธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 2.94 และ 0.85 ตามลำดับ โดยจำนวนชนิดของแมลงและแมงมุมที่สำรวจ ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝน แต่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดของศัตรูธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญสูงถึงร้อยละ 88.5 ($P \text{ value} \leq 0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนด้านทุนอุดหนุนวิจัยในโครงการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 จากสำนักงานอธิการบดี กองแผนงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร และประสานงานอำนวยการโครงการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ตลอดจนได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการวิจัยสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ทั้งด้านพื้นที่แปลงวิจัย สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงาน บุคลากร จึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จุลมนี ไพฑูรย์เจริญผล. 2552. ข้าว: เทคโนโลยีการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. เอกสารคู่มือส่งเสริมการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 179 หน้า.
- พิทักษ์ เจริญผล. 2551. การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน. สำนักงานเกษตรอำเภอห้วยแถลง, นครราชสีมา, 10 หน้า.
- พิสุทธิ เอกอำนวยการ. 2551. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 379 หน้า.
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2545. คู่มือการผลิต-การจัดการข้าวหอมมะลิอินทรีย์. มูลนิธิสายใยแผ่นดิน. กรุงเทพฯ. 95 หน้า.
- วิภาดา วังศิลาบัตร. 2544. แมงมุมในสวนส้ม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 108 หน้า.
- สมคิด ดิสถาพร. 2549. เกษตรอินทรีย์มาตรฐานสากลประเทศไทย. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ. 218 หน้า.
- สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2544. เรียนรู้การจัดการแมลงศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสาน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 262 หน้า.
- สำนวน ฉิมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนเรศวร 8(1): 77-94.
- Asahina, S. 1993. A List of Odonata from Thailand. Bosco Offset, Bangkok. 106 p.
- Barrion, A. T. and J. A. Litsinger. 1995. Riceland Spiders of South and Southeast Asia. CAB International, Wallingford. 700 p.

- Heong, K. L., G. B. Aquino and A. T. Barrion. 1991. Arthropod community structures of rice ecosystems in the Philippines. *Bulletin of Entomological Research* 81: 407-416.
- Hutachareon C., N. Tubtim and C. Dokmai. 2007. Checklists of Insects and Mites in Thailand. 1st ed. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. 319 p.
- Maloney, D., F. A. Drummond and R. Alford. 2003. Spider Predation in Agroecosystems: Can Spiders Effectively Control Pest Populations? MAFES Technical Bulletin 190. University of Maine, Orono. 32 p.
- Ooi, P. A. C. and B. M. Shepard. 1994. Predators and parasitoids of rice insect pests. pp. 585-612. In: E. A. Heinrichs (ed.). *Biology and Management of Rice insects*. Wiley Eastern, New Delhi.
- Pathak, M. D. and Z. R. Khan. 1994. *Insect Pests of Rice*. IRRI, Manila, Philippines. 89 p.
- Pedigo, L. P. 1996. *Entomology and Pest management*. 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 697 p.
-

ประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุม แมลงหีขาวโรงเรือน

Efficacy of Entomopathogenic Fungi in Controlling Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

สิริญา คัมภีโร^{1/} จิราพร กุลสาริน^{1/} เยาวลักษณ์ จันทร์บาง^{1/}
และ มาลี ตั้งระเบียบ^{2/}

Siriya Kumpiro^{1/} Jiraporn Kulsarin^{1/} Yaowaluk Chanbang^{1/}
and Malee Thungrabeab^{2/}

Abstract: The objective of this research is to study on the efficacy of entomopathogenic fungi in controlling Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood in the Laboratory condition. Entomopathogenic fungi at concentration of 1×10^8 spores/ml from 29 isolates of 17 species in 5 genera were applied on the second instar nymphs of greenhouse whitefly, *T. vaporariorum* Westwood. The result revealed that only 6 isolates of 6 species in 3 genera had ability to kill the greenhouse whitefly with mortality rate between 3.85-92.44 %. *Paecilomyces tenuipes* isolate Pt 6073 was the most effective to control the second instar nymphs of greenhouse whitefly with the mortality of 92.44% follow by those of *Metarhizium anisopliae* isolate BCC 4849 was 72.67%. with at 2.219×10^6 and 1.005×10^7 spores/ml respectively at 7 days after application.

Keywords: Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, entomopathogenic fungi

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

^{2/} สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ต. พิชัย อ. เมือง จ. ลำปาง 52000

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

^{2/} Lampang Agricultural Research and Training Center, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000, Thailand

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงหวี่ขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* Westwood ในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบการเข้าก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงจำนวน 29 ไอโซเลท จากเชื้อ 17 ชนิด ใน 5 สกุล ด้วยการพ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ลงบนตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวโรงเรือนวัยที่ 2 พบว่า มีเชื้อราเพียง 6 ไอโซเลท จากเชื้อ 6 ชนิด ใน 3 สกุล ที่สามารถทำให้แมลงหวี่ขาวโรงเรือนเกิดโรคตายได้ โดยมีอัตราการตายระหว่างร้อยละ 3.85 - 92.44 เชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท Pt 6073 ก่อโรคกับแมลงหวี่ขาวโรงเรือนสูงสุดร้อยละ 92.44 รองลงมาคือเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลท BCC 4849 มีค่าร้อยละ 72.67 โดยมีค่า LC_{50} 2.219×10^6 และ 1.005×10^7 สปอร์/มิลลิลิตร ตามลำดับ ที่เวลา 7 วัน หลังจากได้รับเชื้อ

คำสำคัญ: แมลงหวี่ขาวโรงเรือน เชื้อราสาเหตุโรคแมลง

คำนำ

แมลงหวี่ขาวเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของพืชวงศ์พริกและมะเขือ สามารถเข้าทำลายพืชได้หลายชนิด ทั้ง พืชผัก ไม้ผล และไม้ดอก โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ขณะที่แมลงหวี่ขาวดูดกินน้ำเลี้ยงมักถ่ายของเหลวใส (honey dew) ออกมา ก่อให้เกิดเชื้อราดำปกคลุมใบพืช หรือส่วนต่าง ๆ ของพืช ผลผลิตสกปรก นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำโรคไวรัสมาสู่พืช (อัมพร, 2552; Gökçe and Kubilay, 2005) จิราพร และคณะ (2551) รายงานว่า การปลูกพืชบนพื้นที่สูงมักประสบปัญหาการระบาดของแมลงหวี่ขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* Westwood ส่วนใหญ่เข้าทำลายพืชเศรษฐกิจที่มีผู้นิยมรับประทานและมูลค่าของผลผลิตสูง แม้ว่าผู้ผลิตปลูกพืชในสภาพโรงเรือนก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถควบคุมแมลงหวี่ขาวโรงเรือนได้ และเพื่อป้องกันกำจัดไม่ให้แมลงหวี่ขาวโรงเรือนแพร่กระจายในพื้นที่ปลูก เกษตรกรจึงมักนิยมใช้สารฆ่าแมลงควบคุม ทำให้เกิดผลเสียตามมาได้แก่ แมลงหวี่ขาวต้านทานต่อสารฆ่าแมลง มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม (Quinlan, 1988) ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามที่จะนำวิธีการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) มาใช้ควบคุมแมลงหวี่ขาวทดแทนการใช้สารเคมี สารชีวภัณฑ์ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถ

นำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชในโรงเรือนได้ คือ การใช้เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (entomopathogenic fungi) มีความเหมาะสมในการใช้ควบคุมแมลงหวี่ขาวเนื่องจากเชื้อราสามารถเข้าทำลายแมลงได้โดยทางเส้นใยทะลุผ่านผนังลำตัว ในขณะที่เชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ แมลงต้องกินเข้าไปจึงมีประสิทธิภาพ มีรายงานการใช้เชื้อราควบคุมแมลงหวี่ขาวในต่างประเทศ โดยเชื้อราเหล่านั้นอยู่ในสกุล *Aschersonia*, *Beauveria*, *Paecilomyces* และ *Verticillium* (Fransen, 1990; Lacey et al., 1996) ซึ่งเชื้อราในสกุล *Aschersonia* มีความสามารถในการถ่ายทอดเชื้อเข้าสู่แมลงหวี่ขาว และแมลงที่มีไข่อ่อนหุ้มตัวในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนได้ (Evans and Hywel-Jones, 1990) โดยทำให้เกิดโรคในแมลงหวี่ขาวในระยะตัวอ่อนและควบคุมแมลงหวี่ขาวได้ทั้ง *Bemisia argentifolii* และ *T. vaporariorum* (Fransen, 1990) ส่วนเชื้อราในสกุล *Paecilomyces* สามารถเข้าทำลายแมลงได้หลากหลายชนิด (Smith, 1993; Sterk et al., 1996) และมีรายงานว่าสามารถเข้าทำลายแมลงหวี่ขาว *Bemisia tabaci* และ *T. vaporariorum* ได้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ในสภาพแปลงปลูกและในโรงเรือน (Humber, 1992; Lacey et al., 1996) แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาการใช้เชื้อราควบคุมแมลงหวี่ขาวในประเทศไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงหวี่ขาวโรงเรือน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพิ่มปริมาณแมลงหีวขาวโรงเรือน

ทำการเพิ่มปริมาณแมลงหีวขาวโรงเรือน โดยปล่อยแมลงหีวขาวจำนวน 100 ตัว บนต้นมะเขือเทศอายุ 1 เดือน ในทรงตาข่ายขนาด 40 x 50 x 60 เซนติเมตร เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการเปลี่ยนต้นมะเขือเทศเพื่อให้ได้ตัวอ่อนของแมลงหีวขาวที่มีอายุเท่ากันหลังจากฟักออกจากไข่ โดยแยกเลี้ยงไว้ในทรงตาข่ายขนาด 1.5 x 1.5 x 1.5 เมตร ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 13 วัน เพื่อให้ได้ตัวอ่อนวัยที่ 2 สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ใช้ทดสอบ

เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ใช้ทดสอบ ประกอบด้วยเชื้อราจำนวน 5 สกุล 17 ชนิด 29 ไอโซเลท ซึ่งได้รับมาจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ตารางที่ 1) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Malt extract peptone agar (MEA) ซึ่งประกอบด้วย malt extract 3% peptone from soymeal 0.5% agar 1.5% และน้ำ 100 มิลลิลิตร สำหรับเชื้อราสกุล *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* และ *Verticillium* ส่วนเชื้อรา *Aschersonia* เลี้ยงและเพิ่มปริมาณด้วยอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ประกอบด้วย มันฝรั่ง 200 กรัม กลูโคส 20 กรัม วุ้น 15 กรัม และน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

ดำเนินการโดยนำเชื้อราที่มีอายุได้ 10 – 21 วัน (ขึ้นกับชนิดของเชื้อ) มาทำสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นผสม tween 80 ความเข้มข้น 0.1% ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้วจากนั้นกรองสารแขวนลอยสปอร์ด้วยผ้าขาวบาง นับสปอร์ด้วย hemacytometer เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นสปอร์ของเชื้อรา ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ฉีดพ่นสารแขวนลอยสปอร์ลงบนตัวอ่อนแมลงหีวขาวโรงเรือนวัยที่ 2 ที่อยู่บนใบพืชอาหาร สำหรับตัวอ่อนแมลงหีวขาวที่ได้รับการพ่นเชื้อราแล้ว นำไปวางบนถาดที่ใส่น้ำเพื่อเพิ่มความชื้น ตรวจดูการออกของเส้นใย

เชื้อราบนตัวอ่อนของแมลงหีวขาว ส่วนแมลงหีวขาวที่ยังไม่พบว่ามีเส้นใยขึ้นปกคลุมบนตัวแมลง ให้เก็บไว้บนกระดาษกรองที่ขึ้นที่อยู่ในจานเลี้ยงเชื้อ เพื่อให้เส้นใยของเชื้อราเจริญเติบโต วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) โดยแต่ละเชื้อดำเนินการ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้แมลงหีวขาวโรงเรือน 100 ตัว ใช้น้ำกลั่นผสม Tween 80 ความเข้มข้น 0.1% เป็นชุดควบคุม (check) บันทึกจำนวนแมลงหีวขาวที่ตายทุก 1 วัน เป็นเวลา 7 วัน นำแมลงหีวขาวที่ตายมาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอเพื่อตรวจสอบว่าเป็นเชื้อราชนิดเดียวกันกับที่พ่น คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนแมลงหีวขาว หากมีการตายของแมลงหีวขาวในชุดควบคุม ให้ปรับข้อมูลการตายด้วย Abbott 's formula (Finney, 1971)

การทดสอบความรุนแรงของเชื้อรา

การทดสอบความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการทำให้เกิดโรคกับแมลงหีวขาวโรงเรือน กระทำโดยนำเชื้อราชนิดที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงหีวขาวโรงเรือนแล้วให้เปอร์เซ็นต์การตายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบความรุนแรงของเชื้อ โดยกำหนดความเข้มข้นไว้ 5 ระดับ คือ 1×10^2 , 1×10^4 , 1×10^6 , 1×10^7 และ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ทำการทดสอบกับตัวอ่อนแมลงหีวขาววัยที่ จำนวน 20 ตัวต่อซ้ำ ดำเนินการ 3 ซ้ำ ในแต่ละระดับความเข้มข้น สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นผสม Tween 80 ความเข้มข้น 0.1 % บันทึกจำนวนแมลงหีวขาวที่มีเส้นใยขึ้นปกคลุม ตรวจผลเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่า Median lethal concentration (LC_{50}) ด้วยโปรแกรม Logit PC

ผลการศึกษา

การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

หลังจากนำเชื้อรา 5 สกุล 17 ชนิด 29 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับตัวอ่อนแมลงหีวขาวโรงเรือนวัยที่ 2 ที่ความเข้มข้น 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร พบว่า เชื้อราสาเหตุโรคแมลงสามารถก่อให้เกิดโรคกับแมลงหีวขาวโรงเรือนได้ตั้งแต่วัยละ 0 – 92.44

Table 1 Entomopathogenic fungi isolates from National Science and Technology Development Agency and Lampang Agricultural Research and Training Center

Fungal species	Isolate number	Fungal species	Isolate number
<i>Aschersonia marginata</i>	BCC 18646	<i>Metarhizium flavoviride</i>	M. fl
<i>Aschersonia placenta</i>	BCC 18647	<i>Metarhizium flavoviride</i>	Mf. 5744
<i>Aschersonia samoensis</i>	BCC 19756	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Ma.7965
<i>Aschersonia</i> sp.	BCC 19766	<i>Metarhizium anisopliae</i>	BCC 4849
<i>Aschersonia badia</i>	BCC 20305	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	BCC 19368
<i>Beauveria amorphia</i>	BCC 19337	<i>Paecilomyces cinnamomeus</i>	BCC 19341
<i>Beauveria bassiana</i>	BCC 19012	<i>Paecilomyces</i> sp.	BCC 19790
<i>Beauveria bassiana</i>	BCC 25950	<i>Paecilomyces farinosus</i>	BCC 25949
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 6241	<i>Paecilomyces tenuipes</i>	BCC 28245
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 5335	<i>Paecilomyces tenuipes</i>	Pt 8003
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 5082	<i>Paecilomyces tenuipes</i>	Pt 6073
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 4591	<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 27990
<i>Beauveria</i> sp.	BCC 31676	<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 32173
<i>Beauveria</i> sp.	2637	<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 33172
		<i>Verticillium</i> sp.	BCC 18660

โดยเชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลท Pt 6073 มีความสามารถก่อให้เกิดโรคกับแมลงหริ่งขาวโรงเรือนได้ดีที่สุด รองลงมาคือเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท BCC 4849, เชื้อรา *Beauveria* sp. ไอโซเลท 2637, เชื้อรา *M. flavoviride* (M.fl), เชื้อรา *P. lilacinus* ไอโซเลท BCC 19368 และเชื้อรา *P. cinnamomeus* ไอโซเลท BCC 19341 โดยมีการตายของตัวอ่อนแมลงหริ่งขาวเท่ากับร้อยละ 92.44, 72.67, 33.67, 32.67, 6.67 และ 3.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบความรุนแรงของเชื้อรา

ผลการทดสอบความรุนแรงของเชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลท 6073 และเชื้อรา *M. anisopliae* BCC 4849 ที่สามารถทำให้เกิดโรคกับตัวอ่อนแมลงหริ่งขาว ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าร้อยละ 50 ที่ระดับความเข้มข้น 1×10^2 , 1×10^4 , 1×10^6 , 1×10^7 และ 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร โดยการคำนวณหาค่า LC_{50} พบว่า เชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลท 6073 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.219×10^6 และเชื้อรา *M. anisopliae* BCC 4849 มีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.005×10^7 ในระยะเวลา 7 วัน (ภาพที่ 1 และ 2)

Table 2 Efficacy of entomopathogenic fungi against the second instar nymphs of greenhouse whitefly

Fungal species	Isolate number	% Mortality
<i>Aschersonia marginata</i>	BCC 18646	0
<i>Aschersonia placenta</i>	BCC 18647	0
<i>Aschersonia samoensis</i>	BCC 19756	0
<i>Aschersonia</i> sp.	BCC 19766	0
<i>Aschersonia badia</i>	BCC 20305	0
<i>Beauveria amorphia</i>	BCC 19337	0
<i>Beauveria bassiana</i>	BCC 19012	0
<i>Beauveria bassiana</i>	BCC 25950	0
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 6241	0
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 5335	0
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 5082	0
<i>Beauveria bassiana</i>	Bb 4591	0
<i>Beauveria</i> sp.	BCC 31676	0
<i>Beauveria</i> sp.	2637	33.67
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Ma.7965	0
<i>Metarhizium anisopliae</i>	BCC 4849	72.67
<i>Metarhizium flavoviride</i>	M.fl	32.67
<i>Metarhizium flavoviride</i>	Mf.5744	0
<i>Paecilomyces cinnamomeus</i>	BCC 19341	3.85
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	BCC 19368	6.67
<i>Paecilomyces</i> sp.	BCC 19790	0
<i>Paecilomyces farinosus</i>	BCC 25949	0
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	BCC 28245	0
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	Pt 8003	0
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	Pt 6073	92.44
<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 27990	0
<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 32173	0
<i>Verticillium hemipterigenum</i>	BCC 33172	0
<i>Verticillium</i> sp.	BCC 18660	0
Check	-	0

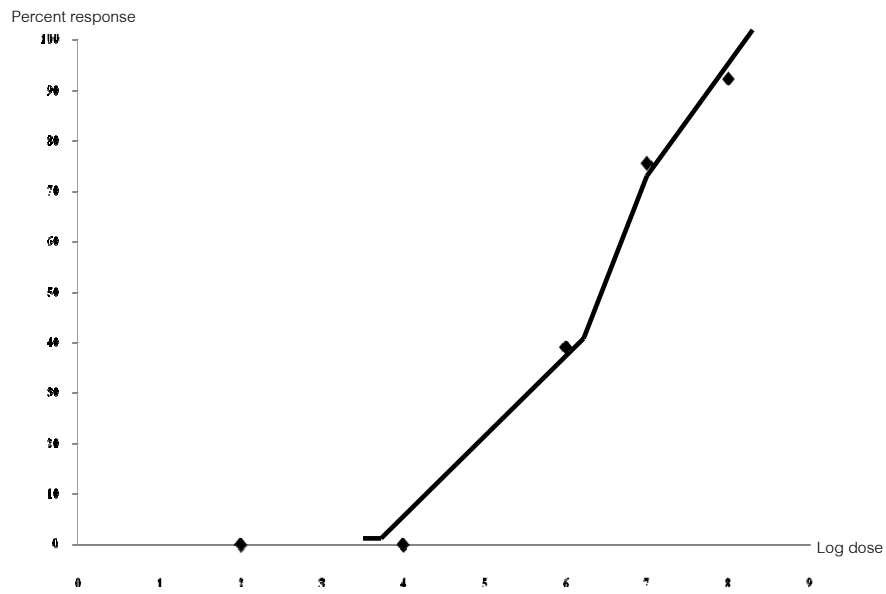


Figure 1 Median lethal concentration (LC_{50}) of *Paecilomyces tenuipes* isolate 6073

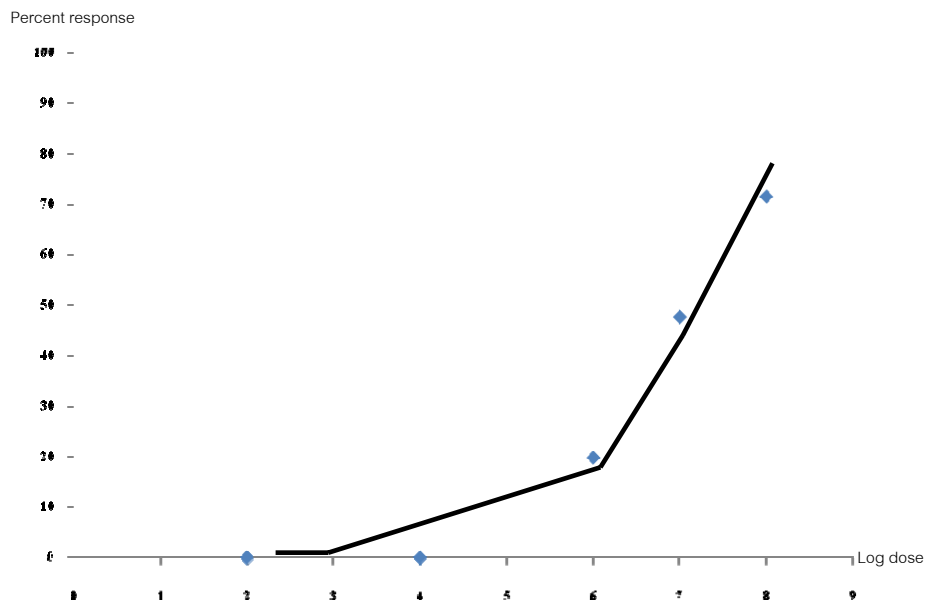


Figure 2 Median lethal concentration (LC_{50}) of *Metarhizium anisopliae* isolate 4849

วิจารณ์

เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่สามารถก่อให้เกิดโรคกับแมลงหิวข้าวจัดอยู่สกุล *Aschersonia*, *Beauveria*, *Paecilomyces* และ *Verticillium* (Fransen, 1990; Lacey et al., 1996) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า เชื้อรา *P. tenuipes* มีประสิทธิภาพในการเข้าก่อโรคกับแมลงหิวข้าวโรงเรียนสูงที่สุด ซึ่งยังไม่พบรายงานเกี่ยวกับเรื่องนี้ในประเทศไทย แต่ในต่างประเทศมีรายงานการใช้เชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลต FERM BP-7861 เป็นสารชีวภัณฑ์ในการกำจัดแมลงหิวข้าวยาสูบและแมลงหิวข้าวโรงเรียน (Shimizu et al., 2006) นอกจากนี้ Gökçe and Kubilay (2005) ได้ศึกษาการเกิดโรคของเชื้อรา *Paecilomyces fumosoroseus* และ *P. lilacinus* กับแมลงหิวข้าวโรงเรียน โดยเชื้อราดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนของแมลงหิวข้าวโรงเรียนตายหลังจากฟักเชื้อแล้ว 6 วัน ให้เปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าร้อยละ 70 ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลต Pt 6073 แล้ว พบว่า เชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลต Pt 6073 ทำให้แมลงหิวข้าวโรงเรียนมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงกว่าประมาณร้อยละ 20 นอกจากการเข้าทำลายแมลงโดยตรงแล้ว เชื้อรา *P. tenuipes* ยังสามารถสร้างสารพิษ beauvericin ได้เช่นเดียวกับเชื้อรา *B. bassiana* (Intamas et al., 2009) และขณะนี้ยังไม่พบรายงานว่าเชื้อรา *P. tenuipes* เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่มีรายงานว่ามีการใช้เชื้อรา *P. tenuipes* เป็นส่วนประกอบของเครื่องดื่มบำรุง (tonic) และเป็นส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพในการป้องกันโรคในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และจีน (Zhu et al., 1998) สำหรับเชื้อราทดสอบไอโซเลตอื่นๆ หลังจากฟักสปอร์แขวนลอยแล้ว ไม่พบการงอกเส้นใยของสปอร์เชื้อราออกจากตัวอ่อนแมลงหิวข้าว แม้ว่าเชื้อราทดสอบดังกล่าวเป็นเชื้อราสาเหตุโรคของแมลงหิวข้าวก็ตาม การศึกษาครั้งนี้อาจบ่งชี้ได้ว่าบางไอโซเลตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแมลงไม่สามารถก่อให้เกิดโรคกับแมลงหิวข้าวโรงเรียนได้

สรุป

การใช้เชื้อราปรสิตของแมลงในการกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีได้ในพื้นที่ทางการเกษตร เนื่องจากเชื้อราสาเหตุโรคแมลงเป็นเชื้อโรคที่สามารถทำให้แมลงตายได้ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้นำเชื้อราปรสิตของแมลงที่พบในประเทศไทยมาใช้ทดสอบกับแมลงหิวข้าวโรงเรียน โดยใช้เชื้อราที่คาดว่า จะสามารถเข้าทำลายแมลงหิวข้าวได้จำนวน 5 สกุล 17 ชนิด 25 ไอโซเลต และ เมื่อได้ทำการทดสอบกับตัวอ่อนวัยที่ 2 ของแมลงหิวข้าวโรงเรียน พบว่า มีเชื้อราเพียง 3 สกุล 6 ชนิด 6 ไอโซเลต ที่สามารถก่อโรคกับแมลงหิวข้าวโรงเรียน เชื้อราเหล่านี้คือ เชื้อรา *Beauveria* sp. ไอโซเลต 2637, เชื้อรา *M. anisopilae* ไอโซเลต BCC 4849, เชื้อรา *M. flavoviride* (M.fl), เชื้อรา *P. cinnamomeus* ไอโซเลต BCC 19341, *P. lilacinus* ไอโซเลต BCC 19368, และ *P. tenuipes* ไอโซเลต Pt 6073 ซึ่งในแต่ละไอโซเลตให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหิวข้าวโรงเรียนอยู่ในช่วงร้อยละ 3.85-92.44 โดยเชื้อรา *P. tenuipes* ไอโซเลต Pt 6073 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ทำให้แมลงหิวข้าวโรงเรียนมีอัตราการตายสูงถึงร้อยละ 92.44 ดังนั้น เพื่อทดแทนการใช้สารเคมี เชื้อราชนิดนี้อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถพัฒนาเป็นสารชีวภัณฑ์เพื่อนำมาใช้ควบคุมแมลงหิวข้าวโรงเรียนในประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนาที่สูง (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เชื้อราในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จิราพร ตยตุภูมิกุล ชูชาติ สันทรทรัพย์ และศรีัญญา ลิ้มไขแสง. 2551. การประยุกต์ข้อมูลด้านระบาดวิทยาของโรค-แมลงสำหรับลดการใช้สารเคมีเกษตรและปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชในสภาพโรงเรือนบนพื้นที่สูง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, เชียงใหม่. 150 หน้า.
- อัมพร วิโนทัย. 2552. การใช้แมลงศัตรูธรรมชาติควบคุมแมลงศัตรูผัก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.kmitl.ac.th/hydro/Hydr-Pest/AmponW.pdf (18 สิงหาคม 2552).
- Evans, H. C. and N.L. Hywel-Jones. 1990. Aspects of the genera *Hypocrella* and *Aschersonia* as pathogens of coccids and whiteflies. pp. 111-115. In: D.J. Cooper, J. Drummond and D.E. Pinnock (eds.). Proceedings of the 5th International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control, Society for Invertebrate Pathology, Adelaide, Australia.
- Finney, D. J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 333 pp.
- Fransen, J.J. 1990. Natural enemies of whiteflies: fungi. pp. 187-210 In D. Gerling (ed.). Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Intercept, Andover, UK.
- Gökçe, A. and M. Kubilay. 2005. Pathogenicity of *Paecilomyces* spp. to the glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, with some observations on the fungal infection process. Turk. J. Agric. For. 29: 331-339.
- Humber, R.A. 1992. Collection of Entomopathogenic Fungal Cultures: Catalog of Strains. Publ. No. ARS-110, USDA. ARS, Beltsville, MD. 177 pp.
- Intamas, S., S. Supothina, K. Tسانนง and M. Isaka. 2009. Quantitative analysis of beauvericin in natural specimen and cultivated synnemata of the lepidopteran pathogen *Isaria tenuipes*. In: Book of Abstracts. International Conference on Fungal Evolution and Charles Darwin: From Morphology to Molecules. (Online). Available: <http://www.slideshare.net/nstda/abstracts-charles-darwin> (September 10, 2009).
- Lacey, L.A., J.J. Fransen and R. Carruthers. 1996. Global distribution of naturally occurring fungi of *Bemisia*, their biologies and use as biological control agents. pp. 401-433 In: D. Gerling and R.T. Mayer (eds.). *Bemisia* 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. Intercept, Andover, UK.
- Quinlan, R.J. 1988. Use of fungi to control insects in glasshouses. pp. 19-36. In: M.N. Burge, (ed). Fungi in Biological Control Systems. Manchester University Press, Manchester, UK.
- Shimizu, S., S. Isayama and E. Nitta. 2006. Insecticidal *Paecilomyces tenuipes* strain FERM BP-7861. (Online). Available: <http://www.freepatentsonline.com/7033586.pdf> (September 10, 2009).
- Smith, P. 1993. Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide. Biocontrol News and Information 14: 71N-78N.
- Sterk, G., K. Bolckmans and J. Eyal. 1996. A new microbial insecticide, *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97, for the control of the greenhouse whitefly. pp. 461-466. In: Proceedings of Brighton Crop Protection Conference: Pests and Disease. 18-21 November 1996, Brighton, UK.

Zhu, J.S., G.M. Halpern and K. Jones. 1998. The scientific rediscovery of a precious ancient Chinese herbal regimen: *Cordyceps sinensis*. Part II. J. Altern Complement Med. 4: 429-457.

ชนิดของตัวทำละลาย สภาวะในการสกัด และสมบัติของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่

Types of Solvent, Extraction Conditions and Properties of Oil from Eri-silk Pupa (*Samia ricini*)

ธนกิจ ถาหมี^{1/} และ พนิดา รัตนปิติกร^{1/}
Tanakij Thamee^{1/} and Panida Rattanapitigorn^{1/}

Abstract: The study was carried out by extraction oil from Eri-silk pupa (*Samia ricini*) which were fed either with cassava leaves or castor leaves. The extraction solvents were hexane or petroleum ether. The amount of oil extracted from pupa fed with cassava leaves was higher than those fed with castor leaves ($p \leq 0.05$). The extraction by hexane gave higher amount of oil than petroleum ether ($p \leq 0.05$). Optimum conditions for extraction of pupa oil was using solvent : pupa at the ratio of 7.8 : 1 (volume by weight) with temperature of 56 °C for 16 min. The physical properties of the extracted pupa oil were refractive index 1.473 ± 0.001 at 25°C, relative density 0.88 ± 0.02 g/ml and brightness (L value) 51.73 ± 0.38 , the redness (a* value) 10.09 ± 0.19 , and the yellowness (b* value) 61.81 ± 0.62 . The chemical properties of extracted pupa oil were acid value 16.00 ± 0.00 mg KOH/g of crude oil, and 0.55 ± 0.01 mg KOH/g of refined oil, iodine value 28 ± 2 g iodine / 100 g oil, peroxide value 0.55 ± 0.12 milliequivalent/kg oil, saponification number 190.54 ± 4.46 mg KOH/g oil, unsaponifiable matter 3.22 ± 0.15 g/kg oil, water and volatile matters at 105°C 0.14 ± 0.01 % w/w, insoluble impurities 0.08 ± 0.01 % w/w and pH 7.42 ± 0.00 .

Keywords: Eri-silk, solvent extraction, properties, oil, pupa

^{1/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษานี้เปรียบเทียบดักแด้ไหมอริ (Samia ricini) ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังกับชนิดที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง ทำการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายคือ เฮกเซน และปิโตรเลียมอีเทอร์ พบว่า การใช้ดักแด้ไหมอริที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังจะให้น้ำมันดิบในปริมาณที่มากกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง ($p \leq 0.05$) และเฮกเซนสามารถสกัดน้ำมันออกจากดักแด้ได้มากกว่าปิโตรเลียมอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมัน คือใช้อัตราส่วนเฮกเซนต่อดักแด้ที่ 7.8 : 1 ปริมาตร/น้ำหนัก อุณหภูมิ 56 °ซ และเวลาในการสกัด 16 นาที น้ำมันดักแด้ไหมอริมีสมบัติทางกายภาพดังนี้ ดัชนีหักเหที่ 25 °ซ 1.473 ± 0.001 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 0.88 ± 0.02 กรัม/มิลลิกรัม มีค่าความสว่าง (L) 51.73 ± 0.38 ค่าสีแดง (a^*) 10.09 ± 0.19 ค่าสีเหลือง (b^*) 61.81 ± 0.62 สมบัติทางเคมีดังนี้ ค่าของกรดเท่ากับ 16.00 ± 0.00 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมไขมันดิบ และ 0.55 ± 0.01 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมไขมันผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ ค่าไอโอดีน 28 ± 2 กรัม/น้ำมัน 100 กรัม ค่าเพอร์ออกไซด์ 0.55 ± 0.12 มิลลิกรัม/กิโลกรัมไขมัน ค่าซาฟอนิฟิเคชัน 190.54 ± 4.46 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมไขมัน สารที่ซาฟอนิไฟด์ไม่ได้ 3.22 ± 0.15 กรัม/กิโลกรัมไขมัน น้ำและสารที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 °ซ ร้อยละ 0.14 ± 0.01 โดยน้ำหนัก สารที่ไม่ละลาย ร้อยละ 0.08 ± 0.01 โดยน้ำหนัก และ pH 7.42 ± 0.00

คำสำคัญ: ไหมอริ, การสกัดด้วยตัวทำละลาย, สมบัติ, น้ำมัน, ดักแด้

คำนำ

ไหมอริ (Eri silkworm : *Samia ricini*) เป็นแมลง ใน Order Lepidoptera, Family Saturniidae มีวงจรชีวิต 45 – 60 วัน การเจริญเติบโตมี 4 ระยะ คือระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อ ไหมอริเป็นไหมป่า (wild silk worm or non-mulberry silk worm) กินใบมันสำปะหลัง และใบละหุ่งเป็นอาหาร มีเส้นใยที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ จึงมีผู้สนใจศึกษาและพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงไหมป่าเพื่อผลิตรังไหมและเส้นไหมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการทอผ้า

การเลี้ยงไหมป่านิยมในแถบประเทศ อินเดีย ปากีสถาน เนปาล แล้วเริ่มแพร่กระจายไปสู่ประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาถึงวิธีการเลี้ยงไหมอริ เมื่อปี 2517 โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยได้นำไหมอริจากประเทศอินเดีย (ทิพยวดี, 2545) มาพัฒนากรรมวิธีการเลี้ยงและการจัดการอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งสามารถส่งเสริมสู่ภาคเกษตรกรได้สำเร็จ โดยมุ่งเน้นไปที่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งสามารถเก็บใบมันสำปะหลังมาเลี้ยงหนอนไหม โดยไม่กระทบต่อผลผลิตหัวมัน และยังมีความได้เสริมจากการเลี้ยงไหมอริ (กอบกุล, 2549) ซึ่งสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้

เห็นถึงประโยชน์จึงได้ส่งเสริมการทำวิจัยในด้านต่างๆ เพื่อพัฒนาไหมอริให้เข้าสู่อุตสาหกรรมด้วย

ดักแด้ไหมอริเป็นผลพลอยได้ (by product)

จากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยจากไหมอริ ซึ่งสามารถผลิตเส้นใยได้เพียงร้อยละ 20 เท่านั้นอีกร้อยละ 80 คือ ดักแด้ไหม จากการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงไหมอริเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีดักแด้ไหมเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก โดยมักมีการนำไปเป็นอาหารสัตว์ หรืออาจจะมีการจัดจำหน่ายบ้างเล็กน้อย และบางส่วนนำไปทิ้ง ไขมันในไหมอริมีปริมาณสูง มีคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ที่ดี (อมรรตน์, 2550) ถ้าสามารถสกัดมาใช้ได้ ก็จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับเกษตรกรที่เลี้ยงไหมอริมากขึ้น และยังใช้เป็นแนวทางในการผลิตอาหารเชิงอุตสาหกรรมได้ (นิตยา, 2550)

ในกระบวนการผลิตน้ำมันนิยมสกัดโดยอาศัยตัวทำละลาย ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัด ได้แก่ ชนิดของตัวทำละลาย ปริมาณของตัวทำละลาย ขนาดอนุภาค อุณหภูมิ เวลา และความชื้นของผลิตภัณฑ์ (นิตยา, 2548) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชนิดดักแด้ และวิธีสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายสองชนิด รวมไปถึงการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันดิบ และสมบัติของน้ำมันที่สกัดจากดักแด้ไหมอริ

อุปกรณ์และวิธีการ

ตอนที่ 1 ศึกษาชนิดของดักแด้และตัวทำละลายในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี ได้เปรียบเทียบดักแด้ไหมอีรี 2 ชนิด คือชนิดเลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลัง และชนิดที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิดคือ เฮกเซน และปิโตรเลียมอีเทอร์ ทำการสกัดด้วยวิธี โดยนำดักแด้ไหมอีรีมาทำความสะอาดแล้วนำไปอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 5-7 แล้วบดดักแด้ให้มีความละเอียดที่ 20 mesh นำตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลายลงไปจำนวน 150 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าแรงๆ ประมาณ 20-30 ครั้ง แล้วนำไปอุ่นใน hot plate ประมาณ 50 องศาเซลเซียส 15 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง กรองสารที่สกัดได้ผ่านกระดาษกรอง นำสารละลายที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกจนหมดด้วยเครื่อง rotary evaporator จนได้น้ำมันที่เหลือ บันทึกและคำนวณร้อยละของน้ำมันที่ได้ต่อน้ำหนักแห้งของดักแด้ทั้งสองชนิด (% crude fat)

ตอนที่ 2 หาระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี การทดลองศึกษา 3 ปัจจัย วางแผนการทดลองแบบ central composite design (CCD) แต่ละปัจจัยมี 5 ระดับ ($-\infty$, -1, 0, 1, ∞) ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ปริมาณตัวทำละลาย 66, 100, 150, 200, 234 มิลลิลิตร ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด 42, 45, 50, 55, 58.5 องศาเซลเซียส ปัจจัยที่ 3 เวลาในการสกัด 7, 10, 15, 20, 23.5 นาที โดยใช้ชนิดของดักแด้และชนิดของตัวทำละลายจากตอนที่ 1 ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 17 สิ่ง วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธีการ response surface methodology (RSM) เพื่อหาปริมาณของ % crude fat ที่ได้จากการสกัด

ตอนที่ 3 ศึกษาสมบัติของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี สกัดน้ำมันโดยใช้ชนิดของดักแด้ ชนิดตัวทำละลาย ในตอนที่ 1 และปัจจัยต่างๆ ในตอนที่ 2 จากนั้นนำน้ำมันดิบที่ได้ไปทำให้เป็นกลางด้วยด่างโดยปรับอุณหภูมิของน้ำมันให้อยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 3 โมลาร์ ในอัตราส่วนน้ำมันต่อด่าง 100 กรัมต่อ 200 มิลลิลิตร กวน

จนเกิดสบู่ประมาณ 10 นาที แล้วให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 54-60 องศาเซลเซียส ถ่ายน้ำมันและสบู่ลงในกรวยแยกตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแยกชั้น ล้างสบู่และด่างออกด้วยน้ำร้อนจนน้ำมันเป็นกลาง เหยี่ยแยกน้ำและสบู่ที่เหลือที่ 2,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปฟอกสี โดยปรับอุณหภูมิน้ำมันที่ 80 องศาเซลเซียส เติมถ่านฟอกสี (activated charcoal) ร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักน้ำมัน กวนบนเตาแม่เหล็กไฟฟ้าโดยเพิ่มความร้อนจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 105 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วจึงกรองแยกที่ความดัน 22 นิ้วปรอท

วิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันที่ได้ด้วยดัชนีที่ใช้ประเมินคุณภาพน้ำมันเพื่อการบริโภค และค่าคุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำมันผ่านกรรมวิธีที่สกัดจากดักแด้ไหมอีรี แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันที่ได้

- คุณภาพทางกายภาพ วัดความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ (AOAC, 2005) และค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR300

- คุณภาพทางเคมี วัดค่าไอโอดีน (I.N.) saponification number (S.N.), unsaponifiable matter, acid value (A.V.), peroxide value (P.V.), ค่าของกรดในน้ำมันผ่านกรรมวิธี, น้ำและสารระเหยได้ที่ 105 องศาเซลเซียส, สารที่ไม่ละลายในน้ำมัน (AOAC, 2005) และค่า pH

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ชนิดของดักแด้ไหมอีรีและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี จากผลการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่า ปริมาณน้ำมันดิบที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการสกัดด้วยเฮกเซนได้น้ำมันออกมามากกว่าการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการสกัดน้ำมันมีการใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปิโตรเลียมอีเทอร์มีความหนาแน่นลดลงจึงทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลงไปได้ และพบว่า ชนิดของดักแด้มีผลต่อ

Table 1 Crude fat (%) extracted by different solvents (Hexane and petroleum ether) from 2 kinds of Pupa (fed with cassava and castor leaves)

Factor	% Crude fat
Factor (solvent)	(dry weight basis)
Hexane	27.77±2.69 ^a
Petroleum ether	18.98±2.05 ^b
Factor (Pupa)	
Cassava leaves	24.67±5.87 ^a
Castor leaves	22.08±4.38 ^b
Cofactor (solvent x Pupa)	
Hexane x Cassava leaves	29.83±0.52
Hexane x Castor leaves	25.71±2.25
Petroleum ether x Cassava leaves	19.51±2.47
Petroleum ether x Castor leaves	18.46±1.89

* Values within columns followed by different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ โดยดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังสามารถสกัดน้ำมันดิบออกมาได้มากกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ผลของการใช้ร่วมกันระหว่างชนิดตัวทำละลายและชนิดดักแด้นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นควรเลือก เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย และสกัดน้ำมันจากดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังเพราะได้ปริมาณน้ำมันดักแด้ไหมอีรีดิบที่สูงสุด คือร้อยละ 29.83±0.52 และเมื่อเทียบปริมาณโปรตีนและไขมันคิดเป็นร้อยละของวัตถุดิบในใบมันสำปะหลังพบว่า มีโปรตีน 23.10 ไขมัน 7.24 (วิภาสิริ และคณะ, 2548) ในขณะที่ใบละหุ่งมีโปรตีน 25.22 และไขมัน 6.83 (Manoharan, 1982) จะเห็นได้ว่าใบมันสำปะหลังมีปริมาณไขมันอยู่มากกว่า ประกอบกับดักแด้ไหมอีรีที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังใช้เวลาเลี้ยงนานกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง 5 วัน ดังนั้นจึงอาจทำให้ดักแด้ไหมอีรีที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังมีปริมาณไขมันสูงกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์และคณะ (2545) ที่รายงานว่า ดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่งมีโปรตีนอยู่ร้อยละ 54.54 ไขมันร้อยละ 26.10 ในขณะที่ดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังมีค่าดังกล่าวร้อยละ 55.34 และ 33.82 ตามลำดับ

2. ระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี การทดลองแปรระดับของปัจจัยที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี 3 ชนิด คือ ปริมาณของตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์สมการถดถอย เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลา) กับตัวแปรตาม (ปริมาณน้ำมัน) โดยใช้สมการ quadratic พบว่า แบบจำลองมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และมีค่า $R^2 > 0.8901$ สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้ จึงนำไปสร้างกราฟ response surface และ contour plot เพื่อคัดเลือกระดับปัจจัยที่มีความเหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\% \text{ Crude fat} = 29.42 + 1.19X_1 + 1.96X_2 + 0.043X_3 - 3.97X_1^2 - 1.98X_2^2 - 2.39X_3^2 - 0.34X_1X_2 - 0.12X_1X_3 + 1.96X_2X_3$$

เมื่อ X_1 = ปริมาณตัวทำละลาย X_2 = อุณหภูมิ
 X_3 = เวลา

Table 2 Effect of volume of solvent, temperature and time

Run order	Volume of Solvent	Temp	Time	% Curde fat
1	100	40	10	19.82
2	100	40	20	15.52
3	100	60	10	19.45
4	100	60	20	22.32
5	200	40	10	22.72
6	200	40	20	17.27
7	200	60	10	20.35
8	200	60	20	23.38
9	66	50	15	16.70
10	234	50	15	22.44
11	150	33.2	15	20.26
12	150	67	15	30.13
13	150	50	7	22.71
14	150	50	23.5	25.35
15	150	50	15	28.67
16	150	50	15	30.12
17	150	50	15	29.01

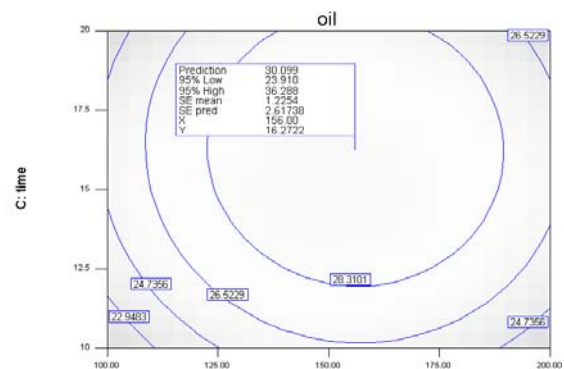
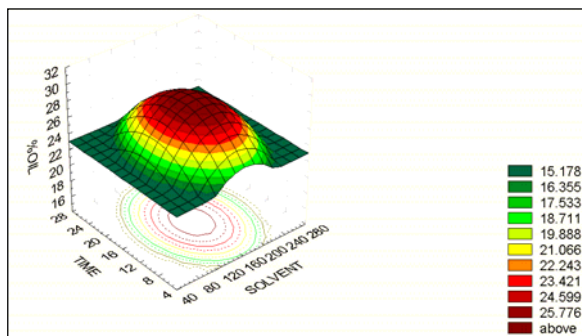


Figure 1 (Left) Response surface and (right) contour plot showing the effect of time and volume of solvent

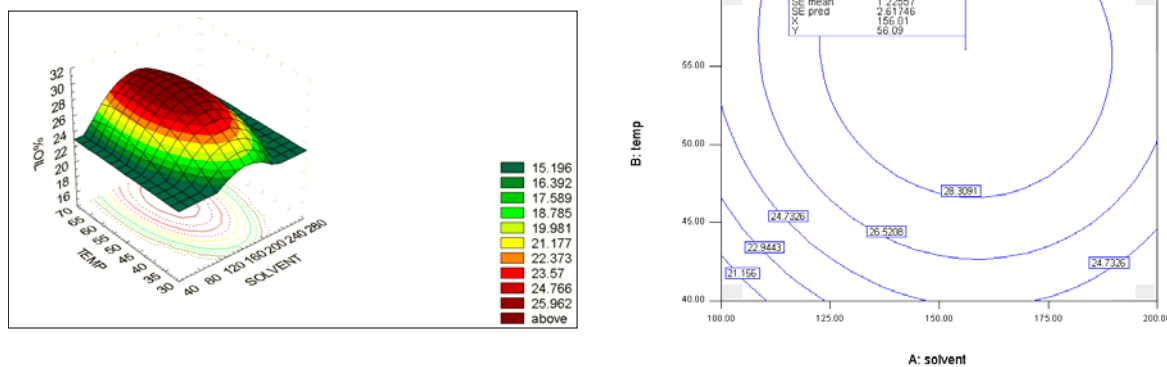


Figure 2 (Left) Response surface and (right) contour plot showing the effect of temperature and volume of solvent

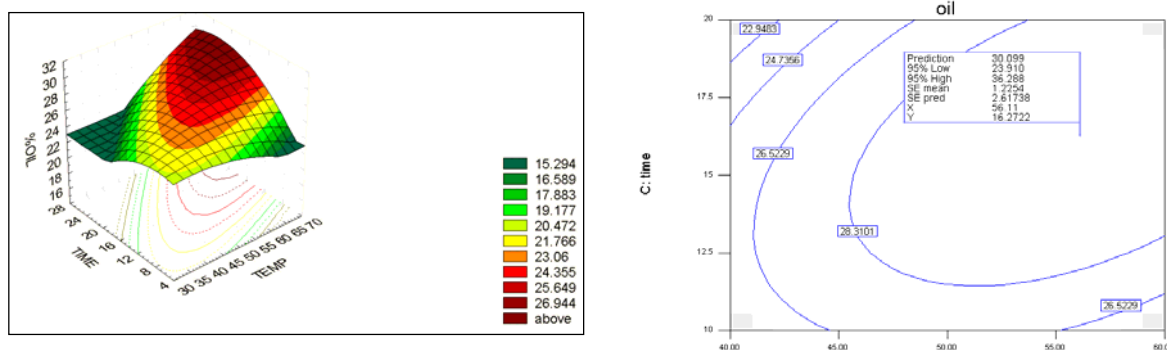


Figure 3 (Left) Response surface and (right) contour plot showing the effect of time and temperature

ผลจากการทดลองหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันดิบจากไหมอีรี โดยการพิจารณาจากรูปที่ 1-3 และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อปริมาณร้อยละของน้ำมันจากดักแด่ไหมอีรีดิบที่ได้ โดยระดับของปัจจัยที่เหมาะสมได้แก่ ปริมาณสารละลาย (X_1) ที่ 156.01 มิลลิลิตร อุณหภูมิ (X_2) ที่ 56.11 องศาเซลเซียส เวลา (X_3) ที่ 16.27 นาที ทำให้สามารถสกัดน้ำมันจากดักแด่ไหมอีรีได้ร้อยละ 30.09 เมื่อพิจารณาจากปริมาณตัวทำละลายพบว่าถ้าใช้ตัวทำละลายในปริมาณที่ต่ำจะทำให้ได้น้ำมันน้อย แต่ถ้าใช้ใน

ปริมาณที่สูงมากเกินไปทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้ลดลงเช่นกัน ส่วนอุณหภูมิและเวลาที่ใช้สกัดน้ำมันไหมอีรีพบว่าถ้ายังมีการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาให้สูงขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อลองทำการสกัดน้ำมันโดยใช้ระดับปัจจัยดังกล่าวแล้วได้ปริมาณน้ำมันออกมาร้อยละ 29.45

3. สมบัติของน้ำมันจากดักแด่ไหมอีรี
บริสุทธิ์ที่สกัดได้ จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันจากดักแด่ไหมอีรีที่สกัดได้และผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

Table 3 Chemical properties of oil from Eri-silk pupa

Chemical properties	Standard No.	Oil from pupa
Acid value in crude oil (mg KOH/g oil)	≤ 4.0	16.00 ± 0.00
Acid value (mg KOH/g oil)	≤ 0.6	0.55 ± 0.01
Iodine number (g Iodine/g oil)	Specific No.	28.39 ± 2.13
Peroxide Value (Milliequivalent/g oil)	≤ 10	4.55 ± 0.12
Saponification Number (mg KOH/g oil)	Specific No.	190.54 ± 4.46
Unsaponifiable matter (% by weight)	Specific No.	3.22 ± 0.15
Water and volatile matter at 105°C (% by weight)	≤ 0.2	0.14 ± 0.01
Insoluble impurities (% by weight)	≤ 0.05	0.08 ± 0.01
pH	Specific No.	7.42 ± 0.00

Table 4 Physical properties of oil from Eri-silk pupa

Physical properties	Result
Refractive Index	1.4729 ± 0.00
Density (g/ml)	0.88 ± 0.02
Color	
L	51.73 ± 0.38
a*	10.09 ± 0.19
b*	61.81 ± 0.62
Hue	80.73 ± 3.26
Chroma	62.63 ± 0.64

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าของกรด (acid value) ในน้ำมันดิบที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 16.00 ± 0.00 ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐาน น้ำมันดิบเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุข และมาตรฐาน CODEX ที่กำหนดไว้ว่าน้ำมันดิบที่ใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงควรมีค่าของกรดไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม จึงจำเป็นต้องทำให้น้ำมันที่สกัดได้จากดักแด้ไหมอิตาลีมีความบริสุทธิ์โดยการทำให้เป็นกลางด้วยด่างเพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ และทำการฟอกสีด้วยถ่านฟอกสีเพื่อกำจัดตรงควัตถุ สารแขวนลอย สบู่ และโลหะหนักที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำมันออก หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า มีค่าของกรดอยู่ที่ 0.55 ± 0.01 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม ซึ่งเป็นไปตาม

เกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ส่วนในไหมหม่อนพบว่า น้ำมันดิบมีค่าของกรดอยู่ค่อนข้างสูงเช่นกันคือ 0.51-0.56 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม (อรทัย, 2541) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากดักแด้ถูกเก็บไว้ในรูปแช่เยือกแข็งเป็นเวลานานก่อนการสกัดน้ำมันและทำให้บริสุทธิ์จึงอาจทำให้ไขมันเกิดการแตกตัวในระหว่างการเก็บรักษาได้ และในการสกัดน้ำมันด้วยวิธีแบบ Folch method มีการใช้ความร้อนซึ่งอาจทำให้ไขมันแตกตัวออกเป็นกรดไขมันอิสระได้ง่ายจึงทำให้น้ำมันดิบมีปริมาณของกรดไขมันอิสระสูง

สำหรับน้ำมันดักแด้ไหมอิตาลีที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์พบว่า มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยเท่ากับ 28.39 ± 2.13 กรัมต่อน้ำมัน 100 กรัม ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันจากดักแด้

ไหมหม่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.08 ± 1.47 กรัมไอโอดีนต่อน้ำมัน 100 กรัม (อรทัย, 2541) แสดงว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอี่มีจำนวนพันธะคู่้น้อยกว่าน้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อน แต่ย้งต่ำกว่าน้ำมันจากดักปลาลาจากที่ Sunarya et al. (1995) รายงานว่า มีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 116-132 กรัมต่อน้ำมัน 100 กรัม ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการสกัดโดยใช้ความร้อนสูงทำให้ค่าไอโอดีนลดลงได้ อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำมันดักแด้ไหมอี่มีปริมาณของพันธะคู่ใกล้เคียงกับน้ำมันเนยจากนมแกะ (sheep butter oils) ที่มีค่าไอโอดีนเท่ากับ 26.4-26.7 (Oya et al. 2007)

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์ออกไซด์พบว่า น้ำมันดักแด้ไหมอี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์มีค่า 4.55 ± 0.12 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานสูงสุดที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 10 มิลลิสมมูลต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาการหืนยังไม่เข้าสู่ขั้น propagation และถ้าเก็บในสภาวะที่เหมาะสมอาจทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันไหมหม่อนซึ่งมีค่า 5.74 – 7.98 จะพบว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอี่มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าจึงน่าจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า หรืออาจเกิด autoxidation ได้ยากกว่า ส่วนค่าซาฟอนิไฟด์ (saponification number) ของน้ำมันดักแด้ไหมอี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์มีค่า 190.54 ± 4.46 mg KOH/oil 1 g ซึ่งต่ำกว่านมแกะ (มีค่า 230-232; Oya et al. 2007) และน้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อน (201-218; อรทัย, 2542) แสดงว่าน้ำมันดักแด้ไหมอี่มีกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์สูงกว่าน้ำมันเนยแกะและน้ำมันจากไหมหม่อน

สารซาฟอนิไฟด์ไม่ได้ (unsaponifiable matter) ในน้ำมันจากดักแด้ไหมอี่ที่สกัดได้จากการทดลองมีค่าสูงถึงร้อยละ 3.22 ± 0.15 ซึ่งสูงกว่าน้ำมันดักแด้ไหมหม่อน (มีค่าร้อยละ 0.85-0.90) มาก ซึ่งสารนี้เป็นกลุ่มของสารที่เหลือจากการทำ saponification ได้แก่กลุ่มสารประกอบจำพวกไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลกอฮอล์ที่มีน้ำมันโมเลกุลสูง และคอเลสเตอรอล สำหรับปริมาณน้ำที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์น้ำมันนั้นมีผลต่อความคงตัวของน้ำมัน คือถ้ามีการหลงเหลืออยู่มากอาจทำให้เกิดการหืนได้ (hydrolytic rancidity) ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมันไม่ให้เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

น้ำมัน จากการศึกษานี้พบว่าน้ำมันดักแด้ไหมอี่มีน้ำและสารระเหยได้ที่ 105°C ร้อยละ 0.14 ± 0.01 ซึ่งสูงกว่าน้ำมันดักแด้ไหมหม่อนที่มีค่าดังกล่าวเพียงร้อยละ 0.01 จึงมีความเป็นไปได้ว่าน้ำมันจากดักแด้ไหมอี่จะเกิดการหืน (hydrolytic rancidity) ได้เร็วกว่าซึ่งในการวัดปริมาณในน้ำมันควรจะใช้วิธี karl fischer titration จะทำให้ได้ปริมาณน้ำคงเหลือในน้ำมันได้แม่นยำมากกว่าการอบที่อุณหภูมิ 105°C ที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ ส่วนสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมัน (insoluble impurities) ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมันไม่ให้เกินร้อยละ 0.05 พบว่า ในน้ำมันดักแด้ไหมอี่มีค่าดังกล่าวสูงเกินกว่ามาตรฐานคือมีร้อยละ 0.08 ± 0.01 ในขณะที่น้ำมันดักแด้ไหมหม่อนมีเพียงร้อยละ 0.01 - 0.24 ซึ่งสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันนี้อาจจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการหืนในน้ำมันได้เช่นเดียวกัน

ส่วนสมบัติทางกายภาพ เช่น การหักเหของแสงที่ 25 องศาเซลเซียส ในน้ำมันจากดักแด้ไหมอี่ที่ผ่านกระบวนการแล้วมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าน้ำมันจากไหมหม่อนพันธะคู่ (1.4729 เปรียบเทียบกับ 1.5) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันจากดักแด้ไหมอี่มีความยาวของสายคาร์บอนที่สั้นกว่า หรืออาจจะมีจำนวนพันธะคู่ในน้ำมันที่สูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหมู ซึ่งมีค่าหักเหของแสงเท่ากับ 1.459-1.461 (Pike, 1994) น้ำมันจากดักแด้ไหมอี่น่าจะมีคุณภาพที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำมันดักแด้ไหมอี่มีค่าการหักเหของแสงใกล้เคียงกับน้ำมันงา (1.470-1.474; Pike, 1994) คาดว่าน่าจะมีมีความยาวของคาร์บอน และมีปริมาณของพันธะคู่ที่ใกล้เคียงกัน เพราะค่าหักเหของแสงเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความยาวของสายคาร์บอนและจำนวนในพันธะคู่ได้ แต่ทั้งนี้ต้องทำการเปรียบเทียบกับค่าอื่นๆเพิ่มเติมด้วย

เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอี่มีค่า 0.88 ± 0.02 ในขณะที่น้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อนจุล 1 มีค่า 0.90 ± 0.00 และจุล 5 มีค่า 0.89 ± 0.00 (อรทัย, 2541) แสดงว่าน้ำมันจากไหมหม่อน มีจำนวนคาร์บอนที่สูงกว่าน้ำมันจากไหมอี่ และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันอื่นๆ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเนย (0.865-0.870) และน้ำมันหมู (0.858-0.864) (Pike, 1994) ส่วนค่าสีซึ่งเป็นคุณลักษณะ

ที่ต้องการค่าหนึ่งแต่ไม่มีการกำหนดระดับสีมาตรฐานไว้ เนื่องจากต้องเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิด ระบบที่นิยมวัดคือระบบอินเตอร์ ซึ่งสามารถแบ่งสีออกได้ สามค่าคือ ค่าสี L เป็นค่าความสว่างมีค่าเท่ากับ 51.73 ± 0.38 ค่าสี a^* เป็นค่าสีแดงมีค่าเท่ากับ 10.09 ± 0.19 และ b^* เป็นค่าสีเหลืองมีค่าเท่ากับ 61.81 ± 0.62 ค่าเจดสี (hue) เท่ากับ 80.73 ± 3.26 และค่าความบริสุทธิ์ของสี (chroma) เท่ากับ 62.63 ± 0.64 ซึ่งพบว่า ค่าสีของน้ำมัน ดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้มีค่าสีที่แสดงออกในระดับสีแดง และสีเหลืองที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันจากไหม ห่อนซึ่งมีค่า L เท่ากับ 75.12, ค่าสี a^* เท่ากับ 6.25 และ ค่าสี b^* เท่ากับ 46.68 (อรทัย, 2541)

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าสมบัติของน้ำมัน สกัดจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ยังไม่เป็นไป ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ. 2543 เรื่องน้ำมันและไขมัน ค่าสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมัน ซึ่งเกินมาร้อยละ 0.03 จึงควรมีการปรับปรุงกรรมวิธีการ ทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ เพื่อลดปริมาณสารปนเปื้อนที่ไม่ ละลายในไขมันให้น้อยลง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังจะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันดิบ (crude oil) สูงที่สุดประมาณร้อยละ 29.83 ± 0.52 ของ น้ำหนักดักแด้ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดตัวทำ ละลาย และชนิดของดักแด้ โดยการสกัดน้ำมันจากดักแด้ ไหมอีรี่ที่ใช้ปริมาณสารละลาย 156.01 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 56.11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16.27 นาที ได้น้ำมันดิบ ปริมาณร้อยละ 30.09 ของน้ำหนักดักแด้ จากการ วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันดักแด้ ไหมอีรี่ที่สกัดได้และทำให้บริสุทธิ์ พบว่า ค่ายังไม่เป็นไป ตามมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำมัน และไขมัน

ข้อเสนอแนะ

ดักแด้ที่นำมาสกัดน้ำมันควรจะใช้ดักแด้ที่ผ่าน การเก็บรักษาไว้นาน และมีการกำหนดช่วงฤดูกาลใน

การเก็บดักแด้เพื่อจะได้ศึกษาถึงอิทธิพลของฤดูกาลที่อาจ มีผลต่อปริมาณของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ ใน กระบวนการผลิตน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ควรตัดขั้นตอน ของการล้างดักแด้ และการฟอกสีออก เพื่อลดผลกระทบ ต่อคุณภาพของน้ำมันที่ได้เพราะการล้างเป็นการเพิ่ม ความชื้นให้น้ำมัน และการฟอกสีที่อุณหภูมิสูงอาจจะทำ ให้น้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ควรมีการลดค่าของกรด และลดสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ให้ ต่ำกว่าระดับมาตรฐานมากๆ และควรมีการเติมสารกันหืน ในน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ด้วยเพื่อให้น้ำมันมีความคงตัว มากขึ้น ในระหว่างการเก็บรักษาควรมีการเติมไนโตรเจน เข้าไปเพื่อลดและป้องกันการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันที่ สกัดได้

เอกสารอ้างอิง

- กอบกุล แสนนามวงศ์, บุษรา ระวิญ, ประชาชาติ นพเสนีย์, ภัควภา เพชรวิจิต, เยาวภา สุกฤดา นนท์, รุ่งรัตน์ อธิรัตน์, วรพจน์ รักสังข์, สมาน วิไล, สุชาติ จุลพูล และสุทธจิตติมา สุทธ ชนะ. 2549. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา ไหมปาอีรี่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม กรมวิชาการเกษตร. 53 หน้า
- ทิพย์วดี อรรถธรรม, นภาพรณ พรมมา, ศิวลิย์ สิริมัง ครารัตน์ และวราพิชญ์ พัฒนเศรษฐานนท์. 2545. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไหมปาอีรี่ เพื่อการพัฒนาสู่อุตสาหกรรม. รายงานฉบับ สมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 138 หน้า
- นิตยา มหาไชยวงศ์ และกชกร มุลทา. 2550. คู่มือการ เลี้ยงไหมอีรี่. สถาบันวิจัยและพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 67 หน้า
- นิธยา รัตนพานนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของ ไขมันและน้ำมัน. โอเดียนสโตร์. เชียงใหม่. 244 หน้า

- อมรรัตน์ พรหมบุญ, สุนันทา ศักดิ์สูง และทิพย์มนต์ ภัทรนคร. 2550. ปริมาณไขมันในสัตว์ปีกต่าง และเลซิตินจากไข่ไก่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 42 หน้า
- อรทัย คุ่มใหญ่โต. 2541. องค์ประกอบทางเคมีและอายุ การเก็บของน้ำมันสกัดจากหนอนไหมผ่าน กรรมวิธี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 117 หน้า
- วิภาสรี เสงี่ยมานันท์, อุทัย คันธ, สุกัญญา จิตตพร พงษ์, อรุณี อิงคากุล. 2548. การใช้มันเส้น และ ไขมันสัตว์ในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพ และปริมาณโปรตีนในไข่ไก่. การประชุม วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 : สาขาสัตว์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 43-52
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, D.C.
- Manoharan T., S. Chockalingam, and A. Noorjahan, 1982. Consumption and utilization of food plants by *Euproctis fraterna*; *Indian. J. Ecol.* 9: 88-92
- Oya, O. and K. Ahmet, 2007. Storage stability of butter oils produced from sheep's non-pasteurized and pasteurized milk. *J. Food Chemistry*.100:1026-1031
- Pike, O.A. 1994. Fat Characteristic. Introduction to the Chemical Analysis of foods. Jones and Bartlett Publishers, London. 355 pp.
- Sunarya H., H. Michael, and K.D. Taylor, 1995. Methods of extraction composition and stability of vitamin A and other components in dogfish (*Squalus acanthias*) liver oil. *J. Food Chemistry*.55:215-220

คุณภาพซากและเนื้อของโคขาวลำพูนและ โคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่า

Carcass and Beef Quality of White Lamphun and Brahman Crossbred Cattle fed with Pangola Grass

นิราภรณ์ ชัยวัง^{1/} ทศนีย์ อภิชาติสรารุงกูร^{1/} นภวรรณ ชมชัย^{2/} เดโช ปรากุฏรัตน์^{2/}
คัมภีร์ ภักดีไทย^{2/} วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม^{2/} มิชาเอล วิคเค^{3/} และ สัญชัย จตุรสิทธา^{1/}
Niraporn Chaiwang^{1/} Tusanee Apichatsrungkoon^{1/} Noppawan Chomchai^{2/} Decho Prakotrat^{2/}
Kumpee Pugdeethai^{2/} Wiwat Chaichum^{2/} Michael Wicke^{3/} and Sanchai Jaturasitha^{1/}

Abstract: This experiment was conducted by using male White Lamphun and 50% crossbred Brahman, 8 heads per group. The average initial age was 1 year 4 months and 1 year 3 months, respectively. They were fed *ad libitum* with Pangola grass which were cut every 40-50 days. At the average weight of 275-320 kg, they were slaughtered and dressed in both Thai and USDA meat cutting styles. The result revealed that the carcass quality was not significantly different ($p>0.05$). For Thai style cutting, *Semimembranosus* and brisket percentage of White Lamphun were significantly higher than that of Brahman crossbred ($p<0.05$). The meat quality in terms of moisture percentage and triglyceride content of White Lamphun beef was lower ($p<0.001$) but the insoluble and total collagen content were higher ($p<0.001$) compared to Brahman crossbred. In addition, the boiling loss percentage of White Lamphun was lower than that of Brahman crossbred ($p<0.05$). In conclusion, the carcass quality was not significantly different ($p>0.05$) between cattle breeds fed with Pangola grass. Therefore, the promotion of rearing native cattle could be an alternative for farmers.

Keywords: Carcass quality, meat quality, White Lamphun, Brahman crossbred, Pangola grass

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

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

^{2/} ศูนย์พัฒนาและวิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท จ.ชัยนาท 17150

^{2/} Chainat Animal Nutrition Research and Development Center, Chainat 17150

^{3/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยกือทิงเงิน ประเทศเยอรมนี

^{3/} Department of Animal Science, Georg-August Universität Göttingen, Albrecht-Thaer-Weg 3, 37075 Göttingen, Germany

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้ใช้โคขาวลำพูน และโคลูกผสมที่มีเลือดบราห์มัน 50% เพศผู้สายพันธุ์ละ 8 ตัว อายุเริ่มต้นเฉลี่ย 1 ปี 4 เดือน และ 1 ปี 3 เดือน ตามลำดับ เลี้ยงขังคอกให้ได้กินหญ้าแพงโกล่าอายุประมาณ 40-50 วันแบบเต็มที่จนได้น้ำหนักเฉลี่ย 275-320 กิโลกรัม จึงทำการฆ่าและตัดแต่งซากทั้งแบบไทยและสากล ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพซากไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับการตัดแต่งซากแบบไทย เปอร์เซ็นต์เนื้อหางตะเข้และเลือดสูงให้ในโคขาวลำพูนสูงกว่าโคลูกผสมบราห์มัน ($p<0.05$) สำหรับคุณภาพเนื้อทางด้านความชื้น และปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อโคขาวลำพูนต่ำกว่า ($p<0.001$) ส่วนปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อไม่ละลายน้ำและผลรวมคอเลสเตอรอลในโคขาวลำพูนมีค่ามากกว่า ($p<0.001$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความสูญเสียจากการต้มเนื้อของโคขาวลำพูนมีค่าต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงโคด้วยหญ้าแพงโกล่าเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างสายพันธุ์ของโคดังกล่าวไม่พบความแตกต่างของคุณภาพซากทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเลี้ยงโคพื้นเมืองให้แก่เกษตรกรได้

คำสำคัญ: คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ โคขาวลำพูน โคลูกผสมบราห์มัน หญ้าแพงโกล่า

คำนำ

ความแตกต่างของพันธุ์สัตว์มีผลต่อคุณภาพซากและเนื้อบางประการ (Monson *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อคุณภาพซาก เช่น ชนิดสัตว์ เพศ สายพันธุ์ อายุ และการจัดการเลี้ยงดู (King *et al.*, 2006) โคขาวลำพูนเป็นโคพื้นเมืองทางภาคเหนือของประเทศไทย อยู่ในกลุ่ม *Bos indicus* เป็นโคที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก น้ำหนักโตเต็มที่เพศผู้ 350 กิโลกรัม เพศเมีย 250 กิโลกรัม มีความสามารถทนความร้อน ด้านทานโรค มีความสมบูรณ์พันธุ์สูง และมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบ คุณภาพต่ำได้ดี รวมถึงมีลักษณะรูปร่างที่ใหญ่กว่าโคพื้นเมืองสายพันธุ์อื่น (กรมปศุสัตว์, 2552) สำหรับโคลูกผสมบราห์มันนั้นเป็นโคสายพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงโดยทั่วไป รวมถึงเป็นพันธุ์พื้นฐานในการผลิตโคเนื้อลูกผสม การเลี้ยงโคเนื้อด้วยหญ้าได้รับความนิยมนำขึ้นเนื่องจากราคาอาหารชั้นที่สูงขึ้น อีกทั้งอัตราการเติบโตที่รวดเร็วของประชากรโลกทำให้การผลิตอาหารสำหรับประชากรไม่เพียงพอ ประกอบกับปัจจุบันอยู่ในกระแสการบริโภคอาหารแบบธรรมชาติ การเลี้ยงโคปล่อยให้แทะเล็มหญ้าเป็นอาหารตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (natural grass fed beef) จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเนื้อโคที่ได้มีปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำกว่าการเลี้ยงเชิงการค้า (Padre *et al.*, 2007) รวมถึงมีต้นทุนการผลิตต่ำ เกษตรกรมีความเสี่ยงน้อย ไม่ต้องพึ่ง

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาสูง (จุฑารัตน์, 2551) การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบคุณภาพซากและเนื้อของโคขาวลำพูนและลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าสด ซึ่งนอกจากจะเป็นการใช้พันธุ์กรรมสัตว์ที่มีในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจแล้ว ยังน่าจะเป็นประโยชน์และทางเลือกต่อผู้บริโภคด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้โคขาวลำพูนและโคลูกผสมพื้นเมืองภาคกลางที่มีสายเลือดบราห์มัน 50% สายพันธุ์ละ 8 ตัว เป็นเพศผู้ทั้งหมด อายุเริ่มต้นเฉลี่ยที่ 1 ปี 4 เดือน และ 1 ปี 3 เดือนตามลำดับ เลี้ยงแบบขังคอก ทำวัคซีน FMD และถ่ายพยาธิทุก 6 เดือน ทำการชั่งน้ำหนักทุกวันที่ 2 ของเดือน ด้วยเครื่องชั่งแบบตั้งพื้น เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าแบบให้กินเต็มที่ (*ad libitum*) โดยไม่เสริมอาหารชั้น พื้นที่ปลูกหญ้าขนาด 7 ไร่ แบ่งเป็นแปลงย่อย 44 แปลง ตัดหญ้าที่อายุประมาณ 40-45 วัน ตัดแบบหมุนเวียน ให้น้ำแบบสับรด โดยให้น้ำครั้งที่ 1 หลังตัด 1 วัน ให้น้ำย่อยอีก 10 กก./ไร่ และปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 10 กก./ไร่ เว้นระยะ 15 วันแล้วให้น้ำครั้งที่ 2 และให้น้ำแบบเดิม เก็บตัวอย่างหญ้าทดลองทุก 2 เดือนมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) นำโคมาฆ่าเมื่อมีน้ำหนักเฉลี่ย 275-320 กิโลกรัม โดยบันทึกน้ำหนักที่ฟาร์ม และน้ำหนักเมื่อมาถึงโรงฆ่า น้ำหนักมีชีวิตรอด

Table 1 Chemical composition of Pangola grass

Chemical composition	Pangola
Dry matter (% as fed basis)	22.8
Proximate Analysis (% DM)	
Organic matter	89.5
Ash	10.5
Crude protein	5.27
Crude fiber	32.8
Ether extract	3.40
Nitrogen free extract	40.6
Detergent Analysis (%DM)	
Neutral detergent fiber (NDF)	73.0
Acid detergent fiber (ADF)	37.7
Acid detergent lignin (ADL)	7.34
Hemicellulose (NDF-ADF)	35.3
Cellulose (ADF-ADL)	30.4
Gross energy (kcal)	3.82

อาหาร 24 ชั่วโมง แล้วจึงฆ่า ตามวิธีการของ ชัยณรงค์ (2529) จากนั้นบันทึกน้ำหนักซากอุ่น นำซากที่ได้ไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักซากเย็น วัดความยาวซาก ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ตัดแต่งซากพร้อมบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ หลังจากนั้นนำซากไปแช่เย็นที่ 3 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีของ AOAC (1995) วิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจน ตามวิธีของ Hill (1969) วิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเทอรอล ตามวิธีของ Jung *et al.* (1975) วิเคราะห์หาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ ตามวิธีของ Biggs *et al.* (1975) และวิเคราะห์หาความสามารถในการคั่งน้ำของเนื้อ (สัญญาชัย, 2551) แล้วทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มด้วย

t-test โดยใช้โปรแกรม SAS version 6.12 (SAS, 1997)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณภาพซากแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักมีชีวิตที่ฟาร์มของโคขาวลำพูนต่ำกว่าลูกโคผสม บราห์มัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากโคขาวลำพูนมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน สอดคล้องกับรายงานของ อธิธิพล และสำราญ (2549) ที่รายงานว่าโคพื้นเมืองจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าโคลูกผสม น้ำหนักมีชีวิตเมื่อออกอาหาร 24 ชั่วโมง น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น ความยาวซาก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ในโคขาวลำพูนมีแนวโน้มต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มันเช่นกัน ($p>0.05$) นอกจากนี้โคขาวลำพูนก็ยังมีค่าการสูญเสียเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์

Table 2 Carcass quality of beef cattle fed with Pangola grass

Criteria	White Lamphun	Brahman crossbred	SEM ¹	p-value
Number of animal	8	8	-	-
Live weight at farm (kg)	275	308	15.434	0.127
Live weight fast for 24 hr. (kg)	258	296	15.731	0.149
Loss weight (%)	6.29	4.04	0.594	0.544
Hot carcass weight (kg)	142	158	4.331	0.132
Chill carcass weight (kg)	138	154	4.333	0.161
Dressing (%)	53.5	51.9	0.418	0.527
Carcass length (cm)	108	112	1.577	0.194
Back fat thickness (mm)	0.09	0.08	0.015	0.239
Loin eye area (cm ²)	48.6	52.2	3.119	0.811

¹Standard error of mean square

ซากและความหนาไขมันสันหลังมากกว่าโคลูกผสมบราห์มัน แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งค่าที่ได้นี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ จุฑารัตน์ และคณะ (2548) ที่ทำการทดลองในโคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าเพียงอย่างเดียวซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ซาก 52.81% คุณภาพซากของโคขาวลำพูนและลูกโคผสมบราห์มันที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการทดลองนี้ ($p>0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ King *et al.* (2006) ที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างคุณภาพซากของโคลูกผสมที่มีเลือด *Bos indicus* 50% เท่ากัน แต่โคลูกผสม *Bos indicus* และ Angus มีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันสูงกว่า ซึ่งรายงานดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Jaturasitha *et al.* (2009) ที่รายงานว่าการให้น้ำหนักโคพื้นเมืองสูงชันจะมีค่าพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากขึ้นด้วย

การตัดแต่งซากแบบไทยเป็นการตัดแต่งที่แยกเนื้อ ไขมัน และกระดูกออกจากกัน จากตารางที่ 3 การตัดแต่งซากแบบไทยเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากน้ำหนักซากเย็นระหว่างโคขาวลำพูนและโคลูกผสมบราห์มันพบว่าเปอร์เซ็นต์สันใน สันนอก เนื้อลูกตึง กระดูก และไขมันในโคขาวลำพูนมีค่าต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก เปอร์เซ็นต์เนื้อลูกตึงโคที่ได้

สอดคล้องกับรายงานของ Jaturasitha *et al.* (2009) ที่รายงานว่าโคพื้นเมืองเลี้ยงปล่อยในแปลงหญ้ามีเปอร์เซ็นต์สันนอกและเนื้อลูกตึง 4.65 และ 2.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ของเนื้อลูกมะพร้าว เนื้อใบพาย เนื้อไหล่ เนื้อน่อง เนื้อแดงรวม และเศษเนื้อในโคขาวลำพูนมีแนวโน้มมากกว่าโคลูกผสมบราห์มัน ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม โคขาวลำพูนมีเปอร์เซ็นต์เนื้อหางตะเฒ่า (5.50%) มากกว่าโคลูกผสมบราห์มัน (4.23%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.02$) และเปอร์เซ็นต์เนื้อเสื่อร่อนให้ของโคขาวลำพูน (6.62%) ก็มีค่าสูงกว่าโคลูกผสมบราห์มัน (5.90%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่าเนื้อโคขาวลำพูนมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน (74.6 และ 75.7% ตามลำดับ) ($p<0.001$) แต่เนื้อโคทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ระหว่าง 21.07-23.45% และไขมันอยู่ระหว่าง 1.26-1.47% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสองสายพันธุ์อยู่ในกลุ่มของ *Bos indicus* เช่นเดียวกัน สำหรับคอลลาเจนซึ่งมีบทบาทต่อความเหนียวความนุ่มของเนื้อ จากผลการทดลองพบว่าความแตกต่างของสายพันธุ์ไม่มีผลทำให้เนื้อโคมีปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ละลายได้แตกต่างกัน ($p>0.05$) เนื้อ

Table 3 Thai cutting style² of beef cattle fed with Pangola grass

Criteria	White Lamphun	Brahman crossbred	SEM ¹	p-value
Number of animal	8	8	-	-
<i>Psoas major</i>	1.62	1.76	0.051	0.531
<i>Longissimus dorsi</i>	3.32	4.77	0.104	0.606
<i>Quadriceps</i>	4.12	4.09	0.088	0.258
<i>Semitendinosus</i>	1.97	2.10	0.078	0.145
<i>Semimembranosus</i>	5.00 ^a	4.23 ^b	0.153	0.020
<i>Biceps femoris</i>	8.09	7.14	0.135	0.126
Chuck	23.2	20.96	0.648	0.687
Shank	6.12	6.01	0.153	0.678
Brisket	6.62 ^a	5.90 ^b	0.245	0.020
Plate	4.69	4.68	0.263	0.289
Total lean meat	53.4	51.1	0.745	0.636
Bone	20.2	23.4	0.709	0.546
Fat	11.1	11.2	0.598	0.609
Trimmed meat	3.92	3.71	0.233	0.403

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

¹ Standard error of mean square, ² % of chilled carcass weight

โคขาวลำพูนมีปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ไม่ละลาย (0.95 และ 0.87 กรัมต่อ 100 กรัมเนื้อ) และคอลลาเจนทั้งหมด มีค่า 1.22 และ 1.15 กรัมต่อ 100 กรัมเนื้อ ค่าสูงกว่าโคลูกผสมบราห์มัน ($p=0.001$) สอดคล้องกับการทดลองของ Koohmaraie *et al.* (2002) ที่รายงานว่าโคเลือด *Bos indicus* มีปริมาณคอลลาเจนชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble collagen) ในปริมาณที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ *Bos taurus* ดังนั้นเนื้อโคจึงมีความเหนียวมากกว่า

สำหรับปริมาณคอเลสเทอรอลในเนื้อระหว่างโคขาวลำพูนและโคลูกผสมบราห์มันมีค่าเป็น 52.5 และ 57.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเนื้อ ($p > 0.05$) แม้ว่าเนื้อโคขาวลำพูนจะมีปริมาณคอเลสเทอรอลต่ำกว่า แต่ค่าที่วิเคราะห์ได้นี้สอดคล้องกับปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ได้ ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการศึกษา

สอดคล้องกับรายงานของ Rule *et al.* (1997) ที่พบว่าสายพันธุ์อาหาร และเพศไม่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของคอเลสเทอรอลในกล้ามเนื้อโค และให้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ Muchenje *et al.* (2008) ที่ไม่พบความแตกต่างของระดับคอเลสเทอรอลในโคพันธุ์ Nguni, Bonsmara และ Angus สำหรับปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อ พบว่าโคขาวลำพูนมีปริมาณต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน (0.49 และ 0.75 กรัม/ 100 กรัมเนื้อ ตามลำดับ) ($p < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไขมันในเนื้อที่พบว่าโคลูกผสมบราห์มันมีค่ามากกว่า เมื่อพิจารณาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity) จากการสูญเสียในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การสูญเสียขณะเก็บรักษา (drip loss) ค่าการสูญเสียจากการทำละลาย (thawing loss) ค่าการสูญเสียจากการต้ม (boiling loss) และค่าการสูญเสียจากการย่าง

Table 4 Meat quality of beef cattle fed with Pangola grass

Criteria	White Lamphun	Brahman crossbred	SEM ¹	p-value
Chemical composition (%)				
Moisture	74.6 ^b	75.7 ^a	0.726	<0.001
Protein	22.2	22.5	0.334	0.113
Fat	1.269	1.33	0.074	0.566
Collagen content (g/100g meat)				
Soluble	0.27	0.27	0.003	0.641
Insoluble	0.95 ^a	0.87 ^b	0.08	0.001
Total	1.22 ^a	1.15 ^b	0.081	0.001
Cholesterol (mg/100g meat)				
	52.5	57.1	1.95	0.409
Triglyceride (g/100g meat)				
	0.49 ^b	0.75 ^a	0.09	<0.001
Water holding capacity (%)				
Drip loss	4.99	5.42	0.272	0.501
Thawing loss	13.3	13.3	0.298	0.324
Boiling loss	23.3 ^b	24.1 ^a	2.808	0.027
Grilling loss	25.9	29.0	0.656	0.059

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

¹ Standard error of mean square

(grilling loss) ซึ่งถ้าค่าการสูญเสียเหล่านี้สูง แสดงว่าเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ และจะส่งผลทำให้เนื้อนั้นมีคุณภาพโดยเฉพาะด้านความชุ่มฉ่ำ และความนุ่มน้อยลงได้ จากการทดลองพบว่าผลของสายพันธุ์ต่อค่าการสูญเสียขณะเก็บรักษา การสูญเสียจากการละลาย และการสูญเสียจากการย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นค่าการสูญเสียจากการต้ม ซึ่งโคลูกผสมบราห์มันมีค่านี้สูงกว่าโคขาวลำพูน ($p = 0.027$)

สรุปผลและเสนอแนะ

ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์โคขาวลำพูน และโคลูกผสมบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าแพงโกล่าสดไม่มีผลต่อคุณภาพซาก แต่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโดยเฉพาะค่าความชื้น ไตรกลีเซอไรด์ และการสูญเสียจากการต้ม ซึ่งโคขาวลำพูนมีค่าต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน ดังนั้นการเลี้ยงโคขาวลำพูนที่พบในภาคเหนือทั่วไป สามารถเลี้ยงโดยใช้หญ้าเพียงอย่างเดียวโดยที่คุณภาพซากไม่ต่างกับ

โคลูกผสมบราห์มัน และเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิตสำหรับเกษตรกร รวมถึงเนื้อโคที่ได้มีปริมาณไขมันต่ำ ซึ่งเป็นเนื้อทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่นิยมอาหารเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาพันธุ์สัตว์ และอนุเคราะห์สถานที่ในการเลี้ยงสัตว์ทดลอง ห้องปฏิบัติการภาควิทยาศาสตร์และสัตว์น้ำ รวมทั้งห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ โรงฆ่าของศูนย์วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่อนุเคราะห์ด้านอาคารสถานที่ในการฆ่าและตัดแต่งซากโค รวมทั้งขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ) ที่ให้การอุดหนุนเงินวิจัยในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2552. พันธุ์โคเนื้อ. [online] Available: http://www.dld.go.th/lspy_pyu/departement1.htm. (30 สิงหาคม 2553)
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2551. โอกาสทางการตลาดของโคเนื้อไทย. ประชาคมวิจัย. ฉบับที่ 76: 14.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญาณิน โอกาสพัฒนากิจ กัญญา ตันติวิสุทธิกุล และ ธนนันท์ สุภกิจจานนท์. 2548. การผลิตเนื้อจากโคลูกผสมเลือดบราห์มันที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหยาด: คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 หน้า 288-301.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 276 น.

- สัญญาชัย จตุรสิทธิ์. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์เมือง. เชียงใหม่. 335 น.
- อิทธิพล เผ่าไพศาล และสำราญ วิจิตรพันธ์. 2549. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 204 – 220.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. USA.
- Biggs, H. G., J. M. Erikson and W. R. Moorehead. 1975. Annual colorimetric assay of triglycerides in serum. Clin. Chem. 21: 437-441.
- Hill, F. 1969. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. J. Food Sci. 31: 161-166.
- Jaturasitha S., R. Norkeaw, T. Vearasilp, M. Wicke and M. Kreuzer. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (*Panicum maxima*) or Guinea grass legume (*Stylosanthes guianensis*) pastures. Meat Sci. 81: 155-162.
- Jung, D. H., H. G. Biggs and W. R. Moorehead. 1975. Colorimetry of serum cholesterol with use of ferric acetate, uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagents. Clin. Chem. 21: 526-1530.
- King, D. A., W. W. Morgan, R. K. Miller, J. O. Sanders, D. K. Lunt, J. F. Taylor, C. A. Gill, and J. W. Savell. 2006. Carcass merit between and among family groups of *Bos indicus* crossbred steers and heifers. Meat Sci. 72:496-502.
- Koohmaraie, M., M. P. Kent, S. D. Shackelford, E. Veiseth and T. L. Wheeler. 2002. Meat tenderness and growth: Is there any relationship? Meat Sci. 62: 345-352.

- Monson, F., C. Sanudo and I. Sierra. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.* 68: 595–602.
- Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, J. G. Raats and P. E. Strydom. 2008. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern cape, South Africa. *Meat Sci.* 79: 20–28.
- Padre, R. G., J. A. Aricetti, S. T. M. Gomes, R. H. T. B. Goes, F. B. Moreira, I. N. Prado, J. V. Visentainer, N. E. de Souza and M. Matsushita. 2007. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livest. Sci.* 110: 57–63.
- Rule, D. C., M. D. Macneil and R. E. Short. 1997. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of ground carcass and *Longissimus* muscle of beef steers. *J. Anim. Sci.* 75 (6): 1525–1533.
- SAS Institute. 1997. SAS Systems for Windows, release 6.12, version 8.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.
-

สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม โดยใช้การประมาณค่าวงนัยทั่วไป เทียบกับตัวแบบเชิงเส้น

Predicted Equation in Live -Weight of Crossbred Swine Using Generalized Estimating Equation and Linear Mixed Effect Model

อัญชลี ทองกำเหนิด^{1/} และ ลีลิ อินศรีสว่าง^{2/}
Unchalee Tonggumnead^{1/} and Lily Insrisawang^{2/}

Abstract: The data were collected 4 times during 64 – 70 weeks of age from 173 heads of crossbred swine (Landracc x Large White x Duroc Jersey). Dependent variable is (weight, kilogram) while 6 independent variables are live-weight heart girth (L1, centimeter), body length (L2, centimeter), age (age, week), shoulder width (W1, centimeter), hump width (W2, centimeter) and belly width (W3, centimeter) respectively. Constructing predicted equation on average live - weight of crossbred swine using generalized estimating equation (GEE) was compared with linear mixed effect model. The results showed that in the GEE model, the intercept, heart girth(L1), body length (L2) and hump width (W2) are highly related to live- weight at 0.01 significant level when mean deviance, Pearson chi-square/df and residual plot were considered using empirical standard error estimate and AR(1) correlation structure. The most appropriate predicted equation found is $Y = -191.73 + 0.4292L1 + 2.8302L2 + 0.1684W2$. In linear mixed effect model with random intercept, the estimated parameters using residual maximum likelihood (REML) gave the results close to the GEE method. Equation of the mixed effect is $Y_i = -191.16 + 0.4311L1 + 2.8271L2 + 0.1702W2 + \alpha_{0i}$. Since the random variance, $Var(\alpha_{0i})$, in each crossbred swine was not difference, thus this linear predicted equation may also be used to predict the live-weight of an individual swine.

Keywords: Generalized Estimating Equation, Linear Mixed Effect Model, live weight, crossbred swine

^{1/} ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จ.ปทุมธานี 12110

^{1/} Department of Applied Statistic, Faculty of Science, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 102110

^{2/} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

^{2/} Assistant Professor, Department of Statistic, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

บทคัดย่อ: เก็บข้อมูลจากสุกรลูกผสม (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดุริโอกเจอร์ซี) จำนวน 173 ตัว โดยเก็บ 4 ครั้งห่างกันทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่สุกรมีอายุ 64 ถึง 70 สัปดาห์ ตัวแปรตามได้แก่น้ำหนักมีชีวิตของสุกร (live-weight) ตัวแปรอิสระจำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ ความยาวรอบอก (L1, เซนติเมตร) , ความยาวลำตัว (L2, เซนติเมตร), อายุ (age, สัปดาห์), ความกว้างไหล่ (W1, เซนติเมตร) , ความกว้างสะโพก (W2, เซนติเมตร) และ ความกว้างเอว (W3, เซนติเมตร) สร้างตัวแบบสมการถดถอยเพื่อใช้ทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกร ใช้สมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป (generalized estimating equations) เปรียบเทียบกับตัวแบบเชิงเส้นผสม (linear mixed effect model) ผลการศึกษาพบว่า กรณีใช้สมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป ค่าคงที่ (intercept) และตัวแปรอิสระ (L1) (L2) และ (W2) ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยตัวแบบที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาจากค่า mean deviance , Pearson chi-square/df และ residual plot เฉพาะกรณี empirical standard error estimates และกำหนดโครงสร้างของความสัมพันธ์เป็นแบบ AR(1) สมการ คือ $Y = -191.73 + 0.4292L1 + 2.8302L2 + 0.1684W2$ กรณีใช้ตัวแบบเชิงเส้นผสมที่มีอิทธิพลสุ่มได้แก่ random intercept และประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธี residual maximum likelihood (REML) พบว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกับการประมาณค่าวงนัยทั่วไป โดยตัวแบบการถดถอยในส่วนของอิทธิพลคงที่อยู่ในรูปแบบ $Y_i = -191.16 + 0.4311L1 + 2.8271L2 + 0.1702W2 + \alpha_{oi}$ และเนื่องจากความแปรปรวนสุ่ม $Var(\alpha_{oi})$ ของสุกรลูกผสมแต่ละตัวไม่แตกต่างกัน จึงสามารถใช้สมการนี้ทำนายน้ำหนักของสุกรแต่ละตัวได้ด้วย

คำสำคัญ: สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกร การประมาณค่าวงนัยทั่วไป ตัวแบบเชิงเส้นผสม

คำนำ

ธุรกิจการผลิตสุกรในประเทศไทยมีเครือข่ายที่ครอบคลุมทั้งด้านการผลิต โรงงานอาหารสัตว์ พันธุ์สัตว์ โรงฆ่า โรงงานตัดแต่งและแปรรูปเนื้อสุกร ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนสุกรประมาณ 12 ล้านตัว เป็นการผลิตเพื่อตอบสนองการบริโภคภายในประเทศประมาณกว่าร้อยละ 75 ซึ่งปริมาณการบริโภคเนื้อสุกรของคนไทยโดยเฉลี่ยคนละ 13 กิโลกรัมต่อปี รูปแบบของตลาดสุกรนั้นมีทั้ง 1) สุกรมีชีวิต 2) เนื้อสุกรแช่เย็นและแช่แข็ง 3) เนื้อสุกรสุก และ 4) ผลิตภัณฑ์สุกร ตามปกติการจำหน่ายสุกรมีชีวิตจะมีน้ำหนักระหว่าง 80 - 125 กิโลกรัม (อยู่ในช่วงอายุ 70 - 74 สัปดาห์) เพราะเป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การจำหน่ายและได้ราคาดี (กรมปศุสัตว์, 2541: 15) ดังนั้นน้ำหนักของสุกรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา ในทางปฏิบัติการชั่งน้ำหนักมักทำเฉพาะเวลาจำหน่าย แต่การจัดการอื่นๆ ต้องอาศัยน้ำหนักประกอบด้วย ซึ่งการชั่งน้ำหนักโดยตรงยังขาดความสะดวกและมีข้อจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเกษตรกรรายย่อย เพราะการซื้อเครื่องชั่งที่มีราคาแพงย่อมไม่คุ้มทุน จึงมีการใช้สายวัดน้ำหนักสำเร็จรูปที่นำเข้าจาก

ต่างประเทศและค่อนข้างมีราคาแพง ประกอบกับสายวัดน้ำหนักดังกล่าว อาจไม่มีความเหมาะสมในการประมาณน้ำหนักของสุกรในประเทศไทย จึงควรทำการศึกษาวิจัยในเรื่องการสร้างตัวแบบหรือสมการเพื่อทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกร การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสมโดยใช้สมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป (generalized estimating equation) เทียบกับตัวแบบเชิงเส้นผสม (linear mixed effect model) ซึ่งการประมาณค่าวงนัยทั่วไป เป็นวิธีการหนึ่งในการอนุมานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์ β ภายใต้ marginal model เมื่อค่าวัดของตัวแปรตาม Y เป็นข้อมูลที่มีการวัดซ้ำหรือข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) การประมาณการถดถอยสามารถทำได้โดยหาคำตอบของสมการที่อยู่ในรูป

$$U_i(\beta, \alpha) = \sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \alpha} \right)^T \text{COV}^{-1}(Y_i, \beta, \alpha) [y_i - \mu_i(\beta)] = 0$$

เมื่อ $\mu_i(\beta) = E(Y_i)$ คือ marginal mean ของ Y_i โดยที่ Y_i เป็น $n_i \times 1$ เวกเตอร์ และเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม $\text{COV}(Y_i)$ ขึ้นอยู่กับ β และ α ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่แสดงคุณสมบัติภายในกลุ่ม (within-cluster) ส่วนตัวแบบเชิงเส้นผสมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งใน

การจัดการข้อมูล เมื่อค่าวัดของตัวแปรตาม Y ที่มีการวัดซ้ำ โดยตัวแปรตาม Y ต้องเป็นข้อมูลต่อเนื่องเพื่อใช้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม Y กับตัวแปรอิสระ X ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไปที่ประกอบด้วยปัจจัยอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และปัจจัยอิทธิพลสุ่ม (random effect) โดยปัจจัยอิทธิพลสุ่มจะอธิบายลักษณะเฉพาะของแต่ละหน่วยศึกษา (Shoukri and Chaudhary, 2007)

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต (live weight, กิโลกรัม) ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอิสระ ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ได้แก่ ความยาวรอบอก (L1, เซนติเมตร) ความยาวลำตัว (L2, เซนติเมตร) อายุ (age, สัปดาห์) ความกว้างไหล่ (W1, เซนติเมตร) ความกว้างสะโพก (W2, เซนติเมตร) ความกว้างเอว (W3, เซนติเมตร) ทำการศึกษาในสุกรลูกผสม (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดูริอกเจอร์ซี) จำนวน 173 ตัว เลี้ยงที่สถานีวิจัยทับกวาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดสระบุรี เก็บข้อมูลต่อเนื่อง 4 ครั้ง ห่างกันทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่สุกรมีอายุ 64 จนถึง 70 สัปดาห์ ตัวอย่างของข้อมูลที่ได้แสดงในตารางที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

สมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป (generalized estimating equation)

1. ทำการตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตาม (live-weight) และกำหนด link function แล้วทดสอบการเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระทั้ง 6 ตัวแปร

2. คัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยพิจารณาตัวแบบในรูปแบบ univariate ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรจากสถิติทดสอบ Z ที่มีค่า P – value ต่ำกว่า 0.25 และคัดเลือกตัวแปรโดยวิธี backward elimination ซึ่งพิจารณาจากสถิติทดสอบ Z ที่มีค่า P –value อยู่ระหว่าง 0.15 – 0.20 (Hosmer and Lemeshow , 2002) รวมทั้ง

พิจารณาจากค่า 1) mean deviance 2) mean scaled deviance 3) mean Pearson chi-square และ 4) mean scaled Pearson X²

3. กำหนดรูปแบบ correlation structure โดยใช้รูปแบบดังต่อไปนี้ 1) Independent 2) Exchangeable 3) First-order autoregressive 4) Unstructured และ 5) Toeplitz

4. ใช้คำสั่ง Proc GENMOD ใน SAS โปรแกรม โดยพิจารณาการแจกแจง (distribution) ของตัวแปรตาม Y เพื่อการกำหนด linked function

5. เปรียบเทียบตัวแบบที่ได้จากการกำหนดรูปแบบ correlation structure ที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างค่า parameter estimate, standard error ตลอดจน correlation structure ที่เหมาะสม

6. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อน (residual plot) ซึ่งสร้างขึ้นโดยการ plot residual กับ $\hat{Y}$ และตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน ถ้าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระต่อกันโดยกระจายรอบ ๆ ค่า 0 และมีการแจกแจงแบบปกติแสดงว่าตัวแบบมีความเหมาะสม

ตัวแบบเชิงเส้นผสม (linear mixed model)

1. คัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมโดยพิจารณาตัวแบบในรูปแบบ univariate ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรจากสถิติทดสอบ t ที่มีค่า P – value ต่ำกว่า 0.25 (Hosmer and Lemeshow , 2002) และคัดเลือกตัวแปรโดยใช้ backward elimination ที่พิจารณาจากค่า -2 log likelihood

2. กำหนดตัวแบบเชิงเส้นผสมที่ประกอบไปด้วยอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) โดยกำหนดอิทธิพลสุ่มคือ random intercept ซึ่งตัวแบบอยู่ในรูป $Y_i = X_i\beta + \alpha_{0i} + \varepsilon_i$

3. ใช้คำสั่ง Proc MIXED ใน SAS เพื่อสร้างตัวแบบ/สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรพันธุ์ผสม (แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดูริอกเจอร์ซี)

4. พิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบจากเกณฑ์ -2 log likelihood

Table 1 Examples of data being collected 4 times from 173 heads of crossbred swine (Large White X Landrace X Duroc Jersey) during 64 to 70 weeks of age

NO.	Time	Weight	L1	L2	Age	W1	W2	W3
1	1	78.13	91.40	79.40	64	33.25	33.00	27.32
	2	80.48	92.80	80.00	66	33.80	33.20	27.87
	3	83.00	95.00	81.00	68	34.00	33.60	28.07
	4	84.15	96.00	81.50	70	34.25	34.00	28.32
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
173	1	109.60	110.13	87.70	64	35.80	36.30	29.87
	2	110.90	112.48	88.40	66	36.40	36.50	30.47
	3	111.00	115.00	89.20	68	37.00	36.70	31.07
	4	114.20	118.15	89.80	70	37.70	37.00	31.77
Minimum		70.13	86.90	77.30	64.00	17.87	23.80	24.50
Maximum		127.15	119.30	92.20	70.00	33.07	39.00	38.00
Mean		101.83	104.92	85.53	66.99	29.56	35.49	34.98
Variance		105.28	33.35	7.21	5.01	2.44	2.43	1.36

Note : Live-weight (weight : kilogram), heart girth (L1 : centimeter) , body length (L2 : centimeter) , age(age : week) , shoulder width (W1 : centimeter) , hump width (W2 : centimeter) and belly width (W3: centimeter)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตาม (weight) และการตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระ

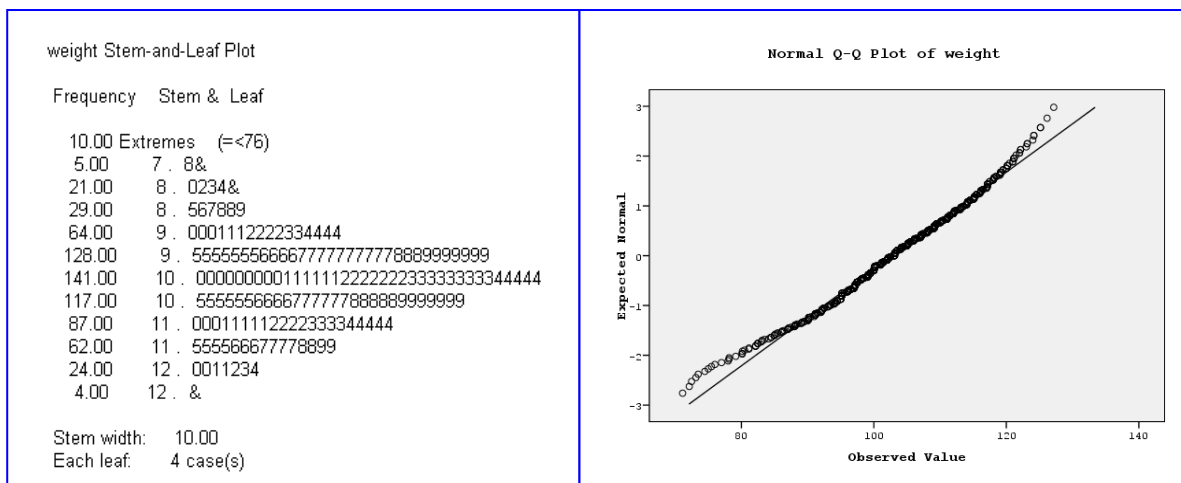
จากภาพที่ 1 ผลการตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตาม (weight) ในเบื้องต้นโดยพิจารณาจากกราฟ ได้แก่ a) stem & leaf b) normal probability plot และ c) box plot พบว่าการแจกแจงของ ตัวแปรตามเป็นแบบปกติ และจากสถิติทดสอบ Kolmogorov – Smirnov ได้ค่า P- value เท่ากับ 0.013 แสดงว่าตัวแปรตาม มีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ในการศึกษา

ครั้งนี้จึงกำหนด link function เป็น identity link (Myers et al., 2002)

ส่วนการตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระพิจารณาจากค่า VIF(variance inflation factor) ของตัวแปรอิสระ X_i โดย VIF ของตัวแปร

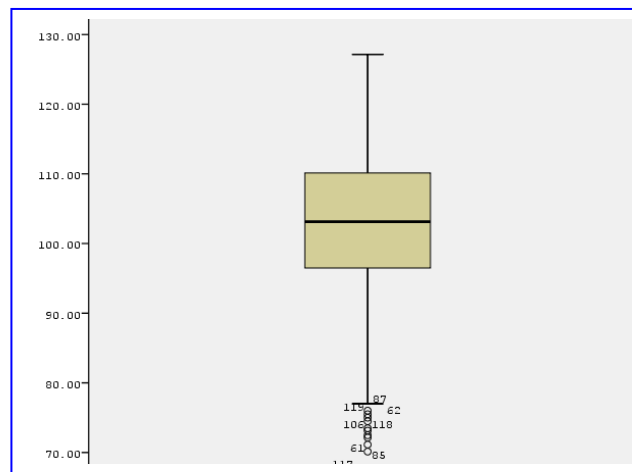
$$X_i = VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

ถ้า VIF_i มีค่ามากแสดงว่าตัวแปรอิสระ X_i มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่น ๆ มาก หรือเกิดปัญหา multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ โดยถ้าค่า VIF มีค่ามากกว่า 10 ขึ้นไปจะถือว่าเกิดปัญหา multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ (Kutner et al. , 2005)



a) Stem & Leaf Plot

b) Normal Probability Plot



c) Box Plot

Figure 1 Examination of dependent variable (weight)

ผลการตรวจสอบการเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระทั้ง 6 ตัวแปรได้แก่ ความยาวรอบอก (L1) ความยาวลำตัว (L2) อายุ (age) ความกว้างไหล่ (W1) ความกว้างสะโพก (W2) และ ความกว้างเอว (W3) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.091 – 3.435 รายละเอียดเกี่ยวกับค่า VIF ของตัวแปรแต่ละตัวแสดงดังตารางที่ 2 เนื่องจากค่าดังกล่าว VIF ไม่เกิน 10 แสดงว่าไม่เกิดปัญหา multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีสมการการประมาณค่าวงนัยทั่วไป

การศึกษาครั้งนี้เลือกที่จะนำเสนอตัวแบบการถดถอยที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เป็น AR(1) correlation structure เนื่องจากเมื่อพิจารณาจาก covariance matrix (model-based) และ covariance matrix (empirical) พบว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ AR (1) เป็นโครงสร้างที่ covariance matrix มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด นอกจากนี้

การที่เลือก AR(1) correlation structure เนื่องจาก มีรายงานการใช้รูปแบบ first - order autoregressive ว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (วีระศักดิ์ และคณะ 2549 อ้างถึงใน Rajala-Schultz and Razer 2003) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธี backward elimination แสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาเฉพาะกรณี empirical standard error estimates จากสถิติทดสอบ Z-test เพื่อตรวจสอบตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตรของสุกร พบว่าค่าคงที่ (intercept) , ความยาวรอบอก (L1) , ความยาวลำตัว (L2) และความกว้างสะโพก (W2) ให้ค่า P- value น้อยกว่า 0.0001 ทุกกรณี แสดงว่าค่าคงที่ (intercept) และตัวแปรอิสระ ส่งผลต่อ

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตรของสุกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นตัวแบบอยู่ในรูปของ

$Y_i = -191.73 + 0.4292L1 + 2.8302L2 + 0.1684W2$ นอกจากนั้นจากตารางที่ 3 ค่า mean deviance มีค่าเท่ากับ 0.9877 และค่า Pearson chi - square/df มีค่าเท่ากับ 0.9887 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 แสดงว่าตัวแบบดังกล่าวเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ส่วนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อน (residual plot)

การพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบ $Y_i = -191.73 + 0.4292L1 + 2.8302L2 + 0.1684W2$ โดยพิจารณาจาก residual plot จากภาพที่ 2 d) เป็นการ plot residual กับ $\hat{Y}$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระต่อกันโดย

Table 2 Checking of multicollinearity

Variable	VIF value
L1	2.675
L2	2.567
Age	1.091
W1	1.874
W2	3.256
W3	3.435

Table 3 Parameters estimated using first – order autoregressive correlation

Correlation structure	Parameter	Estimate	Empirical			Model-based		
			Standard Error	Z	P-value	Standard Error	Z	P-value
First-order autoregressive correlation	Intercept	-191.73	5.9376	-32.20	<0.0001**	2.7215	-70.25	<0.0001**
	L1	0.4292	0.0762	5.63	<0.0001**	0.0332	12.94	<0.0001**
	L2	2.8302	0.1681	16.84	<0.0001**	0.0720	39.31	<0.0001**
	W2	0.1684	0.0480	4.13	<0.0001**	0.0395	4.26	<0.0001**
Mean Deviance			0.9877		Pearson chi – square/df		0.9887	

** significant (P-value < 0.01)

กระจายรอบ ๆ ค่า 0 ภาพที่ 2 e) เป็นการตรวจสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาเบื้องต้นจากกราฟ พบว่าการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และจากสถิติทดสอบ Kolmogorov – Smirnov ได้ค่า P- value เท่ากับ 0.014 ดังนั้นความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยพิจารณาจากค่าวัดความเหมาะสมของตัวแบบด้วย mean deviance , Pearson chi – square/df และ residual plot พบว่าตัวแบบ

$$Y_i = -191.73 + 0.4292L1 + 2.8302L2 + 0.1684W2 \quad (1)$$
 เป็นตัวแบบที่เหมาะสม จากสมการที่ (1) สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อความยาวรอบอกของสุกร (L1) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 0.4292 กิโลกรัม เมื่อความยาวลำตัวของสุกร (L2) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 2.8302 กิโลกรัม และเมื่อความกว้างสะโพกของสุกร (W2) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 0.1684 กิโลกรัม

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นผสม (linear mixed effect model)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ตัวแบบเชิงเส้นผสม โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี residual maximum likelihood (REML) ซึ่งมีโครงสร้างความสัมพันธ์เป็น AR(1) correlation หลังจากใช้วิธี backward elimination ในการคัดเลือกตัวแปร แสดงดังตารางที่ 4

จากสถิติทดสอบ Z-test เพื่อตรวจสอบตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตของสุกร พบว่าค่าคงที่ (intercept) , ความยาวรอบอก (L1) , ความยาวลำตัว (L2) และความกว้างสะโพก (W2) ให้ค่า P- value น้อยกว่า 0.0001 ทุกกรณี แสดงว่าค่าคงที่ และตัวแปรอิสระทุกตัว ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตของสุกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และตัวแบบอยู่ในรูปของ

$$Y_i = -191.16 + 0.4311L1 + 2.8271L2 + 0.1702W2 + \alpha_{oi} \quad (2)$$
 ซึ่ง สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อความยาวรอบอกของสุกร (L1) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 0.4311 กิโลกรัม ในขณะที่ความยาวลำตัวของสุกร (L2) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 2.8271 กิโลกรัม และ เมื่อความกว้างสะโพกของสุกร (W2) เพิ่มขึ้น 1 เซนติเมตร จะทำให้น้ำหนักมีชีวิตของสุกร เพิ่มขึ้น 0.1702 กิโลกรัม

นอกจากนี้จากสถิติทดสอบ Z – test เพื่อตรวจสอบความแปรปรวนร่วมของสุกรแต่ละตัว มีค่า P- value เท่ากับ 0.0501 แสดงว่าความแปรปรวนร่วม Var (α_{oi}) ของสุกรแต่ละตัวไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

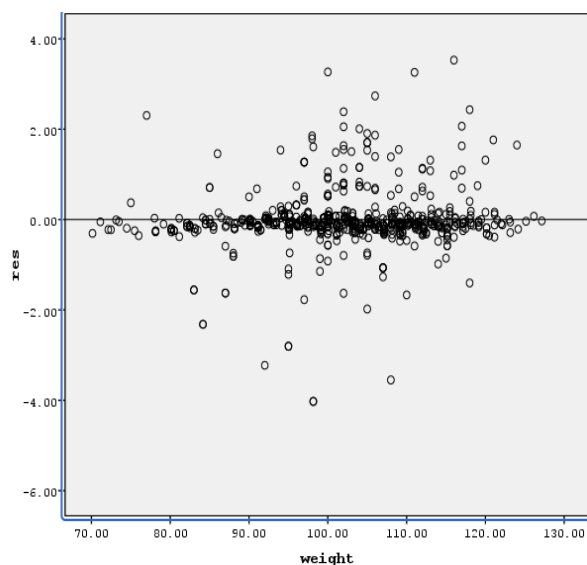
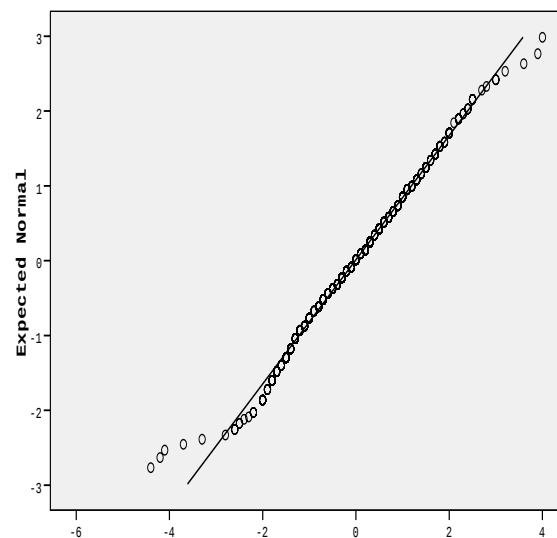
อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

ในการศึกษานี้พบว่าตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีทั้งหมด 3 ตัวแปรได้แก่ ความยาวรอบอก (L1) ความยาวลำตัว (L2) และความกว้างสะโพก (W2) ซึ่งค่าประมาณพารามิเตอร์โดยใช้สมการการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั่วไป กรณี empirical standard error estimates ที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์เป็น AR(1) ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกันมากกับการใช้ตัวแบบเชิงเส้นผสม จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้ง 2 วิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่นหากต้องการสร้างสมการน้ำหนักมีชีวิตในภาพรวมของประชากรสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 วิธี แต่ถ้าหากต้องการสร้างสมการน้ำหนักมีชีวิตในหน่วยย่อยของสุกรแต่ละตัว จะต้องเลือกใช้วิธีที่ 2 คือ ตัวแบบเชิงเส้นผสม

สำหรับข้อมูลที่ใช้การศึกษานี้เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นผสม (linear mixed effect model) พบว่าความแปรปรวนร่วม Var (α_{oi}) ของสุกรลูกผสม แต่ละตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องสร้างสมการทำนายน้ำหนักของสุกรแต่ละตัวเนื่องจากจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์เช่นเดียวกันในสุกรแต่ละตัว โดยสมการทำนายจะอยู่ในรูปของ
$$Y_i = -191.16 + 0.4311L1 + 2.8271L2 + 0.1702W2 + \alpha_{oi}$$
 ซึ่งอาจจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในเทอมของค่าคงที่

(intercept) สอดคล้องกับการศึกษาของ รักปัญญา (2546) ที่เก็บข้อมูลจากสุกรลูกผสม จำนวน 450 ตัว ในพื้นที่ จังหวัดปทุมธานี โดยวัดค่าของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเพียง 1 ครั้ง (ไม่มีการวัดซ้ำ) พบว่าตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความยาวรอบอก, ความยาวลำตัว, อายุ ส่งผลต่อน้ำหนักมีชีวิตของสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรแบบการถดถอยเชิงเส้นตรง (linear regression) คือ น้ำหนักมีชีวิต = $-80.68 + 1.09(\text{ความยาวรอบอก}) + 0.23(\text{ความยาว}$

ลำตัว) + 2.03 (อายุ) อย่างไรก็ตามในการวิจัยในครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่มีการวัดซ้ำหรือข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) ซึ่งการใช้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นตรง จะวิเคราะห์ข้อมูลได้ไม่ดีพอ เนื่องจากมีอิทธิพลสุ่มจากการวัดซ้ำสุกรแต่ละตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงควรใช้สมการการประมาณค่าวางนัยทั่วไป สำหรับการใช้ตัวแบบเชิงเส้นผสม ทั้ง 2 วิธี ให้ผลไม่แตกต่างกันจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสมได้

d) Residual with $\hat{Y}$ plot

e) Normal probability plot

Figure 2 Analysis for appropriate model using residual plot

Table 4 Parameter estimating using Residual Maximum Likelihood (REML)

Parameter	Estimate	Standard Error	Z	P-value
Intercept	-191.16	2.7358	-69.88	<0.0001**
L1	0.4311	0.03335	12.92	<0.0001**
L2	2.8271	0.07237	39.06	<0.0001**
W2	0.1702	0.03974	4.28	<0.0001**
$\text{Var}(\alpha_{oi})$	0.02589	0.01579	1.64	0.0501*
-2 Log Likelihood	615.8			

** significant (P-value < 0.01) * significant (P-value < 0.05)

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2541. ข้อมูลเศรษฐกิจการปศุสัตว์ ประจำปี 2541. หน้า 2- 3. ใน : รายงานข้อมูลเศรษฐกิจการปศุสัตว์ 2541 . กรมปศุสัตว์.
- วีรศักดิ์ ปัญญาพรวิทยา, ขวัญชัย เครือสุคนธ์, อ้อมฤทัย ทอگی และ ทวีศาสตร์ ตันกิตยานนท์. 2549. การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์จากโปรแกรมสุขภาพโคนมระดับฝูงการศึกษาเปรียบเทียบ 3 ปี. *เชียงใหม่สัตวแพทยสาร*. 4(2) : 107 – 115.
- รักปัญญา ธนอมวงศ์วัฒนะ. 2546. สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม. *วารสารเกษตร*. 19(2) : 160 – 161.
- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. 2002. *Applied Logistic Regression* . 2nd ed. New York : John Wiley & Sons. 345 pp.
- Kutner, M. K., Nachtsheim C.J., Neter J. and William L.I. 2005. *Applied Linear Statistical Models*. 5th ed. Mcgraw.Hill companies. 1396 pp.
- Shoukri, M. M. and Chaudhary, M. A. 2007. *Analysis of Correlated Data with SAS and R*. Taylor & Francis Group,LLc. 295 pp.
- Myers, R. H., Montgomery, D. and Vining, G. G. 2002. *Generalized Linear Models*. New York : John Wiley & Sons. 342 pp.
-

ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นต่อ การย่อยได้ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ

Effects of Using Palm Kernel Cake in Concentrate on Digestibility and Rumen Ecology of Goats

อารีย์วรรณ มีแสง^{1/} ปิ่น จันจุฬา^{1/} วันวิสาข์ งามผ่องใส^{1/}
และอภิชาติ หล่อเพชร^{2/}
Areewan Mesang^{1/} Pin Chanjula^{1/} Wanwisa Ngampongsai^{1/}
and Apichart Lawpetchara^{2/}

Abstract: Five goats with average liveweight 20 ± 1 kg were randomly assigned according to a 5x5 Latin Square Design to receive 5 concentrate diets containing 15, 25, 35, 45 and 55% PKC, respectively. Plicatulum hay was offered on *ad lib* basis. Based on this experiment, there were no significant differences ($P > 0.05$) among treatments regarding DM intake, whereas apparent digestibilities of DM, OM, CP, NDF and ADF were lower ($p < 0.01$) at the high inclusion rate of PKC (45 and 55% PKC). pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, BUN and blood glucose were similar among treatments ($P > 0.05$). It could be concluded that the optimal level of PKC in concentrate should be 15-35 % for goat fed with plicatulum hay.

Keywords: Palm kernel cake, feed intake, rumen fermentation, goat, nutrient digestibility

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90110

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90110

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90110

^{2/} Small Ruminant Research and Development Center, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90110

บทคัดย่อ: การศึกษาได้กระทำในแพะน้ำหนักเฉลี่ย 20 ± 1 กิโลกรัม ใช้แผนทดลองแบบ 5×5 จตุรัสลาติน ให้ได้รับอาหารชั้น 5 สูตรที่มีระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15, 25, 35, 45 และ 55% ตามลำดับ และได้รับหญ้าพลีแคทูลัมแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดของวัตถุดิบทั้งหมักรวมกัน (P>0.05) แต่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ผนังเซลล์ และเซลลูโลสแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) โดยกลุ่มที่ 4 และ 5 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดและกลูโคสในเลือดมีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ 15-35% ในสูตรอาหารชั้นสำหรับแพะ

คำสำคัญ: กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน แพะ การย่อยได้ของโภชนา

คำนำ

อาหารสัตว์นับว่าเป็นปัจจัยหลักของต้นทุนการผลิตสัตว์ ปัจจุบันประเทศไทยต้องสูญเสียเงินในการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างประเทศ โดยเฉพาะปลาป่น ข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อเป็นการสนับสนุนการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรให้มีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยการใช้ทรัพยากรอาหารที่มีศักยภาพภายในท้องถิ่นหรือภายในประเทศมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เช่น กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นต้น ปาล์มน้ำมัน (*oil palm, Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชยืนต้นที่มีการปลูกได้เฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นของโลก (เส้นรุ้ง 10° N-S) ปัจจุบันมีการปลูกใน 42 ประเทศ สำหรับประเทศไทย พื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายตัวอย่างมาก จากประมาณ 1,844,266 ไร่ ในปี พ.ศ. 2547 เป็น 3,246,130 ไร่ ในปี พ.ศ. 2551 โดย 95 เปอร์เซ็นต์อยู่ในเขตภาคใต้ ซึ่งจังหวัดที่มีพื้นที่การปลูกมาก คือ กระบี่ 965,809 ไร่ สุราษฎร์ธานี 915,255 ไร่ และจังหวัดอื่นๆ เช่น ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ ได้ผลผลิตมากกว่า 9,264,655 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) และมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอีก ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม ได้แก่ กากปาล์ม (*oil palm meal, OPM*) และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (*palm kernel meal, PKM* หรือ *palm kernel cake, PKC*) เป็นต้น ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันนี้เป็นส่วนที่ได้จากการกระเทาะเอากะลาออกไปแล้วมาอัดน้ำมัน จึงมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง (CP 18-19%, EE 5% และ CF 13% ตามลำดับ) (สุธา และเสาวนิต, 2544) สามารถใช้เป็น

แหล่งของโปรตีน และพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ แพะ และแกะได้ดี สุมิตรา (2543) รายงานว่า สามารถใช้เศษเหลือจากคอรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียได้ถึง 45% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะถูกผสม แต่ที่ระดับ 30% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบสูงที่สุด สอดคล้องกับ พิชัย (2534) ที่รายงานว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบของอาหารลดลง (P<0.05) และอัตราการเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลง ในกลุ่มที่เสริมอาหารชั้นที่มีกากปาล์มน้ำมันมากกว่า 30% อย่างไรก็ตาม ข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับระดับการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับสูง (>50%) โดยเฉพาะในแพะยังมีจำกัด ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับต่างๆ ในสูตรอาหารแพะต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง แผนการทดลอง และการเตรียมอาหารทดลอง

ใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์เพศผู้ อายุ 15-16 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20 ± 1 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว ทำการสุ่มให้ได้รับทรัพยากรตามแผนการทดลองแบบ 5×5 จตุรัสลาติน (5×5 Latin square design) โดยได้รับอาหารชั้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15, 25, 35, 45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทุกสูตรคำนวณให้มีระดับโภชนา

ตามความต้องการของแพะ ตามคำแนะนำของ NRC (1981) คือมีโปรตีน 15% และ TDN 77-80% (ตารางที่ 1)

แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกศึกษาการย่อยได้ (metabolism crate) ซึ่งเดียวกพื้นที่จำนวน 5 คอก มีรางอาหารหยาบ อาหารชั้น และที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า ทำการทดลอง 5 ช่วง ๆ ละ 21 วัน ซึ่งประกอบด้วย ระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยในระยะปรับตัวให้แพะได้รับหญ้าฟลิแคททุ้มแห้งแบบเต็มๆ เสริมอาหารชั้นตามกลุ่มทดลองในระดับ 2% ของน้ำหนักตัว วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. ทำการวัดปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทั้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวันเพื่อหาปริมาณการกินได้ ส่วนในระยะทดลองให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว แต่ลดปริมาณอาหารหยาบที่ให้เหลือเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่กินได้ในช่วงระยะปรับตัว

การเก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแพะ โดยชั่งน้ำหนักก่อนเข้าช่วงการทดลองและในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารชั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง อีกส่วนหนึ่งสุ่มเก็บจากแต่ละช่วงการทดลอง อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์ค่า Detergent fiber ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารปริมาณ 100 มล. ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง โดยใช้วิธีการ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันทีโดยใช้ pH meter (HANNA instruments HI 98153 microcomputer pH meter) หลังจากนั้น สุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติมน้ำ 1M H₂SO₄ จำนวน 2

มิลลิลิตร เพื่อวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH₃-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) โดยใช้เครื่อง KJELTEC AUTO 2200 Analyzer (Foss, TECATOR) เก็บตัวอย่างเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงของการให้อาหารในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 3 มล. ใส่หลอดที่มีเฮพาริน (heparinized) เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว หลังจากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 10 นาทีและเก็บส่วนพลาสมาใส่ตู้เย็นแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์ระดับยูเรียในเลือด (blood urea-nitrogen, BUN) (Crocker, 1967) นอกจากนี้ ทำการเก็บมูลและปัสสาวะทั้งหมด (total collection) เป็นเวลา 5 วันติดต่อกันในช่วงท้ายของการทดลอง แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีและคำนวณหาการย่อยได้ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง 5x5 Latin Square Design โดยใช้ Proc GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และศึกษาแนวโน้มการตอบสนองของการเพิ่มระดับ PKC ด้วยวิธี Orthogonal polynomial (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งมีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 1) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง (DM) ถ้าวรวม อินทรีย์วัตถุ (OM) และโปรตีนหยาบ (CP) ใกล้เคียงกัน โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง

Table 1 Chemical composition of the experimental diets, plicatulum hay and palm kernel cake

Item	Palm kernel cake (PKC) levels in concentrate (%) ¹					Plicatulum	Palm
	T1(15)	T2(25)	T3(35)	T4(45)	T5(55)	hay	kernel cake
Ingredients composition, %							
Palm cake kernel, PKC	15.00	25.00	35.00	45.00	55.00	-	-
Corn meal, CM	59.75	58.11	50.41	42.25	28.80	-	-
Soybean meal, SBM	15.54	5.64	2.89	0.17	-	-	-
Rice bran, RB	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-
Urea	-	1.00	1.10	1.20	1.20	-	-
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
Mineral mix ²	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
Molasses	1.46	2.00	2.00	2.00	5.00	-	-
Palm oil	-	-	0.35	1.13	1.75	-	-
Sulfur	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-
Chemical composition, % on DM basis							
DM ³	88.54	88.61	88.726	88.876	88.78	92.16	95.90
Ash	5.74	5.43	5.46	5.75	6.41	8.28	3.90
OM	94.26	94.57	94.54	94.25	93.59	91.72	96.10
CP	15.89	15.76	15.83	15.48	15.56	3.04	14.20
EE	3.22	4.19	4.82	6.74	7.80	0.21	9.40
NSC ⁴	43.36	36.96	33.03	24.44	19.04	6.28	3.63
NDF	31.79	37.66	40.86	47.59	51.19	82.19	68.87
ADF	13.29	18.69	22.63	28.37	32.72	54.01	52.68
ADL	4.72	6.28	8.20	9.32	11.05	8.84	14.73
Hemicellulose ⁵	18.50	18.97	18.23	19.22	18.47	28.19	16.19
Cellulose ⁶	8.57	12.41	14.43	19.05	21.67	45.17	37.95

¹ T₁ = Level of PKC 15%, T₂ = Level of PKC 25%, T₃ = Level of PKC 35%, T₄ = Level of PKC 45%, T₅ = Level of PKC 55%.

² Minerals and vitamins (each kg contains): Vitamin A: 10,000,000 IU; Vitamin E: 70,000 IU; Vitamin D: 1,600,000 IU; Fe: 50 g; Zn: 40 g; Mn: 40 g; Co: 0.1 g; Cu: 10 g; Se: 0.1 g; I: 0.5 g.

³ DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; EE: ether extract; NSC: non structural carbohydrate; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; ADL: acid detergent lignin.

⁴ Estimated: NSC = 100-(CP+NDF+EE+Ash)

⁵ Estimated: Hemicellulose = NDF-ADF

⁶ Estimated: Cellulose = ADF-ADL

15.48-15.89% (2.47-2.54% N) ขณะที่ ไขมัน (EE) อยู่ในช่วง 3.22-7.80% เยื่อใย (CF) อยู่ในช่วง 8.77-16.11% ผนังเซลล์ (NDF) อยู่ในช่วง 31.79-51.19% เซลลูโลส (ADF) และลิกนิน (ADL) อยู่ในช่วง 13.29-32.72 และ 4.72-11.05% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เมื่อพิจารณาค่าคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (NSC) พบว่ามีค่าลดลงตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งความแตกต่างของ NSC และองค์ประกอบสารเยื่อใย อาจเนื่องมาจาก ความแตกต่างของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร โดยเฉพาะกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีองค์ประกอบสารเยื่อใยค่อนข้างสูงมากกว่า 15% สูงกว่ารายงานของ McDonald *et al.* (1988) ทั้งนี้เพราะส่วนประกอบทางโภชนาการของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิด และพันธุ์ของปาล์มน้ำมัน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การจัดการ และกรรมวิธีในการสกัดไขมัน เป็นต้น ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้มาจากการบวรสกัดไขมันแบบวิธีกล (mechanical extraction) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) กากผลปาล์มทั้งผล หรือกากปาล์มน้ำมัน และ 2) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ซึ่งอาจมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น กะลา และเปลือกนอกของผลปาล์ม จึงเหมาะที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (NRC, 1978)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลีแคทูลัมแห้ง (plicatulum hay, PH) ที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 1) มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของอนันต์ (2548) ที่รายงานว่าหญ้าพลีแคทูลัมแห้งมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 2.90-2.99% แต่ต่ำกว่ารายงานของ Chanjula and Ngampongsai (2009) ซึ่งมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 3.36-3.62% ขณะที่ค่า NDF และ ADF ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุของพืชที่ตัดมาทำแห้ง ความหนาแน่นของพืช ส่วนของพืช ความถี่ในการเก็บเกี่ยว การชะล้าง ปัจจัยแวดล้อมที่พืชอาศัยอยู่ ฤดูกาล และสภาพอากาศ เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยปกติพืชจะมีคุณค่าอาหารสูงในช่วง

ที่กำลังเจริญเติบโต และจะลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น (สายัณห์, 2548)

ปริมาณการกินได้ของอาหาร

การใช้สูตรอาหารชั้น ที่มีระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันต่างกัน (15, 25, 35, 45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ต่อปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake, VFI) (วัตถุแห้ง) ของอาหารในแพะลูกผสมพื้นเมืองไทยแต่ละกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลีแคทูลัมแห้ง (ตารางที่ 2) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งในแง่ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (kg/d, %BW และ g/kg $W^{0.75}$) ปริมาณการกินได้ของอาหารชั้น และปริมาณการกินได้ทั้งหมดทั้งที่คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย (kg/d) และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW) หรือกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแมแทบอลิก (g/kg $W^{0.75}$) แม้ว่าเมื่อคิดเป็นหน่วยใน 2 กรณีหลังจะมีแนวโน้มลดลงในรูปแบบโค้งกำลังสอง (Q , $P= 0.06$ และ 0.10 ตามลำดับ) ตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารชั้นก็ตาม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบลดลงแต่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนา

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ DM, OM, CP, CF, NDF และ ADF ของแพะทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหาร (ตารางที่ 3) ปรากฏว่า ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ 4 และ 5 (45 และ 55% PKC) ที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) สอดคล้องกับ พิชัย (2534) ที่รายงานว่า การเสริมอาหารชั้นที่มีส่วนประกอบของกากปาล์มน้ำมันมากกว่า 30% ของวัตถุแห้ง ทำให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง ($P<0.05$) ขณะที่ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองแอ่งโกลน 50% (สุมิตร, 2543) ทั้งนี้เนื่องจาก ระดับเยื่อใยและไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับ PKC ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (ตารางที่ 1) ทำให้การย่อยได้ลดลง โดยเฉพาะ NDF, ADF และ ADL มีสหสัมพันธ์ในเชิงลบกับ

Table 2 Feed intake (kg/d) in goats fed plicatulum hay and concentrates containing various level of palm kernel cake

Item	Palm kernel cake (PKC) levels in concentrate (%) ¹					SEM	Contrast P-value ²	
	T1(15)	T2(25)	T3(35)	T4(45)	T5(55)		L	Q
DMI, kg/d								
Plicatulum hay, kg/d	0.256	0.298	0.294	0.244	0.232	0.03	0.29	0.18
%BW	0.94	1.08	1.09	0.92	0.88	0.08	0.26	0.08
g/kg W ^{0.75}	21.49	24.76	24.91	20.76	19.93	1.88	0.26	0.10
Concentrate, kg/d	0.512	0.530	0.514	0.504	0.508	0.01	0.76	0.86
%BW	1.88	1.94	1.92	1.88	1.91	0.03	0.97	0.55
g/kg W ^{0.75}	42.98	44.24	43.65	42.78	43.37	0.46	0.82	0.65
Total DMI, kg/d	0.768	0.828	0.808	0.748	0.740	0.03	0.45	0.41
DMI, %BW	2.82	3.02	3.02	2.80	2.79	0.09	0.30	0.06
DMI, g/kg W ^{0.75}	64.47	68.99	68.56	63.54	63.30	1.97	0.28	0.10

¹ T₁ = Level of PKC 15%, T₂ = Level of PKC 25%, T₃ = Level of PKC 35%, T₄ = Level of PKC 45%, T₅ = Level of PKC 55%.

² L = linear, Q = quadratic.

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

ปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของอาหาร (Hart and Wanapat, 1992) นอกจากนี้ ปริมาณไขมันที่มากกว่า 4-5% ในสูตรอาหาร อาจส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก และการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (bacterial growth) ในกระเพาะรูเมน สอดคล้องกับรายงานของ Griinari *et al.* (1998) ที่พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่ มากกว่า 2 พันธะ (PUFA) มีผลในทางลบต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการย่อยได้ของเยื่อใยมากกว่า กรดไขมันอิ่มตัว (SFA) หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีจำนวนพันธะคู่เพียงหนึ่งพันธะ (MUFA) เนื่องจาก กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ และลดการย่อยได้ของเยื่อใยส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง (Pantoja *et al.*, 1994) ซึ่งการลดความสามารถในการย่อยเยื่อใยนี้เกิดทั้งในโคและแกะเมื่อเสริมไขมันในอาหาร (Brooks *et al.*, 1954) ซึ่ง Devendra and Lewis (1974) สรุปว่า อาจเกิดเนื่องจาก 1) ไขมันเข้าไปหุ้ม หรือเคลือบ

ผิวของเยื่อใย ทำให้จุลินทรีย์เข้าย่อยได้ยาก หรือไม่ สามารถเข้าย่อยเยื่อใยได้ 2) ไขมันอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บางชนิด เป็นผลทำให้ประชากรจุลินทรีย์ชนิดนั้น ลดลงเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน 3) กรดไขมันอาจไปมีผลต่อผนังเซลล์ (cell membrane) ของจุลินทรีย์ทำให้การทำงานลดลง และ 4) กรดไขมันสายยาวอาจไปทำปฏิกิริยากับ cation เกิดเป็น insoluble complex ซึ่งมีผลโดยตรงต่อจำนวน cation ที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ หรือมีผลทางอ้อมต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ทำให้การย่อยได้ลดลง ในแม่โคที่ได้รับอาหารที่มีไขมันเสริมในสูตรอาหารมากกว่า 4% และได้รับพืชอาหารสัตว์ต่ำทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม และผลผลิตน้ำนมลดลง 30 และ 35% ตามลำดับ (Griinari *et al.*, 1998) ทำนองเดียวกับปริมาณการกินได้ของโคชนะที่ย่อยได้ของ OM, CP, NDF, CF และ ADF ของแพะทุกกลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้น กลุ่มที่ 4 และ 5

Table 3 Apparent digestibility and Digestible nutrient intake in goats fed plicatum hay and concentrates containing various level of palm kernel cake

Item	Palm kernel cake (PKC) levels in concentrate (%) ¹					SEM	Contrast P-value ²	
	T1(15)	T2(25)	T3(35)	T4(45)	T5(55)		L	Q
Apparent digestibility, %								
DM	72.11 ^{ab}	75.62 ^a	72.11 ^{ab}	68.27 ^{bc}	63.77 ^c	1.71**	0.005	0.11
OM	73.48 ^{ab}	76.78 ^a	74.62 ^{ab}	69.97 ^{bc}	65.72 ^c	1.62**	0.005	0.09
CP	69.28 ^a	72.83 ^a	70.18 ^a	63.64 ^b	58.73 ^c	1.55**	0.001	0.03
CF	63.84 ^{ab}	67.60 ^a	64.56 ^{ab}	56.41 ^{bc}	50.06 ^c	2.68**	0.001	0.06
NDF	64.00 ^a	69.96 ^a	66.18 ^a	63.73 ^a	57.48 ^b	2.01*	0.06	0.05
ADF	54.32 ^{abc}	62.17 ^a	58.56 ^{ab}	52.32 ^{bc}	48.05 ^c	2.47*	0.05	0.04
EE	79.61 ^b	87.87 ^a	88.04 ^a	91.05 ^a	90.14 ^a	1.26**	0.001	0.06
Estimated energy intake ³								
ME Mcal/d	2.05 ^{ab}	2.28 ^a	2.13 ^{ab}	1.86 ^{bc}	1.72 ^c	0.08**	0.11	0.19
ME Mcal/kg DM	2.61 ^{ab}	2.74 ^a	2.62 ^{ab}	2.48 ^{bc}	2.32 ^c	0.06**	0.004	0.05

¹ T₁ = Level of PKC 15%, T₂ = Level of PKC 25%, T₃ = Level of PKC 35%, T₄ = Level of PKC 45%, T₅ = Level of PKC 55%.

^{a-c} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

* P<0.05; ** P<0.01.

² L = linear, Q = quadratic

³ 1 kg DOM = 3.8 Mcal ME/kg (Kearl, 1982).

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

(45 และ 55% PKC) ที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ซึ่งอาจเนื่องจาก ระดับเยื่อใยและไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับ PKC ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน (EE) พบว่า เพิ่มขึ้นตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้น (P<0.01) อาจเนื่องจาก ปริมาณการกินไขมันในอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และจากการคำนวณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Mcal/d และ Mcal/kg) พบว่า แพะทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้น กลุ่มที่ 4 และ 5 (45 และ 55% PKC) ที่มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มอื่น (P<0.01) อาจเนื่องจาก ปริมาณการกินได้ของโภชนาที่ย่อยได้ของ OM ต่ำกว่า และระดับเยื่อใยและไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับ PKC ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันสามารถใช้ได้ในสูตรอาหารชั้นระดับ 15-35%

โดยไม่มีผลทำให้ปริมาณการกินได้ทั้งหมด สัมประสิทธิ์การย่อยได้ ปริมาณการกินได้ของโภชนาที่ย่อยได้ หรือ สมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง อย่างไรก็ตาม พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของมีค่าโภชนาเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มที่ 2 ที่ระดับการทดแทน 25% PKC เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ

อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมน

ผลของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารแพะต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนของแพะในแต่ละช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร (ตารางที่ 4) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ในแต่ละกลุ่ม โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของอุณหภูมิในกระเพาะรูเมนค่อนข้างคงที่ (39.3-39.5 °C) ซึ่งเป็นระดับที่ปกติ และเหมาะสมต่อการทำงานของ

จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (38-40 °C) (Van Soest, 1994) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH ภายในกระเพาะรูเมนของแพะในแต่ละช่วงเวลาก็ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเช่นกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างคงที่ (6.22-6.53) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเยื่อใย (cellulolytic bacteria) และย่อยสลายโปรตีน (6.0-7.0) สอดคล้องกับรายงานของเมธา (2533) ที่รายงานว่า ระดับ pH ที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 6.5-7.0 และเมื่อเปรียบเทียบค่า pH ระหว่างช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร พบว่า ค่า rumen pH ลดต่ำลง (6.18-6.31) ในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร ซึ่งอาจเนื่องมาจากเป็นช่วงเวลาที่เกิดกระบวนการหมักสูงสุด

ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสดเลือด

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 14.14-16.71 mg/dL (ตารางที่ 4) และค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม 10-30 mg/dL (Ferguson *et al.*, 1993) สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ทำนองเดียวกับ Preston and Leng (1987) ที่รายงานว่า ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนคือ 5-25 mg/dL อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ ชนิดของอาหาร โดยเฉพาะแหล่งคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีนที่กินได้ (Lewis, 1975) ศักยภาพในการเกิดกระบวนการหมักของอาหาร ความสามารถในการย่อยสลายได้ของโปรตีน และสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม (เมธา, 2533)

ส่วนค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสดเลือด (BUN) ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยรวมพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเช่นเดียวกัน ($P>0.05$, 15.32-17.77, 16.34-17.68

และ 15.83-17.58 mg/dL ตามลำดับ) และมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติของแพะ สอดคล้องกับ Lloyd (1982) ที่รายงานว่า ระดับปกติของ BUN ในแพะอยู่ในช่วง 11.2-27.7 mg/dL และในแกะ 8-20 mg/dL (Kaneko, 1989) ซึ่งค่าความเข้มข้นของ BUN ปกติจะผันแปรตามหลายปัจจัย เช่น อายุ สูตรอาหาร ปริมาณโปรตีนที่กินได้ และระดับของ $\text{NH}_3\text{-N}$ ในกระเพาะรูเมน สอดคล้องกับ Preston *et al.* (1965) ที่รายงานว่า ค่าของ BUN มีสหสัมพันธ์สูง (highly correlation) กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ และสัมพันธ์กับระดับการผลิตแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน

ความเข้มข้นของกลูโคสและปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสดเลือด

กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสัตว์ทุกชนิด ในสัตว์เคี้ยวเอื้องกลูโคสเป็นสารตั้งต้น ที่สำคัญในการสังเคราะห์น้ำตาลแลคโตส และกลีเซอรอล ผลของระดับการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นของแพะต่อการเปลี่ยนแปลงระดับกลูโคสในกระแสดเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยรวมพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ในแพะทั้ง 5 กลุ่ม (ตารางที่ 4) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 62.11-64.73 mg/dl และมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติของแพะคือ 50-75 mg/dL (2.77 to 4.16 mmol/L) (Kaneko, 1980) แต่ต่ำกว่ารายงานของ Chanjula *et al.* (2007a) ที่ศึกษาผลยูเรีย 4 ระดับ (0, 1, 2 และ 3%) ต่อการเปลี่ยนแปลงกลูโคสในกระแสดเลือดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหาร พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 69.4-73.8 mg/dL (3.8-4.1 mmol/L) เฉลี่ย 71.51 mg/dL (3.9 mmol/L) และมีค่าอยู่ในช่วง 69.40-72.90 mg/dL เฉลี่ย 70.74 mg/dL (3.9 mmol/L) ในแพะที่ได้รับอาหารชั้นที่ทดแทนข้าวโพดบดด้วยมันเส้นในสูตรอาหารสัตว์ (Chanjula *et al.*, 2007b) ซึ่งความผันแปรของค่ากลูโคสในกระแสดเลือดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สถานะสภาพทางสรีระของสัตว์ (Firat and Ozpinar, 1996) หรือระยะเวลาในการสูดตัวอย่าง (Hove and Halse, 1983) จากการศึกษานี้ของ Mahardika *et al.* (2000) รายงานว่า ปริมาณกลูโคสในกระแสดเลือดลดลงในช่วงชั่วโมงที่ 2 และเพิ่มขึ้นในช่วงชั่วโมงที่ 3-4 หลังการให้อาหาร

Table 4 Rumen fermentation characteristics and blood metabolized characteristics in goats fed plicatulum hay and concentrates containing various level of palm kernel cake

Attribute	Palm kernel cake (PKC) levels in concentrate (%) ¹					SEM	Contrast ²	
	T1(15)	T2(25)	T3(35)	T4(45)	T5(55)		L	Q
Temperature, °C								
0 h-post feeding	39.1	39.3	39.4	39.2	39.2	0.33	0.91	0.54
4	39.8	39.7	39.5	39.4	39.7	0.23	0.52	0.32
Mean	39.4	39.5	39.4	39.3	39.4	0.16	0.83	0.23
Ruminal pH								
0 h-post feeding	6.74	6.78	6.61	6.65	6.66	0.09	0.45	0.74
4	6.31	6.20	6.21	6.18	6.18	0.04	0.33	0.60
Mean	6.53	6.49	6.41	6.22	6.42	0.10	0.15	0.35
NH3-N, mg/dl								
0 h-post feeding	18.57	17.43	14.86	17.43	16.29	1.18	0.44	0.46
4	14.86	16.00	14.00	14.29	12.00	1.48	0.16	0.45
Mean	16.71	16.71	14.43	15.86	14.14	1.13	0.23	0.96
BUN, mg/dl								
0 h-post feeding	17.77	17.26	15.65	15.32	16.00	1.05	0.17	0.43
4	17.39	17.68	17.01	16.34	16.60	0.86	0.55	0.99
Mean	17.58	17.38	16.33	15.83	16.31	0.86	0.32	0.69
Glu, mg/dl								
0 h-post feeding	59.92	61.46	59.36	63.68	62.46	1.91	0.39	0.92
4	65.32	66.40	64.86	65.78	64.04	2.13	0.71	0.75
Mean	62.62	63.93	62.11	64.73	63.93	1.90	0.79	0.90
PCV, %								
0 h-post feeding	27.40	2.80	27.00	29.00	29.00	0.82	0.31	0.80
4	26.60	26.60	26.60	28.20	28.40	0.62	0.03	0.45
Mean	27.00	27.70	26.80	28.60	28.70	0.56	0.08	0.59

¹ T₁ = Level of PKC 15%, T₂ = Level of PKC 25%, T₃ = Level of PKC 35%, T₄ = Level of PKC 45%, T₅ = Level of PKC 55%.

² L = linear, Q = quadratic.

SEM = Standard error of the mean (n = 5).

เพราะปริมาณกรดโพธิออนิก (C_3) ในกระเพาะรูเมนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กลูโคสเพิ่มสูงสุดในช่วงที่ 3 หลังการให้อาหาร

ส่วนค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นในกระแสเลือด pack cell volume (PCV) ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมง หลังการให้อาหาร และค่าเฉลี่ยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในช่วง 26.80-28.70% ใกล้เคียงกับรายงานของ Chanjula *et al.* (2007a, b) ที่รายงานว่า ค่า PCV ของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทยแองโกลนูเบียน 50 %เพศผู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.00-29.87 และ 27.90-28.95% ตามลำดับ และอยู่ในเกณฑ์ปกติที่รายงานโดย Jain (1993) คือ 22-38% ซึ่งค่า PCV สามารถประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายแพะและสุขภาพสัตว์เบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ค่า PCV ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระดับโภชนาการที่สัตว์ได้รับและพันธุ์สัตว์ สอดคล้องกับ Rasedee *et al.* (1982) ที่รายงานว่า ค่า PCV เปลี่ยนแปลงได้ตามระดับโภชนาการที่สัตว์ได้รับ โดยโคนมที่ได้รับอาหารชั้น 1.75% ของน้ำหนักตัว มีค่า PCV มากกว่าโคนมที่ได้รับอาหารชั้น 1% ของน้ำหนักตัว นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับการชนิดของสัตว์ โดยพบว่าค่า PCV ในโคนม (35.91%) และกระบือ (38.37%) มีค่าสูงกว่าโคเนื้อ (30.37%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ทวีพร, 2544) ขณะที่แม่โคพันธุ์บราห์มันมีค่า PCV เฉลี่ย 35% (มณฑิร และคณะ, 2540) จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารชั้น ไม่มีผลต่อระดับกลูโคสในกระแสเลือดที่จะนำไปใช้ประโยชน์ และค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงที่อัดแน่นในร่างกายของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย และยังแสดงให้เห็นถึงสภาพพลังงานสมดุลในร่างกายของแพะ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานในอาหารชั้นแพะ ระดับ 15-35% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา กระบวนการหมักใน

กระเพาะรูเมน และเม-แทบอลิไทน์ในกระแสเลือดของแพะ หรือทำให้สมรรถภาพของสัตว์ด้อยลง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการใช้วัตถุดิบอาหารในท้องถิ่นการลดต้นทุนการผลิตและการเพิ่มผลผลิตกำไร อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในแพะขุน หรือแพะรีดนมในระยะต่าง ๆ ในสภาวะการเลี้ยงของเกษตรกร ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกองทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (รหัสโครงการ NAT5122020031S) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี พ.ศ. 2551 และขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์และสัตว์ทดลอง รวมทั้งคณาจารย์ นักศึกษาบัณฑิตศึกษา และบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ทวีพร พูนดุสิต. 2544. การเปรียบเทียบประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและการเจริญเติบโตของโคนม โคเนื้อและกระบือเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิชัย แซ่ไหน. 2534. การใช้กากปาล์มน้ำมันร่วมกับฟางข้าวปลูกแต่งยูเรียในอาหารแพะหลังหย่านม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มณฑิร บุญทวีสง, กฤษณ์ บุญพิทักษ์ และบรรจง จงรักษ์วัฒนา. 2540. ระดับ Pack cell Volume และโปรตีนในซีรัมแม่โคบราห์มันภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงโค 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ใน: การศึกษาโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อแก่เกษตรกรยากจน 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้. ศูนย์อำนวยการบริหารจังหวัด

- ชายแดนภาคใต้ สำนักงานปศุสัตว์เขต 9 กรมปศุสัตว์ กรมการฯ 2540. หน้า 61-71.
- เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี้พับบลิชชิง. กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา ลำภาพล. 2543. การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุธา วัฒนสิทธิ์ และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์. ว. สงขลานครินทร์ วท. 23:741-752.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรปาล์มน้ำมัน. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.oae.go.th/main.phpMfilename=agri production>. (1 กันยายน 2552).
- สายัณห์ ทัดศรี. 2548. หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อนันต์ วิษุวัณษ์. 2548. ผลของระดับอาหารชั้นต่อการใช้ประโยชน์ได้และสมดุลไนโตรเจนของโคพื้นเมืองภาคใต้ช่วงการตั้งท้องระยะกลาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium nitrate and nitrite. Anal. Chem. Acta. 32:485-493.
- Brooks, C. C., G. B. Garner, C. W. Gehrke, M. E. Medhrer and W. H. Pfander. 1954. The effect of added fat on the digestion of cellulose and protein by ovine rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 13:758-764.
- Chanjula. P., W. Ngampongsai and M. Wanapat. 2007a. Effect of levels of urea and cassava chip in concentrate on dry matter intake, ruminal ecology and blood metabolites in growing goats. Songklanakarin J. Sci. and Technol. 29:37-48.
- Chanjula. P., W. Ngampongsai and M. Wanapat. 2007b. Effects of replacing ground corn with cassava chip in concentrate on feed intake, nutrient utilization, rumen fermentation characteristics and microbial populations in goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20:1557-1566.
- Chanjula, P. and W. Ngampongsai. 2009. Effects of sago palm pith as replacement for corn grain on intake, rumen fermentation characteristics and microbial N supply of cattle fed *Paspalum plicatulum* hay. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22:378-387.
- Crocker, C. L. 1967. Rapid determination of urea nitrogen in serum or plasma without deproteinization. American J. Medical Techn. 33:361-365.
- Devendra, C. and D. Lewis. 1974. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. Anim. Prod. 19:67-75.
- Ferguson, J.D., D. T. Galligan, T. Blanchard and M. Reeves. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. J. Dairy Sci. 76:3742-3746.
- Firat, A. and A. Ozpinar. 1996. The study of changes in some blood parameters (glucose, urea, bilirubin AST) during and after pregnancy in association with nutritional conditions and litter size in ewes. Turk Veterinerlik ve Hayvancilik Dergisi. 20:387-393.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications).

- Agriculture Handbook. No. 370, USDA-ARS, Washington, D.C.
- Grinari, J. M., D. A. Dwyer, M. A. McGuire, D. E. Bauman, D. L. Palmquist and K. V. V. Nurmela. 1998. *Trans*-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81:1251-1261.
- Hart, F. J. and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffalo. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 5:617-622.
- Hove, K. and K. Halse. 1983. Energy metabolism in ruminants with special reference on ketosis and fertility. Proc. 5th Int. Conf. Prod. Dis. Farm Anim. Uppsala, Sweden, pp. 115-123.
- Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Kaneko, J. J. 1980. Appendixes. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 3rd ed. (Ed. J. J. Kaneko). New York, Academic Press.
- Kaneko, J. J. 1989. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 4th ed. Academic Press, San Diego, California.
- Lewis, D. 1975. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. J. Agric. Sci. (Camb.) 48:438-446.
- Lloyd, S. 1982. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. British Veterinary J. 138:70-85.
- Mahardika, I. G., D. Sastradipradja, T. Sutardi and I. K. Sumadi. 2000. Nutrient requirements of exercising swamp buffalo, *Bubalus bubalis* II. Details of work energy of cows and its relation to heart rate. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13:1003-1009.
- McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. 4th ed., Longman, London.
- NRC. 1978. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 5th ed. National Academy press, Washington D.C.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, dairy and meat goat in temperate and tropical countries. National Academy Press, Washington, D.C.
- Pantoja, J., J. L. Firkins, M. L. Eastridge and B. L. Hull. 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 77:2341-2356.
- Preston, T. R. and R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics. Penambull Book Armidale, Australia.
- Preston, R. L., D. D. Schnakenberg and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. J. Nutr. 86:281-287.
- Rasedee, A., J. A. Zainal, K. Ragavan and O. Halmi. 1982. The effect of high and low protein diets on block parameters in lactating Friesian cow. Kajian Vet. (Malaysia). 14:5-13.
- Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feed Through Digestibility Experiment. Athens: The University of Georgia Press. Georgia, Athens.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach. (2nd ed.). McGraw-Hill, New York.

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the
Ruminant, second ed. Cornell University
Press, Ithaca, NY.



ใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตร
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

ในฐานะ ☐ ส่วนบุคคล

☐ องค์การ/หน่วยงาน (ชื่อ).....

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

☐ แฟกซ์..... ☐ e-mail.....

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร :

.....

.....

มีความประสงค์บอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรเป็นเวลา (เห็นการเป็นสมาชิกตามระยะเวลาที่ต้องการ)

☐ สมาชิก 1 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 150 บาท

☐ สมาชิก 2 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 300 บาท

☐ สมาชิก 5 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 650 บาท

พร้อมนี้ข้าพเจ้าได้จัดส่ง ☐ ธนาณัติ ☐ ตัวแลกเงิน ☐ เงินสด มูลค่า.....บาท

ส่งจ่ายในนาม : คุณวิไลพร ธรรมตา

ที่ทำการไปรษณีย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

50200

หมายเหตุ :

1. ส่งใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรไปที่ : กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
2. ท่านที่ประสงค์จะส่งชื่อวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสั่งซื้อได้ในราคาฉบับละ 60 บาท (รวมค่าจัดส่ง)

นโยบายวารสารเกษตร: ออกตรงเวลา-พัฒนาระดับ impact factor- ผู้เขียนบทความที่ส่งลงตีพิมพ์ต้องสมัครเป็นสมาชิก

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสาร
เกษตร งานบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 27 No. 1 February 2011

Knowledge, Attitude, and Practices on Organic Fertilizer Application for Growing Rice of Farmers, Mae Suai District, Chiang Rai Province	
Yuttapon Thongprecha and Dusdee Nalampang.....	1
Effect of Fruit Bagging on Yield and Quality of Mango cv. Nam Dok Mai	
Saranya Jaiphayak and Tavatchai Radanachaless.....	11
Effect of Girdling, Monopotassiumphosphate and Ethephon on Off-season Flowering of 'Hong Huay' Litchi on Highland Growing	
Nudee Charoenkit and Pittaya Sruamsiri.....	19
Biotype Diversity of Brown Planthopper in Lower Northern Thailand	
Phuttipong Phangrerk Weerathep Pongprasert Sawai Buranapanichpan Jiraporn Kulsarin Jate Kotcharerk Suradet Palawisut and Pamorn Pattavatung.....	27
Species Diversity of Rice Insect Pests and Natural Enemies in Organic Rice Paddy Field	
Wichai Sorapongpaisal Somchai Tanasinchayakul Wongphan Promwong Chatmanee Wootisarn and Paradorn Dokchan.....	39
Efficacy of Entomopathogenic Fungi in Controlling Greenhouse Whitefly, <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood	
Siriya Kumpiro Jiraporn Kulsarin Yaowaluk Chanban and Malee Thungrabeab.....	49
Types of Solvent, Extraction Conditions and Properties of Oil from Eri-silk Pupa (<i>Samia ricini</i>)	
Tanakij Thamee and Panida Rattanapitigorn.....	59
Carcass and Beef Quality of White Lamphun and Brahman Crossbred Cattle fed with Pangola Grass	
Niraporn Chaiwang Tusanee Apichartsrungkoon Noppawan Chomchai Decho Prakotrat Kumpee Pugdeethai Wiwat Chaichum Michael Wicke and Sanchai Jaturasitha.....	69
Predicted Equation in Live -Weight of Crossbred Swine Using Generalized Estimating Equation and Linear Mixed Effect Model	
Unchalee Tonggumnead and Lily Insrisawang.....	77
Effects of Using Palm Kernel Cake in Concentrate on Digestibility and Rumen Ecology of Goats	
Areewan Mesang Pin Chanjula Wanwisa Ngampongsai and Apichart Lawpetchara.....	87

ISSN 0857-0841