



# วารสารเกษตร

## JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2554

ผลของข้าวเหนียวก้ำต่อสมรรถภาพการผลิต ปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมาและคุณภาพซากของ  
สุกรรุ่น-ขุน

วิทย์ธพงษ์ เบี้ยววงศ์ ปุณเรศวร์ รัตนประดิษฐ์ สัญชัย จตุรสิทธิ์ ทศนีย์ อภิชาติสร่างกูร

ดำเนิน กาละดี และพันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์.....101

ผลของอาหารที่ใช้ขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของแม่โคนมคัดทิ้ง

ธนาพร บุญมี สัญชัย จตุรสิทธิ์ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ จิรวัดน์ พัศระ

มิชาเอล ครอยเซอร์ และมิชาเอล วิคเค .....113

แนวทางการแก้ปัญหาไฟฟ้าแบบผสมผสานในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ของเกษตรกรใน  
ตำบลคอนแก้ว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

ณัฐพงษ์ โพธิ์ศรี รุจ ศิริสัญลักษณ์ บุศรา ลีมนิรันดร์กุล และสุนทร คำยอง.....121

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอสังทอง  
นครหลวงเวียงจันทน์ สปป.ลาว

กองแก้ว อินทวงศ์ และรุจ ศิริสัญลักษณ์.....129

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง  
ของเกษตรกรในนครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว

บุญจันทร์ มณีแสง และรุจ ศิริสัญลักษณ์.....137

ชีววิทยาของมอดพันเลื้อยและการกำจัดด้วยไอโซนินในข้าวสาร

ศิวกร เกียรติมณีรัตน์ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง และจิราพร กุลสาริน.....145

ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดและการใช้ร่วมกับดินเบาในการกำจัดมอดแบ่งจากโรงเก็บข้าวโพด

เนตรนภา ศรีสองสม เยาวลักษณ์ จันทร์บาง และไสว นูรณพานิชพันธ์.....155

อายุการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษาต่อคุณค่าทางโภชนาการบางประการของข้าวกล้องงอก  
สังข์หยดอินทรีย์

อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล นพรัตน์ มะเห และพิฑูรย์ จรูญรัตน์.....165

ผลของผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-D ต่อการเกิดแคลลัสของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

สมดังใจ สายสิงห์ทอง สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และสุชาติา เวียรศิลป์.....175

การสังเกตพฤติกรรมการเติบโตของหัวว่านจุงนางชนิด *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston

ในสภาพธรรมชาติและสภาพปลูกเลี้ยงเพื่องานขยายพันธุ์

นฤมล ไสตะ ไสระยา ร่วมรังษี และฉันทนา สุวรรณธาดา.....187

สถานะธาตุอาหารพืชของดินในสวนทุเรียนและลองกองในระบบวนเกษตร จังหวัดอุดรดิตถ์

พจนีย์ แสงมณี อำพรพรรณ พรมศิริ และอิโรดิชิ ทามูระ.....197

# 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) ให้อธิบายละเอียดวัสดุ 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)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ 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 ให้ใช้ชื่อ 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 ณัฐชา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของพื้งเขี้ย. 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) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

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

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดียสแควร์, 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.

อินันท์ มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 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 Kunapom, Assoc. Prof.
	ผศ. ดร. สุรินทร์ นิลสำราญจิต		Surin Nilsamranchit, Ph.D., Assist. Prof.
	รศ. ดร. ณัฐา โพธาภรณ์		Nuttha Potapohn, Ph.D., Assoc. Prof.
	ศ.ดร. จรัญ จันทลักขณา		Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์		Metha Wanapat, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัติย์		Angsumam Chandrapatya, Ph.D., Prof.
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Editorial Board	Vilaporn Thammata
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวณัฐนันท์ ปารมี	(Management)	Nuttanun Paramee
	นางสาวนพวรรณ นุบุญมา		Noppawan Nuboonma
	นางชโรชนีชัย 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
การขอรับ เป็นสมาชิก	ขอรับเป็นสมาชิกได้จากใบขอ รับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อ กองบรรณาธิการโดยตรง	Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร			The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

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

## บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

คำพังเพยที่ว่า เวลาและวาริไม่ยอใครจะคอยใคร เป็นความจริงเหลือเกิน ตอนนี้เวลาของปี ๒๕๕๔ ก็ผ่านมาถึงเดือนที่ ๖ หรือครึ่งปีเข้าไปแล้ว วารสารเกษตรฉบับที่ ๒ ของปีก็ถึงกำหนดออกอีกวาระหนึ่ง การออกวารสารปีละ ๓ ฉบับ ดูๆ เหมือนกับว่ามีเวลาระหว่างฉบับนานถึง ๔ เดือน แต่ความจริงแล้วระยะเวลาแค่นี้ไม่ถือว่ามากนัก เพราะเราไม่ได้มีนักเขียนประจำเหมือนวารสารประเภทอื่นๆ เราต้องรอบทความที่นักวิจัยจะส่งเข้ามา และต้องตรวจสอบ format ของการเขียนให้เป็นไปตามมาตรฐานของวารสาร ประเมินความเหมาะสมทางวิชาการขั้นต้น แล้วจึงส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิอ่านและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นจึงสรุปข้อเสนอแนะให้ผู้เขียนแก้ไข แล้วส่งกลับมาให้กองบรรณาธิการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งเป็นขั้นสุดท้าย ก่อนนำไปจัดรูปแบบสำหรับส่งโรงพิมพ์ เฉพาะขั้นตอนการตรวจแก้ส่งไปส่งมา ก่อนการจัดรูปแบบเพื่อเข้าโรงพิมพ์ก็ใช้เวลาไปแล้วประมาณ ๖ สัปดาห์ สำหรับบทความที่มีการแก้ไขไม่มากมายนัก ดังนั้นเวลา ๔ เดือน จึงเป็นเวลาที่ไม่นาน เพราะบทความแต่ละฉบับที่ส่งมาขอตีพิมพ์ ไม่ได้เข้ามาพร้อมกัน ดังนั้นถ้านักวิจัยต้องการให้บทความของตนได้รับการตีพิมพ์ในวารสารฉบับใด จึงควรวางแผนล่วงหน้า และส่งบทความมาถึงกองอย่างช้าที่สุดให้ก่อนกำหนดออกของวารสารประมาณ ๒ เดือน เช่นถ้าต้องการตีพิมพ์ฉบับเดือนมิถุนายน ก็ควรส่งเรื่องมาอย่างช้าที่สุดภายในเดือนเมษายน จึงจะแน่ใจได้ว่าเรื่องจะได้ตีพิมพ์เดือนมิถุนายน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นกับว่ามีบทความเรื่องอื่นๆ ยื่นมารอคิวก่อนหน้ามากน้อยเท่าใดด้วย เพราะในวารสารฉบับหนึ่งๆ เราจะตีพิมพ์บทความประมาณ ๙-๑๑ เรื่อง เพื่อไม่ให้จำนวนหน้าเกินกำหนดไปมาก

สำหรับวารสารเกษตรฉบับที่ ๒๗(๒) มิถุนายน ๑๕๕๔ มีบทความในสาขาพืชสวน ๒ เรื่อง พืชไร่ ๒ เรื่อง สัตวศาสตร์ ๒ เรื่อง ส่งเสริมการเกษตร ๓ เรื่อง ภูมิวิทยา ๒ เรื่อง แต่ละเรื่อง รวมทั้งสิ้นจำนวน ๑๑ เรื่อง ซึ่งบทความทั้งหมดนี้ ได้นำเสนอในรูปแบบ E-journal ในเว็บไซต์ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อเป็นบริการเสริมอีกทางหนึ่งด้วย

พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

รศ.ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ

บรรณาธิการวารสารเกษตร

ผลของข้าวเหนียวดำต่อสมรรถภาพการผลิต  
ปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมาและคุณภาพซากของ  
สุกรรุ่น-ขุน

Effects of Glutinous Purple Rice (*Oryza sativa* L.) on  
Performance, Plasma Cholesterol and Carcass Quality of  
Growing-Finishing Pigs

วิทย์พงษ์ เปี้ยวงศ์<sup>1/</sup> ปุณเรศวร รัตนประดิษฐ์<sup>1/</sup> สัญชัย จตุรสีทา<sup>1/</sup> ทศนีย์ อภิชาติสรองกูร<sup>1/</sup>  
ดำเนิน กาละดี<sup>2/</sup> และ พันทิพา พงษ์เพ็ญจันทร์<sup>1/</sup>

Wittapong Peawong<sup>1/</sup>, Punnares Ratanapradit<sup>1/</sup>, Sanchai Jaturasitha<sup>1/</sup>, Tusanee Apichartsrungkoon<sup>1/</sup>,  
Dumnern Karladee<sup>2/</sup> and Puntipa Pongpiachan<sup>1/</sup>

**Abstract:** Thirty crossbred pigs (Large white x Landrace x Duroc) with average initial weight of 30 kg were assigned to 3 dietary treatment groups (10 pigs per group) in a Completely Randomized Design (CRD). Pigs were fed diets containing different energy sources *ad libitum*. Group 1, pigs were fed basal or control diet (corn and cassava chip). Group 2 and 3, pigs were fed diets containing white broken rice and purple broken rice, respectively. They were raised until reaching 100 kg live weight and then slaughtered. The results showed that group 3 tended to be higher in feed intake and growth performance than the other 2 groups ( $P>0.05$ ). The cholesterol, triglyceride, HDL, VLDL and LDL content in plasma of all groups increased with the increasing age. For the 3<sup>rd</sup> period of plasma analysis at 79 kg live weight, group 3 pigs had lower cholesterol and LDL content in plasma than the other 2 groups ( $P<0.005$  and  $P<0.03$ , respectively). In addition, group 3 tended to have higher slaughter weight than group 1 and had higher hot carcass weight than the other 2 groups ( $P>0.05$ ). Carcass characteristics in Thai style cutting was not statistically different among groups ( $P>0.05$ ). In contrast, the US style cutting of group 3 had higher LD percentage than group 2 ( $P<0.05$ ), while groups 2 had the highest percentage of spare ribs among groups ( $P>0.05$ ).

**Keywords:** Glutinous purple rice, productive performance, carcass quality, cholesterol, pigs

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

<sup>2/</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** ใช้สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์×แลนด์เรซ×คูร์โรค) จำนวน 30 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 30 กิโลกรัม แบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 10 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) ให้สุกรได้รับอาหารที่มีแหล่งพลังงานต่างกันอย่างเต็มที่ คือ กลุ่มที่ 1 หรือกลุ่มควบคุม ได้รับอาหารพื้นฐาน โดยมีข้าวโพดและมันเส้นเป็นหลัก กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับปลายข้าวขาวและปลายข้าวเหนียวทำเป็นแหล่งพลังงาน ตามลำดับ ทำการเลี้ยงจนถึงน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอีก 2 กลุ่ม แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) ผลการวิเคราะห์พลาสมาในเลือดของสุกร พบว่า เมื่อสุกรมีอายุเพิ่มขึ้นจะมีปริมาณ คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL และ VLDL สูงขึ้น ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง เมื่อสุกรมีน้ำหนักตัว 79 กิโลกรัม ปริมาณคอเลสเตอรอลและ LDL ในกลุ่มที่ 3 มีค่าต่ำกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.005$  และ  $P<0.03$ ) ด้านคุณภาพซาก พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้าสู่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และมีแนวโน้มน้ำหนักซากอุ่นดีกว่าอีก 2 กลุ่ม ( $P>0.05$ ) การตัดแต่งซากแบบไทยพบว่าไม่มีมีความแตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ส่วนคุณภาพซากที่ตัดแต่งแบบสากล พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) ในขณะที่กลุ่มที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ซี่โครงสูงที่สุด ( $P<0.05$ )

**คำสำคัญ:** ข้าวเหนียวเก่า สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก คอเลสเตอรอล สุกร

## คำนำ

สังคมในปัจจุบันให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น คนส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนแนวคิดจากการรักษาด้วยยาเป็นการป้องกันหรือควบคุมโรคด้วยการรับประทานอาหารที่เรียกว่า “อาหารเพื่อสุขภาพ” (functional food) ซึ่งเป็นอาหารที่ประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันและรักษาโรค

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของโลก มีอาหารเพื่อสุขภาพอยู่มาก เช่น ข้าวเหนียวเก่า (*Oryza sativa* L.) ซึ่งมีสารเพื่อสุขภาพ เช่น แกมมาโอไรซานอล (gamma-oryzanol) และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) โดยแกมมาโอไรซานอลมีคุณสมบัติคล้ายกับวิตามินอี คือสามารถต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง (Dejian *et al.*, 2002) ลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารสู่ร่างกาย ลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ (Nakamura, 1996) ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในพลาสมา (Lichenstein *et al.*, 1994) ใช้ในการปรับสมดุลสภาพของสตรีวัยทอง (menopause)

(Nakayama *et al.*, 1987) และยังสามารถลดภาวะไขมันอุดตันในเส้นเลือด (atherosclerosis) รวมทั้งช่วยเพิ่มระดับของไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein; HDL) ในเลือด นอกจากนี้ยังมีผลต่อการทำงานของต่อมไธมัส ยับยั้งการลั่งกรดในกระเพาะอาหารและการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับฮอร์โมนอินซูลินของผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์, 2552) สำหรับแอนโทไซยานินเป็นสารที่ทำให้เกิดสีม่วงแดงในผักและผลไม้ มีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน จึงช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง โดยช่วยยับยั้ง (neutralize) สารที่ก่อมะเร็ง (Hou *et al.*, 2003; Konczak-Islam *et al.*, 2003) และยังช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ลดการอักเสบของแผลด้วย (Kong *et al.*, 2003) สารทั้งสองชนิดนี้จะทำงานเสริมฤทธิ์กัน จึงคาดว่าน่าจะเป็นผลดีต่อสุขภาพและคุณภาพซากของสุกร ตลอดจนสุขภาพของผู้บริโภค ที่ได้รับประทานเนื้อสุกรที่เลี้ยงด้วยปลายข้าวเหนียวเก่า

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สุกร อาหาร และแผนการทดลอง

ใช้สุกรลูกผสม 3 สาย (Duroc × Large White × Landrace) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 30 กิโลกรัม จำนวน 30 ตัว เป็นเพศเมีย 15 ตัว เพศผู้ 15 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5 × 2.0 เมตร มีรางอาหารและที่ให้น้ำสะอาดอยู่ในคอก สุ่มให้สุกรได้รับอาหารทดลอง 3 สูตร ที่มีแหล่งพลังงานต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 สูตรอาหารมาตรฐานหรือกลุ่มควบคุม ใช้ข้าวโพดและมันเส้นเป็นหลัก กลุ่มที่ 2 ใช้ปลายข้าวขาวเป็นหลัก กลุ่มที่ 3 ใช้ปลายข้าวเหนียวก้ำเป็นหลัก (ตารางที่ 1) โดยสุกรทุกตัวได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)

### การดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารสุกรรุ่นจนมีน้ำหนัก 47 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นอาหารสุกรรุ่น-ขุน เลี้ยงต่อจนสุกรมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 79 กิโลกรัม จึงเปลี่ยนเป็นอาหารสุกรขุน เลี้ยงจนกระทั่งถึงน้ำหนักตัวเฉลี่ย 100 กิโลกรัม บันทึกน้ำหนักตัวสุกรเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งชั่งน้ำหนักทุก ๆ สองสัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารของสุกรที่กินทุกตัว เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกน้ำหนัก นอกจากนี้ทำการเจาะเลือดสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งเมื่อเปลี่ยนสูตรอาหารเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ โดยวิธีของ Jung *et al.* (1975) และ Biggs *et al.* (1975) ตามลำดับ

เมื่อสุกรมีน้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ทำการอดอาหาร 8-12 ชั่วโมง และทำการฆ่าตามวิธีของ สัตยชัย (2551) แล้วบันทึกน้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) จากนั้นแช่ซากในห้องเย็น ( $3 \pm 1$  °C) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักซากเย็น (chill carcass weight) เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) ใช้ซากสุกรซีกซ้ายทำการตัดแต่งแบบไทย (Thai style cutting) สำหรับซีกขวาตัดแต่งแบบสากล (US style cutting) และบันทึกข้อมูลตามคำแนะนำของ สัตยชัย (2551)

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (2001) (version 6.12, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### สมรรถภาพการผลิต

จากตารางที่ 2 พบว่าในระยะสุกรรุ่น (น้ำหนักตัว 30-47 กิโลกรัม) ทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้แหล่งพลังงานต่างกันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ทั้งในส่วนของน้ำหนักตัวเพิ่ม (weight gain) ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (total FI) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยในแต่ละวัน (ADFI) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตราแลกน้ำหนัก (FCR) แต่พบว่า กลุ่มที่ใช้ข้าวเหนียวก้ำเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มค่าดังกล่าวดีกว่ากลุ่มอื่นที่ใช้ปลายข้าวขาวและข้าวโพด-มันเส้นเป็นแหล่งพลังงาน ตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกันกับสมรรถภาพการผลิตในระยะสุกรรุ่น-ขุน น้ำหนักตัว 47-79 กิโลกรัม ที่พบว่ากลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก้ำเป็นแหล่งพลังงาน มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีการเจริญเติบโตดีกว่าอีก 2 กลุ่ม แม้ว่าอัตราแลกน้ำหนักของกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานจะมีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มอื่นก็ตาม แต่เมื่อเข้าสู่ระยะขุน น้ำหนักเฉลี่ย 79-100 กิโลกรัม กลับพบว่ากลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มน้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินได้สูงกว่ากลุ่มอื่นสำหรับอัตราแลกน้ำหนักของทั้ง 3 กลุ่มนั้น ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เมื่อสรุปผลการเลี้ยงสุกรตลอดระยะการทดลองน้ำหนัก 30-100 กิโลกรัม พบว่า แม้ทุกกลุ่มการทดลองที่ใช้แหล่งพลังงานที่ต่างกันนั้นจะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) เนื่องจากทุกกลุ่มได้รับโภชนาใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก้ำเป็นแหล่งพลังงานก็มีแนวโน้มกินอาหารได้มากกว่าและมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารแกมมาไฮโรซานอลและแอนโทไซยานินที่มีในข้าวเหนียว

กำรที่ทําให้สุกรมีสุขภาพดี จึงมีแนวโน้มให้สมรรถภาพ การผลิตที่ดีกว่า

**Table1** Composition of experimental feed containing different energy sources fed to pigs in growing (30-47 kg), growing-finishing (47-79 kg) and finishing periods (79-100 kg)

Ingredients	Growing period <sup>1</sup>			Growing-finishing period <sup>1</sup>			Finishing period <sup>1</sup>		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Corn	46.8	0	0	50	0	0	54.2	0	0
Rice bran	1	14	14	1	15.7	15.7	1	17	17
Cassava chip	14.5	1	1	15.9	1	1	16	1.4	1.4
White broken rice	0	50	0	0	53.2	0	0	55	0
Purple broken rice	0	0	50	0	0	53.2	0	0	55
Soybean meal	27.5	24.8	24.8	24	21	21	23	22	22
Vegetable oil	3	3	3	2.3	2.1	2.1	0.2	0	0
Fish meal	5	5	5	4.8	5	5	3	2	2
Dicalcium phosphate	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5
Limestone	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lysine	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Calculated chemical composition,</b>									
Protein, %	20.2	20.3	20.6	19.03	18.8	18.76	17.6	17.4	17.4
ME (Kcal/kg)	3650	3645	3670	3606	3618	3682	3587	3614	3603
Fiber, %	3.42	3.02	3.27	3.32	3.33	3.41	4.01	3.92	4.10
Fat, %	9.22	9.33	9.47	6.95	6.11	6.10	5.42	5.27	5.48

Note: <sup>1</sup>Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

Table 2 Productive performance of pigs fed different energy sources during 30-100 kg live weight

Criteria	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
<b>Growing period (30-47 kg)</b>					
Initial weight, kg	29.9	29.9	29.1	1.77	0.819
Weight gain, kg	17.1	17.4	19.1	4.15	0.623
Total FI, kg	41.4	40.0	43.7	11.8	0.619
ADFI, kg	1.73	1.67	1.80	0.020	0.620
ADG, kg	0.712	0.725	0.797	0.007	0.623
FCR	2.42	2.36	2.31	0.016	0.771
<b>Growing - finishing period (47-79 kg)</b>					
Initial weight, kg	46.9	47.4	48.3	8.51	0.921
Weight gain, kg	30.9	32.1	32.0	2.86	0.771
Total FI, kg	76.5	74.7	78.2	17.8	0.766
ADFI, kg	2.45	2.49	2.69	0.021	0.289
ADG, kg	0.992	1.07	1.10	0.003	0.231
FCR	2.48	2.33	2.44	0.005	0.169
<b>Finishing period (79-100 kg)</b>					
Initial weight, kg	76.1	77.8	77.6	13.3	0.913
Weight gain, kg	18.9	20.6	19.6	15.7	0.937
Total FI, kg	69.5	75.5	72.0	122	0.893
ADFI, kg	2.83	2.73	2.66	0.033	0.708
ADG, kg	0.723	0.742	0.718	0.004	0.951
FCR	4.16	4.15	3.76	0.456	0.848
<b>Total (30-100 kg)</b>					
Initial weight, kg	29.9	29.9	29.1	1.78	0.819
Final weight, kg	94.7	97.8	97.8	5.20	0.370
Weight gain, kg	64.8	67.8	68.2	6.49	0.364
Total FI, kg	180	182	186	83.8	0.828
Feeding period, day	78.4	84.1	79.1	22.6	0.541
ADFI, kg	2.35	2.32	2.43	0.008	0.574
ADG, kg	0.859	0.876	0.904	0.003	0.780
FCR	2.78	2.69	2.71	0.016	0.799

Note: <sup>1</sup> Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

Table 3 Blood plasma parameters of pigs fed diets containing different energy sources

Criteria	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
<b><i>I. At 30 kg (Initial weight)</i></b>					
Total cholesterol, mg/dl.	94.5	93.9	93.0	29.7	0.955
Triglyceride, mg/dl.	63.7	64.4	63.9	19.4	0.985
HDL, mg/dl.	36.7	37.3	37.6	22.0	0.974
VLDL, mg/dl.	12.7	12.9	12.8	0.78	0.985
LDL, mg/dl.	45.1	43.5	42.9	37.66	0.948
<b><i>II. At 47 kg Live weight</i></b>					
Total cholesterol, mg/dl.	99.1	100	98.6	18.2	0.813
Triglyceride, mg/dl.	74.4	75.7	73.2	21.4	0.822
HDL, mg/dl.	42.8	41.5	44.4	8.36	0.520
VLDL, mg/dl.	14.9	15.2	14.6	0.86	0.822
LDL, mg/dl.	42.5	44.3	39.6	21.0	0.505
<b><i>III. At 79 kg Live weight</i></b>					
Total cholesterol, mg/dl.	107 <sup>a</sup>	104 <sup>a</sup>	99.6 <sup>b</sup>	5.94	0.005
Triglyceride, mg/dl.	84.1	82.0	80.6	9.68	0.422
HDL, mg/dl.	43.2	44.9	47.1	12.7	0.466
VLDL, mg/dl.	16.8	16.4	16.1	0.39	0.442
LDL, mg/dl.	47.2 <sup>a</sup>	43.0 <sup>a</sup>	36.8 <sup>b</sup>	11.36	0.003
<b><i>IV. At 100 kg (Final weight)</i></b>					
Total cholesterol, mg/dl.	113	112	109	5.11	0.062
Triglyceride, mg/dl.	89.2	88.6	86.2	4.96	0.274
HDL, mg/dl.	57.3	57.2	57.3	9.35	0.998
VLDL, mg/dl.	17.8	17.7	17.2	0.20	0.274
LDL, mg/dl.	38.4	36.9	34.3	14.5	0.469

Note: <sup>1</sup> Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

<sup>a,b</sup> Mean within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

### คุณภาพซากสุกร

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะซากของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานหรือกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 1) เทียบกับกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงาน (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวเหนียวก้ำเป็นแหล่งพลังงาน (กลุ่มที่ 3) พบว่าสุกรกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้าฆ่าและน้ำหนักซากอุนดีกว่าสุกรกลุ่มที่ 1 แต่มีน้ำหนักเข้าฆ่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 2 ส่วนด้านเปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาของไขมันสันหลัง ความยาวซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในขณะที่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของสุกรในกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 และมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์หัวต่ำกว่ากลุ่มอื่นด้วย อวัยวะภายในของสุกรกลุ่มที่ 2 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 3 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปอดที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) คือ เท่ากับ 1.63 และ 1.33% ตามลำดับ ด้านเปอร์เซ็นต์ม้ามพบว่าการที่สุกรกลุ่มที่ 3 ต่ำที่สุด ( $P<0.002$ ) รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 0.207, 0.206 และ 0.171% ตามลำดับ ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ลำไส้เล็ก กลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.01$ ) คือ เท่ากับ 2.75 และ 2.15% ตามลำดับ ส่วนอวัยวะภายในอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับ Vasupen *et al.* (2008) ที่พบว่าสุกรที่ใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานมีแนวโน้มน้ำหนักเข้าฆ่าและน้ำหนักเนื้อสันดีกว่ากลุ่มที่ใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนอวัยวะภายใน หัวใจ ตับ ปอด ม้าม ไต กระเพาะ ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดย Kitpanit (1981) รายงานว่า การใช้ปลายข้าวเป็นแหล่งพลังงานในสูตรควบคุมมีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมมันสำปะหลัง Wu *et al.* (2000) รายงานว่าสุกรที่ใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นแหล่งพลังงานมีความยาวซาก ความหนาไขมัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) เมื่อเทียบกับสุกรที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงาน ขณะที่ Bell and Keith (1993) ทดลองเสริมข้าวบาร์เลย์แทนข้าวสาลีและข้าวโพดในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100% พบว่าที่ระดับ 100% ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากดีขึ้นจาก 76.7 เป็น 78.3% แต่ทำให้ความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นจาก 22.3 เป็น 26.3 มิลลิเมตรด้วย

### คุณภาพซากสุกรตัดแต่งแบบไทย

ตารางที่ 5 พบว่า สุกรกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ทางด้านเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและสามชั้นไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ขณะที่เปอร์เซ็นต์ซี่โครง คาง มันเปลง และหนังของสุกรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่น ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ไขรวม มันแข็ง และกระดูก ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ดิลก (2536) รายงานการทดลองเสริมปลายข้าวที่ระดับ 45% ในสูตรอาหารโปรตีน 18% และเสริมปลายข้าวที่ระดับ 55% ในสูตรอาหารโปรตีน 16% พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ขาหน้า ซี่โครง มันเปลง และมันแข็ง ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) แต่การเสริมปลายข้าวที่ระดับ 45% ในสูตรอาหารโปรตีน 18% ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

### คุณภาพซากสุกรตัดแต่งแบบสากล

จากตารางที่ 6 พบว่า เปอร์เซ็นต์คาง ไหล่บน สะโพกและสามชั้น ของสุกรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 แต่เปอร์เซ็นต์ไหล่ล่างของกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่น ( $P>0.05$ ) สำหรับเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกของสุกรกลุ่มที่ 3 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.048$ ) คือ 30.2 เทียบกับ 26.5% ส่วนเปอร์เซ็นต์ซี่โครงสุกรกลุ่มที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.001$ ) คือเท่ากับ 3.45, 2.84 และ 2.53% ตามลำดับ จากการศึกษาของ Camp *et al.* (2003) ในการเปรียบเทียบคุณภาพซากของสุกรที่ได้รับข้าวโพดผิวมันและข้าวโพดผิวไม่มันเป็นแหล่งพลังงาน พบว่า สุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดผิวมันมีลักษณะซากที่ยาวกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดผิวไม่มัน ( $P<0.05$ ) ขณะที่ Carr *et al.* (2005) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพดและข้าวสาลีเป็นแหล่งพลังงาน พบว่าเปอร์เซ็นต์ตัดแต่งซากและความยาวซาก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ramsey *et al.* (1990) ที่เปรียบเทียบการใช้แหล่งเมล็ดธัญพืชได้แก่ข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ พบว่าไม่มีผลต่อความยาวซากของสุกร

Table 4 Carcass characteristics of finishing pigs fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Slaughter wt., kg	94.70	97.80	97.80	5.200	0.370
Hot carcass wt., kg	72.60	74.30	75.00	4.320	0.740
Carcass percentage, %	74.20	73.20	74.20	0.715	0.522
Backfat thickness, cm	2.11	2.35	2.17	0.027	0.412
Carcass length, cm	77.70	79.40	77.40	2.890	0.523
Loin eye area, cm <sup>2</sup>	44.80	44.60	46.00	1.840	0.609
Lean cut, %	59.50	59.80	59.80	0.222	0.900
Head, %	5.75	5.73	5.63	0.036	0.828
Blood, %	3.49	3.64	3.83	0.058	0.459
Internal organ ;					
<b>Lung, %</b>	<b>1.43<sup>a,b</sup></b>	<b>1.63<sup>a</sup></b>	<b>1.33<sup>b</sup></b>	<b>0.011</b>	<b>0.050</b>
Heart, %	0.419	0.435	0.373	0.001	0.144
Liver, %	1.880	1.840	1.750	0.011	0.509
<b>Spleen, %</b>	<b>0.207<sup>a</sup></b>	<b>0.206<sup>a</sup></b>	<b>0.171<sup>b</sup></b>	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>
Empty stomach, %	0.568	0.566	0.581	0.001	0.902
Pancreas, %	0.204	0.210	0.206	0.001	0.975
Kidney, %	0.417	0.393	0.391	0.001	0.628
Leaf fat, %	0.972	1.12	0.982	0.022	0.609
<b>Empty small intestine, %</b>	<b>2.75<sup>a</sup></b>	<b>2.42<sup>a,b</sup></b>	<b>2.15<sup>b</sup></b>	<b>0.027</b>	<b>0.011</b>
Empty large intestine, %	1.910	1.910	2.150	0.015	0.128
Uterus, %	0.344	0.307	0.505	0.006	0.214

Note: <sup>1</sup>Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

<sup>a,b</sup> Mean within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

**Table 5** Carcass characteristics in Thai style cutting of finishing pig fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Loin, %	6.33	5.76	6.33	0.031	0.058
Tenderloin, %	1.03	0.971	0.904	0.007	0.399
Lean meat, %	44.5	41.2	43.3	1.760	0.215
Belly, %	10.6	10.5	10.3	0.054	0.731
Spare ribs, %	3.20	3.78	2.88	0.079	0.099
Legs, %	10.3	10.2	9.45	0.084	0.090
Jowl, %	4.07	4.46	4.06	0.052	0.356
Fat, %	9.91	11.3	11.0	0.554	0.373
Leaf fat, %	1.01	1.34	0.973	0.022	0.178
Skin, %	5.99	6.43	6.11	0.089	0.532
Bone, %	12.6	11.6	12.0	0.171	0.243

Note: <sup>1</sup>Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

**Table 6** Carcass characteristics in US style cutting of finishing pig fed diets containing different energy sources

Traits	Treatments <sup>1</sup>			SEM	P-Value
	T1	T2	T3		
Slaughter wt, kg	92.8	95.5	96.6	3.30	0.681
Hot carcass wt, kg	71.2	72.3	73.6	2.13	0.798
Chilled carcass wt, kg	68.7	69.2	71.3	2.68	0.800
Jowl, %	4.70	5.37	5.21	0.043	0.424
Boston, %	9.01	9.21	8.61	0.090	0.721
Picnic, %	11.1	9.81	10.6	0.082	0.236
Loin, %	29.1 <sup>a,b</sup>	26.5 <sup>b</sup>	30.2 <sup>a</sup>	0.328	0.048
Ham, %	24.0	25.1	23.7	0.121	0.278
Belly, %	14.5	15.8	14.5	0.141	0.333
Spare ribs, %	2.84 <sup>b</sup>	3.45 <sup>a</sup>	2.53 <sup>b</sup>	0.005	0.001

Note: <sup>1</sup>Carbohydrate sources: T1= Control (corn + cassava chip), T2= White broken rice, T3= Purple broken rice

## สรุป

การใช้ปลายข้าวเหนียวก้าเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกร มีแนวโน้มดีกว่าและมีปริมาณคอเลสเตอรอลและ LDL ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้ข้าวโพดและมันเส้น รวมทั้งกลุ่มที่ใช้ปลายข้าวขาวเป็นแหล่งพลังงาน โดยปริมาณคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ HDL VLDL และ LDL ในพลาสมาสูงขึ้นเมื่อสุกรมีอายุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้า มีแนวโน้มของน้ำหนักที่เข้ามาสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีแนวโน้มน้ำหนักซากอ่อนดีกว่าอีกสองกลุ่ม ( $P>0.05$ ) การตัดแต่งซากแบบไทยและสากล พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ได้รับปลายข้าวเหนียวก้ามีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอกสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับปลายข้าวขาวอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่าการใช้ปลายข้าวเหนียวก้าเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารช่วยทำให้เปอร์เซ็นต์ปอด เปอร์เซ็นต์มีาม และเปอร์เซ็นต์ลำไส้เล็กหลังทำความสะอาด มีขนาดเล็กลง ( $P<0.05$ ) แสดงให้เห็นว่า อวัยวะทั้ง 3 มีประสิทธิภาพสูงในการทำงาน เพราะว่าสุกรในกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

ดิลก สิงห์พันธ์. 2536. ความสัมพันธ์ของโปรตีนและระดับพลังงานต่อสมรรถนะและคุณภาพซากของสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 92 หน้า.  
ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์. 2552. ข้าวก้าอาหารเพื่อสุขภาพและยารักษาโรค [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://srn.ricethailand.go.th/srrc/fmsev/cont/kg.html> (26 เมษายน 2552).

สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 244 หน้า.  
Behall, K. M., D. J. Scholfield and J. Hallfrisch. 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 80: 1185-1193.  
Bell, J. M. and M. O. Keith. 1993. Effects of combinations of wheat, corn or hullless barley with hulled barley supplemented with soybean meal or canola meal on growth rate, efficiency of feed utilization and carcass quality of market pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 44: 129-150.  
Biggs, H. G., J. M. Erikson and W. R. Moorehead. 1975. Annual colorimetric assay of triglycerides in serum. *Clin. Chem.* 21: 437-441.  
Camp, L. K., L. L. Southern and T. D. Bidner. 2003. Effect of carbohydrate source on growth performance, carcass traits, and meat quality of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 2488-2495.  
Carr, S. N., P. J. Rincker, J. Killefer, D. H. Baker, M. Ellis and F. K. McKeith. 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 83: 223-230.  
Dejian H., B. Ou, M. Hampsch-Woodill, J. A. Flanagan and E. K. Deemer. 2002. Development of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylation of the solubility enhancer. *J. Agri. Chem.* 50: 1815-1821.  
Fernandez, M. L., M. Vergara-Jimenez, K. Conde, T. Behr and G. Abdel-Fattah. 1997. Regulation of apolipoprotein B-containing lipoprotein

- by dietary soluble fiber in guinea pigs. *Am. J. Clin. Nutr.* 65: 814-822.
- Finne-Nielsen, I. L., S. E. Rasmussen, A. Mortensen, G. Ravn-Haren, H. P. Ma, P. Knuthsen, B. F. Hansen, D. Mcphail, R. Freese, V. Breinholt, H. Frandsen and L. Dragsted. 2005. Anthocyanins increase low-density lipoprotein and plasma cholesterol and do not reduce atherosclerosis in Watanabe heritable hyperlipidemic rabbits. *Mol. Nutr. Food. Res.* 49: 301-308.
- Hou, D. X., T. Ose, S. Lin, K. Harazoro, I. Imamura, M. Kubo, T. Uto, N. Terahara, M. Yoshimoto and M. Fuji. 2003. Anthocyanidins induce apoptosis in human promyelocytic leukemia cell: Structure-activity relationship and mechanisms involved. *Int. J. Oncol.* 23:705-712.
- 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 reagent. *Clin. Chem.* 21: 1526-1540.
- Kitpanit, N. 1981. The utilization of Thai cassava root products in swine ration. Thesis, Master of Science. Tokyo University of Agriculture, Japan.
- Konczak-Islam, I., M. Yoshimoto, D. X. Hou, N. Terahara and O. Yamakawa. 2003. Potential chemopreventive properties of anthocyanin-rich aqueous extract from grape seeds. *J. Agri. Food Chem.* 47:1892-1897.
- Kong, J. M., L. S. Chai, N. K. Goh, T. F. Chai and R. Brouillard. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochem.* 64: 923-933.
- Lichenstein, A. H., L. M. Ausman, J. L. Jenner, W. Carrasco, L. J. Gualtieri, J. L. Jenner, J. M. Ordovas, R. J. Nicolosi, B. R. Goldin and E. J. Schaefer. 1994. Rice bran oil consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *Arteriosclerosis* 14(4): 549-556.
- Mekki, N., C. Dubois, M. Charbonier, L. Cara, M. Senft, A.M. Pauli, H. Portugal, A.M. Lafon and D. Lairon. 1997. Effect of lowering fat increasing dietary fiber on fasting and postprandial plasma lipids in hypercholesterolemic subjects consuming a mixed Mediterranean-Western diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 1443-1451.
- Nakamura, H. 1996. Effect of  $\gamma$ -oryzanol on hepatic cholesterol biosynthesis and fecal excretion metabolites. *Radioisotopes.* 25:371-374.
- Nakayama, S., A. Manabe, J. Suzuki, K. Sakamoto and T. Inagake. 1987. Comparative effects of two forms of  $\gamma$ -oryzanol in different sterol compositions on hyperlipidemia induced by cholesterol diet in rats. *Jp. J. Pharmacol.* 44(2): 135-143.
- Ramsey, C. B., L. F. Tribble, C. Wu and K. D. Lind. 1990. Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. *J. Anim. Sci.* 68: 148-154.
- SAS. 2001. SAS User's Guide. Statistics. SAS. Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Shinomiya, M., N. Morisaki, N. Matsuoka, Y. Zumi, A. Saito and A. Kumagai. 1983. Effect of gamma-oryzanol on lipid metabolism in rats fed high-cholesterol diet. *Tohoku. J. Exp Med.* 141: 191-197.
- Vasupen, K., C. Yuangklang, S. Wongsuthavas, P. Srenanul, J. Mitchaothai and A. C. Beynen. 2008. Effect of dietary broken rice and

- cassava chips on growth, nutrient digestibility and nitrogen retention in growing kadon pigs. *J. Food Technol.* 6(2): 92-97.
- Wilson, T. A., R. J. Nicolosi, B. Woolfrey and D. Kritchevsky. 2007. Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentration and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid hypercholesterolemic hamsters. *J. Nutr. Biochem.* 18: 105-112.
- Wu, J. F., C. S. Cheng, I. T. Yu and J. N. Hsyu. 2000. Hulless barley as an alternative energy source for growing-finishing pigs on growth performance, carcass quality, and nutrient digestibility. *Live Prod. Sci.* 65: 155-160.
- Zawistowski, J., A. Kopec and D. Kitts. 2009. Effect of a black rice extract (*Oryza sativa*, L. *indica*) on cholesterol levels and plasma lipid parameters in Wistar Kyoto rats. *J. Funct. Food* 1: 50-56.
-

# ผลของอาหารที่ใช้ขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและ คุณภาพซากของแม่โคนมคัดทิ้ง

## Effect of Finishing Diets on Growth Performance and Carcass Characteristics of Culled Dairy Cows

ธนาพร บุญมี<sup>1/</sup> สัญชัย จตุรสิทธา<sup>1/</sup> เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ<sup>1/</sup> จิรวัดน์ พัสระ<sup>1/</sup>  
มิชาเอล ครอยเซอร์<sup>2/</sup> และ มิชาเอล วิคเค<sup>3/</sup>

Thanaporn Bunmee<sup>1/</sup>, Sanchai Jaturasitha<sup>1/</sup>, Saowaluck Yammuen-art<sup>1/</sup>, Chirawath Phatsara<sup>1/</sup>,  
Michael Kreuzer<sup>2/</sup> and Michael Wicke<sup>3/</sup>

**Abstract:** This study was aimed to evaluate an effect of fattening diet on growth performance and carcass quality of culled dairy cows. Culled cows (N = 32) were kept individually and allotted to one of the four treatments. The control group (T0) was slaughtered immediately after culling-off. The other 3 groups were fed with *ad lib* corn silage (T1), 6 kg. cassava pulp + *ad-lib* corn silage (T2) and 6 kg. rough rice bran + *ad-lib* corn silage (T3). Cows fed with corn silage had the lowest average daily feed intake (10.64 vs.11.21 and 12.11 kg DM/d; P = 0.001), the highest feed : gain ratio (27.79 vs. 21.65 and 25.67; P = 0.087)) and tended to have the lowest ADG (0.38 vs. 0.51 and 0.51 kg/h/d) respectively. No treatment effect was found on average carcass percentage, carcass length, lean percentage, carcass fat percentage, bone percentage, loin eye area and KPH percentage among groups. However, the cassava group (T2) had the highest intramuscular fat (P = 0.006).

**Keywords:** Culled dairy cow, Finishing diet, Growth performance, Carcass Characteristics, Cassava pulp, Rough rice bran

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

<sup>2/</sup> ETH Zurich, Institute of Agricultural Science, Universitätsstrasse 2, CH-8092 Zurich Switzerland

<sup>3/</sup> Department of Animal Science, Georg-August University of Göttingen, Albrecht-Thaer-Weg 3, 37075 Göttingen, Germany.

**บทคัดย่อ:** การทดลองขุนอาหารเป็นเวลา 80 วัน แก่โคนมเพศเมียคัดทิ้งเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากได้แบ่งแม่โคเป็น 4 กลุ่ม (กลุ่มละ 8 ตัว แยกขังคอกละ 1 ตัว) ได้แก่ กลุ่มที่ฆ่าทันทีหลังจากปลดระวาง (TO) กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดหมักเต็มที (T1) กลุ่มที่ได้รับกากมันสำปะหลัง 6 กิโลกรัมร่วมกับข้าวโพดหมักเต็มที (T2) และ กลุ่มที่ได้รับรำหยาบ 6 กิโลกรัมร่วมกับข้าวโพดหมักเต็มที (T3) พบว่าปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันและอัตราการแลกน้ำหนักของแม่โค นมทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.001$  และ  $P = 0.087$ ) โดยกลุ่มที่ให้ข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียวมีปริมาณการกินได้น้อยที่สุด (10.64 เทียบกับ 11.21 และ 12.11 kg DM/d) ตามลำดับ และมีอัตราการแลกน้ำหนักร้อยละต่ำที่สุด (27.79 เทียบกับ 21.65 และ 25.67) ตามลำดับ และยังมีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดด้วย (0.38 เทียบกับ 0.51 และ 0.47 กก./ตัว/วัน) ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับในด้านของคุณภาพซากคือ ค่าเปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซาก ปริมาณเนื้อแดง ปริมาณไขมันในซาก ปริมาณกระดูก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และ เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต แต่กล่ามนเนื้อของโคกลุ่มที่ได้รับกากมันสำปะหลังมีปริมาณไขมันแทรกมากกว่ากล่ามนเนื้อจากโคกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.006$ )

**คำสำคัญ:** โคนมเพศเมียคัดทิ้ง อาหารโคขุน สมรรถภาพการผลิต ลักษณะของซาก กากมันสำปะหลัง รำหยาบ

## คำนำ

ปัจจุบัน ผู้บริโภคนิยมบริโภคเนื้อโคที่มีคุณภาพดี แต่เนื้อโคคุณภาพดีที่ผลิตได้ในประเทศไทยยังมีไม่เพียงพอ จึงต้องมีการนำเข้าเนื้อโคจากต่างประเทศ จากข้อมูลเศรษฐกิจปศุสัตว์พบว่า ปริมาณนำเข้าเนื้อโค-กระป๋องสดแช่เย็นแช่แข็ง ในปี 2552 รวมทั้งหมด 2,001.09 ตัน มูลค่า 88.78 ล้านบาท (กลุ่มงานวิจัยเศรษฐกิจปศุสัตว์, 2552) นับว่าเป็นการเสียเปรียบทางด้านดุลการค้าอย่างมาก ดังนั้นจึงเริ่มมีการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคที่จะนำมาใช้บริโภคภายในประเทศให้มีคุณภาพดีขึ้นทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ แต่ก็ยังอยู่ในวงจำกัด เนื่องจากยังมีผู้ประกอบการที่สามารถผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพเทียบเท่าเนื้อโคจากต่างประเทศอยู่น้อยราย ซึ่งในประเทศไทยยังมีโอกาสที่จะพัฒนาอีกมาก โดยยังมีโคนมเพศเมียคัดทิ้ง จำนวนประมาณ 4,500 ตัวต่อปี (กลุ่มงานวิจัยเศรษฐกิจปศุสัตว์, 2552) ที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพเนื้อก่อนการเข้าโรงฆ่า เกษตรกรต้องขายเนื้อในราคาถูก ต่ำกว่าราคาซื้อขายโดยทั่วไป ดังนั้นจึงนับว่าเป็นโอกาสที่จะพัฒนาขึ้นมาทดแทนการนำเข้าเนื้อจากต่างประเทศได้หากสามารถหาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ มาปรับปรุงให้ได้เนื้อโคที่มีคุณภาพดีขึ้น ชัยณรงค์ (2529) รายงานว่า เนื้อที่มีคุณภาพดีตรงกับความต้องการของผู้บริโภคนั้นจะขึ้นอยู่กับ พันธุ์โค อายุโค

ปริมาณไขมันแทรก วิธีการขุน และการจัดการหลังการฆ่า โดยการให้อาหารพลังงานสูงเป็นเวลานาน ๆ นั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งในการศึกษาของ Vestergaard *et al.* (2007) พบว่า สามารถเพิ่มคุณภาพซากของโคนมเพศเมียคัดทิ้งได้ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มไขมันแทรกในกล่ามนเนื้อและความน่ารับประทานของเนื้อเมื่อนำมาทำสเต็กได้อีกด้วย (Miller *et al.*, 1987 และ Cranwell *et al.*, 1996) งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำผลพลอยได้ทางการเกษตรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น มาทำการขุนแม่โคนมคัดทิ้งเพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อที่มีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและยังสร้างกำไรให้ผู้เลี้ยงอีกด้วย

## อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้โคนมเพศเมียคัดทิ้งลูกผสม Holstein-Friesian จำนวน 32 ตัว ที่มีอายุและจำนวนรอบการให้นมที่ใกล้เคียงกัน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 8 ตัว ดังนี้ 1. กลุ่มควบคุม (TO) ฆ่าทันทีหลังปลดระวาง 2. ให้ข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียว (T1) 3. ให้กากมันสำปะหลัง 6 กิโลกรัม ร่วมกับ ข้าวโพดหมัก (T2) และ 4. ให้รำหยาบ 6 กิโลกรัม ร่วมกับ ข้าวโพดหมัก (T3) โดยกลุ่ม T1-T3 ได้รับข้าวโพดหมักอย่างเต็มที (*ad libitum*) ซึ่งข้าวโพดหมักที่ให้เป็นต้นข้าวโพดหวานหลังเก็บฝักแล้ว จึงทำการหมัก โคนแต่ละตัวแยกขังในคอกที่มีขนาด 3 x 5

เมตร จัดให้มีน้ำกินอย่างพอเพียง ใช้ระยะเวลาในการ  
เลี้ยงประมาณ 80 วัน

#### การศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต

บันทึกน้ำหนักโคทุกตัวในวันที่ 1, 35 และ 80 ของ  
การทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่กิน และทำการเก็บ  
ตัวอย่างอาหารมาวิเคราะห์หาปริมาณ ความชื้น วัตถุแห้ง  
โปรตีน ไขมัน อินทรีย์วัตถุ เยื่อใย และเถ้า (AOAC, 1993)  
ดังแสดงในตารางที่ 1

#### การศึกษาด้านคุณภาพซาก

เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารทดลองครบ 80 วัน นำโคใน  
แต่ละกลุ่มการทดลอง เข้าฆ่า โดยอดอาหารโคก่อนอย่าง  
น้อย 12-24 ชั่วโมงแล้วชั่งน้ำหนักโคมีชีวิต (live weight)  
หลังฆ่าบันทึกน้ำหนักซากอุ่น นำซากที่ได้ไปแช่เย็นที่  
อุณหภูมิ 3 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักซากเย็น  
วัดความยาวซาก โดยวัดจากตำแหน่งซี่โครงแรกถึงหัว  
กระดูก lumbar ด้วยสายวัด จากนั้นบันทึกพื้นที่หน้าตัด  
เนื้อสัน (loin eye area) จากเนื้อสันนอกบริเวณตำแหน่ง  
ซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13 โดยใช้กระดาษลอกลาย ทำซ้ำ 2  
ครั้ง แล้วนำมาอ่านด้วยเครื่องวัดพื้นที่ (planimeter) ซึ่ง  
น้ำหนักกระดูก หนึ่ง ไขมันในซาก และ อวัยวะภายใน  
คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักมีชีวิต ทำการตัดแต่ง

ซากโคแบบไทยแล้ว บันทึกน้ำหนักของชิ้นส่วนซากทุกชิ้น  
น้ำหนักในแต่ละส่วนที่ได้นำไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของ  
น้ำหนักซากเย็น (percentage of chill carcass weight)  
(สัญญาชัย, 2550) การวิเคราะห์ปริมาณไขมันแทรกใน  
กล้ามเนื้อทำโดยใช้ตัวอย่างเนื้อสันที่บดแล้วจำนวน 5  
กรัม มาสกัดไขมันตามวิธี AOAC (1993)

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design  
(CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม  
สำเร็จรูป SAS (SAS, 1998) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ  
1. สมรรถภาพการผลิต ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของ  
ค่าเฉลี่ยของ 3 กลุ่มการทดลองไม่รวมถึงกลุ่มที่ไม่ได้รับ  
การขุนอาหาร (กลุ่มควบคุม) และส่วนที่ 2 คุณภาพซาก  
ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในทุกกลุ่มการทดลอง

#### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากตารางที่ 1 แสดงปริมาณโภชนะของอาหาร  
ทดลองพบว่า กากมันสำปะหลังมีพลังงานรวม (GE) มาก  
ที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 3,723 Kcal ตามลำดับ ส่วนข้าวโพด

Table 1 Ingredient composition (% of DM) of diets used in culled cow feeding trial

	Corn silage	Cassava pulp	Rough rice bran
DM (%)	24.80	88.90	87.60
CP (%)	6.79	2.58	5.70
EE (%)	1.35	2.50	4.81
CF (%)	31.20	13.20	12.80
Ash (%)	6.54	3.85	6.20
NDF (%)	62.80	37.60	42.10
ADF (%)	36.20	9.80	14.08
ADL (%)	8.67	3.90	4.48
GE <sup>1</sup> (Kcal)	3,655	3,723	3,315

<sup>1</sup> The data was analyzed by using bomb calorimeter.

หมักมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือมีค่า 6.79 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง รองลงมาคือ รำหยาบ และกากมันสำปะหลัง (5.70 และ 2.58 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ในขณะที่พบว่าในรำหยาบมีปริมาณไขมันมากที่สุด รองลงมาคือ กากมันสำปะหลังและข้าวโพดหมัก (4.81, 2.50 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าปริมาณการกินได้ของกลุ่มที่ได้รับเพียงข้าวโพดหมักมีค่าต่ำกว่าในกลุ่มการทดลองอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.001$ ) สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่มีค่าน้อยที่สุดด้วย (0.38 กิโลกรัมต่อวัน) ในขณะที่การขุนด้วยกากมันสำปะหลังมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่น คือมีค่าเท่ากับ 0.51 กิโลกรัมต่อวัน และกลุ่มที่ได้รับรำหยาบมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.47 กิโลกรัมต่อวัน

สอดคล้องกับการทดลองของ Minchin *et al.* (2009) ที่ศึกษาผลของการให้อาหารที่มีระดับพลังงานที่แตกต่างกันต่อคุณภาพซากของโคนมเพศเมียคัดทิ้ง พบว่า น้ำหนักตัวสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของทุก ๆ กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตต่อวันในกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้น 9 กิโลกรัมต่อวันร่วมกับหญ้าหมัก มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) คือมีค่ามากขึ้น 0.44 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ให้เพียงหญ้าสดอย่างเดียว สอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กินที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มที่เสริมอาหารชั้นในปริมาณที่สูงขึ้น สำหรับในการทดลองนี้กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณการกินได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจเนื่องมาจากความเป็นกรดในกระเพาะประกอบกับมีปริมาณความชื้นสูง จึงมีวัตถุแห้งและส่วนของเนื้ออาหารน้อยกว่า ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตใน

Table 2 Growth performance of culled cows fed with different diets

	T0	T1	T2	T3	SEM <sup>1/</sup>	P-value
Number of animals	8	8	8	8	-	-
Initial weight (kg)	-	446.62	409.14	445.50	14.65	0.639
Final weight (kg)	424.68	477.87	451.43	484.00	13.87	0.731
Weight gain		31.25	42.28	38.50	4.21	0.343
Average daily gain (kg/day)	-	0.38	0.51	0.47	0.01	0.342
Average daily feed intake (kg DM)	-	10.64 <sup>b</sup>	11.21 <sup>ab</sup>	12.11 <sup>a</sup>	0.14	0.001
FCR (Feed : Gain)	-	27.79 <sup>a</sup>	21.65 <sup>b</sup>	25.67 <sup>ab</sup>	3.70	0.087
Average feeding period (Day)	-	81.60	81.60	81.60	-	-

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ )

<sup>1/</sup> Standard error of the means.

T0 = slaughter immediately after drying-off, T1 = fed *ad-lib* corn silage, T2 = fed cassava pulp + *ad-lib* corn silage, T3 = fed rough rice bran + *ad-lib* corn silage.

กลุ่มนี้มีแนวโน้มลดลงด้วย และจากองค์ประกอบทางเคมีในอาหาร (ตารางที่ 1) ของกากมันสัปปะหลังพบว่ามีปริมาณพลังงานสูงกว่าร่าหยาบ จึงทำให้โคกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนักดีกว่ากลุ่มอื่น สอดคล้องกับ Sawyer *et al.* (2004) ที่ศึกษาผลของการให้อาหารข้นและอาหารหยาบในสัดส่วนที่ต่างกันพบว่า โคที่ได้รับอาหารพลังงานสูงในปริมาณที่มากขึ้นจะมีปริมาณการกินได้น้อยลง แต่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันเพิ่มขึ้นจาก 1.28 กิโลกรัมต่อวันในกลุ่มที่ให้อาหารหยาบ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.55 กิโลกรัมต่อวันในกลุ่มที่ให้อาหารหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ และ Swingle *et al.* (1979) ซึ่งทดลองให้อาหารพลังงานต่างกันแก่โคคัดทิ้งพบว่า ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารในกลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดีกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าด้วย (1.60 และ 1.26 กิโลกรัมต่อวัน) ขัดแย้งกับการทดลองของ Boleman *et al.* (1996) ที่ได้ศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นในแม่โคที่โตเต็มที่แล้วพบว่า การให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีนสูงจะทำให้แม่โคน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองและมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมากกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนในระดับต่ำ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (550 และ 543 กิโลกรัม และ 76 และ 72.6 ตารางเซนติเมตร) Schnell *et al.* (1997) ได้ศึกษา การให้อาหารพลังงานสูงในแม่โคนมคัดทิ้ง ในระยะเวลา ต่าง ๆ กันคือ 0, 14, 28, 42 และ 56 วัน พบว่า น้ำหนักสุดท้ายก่อนส่งโรงฆ่าของแม่โคจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) คือ เพิ่มขึ้นจาก 512 กิโลกรัมเป็น 606 กิโลกรัม เมื่อใช้เวลาให้อาหารตั้งแต่ 28 วันเป็นต้นไป

จากตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของซากพบว่า ในทุกกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในเรื่องของ น้ำหนักสุดท้ายก่อนฆ่า เปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก เปอร์เซ็นต์กระดูก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และ เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต สอดคล้องกับการทดลองของ Minchin *et al.* (2009) ที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของ น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก แต่เมื่อพิจารณาจากกลุ่มการทดลองที่ 1 ที่ไม่ได้รับการขุนอาหาร

พบว่า น้ำหนักตัวสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณไขมันในซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และ ปริมาณไขมันหุ้มไต มีแนวโน้มน้อยกว่าทุกกลุ่มการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Franco *et al.* (2009) ที่ศึกษาผลของระยะเวลาในการขุนอาหาร (0 - 60 วัน) ต่อคุณภาพซากพบว่า น้ำหนักซาก สัดส่วนของร่างกาย และระดับของไขมันที่ประเมินด้วยสายตานั้นมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยจะมีค่ามากขึ้นตามระยะเวลาในการขุนอาหารที่นานขึ้น ในทุกกลุ่มการทดลอง และสอดคล้องกับการทดลองของ Matulis *et al.* (1987) ซึ่งศึกษาผลของระยะเวลาในการขุน ต่อคุณภาพซากแม่โคคัดทิ้งพบว่า ปริมาณเนื้อแดงในทุกกลุ่มการทดลอง เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาขุนที่นานขึ้น โดยในกลุ่มที่ไม่ได้รับการขุนอาหารมีปริมาณเนื้อแดง 66.6 กิโลกรัม ในขณะที่กลุ่มที่ขุนอาหารเป็นเวลา 84 วัน มีปริมาณเนื้อแดง 85.6 กิโลกรัม และปริมาณไขมันก็เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาขุนที่เพิ่มขึ้นด้วย (เพิ่มจาก 6.3 เป็น 25.4 เปอร์เซ็นต์) ในการทดลองของ Swingle *et al.* (1979) พบว่า การให้อาหารพลังงานสูงแก่โคคัดทิ้งจะทำให้ น้ำหนักซากและกระดูกและเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) คือเพิ่มจาก 44 กิโลกรัม เป็น 115 กิโลกรัม และ 52.1 เป็น 62.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการทดลองของ Schnell *et al.* (1997) ที่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักซาก ( $p < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองที่ให้อาหารเป็นเวลา 56 วัน คือเพิ่มขึ้นจาก 256 เป็น 319 กิโลกรัม ในการทดลองนี้พบว่า พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่ให้อาหารที่เพิ่มขึ้นคือ เพิ่มจาก 63.60 เป็น 70.63 ตารางเซนติเมตร ส่วนการทดลองของ Sawyer *et al.* (2004) พบว่าน้ำหนักซากอุ่นของโคที่ได้รับการขุนด้วยอาหารข้นจะมีน้ำหนักมากกว่าโคที่ไม่ได้รับการขุนด้วยอาหารข้น (327.8 เทียบกับ 296.3 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และยังพบความแตกต่างทางสถิติของ ความหนาของไขมันสันหลัง (fat thickness) ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.81 เป็น 1.10 เซนติเมตร แต่ไม่พบความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน สอดคล้องกับการทดลองของ Vestergad *et al.* (2007) ที่พบว่า น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ขุนอาหารที่มาก

Table 3 Carcass characteristics of culled cows fed for 80 days with different diets

	T0	T1	T2	T3	SEM <sup>1</sup>	P-value
Carcass weight (kg.)	194.08	178.24	193.66	200.37	69.86	0.679
Dressing percentage (%)	45.70	37.30	42.90	41.40	47.70	0.515
Carcass length (cm)	138.00	141.00	142.00	137.00	11.70	0.264
Skin (%)	15.40	13.90	13.20	13.40	11.50	0.86
Kidney (%)	0.25	0.23	0.23	0.27	0.01	0.62
Lung (%)	1.49	1.74	1.54	1.60	0.60	0.73
Heart (%)	0.44	0.36	0.40	0.39	0.29	0.79
Liver (%)	1.33	1.20	1.08	1.23	0.16	0.46
Spleen (%)	0.23	0.20	0.17	0.20	0.01	0.29
Tongue (%)	0.33	0.33	0.34	0.34	0.02	0.92
KPH (%)	1.01	2.27	5.88	1.43	15.10	0.42
Lean (%)	54.30	53.40	53.60	55.10	6.72	0.897
Fat (%)	20.80	23.80	22.40	21.80	4.20	0.626
Bone (%)	20.00	18.00	18.80	17.50	6.00	0.624
Trim (%)	3.52	3.64	3.99	3.87	1.08	0.415
Loin eye area (cm <sup>2</sup> )	74.10	87.90	80.50	86.00	75.70	0.284
Intramuscular fat (%)	3.38 <sup>b</sup>	3.98 <sup>b</sup>	6.69 <sup>a</sup>	4.21 <sup>b</sup>	1.71	0.006

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Standard error of the means.

T0 = slaughter immediately after drying-off, T1 = fed *ad-lib* corn silage, T2 = fed cassava pulp + *ad-lib* corn silage, T3 = fed rough rice bran + *ad-lib* corn silage.

ขึ้น (จาก 248 เป็น 337 กิโลกรัม และ 45.1 เป็น 48.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

สำหรับปริมาณไขมันในเนื้อนั้นพบว่า ในกลุ่มการทดลองที่ให้กากมันสัปปะหลังมีปริมาณไขมันในเนื้อ มากกว่ากลุ่มอื่น คือมีค่าเท่ากับ 6.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับรำหยาบ ข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารตามลำดับ (4.21, 3.98 และ 3.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Schnell *et al.* (1997) และ Faulkner *et al.* (1989) ที่พบว่า การเสริมอาหารพลังงานสูงแก่แม่โคนม คัดทิ้งในระยะเวลาที่มากขึ้นจะทำให้มีปริมาณไขมันแทรกในเนื้อเพิ่มขึ้น (เพิ่มขึ้นจาก 5.04 เปอร์เซ็นต์ เป็น

9.72 เปอร์เซ็นต์ ที่ 56 วัน และเพิ่มขึ้นจาก 2.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 13.95 เปอร์เซ็นต์ ที่ 84 วัน ตามลำดับ) ทั้งนี้ เนื่องมาจากการให้กากมันสัปปะหลัง รำหยาบ เสริมลงไป ในอาหารของโคนมเพศเมียคัดทิ้งนั้น เป็นการให้พลังงาน ที่มากกว่าระดับความต้องการเพื่อการดำรงชีพของโค ดังนั้นพลังงานที่เหลือจึงถูกนำไปสร้างเป็นไขมันใน กล้ามเนื้อเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองต่อไป (Minchin *et al.*, 2009)

ส่วนประกอบของซากรวมทั้งเปอร์เซ็นต์ของ อวัยวะภายในและนอกของโคนมเพศเมียที่เลี้ยงด้วย อาหารแต่ละชนิดจะไม่มีมีความแตกต่างกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 3 สอดคล้องกับการทดลองของ Minchin *et al.*

(2009) ที่พบว่า การให้อาหารชั้นพลังงานสูงในระยะเวลาที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ส่วนประกอบของซากแตกต่างกัน และการทดลองของ Apple (1999) ที่รายงานว่า ไม่พบความแตกต่างในเรื่องของน้ำหนักของอวัยวะภายในและนอกของโคนมเพศเมียคัดทิ้งที่มีสัดส่วนของร่างกาย (Body condition score) ที่แตกต่างกัน

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การขุนแม่โคนมคัดทิ้งโดยใช้ต้นข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียว ทำให้โคกินอาหารได้น้อยกว่ากลุ่มที่เสริมกากมันสั้มปะหลังและรำหยาบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.001$ ) และในกลุ่มการทดลองที่ให้กากมันสั้มปะหลังมีแนวโน้มทำให้อัตราการแลกน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด เช่นเดียวกับคุณภาพซากน้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ และค่าปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของกลุ่มการทดลองที่ให้กากมันสั้มปะหลังจะมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P = 0.006$ ) คือมีค่าเพิ่มขึ้น 3.31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการขุนอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่าไม่ว่าจะใช้กากมันสั้มปะหลังหรือรำหยาบเป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงให้แก่โคนมเพศเมียคัดทิ้งก็จะทำให้มูลค่าของเนื้อโคเพิ่มขึ้นได้ไม่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากกากมันสั้มปะหลังมีราคาถูกกว่ารำหยาบ (3.50 เทียบกับ 4.50 บาท ตามลำดับ) จึงควรใช้กากมันสั้มปะหลังเป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงในการเลี้ยงขุนให้แก่โคนมเพศเมียคัดทิ้ง เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) Alexander von Humboldt Foundation และบริษัทเชียงใหม่เฟรชมิลค์ จำกัด

### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยเศรษฐกิจปศุสัตว์. 2552. ข้อมูลเศรษฐกิจปศุสัตว์ประจำปี 2552. สำนักพัฒนาการปศุสัตว์และการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมปศุสัตว์ 75 น.
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ 276 น.
- สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2550. การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์มิ่งเมือง. เชียงใหม่. 171 น.
- AOAC. 1993. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.
- Apple, J. K. 1999. Influence of body condition score on live and carcass value of cull beef cows. *J. Anim. Sci.* 77: 2660-2669.
- Boleman, S. J., R. K. Miller, M. J. Buyck, H. R. Cross and J. W. Savell. 1996. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility and sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* 74: 2187-2194.
- Cranwell, C. D., J. A. Unruh, J. R. Brethour and D. D. Simms. 1996. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. *J. Anim. Sci.* 74: 1777-1787.
- Faulkner, D. B., F. K. Mckeith, L. L. Berger, D. J. Kesler and D. F. Parrett. 1989. Effect of testosterone propionate on performance and carcass characteristics of heifers and cows. *J. Anim. Sci.* 67: 1907-1915.
- Franco, D., E., Bispo, L., Gonzalez, J. A. Vazquez and T. Moreno . 2009. Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein- Friesian cull cows. *Meat Sci.* 83: 484-491.
- Matulis, R. J., F. K. Mckeith, D. B. Faulkner, L. L. Berger and P. George. 1987. Growth and

- carcass characteristics of cull cows after different times on feed. *J. Anim. Sci.* 65: 669-676.
- Miller, M. F., H. R. Cross, J. D. Crouse and T.G. Jenkins. 1987. Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Sci.* 21: 287-293.
- Minchin, W., F. Buckley, D. A. Kenny, F. J. Monahan, L. Shalloo and M. O'Donovan. 2009. Effect of grass silage and concentrate based finishing strategies on cull dairy cow performance, carcass and meat quality characteristics. *Meat Sci.* 81: 93-101.
- SAS Institute. 1996. SAS User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sawyer, J.E., C.P. Mathis and B. Davis. 2004. Effects of feeding strategy and age on live animal performance, carcass characteristic and economics of short-term feeding programs for culled beef cows. *J. Anim Sci.* 84: 3646-3653.
- Schnell, T.D., K.E. Belk, J.D. Tatum, R.K. Miller and G.C. Smith. 1997. Performance, carcass and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42 or 56 days. *J. Anim. Sci.* 75: 1195-1202.
- Swingle, R.S., C.R. Roubicek, R.A. Wooten, J.A. Marchell and F.D. Dryden. 1979. Realimentation of cull range cows. I. Effect of final body condition and dietary energy level on rate efficiency and composition of gains. *J. Anim Sci.* 48: 913-918.
- Vestergaad, M., N.T. Madsen, H.B. Bligaard, L. Bredahl, P.T. Rasmussen and H.R. Andersen. 2007. Consequences of two or four month of finishing feeding of culled dry dairy cows on carcass characteristics and technological and sensory meat quality. *Meat Sci.* 76: 635-643.
-

# แนวทางการแก้ปัญหาไฟป่าแบบผสมผสานในพื้นที่ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยของเกษตรกรใน ตำบลดอนแก้ว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

## Integrated Approach for Solving Forest Fire Problems in Doi Suthep-Pui National Park Area, of Farmers in Donkeaw Sub-district, Mae Rim District, Chiang Mai Province

ณัฐพงษ์ โพธิ์ศรี<sup>1/</sup> รุจ ศิริสัญลักษณ์<sup>1/</sup> บุศรา ลิ้มนิรันดรกุล<sup>1/</sup> และ สุนทร คำยอง<sup>2/</sup>  
*Nattapong Posee<sup>1/</sup>, Ruth Sirisunyaluck<sup>1/</sup>, Budsara Limnirankul<sup>1/</sup> and Soontorn Khamyong<sup>2/</sup>*

**Abstract:** Qualitative research methodology completed with descriptive statistics, were applied for this study. Content analysis was employed as data examination. As for the part of descriptive statistics, the techniques for research analysis were percentage, arithmetic mean, minimum, maximum and standard deviation respectively.

The result of the part of qualitative research based on the situation of forest fire showed that the situation was severed and influenced people considerably. Conditions and factors of forest fire problem were divided into two issues: excessive exploitation by local people and lack of cooperation between government sector and the community. For the solution, it was necessary to reconcile understandings between the concerned authorities and the community, as well as to improve financial support management for the forest fire protection. However, communities' unification and participation in forest fire protection remained intangible in practice.

The result of the part of descriptive statistics showed that local farmers greatly aware of the situation of forest fire and carbon emission which had been leading to air-pollution and effecting to the environment. With regards to the condition or factor of forest fire occurrence, the farmers agreed that it was because of the exploitation of the burned forest area for wild products. For the solution of forest fire problems, farmers agreed in many issues, such as raising campaign for stimulating local youth to protect their beloved forest, and strictly implementing forest fire law. For the problems and obstacles in solving forest fire in the area, it was found that the crucial problems was the difficulties in arresting illegal intruders who managed to escape.

**Keywords:** Guidelines for solving, forest fire, Doi Suthep-Pui National Park Area, Donkeaw Sub-district

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Agricultural Economics and Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

<sup>2/</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

**บทคัดย่อ:** การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพประกอบกับการใช้สถิติเชิงพรรณนา และใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ส่วนสถิติเชิงพรรณนาที่ใช้ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาในเชิงคุณภาพ พบว่า เกษตรกรในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยมีความคิดเห็นว่าเป็นปัจจุบัน ไฟป่ามีความรุนแรงและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดลอมขึ้น เงื่อนไขและปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาไฟป่าในพื้นที่มี 2 ประเด็นหลัก คือ การเข้าไปใช้ประโยชน์ของประชาชนและการขาดความร่วมมือในการจัดการของภาครัฐและชุมชน ส่วนแนวทางในการแก้ไข ปัญหาไฟป่าจะต้องมีการปรับทัศนคติร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับชุมชน และการจัดการสนับสนุนในด้านงบประมาณในการป้องกันไฟป่า ส่วนด้านการรวมกลุ่มและการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการไฟป่าพบว่ายังขาดความชัดเจนในการดำเนินการป้องกันปัญหาไฟป่า

ผลการศึกษาจากสถิติเชิงพรรณนาพบว่า เกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าการเกิดปัญหาไฟป่าและหมอกควันทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนเงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟป่าเกษตรกรเห็นด้วยว่ามีสาเหตุเนื่องมาจากการเผาพื้นที่ป่าเพื่อการเก็บหาของป่า ด้านแนวทางการแก้ไขปัญหาไฟป่าเกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่งในหลายประเด็น เช่น ควรรณรงค์การปลูกจิตสำนึกให้กับเยาวชนให้มีความรักและผูกพันกับพื้นที่ป่า และการใช้มาตรการกฎหมายที่รุนแรง ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่พบว่าปัญหาที่สำคัญคือ การจับกุมผู้กระทำผิดทำได้ยากเนื่องจากเส้นทางเข้าป่ามีหลายเส้นทาง

**คำสำคัญ:** แนวทางแก้ปัญหา ไฟป่า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย ตำบลดอนแก้ว

## คำนำ

ปัญหาไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้น ทำให้พื้นที่ป่าไม้ที่มีอยู่เสื่อมโทรมลงทุกปี ซึ่งปริมาณของพื้นที่ป่าที่เสียหายนั้นก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ ในพื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้เคียงตามมาและการเกิดไฟป่าในพื้นที่หนึ่งๆ ไม่เพียงจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่เท่านั้น แต่ยังคงส่งผลเสียหายคลอบคลุมต่อสิ่งแวดล้อมของโลกอีกด้วย (ศิริ, 2543)

จังหวัดเชียงใหม่มีอุทยานแห่งชาติหลายแห่งและอุทยานแห่งชาติเหล่านี้ก็ประสบปัญหาไฟป่าทุกปี อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยก็เช่นเดียวกันโดยเฉพาะตำบลดอนแก้วที่เป็นชุมชนใกล้เคียงและมีพื้นที่ส่วนหนึ่งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงในการเกิดปัญหาไฟป่า ที่ผ่านมา ปัญหาไฟป่าได้สร้างความเสียหายต่อพื้นที่ในบริเวณส่วนที่ติดกับเขตอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย คือในส่วนของหมู่ที่ 3 บ้านศาลาหัวตึงเตมา การเกิดไฟป่าในพื้นที่นี้ นับตั้งแต่ พ.ศ. 2547-2552 นั้นเกิดขึ้น 112 ครั้ง สร้างความเสียหายต่อพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่ 532 ไร่ (สถานีควบคุมไฟป่าเชียงใหม่, 2552)

โดยมีการเกิดไฟป่าสูงเป็นอันดับสองของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยสาเหตุส่วนใหญ่ของการเกิดไฟป่านี้มักมาจากการเก็บหาของป่า อย่างไรก็ตามบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาไฟป่าและได้รับผลกระทบจากไฟป่า คือ ผู้ที่อยู่อาศัยในท้องที่นั้นและมีวิถีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ป่า ซึ่งเกษตรกรก็เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มเป้าหมายที่มีความสำคัญ คนเหล่านี้จะทราบดีถึงสาเหตุ ปัญหาการเกิดไฟป่า ผลกระทบที่ชุมชนได้รับจากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นรวมถึงวิธีการที่เหมาะสมในการป้องกันไฟป่า และอาจมีความคิดที่ดีในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาการเกิดไฟป่าที่เหมาะสมกับชุมชนและวิถีชีวิตของตนเอง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา

- 1) สถานการณ์ความรุนแรงของการเกิดปัญหาไฟป่าในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในพื้นที่ ตำบลดอนแก้ว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่
- 2) วิเคราะห์เงื่อนไขและปัจจัยในการเกิดไฟป่าในมุมมองของเกษตรกรในพื้นที่ และองค์กรที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
- 3) ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาไฟป่าของเกษตรกรในพื้นที่

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตการณ์ และสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก ตัวแทนเกษตรกรจากกลุ่มต่างๆ และทำการสนทนากลุ่มเพื่อทราบถึงสถานการณ์และการเกิดปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 ตอน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อสถานการณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาไฟฟ้า ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อเงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟฟ้า แนวทางการแก้ปัญหาไฟฟ้า ปัญหาและอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ และข้อเสนอแนะของเกษตรกร และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (สุวิมล, 2546)

### วิธีการ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ประกอบกับการใช้สถิติเชิงพรรณนาควบคู่กันในการทำวิจัย โดยประชากรเป้าหมายในการวิจัยในเชิงคุณภาพ ได้แก่ ตัวแทน ผู้นำเกษตรกรในพื้นที่ตำบลตอนแก้ว จำนวน 30 ราย เจ้าหน้าที่จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงใหม่ เจ้าหน้าที่จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เจ้าหน้าที่จากสถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงใหม่ ตัวแทนจากสำนักงานส่งเสริมการท่องเที่ยวอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า และตัวแทนจากองค์การบริหารส่วนตำบลตอนแก้ว ส่วนประชากรที่ใช้ในการศึกษาสถิติเชิงพรรณนาคือ เกษตรกรในตำบลตอนแก้ว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 221 ราย ผู้วิจัยกำหนดขนาดตัวอย่าง จำนวน 143 ราย ตามวิธีการของ Yamane(1967) ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างผู้ประกอบอาชีพการเกษตรมาจากประชากรจากหมู่บ้านทั้ง 10 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านบ่อปู้ บ้านดอนแก้ว บ้านศาลา

บ้านป่าแะ บ้านพระนอน บ้านป่ารวก บ้านสันเหมือง บ้านชะเยือง บ้านสบสา-หนองฟาน และบ้านพระเจ้านั่งโกน

### ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างพบว่า ในด้านการได้รับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าพบว่า ร้อยละ 47.60 ได้รับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องทางผู้นำชุมชน ร้อยละ 60.80 ไม่เคยได้รับการฝึกอบรมการให้ความรู้และการป้องกันเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและไฟฟ้า ร้อยละ 64.30 ไม่เคยเข้าร่วมการช่วยเหลือป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟฟ้า และร้อยละ 44.10 ไม่เคยเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่า มีเพียงร้อยละ 29.40 เท่านั้นที่เข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเพื่อไปเก็บหาของป่า

สถานการณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ตำบลตอนแก้วนั้นเริ่มมีผลกระทบที่รุนแรงมากขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน การที่เกิดปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ก็ส่งผลกระทบต่อคนภายในชุมชนซึ่งปัญหาที่เห็นได้ชัดในช่วงฤดูไฟป่าก็คือ สภาพอากาศที่ย่ำแย่จากปัญหาหมอกควัน ส่งผลก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพของคนในชุมชน อีกทั้งในปัญหาในส่วนของ ทัศนวิสัยในการมองเห็น แม้กระทั่งผลกระทบที่มีต่อการท่องเที่ยวที่ทำให้ นักท่องเที่ยวลดลง และจากการใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถานการณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ พบว่าประเด็นที่เกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ ประเด็นการเกิดปัญหาไฟฟ้าและหมอกควันทำให้เกิดมลพิษทางอากาศในพื้นที่ ส่วนประเด็นที่เกษตรกรเห็นด้วย เช่น ประเด็นพื้นที่ของเกษตรกรมีการเกิดปัญหาไฟฟ้าเป็นประจำทุกปี ประเด็นเกษตรกรทราบถึงผลเสียของไฟฟ้าและหมอกควันที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ประเด็นเกษตรกรได้รับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาไฟฟ้าและหมอกควันจากสื่อหรือหน่วยงานต่างๆ มีบางประเด็นที่เกษตรกรไม่แน่ใจ เช่น ประเด็นปัญหาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของเกษตรกร ประเด็นเกษตรกรมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าและหมอกควัน ส่วนในภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อสถานการณ์ไฟฟ้าในพื้นที่โดยรวมอยู่ในระดับ “เห็นด้วย”

ผลกระทบจากปัญหาไฟฟ้า ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่าเช่นการทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และความอุดมสมบูรณ์ของพื้นดิน อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนทั้งด้านสุขภาพ เช่นโรคทางเดินหายใจ รวมไปถึงผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจ และการท่องเที่ยว และจากสถิติเชิงพรรณนาพบว่า ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาไฟฟ้าเมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นด้านผลกระทบที่เกิดจากปัญหาไฟฟ้า ในทุกประเด็นเกษตรกรมีความคิดเห็นในระดับ “เห็นด้วย” ประเด็นที่สำคัญเช่น ประเด็นหมอกควันและฝุ่นละอองจากไฟฟ้าทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อคนในชุมชน ประเด็นไฟฟ้าทำให้ต้นไม้ขนาดเล็ก และต้นไม้ที่อยู่พื้นล่างตาย และประเด็นไฟฟ้าทำให้สภาพอากาศร้อนขึ้น การศึกษาด้านความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการได้รับผลกระทบของแต่ละหมู่บ้านพบว่า หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือหมู่ที่ 3 บ้านศาลา (ห้วยดิ่งเฒ่า) ส่วนหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง เช่น บ้านป่าแฉะ บ้านชะเยื้อง บ้านดอนแก้ว และหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบในระดับน้อย เช่น บ้านพระเจ้านั่งโกน บ้านป่ารวก บ้านบ่อปู้ ด้านความรุนแรงของการเกิดปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ตำบลดอนแก้ว ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 37.80 เห็นว่าความรุนแรงของการเกิดปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ตำบลดอนแก้วในปี 2552 มีมากกว่า ในทางตรงกันข้ามเกษตรกรร้อยละ 37.80 เห็นว่าความรุนแรงของการเกิดปัญหาไฟฟ้าในปี 2552 มีน้อยกว่า และร้อยละ 24.40 เห็นว่าความรุนแรงของการเกิดปัญหาไฟฟ้าพื้นที่เท่ากันกับปี 2552

เงื่อนไขและปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเด็นหลัก โดยประเด็นแรกคือ การเกิดไฟฟ้าจากการเข้าไปใช้ประโยชน์ของประชาชนทั้งในการเข้าไปเก็บหาของป่า ความประมาทเดินเล่น การกลั่นแกล้ง และการท่องเที่ยวในพื้นที่ ส่วนประเด็นที่สองนั้นเกิดจากปัญหาในการจัดการของทั้งภาครัฐและชุมชนร่วมกัน เช่น การกำหนดเส้นทางเข้าออกที่ทำให้ยากเนื่องจากมีเส้นทางเข้าออกได้หลายเส้นทาง การตรวจจับผู้ลักลอบกระทำผิด หรือแม้กระทั่งการบริหารจัดการด้านบุคลากรด้านความชำนาญของเจ้าหน้าที่และงบประมาณที่มีไม่เพียงพอ และจากผลการวิเคราะห์สถิติ

เชิงพรรณนาพบว่า เงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟฟ้า ประเด็นที่เกษตรกรเห็นด้วย คือ ประเด็นการเผาพื้นที่ป่าเพื่อการเก็บหาของป่าเช่น เห็ดชนิดต่างๆ ผักหวาน และไข่มดแดง ส่วนประเด็นที่เกษตรกรไม่เห็นใจ เช่น ประเด็นการไหม้ที่ถูกลามจากการเผาเพื่อทำแนวกันไฟ ประเด็นการเผาไร่ หรือการเผาเศษวัสดุจากการเกษตรเช่น ตอซังกิ่งไม้ และใบไม้ และประเด็นการทิ้งก้นบุหรี่หรือการจุดไฟแล้วดับไม่สนิทของนักท่องเที่ยวหรือผู้ที่เข้าไปในพื้นที่ป่า ส่วนประเด็นที่เกษตรกรไม่เห็นด้วย คือประเด็นการไหม้ที่เกิดจากสาเหตุธรรมชาติ เช่น ไฟป่า และการเสียดสีกันของกิ่งไม้แห้ง ควัน และในภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของเกษตรกรอยู่ในระดับ “ไม่เห็นใจ”

แนวทางแก้ไขปัญหาไฟฟ้าที่เสนอโดยชุมชนและหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องนั้นมีความสอดคล้องกัน ซึ่งหากมองในภาพรวมแล้วต้องเริ่มที่การปรับทัศนคติในการร่วมมือกันแก้ไขปัญหาระหว่างหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง กับชุมชน การจัดการสนับสนุนในด้านงบประมาณ การให้ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง การจัดการทรัพยากรในพื้นที่ การรณรงค์เพื่อสร้างจิตสำนึกทั้งในเยาวชนและคนในพื้นที่ รวมไปถึงการใช้กฎหมายและกฎชุมชนมาบังคับใช้ โดยแนวทางที่ดำเนินการอยู่ปัจจุบันในพื้นที่ตำบลดอนแก้ว มีการทำแนวกันไฟ การบวชป่า การสร้างฝาย การจัดเวรยามตรวจตราพื้นที่ การตั้งด่านตรวจ การกำหนดกฎของชุมชน และการใช้มาตรการทางกฎหมายบังคับ ซึ่งส่วนใหญ่มีการปฏิบัติอย่างเคร่งครัดในพื้นที่หมู่ที่ 3 บ้านศาลา - ห้วยดิ่งเฒ่า (ตารางที่ 1) และจากผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อแนวทางการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าพบว่ามีประเด็นที่เกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่ง เช่น ประเด็นควรรณรงค์การปลูกจิตสำนึกให้กับเยาวชนให้มีความรักและผูกพันกับพื้นที่ป่า ประเด็นควรใช้มาตรการกฎหมายที่มีบทลงโทษรุนแรงกับผู้ที่ฝ่าฝืนประเด็นการรณรงค์โดยใช้แรงจูงใจจากความรักและเคารพต่อพระตำหนักภูพิงคราชนิเวศน์ของคนในชุมชนในการช่วยกันสอดส่องดูแลไฟฟ้า ส่วนประเด็นที่เกษตรกรเห็นด้วย ได้แก่ ประเด็นควรมีการจัดโครงการไปไม้แลกปุ๋ย โดยให้ชุมชนหรือองค์การบริหารส่วนตำบลดอนแก้วเป็นผู้รับผิดชอบ เพื่อเป็นการลดปัญหาการเผาใบไม้และเศษ

วัสดุการเกษตรในพื้นที่ ประเด็นควรมีการขึ้นทะเบียนควบคุมชมรมนักท่องเที่ยวที่เข้ามาใช้พื้นที่ป่าเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบเมื่อมีปัญหาไฟป่าเกิดขึ้น ประเด็นควรสร้างอาชีพที่มั่นคงให้กับผู้ที่ลักลอบหาของป่าเป็นเพื่อลดปัญหาไฟป่า และในภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อแนวทางการแก้ไขปัญหาไฟป่าอยู่ในระดับ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ปัญหาและอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ได้แก่ การรวมกลุ่มและการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการไฟป่ายังขาดความชัดเจน ไม่มีการจัดตั้งกลุ่มเพื่อดำเนินการในการป้องกันไฟป่าเพื่อทำหน้าที่อย่างชัดเจน ส่วนภาครัฐมีเพียงเจ้าหน้าที่จากสถานีควบคุมไฟป่าเชียงใหม่ซึ่งไม่สามารถสอดส่องพื้นที่ได้ทั่วถึงเนื่องจากขาดแคลนบุคลากรและงบประมาณในการปฏิบัติหน้าที่ ส่วนของชุมชนที่ให้ความร่วมมือประกอบด้วยคณะกรรมการชุมชนห้วยตึงเฒ่าพร้อมด้วยกำลังทหารสนับสนุนในส่วนของสำนักงานส่งเสริมการท่องเที่ยวอ่างเก็บน้ำห้วยตึงเฒ่า และกำลังสนับสนุนจาก ศูนย์อาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน องค์การบริหารส่วนตำบลดอนแก้ว ส่วนระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อปัญหาและอุปสรรคในการ แก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ พบว่าในทุกประเด็น เกษตรกรมีความคิดเห็นในระดับ “เห็นด้วย” ประเด็นที่สำคัญเช่น ประเด็นจำนวนเจ้าหน้าที่มีไม่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ ประเด็นความรู้ความเข้าใจของคนในชุมชนเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อคนใน

ชุมชน และประเด็นขาดแคลนงบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการแก้ไขปัญหาไฟป่า

### สรุปและวิจารณ์

เกษตรกรอยู่อาศัยในพื้นที่ระหว่าง 41 - 60 ปี แสดงให้เห็นว่าอยู่ในพื้นที่มาเป็นระยะเวลาานาน ทำให้สามารถทราบถึงความเปลี่ยนแปลงหรือผลกระทบที่เกิดจากปัญหาไฟป่าที่เกิดกับชุมชนจากอดีตจนถึงปัจจุบันได้เป็นอย่างดี อีกทั้งการได้รับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับไฟป่า เกษตรกรมักรับข่าวสารจากทางผู้นำชุมชน ซึ่งนับว่ามีความใกล้ชิดและสามารถเข้าถึงเกษตรกรได้ง่ายที่สุดเนื่องจากเกษตรกรบางส่วนเป็นคณะกรรมการหมู่บ้านที่สามารถได้รับข่าวสารจากผู้นำชุมชนโดยตรง ภาครัฐจึงน่าจะอาศัยช่องทางนี้ในการประชาสัมพันธ์ข่าวสารเกี่ยวกับปัญหาไฟป่าให้มากขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับการฝึกอบรมความรู้และการป้องกันเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและไฟป่า ไม่เคยเข้าร่วมการช่วยเหลือป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่า ไม่เคยเข้าร่วมการช่วยเหลือป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่า แต่กลับเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเพื่อเก็บหาของป่า อาจเป็นเพราะคนในชุมชนยังใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าแต่เห็นความสำคัญของการป้องกันปัญหาไฟป่าในพื้นที่น้อยและยังขาดการมีส่วนร่วมกัน

Table 1 Guidelines for Solving Forest Fire Problems in Donkaew Sub-district

Solutions	Village Number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Setting counter-fire	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
2. Setting sanctuary area	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
3. Construct check dam	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
4. Manage day and night guards	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Setting checkpoint	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
6. Creating village rules	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
7. Lawful arrest and prosecution	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

การร่วมมือกันแก้ไขปัญหาระหว่างรัฐและชุมชน ซึ่งหากคนในพื้นที่สามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดและให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาส่วนรวมมากขึ้นก็จะทำให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาไฟป่า

จากการศึกษาสถานการณ์ไฟป่าในพื้นที่ทำให้ทราบถึงสถานการณ์ไฟป่าในพื้นที่ตำบลดอนแก้วจากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าการเกิดปัญหาไฟป่าในพื้นที่ตำบลดอนแก้วนั้น เริ่มมีผลกระทบที่รุนแรงมากขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา ในอดีตปัญหาไฟป่าที่เกิดขึ้นนั้นไม่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อคนในชุมชนดังเช่นปัจจุบันและการเผาในพื้นที่ป่าก็เพื่อหาของป่าตามฤดูกาล โดยผลจากการเผาเพื่อหาของป่าก็ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อคนในชุมชนมากนัก แต่สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันปัญหามีความรุนแรงมากขึ้น และได้ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของคนในชุมชน สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าเกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่งกับ ประเด็นปัญหาไฟป่าและหมอกควันทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ แต่ไม่สอดคล้องกับประเด็นชุมชนมีการจัดการในด้านขยะมูลฝอยที่ดี ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีการเผาในพื้นที่ และบางพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ป่า เช่น ประชาชนในพื้นที่ชุมชนห้วยตึงเฒ่าก็มีจิตสำนึกที่ดี และมีความเกรงกลัวต่อกฎหมายของชุมชน และกฎหมายที่บังคับ

ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาไฟป่า เกษตรกรเห็นว่าหมอกควันและฝุ่นละอองจากไฟป่าทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อคนในชุมชน โดยหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือหมู่ที่ 3 บ้านศาลา (ห้วยตึงเฒ่า) เนื่องจากมีพื้นที่ใกล้กับพื้นที่ป่าและทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ในระดับมาก เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรที่อยู่อาศัยและใช้ชีวิตประจำวันในพื้นที่ มาเป็นระยะเวลาอันนานและมีการเข้าไปเก็บหาของป่าในพื้นที่ป่า จึงสามารถทราบถึงความเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้

เงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟป่าที่เกษตรกรเห็นด้วยอย่างยิ่ง คือการเผาพื้นที่ป่าเพื่อการเก็บหาของป่า เช่น เห็ดชนิดต่างๆ ผักหวาน และไข่มดแดง เป็นเงื่อนไขและปัจจัย ซึ่งตรงกับข้อมูลการเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าของกลุ่มเป้าหมายและอาจเป็นเพราะวิถีชีวิตดั้งเดิมที่ผูกพันกับการเก็บหาของป่าเพื่อใช้ประกอบอาหารและ

ขาย นอกจากนั้นเงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟป่าที่เกษตรกรไม่แน่ใจในหลายๆ ประเด็นเช่นการเผาไร่ การทิ้งก้นบุหรี่ในพื้นที่ป่า และการเผาเพื่อแผ้วถางพื้นที่ เป็นต้น โดยสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรไม่แน่ใจอาจเป็นเพราะว่าเกษตรกรบางส่วนอยู่ไกลจากพื้นที่ปัญหาและไม่ทราบว่าบางประเด็นเป็นเงื่อนไขและปัจจัยที่ทำให้เกิดไฟป่า

แนวทางการแก้ไขปัญหาไฟป่า พบว่าเกษตรกรในพื้นที่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับการรณรงค์การปลูกจิตสำนึกให้กับเยาวชนให้มีความรักและผูกพันกับพื้นที่ป่า การเข้ามาตรวจกฎหมายที่มีบทลงโทษรุนแรงกับผู้ฝ่าฝืน และการรณรงค์โดยใช้แรงจูงใจจากความรักและเคารพต่อพระตำหนักภูผงิ้วคีราชนิเวศน์ของคนในชุมชนในการช่วยกันสอดส่องดูแลไฟป่า ฯลฯ ทั้งนี้เป็นเพราะแนวทางต่างๆ ดังกล่าวเป็นแนวทางที่เสนอโดยเกษตรกรเองที่คิดว่ามีความเหมาะสม เมื่อมีการนำมาใช้ในพื้นที่และเป็นแนวทางที่ร่วมหารือกันโดยหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องน่าจะสามารถแก้ไขปัญหาในพื้นที่ได้อย่างได้ผล ส่วนการรวมกลุ่มและการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการไฟปายังขาดความชัดเจนเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีหลายหน่วยงานรับผิดชอบประกอบด้วยพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พื้นที่ของหน่วยงานทหาร พื้นที่ของศูนย์ราชการ ทำให้ยากต่อการจัดการ อีกทั้งประชาชนในพื้นที่ที่มีระยะห่างจากพื้นที่ป่าก็ไม่ค่อยให้ความสนใจกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นเท่าที่ควร ซึ่งควรจะปรับเปลี่ยนทัศนคติในส่วนนี้ด้วยเพื่อประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาต่อไปในอนาคต ปัญหาและอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ที่เกษตรกรเห็นว่าเป็นอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ได้แก่ การที่จำนวนเจ้าหน้าที่มีไม่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาไฟป่าในพื้นที่ ความรู้ความเข้าใจของคนในชุมชนเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อคนในชุมชน และการขาดแคลนงบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการแก้ไขปัญหาไฟป่า ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมกันระหว่างคนในชุมชน และระหว่างชุมชนกับหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาไฟป่า และการที่คนในชุมชนยังเข้าไปหาของป่าและเห็นว่าการป้องกันปัญหาไฟป่ารวมถึงการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเป็นเรื่องไกลตัวจึงน่าจะส่งเสริมหรือ

ประชาสัมพันธ์เพื่อให้ทราบว่าคุณสมบัติที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดปัญหาไฟฟ้า

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอข้อเสนอแนะบางประการซึ่งได้รวบรวมจากข้อเสนอแนะของเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อชุมชนที่มีอาณาเขตติดต่อหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าอุทยาน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการกระจายข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับความรู้และผลกระทบที่ประชาชนในพื้นที่จะได้รับจากปัญหาไฟฟ้าในทุกช่องทางที่จะสามารถสื่อสารถึงประชาชนในพื้นที่ให้ได้รับข้อมูลข่าวสารโดยเฉพาะทางผู้นำชุมชนซึ่งนับว่ามีความใกล้ชิดและสามารถเข้าถึงเกษตรกรได้ง่ายที่สุด เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนเป็นคณะกรรมการหมู่บ้านที่สามารถได้รับข่าวสารจากผู้นำชุมชนโดยตรง

2. ควรมีการปฏิบัติตามมาตรการและแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าวร่วมกันอย่างจริงจังระหว่างภาครัฐกับชุมชน เพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

3. ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของเยาวชนและคนในชุมชน ให้มีความรักและผูกพันกับพื้นที่ป่าในพื้นที่โดยใช้แรงจูงใจจากความรักและเคารพต่อพระตำหนักภูพิงคราชนิเวศน์

4. มีการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจุดไฟเพื่อเผาพื้นที่ป่าโดยเคร่งครัด และมีบทลงโทษสำหรับผู้กระทำผิดอย่างชัดเจน

5. การแก้ปัญหาไฟฟ้าในพื้นที่หน่วยงานของภาครัฐและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ควรมีการประสานงานให้ชุมชนเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่หน่วยงานราชการปฏิบัติอยู่เพิ่มขึ้น เช่น การลาดตระเวนตรวจหาไฟฟ้า การแจ้งเหตุไฟฟ้า เพื่อให้ชุมชนเกิดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานของหน่วยงานราชการที่มีความยากลำบากและมีกำลังคนไม่เพียงพอ ในการดูแลพื้นที่ให้มีความทั่วถึง

6. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนควรให้ความสำคัญกับปัญหาไฟฟ้าและทรัพยากรในพื้นที่รวมทั้งให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณ เช่น การสนับสนุนการสร้างฝายซีเมนต์เพื่อสร้างความชุ่มชื้นให้กับพื้นที่ป่า เป็นต้น และเพิ่มมาตรการเฝ้าระวังโดยมีการจัดเวรยาม ในช่วงการเกิดวิกฤตปัญหาเพื่อประสิทธิภาพในการดูแลพื้นที่ป่าอย่างทั่วถึง

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- ศิริ อัครเศษศิริ. 2543. การควบคุมไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย. สำนักควบคุมไฟฟ้า กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 229 หน้า.
- สถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงใหม่. 2552. รายงานการเกิดไฟฟ้าแยกตำบล ตุลาคม 2547- สิงหาคม 2552.
- สุวิมล ติรภานันท์. (2546). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 368 หน้า.
- Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory. USA: Prentice Hall. 405 p.

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐาน  
การปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอสังทอง  
นครหลวงเวียงจันทน์ สปป.ลาว

Factors Related to Standard Practices of Organic Rice  
Production of Farmers in Sangthong District, Vientiane  
Capital, Lao PDR

กองแก้ว อินทวงศ์<sup>1/</sup> และรุจ ศิริสุนทรลักษณ์<sup>1/</sup>  
Kongkeo Inthavong<sup>1/</sup> and Ruth Sirisunyaluck<sup>1/</sup>

**Abstract:** The purposes of this research were to study 1) basic socio-economic of organic rice production farmers in Sangthong District, Vientiane Capital, Lao PDR 2) the standard practices of organic rice production of farmers 3) factors related to standard practices for organic rice production of farmers. The sample group of the research was 230 farmers in Sangthong District. The results of the research revealed that farmers had an average organic rice farming area of 8.61 rais. Most of the farmers used rain water for organic rice production. The rice variety used was "Hom Sangthong". The farmers had an average of 3.8 years of experience in growing organic rice. It was found that 40.4% of farmers complied with standard for organic rice at a high level. According to the factors related to standard practices of organic rice production of farmers, it was found that the statistically significant factors were : organic rice farming area, number of water resources, and debt. This study revealed that farmers had problems in growing organic rice at the medium level. The important problems were no access of information about organic rice production, limited amount of formal education, and the standard practice of organic rice production was complicated.

**Keywords:** Organic rice standards, Lao PDR.

---

<sup>1/</sup>ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup>Department of Agricultural Economic and Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานบางประการทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอสังขทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว 2) การปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร 3) ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ ในอำเภอสังขทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว จำนวน 230 ราย ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 8.6 ไร่ ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนในการปลูกข้าวอินทรีย์ พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกคือ ข้าวหอมสังทอง มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 3.8 ปี เกษตรกรร้อยละ 40.4 ได้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ในระดับมาก การศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอสังขทอง พบว่า มีปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร และการเป็นหนี้สิน เกษตรกรมีปัญหา และอุปสรรคในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง ปัญหาที่สำคัญคือ การไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ การมีความรู้ต่ำ และความยุ่งยากในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์

**คำสำคัญ:** มาตรฐานข้าวอินทรีย์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

## คำนำ

ในปัจจุบันกระแสการดูแลสุขภาพของประชากรในโลกเริ่มมีมากขึ้น ผู้บริโภคหันมาใส่ใจการเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัย และปราศจากสารเคมีต่างๆ ที่เป็นพิษต่อร่างกาย ในประเทศไทยสินค้าเกษตรอินทรีย์เป็นที่ต้องการทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 ต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคเริ่มคำนึงถึงสุขภาพ ความปลอดภัยและมลพิษในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (นันทิยา และคณะ, 2550)

รัฐบาลลาวโดยกรมปลูกฝังได้นำเอาโครงการปลูกข้าวอินทรีย์ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกร เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต และให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของท้องตลาด โดยการแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรประยุกต์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการใช้ปัจจัยภายนอกในการผลิต และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีต่างๆ เพื่อความปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค

ข้าวอินทรีย์มีปลูกมากในอำเภอสังขทอง นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยเฉพาะข้าวหอมสังทองซึ่งมีคุณลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น คุณภาพการกินดี (นุ่ม หอม) เฟอร์เร็นต์ของข้าวสารสูง สมรรถภาพการผลิตสูง เป็นสินค้าเพื่อบริโภคภายในประเทศ และเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ รวมทั้ง

ยังมีคุณค่าทางด้านอาหารสูง ซึ่งประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ คือ Protein 7.8%, Glucide 75.72%, Lipid 2.2%, Fiber 2.2%, Ash 0.5% และน้ำ 14% (दानิน, 2551)

การปลูกข้าวอินทรีย์ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีการลงทุนน้อย หากเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวโดยทั่วไป (รสสุคนธ์, 2548) ดังนั้นจึงเป็นที่สนใจของเกษตรกรที่จะปลูกข้าวอินทรีย์ ส่งผลให้ตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์มีการตอบรับสูง ถึงแม้ว่าข้าวอินทรีย์จะมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไปก็ตาม นับเป็นโอกาสอันดีของเกษตรกรในอำเภอสังขทองที่รัฐบาลได้ดำเนินการส่งเสริมและเผยแพร่โครงการนี้ ซึ่งเป็นจุดเริ่มของการปลูกข้าวอินทรีย์ในประเทศลาว

ในการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์นั้น เกษตรกรในอำเภอสังขทองมีปัญหาในระยะแรกของการปรับเปลี่ยนจากการปลูกแบบดั้งเดิมมาเป็นปลูกแบบนาอินทรีย์ ผลผลิตของเกษตรกรจะลดลงเนื่องจากไม่ได้ใช้ปุ๋ยเคมี เกษตรกรบางรายจึงมีความลังเลใจในการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ อีกประการหนึ่งเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เกษตรกรส่วนใหญ่ยอมรับว่าการปลูกข้าวอินทรีย์ดีกว่าการปลูกข้าวเคมีเพราะว่าการปลูกข้าวอินทรีย์ใช้ต้นทุนต่ำ และปลอดภัยจากสารเคมี เกษตรกรบางรายก็พบความยุ่งยากในการปฏิบัติตาม

มาตรฐานเกษตรอินทรีย์เนื่องจากเกษตรกรมีความรู้ต่ำ และการปลูกข้าวอินทรีย์ต้องมีการบันทึกทุกขั้นตอนในการผลิตจึงทำให้เกษตรกรบางรายไม่ประสบความสำเร็จในการปลูกข้าวอินทรีย์ (ดาเนิน, 2551)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกอินทรีย์ของเกษตรกรและเพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดจนค้นหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจแก่เกษตรกรในการปฏิบัติตามมาตรฐานข้าวอินทรีย์ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

### สมมุติฐานการวิจัย

มีปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอสังทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ แรงงานในครัวเรือน ขนาดพื้นที่ทำการเกษตร ต้นทุนในการผลิต รายได้จากการขายข้าวอินทรีย์ การเป็นหนี้สิน และปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ การได้รับข้อมูลข่าวสารการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม ประสพการณ์เกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ และปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์

### วิธีการศึกษา

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมายในการวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ 537 คน ในอำเภอสังทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 230 ราย โดยคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane (1967) ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มกระจายแบบง่าย (simple random sampling)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คือ แบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำถามแบบปลายปิด และคำถามปลายเปิด ทำการทดสอบความถูกต้องของเนื้อหา(content validity)โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานข้าวอินทรีย์ของประเทศลาวและแก้ไขเพิ่มเติมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและทดสอบความน่าเชื่อถือได้ของแบบสอบถาม โดยนำไปสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอสังทองนี้ จำนวน 25 ราย แล้วนำแบบสอบถามที่เป็นคำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ไปหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (cronbachs'alpha) ได้ค่า alpha เท่ากับ 0.8018

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้วิธีการนำแบบสอบถามไปสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอสังทอง นครหลวงเวียงจันทน์ จำนวน 230 ราย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานบางประการทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติพรรณนา อันได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และใช้สถิติการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) ในการพิสูจน์สมมุติฐาน

### ผลการศึกษา

#### 1. ข้อมูลพื้นฐานบางประการทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์

ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่(ร้อยละ 83.9) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45.6 ปี ร้อยละ 84.8 เป็นเผ่าลาวลุ่ม ร้อยละ 95.7 สมรสแล้ว เป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 86.1 เกษตรกรร้อยละ 48.3 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา รองลงมาร้อยละ 36.5 จบมัธยมตอนต้น มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 4.6 คน มีขนาดพื้นที่ในการผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 8.6 ไร่ ร้อยละ 99.6 ใช้น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำการเกษตร พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกได้แก่ข้าวหอมสังทอง คิดเป็นร้อยละ 96.1 มี

ประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 3.8 ปี เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 6.2 ครั้ง เกษตรกรใช้ต้นทุนทั้งหมดในการผลิตเฉลี่ย 9,093.39 บาท ได้ผลผลิตทั้งหมดเฉลี่ย 4,885.69 กิโลกรัม ร้อยละ 83 ปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อขายและบริโภค มีรายได้จากการขายข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 14,211.83 บาท และเกษตรกรมีหนี้สินโดยเฉลี่ย 2,577.93 บาท

## 2. สภาพการได้รับการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

จากการศึกษาแหล่งข่าวสารเกี่ยวกับการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ที่เกษตรกรได้รับ พบว่าแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์ที่เกษตรกรได้รับในระดับมากคือ เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานราชการ ( $\bar{X} = 3.88$ ) ส่วนแหล่งข่าวสารที่เกษตรกรได้รับในระดับน้อยที่สุดคือ เจ้าหน้าที่ของบริษัทเอกชน หนังสือพิมพ์เอกสารวารสารต่างๆ และเสียงตามสายในหมู่บ้าน เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งหมดแล้วเกษตรกรได้รับข่าวสารจากแหล่งต่างๆ ทั้งหมดอยู่ในระดับน้อย ( $\bar{X} = 1.98$ )

## 3. ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งมีจำนวน 30 ข้อ ไปสัมภาษณ์เกษตรกร โดยคำถามแต่ละข้อให้เกษตรกรเลือกตอบว่าได้ปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ ถ้าเกษตรกรตอบว่าปฏิบัติผู้วิจัยกำหนดคะแนนให้ = 1 คะแนน ถ้าตอบว่าไม่ปฏิบัติผู้วิจัยให้ = 0 คะแนน ดังนั้นถ้าเกษตรกรตอบว่าปฏิบัติทุกข้อจะได้คะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อพิจารณาการปฏิบัติตามในแต่ละข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ (เกินร้อยละ 80) ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ ได้แก่ การขอรับรองพื้นที่ทำนาอินทรีย์จากเจ้าหน้าที่ การปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่หลังจากเจ้าหน้าที่มาตรวจเยี่ยมแปลงนาอินทรีย์แล้ว การให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบเมื่อพื้นที่นายังไม่ผ่านการปรับเปลี่ยนจากนาเคมีให้กลายเป็นนาอินทรีย์ การแยกสถานที่เก็บรักษาผลผลิตข้าวอินทรีย์ไว้ต่างหาก การไถกลบดินก่อนหรือหลังการปลูกข้าวอินทรีย์ การ

ได้รับการตรวจสอบ และรับรองมาตรฐานปลูกข้าวอินทรีย์ หลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป การบันทึกกิจกรรมการปลูกข้าวอินทรีย์ และการแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบเมื่อมีการลดหรือขยายพื้นที่แปลงนาอินทรีย์

แต่ยังมีบางข้อหรือบางประเด็นที่เกษตรกรไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ (มีผู้ปฏิบัติต่ำกว่าร้อยละ 30) ได้แก่ การปลูกพืชเป็นแนวป้องกันลมอันเป็นการป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีที่มาจากที่อื่น การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อช่วยลดการระบาดของแมลงศัตรูพืช การปลูกพืชขับไล่แมลงศัตรู และการไม่ใช้เครื่องจักรกลที่เคยใช้งานในนาเคมีมาก่อน ซึ่งประเด็นเหล่านี้เกษตรกรให้เหตุผลว่าไม่ปฏิบัติเพราะมีความยุ่งยากในการปฏิบัติตาม เมื่อนำคะแนนการปฏิบัติของเกษตรกรแต่ละคน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) มาจัดระดับการปฏิบัติโดยแบ่งเป็น 3 ระดับได้แก่ ปฏิบัติได้มากกว่า หรือเท่ากับ 26 คะแนน ปฏิบัติได้ 21 – 25 คะแนน และปฏิบัติได้น้อยกว่า หรือเท่ากับ 20 คะแนน ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ ดังตารางที่ 1

## 1. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple regression analysis) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัว (independent variables) กับตัวแปรตาม (dependent variable) ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดกับตัวแปรตาม ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 11 ตัวแปร ได้แก่ อายุ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา จำนวนแรงงานในครัวเรือน ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร ต้นทุนในการผลิตประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์ การเป็นหนี้ รายได้จากการขายข้าวอินทรีย์ ปริมาณการได้รับข้อมูลข่าวสาร การปลูกข้าวอินทรีย์ ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ และตัวแปรตามคือ การปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ ซึ่งเป็นตัวแปรที่วัดโดยใช้คะแนนการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้มาจากการ

ตอบแบบสอบถามการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์จำนวน 30 ข้อๆ 1 คะแนน (ในแต่ละข้อคำถามถ้าเกษตรกรตอบว่าปฏิบัติจะได้ 1 คะแนน ถ้าไม่ปฏิบัติจะได้ 0 คะแนน) (ตารางที่ 1)

ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบแล้วว่าแต่ละคู่ของตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.80 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดข้อสมมุติฐานที่กำหนดเทคนิคการวิเคราะห์หัตถถอยพหุ (สุชาติ,2546)

จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับตัวแปรที่นำเข้ามาสมการ พบว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 45.6 ปี

มีจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ย 6.2 ปี มีแรงงานในในครัวเรือนเฉลี่ย 4.6 คน มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 8.6ไร่ มีจำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการทำการเกษตรเฉลี่ย 1.1 แหล่ง ใช้ต้นทุนในการผลิตทั้งหมดเฉลี่ย 9,093.39 บาทต่อปี มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 3.8 ปี เกษตรกรร้อยละ 46.5 มีหนี้สิน มีรายได้จากการขายข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 14,211.83 บาท ต่อปี เกษตรกรได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับน้อย และมีปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 2)

Table 1 Level of farmers' standards of organic rice production

Level (item)	Number (farmers.)	Percentage	
$\leq 20$	13	5.7	
21 - 25	124	53.9	
$\geq 26$	93	40.4	
<b>Total</b>	<b>230</b>	<b>100.0</b>	
Maximum	29 (item)	Minimum	16 (item)
$\bar{X}$	24.50 (item)	S.D	2.195 (item)

Table 2 Mean and standard deviation of independent variables

Variables	Mean	Standard deviation
1 Age(year)	45.60	9.18
2 Year of education (year)	6.20	2.50
3 Household's labor (men day)	4.60	1.29
4 Organic rice production area (rai)	8.60	5.09
5 Water sources (number)	1.10	.39
6 Production cost (baht)	9,093.39	7,159.48
7 Experiences in organic rice production (years)	3.80	.55
8 Debt (dummy)	.46	.49
9 Income from organic rice production (baht)	14,211.83	12,490.23
10 Access to information on organic rice production ( degree)	1.90	.32
11 Problem and obstacle in organic rice production (degree)	2.80	.25
12 Level of Farmers' standards of organic rice production.	24.50	2.19

การวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบจำลองดังนี้

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + \dots + b_{11}x_{11}$$

### สัญลักษณ์ของตัวแปร

ตัวแปรตาม Y = การปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

ตัวแปรอิสระ  $X_1$  = อายุ

$X_2$  = จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา

$X_3$  = จำนวนแรงงานในครัวเรือน

$X_4$  = ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์

$X_5$  = จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร

$X_6$  = ต้นทุนในการผลิต

$X_7$  = ประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์

$X_8$  = การเป็นหนี้

$X_9$  = รายได้จากการขายข้าวอินทรีย์

$X_{10}$  = ปริมาณการได้รับข้อมูลข่าวสาร

$X_{11}$  = ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์

จากการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ (ตารางที่ 3) โดยนำตัวแปรอิสระทั้ง 11 ตัว เข้าในสมการแล้ววิเคราะห์โดยใช้วิธีปกติ (Enter) ปรากฏว่า ได้ค่า  $F = 2.622$ ,  $Sig = 0.000$  แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม (การปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์) และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แห่งการตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple coefficient of determination;  $R^2$ ) ปรากฏว่า  $R^2 = 0.120$  หมายความว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดรวมกันอธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 12.0 ในจำนวนตัวแปรอิสระทั้ง 11 ตัวแปร มีตัวแปรจำนวน 3 ตัวที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ (1) ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ (2) จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร และ (3) การเป็นหนี้ ซึ่งตัวแปรทั้ง 3 ตัว นี้มี 2

ตัวแปรที่มีผลเชิงบวกต่อตัวแปรตาม ได้แก่ ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ และจำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร และมี 1 ตัวแปรที่มีผลเชิงลบต่อตัวแปรตาม คือ การเป็นหนี้

### อภิปรายผล

การศึกษาลักษณะบางประการทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร จะเห็นได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีการศึกษาต่ำ อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวในการทำ การเกษตร มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวอินทรีย์น้อยคือ 3 ปีกว่าเท่านั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อขายและบริโภค ได้รับข้อมูลข่าวสารเรื่องการปลูกข้าวอินทรีย์จากเจ้าหน้าที่ของรัฐเป็นส่วนใหญ่ และได้รับข้อมูลข่าวสารในปริมาณน้อยกว่าสื่อต่างๆ

จากการสอบถามโดยใช้แบบสอบถามเรื่องการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์จำนวน 30 ข้อ พบว่าเกษตรกรร้อยละ 53.9 ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้ 21-25 ข้อ ร้อยละ 40.4 ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 26 ข้อ และมีเกษตรกรเพียงร้อยละ 5.7 ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ข้อ แสดงว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์

เมื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่ามี 3 ตัวแปรที่มีผลต่อระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร และการเป็นหนี้ ซึ่งขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์มีผลเชิงบวกกับระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ หมายความว่าเกษตรกรผู้ที่มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ได้มากจะเป็นผู้ที่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้มากกว่าเกษตรกรผู้ที่มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์น้อย เนื่องจากผู้ที่มีขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์เป็นจำนวนมากส่วนใหญ่จะปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อขายและบริโภค ดังนั้นจึงปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ได้มาตรฐานแล้วนำไปจำหน่ายเป็น

Table 3 Multiple regression analysis for factors affecting farmers' standard of organic rice production

	Variables	Coefficient (b)	t	P-value	
1	Age (year)	-.016	-.945	.346	
2	Year of Education (year)	.031	.479	.632	
3	Household's labor (men day)	.096	.820	.413	
4	Organic rice production area (rai)	.145	2.954**	.003	
5	Water sources (number)	1.083	2.943**	.004	
6	production cost (baht)	$-5.26 \times 10^{-5}$	-1.956	.052	
7	Experiences in organic rice production (years)	-.134	-.480	.632	
8	Debt (dummy)	-.784	-2.696**	.008	
9	Income from organic rice production ( baht)	$-1.72 \times 10^{-05}$	-.926	.355	
10	Quantity of information received (degree)	-.374	-.834	.405	
11	Problem on obstacle organic rice production (degree)	-.599	-1.044	.298	
	constant	27.745	11.720	.000	
		R <sup>2</sup> = 0.120	SEE = 2.111	F = 2.699	Sig of F = 0.000

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

จำนวนมากส่วนผู้ที่มีขนาดพื้นที่น้อยมักจะปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อบริโภคเป็นส่วนใหญ่จึงไม่ให้ความสำคัญกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์

จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตรมีผลเชิงบวกกับระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์อธิบายได้ว่าเกษตรกรผู้ที่มีจำนวนแหล่งน้ำใช้ในการเกษตรหลายแหล่งจะปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์มากกว่าเกษตรกรที่มีจำนวนแหล่งน้ำน้อยกว่าเนื่องจากผู้ที่มีจำนวนแหล่งน้ำมากกว่าจะสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานได้หลายกิจกรรมเช่น การไถกลบดินก่อนหรือหลังการปลูกข้าวอินทรีย์ การปลูกพืชหมุนเวียนในฤดูแล้งเป็นต้น เนื่องจากว่าแหล่งน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของข้าวอินทรีย์ดังนั้นผู้ที่มีจำนวนแหล่งน้ำใช้ในการเกษตรมากย่อมปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้มากกว่าผู้ที่มีจำนวนแหล่งน้ำในการเกษตรน้อย ส่วนการเป็นหนี้มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับระดับ

การปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์หมายความว่า ผู้ที่มีหนี้จะปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้น้อยกว่าผู้ที่ไม่เป็นหนี้ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า ผู้ที่มีหนี้ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรผู้ที่มีแรงงานในครัวเรือนเป็นจำนวนน้อย แต่การปลูกข้าวอินทรีย์ต้องใช้แรงงานมากกว่านาเคมี เช่น การทำปุ๋ยหมัก การทำสมุนไพรกำจัดแมลงศัตรูพืช การขุดร่องหรือคันกั้นน้ำเป็นต้น ดังนั้นผู้ที่มีหนี้มากจึงปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้น้อยกว่าผู้ที่ไม่เป็นหนี้

### สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรในอำเภอสังขทอง นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศลาว ส่วนใหญ่ปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อขายและบริโภค ส่วนใหญ่ได้รับความรู้เรื่องข้าวอินทรีย์จากเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานของรัฐ เกษตรกรส่วนมากได้

ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ในประเด็นสำคัญ ได้แก่ การขอรับรองพื้นที่ทำนาอินทรีย์จากเจ้าหน้าที่ การให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบเมื่อพื้นที่น่ายังไม่ผ่านการปรับเปลี่ยน การปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่หลังจากเจ้าหน้าที่มาตรวจเยี่ยมแปลงนาอินทรีย์แล้ว ประเด็นที่เกษตรกรไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ ได้แก่ การปลูกพืชเป็นแนวป้องกันลมอันเป็นการป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีที่มาจากที่อื่นและการปลูกพืชเพื่อขับไล่แมลง การศึกษาครั้งนี้ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวนแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร และการเป็นหนี้

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ พบว่า เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารจากสื่อต่างๆ ในปริมาณน้อย ดังนั้นรัฐบาลลาวหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความรู้เรื่องมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ผ่านสื่อต่างๆ ให้มากกว่าเดิม จะเห็นได้ว่าบางประเด็นเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจ เช่น มีเกษตรกรบางรายยังใช้เครื่องจักรกลที่เคยใช้ในนาเคมีมาก่อน ส่วนบางประเด็นที่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้ เช่น การขุดร่องหรือคันกั้นน้ำ เนื่องจากต้องใช้แรงงานมากหากได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐก็จะเป็นสิ่งจูงใจให้แก่เกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ได้มากขึ้น ในด้านปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรรัฐบาลควรสนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยขยายพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ให้มากขึ้น รัฐบาลลาวควรจัดระบบชลประทานให้เพียงพอกับจำนวน

พื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์แก่เกษตรกรและรัฐบาลควรสนับสนุนแหล่งเงินทุนในอัตราดอกเบี้ยต่ำในการปลูกข้าวอินทรีย์เพื่อให้เกษตรกรลดการเป็นหนี้

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ (THAILAND INTERNATIONAL DEVELOPMENT COOPERATION AGENCY : TICA) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยและขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายบางส่วนในการทำ การวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- दानिन दान. 2551. รายงานทำายการศึกษาว่าด้วยโครงการผลิตข้าวอินทรีย์ที่อำเภอสังทอง นครหลวงเวียงจันทน์. กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. วิทยาลัยเทคนิคคสิกรรมดงคำซ่าง. 83 หน้า.
- นันทิยา หุตานุวัตร และคณะ (ไม่ระบุนาม). 2550. ข้าวอินทรีย์ๆจะแก่น. เอกสารวิชาการ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, อุบลราชธานี. 165 หน้า.
- รสสุคนธ์ พุ่มพันธุ์วงศ์. 2548. ปลูกข้าวอินทรีย์: เปลี่ยนวิถีชาวนาไทย. โรงพิมพ์ประสานมิตร, กรุงเทพฯ. 119 หน้า.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2546. ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. เอกสารวิชาการ. เสี่ยงเชียง. กรุงเทพฯ. 146 หน้า.
- Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory. USA: Prentice Hall. 405 p.

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมระหว่าง  
แม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง ของเกษตรกรใน  
นครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว

Factors Related to the Adoption of Crossbred Beef Cattle  
Between Native Cow and Red Brahman Bull of Farmers in  
Vientiane Capital, Lao PDR

บุญจันทร์ มณีแสง<sup>1/</sup>และรุจ ศิริสุนทร<sup>1/</sup>  
*Bounchanh Manyseng<sup>1/</sup> and Ruth Sirisunyaluck<sup>1/</sup>*

**Abstract:** The objectives of this research were to study (1) general background of farmers raising crossbred beef cattle between native cows and Red Brahman Bulls, (2) factors related to the adoption of crossbred beef cattle, (3) problems, obstacles and suggestions of farmers raising the crossbred beef cattle. The target population of this study were 120 farmers who were raising crossbred beef cattle in Vientiane, Lao PDR. The data was collected from 120 farmers mainly through interviews. The research findings showed that most of the farmers were male, with an average age 50.4 years. One third of them had primary education. The average experience in raising cattle was 14.3 years. Most of the farmers never had previous training in crossbred beef cattle raising. The average of landholding was 14.2 rais. Study on knowledge and practices concerning crossbred beef cattle technology showed that about half the farmers had a low level of knowledge and over half had little practical experiences.

The study of attitude of farmers towards the new technique of artificial insemination of crossbred beef cattle, revealed that they strongly agreed with this new technique. Also, it was found that factors significantly related to the adoption of crossbred beef cattle of farmers were: level of education, experiences in training in crossbred beef cattle raising, receiving of crossbred cattle raising information, and the level of problem in raising crossbred beef cattle.

**Keywords:** Factors related, adoption, crossbred beef cattle, native cow, Red Brahman Bull

---

<sup>1/</sup>ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและส่งเสริมเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup>Department of Agricultural Economic and Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์ราห์มันแดง (2) ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม และ (3) ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมในนครหลวงเวียงจันทน์ สปป.ลาว จำนวน 120 ราย ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.4 ปี หนึ่งในสามส่วนจบการศึกษาระดับชั้นประถม มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเฉลี่ย 14.3 ปี ส่วนใหญ่ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม มีขนาดพื้นที่ถือครองโดยเฉลี่ย 14.2 ไร่ ในด้านระดับความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม พบว่า เกษตรกรประมาณครึ่งหนึ่งมีความรู้อยู่ในระดับน้อยและจำนวนเกินครึ่งมีการนำไปปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย ในด้านทัศนคติของเกษตรกรต่อเทคนิคการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม พบว่า โดยภาพรวมเกษตรกรมีทัศนคติในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อเทคนิคการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม การวิจัยครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมของเกษตรกร ได้แก่ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา การเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม และระดับปัญหาการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม

**คำสำคัญ:** ปัจจัยที่สัมพันธ์ การยอมรับโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม โคแม่พื้นเมือง โคพ่อพันธุ์ราห์มันแดง

## คำนำ

ประชาชนลาวมีความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นทุกปี รัฐบาลลาวจึงให้ความสนใจงานด้านการเลี้ยงสัตว์ เพื่อตอบสนองการผลิตเนื้อสัตว์ให้สังคมบริโภค นครหลวงเวียงจันทน์โดยทั่วไปมีพื้นที่กว้างขวาง เป็นที่ราบ และเนินเขา เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา เลี้ยงสัตว์ และอาชีพอื่นๆ ในด้านการเลี้ยงโคเกษตรกรมักมีปัญหา ในด้านโภชนาการช่วงฤดูแล้ง (สีดา, 2545) พันธุ์โคที่นิยมเลี้ยงจะเป็นพันธุ์พื้นเมือง ที่มีรูปร่างเล็ก มีการเจริญเติบโตช้า ตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่น้ำหนัก 200 - 250 กิโลกรัม ตัวแม่พันธุ์น้ำหนัก 150 - 200 กิโลกรัม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อโคขาดตลาดไม่เพียงพอต่อการบริโภค ทำให้เกษตรกรมีรายได้ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีพทำให้มีฐานะยากจน (บุญถาวอน, 2548)

เมื่อเกิดปัญหาเหล่านี้รัฐบาลจึงมีนโยบายให้หน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐ ร่วมกับโครงการช่วยเหลือของต่างประเทศและภาคเอกชนหลายๆ หน่วยงาน ร่วมช่วยกันสนับสนุนการพัฒนาโดยมี เป้าหมายร่วมกันที่จะยกระดับฐานะความเป็นอยู่ของเกษตรกรให้ดีขึ้น การปรับปรุงระบบการเลี้ยงสัตว์และการปรับปรุงพันธุ์โค คือ ผลิตโคพันธุ์ลูกผสม รัฐบาลลาวได้ส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงโค

เนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์ราห์มันแดง ด้วยการผสมเทียมให้กับโคของเกษตรกรในนครหลวงเวียงจันทน์ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2548 ถึงปัจจุบัน (สีดาเฮง, 2549) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้จัดฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมจากการดำเนินโครงการผสมเทียมดังกล่าวที่ผ่านมา ยังไม่มีผู้ใดศึกษาว่าเกษตรกรได้ยอมรับเทคโนโลยีและได้นำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวไปปฏิบัติตามหรือไม่ มากน้อยเพียงใด และมีปัจจัยอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีไปปฏิบัติของเกษตรกร ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อลูกผสม ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมและปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกร ในนครหลวงเวียงจันทน์ ทั้งนี้เพื่อนำผลวิจัยไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์ราห์มันแดง

## สมมติฐานของการวิจัย

มีปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์ราห์มันแดง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บรรพพันธุ์แดง ในนครหลวงเวียงจันทน์ จำนวน 120 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำถามแบบปลายปิด และคำถามแบบปลายเปิด โดยนำไปสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมจำนวน 120 ราย

### วิธีการ

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ผู้วิจัยนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งสถิติที่ใช้ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยทั่วไปของเกษตรกร ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis, MRA) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัวกับตัวแปรอิสระหลายตัว (สุชาติ, 2540)

### ผลการศึกษา

ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.4 ปี จำนวนหนึ่งในสามส่วนจบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา เกษตรกรร้อยละ 55.0 มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคต่ำกว่า 10 ปี ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70.0) ไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม เมื่อศึกษาถึงรายได้รวมของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย 65,704.33 บาท/ปี เกษตรกรเกินครึ่งหนึ่งไม่มีหนี้สิน โดยเฉลี่ยเกษตรกรมีหนี้สินจำนวน 19,609.52 บาท/ปี ในด้านจำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่ พบว่า มี

จำนวนแรงงานเฉลี่ย 1.3 คน มีขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 14.2 ไร่ ในด้านการรับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรได้รับ 1 - 2 ครั้ง/เดือน โดยส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและจากเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์

เมื่อพิจารณาระดับการยอมรับไปปฏิบัติของเกษตรกรในเรื่องเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม จำนวน 59 ข้อ ไปสัมภาษณ์เกษตรกรโดยคำถามแต่ละข้อให้เกษตรกรเลือกตอบว่าได้นำไปปฏิบัติ หรือไม่ปฏิบัติ ถ้าเกษตรกรตอบว่าได้นำไปปฏิบัติ ผู้วิจัยกำหนดคะแนนให้เท่ากับ 1 คะแนน ถ้าตอบว่าไม่ได้นำไปปฏิบัติผู้วิจัยให้คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน ดังนั้นถ้าเกษตรกรตอบว่าได้นำไปปฏิบัติทุกข้อจะได้คะแนนเต็ม 59 คะแนน เมื่อพิจารณาการปฏิบัติตามในแต่ละข้อคำถาม พบว่า ข้อคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ (เกินร้อยละ 80) ยอมรับโดยนำไปปฏิบัติตาม ที่สำคัญได้แก่ การแยกคอกสัตว์ออกจากบ้านพักอาศัย และให้คอกสัตว์อยู่ห่างจากบ้านพักอาศัย อย่างต่ำ 10 เมตร การให้ลูกโคได้รับนมแม่เหลืองจากแม่ตอนแรกเกิด การให้เกลือทุกๆ วัน แต่ยังมีบางเทคนิคที่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้นำไปปฏิบัติหรือปฏิบัติ น้อย (ร้อยละ 30 หรือน้อยกว่า) ที่สำคัญได้แก่การมีทุ่งหญ้าให้โคกินอย่างสมบูรณ์ การให้ฟางหมักยูเรีย 5% เสริม 3 - 5 % ของน้ำหมักตัว/วัน การให้หญ้าหมักเสริม 3 - 5 % ของน้ำหมักตัว/วัน การให้มันสำปะหลังแห้งเสริม 1-2 % ของน้ำหมักตัว/วัน การให้รำข้าวเสริม 1-2 % ของน้ำหมักตัว/วัน

เมื่อนำคะแนนการปฏิบัติของเกษตรกรแต่ละคน (คะแนนเต็ม 59) มาจัดระดับการยอมรับไปปฏิบัติโดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ยอมรับไปปฏิบัติมาก (40 - 48 คะแนน) ยอมรับไปปฏิบัติปานกลาง (21 - 39 คะแนน) ปฏิบัติน้อย (น้อยกว่า 20 คะแนน) พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 61.70 มีการนำเทคโนโลยีไปปฏิบัติตามอยู่ในระดับน้อย ร้อยละ 35.8 มีการนำเทคโนโลยีไปปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลางและมีเพียงร้อยละ 2.5 เท่านั้นที่นำเทคโนโลยีไปปฏิบัติตามอยู่ในระดับมาก (ตารางที่ 1)

การวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple regression analysis) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัว (independent variables) กับตัวแปรตาม (dependent variable) 1 ตัวแปร ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดกับตัวแปรตาม ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกตัวแปรอิสระจำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา ประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม การเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม ขนาดพื้นที่ถือครอง การได้รับข่าวสารการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมทัศนคติต่อเทคนิคการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ส่วนตัวแปรตามคือ การยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง ซึ่งเป็นตัวแปรที่วัดโดยใช้คะแนนการยอมรับไปปฏิบัติเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 59 คะแนน ได้มาจากการตอบแบบสอบถามการยอมรับไปปฏิบัติเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อ

พันธุ์ลูกผสม จำนวน 59 ข้อๆ 1 คะแนน (ในแต่ละข้อคำถามถ้าเกษตรกรการตอบว่าปฏิบัติจะได้ 1 คะแนน ถ้าไม่ปฏิบัติจะได้ 0 คะแนน)

ตัวแปรอิสระทั้งหมดได้รับการตรวจสอบแล้วว่าแต่ละคู่ของตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.80 ที่จะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดข้อสมมุติฐานที่กำหนดเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (สุชาติ, 2540)

จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับตัวแปรที่นำเข้าสมการ พบว่า เกษตรกรมีจำนวนปีที่ศึกษาอยู่ในสถานศึกษาเฉลี่ย 7.3 ปี มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมเฉลี่ย 14.3 ปี เกษตรกรร้อยละ 0.3 เคยเข้ารับการฝึกอบรมการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม เกษตรกรมีขนาดพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 14.2 ไร่ ได้รับข่าวสารเรื่องการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมอยู่ในระดับน้อย เกษตรกรมีทัศนคติต่อเทคนิคการผสมเทียมและการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งและมีปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมอยู่ในระดับน้อยดังตารางที่ 2

**Table 1** Level of farmers' adoption of technology in crossbred beef cattle between native cow and Red Brahman Bull N = 120

Level (item)	Frequency (farmer)	Percentage
≤ 20	74	61.70
21-39	43	35.80
≥ 40-48	3	2.50
Total	120	100.0
Minimum = 1 (item) Maximum = 48 (item)	$\bar{X} = 19.46$ (item)	S.D = 8.68 (item)

**Table 2** Mean and standard deviation of independent variables

variables	Mean	Standard deviation
1 Year of education (year)	7.3	3.42
2 Experiences in raising cattle (year)	14.3	12.23
3 Training in crossbred beef cattle raising (dummy)	0.3	.46
4 Landholding (rai)	14.2	13.11
5 Receiving of crossbred beef cattle raising information (degree)	1.6	1.05
6 Attitude towards technique of artificial insemination and crossbred beef cattle (degree)	4.3	.46
7 Level of problem in crossbred beef cattle raising (degree)	2.1	.61

การวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบจำลองดังนี้

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7$$

### สัญลักษณ์ของตัวแปร

ตัวแปรตาม Y = adoption of technology in crossbred beef cattle between native cow and Red Brahman Bull

- ตัวแปรอิสระ  $X_1$  = Year of education  
 $X_2$  = Experiences in raising cattle  
 $X_3$  = Training in crossbred beef cattle raising  
 $X_4$  = Landholding  
 $X_5$  = Receiving of crossbred beef cattle raising information  
 $X_6$  = Attitude towards technique of artificial insemination and crossbred beef cattle raising  
 $X_7$  = Level of problem in crossbred beef cattle raising

จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัวแปรเข้าไปในสมการแล้วคำนวณโดยใช้วิธีปกติ (Enter) ปรากฏว่าได้ค่า  $F = 7.440$ ;  $Sig = .000$  หมายความว่ามีความสัมพันธ์อย่างน้อย 1 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามในรูปแบบเชิงเส้น เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple coefficient of determination,  $R^2$ ) ปรากฏว่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.317 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปร ของตัวแปรตาม (การยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง) ได้ร้อยละ 31.7 ในบรรดาตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัวแปร มีตัวแปรจำนวน 4 ตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือต่ำกว่า ได้แก่ 1) จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา 2) การเข้ารับการฝึกอบรม

เทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม 3) การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม และ 4) ระดับปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม รายละเอียดดังตารางที่ 3

### วิจารณ์

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม (การยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง) พบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมของเกษตรกรมีจำนวน 4 ตัวแปร ได้แก่ 1) จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา 2) การเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม 3) การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม และ 4) ปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ตัวแปรเหล่านี้สามารถนำมาอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

จากการศึกษาพบว่า จำนวนปีที่ได้รับการศึกษามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์บราห์มันแดง อธิบายได้ว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงจะยอมรับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม มากกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า เนื่องจากผู้ที่มีการศึกษาสูงเป็นผู้มีความรู้ทำความเข้าใจได้ง่ายต่อการยอมรับเทคโนโลยีไปปฏิบัติตาม รับรู้ข้อมูลข่าวสารได้หลายช่องทาง ดังนั้นระดับการศึกษาจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ในด้านการเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ของเกษตรกรพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม หมายความว่าผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมหรือมีประสบการณ์ในการฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม จะมีการยอมรับเทคนิคดังกล่าวมากกว่าผู้ที่ไม่ได้เข้ารับการฝึกอบรม เนื่องจากผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมได้รับรู้ข้อมูลใหม่ ได้ความรู้ใหม่ ได้รู้ได้เห็นสิ่งใหม่ และได้รับเทคนิคใหม่ ทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อ

Table 3 Multiple regression analysis for analyzing factors related to farmers' adoption of technology in crossbred beef cattle between native cow and Red Brahman Bull

Variable	Coefficient (b)	t	P- value
1. Year of education (year)	.468	2.171*	.032
2. Experiences in raising cattle (year)	-.068	-1.093	.277
3. Training in crossbred beef cattle raising (dummy)	5.285	3.443***	.001
4. Landholding (rai)	.032	.575	.567
5. Receiving of crossbred beef cattle raising information (degree)	1.763	2.384*	.019
6. Attitude towards technique of artificial insemination and crossbred beef cattle (degree)	1.147	.724	.471
7. Level of problem in crossbred beef cattle raising (degree)	-2.260	-1.996*	.048
Constant	12.003		
$R^2 = 0.317$		SEE = 7.399	F = 7.440
			Sig = 0.000

Note: \*significantly different at  $P < 0.05$

\*\*\*significantly different at  $P < 0.001$

พันธุ์ลูกผสม หมายความว่าเกษตรกรที่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม หลายช่องทางมากเพียงใดจะมีการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมมากกว่าเกษตรกรที่ได้รับข้อมูลข่าวสารน้อย เนื่องจากว่าข้อมูลข่าวสารเป็นสิ่งสำคัญมากที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติ และการวิจัยครั้งนี้พบว่าระดับปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม หมายความว่า เกษตรกรผู้ที่มีปัญหาในการปฏิบัติเกี่ยวกับเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมน้อยกว่า จะมีการยอมรับเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมมากกว่าเกษตรกรที่มีปัญหามาก เนื่องจากว่าเกษตรกรผู้ที่มีปัญหามากเป็นผู้ที่ไม่มีทุน มีแรงงานในครัวเรือนเป็นจำนวนน้อยและไม่มีโคแม่พันธุ์เป็นของตัวเอง จำเป็นต้องยืมของเกษตรกรคนอื่นมาทำเป็นแม่พันธุ์ ในขณะที่การเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ต้องใช้แรงงานในการดูแลโคลูกผสม ใช้ทุนในการทำทุ่งหญ้าและอาหารเสริมให้โคได้กินเต็มอิ่มและต้องมีโคแม่พันธุ์เป็นของตัวเองอย่างนี้เป็นต้น ดังนั้นผู้ที่มีปัญหามากจึงปฏิบัติตามเทคนิคการเลี้ยง

โคเนื้อพันธุ์ลูกผสมได้น้อยกว่า เกษตรกรผู้ที่มีปัญหาน้อย

### การพิสูจน์สมมติฐาน

จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุ สรุปได้ว่ามีตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม จึงพิสูจน์สมมติฐานได้ว่า มีปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์ บราห์มันแดงของเกษตรกรในนครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งปัจจัยดังกล่าว ได้แก่ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา การเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม การได้รับข่าวสารการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม และระดับปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม

### สรุป

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ส่วนใหญ่ ไม่ได้นำเทคโนโลยีไปปฏิบัติตามหรือนำไปปฏิบัติเป็นส่วน

น้อย ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการให้อาหารเสริมทำยากและต้องใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการนำเทคโนโลยีไปปฏิบัติตาม ได้แก่ จำนวนปีที่ได้รับการศึกษา การเข้ารับการฝึกอบรมเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม และปัญหาในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม ซึ่งปัญหาเหล่านี้รัฐบาลสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จะต้องให้ความสนใจใส่ใจและสนับสนุนหรืออำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าวไปปฏิบัติตามอย่างยั่งยืน

### ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ได้มีการนำไปปฏิบัติในเรื่องการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมระหว่างแม่พื้นเมืองกับพ่อพันธุ์รามาห์มันแดงอยู่ในระดับน้อย ดังนั้นรัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคในนครหลวงเวียงจันทน์

- 1) ควรให้ความสำคัญด้านการประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรเห็นถึงประโยชน์ของการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม
- 2) ให้ข่าวสารผ่านสื่อต่างๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม
- 3) เน้นการเข้ารับการฝึกอบรม ให้ความรู้ในด้านเทคนิคการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม เพื่อให้เกษตรกรได้มีความรู้ ความเข้าใจ และการปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดฝึกอบรมเป็นประจำ
- 4) สร้างจิตสำนึกให้เกิดการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมอย่างยั่งยืน ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนกระตุ้นให้เกษตรกรในท้องถิ่น เกิดจิตสำนึกและเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการยอมรับการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมในการดำเนินงานพัฒนาการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมต่อไป

5) อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือเมื่อเกษตรกรมีปัญหา

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ (THAILAND INTERNATIONAL DEVELOPMENT COOPERATION AGENCY : TICA) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยและขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายบางส่วนในการทำการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- บุญถาวรอน กุณณะวงศา. 2548. คู่มือการฝึกอบรมวิชาการเลี้ยงสัตว์. ศูนย์ค้นคว้าการเลี้ยงสัตว์น้ำช่วงกระทรวงกสิกรรมและป่าไม้, นครหลวงเวียงจันทน์. 132 หน้า.
- สีดา แสงงาม. 2545. หลักการเลี้ยงสัตว์ทั่วไป คู่มือการฝึกสอน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์. 166 หน้า.
- สีดาเอง ราชพล. 2549. บทรายงานต่อกองประชุมใหญ่ครั้งที่ 8 ของพรรค เกี่ยวกับการดำเนินงานของกระทรวงกสิกรรมและป่าไม้. กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้, นครหลวงเวียงจันทน์. 31 หน้า.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2540. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: หลักการ วิธีการและการประยุกต์. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ. 413 หน้า.

# ชีววิทยาของมอดฟันเลื่อยและประสิทธิภาพ ของโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยในข้าวสาร

## Biology of Sawtoothed Grain Beetle (*Oryzaephilus surinamensis* L.) and Its Control Efficacy Using Ozone in Milled Rice

ศิวกร เกียรติมนรัตน์<sup>1/</sup>, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง<sup>1/</sup> และ จิราพร กุลสาริน<sup>1/</sup>  
*Siwakorn Keatmaneerat<sup>1/</sup>, Yaowaluk Chanbang<sup>1/</sup> and Jiraporn Kulsarin<sup>1/</sup>*

**Abstract:** Biology of sawtoothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* L.) reared in 'Pathum Thani 1 rice was studied in 96-well plate held at 28-32°C and 75% RH. It was found that egg incubation period was 2.71±1.60 days. The mean duration of the first instar to the fourth instar were 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 and 3.31±0.80 days respectively. Prepupal and pupal periods were 1.10±0.3 and 5.92±0.67 days respectively. The total life cycle from egg to adult emergence was 19.81±1.65 days. The oviposition preference in various grains of sawtoothed grain beetle was examined. Barley and barley mixed with 5% yeast were the most preferred oviposition sites followed by Pathum Thani 1, Kum 88061, Kumdoisaket and Niaw San-pah-tawng 1, respectively. Barley and barley mixed with 5% yeast were also the best food source for development of sawtoothed grain beetle. The efficiency of ozone to control sawtoothed grain beetle was investigated. Pupa was the most tolerant stage when exposed to 60 ppm ozone for 2 hours with mortality rate of 60.83±3.19%. The optimum time and concentration of ozone for controlling pupa of sawtoothed grain beetle were examined. Hundred percent mortality was found within 6 hours after exposing directly to 60 ppm ozone. However, when thirty pupae per one kilogram of KDML 105 rice were exposed to 60 ppm ozone for 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 and 20 hours, all pupae were died when exposing to ozone for 20 hours.

**Keywords:** Sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis*, ozone, purple rice, milled rice

---

<sup>1/</sup> ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai

**บทคัดย่อ:** การศึกษาชีววิทยาของมอดพื้นเลี้ยงที่เลี้ยงด้วยข้าวสารปทุมธานี 1 ในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาในการฟักไข่ หนอนวัย 1, 2, 3 และ 4 ใช้เวลา  $2.72 \pm 1.60$ ,  $2.42 \pm 0.97$ ,  $2.70 \pm 0.65$ ,  $2.74 \pm 0.90$  และ  $3.31 \pm 0.80$  วันตามลำดับ มีอัตราการฟักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้  $1.10 \pm 0.30$  และ  $5.92 \pm 0.67$  วัน ตามลำดับ วงจรชีวิตทั้งหมดตั้งแต่ระยะไข่ ถึงตัวเต็มวัยอยู่ที่  $19.81 \pm 1.65$  วัน การศึกษาความสามารถในการวางไข่ของมอดพื้นเลี้ยงพบว่ามอดพื้นเลี้ยงชอบที่วางไข่ในข้าวบาร์เลย์มากที่สุดไม่แตกต่างจากข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวเก่า 88061, ข้าวเก่าโดยสะกัด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มอดพื้นเลี้ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาประสิทธิภาพของไอโซนในการกำจัดมอดพื้นเลี้ยงพบว่า ในระยะดักแด้ของมอดพื้นเลี้ยงเป็นระยะที่ทนทานที่สุดเมื่อผ่านก๊าซไอโซนอัตรา 60 ppm เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การตาย  $60.83 \pm 3.19$  เปอร์เซ็นต์ การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้กำจัดระยะดักแด้ของมอดพื้นเลี้ยงเมื่อผ่านก๊าซไอโซนโดยตรงพบว่า เมื่อนำดักแด้ไปผ่านก๊าซไอโซนโดยตรงเป็นเวลา 6 ชั่วโมงพบอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำดักแด้จำนวน 30 ตัวใส่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ไปรมด้วยก๊าซไอโซนที่เวลา 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ชั่วโมงพบว่าดักแด้ของมอดพื้นเลี้ยงมีการตายอย่างสมบูรณ์ที่ 20 ชั่วโมง

**คำสำคัญ:** มอดพื้นเลี้ยง ไอโซน ข้าวเก่า ข้าวสาร

### คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอันดับหนึ่งของประเทศ ทำรายได้เข้าประเทศปีละนับพันล้านบาท ในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณส่งออกรวม 8,939,630 ตัน เป็นมูลค่า 168,193.1 ล้านบาท (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ในการส่งออกข้าว มีการเก็บสินค้าไว้ในโกดังหรือยุ้งฉาง การเก็บไว้เป็นเวลานานมีโอกาสพบแมลงศัตรูผลิตผลทางการเกษตรเข้าทำลายข้าวให้ได้รับความเสียหาย ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก และเมล็ดข้าวที่เก็บไว้มักมีฝุ่นผงอันเกิดจากการทำลายของแมลง นอกจากนี้อาจมีชิ้นส่วนแมลงหรือตัวแมลงที่ปะปนอยู่กับเมล็ดข้าวทำให้สกปรก และเสียคุณภาพ มอดพื้นเลี้ยง (*Oryzaephilus surinamensis* L.) จัดเป็นแมลงศัตรูโรงเก็บที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ที่มักพบการเข้าทำลายในข้าวสารบรรจุถุงซึ่งเป็นผลผลิตที่รอการจำหน่ายให้กับผู้บริโภค โดยตัวเต็มวัยและตัวอ่อนที่ผิวเมล็ดสามารถกัดกินเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดธัญพืชแปรสภาพที่แตกหักได้ (พรทิพย์ และคณะ, 2548) การบรรจุข้าวสารในถุงเป็นการป้องกันแมลงศัตรูจากภายนอกไม่ให้เข้าทำลายข้าวสารได้ระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม แมลงศัตรูโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดพื้นเลี้ยงอาจติดไปกับข้าวสารก่อนหรือระหว่างบรรจุ

ถุง โดยติดเข้าไปในระยะไข่ หนอน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัย ซึ่งการใช้วิธีการใด ๆ ที่ป้องกันกำจัดแมลงในข้าวสารเป็นไปได้ยาก ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีการศึกษาการเจริญเติบโตของมอดพื้นเลี้ยงในธัญพืชบางชนิด และศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซไอโซนในการกำจัดมอดพื้นเลี้ยงในข้าวสารในช่วงการเก็บรักษา

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### การศึกษาชีววิทยาของมอดพื้นเลี้ยงในข้าวสาร

นำตัวเต็มวัยมอดพื้นเลี้ยงประมาณ 200 ตัว ใส่ลงในข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ บดย่อยให้แมลงวางไข่เป็นเวลา 5 วัน ร่อนแยกไข่ออกด้วยตะแกรงขนาด  $335 \mu\text{m}$  ใช้ฟุ้งกันเชื้อไขใส่ลงในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยแต่ละหลุมมีไข่มอดพื้นเลี้ยง 1 ฟอง จากนั้นใส่ข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ ในจานหลุม 96 หลุม เก็บไว้ในถังพลาสติกที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสารละลายอิมมัตูวของไซเดียมคลอไรด์เป็นตัวควบคุมความชื้น ทำการสังเกตและบันทึกข้อมูลทางชีววิทยาของมอดพื้นเลี้ยงในระยะไข่ หนอน ดักแด้ จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย

## การศึกษาการวางไข่ และการเจริญเติบโตของมอด พื้นเลื้อยในอาหารชนิดต่าง ๆ

การศึกษาการวางไข่ และการเจริญเติบโตของมอดพื้นเลื้อยในอาหารทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวเก่า 88061, ข้าวเก่าดอยสะเก็ด, ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1, ข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ นำพืชอาหารมาแช่ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อาจติดมาในพืชอาหาร จากนั้นนำพืชอาหารแต่ละชนิดใส่ไว้ในถ้วยพลาสติกใส (ขนาด 12 ออนซ์) จำนวน 80 กรัม ทิ้งไว้ 20 นาที จนกระทั่งพืชอาหารมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องประมาณ 28 องศาเซลเซียส และใส่ตัวเต็มวัยของมอดพื้นเลื้อย 100 ตัว นำผ้าไนลอนปิดปากถ้วยรัดด้วยยางรัดเพื่อป้องกันแมลงออก ทิ้งไว้ให้แมลงวางไข่ในภาชนะ 5 วัน ร่อนแยกเฉพาะไข่ของมอดพื้นเลื้อย ด้วยตะแกรงขนาด 335  $\mu\text{m}$  ตรวจนับจำนวนไข่ของมอดพื้นเลื้อย ทำการทดลองเช่นเดียวกันอีกหนึ่งชุด โดยเลี้ยงแมลงในพืชอาหารทั้ง 6 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยที่เจริญในอาหารชนิดต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาครบ 4 สัปดาห์

## การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซไอโซนในการ ควบคุมมอดพื้นเลื้อย

นำไข่ของมอดพื้นเลื้อยจำนวน 30 ฟอง ใส่ในถุงตาข่ายขนาด 5x7 เซนติเมตร นำไปรมด้วยก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีการของ Kells *et al.* (2001) จากนั้นนำไปเลี้ยงในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 80 กรัม ที่บรรจุอยู่ในถ้วยพลาสติกในสภาพห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 30 วัน จำนวน 4 ซ้ำ ทำการนับแมลงที่รอดชีวิตที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ดำเนินการเช่นเดียวกันกับการทดลองในระยะไข่ โดยใช้หนอน (อายุประมาณ 5-6 วัน) ดักแด้ (อายุประมาณ 2-3 วัน) ตัวเต็มวัย (อายุ 4-5 วัน) มารวมด้วยก๊าซไอโซนในอัตราเดียวกัน ทำการตรวจนับจำนวนหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่รอดตาย เป็นเวลา 14, 10 และ 2 วัน ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รมก๊าซไอโซน คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงในระยะต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์

ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

## ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ก๊าซไอโซนกำจัดมอด พื้นเลื้อย

นำมอดพื้นเลื้อยในระยะที่ทนทานที่สุด จำนวน 30 ตัว ใส่ลงในถุงตาข่ายขนาด 25x27 เซนติเมตร ซึ่งภายในบรรจุข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม นำไปรมด้วยก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm นาน 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ชั่วโมง ดำเนินการ 4 ซ้ำ ในแต่ละชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รมก๊าซไอโซน ทำการนับจำนวนแมลงระยะทนทานที่สุดจากระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่รอดชีวิต สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยหลังจากรมด้วยก๊าซไอโซน 6, 4, 2, และ 1 สัปดาห์ นำแมลงที่รอดชีวิตเป็นตัวเต็มวัยมาเลี้ยงในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 นาน 4 สัปดาห์ เพื่อศึกษาจำนวนรุ่นลูก (F1) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยในแต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แมลงที่ตาย และจำนวนแมลงรุ่นลูก (F1) ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

## ผลการศึกษา

### การศึกษาชีววิทยาของมอดพื้นเลื้อยในข้าวสาร

ไข่ของมอดพื้นเลื้อยที่เลี้ยงด้วยข้าวสารปทุมธานี 1 ในจานหลุม 96 หลุม (96-well plate) พบว่าระยะไข่ใช้เวลาฟักเฉลี่ย  $2.72 \pm 1.60$  วัน ระยะหนอนของมอดพื้นเลื้อยใช้เวลาเจริญเติบโตจากวัยที่ 1 ไปเป็นวัยที่ 2, 3, และ 4 เวลาเฉลี่ย  $2.42 \pm 0.97$ ,  $2.70 \pm 0.65$ ,  $2.74 \pm 0.90$  และ  $3.31 \pm 0.80$  วันตามลำดับ มีอัตราการฟักตัวก่อนเข้าดักแด้เฉลี่ย  $1.10 \pm 0.30$  วัน และเข้าดักแด้เป็นระยะเวลาเฉลี่ย  $5.92 \pm 0.67$  วัน จึงออกมาเป็นตัวเต็มวัยมอดพื้นเลื้อยตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย  $19.81 \pm 1.65$  วัน

### ความสามารถในการวางไข่

มอดพื้นเลื้อยคละเพศจำนวน 200 ตัวให้เวลาในการไข่ 5 วัน พบจำนวนไข่มากที่สุดที่ใช้ข้าวบาร์เลย์เป็นอาหาร

( $285.25 \pm 16.76$  ฟอง) แตกต่างจากจำนวนไข่ที่ใช้ข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P=0.05$ ) กับ ข้าวสารปทุมธานี 1, ข้าวเก่า 88061, ข้าวเก่าดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 โดยมีจำนวนไข่เท่ากับ  $246.50 \pm 9.95$ ,  $80.25 \pm 15.69$ ,  $68.25 \pm 23.77$ ,  $67.25 \pm 14.73$  และ  $58.75 \pm 21.69$  ฟองตามลำดับ(ภาพที่ 1)

การศึกษาศักยภาพในการเจริญเติบโตของมอดพื้นเลี้ยงตั้งแต่ระยะไข่จนพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยพบว่า

ตัวเต็มวัยสามารถเจริญในพืชอาหารต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P=0.05$ ) โดยแมลงสามารถเจริญได้ดีในข้าวบาร์เลย์มีจำนวนเฉลี่ยมากที่สุดคือ  $286.00 \pm 21.71$  ตัว รองลงมาได้แก่ข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5% จำนวนแมลงคือ  $230.75 \pm 14.38$  ตัว ข้าวเก่าดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ซึ่งมีจำนวนตัวเต็มวัยเฉลี่ย  $81.50 \pm 24.97$  และ  $60.50 \pm 19.84$  ตัวตามลำดับ ส่วนข้าวเก่า 88061 ซึ่งมีจำนวนตัวเต็มวัยเฉลี่ย  $52.50 \pm 5.32$  ตัว (ภาพที่ 2)

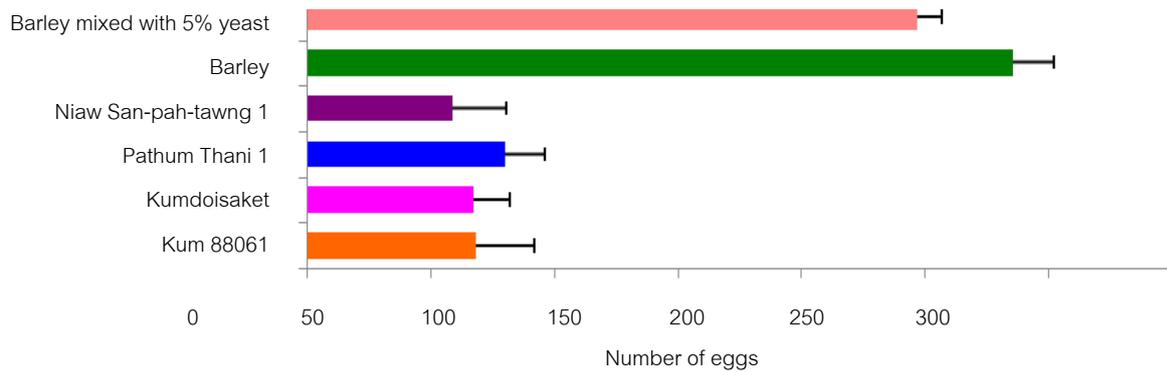


Figure 1 Number of *Oryzaephilus surinamensis* eggs produced from 200 individuals (both sexes) during 5 – day oviposition in various kinds of cereals

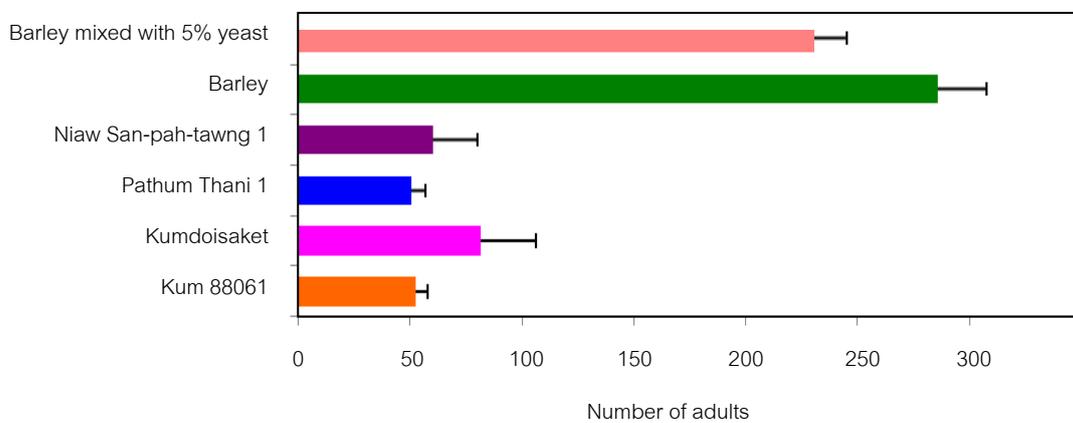


Figure 2 Adult progeny production of *Oryzaephilus surinamensis* produced in various kinds of cereals

### การศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดพื้นเลื้อย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm นาน 2 ชั่วโมง ในการกำจัดมอดพื้นเลื้อยพบว่า ระยะดักแด้ของมอดพื้นเลื้อย มีความสามารถในการทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุดพบจำนวนแมลงตาย  $60.83 \pm 3.19$  เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะไข่ หนอน ตัวเต็มวัยของมอดพื้นเลื้อยพบการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)

### ระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดพื้นเลื้อย

จากการศึกษาการใช้ก๊าซโอโซนกับระยะดักแด้ของมอดพื้นเลื้อยที่เป็นระยะทนทานที่สุด พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการรมจาก 2 ชั่วโมง เป็น 4 ชั่วโมง แมลงมีการตายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเป็น  $98.33 \pm 1.32$  เปอร์เซ็นต์ และพบว่าระยะเวลาที่ทำให้มอดพื้นเลื้อยตายอย่างสมบูรณ์คือ 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 4)

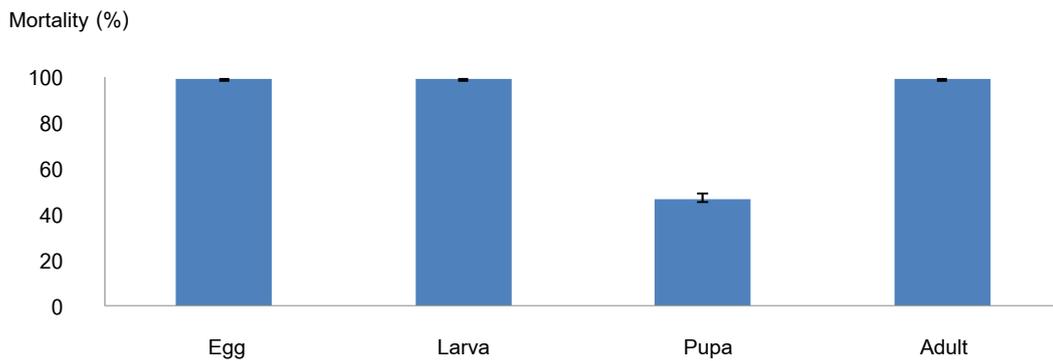


Figure 3 Mortality of *Oryzaephilus surinamensis* in all stages treated with 60 ppm ozone for 2 hours

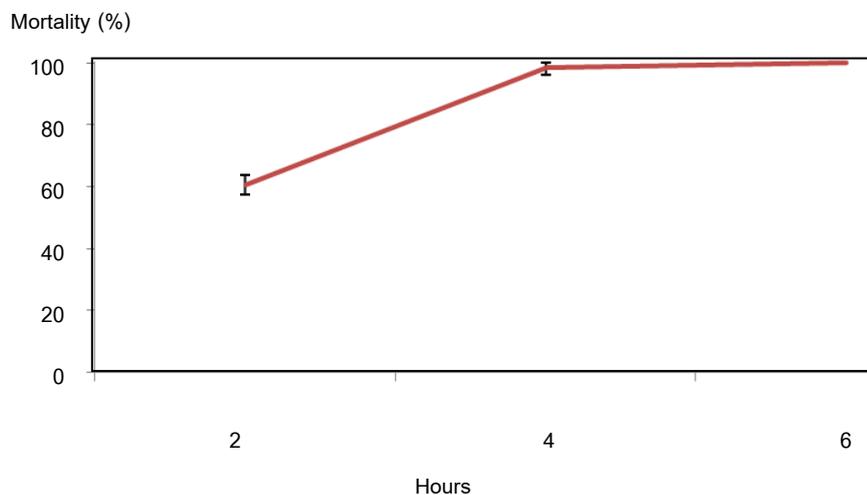


Figure 4 Pupal mortality of *Oryzaephilus surinamensis* at 2, 4 and 6 hours after directly exposing to 60 ppm ozone

จากการนำมอดพินเลื่อยระยะดักแด้ซึ่งเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนที่สุดใส่ปะปนอยู่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 และได้รับก๊าซโอโซนความเข้มข้น 60 ppm พบว่ามีการตายของแมลงเมื่อได้รับก๊าซโอโซนประมาณ 30 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย  $36.67 \pm 2.72$  เปอร์เซ็นต์ และมีการตายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น พบว่าดักแด้ของมอดพินเลื่อยมีการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับก๊าซโอโซนนาน 20 ชั่วโมง (ภาพที่ 5)

## วิจารณ์

จากการศึกษามอดพินเลื่อยระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ยในการฟัก 2.72 วัน และระยะหนอนแต่ละวัยที่เจริญในข้าวสาร ใช้เวลาในการเจริญเฉลี่ย 2.42, 2.70, 2.74, 3.31 วันตามลำดับ ระยะฟักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้เป็นเวลา 1.10 และ 5.92 วัน สอดคล้องกับ Mason (2003) ซึ่งใช้มอดพินเลื่อยใช้เวลาฟัก 3-5 วัน หนอนมี 2-5 ระยะ ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 12-15 วัน และเข้าสู่ระยะดักแด้ 4-5 วัน จากการทดสอบความชอบในพืชอาหาร มอดพินเลื่อยมีความชอบที่แตกต่างกัน และสามารถวางไข่ในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร และข้าวเก่า

ในการศึกษาของ Sinha (1971) พบว่ามอดพินเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีในข้าวสาลี และข้าวบาร์เลย์ โดยที่อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และนอกจากนี้พบว่ามอดพินเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในข้าวโอ๊ตบด (crushed oats) อย่างไรก็ตาม Leonard *et al.* (1973) พบว่ามอดพินเลื่อยเจริญเติบโตได้ดีในข้าวสาลี และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าว เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า เมื่อนำข้าวบาร์เลย์ และข้าว ที่มีการบดหยาบบางส่วนมาเป็นอาหารของแมลงให้ ผลของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยลักษณะของธัญพืช เช่น เมล็ดเต็มที่ไม่มีการแตกหรือรอยทำลาย และเมล็ดที่ถูกบด มีบทบาทในการเจริญเติบโตของมอดพินเลื่อยซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่ทำลายกีดกินภายนอกเมล็ด (Haines, 1991)

มีรายงานการใช้ก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดพินเลื่อยที่อยู่ในข้าวบาร์เลย์ที่ระดับ 0.66 ถึง 0.83 mg/min หรือ 878-1102 ppm เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กำจัดตัวเต็มวัยมอดพินเลื่อยได้ 46 เปอร์เซ็นต์ (Yoshida, 1974) เปรียบจากการศึกษาครั้งนี้ที่ใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm สัมผัสกับแมลงโดยตรงพบว่าก๊าซโอโซนสามารถทำให้ตัวเต็มวัยมอดพินเลื่อยที่ตายภายใน 2 ชั่วโมง และระยะดักแด้ของมอดพินเลื่อยเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุดแตกต่างจากการศึกษาของ Al-Ahmadi *et al.* (2009) ซึ่งพบว่าระยะไข่กับระยะดักแด้ของมอดพินเลื่อยมีแนวโน้มอ่อนแอต่อก๊าซโอโซน โดยระยะไข่ และ

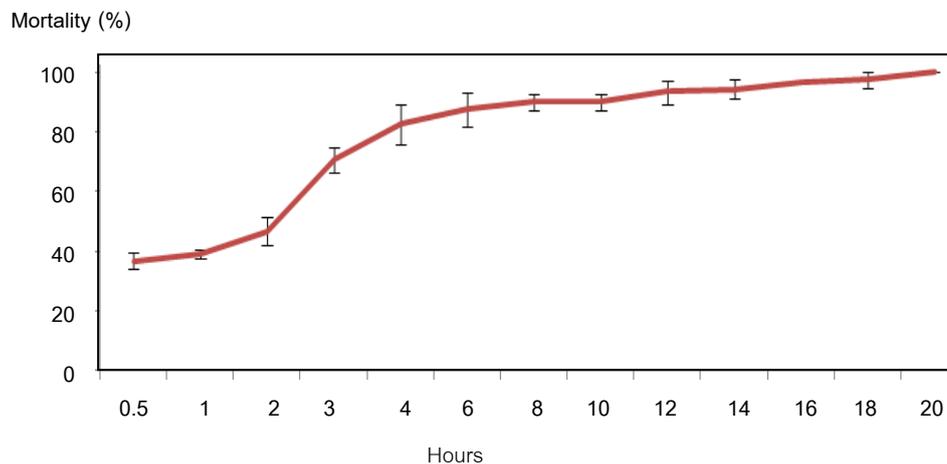


Figure 5 Pupal mortality of *Oryzaephilus surinamensis* in KDML 105 rice after exposing to 60 ppm ozone at various times.

ดักแด้ของมอดพื้นเลื้อยที่เข้าทำลายผลอินทผลัม (date) มีการตายอย่างสมบูรณ์เมื่อได้รับก๊าซไอโซน 7 ppm เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมอดพื้นเลื้อยระยะหนอนกับตัวเต็มวัยในผลอินทผลัมที่ใช้ก๊าซไอโซนเพิ่มขึ้นเป็น 30 ppm ใช้เวลาถึง 6 ชั่วโมง จึงทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้น กิจกรรมการหายใจของแมลงในระยะต่าง ๆ อาจมีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองของก๊าซไอโซน ซึ่งโดยปกติแล้วแมลงในกลุ่มที่มีการถอดรูปสมบูรณ์แบบ (complete metamorphosis) ระยะไข่และระยะดักแด้ มีกิจกรรมการหายใจและการใช้ออกซิเจนน้อยกว่าระยะอื่น ๆ นอกจากนี้ ไข่ของแมลงยังมีโอกาสที่จะสูญเสียน้ำได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ (Schmolz and Lamprecht, 2000) จากการนำมอดพื้นเลื้อยระยะดักแด้ ซึ่งเป็นระยะทนทานต่อก๊าซไอโซนมากที่สุด มาผ่านไอโซนโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถทำให้แมลงตายได้ 98.33±1.32 เปอร์เซ็นต์ และทำให้แมลงตายได้อย่างสมบูรณ์ในเวลา 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kells *et al.* (2001) เมื่อรมด้วยก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 25-50 ppm เป็นระยะเวลา 3-5 วัน สามารถทำให้มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด มีอัตราการตายมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปริมาณก๊าซมากขึ้นจะช่วยให้เวลาการใช้ก๊าซลดลง ซึ่ง Yoshida (1974) รายงานว่า ก๊าซไอโซนที่ใช้ในความเข้มข้น 95 - 120 ppm ให้ค่า  $LT_{95} = 70$  นาที ในขณะที่การทดลองของ Mason *et al.* (1997) ใช้ก๊าซไอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 5 ppm ใช้เวลายาวนานกว่าเป็น 3-5 วัน ทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์

การศึกษาในแมลงชนิดอื่น Erdman (1979) รายงานว่า เมื่อใช้ก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 95 - 115 ppm เป็นระยะเวลา 3.5 - 6 ชั่วโมงทำให้ มอดแป้งทั้ง 2 ชนิดคือ *Tribolium confusum* และ *T. castaneum* มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ก๊าซไอโซนกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูเข้าทำลายเจาะผลกาแฟสด และกาแฟกะลา เมื่อรมด้วยก๊าซไอโซนที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในสภาพสุญญากาศนาน 6 ชั่วโมง พบว่ามีแมลงทุกระยะมีการตายอย่างสมบูรณ์ ยกเว้นระยะไข่ (Armstrong,

2008) การรมก๊าซไอโซนในการกำจัดแมลงพบว่า มีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพหลายปัจจัย เช่น หากมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ก๊าซไอโซนจะทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีอยู่ในอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงลดลง ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่จะทำให้ลดประสิทธิภาพของก๊าซไอโซนได้ ความเข้มข้นของก๊าซไอโซนและระบบสุญญากาศ ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการกำจัดแมลงทั้งสิ้น (Hollingsworth and Armstrong, 2005)

## สรุป

มอดพื้นเลื้อยเจริญในข้าวสารปทุมธานี 1 ที่บดหยาบ เวลา 19.81±1.65 วันจากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย โดยมีระยะไข่ หนอนวัย 1, 2, 3 และ 4 ใช้เวลา 2.72±1.60, 2.42±0.97, 2.70±0.65, 2.74±0.90 และ 3.31±0.80 วัน ตามลำดับ ระยะพักตัวก่อนเข้าดักแด้ และดักแด้ เป็นเวลา 1.10±0.30 และ 5.92±0.67 วัน มอดพื้นเลื้อยสามารถวางไข่ในข้าวบาร์เลย์ และข้าวบาร์เลย์ผสมยีสต์ 5 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุดรองลงมาได้แก่ ข้าวปทุมธานี 1 ข้าวเก่า 88061 ข้าวเก่าดอยสะเก็ด และข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 มอดพื้นเลื้อยระยะดักแด้เป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซไอโซนมากที่สุด ก๊าซไอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เมื่อใช้รมดักแด้ (ซึ่งเป็นระยะทนทานที่สุด) โดยตรงเป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถทำให้แมลงตายได้ 98.33±1.32 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามอดพื้นเลื้อยที่ความหนาแน่น 30 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นความหนาแน่นเฉลี่ยที่พบในธัญพืชเมื่อนำระยะดักแด้มาทดสอบใช้ก๊าซไอโซนโดยตรงสามารถกำจัดแมลงได้อย่างสมบูรณ์ใช้เวลา 6 ชั่วโมง และเมื่อนำดักแด้จำนวน 30 ตัวใส่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่าเมื่อใช้ก๊าซไอโซนที่ 60 ppm เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทำให้ดักแด้ของมอดพื้นเลื้อยตายอย่างสมบูรณ์

## คำนิยาม

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- พรทิพย์ วิสารทานนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เฟ็งคุ้ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ ลักขณา ร่มเย็น และภาวิณี หนูชนะ ภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.
- สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการส่งออก (Export)--สำรวจรวม: ปริมาณและมูลค่าส่งออกรายเดือน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: [http://www.oae.go.th/oae\\_report/export\\_imp/or/export\\_result.php](http://www.oae.go.th/oae_report/export_imp/or/export_result.php) (4 เมษายน 2554).
- Al-Ahmadi, S. S., R. A. Ibrahim and S. A. Ouf. 2009. Possible control of fungal and insect infestation of date fruits using ozone. [Online]. Available: <http://www.biotech-asia.org/display.asp?id=512>(December 17, 2009).
- Armstrong, J. W., P. Follett, S. A. Brown, J G. Leesch, J. S. Tebbets, J. Smilanick, D. Streett, M. Portillo, T. H. McHugh, C. W. Olsen, L. Whitehand, C. Cavaletto, N. Nagai, H. C. S. Bittenbender, A. E. Bustillo, J. E. Peña and L. Mu. 2008. Ozone fumigation to control quarantine pests in green coffee. Proceedings of the Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 11, 2008. Orlando, FL.
- Erdman, H. E. 1979. Ecological aspects of control of a stored product insect by ozonation. p. 75 *In*: Proceedings of the Second International Working Conference on Stored-Product Entomology. 10-16 September, Ibadan, Nigeria.
- Haines, C. P. (ed.). 1991. Insects and Arachnids of Tropical Stored Products: Their Biology and Identification-- A Training Manual. 2<sup>nd</sup> ed. Natural Resources Institute, Chatham. 246 p.
- Hollingsworth, R.G. and J.W. Armstrong. 2005. Potential of temperature, controlled atmospheres, and ozone fumigation to control thrips and mealybugs on ornamental plants for export. *Journal of Economic Entomology* 98(2): 289-298.
- Kells, S. A., L. J. Mason, D. E. Maier and C. P. Woloshuk. 2001. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research* 37(4): 371- 382.
- Leonard, L.G., McCray and L. Thelma. 1973. Multiplication of *Oryzaephilus* spp. and *Tribolium* spp. on 20 natural product diets. *Environmental Entomology* 2(2): 176-179.
- Mason, L.J. 2003. Sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L.). Grain Insect Fact Sheet, E-228-w. Department of Entomology, Purdue University.
- Mason, L.J., C.P. Woloshuk and D.E. Maier. 1997. Efficacy of ozone to control insects, molds and mycotoxins, pp. 665-670. *In*: E.J. Donahaye, S. Navarro and A. Varnava (eds.). Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. Cyprus Printer Ltd., Nicosia.
- Schmolz, E. and I. Lamprecht. 2000. Calorimetric investigations on activity states and development of holometabolous insects. *Thermochimica Acta* 349: 61-68.

Sinha, R. N. 1971. Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats, and barley. Journal of Economic Entomology 64(1): 98-102.

Yoshida, T. 1974. Lethal effect of ozone gas on the adults of *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*. Scient. Rep. Fac. Agric. Okayama University 45: 9-15.

# ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดและการใช้ร่วมกับดินเบาในการกำจัดมอดแป้งจากโรงเก็บข้าวโพด

## Efficacy of some Insecticides and Their Use in Combination with Diatomaceous Earth Against *Tribolium castaneum* (Herbst) Collected from Corn Silos

เนตรนภา ศรีสองสม<sup>1/</sup>, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง<sup>1/</sup> และ ไสว บูรณพานิชพันธ์<sup>1/</sup>  
Netnapa Seesongsom<sup>1/</sup>, Yaowaluk Chanbang<sup>1/</sup> and Sawai Buranapanichpan<sup>1/</sup>

**Abstract:** Laboratory tests were carried out in order to evaluate the efficacy of malathion, pirimiphos-methyl, permethrin and deltamethrin against red flour beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst), which were collected from different corn silos in Chiang Rai, Phayao and Phetchabun provinces. The result revealed that pirimiphos-methyl, at the recommended dosage, was the most efficacious in controlling adults of red flour beetles from Chiang Rai, Phayao and Phetchabun provinces with the mortality of 67.0, 85.0 and 77.5 % respectively. In addition, it was found that the red flour beetles from Chiang Rai and Phayao showed resistance trend to permethrin and malathion insecticides. The use of diatomaceous earth (DE) originated from Lampang and USA (Perma-Guard<sup>®</sup>) in combination with each resisted insecticide was also investigated for the control of red flour beetles collected from Chiang Rai and Phayao provinces. The results showed that LC<sub>50</sub> values of permethrin, permethrin+DE (Lampang) and permethrin+DE (USA) when applied against red flour beetles from Chiang Rai were 15,845, 4,151 and 2,404 ppm respectively while those from Phayao were 3,181, 2,590 and 1,709 ppm respectively. For malathion insecticide, LC<sub>50</sub> values of malathion, malathion+DE (Lampang) and malathion+DE (USA) when applied against red flour beetles from Chiang Rai were 5,755, 4,565 and 4,507 ppm respectively while those from Phayao were 6,186, 5,456 and 5,294 ppm respectively. The LC<sub>50</sub> values of insecticide+DE treatments were lower than insecticide alone treatments. This indicated that the use of diatomaceous earth in combination with insecticides could promote the efficacy of malathion and permethrin insecticides in controlling red flour beetles. Moreover, diatomaceous earth from the USA was more effective than those from Lampang province.

**Keywords:** Red flour beetle, diatomaceous earth, insecticide resistance

---

<sup>1/</sup>ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup>Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง malathion, pirimiphos-methyl, permethrin และ deltamethrin ในการกำจัดมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) ที่รวบรวมจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ พบว่า สารฆ่าแมลง pirimiphos-methyl มีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้งมากที่สุด โดยความเข้มข้นในอัตราที่แนะนำให้ใช้สามารถฆ่ามอดแป้งจากจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ ได้สูงสุดคือ 67.0, 85.0 และ 77.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับคือ deltamethrin, permethrin และ malathion นอกจากนี้ ยังพบว่า มอดแป้งจากจังหวัดเชียงรายและพะเยา แสดงแนวโน้มต้านทานต่อสารฆ่าแมลง permethrin และ malathion อีกด้วย และเมื่อใช้ดินเบาจากจังหวัดลำปาง และดินเบาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ที่จำหน่ายเป็นการค้าคือ Perma-Guard<sup>®</sup> ผสมกับสารฆ่าแมลง แต่ละชนิดที่มอดแป้งมีแนวโน้มต้านทาน นำมาทดสอบประสิทธิภาพกับมอดแป้งจากจังหวัดเชียงรายและพะเยา พบว่า การใช้ permethrin, permethrin+ดินเบา (ลำปาง) และ permethrin+ดินเบา (สหรัฐอเมริกา) กับมอดแป้งจากจังหวัดเชียงราย มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 15,845, 4,151 และ 2,404 ppm ตามลำดับ ส่วนที่ทดสอบกับมอดแป้งจากจังหวัดพะเยา มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 3,181, 2,590 และ 1,709 ppm ตามลำดับ สำหรับการใช้น้ำ malathion, malathion+ดินเบา (ลำปาง) และ malathion+ดินเบา (สหรัฐอเมริกา) กับมอดแป้งจากจังหวัดเชียงราย พบว่า มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 5,755, 4,565 และ 4,507 ppm ตามลำดับ ส่วนที่ทดสอบกับมอดแป้งจากจังหวัดพะเยา มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 6,186, 5,456 และ 5,294 ppm ตามลำดับ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ค่า  $LC_{50}$  ของสารฆ่าแมลงที่ใช้ร่วมกับดินเบา มีค่าลดลง หมายความว่า การใช้ดินเบาร่วมกับสารฆ่าแมลงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้งได้ โดยดินเบาจากสหรัฐอเมริกาช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดมอดแป้งได้ดีกว่าดินเบาจากจังหวัดลำปาง

**คำสำคัญ:** มอดแป้ง ดินเบา ความต้านทานสารฆ่าแมลง

## คำนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามของโลก รองจากข้าวสาลีและข้าว ประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดมากเป็นอันดับสองรองจากข้าว ซึ่งในปี พ.ศ. 2552 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดประมาณ 7.10 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 4.62 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 650 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) เมล็ดข้าวโพด ที่เก็บไว้ในโรงเก็บ มักประสบปัญหาการเข้าทำลายจากแมลงศัตรูโรงเก็บหลายชนิด ทำให้เกิดความเสียหายทางคุณภาพประมาณ 17% หลังจากเก็บไว้นาน 6 เดือน (Bell *et al.*, 1999) โดยมอดแป้ง [Red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst)] จัดเป็นแมลงศัตรูโรงเก็บที่สำคัญชนิดหนึ่ง สามารถทำลายผลผลิตทางการเกษตรได้หลายชนิด ได้แก่ เมล็ดธัญพืช แป้งชนิดต่าง ๆ ไร่ข้าว เครื่องเทศ กาแฟ โกโก้ ผลไม้แห้ง หนังสัตว์ เป็นต้น และมักเข้าทำลายหลังจากแมลงอื่นเข้าทำลาย

แล้ว (ชุมพล, 2533; พรทิพย์ และคณะ, 2548) ตัวเต็มวัยของแมลงชนิดนี้มีต่อมกลิ่นอยู่ที่อกและท้อง สามารถสังเคราะห์ของเหลวที่ทำให้แป้งเปลี่ยนสี และมีกลิ่นเหม็นฉุน ซึ่งเกิดจากสารที่มีส่วนประกอบของ quinone หรือ benzoquinones (กุสุมา และคณะ, 2548) สามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองและมีกลิ่นติดค้างเมื่อนำผลผลิตไปประกอบอาหาร ในการป้องกันกำจัดทำได้ยากเนื่องจากมอดแป้งเป็นแมลงที่สามารถอยู่ได้ในอาหารหลากหลายประเภทตั้งแต่แป้ง เมล็ดพืช และอาหารสำเร็จรูป การป้องกันกำจัดส่วนใหญ่ใช้สารเคมีฆ่าแมลงเนื่องจากสะดวกและรวดเร็ว โดยนิยมพ่นสารฆ่าแมลงภายในและภายนอกโรงเก็บ บริเวณพื้นผิวโรงเก็บ โดยสารเคมีที่เลือกใช้มักเป็นสารเคมีที่มีพิษตกค้างนานและใช้ความเข้มข้นมากกว่าปกติ และเมื่อใช้สารเคมีดังกล่าวติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้แมลงสร้างภูมิต้านทานและไม่สามารถใช้สารเคมีนั้นในการควบคุมมอดแป้งได้ ดังนั้น การควบคุมมอดแป้งด้วยดินเบา (diatomaceous earth) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการ

ควบคุมมอดแป้ง เนื่องจากดินเบาเป็นสารที่ได้จากสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า ไดอะตอม สามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงโดยดูดซับไขมันที่ผนังลำตัวของแมลง และการที่ดินเบาซึ่งดองผนังลำตัวของแมลงก็จะช่วยให้แมลงสูญเสียน้ำได้ (อภิรักษ์ และคณะ, 2549; Chanbang, 2005; Mewis and Ulrichs, 2001; Subramanyam and Roesli, 2000) อีกทั้งดินเบายังเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม หาง่าย และมีราคาถูก นับได้ว่าการใช้ดินเบาหรือดินเบาพร้อมกับสารฆ่าแมลงเป็นอีกทางเลือกที่เหมาะสม ที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมมอดแป้งได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเลี้ยงเพิ่มปริมาณมอดแป้ง

เก็บรวบรวมมอดแป้งตัวเต็มวัยจากโรงเก็บเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ มาเลี้ยงในกระป๋องพลาสติกที่ฝาปิดเป็นตาข่ายเพื่อระบายอากาศและป้องกันแมลงหลบหนี โดยภายในกระป๋องพลาสติกบรรจุแป้งสาลีผสมผงยีสต์ในอัตราส่วน 95:5 เลี้ยงไว้ 5 วัน ในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ตัวเต็มวัยมอดแป้งผสมพันธุ์และวางไข่ ทำการร่อนแยกไข่และตัวเต็มวัยมอดแป้ง โดยใช้ตะแกรงขนาดช่อง 250 ไมโครเมตร ซึ่งตัวเต็มวัยมอดแป้งไม่สามารถร่อนผ่านตะแกรงได้ นำตัวเต็มวัยที่ร่อนได้ไปเลี้ยงด้วยแป้งสาลีผสมยีสต์อีกครั้ง ส่วนไข่มอดแป้งจะอยู่ร่วมกับแป้งสาลีที่ผสมยีสต์นั้นปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30-45 วัน เพื่อให้ไข่มอดแป้งดังกล่าวพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยและนำตัวเต็มวัยมอดแป้งอายุ 1-2 สัปดาห์ ไปใช้ในการทดลองต่อไป

### ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดมอดแป้ง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้งและคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่ตัวเต็มวัยมอดแป้งมีแนวโน้มต้านทาน ได้ดำเนินการโดยใช้สารฆ่าแมลง 4 ชนิด ได้แก่ malathion 57% EC, pirimiphos-methyl 50% EC, permethrin 10% EC และ deltamethrin 3% EC แต่ละสารฆ่าแมลงใช้ 5 ความ

เข้มข้น คือ ตามอัตราแนะนำ สูงและต่ำกว่าอัตราแนะนำ 1 และ 2 เท่า ทดสอบความเข้มข้นละ 4 ซ้ำ โดยนำกระดาษกรอวงในจานแก้ว (Petri dish) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ทำการพ่นสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดโดยใช้เครื่อง Potter spray tower พ่นให้ทั่วจานแก้ว รวจนสารฆ่าแมลงแห้ง จึงนำ ตัวเต็มวัยมอดแป้งจากพื้นที่จังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ ที่เลี้ยงไว้มีอายุ 1-2 สัปดาห์หลังจากเจริญเป็นตัวเต็มวัย ใส่จานแก้วจำนวน 10 ตัว/จาน นำจานแก้วใส่ถุงผ้าตาข่ายละอียดสีขาวโปร่งแสงและมัดปากถุงด้วยยางรัด เพื่อป้องกันตัวเต็มวัยมอดแป้งหลบหนี ส่วนในชุดควบคุม (check) ใช้น้ำกลั่นพ่นตรวจนับและบันทึกการตายของมอดแป้งที่เวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายโดยวิธี Least significant difference (LSD) นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์ ค่า  $LC_{50}$  โดยใช้โปรแกรม Logit PC และหากพบแมลงตายในชุดควบคุม ทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายใหม่ โดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) และคัดเลือกสารฆ่าแมลงที่มอดแป้งตัวเต็มวัยมีแนวโน้มต้านทานในแต่ละพื้นที่ มาทดลองใช้ร่วมกับดินเบาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมต่อไป

### การใช้สารฆ่าแมลงร่วมกับดินเบาในการกำจัดมอดแป้ง

นำสารฆ่าแมลงชนิดและอัตราที่มอดแป้งตัวเต็มวัยมีแนวโน้มต้านทานที่ได้จากจากการทดสอบประสิทธิภาพ มาผสมกับดินเบาจากจังหวัดลำปาง หรือดินเบาจากสหรัฐอเมริกาชื่อการค้าคือ Perma-Guard<sup>®</sup> ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร หยดของผสมดังกล่าวลงในจานแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ใช้ฟู่กันเกลี่ยให้ทั่ว รวจนแห้ง นำตัวเต็มวัยมอดแป้งในพื้นที่ที่มีแนวโน้มต้านทานสารฆ่าแมลง ปล่อยในจานแก้ว จำนวน 10 ตัว/จาน นำจานแก้วใส่ถุงตาข่ายละอียดสีขาวโปร่งแสงและมัดปากถุงด้วยหนังยางวงกรรมวิธีที่ใช้มีดังนี้

กรรมวิธี 1 สารฆ่าแมลงชนิดที่ตัวเต็มวัยมอดแป้งมีแนวโน้มต้านทาน

กรรมวิธี 2 ดินเบาจากลำปาง + สารฆ่าแมลงชนิดที่ตัวเต็มวัยมอดแป้งมีแนวโน้มต้านทาน

กรรมวิธี 3 ดินเบาจากสหรัฐอเมริกา + สารฆ่าแมลงชนิดที่ตัวเต็มวัยมอดแป้งมีแนวโน้มต้านทาน

กรรมวิธี 4 ดินเบาจากลำปาง

กรรมวิธี 5 ดินเบาจากสหรัฐอเมริกา

กรรมวิธี 6 ชุดควบคุม (check)

แต่ละกรรมวิธีดำเนินการ 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับและบันทึกผลการตายของตัวเต็มวัยมอดแป้งทุก 12, 24 และ 48 ชั่วโมง นำไปคำนวณหาค่า  $LC_{50}$  โดยใช้โปรแกรม Logit PC หากพบแมลงตายในชุดควบคุม ทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายใหม่ โดยใช้ Abbott's formula

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดมอดแป้ง

การทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง malathion, pirimiphos-methyl, deltamethrin และ permethrin กับตัวเต็มวัยมอดแป้งจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ โดยใช้สารฆ่าแมลงดังกล่าวในอัตราความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้พบว่า pirimiphos-methyl มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้ง โดยทำให้มอดแป้งจากจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ มีการตาย 67.00, 85.00 และ 77.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับคือ

deltamethrin, permethrin และ malathion ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kljajic *et al.* (2006) ที่รายงานว่าการกำจัด mite ด้วย pirimiphos-methyl มีประสิทธิภาพสูงกว่า deltamethrin และ malathion ในการกำจัด *S. granarius* ซึ่งเป็นแมลงในโรงเก็บเช่นเดียวกับมอดแป้ง

สารฆ่าแมลง malathion ในอัตราที่แนะนำให้ใช้ไม่สามารถกำจัดมอดแป้งได้ จึงทำการเพิ่มความเข้มข้นเป็น 5 ระดับ โดยอยู่ในช่วง 8,353 – 8,892 ppm เพื่อนำมาทดสอบกับมอดแป้งในการหาค่า  $LC_{50}$  ของ malathion ซึ่งพบว่า ค่า  $LC_{50}$  ของ malathion กับมอดแป้งจากจังหวัดพะเยามีค่าสูงสุด รองลงมาคือ เชียงรายและเพชรบูรณ์ มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 7,603, 6,491 และ 5,280 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของ malathion ที่แนะนำให้ใช้กับมอดแป้ง คือ 445 ppm แสดงให้เห็นว่ามอดแป้งจากทั้ง 3 แหล่ง โดยเฉพาะมอดแป้งจากจังหวัดเชียงรายและพะเยา มีความต้านทานต่อ malathion อย่างชัดเจน

สำหรับสารฆ่าแมลง pirimiphos-methyl ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphate เช่นเดียวกับ malathion เมื่อนำมาทดสอบกับมอดแป้งจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 4,790, 4,312 และ 3,662 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และเมื่อนำค่า  $LC_{50}$  มาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้คือ 5,575 ppm พบว่า ค่า  $LC_{50}$  ที่ได้มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย มอดแป้งจาก 3 จังหวัดดังกล่าว ยังไม่สร้างความต้านทานต่อสาร pirimiphos-methyl

Table 1 Percentage mortality of *Tribolium castaneum* adults from Chiang Rai, Phayao and Phetchabun provinces after treated with insecticides at recommended dosage

Insecticide	Recommended dosage (ppm)	Mortality <sup>1/</sup>		
		Chiang Rai	Phayao	Phetchabun
Malathion	445	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>
Pirimiphos-methyl	5,575	67.00 <sup>a</sup>	85.00 <sup>a</sup>	77.50 <sup>a</sup>
Deltamethrin	1,500	62.50 <sup>a</sup>	57.75 <sup>b</sup>	67.50 <sup>ab</sup>
Permethrin	4,780	42.50 <sup>b</sup>	35.00 <sup>c</sup>	55.00 <sup>b</sup>

<sup>1/</sup>Within column, means followed by a common letter do not differ by LSD test with 95% confidence level

Table 2 LC<sub>50</sub> of malathion and pirimiphos-methyl on *Tribolium castaneum* adults collected from Chiang Rai, Phayao and Phetchabun provinces

Location	Malathion (ppm)			Pirimiphos-methyl (ppm)		
	(Recommended dosage: 445 ppm)			(Recommended dosage: 5,575 ppm)		
	LC <sub>50</sub> *	Lower	Upper	LC <sub>50</sub> *	Lower	Upper
Chiang Rai	6,491	4,261	413,778	4,790	3,672	7,144
Phayao	7,603	6,961	49,634	4,312	3,386	6,069
Phetchabun	5,280	1,332	6,033	3,662	0.00	*****

\* LC<sub>50</sub> 95% confidence limits calculated from Logit PC program

สารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ คือ permethrin และ deltamethrin ถูกนำมาใช้ทดสอบกับมอดแป้งจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ โดย permethrin มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 15,520, 13,863 และ 2,974 ppm ตามลำดับ ส่วน deltamethrin มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 3,529, 3,301, และ 3,781 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สำหรับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของมอดแป้ง แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนในกรณีของการใช้ permethrin โดยเฉพาะมอดแป้งจากจังหวัดเชียงราย และพะเยา ที่มีค่า LC<sub>50</sub> ของ permethrin สูงกว่าอัตราความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ (4,780 ppm) ประมาณ 3 เท่า ส่วนการใช้ deltamethrin กับมอดแป้ง ค่า LC<sub>50</sub> ที่ได้มีค่าสูงกว่าอัตราความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ (1,500 ppm) ประมาณ 2 เท่า แสดงให้เห็นว่ามอดแป้งจาก 3 จังหวัด เริ่มมีแนวโน้มสร้างความต้านทานต่อ deltamethrin แล้ว

#### การใช้ดินเบาพร้อมกับสารฆ่าแมลงในการกำจัดมอดแป้ง

จากการประยุกต์ใช้ดินเบาพร้อมกับสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin ในการกำจัดตัวเต็มวัยมอดแป้งจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงรายและพะเยาที่แสดงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิด พบว่า การใช้ดินเบาพร้อมกับสารฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้งได้ดีกว่าการใช้สารฆ่าแมลง และการใช้ดินเบาเพียงอย่างเดียว โดยมีผลให้เปอร์เซ็นต์การตาย

ของมอดแป้งเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4 และ 5) ทั้งนี้ดินเบาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงได้ เนื่องจากดินเบาก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำจากตัวแมลงมากขึ้น และทำลายชั้นไขมันที่ผนังลำตัวชั้นนอกของแมลง จากการศึกษากลไกการทำงานของสาร malathion ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphate มีผลต่อแมลงโดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholinesterase ส่วนสาร permethrin เป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่ม pyrethroids มีผลต่อแมลง โดยเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลงสูง ทำลายสมดุลของประจุโซเดียมและโพแทสเซียม ที่เยื่อหุ้มประสาท (สุภานี, 2540; Ware, 1989; Subramanyam and Hagstrum, 1985) ดังนั้น การใช้ดินเบาพร้อมกับสาร malathion และ permethrin จึงมีผลให้เกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cholinesterase และทำลายสมดุลของโซเดียมและโพแทสเซียม ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากมอดแป้งเกิดการสูญเสียน้ำมีผลทำให้เกิดสภาวะเครียด ดังรายงานการศึกษาการใช้ spinosad ร่วมกับดินเบาในการกำจัด *T. confusum* และ *S. oryzae* พบว่า ดินเบา มีผลในการเพิ่มสภาวะเครียด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมตาโบลิซึมภายในลำตัวแมลง ช่วยเสริมประสิทธิภาพของ spinosad ได้ดียิ่งขึ้น (Chintzoglou *et al.* 2008)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดินเบาที่มีแหล่งที่มาแตกต่างกัน พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้งได้แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องดินเบาจากที่แหล่งต่างๆ มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (ธัญรัตน์, 2553; Fields

**Table 3** LC<sub>50</sub> of permethrin and deltamethrin on *Tribolium castaneum* adults collected from Chiang Rai, Phayao and Phetchabun provinces

Location	Permethrin (ppm)			Deltamethrin (ppm)		
	(Recommended dosage: 4,780 ppm)			(Recommended dosage: 1,500 ppm)		
	LC <sub>50</sub> *	Lower	Upper	LC <sub>50</sub> *	Lower	Upper
Chiang Rai	15,520	6,493	81,968	3,529	2,508	5,965
Phayao	13,863	7,603	58,778	3,301	2,561	4,604
Phetchabun	2,974	2,437	5,043	3,781	2,881	5,541

\* LC<sub>50</sub>, 95% confidence limits calculated from Logit PC program**Table 4** Percentage mortality of *Tribolium castaneum* adults from Chiang Rai (CRI) and Phayao (PYO) treated with malathion, malathion+DE (Lampang) and malathion+DE (USA)

Treatment	Percentage mortality of <i>T. castaneum</i> adults at various dosages (ppm) <sup>1/</sup>											
	4,446		5,353		6,224		7,113		8,002		8,892	
	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO
Malathion	37.5 <sup>a</sup>	40.0 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	55.0 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>	62.5 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	65.0 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>
Malathion+DE (Lampang)	45.0 <sup>a</sup>	42.5 <sup>a</sup>	62.5 <sup>a</sup>	47.5 <sup>a</sup>	65.0 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	62.5 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	72.5 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>
Malathion+DE (USA)	45.0 <sup>a</sup>	42.5 <sup>a</sup>	72.5 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	77.5 <sup>a</sup>	72.5 <sup>a</sup>	80.0 <sup>a</sup>	80.0 <sup>a</sup>	87.5 <sup>a</sup>	85.0 <sup>a</sup>
DE (Lampang)	10.0 <sup>b</sup>	15.0 <sup>b</sup>	10.0 <sup>c</sup>	15.0 <sup>c</sup>	10.0 <sup>b</sup>	15.0 <sup>b</sup>						
DE (USA)	30.0 <sup>bc</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>bc</sup>	27.5 <sup>bc</sup>	30.0 <sup>b</sup>	27.5 <sup>b</sup>						
Check	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>c</sup>							

<sup>1/</sup> Within column, means followed by a common letter do not differ by LSD test with 95% confidence level.

DE = Diatomaceous earth

and Korunic, 2000; Subramanyam and Roesli, 2000) Fields and Korunic (2000) รายงานว่า ดินเบา Protect-It™ เป็นดินเบาจากสหรัฐอเมริกา มีแหล่งกำเนิดจากแหล่งน้ำทะเล ส่วน Dryacide® เป็นดินเบาจากออสเตรเลีย มีแหล่งกำเนิดจากแหล่งน้ำจืด โดยดินเบาทั้ง 2 แหล่ง มี SiO<sub>2</sub> เป็นองค์ประกอบในอัตรา 87 และ 94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าดินเบา Protect-It™ และ Dryacide® มีประสิทธิภาพในการกำจัดมอดแป้ง *T. castaneum* ได้ถึง 92 และ 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 12 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ดินเบาที่จำหน่ายในทางการค้าอาจมีการเติมสารบางชนิดเข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงให้สูงขึ้น เช่น ดินเบา Insecticide-D-20 และ Perma Guard Kleen Bin-D-20 มีการเติมสาร piperonyl butoxide และ pyrethrins เข้าไปด้วย (Fields and Korunic, 2000; Subramanyam and Roesli, 2000)

ซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide) เป็นองค์ประกอบหลักในดินเบาที่มีบทบาทในการดูดซับไขมันที่ผนังลำตัวของแมลงและเป็นเหตุให้แมลงสูญเสียน้ำและตายได้ ดินเบาจากจังหวัดลำปางและดินเบาจากสหรัฐอเมริกา มีองค์ประกอบซิลิกอนไดออกไซด์ 66% (สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3, 2550) และ 89% ตามลำดับ (Korunic, 1998) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติในการกำจัดแมลงของดินเบาจากสหรัฐอเมริกาทำให้แมลงตายได้มากกว่าดินเบาลำปาง

ค่า LC<sub>50</sub> ของสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin เมื่อใช้ร่วมกับดินเบาจากลำปางและดินเบาจากสหรัฐอเมริกา พบว่ามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงเพียงลำพัง โดยค่า LC<sub>50</sub> ของ malathion, malathion+ดินเบาลำปาง และ malathion+ดินเบาสหรัฐอเมริกา เมื่อทดสอบกับตัวเต็มวัยมอดแป้งจากเชียงราย มีค่า เท่ากับ 5,755, 4,565 และ 4,507 ppm ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับมอดแป้งจากจังหวัดพะเยา มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 6,187, 5,456 และ 5,294 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 6) สำหรับการใส่สารฆ่าแมลง permethrin, permethrin+ดินเบาลำปาง และ permethrin+ดินเบาสหรัฐอเมริกา กับมอดแป้งจาก

จังหวัดเชียงราย พบว่ามีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 15,845, 4,151 และ 2,404 ppm ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับมอดแป้งจากจังหวัดพะเยา มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 3,181, 2,590 และ 1,709 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 7) จากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ดินเบาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin ในการกำจัดมอดแป้งได้ ซึ่งสอดคล้องรายงานของ Korunic and Rozman (2010) ที่กล่าวว่า การใช้ดินเบาร่วมกับ deltamethrin ในการกำจัดแมลงในโรงเก็บคือ *R. dominica*, *S. oryzae* และ *T. castaneum* และพบว่า ดินเบาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสาร deltamethrin ในการกำจัดแมลงดังกล่าวได้

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของดินเบาจากจังหวัดลำปางกับดินเบาจากสหรัฐอเมริกา พบว่า ค่า LC<sub>50</sub> ของสารฆ่าแมลงเมื่อใช้ร่วมกับดินเบาจากสหรัฐอเมริกา มีค่าต่ำกว่าค่า LC<sub>50</sub> ของสารฆ่าแมลงเมื่อใช้ร่วมกับดินเบาลำปาง แสดงให้เห็นว่า ดินเบาจากสหรัฐอเมริกาสามารถเสริมประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin ได้ดีกว่าดินเบาลำปาง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบของซิลิกอนไดออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบของดินเบาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ดินเบาลำปางยังคงให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงและมีผลช่วยให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสมต่อไป

## สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง 4 ชนิด คือ malathion, pirimiphos-methyl, permethrin และ deltamethrin ที่นำมาใช้ในการกำจัดมอดแป้งที่รวบรวมจากโรงเก็บข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเพชรบูรณ์ พบว่า สารฆ่าแมลง pirimiphos-methyl มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการกำจัดมอดแป้งทั้ง 3 แหล่ง ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับ คือ deltamethrin, permethrin และ malathion โดยมอดแป้งจากจังหวัดเชียงรายและพะเยา

**Table 5** Percentage mortality of *Tribolium castaneum* adults from Chiang Rai (CRI) and Phayao (PYO) treated with permethrin, permethrin+DE (Lampang) and permethrin+DE (USA)

Treatment	Percentage mortality of <i>T. castaneum</i> adults at various dosages (ppm)											
	597		1,195		2,395		4,780		9,560		19,120	
	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO	CRI	PYO
Permethrin	17.5 <sup>bc</sup>	25.0 <sup>ab</sup>	27.5 <sup>a</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	32.5 <sup>ab</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	45.0 <sup>ab</sup>	50.0 <sup>ab</sup>	45.0 <sup>b</sup>	60.0 <sup>b</sup>	52.5 <sup>ab</sup>	65.0 <sup>b</sup>
Permethrin+DE (Lampang)	25.0 <sup>ab</sup>	35.0 <sup>ab</sup>	35.0 <sup>a</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	42.5 <sup>ab</sup>	60.0 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	67.5 <sup>a</sup>	65.0 <sup>b</sup>	72.5 <sup>a</sup>	80.0 <sup>a</sup>
Permethrin+DE (USA)	32.5 <sup>a</sup>	37.5 <sup>a</sup>	47.5 <sup>a</sup>	45.0 <sup>a</sup>	47.5 <sup>a</sup>	47.5 <sup>a</sup>	62.5 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	72.5 <sup>a</sup>	87.0 <sup>a</sup>	75.0 <sup>a</sup>	90.0 <sup>a</sup>
DE (Lampang)	10.0 <sup>c</sup>	15.0 <sup>b</sup>	10.0 <sup>b</sup>	15.0 <sup>b</sup>	10.0 <sup>c</sup>	15.0 <sup>b</sup>	10.0 <sup>c</sup>	15.0 <sup>c</sup>	10.0 <sup>d</sup>	15.0 <sup>c</sup>	10.0 <sup>c</sup>	15.0 <sup>d</sup>
DE (USA)	30.0 <sup>ab</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>a</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>b</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>bc</sup>	27.5 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>c</sup>	27.5 <sup>c</sup>	30.0 <sup>bc</sup>	27.5 <sup>c</sup>
Check	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>d</sup>	0.0 <sup>e</sup>

<sup>1/</sup> Within column, means followed by a common letter do not differ by LSD test with 95% confidence level.

DE = Diatomaceous earth

**Table 6** LC<sub>50</sub> of malathion, malathion+DE (Lampang) and malathion+DE (USA) on *Tribolium castaneum* adults collected from Chiang Rai and Phayao provinces

Population	LC <sub>50</sub> (Upper, lower)		
	Malathion	Malathion+DE (Lampang)	Malathion+DE (USA)
Chiang Rai	5,755 (4,444 , 6,607)	4,565 (1,822, 5,553)	4,507 (3,359, 5,143)
Phayao	6,186 (4,952 , 7,274)	5,456 (4,280, 6,171)	5,294 (4,506, 5,830)

\* LC<sub>50</sub> 95% confidence limits calculated from Logit PC program

DE = Diatomaceous earth

**Table 7** LC<sub>50</sub> of permethrin, permethrin+DE (Lampang) and permethrin+DE (USA) on *Tribolium castaneum* adults from Chiang Rai and Phayao provinces

Location	LC <sub>50</sub> (Upper, lower)		
	Permethrin	Permethrin+DE (Lampang)	Permethrin+DE (USA)
Chiang Rai	15,845 (7,089, 198,721)	4,151 (2,726, 6,623)	2,404 (1,294, 3,945)
Phayao	3,181 (678, 6,466)	2,590 (1,972, 5,050)	1,709 (1,118, 2,387)

\* LC<sub>50</sub> 95% confidence limits calculated from Logit PC program

DE = Diatomaceous earth

แสดงความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin นอกจากนี้ได้ทดลองใช้ดินเบาจากจังหวัดลำปางและดินเบาจากสหรัฐอเมริกา (Perma-Guard®) ร่วมกับสารฆ่าแมลง malathion และ permethrin เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดที่มอดแป้งแสดงความต้านทานแล้ว และพบว่าดินเบาช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดดังกล่าวในการกำจัดมอดแป้งได้ โดยพิจารณาจากค่า LC<sub>50</sub> ของสารฆ่าแมลงที่ลดต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงแต่ละชนิดโดยลำพัง และดินเบาจากสหรัฐอเมริกาช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงได้ดีกว่าดินเบาจากจังหวัดลำปาง

### เอกสารอ้างอิง

กุสุมา นวลวัฒน์ พรทิพย์ วิสารทนนท์ บุษรา จันทร แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เฟื่องคุ่ม และ จิราภรณ์ ทองพันธ์. 2548. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 80 หน้า.

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บ. ขอนแก่นการพิมพ์, ขอนแก่น. 249 หน้า.

ธัญรัศม์ เลิศโฆษิตพงศ์. 2553. การสังเคราะห์วัสดุชีวโพลีเมอร์จากดินไคอะตอมลำปาง. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 123 หน้า.

พรทิพย์ วิสารทนนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เฟื่องคุ่ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ ลักขณา ร่มเย็น และ ภาวิณี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด.

เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 58 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปี 2552. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [http://www.oae.go.th/statistic/yearbook54/crops/03\\_%20maize.xls](http://www.oae.go.th/statistic/yearbook54/crops/03_%20maize.xls) (5 มีนาคม 2554).

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3. 2550. รายงานผลการทดสอบดินเบา. สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3, เชียงใหม่.

อภิรักษ์ ชัยเสนา เมษายาน แก้วทุ่น และ ปัญญา พลรักษ์. 2549. การเตรียมโซเดียมซิลิเกตจากดินเบาแหล่งลำปาง. สาขาวิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ลำปาง.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol.18: 265-267.

Bell, A., O. Mück, P. Mutla and H. Schneider. 1999. Integrated Post-Harvest Protection Is Worth Its Money. GTZ, Eschborn. 36 p.

Chanbang, Y. 2005. Evaluation of diatomaceous earth and methoprene and varietal resistance to control *Rhyzopertha dominica* (F.), the lesser grain borer in stored rice. Ph.D. Dissertation. Department of Entomology, University of Kansas, Kansas, U.S.A.

Chintzoglou, G., C. G. Athanassiou and F. H. Arthur. 2008. Insecticidal effect of spinosad dust in combination with

- diatomaceous earth against two stored-grain beetle species. *J. Stored Prod. Res.* 44(4): 347-353.
- Fields, P. and Z. Korunic. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earth from different geographical locations against stored-product beetles. *J. Stored Prod. Res.* 36(1): 1-13.
- Kljajic, P., G. Andric and I. Peric. 2006. Effect of several contract insecticides on adults of three *Sitophilus* species. pp. 338-343. *In: Proceedings of Ninth International Working Conference of Stored Product Protection.* Sao Paulo, Brazil.
- Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earth, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.* 34(2-3): 87-97.
- Korunic, Z. and V. Rozman. 2010. A synergistic mixture of diatomaceous earth and deltamethrin to control stored grain insects. pp. 894-898. *In: Proceedings of the Tenth International Working Conference of Stored Product Protection.* Estoril, Portugal.
- Mewis, I. and C. Ulrichs. 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *J. Stored Prod. Res.* 37(2): 153-164.
- Subramanyam, Bh. and D. W. Hagstrum. 1985. Integrated management of insects in stored products. Marcel Dekker Publishing, Inc., New York, U.S.A. 426 p.
- Subramanyam, Bh. and R. Roesli. 2000. Inert dusts. pp. 321-380. *In: Bh. Subramanyam and D. W. Hagstrum (eds.). Alternative to Pesticides in Stored-Product IPM.* Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Ware, G. W. 1989. *The Pesticide Book.* Thomson Publications, Fresno, California. 336 p.
-

# อายุการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษาต่อคุณค่าทางโภชนาการบางประการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดอินทรีย์

## Harvesting Period and Shelf Life on some Nutritional Value of Pre-germinated Sung Yod Organic Brown Rice

อุไรวรรณ วัฒนกุล<sup>1/</sup> วัฒนา วัฒนกุล<sup>1/</sup> นพรัตน์ มะเห<sup>1/</sup> และ พิฑูรย์ จรูญรัตน์<sup>2/</sup>  
*Uraiwan Wattanakul<sup>1/</sup>, Wattana Wattanakul<sup>1/</sup>, Nopparat Mahae<sup>1/</sup> and Pitun Charoonrat<sup>2/</sup>*

**Abstract:** The study on effect of harvesting period and shelf life on some nutritional value properties of pre-germinated Sung yod organic brown rice was examined. The harvesting period was divided into 3 periods (30, 37 and 44 days after flowering). GABA (gamma aminobutyric acid), vitamin B1, protein content, flavonoid content and phenolic content of Sung yod-brown rice and Sung yod-pre germinated brown rice were evaluated. The result showed that protein content in brown rice was increased as harvesting period increased and GABA content reached to the maximum after 37 days of storage. Storage time also had the effect on vitamin B1 content, while the other nutrition value did not change. It could be concluded that harvesting period and storage time had the effects on nutritional value of brown rice and pre-germinated brown rice .

**Keywords:** Germinated brown rice, Sung yod rice, harvesting period, storage time, nutritional value

---

<sup>1/</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จ.ตรัง 92150

<sup>1/</sup> Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang 92150, Thailand

<sup>2/</sup> สำนักงานเกษตรอำเภอตะโหมด อ.ตะโหมด จ.พัทลุง 93160

<sup>2/</sup> Agricultural office of Tamod district, Tamod district, Phatthalung 93160, Thailand

**บทคัดย่อ:** การศึกษาอิทธิพลอายุการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาต่อคุณค่าทางโภชนาการบางประการของข้าวกล้องงอก จากข้าวสังข์หยดอินทรี โดยกำหนดอายุเก็บเกี่ยวเป็น 3 ระยะ คือ 30 37 และ 44 วัน หลังออกดอก ผลการทดลอง เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการต่างๆคือ ปริมาณสาร GABA (gamma aminobutyric acid) วิตามินบี 1 ปริมาณโปรตีน ปริมาณฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารฟีนอลิกของข้าวกล้องงอก พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนของข้าวกล้องงอกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่วนสาร GABA ของข้าวกล้องงอกมีมากที่สุดที่ระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 37 วัน และระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณวิตามินบี 1 เมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าอื่นๆซึ่งค่อนข้างคงที่ ผลการทดลองสรุปว่า อายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษามีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง

**คำสำคัญ:** ข้าวกล้องงอก ข้าวสังข์หยด อายุการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา คุณค่าทางโภชนาการ

## คำนำ

ข้าวกล้องงอก เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่อยู่ในกระแสข้าวสุขภาพ โดยข้าวกล้องงอก อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น มีไลซีนและใยอาหารมากกว่าข้าวสาร 3 เท่า ทำให้ช่วยในการขับถ่าย และป้องกันมะเร็งลำไส้ อีกทั้งมีสารแกมมา-ออโรซานอล ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด (Juliano *et al.*, 2005) มีกรดแกมมา-อะมิโนบิวไทริก (GABA) มากกว่าข้าวสาร 10 เท่า ซึ่งช่วยในการหมุนเวียนเลือด ลดความดันโลหิต ลดไขมันในเส้นเลือด ป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ช่วยในการนอนหลับ (Komatsuzaki *et al.*, 2005) ดังนั้นการแปรรูปข้าวกล้องงอกน่าจะจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ อีกทั้งข้าวสุกจากข้าวกล้องงอกมีรสหวาน เนื่องมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในขณะงอก (สุภาณี, 2551) โดยในระหว่างกระบวนการงอก ของข้าว องค์ประกอบในข้าวกล้องงอก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงมาก โดยสารหลักที่เพิ่มขึ้นในข้าวกล้องงอกคือ GABA เส้นใยอาหาร อินโนซิทอล กรดไฟติก โทโคเฟอรินอล แมกนีเซียม โพแทสเซียม แกมมาออโรซานอล และสังกะสี (Kayahara *et al.*, 2000) คุณค่าทางโภชนาการที่มีในข้าวกล้องงอก เปรียบเทียบกับข้าวขัดขาว พบว่าข้าวกล้องงอกมีสาร GABA มากกว่าข้าวขัดขาวถึง 10 เท่า มีเส้นใยอาหาร วิตามินอี โนอะซิน และไลซีนมากกว่าประมาณ 4 เท่า และวิตามินบี 1 วิตามินบี 6 มากกว่าประมาณ 3 เท่า (Kayahara *et al.*, 2000)

ข้าวกล้องงอกมีชื่อจากข้าวสังข์หยดของกลุ่มแม่บ้าน จ.พัทลุง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และได้ขึ้นทะเบียนเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดพัทลุง อีกทั้งเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่จังหวัดพัทลุงมีเป้าหมายส่งเสริมการผลิตและแปรรูป โดยใช้เมล็ดพันธุ์ดีจากศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2547) ในปี พ.ศ.2542 กองโภชนาการ กรมอนามัย ได้ทำการศึกษาวิจัยอาหารชีวจิต พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าของสารอาหารในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ กล่าวคือ มีวิตามินบีในปริมาณสูง มีกากใยอาหารสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ จึงมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย มีวิตามินอีสูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ จึงมีประโยชน์ในการชะลอความแก่ นอกจากนี้มีโปรตีน ธาตุเหล็กและฟอสฟอรัส สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง และป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารแอนติออกซิแดนซ์พวก oryzanol และมี gamma aminobutyric acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง (ปรีชา, 2548) นอกจากนี้จากรายงานการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ดี (เปรมฤดี และคณะ, 2551)

เนื่องจากยังไม่มีรายงานงานวิจัยที่เกี่ยวกับอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวสังข์หยดต่อคุณค่าทางโภชนาการ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมของข้าวเปลือกต่อการผลิตข้าวกล้องงอกโดยให้คงคุณค่าทาง

โภชนาการไว้สูงสุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการต่อยอดกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก จากข้าวสังข์หยดปลอดสารพิษของกลุ่มเกษตรกรทำนาตะโหมด อ. ตะโหมด จ. พัทลุง เป็นกลุ่มเป้าหมายในการผลิต โดยศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการ และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมของข้าวเปลือกต่อการผลิตข้าวกล้องงอกโดยให้คงคุณค่าทางโภชนาการไว้สูงสุด ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมเป็นอาชีพทางเลือกให้กับเกษตรกร โดยคาดว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนาอาชีพและยกระดับความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวสังข์หยดต่อไป

## วิธีการทดลอง

### การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง

การศึกษามูลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยด โดยการปลูกข้าวสังข์หยดปลอดสารพิษและการเก็บเกี่ยว เริ่มจากการจัดทำแปลงเพาะปลูกข้าว โดยการหว่านน้ำตม เมื่อเข้าฤดูทำนาปี ทำการไถทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน หลังจากนั้นทำการไถแปร และปล่อยน้ำเข้าแปลงนาแช่น้ำไว้เป็นเวลา 7-10 วัน แล้วคราดปรับระดับผิวดิน ทำเทือก และหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยด โดยใช้เมล็ดพันธุ์จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจังหวัดพัทลุง ก่อนการหว่าน ทำการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในน้ำเป็นเวลา 1 คืน ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวและปุ๋ยอินทรีย์ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ไม่ใช้สารเคมีในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดูแลรักษาแปลงนาจนกระทั่งระยะเก็บเกี่ยว หลังจากนั้น กำหนดอายุเก็บเกี่ยวเป็น 3 ระยะ คือ 30, 37 และ 44 วัน หลังออกดอก วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 2 ซ้ำ และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยด คือ ปริมาณสาร GABA (gamma aminobutyric acid) และปริมาณ วิตามินบี 1 วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริมาณโปรตีน ตามวิธีการ

ของ AOAC (1990) ปริมาณฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ตามวิธีการของ Jia *et al.* (1999)

### การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเก็บรักษาข้าวเปลือกต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง

นำข้าวเปลือกสังข์หยดที่กำหนดอายุเก็บเกี่ยว 44 วันหลังออกดอกมาเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน จากนั้นทุกๆเดือนนำมาสีเป็นข้าวกล้องแบบกะเทาะเปลือก ด้วยโรงสีข้าวชุมชน คัดเลือกข้าวกล้องสังข์หยดปลอดสารพิษที่มีเมล็ดเต็มบริโอ (จมูกข้าว) อยู่เพื่อมาผลิตเป็นข้าวกล้องงอกโดยดัดแปลง วิธีการของเปรมฤดีและคณะ (2551) เริ่มจากเตรียมข้าวงอกจากการแช่เมล็ดข้าวในน้ำประปา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในอัตราส่วน เมล็ดข้าว : น้ำ เท่ากับ 1 : 3 (Loreti *et al.*, 2003) และนำมาเพาะต่อ โดยรินน้ำที่แช่ออกจากข้าวกล้องงอก และตักใส่ภาชนะสำหรับเพาะ คลุมภาชนะด้วยผ้าขาวเพื่อไม่ให้ถูกแสง เป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำข้าวกล้องงอกที่ได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คือ ปริมาณสาร GABA (gama aminobutyric acid) และปริมาณ วิตามินบี 1 วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริมาณโปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (1990) ปริมาณฟลาโวนอยด์ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ตามวิธีการของ Jia *et al.* (1999)

## ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

### 1. การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง

ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งผลการทดลองพบว่า ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงที่ระยะการเก็บเกี่ยว 44 วัน หลังออกดอก มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด โดยมีประมาณร้อยละ 8.10 รองลงมา ได้แก่ ระยะการเก็บเกี่ยวที่ 37 วันหลังออกดอก (ร้อยละ 7.43 ) และ 30 วัน หลังออกดอก(ร้อยละ 7.05)

ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในข้าวสังข์หยดที่มีผู้เคยศึกษาไว้ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 7.30 (สำเร็จ, 2548) สำหรับปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องชนิดอื่นนั้น จากการศึกษาของ วรณูช (2551) พบว่าปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 มีค่าร้อยละ 8 ส่วนในข้าวกล้องชัยนาทมีปริมาณสูงกว่าคือร้อยละ 10.7 โดยกลุ่มโปรตีนในข้าวแทรกตัวอยู่ระหว่างกลุ่มสตาร์ช และกลุ่มโปรตีนที่อยู่ผิวเมล็ดมีความหนาแน่นกว่ากลุ่มที่อยู่ในเมล็ด (Juliano, 1972) จากการศึกษาทดลองซึ่งวัดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวส่งผลต่อการสะสมของโปรตีนในเมล็ดข้าว ข้าวที่ยังไม่สุกเต็มที่ จึงมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าระยะอื่น โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่นานขึ้น

ปริมาณความชื้นของทั้ง 3 ระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าประมาณร้อยละ 12 และเป็นค่าความชื้นในข้าวกล้องที่เหมาะสม เช่นเดียวกับรายงานของ Aoto *et al.* (2002) ที่พบว่าความชื้นในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกควรอยู่ในช่วงร้อยละ 10-18 หากความชื้นสูงกว่าร้อยละ 18 ทำให้ข้าวเกิดเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิวเมล็ดทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น และระดับความชื้นร้อยละ 10-18 นั้นมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับ การกำหนดระดับความชื้นของข้าวไว้ โดยประเทศไทยกำหนดความชื้นที่ปลอดภัยของข้าวเปลือกไว้ไม่เกินร้อยละ 14 (เครือวัลย์, 2534)

ปริมาณสาร GABA ของทั้ง 3 ระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณไม่แตกต่างกัน คือมีค่าน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งปริมาณสาร GABA ที่ศึกษาในข้าวหอมมะลิ 105 จากการศึกษาของวรณูช (2551) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.32 และ 0.39 มิลลิกรัม/100 กรัม

ส่วนปริมาณวิตามินบี 1 ของระยะการเก็บเกี่ยว 37 วัน มีปริมาณมากที่สุด โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.48 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่ใกล้เคียงกับระยะการเก็บเกี่ยว 44 วัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.47 มิลลิกรัม/100 กรัม และทั้งสองระยะการเก็บเกี่ยวมีค่าวิตามินบี 1 สูงกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 30 วันหลังออกดอก ( $P < 0.05$ ) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัม/100 กรัม ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง ที่ระยะเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 37 – 44 วันหลังออกดอก มีค่าอยู่ในช่วง 0.47-0.48 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งสูงกว่าการศึกษาของ พิทยา (2541) ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 1 ในข้าวกล้อง กข 15 สุพรรณ 60 และมะลิ 105 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.40 0.34 และ 0.39 มิลลิกรัม/100 กรัม จากการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นได้ว่า การเก็บเกี่ยวข้าวสังข์หยดเพื่อให้มีคุณค่าของวิตามินบี 1 สูงจึงไม่ควรเก็บเกี่ยวก่อนระยะเวลา 37 วันหลังออกดอก

สำหรับปริมาณสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ โดยผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งผลการทดลองพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าสูงที่สุดในระยะการเก็บเกี่ยวที่ 44 วันหลังออกดอก เท่ากับ 21 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/100 กรัม น้ำหนักแห้ง (mg.gallic acid /100 g. dry weight) สูงกว่าระยะการเก็บเกี่ยว 30 และ 37 วัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18 และ 17 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/100 กรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับ

สำหรับปริมาณ ฟลาโวนอยด์ พบว่ามีค่าสูงที่สุดในระยะการเก็บเกี่ยวที่ 44 วันหลังออกดอก เท่ากับ 22.8 ไมโครกรัมแคทีชิน /100 กรัม น้ำหนักแห้ง ( $\mu\text{g.catechin} /100 \text{ g. dry weight}$ ) แต่ไม่แตกต่างกับระยะการเก็บเกี่ยว 30 วัน ซึ่งเท่ากับ 20.8 ไมโครกรัม

**Table 1** Some nutritional values of Sung Yod organic brown rice at various harvesting period

Harvesting period	Protein (%)	Moisture (%)	GABA (mg./100 g)	Vitamin B1 (mg./100 g)
30 day	7.05 ± 0.04 <sup>a</sup>	12.50 ± 0.13 <sup>a</sup>	<0.25	0.41 ± 0.01 <sup>a</sup>
37 day	7.43 ± 0.02 <sup>b</sup>	12.51 ± 0.11 <sup>a</sup>	<0.25	0.48 ± 0.02 <sup>b</sup>
44 day	8.10 ± 0.05 <sup>c</sup>	12.51 ± 0.12 <sup>a</sup>	<0.25	0.47 ± 0.02 <sup>b</sup>

Remark: Mean within the same column followed by different letter are significantly different by DMRT test at  $p < 0.05$ .

เคทีซิน/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และทั้งสองระยะการเก็บเกี่ยวมีปริมาณฟลาโวนอยด์ สูงกว่า การเก็บเกี่ยวที่ระยะ 37 วันหลังออกดอก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.0 ไมโครกรัมเคทีซิน/100 กรัมน้ำหนักแห้ง สำหรับสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวนั้น นวลศรีและอัญชนา (2546) กล่าวว่าในส่วนของรำและจมูกข้าวประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมากกว่า 100 ชนิด และสารประกอบฟีนอลิกในข้าวกล้องนี้มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ยาวนานขึ้น ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับรายงานของ วันพรรษา (2549) ที่วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกในข้าวกล้องหอมมะลิพบว่า มีค่า 3.1 มิลลิกรัมกรด แกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง

## 2. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงหลังเก็บรักษาเป็นเวลาดำเนินการ

เมื่อนำข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงที่ระยะเก็บเกี่ยว 44 วันหลังออกดอก มาทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน แล้วนำไปแปรรูปเป็นข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในแต่ละเดือน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

จากการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงในเดือนที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุดคือร้อยละ 7.61 ซึ่งไม่ต่างจากเดือนที่ 2 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.60 ในขณะที่เดือนที่ 4 มีปริมาณโปรตีนน้อย

ที่สุดคือร้อยละ 7.50 โปรตีนมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง พบว่า ปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกมีค่าต่ำกว่าปริมาณโปรตีนในข้าวกล้อง สอดคล้องกับการทดลองของ สุदारัตน์ (2550) ที่พบว่าการงอกมีผลทำให้เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ มีโปรตีนลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการการสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการแช่ข้าวก่อนการเพาะงอก ดังนั้นจึงส่งผลต่อปริมาณโปรตีนในข้าวตัวอย่างลดลง โดย จุไรทิพย์ (2549) อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโปรตีนในเมล็ดข้าว จากการย่อยกลายเป็นกรดอะมิโน และเปปไทด์ มีการสะสมสาร GABA และสารอื่นจากการกระตุ้นของเอนไซม์ ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Kim *et al.* (2004) ที่พบว่าปริมาณโปรตีนในข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำอุณหภูมิ 40 °C เพาะงอก 20 ชั่วโมงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5 ไปเป็นร้อยละ 5.4 การที่ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากน้ำไปกระตุ้นการทำงานของ hydrolytic enzyme ทำให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนบริเวณชั้นรำข้าว (Shoichi, 2004)

ขณะที่การเก็บรักษาทั้ง 4 เดือนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น โดยค่าความชื้นอยู่ในช่วง 12.47 - 12.51 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าความชื้นในทั้งข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงมีค่าในระดับเดียวกัน และเป็นค่าความชื้นในข้าวกล้องที่

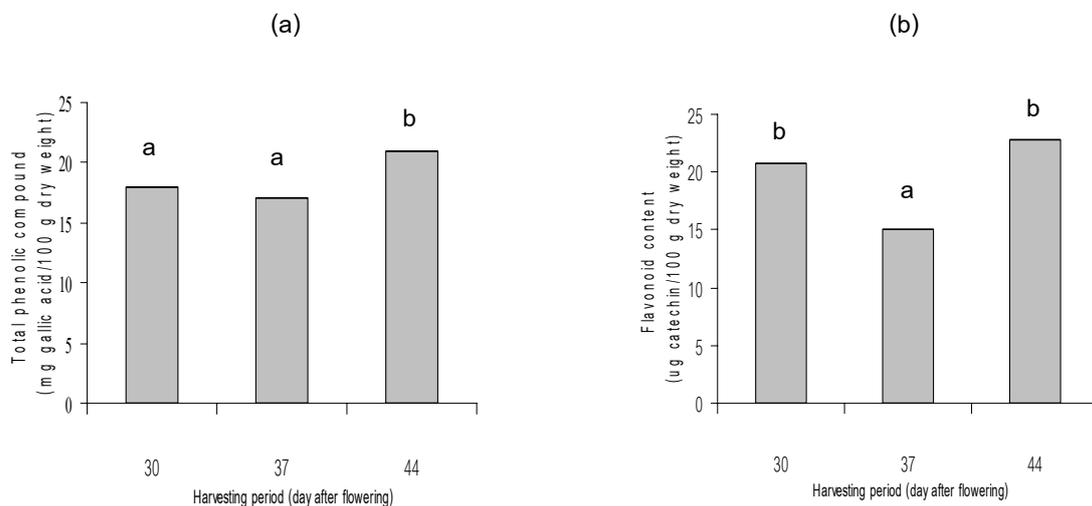


Figure 1 Total phenolic compound (a) and flavonoid content (b) of Sung Yod brown rice at various harvesting period

**Table 2** Some nutritional value of pre-germinated Sung Yod organic brown rice at 44 days of harvesting period (after flowering) and various shelf life

Month	Protein (%)	Moisture (%) <sup>*</sup>	GABA (mg./100 g)	Vitamin B1 (mg./100 g) <sup>*</sup>	Niacin (mg./100 g)
1	7.61 ± 0.06 <sup>b</sup>	12.51 ± 0.11	40.97 ± 0.41 <sup>c</sup>	0.59 ± 0.18	5.56 ± 0.49 <sup>ab</sup>
2	7.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	12.48 ± 0.04	25.89 ± 0.47 <sup>b</sup>	0.66 ± 0.18	5.02 ± 0.11 <sup>b</sup>
3	7.55 ± 0.04 <sup>ab</sup>	12.50 ± 0.05	17.66 ± 0.12 <sup>a</sup>	0.70 ± 0.10	4.22 ± 0.04 <sup>a</sup>
4	7.50 ± 0.02 <sup>a</sup>	12.47 ± 0.06	17.51 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.64 ± 0.12	4.26 ± 0.15 <sup>a</sup>

Remark: Mean within the same column followed by different letters are significantly different by

DMRT test at  $p < 0.05$ .

<sup>\*</sup> ns = not significantly different

เหมาะสม คือมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10-18 (Aoto *et al.*, 2002) ซึ่งปริมาณความชื้นเกี่ยวข้องกับคุณภาพของเมล็ดทั้งทางตรงคือ ข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เมื่อนำมาลดความชื้นให้เหลือ 13 – 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีราคาสูงกว่าข้าวที่มีความชื้นสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และทางอ้อม คือความชื้นสามารถบ่งชี้ได้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าวหรือบอกได้ถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้าวให้มีคุณภาพดี โดยทั่วไปความชื้นที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อการเก็บรักษาข้าวที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 13 ซึ่งจะเก็บได้ดีภายในเวลา 6 เดือน แต่ถ้ามีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 12 จะเก็บได้นานขึ้น (อรอนงค์, 2547)

เมื่อทดลองผลิตข้าวกล้องงอกสังขีหัด ที่อายุการเก็บเกี่ยว 44 วันหลังออกดอก โดยการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง และเพาะข้าวต่อในที่มีดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จนข้าวกล้องงอกเป็นข้าวกล้องงอก และนำไปอบเพื่อลดความชื้นให้เมล็ดข้าวกล้องงอกอยู่ช่วงไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์พบว่าในตัวอย่างข้าวทั้ง 4 เดือน ที่เก็บรักษาในกระสอบ มีปริมาณสาร GABA สูงที่สุดในข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาเพียง 1 เดือน เท่ากับ 40.97 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 4 มีค่าเท่ากับ 17.51 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่ทั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่าปริมาณสาร GABA ที่พบในข้าวกล้องสังขีหัด และสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองของวรรณช (2553) ที่ทำการแช่ข้าวเปลือกสังขีหัดใน

สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผ่านกระบวนการงอกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในระบบเปิดมีค่าปริมาณสาร GABA เท่ากับ 9.68 มิลลิกรัม/100 กรัม ส่วนในระบบปิดมีค่าเท่ากับ 11.96 มิลลิกรัม/100 กรัม ส่วน พัชรี (2550) พบว่าข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 มีปริมาณสาร GABA เท่ากับ 15.2-19.5 มิลลิกรัม/100 กรัม อีกทั้งสอดคล้องกับการทดลองของ เมธาวิ (2551) ที่นำข้าวกล้องงอกมันปูไปผ่านกระบวนการเพาะงอก พบว่า ปริมาณสาร GABA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน โดยอยู่ในช่วง 2.55-21.32 มิลลิกรัม/100 กรัม การเพาะเมล็ดข้าวกล้องงอกเป็นเวลา 32 ชั่วโมง มีผลทำให้ปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอกมันปูมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 21.32 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่ที่ระยะเวลา 40 ชั่วโมงกลับให้ค่าที่ลดลงเหลือ 13.09 มิลลิกรัม/100 กรัม เช่นเดียวกับรายงานของ Komatsuzaki *et al.* (2005) และ Zhang *et al.* (2005) ที่ได้รายงานว่าสาร GABA จะสะสมหรือเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างกระบวนการงอกและในข้าวกล้องที่นำไปผ่านกระบวนการงอก ปริมาณสาร GABA มากกว่าในข้าวขัดขาวและข้าวกล้องทั่วไป ซึ่ง Lea *et al.* (1990) อธิบายผลนี้ว่า เนื่องจากกรดอะมิโนในเมล็ดข้าวกล้องที่ถูกเก็บไว้ในรูปโปรตีนสะสม ถูกย่อยสลายและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ เมื่อลำเลียงต่อไปยังจุดเจริญ ดังนั้นในระหว่างกระบวนการงอก เมื่อเมล็ดข้าวมีการดูดน้ำจะทำให้เอนไซม์กลูตาเมต ดีคาร์บอกซีเลส (GAD) สามารถ

กลับม่าว่องไว (activity) และทำงานได้ โดยเปลี่ยนกรดกลูตามิกเป็นสาร GABA (Brown and Shelp, 1997) นอกจากนี้ Komatsuzaki *et.al.* (2005) ศึกษาการทำข้าวกล้องงอกในข้าวญี่ปุ่น แช่น้ำในสภาวะ gaseous เป็นเวลา 21 ชั่วโมง พบว่าปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้นเป็น 24.9 มิลลิกรัม/100 กรัม จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวญี่ปุ่นสายพันธุ์ Koshihikari และ Hitomebore ที่มีลักษณะเมล็ดสั้น ข้าวพันธุ์แคลิฟอร์เนีย (Calrose) ซึ่งเป็นข้าวเมล็ดปานกลาง และข้าวพันธุ์เวียดนาม (ordinary grain และ jasmine rice) ที่เป็นข้าวเมล็ดยาว ผลการวิเคราะห์ทางเคมีสามารถชี้ได้ว่า ปริมาณความชื้น และ ช่วงระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางสารอาหาร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ ปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้นเป็น 3.6-6.1 มิลลิกรัม/100 กรัม ในข้าวเวียดนาม ส่วนปริมาณสาร GABA ในเมล็ดข้าวพันธุ์แคลิฟอร์เนียพันธุ์ Calrose เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า คือจาก 4.9-10.9 มิลลิกรัม/100 กรัม สำหรับข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Koshihikari มีสาร GABA เพิ่มขึ้นเป็น 7.6-16.6 มิลลิกรัม/100 กรัม และพันธุ์ Hitomebore มีสาร GABA เพิ่มขึ้นเป็น 10.5-13.6 มิลลิกรัม/100 กรัม (Shoichi, 2004)

ปริมาณวิตามินบี 1 ของข้าวกล้องงอกในแต่ละเดือน มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.59 – 0.70 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีค่าสูงกว่าข้าวกล้องสังข์หทัย จากการทดลองของ Zhang *et.al.* (2005) พบว่าปริมาณวิตามินบี 1 เพิ่มขึ้นประมาณ 2.5 เท่า ในข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวญี่ปุ่นที่แช่น้ำ อุณหภูมิ 30 °C นาน 24 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของวิตามินบี 1 อาจเนื่องจากภาวะนี้มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใกล้เคียงกับการทำงานของเอ็นไซม์ไทอะมีนฟอสเฟต ไคเนส โดยภาวะเหมาะสมต่อการทำงานของเอ็นไซม์นี้คือที่ค่า pH 7 ถึง 7.5 อุณหภูมิ 35 °C (Yamada and Kawasaki, 1980) และกลไกการเพิ่มขึ้นเกิดจากช่วงการงอกมีกระบวนการหายใจเกิดขึ้นทำให้ได้พลังงาน ATP ออกมาโดยสารไพริมิดีน (pyrimidine) และไทอะโซล (thiazole) ได้มาจากการสังเคราะห์ ATP จากนั้นถูกเอ็นไซม์ไทอะมีน ฟอสเฟต ซินเทส ย่อยสลายเป็นไทอะมีนฟอสเฟต (thiamin phosphate) และเกิดปฏิกิริยาเติมหมู่ฟอสเฟตโดย

เอ็นไซม์ ไทอะมีนฟอสเฟต ไคเนส ได้เป็นไทอะมีน ไพโรฟอสเฟต (thiamin pyrophosphate) ซึ่งเป็นอะมีนที่อยู่ในรูปพร้อมทำงาน (Begley, 1996)

ปริมาณไนอะซินมีค่าสูงสุดในช่วงการเก็บรักษาไม่เกิน 2 เดือน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.02-5.56 มิลลิกรัม/100 กรัม หลังจากนั้นปริมาณไนอะซินจะเริ่มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา จากรายงานของมูลนิธิข้าวไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2547) กล่าวว่าเมล็ดข้าวกล้องมีไนอะซิน 0.62 มิลลิกรัม/100 กรัม และในข้าวกล้องงอกมีปริมาณไนอะซิน 2.2 เปอร์เซ็นต์ (บริบูรณ์, 2542) โดยจากการเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องกับข้าวกล้องงอกบ่งชี้ได้ว่าการเพาะเมล็ดให้งอกส่งผลต่อการลดลงของปริมาณไนอะซิน

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ ในเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ผลิตจากข้าวเปลือกหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน ให้ผลการทดลองดังภาพที่ 2 โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าสูงที่สุดในเดือนที่ 4 เท่ากับ 27 มิลลิกรัม กรดแกลลิก/100 กรัม น้ำหนักแห้ง (mg.gallic acid /100 g. dry weight) เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ซึ่งพบว่ามีค่าสูงที่สุดในเดือนที่ 4 คือมีค่าเท่ากับ 36.0 ไมโครกรัม เคทชิน/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ( $\mu\text{g.catechin} /100 \text{ g. dry weight}$ ) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ มีปริมาณใกล้เคียงกับ ข้าวกล้อง โดยมีแนวโน้มสูงกว่าในข้าวกล้องเล็กน้อย ยกเว้นในเดือนที่ 4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าสูงเป็นสองเท่าในข้าวกล้อง (56 mg.gallic acid /100 g. dry weight) เมื่อเทียบกับข้าวกล้องงอก (27 mg.gallic acid /100 g. dry weight) แตกต่างกับรายงานของ วันพรรษา (2549) ที่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกหอมมะลิที่แช่น้ำสมุนไพรตะไคร้ และผ่านการเพาะ 6 ชั่วโมง มีค่า 3.3 และ 3.9 mg.gallic acid /g. dry weight) ตามลำดับ และเมื่อนำข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกหอมมะลิ แช่น้ำสมุนไพรใบเตยและผ่านการเพาะ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.1 และ 3.9 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/ กรัม น้ำหนักแห้ง แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวมีปริมาณสารฟีนอลิกต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับรายงานของ

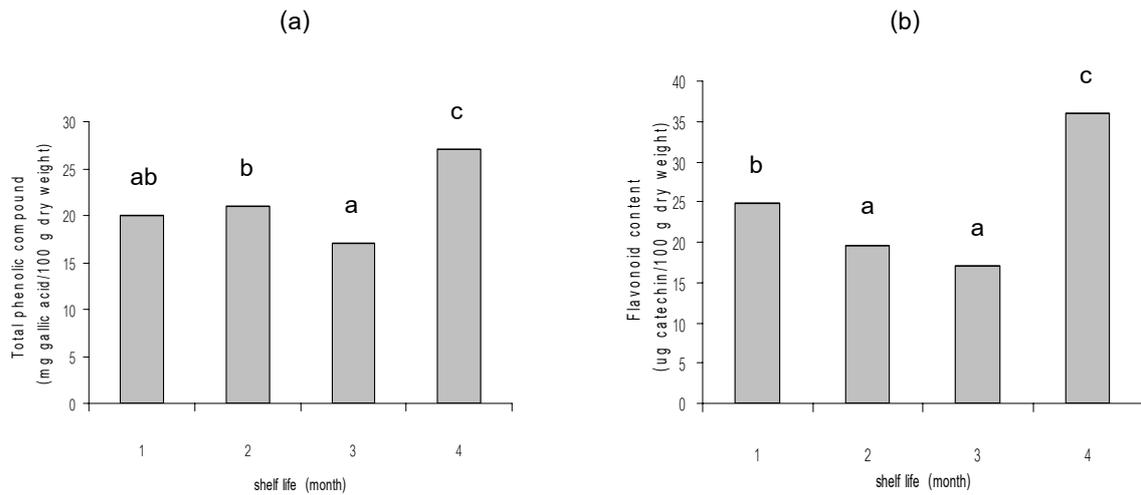


Figure 2 Total phenolic compound (a) and flavonoid content (b) of pre-germinated Sung Yod brown rice produced from rice paddy at various shelf life

Tian *et al.* (2004) ที่พบว่า การนำข้าวกล้องมาแช่น้ำกัลัน เพื่อให้เกิดการงอก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ละลายน้ำได้ มีการละลายปนออกมากับน้ำที่ใช้แช่ แต่เมื่อแช่ข้าวกล้องครบ 24 ชั่วโมง ทำให้ข้าวกล้องเกิดการงอกเต็มที่ได้ ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้นได้

### สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณโปรตีน สารต้านอนุมูลอิสระ และวิตามินบี 1 ของข้าวสังข์หยดพัทลุง โดยระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ การเก็บเกี่ยวข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ 44 วัน หลังออกดอก ส่วนการเก็บรักษาข้าวเปลือกเพื่อผลิตข้าวกล้องนั้นพบว่า ปริมาณโปรตีนจะมีค่าลดต่ำลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและ วิตามินบีหนึ่ง ในเมล็ดข้าวกล้องงอก ส่วนปริมาณสาร GABA และไนอะซินมีค่าสูงที่สุดเพียงเดือนแรกของการเก็บรักษาเท่านั้น หลังจากนั้นแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ผลการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกที่มีคุณค่าทางอาหารสูงต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. บริษัท จีวีดีเอ็มเอ็ทเพรสจำกัด, กรุงเทพฯ. 115 หน้า.
- เครือข่ายวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. 2534. คุณภาพเมล็ดข้าวสารทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 53 หน้า.
- จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล. 2549. มหัศจรรย์ความเป็นข้าว. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์. แหล่งที่มา: <http://pcog.pharmacy.psu.ac.th/thi/Article/2549/06-2549/rice.doc.>, 15 มกราคม 2553.
- นวลศรี รักอริยะธรรม และธัญชญา เจนวิถีสุข. 2546. แอนติออกซิแดนท์สารต้านมะเร็งในผักสมุนไพรไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 281 หน้า
- บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 542. ข้าวแดงและมาตรการการปลูก. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

- ปรีชา เมียนเพชร. 2548. ข้าวสังข์หยด ข้าวสุภาพ. เอกสารเผยแพร่ในการสัมมนาทางวิชาการเรื่องธุรกิจข้าวไทย อนาคตของคนรุ่นใหม่ วันที่ 2-3 กุมภาพันธ์ 2548. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เปรมฤดี ด้ายศ สมพร ด้ายศ กาญจนา ชูแสง และพรเพ็ญชาติกุล. 2551. ศึกษาการผลิตข้าวกล้องงอกสังข์หยด. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงาน งานทัศนศึกษาวิชาการ-งานเกษตรแฟร์ครั้งที่ 4 “ ข้าวไทยคือชีวิต พลิกฟื้นเศรษฐกิจไทย”. วันที่ 16-20 สิงหาคม 2551. คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.
- พีชยา จิระธรรมกิจกุล. 2541. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 140 หน้า.
- พัชรี ตั้งตระกูล. 2550. GABA ในคัพภะข้าวและข้าวกล้องงอก. วารสารอาหาร 37 (4): 291-296.
- มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2547. ข้าวขวัญของแผ่นดิน. อมรินทร์, กรุงเทพฯ. 136 หน้า.
- เมธาวี อนุะวัชกุล. 2551. การศึกษาปริมาณแกมมา-อะมิโนบิวทริก แอซิด ในข้าวกล้องงอกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 85 หน้า.
- วันพรรษา ชูดีปัญญา. 2549. การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โทโคเฟอรอล และแกมมา-ออโรซานอลของข้าวกล้องงอกสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 105 หน้า.
- วรรณช ศรีใจษฎารักษ์. 2551. การผลิตสารประกอบชีวภาพจากข้าวกล้องงอก. รายงานฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 91 หน้า.
- วรรณช ศรีใจษฎารักษ์. 2553. การศึกษากระบวนการผลิตข้าวจากข้าวเปลือกพันธุ์สังข์หยด. ใน เอกสารการถ่ายทอดเทคโนโลยี วันที่ 17 มีนาคม 2553 ณ ศูนย์เกษตรกรรมธรรมชาติบางแก้ว, พัทลุง. 18 หน้า.
- ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 2547. พันธุ์ข้าวสังข์หยด KGTC82239-2. ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, พัทลุง.
- สำเร็จ แซ่ตัน. 2548. ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง. เอกสารเสนอในการสัมมนาโครงการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการงานวิจัยและพัฒนาของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8. วันที่ 29-30 มีนาคม 2548 ณ โรงแรมบีพีแกรนด์ ทาวเวอร์, สงขลา.
- สุดารัตน์ เข้มมัยยืน. 2550. ผลของการออกต่อสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางคุณค่าอาหารบางประการของข้าวกล้องหอมมะลิไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 77 หน้า.
- สุภาณี จงดี. 2551. การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการข้าว (ข้าวกล้องงอก). ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ข้าวและผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ วันที่ 2-6 มิถุนายน 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ วินัยกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. VA. 1298 p.
- Aoto, H., T. Sugino, H. Shinmura, A. Mizukuchi, M. Kise, S. Teramoto, S. Someya, K. Tsuchiya

- and K. Ishiwata. 2002. Germinated brown rice. Pub.No.: US 2002/0031596 A1
- Begley, P.T. 1996. The Biosynthesis and degradation of thiamin (vitaminB1). Natural Product Reports, pp. 177-185.
- Bown,A.,W, and B.J. Shelp. 1997. The metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. Plant physiol. 115 (1):1-5.
- Jia, Z., M. Tang. and J. Wu. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 64: 555-559.
- Juliano, B.O.,1972. An international survey of method used for evaluation of the cooking and Eating qualities of milled rice. IRRI Research Paper, Series No. 77 pp. 1-28.
- Juliano, C., M. Cossu, M.C. Alamanni and L. Piu. 2005. antioxidant activity of gamma-oryzanol : Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. Int. J. Pharm. 299: 146-154.
- Kayahara, H., K. Tsukahara, and T. Tatai. 2000. Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. In 10th international flavor conference (pp. 546-551). Paros, Greece.
- Kim, S.Y., H.J. Park and S.J. Byun. 2004. Method for preparing germinated brown rice having Improved texture and cook ability without microbial contamination and Germinated brown rice obtained therefrom, Pub.No.: US 2004/0105921 A1.
- Komatsuzaki, N., K. Tsukahara, H. Toyoshima, T. Suzuki, T. Suzuki, N. Shimizu, and T. Kimura. 2005. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. J. Food Eng. 78: 556-560.
- Lea, P. J., S. A. Robinson, and G.R Steward. 1990. pp. 121-159. In B.J. Mifflin and P.J. Lea (Eds.). The Biochemistry of Plants. Academic Pres, London.
- Loreti, E., J., A. Yamaguchi, A. Alpi and P. Perata. 2003. Gibberellins are not required for rice germination under anoxia. Plant Soil 253: 137-143.
- Shoichi, I. 2004. Marketing of value-add rice products in Japan: germinated brown rice and rice Bread. FAO rice conference, Italy.
- Tian, S., K. Nakamura, and H. Kayahara. 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice. J. Agric. Food Chem. 52 (10): 4808-4813.
- Yamada, K. and T. Kawasaki. 1980. Properties of the thiamine transport system in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. 141: 254-261.
- Zhang,L., P. Hu, S.Tang, H. Zhao and D. Wu. 2005. Comparative studies on major nutritional components of rice with against embryo and normal embryo. J. Food Biochem. 29: 653-661.
-

# ผลของผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-D ต่อการเกิดแคลลัส ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

## Effects of Activated Charcoal and 2,4-D on Callus Induction and Formation of *Indica* Rice (*Oryza sativa* L.) cv. Supunburi 1

สมดั่งใจ สายสิงห์ทอง<sup>1/</sup> สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์<sup>1/2/</sup> และ สุชาดา เวียรศิลป์<sup>1/2/</sup>  
Somdangjai Saisingthong<sup>1/</sup>, Sa-nguansak Thanapornpoonpong<sup>1/2/</sup> and Suchada Vearasilp<sup>1/2/</sup>

**Abstract:** This *in vitro* study was aimed to investigate the effects of activated charcoal (AC) and 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) on increasing in caulogenesis amount of *Indica* rice cv. Supunburi 1 (SPR1). The factorial in completely randomized design (Factorial in CRD) was conducted. Mature rice seeds were cultured in modified Linsmaier and Skoog (LS) based medium supplemented with different concentrations of activated charcoal and 2,4-D. Activated charcoal in various concentrations, 0, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20 g L<sup>-1</sup>, in combination with 2,4-D concentrations of 0, 1, 2 and 3 mg L<sup>-1</sup> were applied to the media. There were 20 treatments used for callus embryogenesis, each was performed in triplicate. After 15 days of cultivation, the result showed that the LS medium containing 0.05 g L<sup>-1</sup> activated charcoal and 2-3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D stimulated high frequency of friable and yellow embryogenic calli. Moreover, the frequency of embryogenic calli was increased to 51.33-60.67% and the average calli diameter was 8.00-8.57 mm. Therefore, the *in vitro* culture using this modified LS medium can be used to improve high frequency of embryogenic calli, which lead further to develop more somatic embryos or embryoid.

**Keywords:** *Indica* rice, activated charcoal, 2,4-D, Caulogenesis, LS medium

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

<sup>2/</sup> สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การศึกษาผลของผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) ต่อการเพิ่มปริมาณแคลลัสของข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 1 โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ factorial in completely randomized design (Factorial in CRD) ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวบนอาหารสูตร Linsmaier และ Skoog (LS) ดัดแปลงที่เติมผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-D ในความเข้มข้นต่างๆ โดยความเข้มข้นผงถ่านกัมมันต์ ที่ใช้คือ 0, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 กรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของ 2,4-D ที่ใช้คือ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร รวม 20 สูตร แต่ละสูตรทำการศึกษา 3 ซ้ำ หลังจากทำการเพาะเลี้ยง 15 วัน พบว่าอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ 0.05 กรัมต่อลิตร และ 2,4-D 2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดเอมบริโอเจนิคแคลลัส ชนิดไพโรเอเบิลและมีสีเหลือง นอกจากนั้นอาหารสูตรนี้ยังทำให้เกิดเอมบริโอเจนิคแคลลัสได้สูงถึง 51.33-60.67% และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.00-8.57 มิลลิเมตร โดยเอมบริโอเจนิคแคลลัสที่ได้สามารถพัฒนาเป็นไซมาติกเอมบริโอหรือเอมบริโออยด์ต่อไป

**คำสำคัญ:** ข้าวชนิดอินดิกา ผงถ่านกัมมันต์ 2,4-D การเจริญเป็นแคลลัส อาหารสูตร LS

## คำนำ

ในปัจจุบันข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ เพราะนอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารหลักแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่ทำรายได้ให้กับประเทศ แต่ข้าวบางพันธุ์ยังให้ผลผลิตต่ำ มีลักษณะประจำพันธุ์หลายอย่างที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มผลผลิต เช่น ต้นสูงทำให้หักล้มง่าย ไม่ต้านทานต่อโรค แมลงหลายชนิด และมีความไวต่อช่วงแสง ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อให้มีลักษณะตามต้องการ โดยวิธีปกติที่นักปรับปรุงพันธุ์ข้าว ใช้คือ การผสมพันธุ์ข้าว แต่วิธีการนี้ใช้เวลาค่อนข้างนานจึงได้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อช่วยย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ซึ่งเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเทคนิคขั้นพื้นฐานในการหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดแคลลัส การเพิ่มปริมาณแคลลัส การชักนำให้เกิดขึ้นจากแคลลัส และการชักนำให้ต้นข้าวเกิดราก เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป จะเห็นได้ว่าแคลลัสเป็นชิ้นส่วนสำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว ชิ้นส่วนพืชเกือบทุกชนิดจากอวัยวะต่างๆ สามารถนำมาชักนำให้เกิดแคลลัสได้ แต่โดยทั่วไปแล้วเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้จากการเพาะเลี้ยงส่วนของคัพภะ ใบอ่อน ปลายยอด ดอกอ่อน และส่วนของเมล็ดที่เริ่มงอกให้ผลดีที่สุด (รังสฤษดิ์, 2540)

การเกิดแคลลัสขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย เช่น ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเลี้ยง ธาตุอาหาร สภาพแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลอีกอย่าง คือ สารควบคุมการเจริญเติบโต ออกซินเป็นกลุ่มสารที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เนื้อเยื่อเจริญเป็นแคลลัส ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้ออกซินในช่วง 0.01-10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยออกซินที่ใช้กันทั่วไป คือ 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) เป็นออกซินชนิดหนึ่งที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติในการไปยับยั้งกระบวนการสร้างอวัยวะและใช้ได้ดีในการเพิ่มจำนวนและรักษาสภาพการเลี้ยงเป็นแคลลัสไว้ ข้อควรระวัง คือ การใช้ 2,4-D ในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไปสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ หรืออาจทำให้อาหารเป็นพิษต่อพืช เนื่องจากทำให้อาหารมีความเป็นกรดมากขึ้น (Pierik, 1987) นอกจากนั้นยังพบว่าหลังจากนำเนื้อเยื่อพืชไปเลี้ยงในอาหารในช่วงระยะเวลาหนึ่งอาหารมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น อาหารมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของสารจำพวกสารประกอบฟีนอลิก หรืออาจเกิดสารพิษบางอย่างที่ไม่สามารถจะมองเห็นได้ การแก้ปัญหานี้ คือ การเติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหาร เพราะผงถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติในการช่วยดูดซับสารยับยั้งการเจริญเติบโต (บุญยืน, 2544)

มีรายงานการศึกษาสูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงข้าว เช่น Zhang (1995) รายงานว่า การใช้อาหารสูตร LS (Linsmaier and Skoog, 1965) ในการเพาะเลี้ยงข้าวเมล็ดยาวบางพันธุ์สามารถทำให้เกิด

แคลลัสได้สูงถึง 95 % แต่บางพันธุ์เกิดแคลลัสเพียง 1 ใน 3 เท่านั้น Vajrabhya *et al.* (1984) พบว่าพันธุ์ข้าวไทยในแต่ละพันธุ์ สามารถตอบสนองต่ออาหารแตกต่างกันในแต่ละสูตร โดยพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เหลืองประทิว 123 ข้าวเหนียวสันป่าตอง และ กข 23 เหมาะสำหรับอาหารที่ใส่ 2,4-D และโคเคนติน แต่บางพันธุ์เกิดได้ดีเมื่อใช้น้ำมะพร้าวแทนโคเคนติน ในการเพาะเลี้ยงข้าวพันธุ์ Pajam ในอาหารสูตร MS จากการทดลองพบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับแคลเซียมซัลเฟต ความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้มากที่สุด (Islam *et al.*, 2005) เนื่องจาก 2,4-D ไปทำการยับยั้งการเกิดยอคจึงทำให้เกิดการแบ่งเซลล์และเซลล์มีการขยายขนาดพัฒนาไปเป็นก้อนแคลลัส (Pierik, 1987) และหลังจากเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารไปช่วงหนึ่งการเติบโตของแคลลัสเป็นไปอย่างรวดเร็วใช้อาหารไปจำนวนมากและมีการปล่อยของเสียออกมา ซึ่งเรียกว่าสารประกอบฟีนอลิก สารนี้ทำให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก การเติมผงถ่านกัมมันต์ช่วยไปดูดซับสารพิษพวกสารประกอบฟีนอลิกที่เกิดจากเนื้อเยื่อพืชที่เลี้ยง ทำให้เนื้อเยื่อพืชเจริญต่อไปได้ (รังสฤษดิ์, 2540) และ Buffard-Morel *et al.* (1995) ได้ทำการเพาะเลี้ยงส่วนยอดของมะพร้าวในอาหารที่เติม 2,4-D ร่วมกับผงถ่านกัมมันต์ พบว่านอกจากผงถ่านกัมมันต์ช่วยดูดซับสารยับยั้งการเจริญเติบโต เช่น สารประกอบฟีนอลิกแล้ว ผงถ่านกัมมันต์ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดไซมาติกอเมบริโอเจเนซิส จะเห็นได้ว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลต่อการเกิดแคลลัสและการเติมผงถ่านกัมมันต์ยังเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้เกิดไซมาติกอเมบริโอเจเนซิสได้อีกด้วย

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง และเพิ่มปริมาณแคลลัสของข้าว เพื่อพัฒนาเป็นไซมาติกอเมบริโอที่มีคุณภาพ และนำมาใช้ในการผลิตเมล็ดสังเคราะห์ (synthetic seeds) อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (Factorial in CRD) ปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์ ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 กรัมต่อลิตร ปัจจัยที่สอง คือ ความเข้มข้นของ 2,4-D ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีพืชทดลอง คือ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 อาหารในแต่ละสูตรทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำเมล็ดข้าวมาแกะเปลือกและฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีนเข้มข้น 15 % เป็นเวลา 10 นาที ขณะฟอกฆ่าเชื้อทำการเขย่าเป็นระยะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 1 ครั้ง ภายในตู้ปลอดเชื้อ จากนั้นนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยเอทานอล 70 % เป็นเวลา 5 นาที ในขณะที่ฟอกฆ่าเชื้อทำการเขย่าเป็นระยะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 1 ครั้ง ภายในตู้ปลอดเชื้อ นำเมล็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์ 5 ระดับ คือ 0, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 กรัมต่อลิตรและความเข้มข้นของ 2,4-D 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัสสำหรับสูตรอาหารที่ใช้ในการชักนำให้เกิดแคลลัสมีทั้งหมด 20 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 LS

สูตรที่ 2 LS + 1 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D

สูตรที่ 3 LS + 2 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D

สูตรที่ 4 LS + 3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D

สูตรที่ 5 LS + 0.05 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

สูตรที่ 6 LS + 1 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

สูตรที่ 7 LS + 2 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

สูตรที่ 8 LS + 3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

สูตรที่ 9 LS + 0.10 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

สูตรที่ 10 LS + 1 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

- สูตรที่ 11 LS + 2 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 12 LS + 3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 13 LS + 0.15 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 14 LS + 1 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 15 LS + 2 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 16 LS + 3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 17 LS + 0.20 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 18 LS + 1 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 19 LS + 2 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L<sup>-1</sup> activated charcoal
- สูตรที่ 20 LS + 3 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L<sup>-1</sup> activated charcoal

ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพควบคุมที่มีการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน และบันทึกจำนวนเมล็ดที่เกิดแคลลัส โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส บันทึกขนาดของแคลลัส โดยวัดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SX version 8 (Analytical Software, USA) บันทึกสีและชนิดของแคลลัส การบันทึกสีของแคลลัส แบ่งตามสีของชั้นแคลลัสที่เกิดขึ้น คือ สีขาว (white; W) สีเหลือง (yellow; Y) สีเหลืองปนขาว (yellow white; YW) แคลลัสมีจุดสีเขียว (green spot; GS) สีน้ำตาล (brown;B) และสีดำ (black;BL) การให้คะแนนตามสีมีเกณฑ์ดังนี้

- คือ ไม่มีจำนวนชั้นแคลลัส (no callus) 0%
- + คือ แคลลัสที่เกิดมีจำนวนน้อย (low) อยู่ในช่วง 1-25%
- ++ คือ แคลลัสที่เกิดมีจำนวนปานกลาง (medium) อยู่ในช่วง 26-50%
- +++ คือ แคลลัสที่เกิดมีจำนวนมาก (optimal/good) อยู่ในช่วง 51-75%

++++ คือ แคลลัสที่เกิดมีจำนวนมาก (excellent/very good) อยู่ในช่วง 76-100%

การบันทึกชนิดของแคลลัส ชนิดของแคลลัสมี 2 ชนิด คือ คอมแพคแคลลัส (compact callus) มีลักษณะเกาะกันแน่นเป็นก้อนและ ฟรเอเบิลแคลลัส (friable callus) มีลักษณะ เกาะกันหลวมๆ และฟู การบันทึกชนิดของแคลลัส ให้คะแนนตามเกณฑ์เช่นเดียวกับการให้คะแนนสีแคลลัส

### ผลและวิจารณ์การทดลอง

#### ชนิดและสีของแคลลัส

การชักนำให้เกิดแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 บนอาหารสูตรชักนำให้เกิดแคลลัส สูตร LS ดัดแปลงที่เติมผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-D ในความเข้มข้นต่างๆ ในช่วง 5-10 วัน หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าว พบว่าอาหารทุกสูตร ยกเว้นอาหารสูตรที่ 1, 5, 9, 13, 14, 17 และ 18 เริ่มมีการชักนำให้เกิดแคลลัส และแคลลัสมีการเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแคลลัสที่เกิดอาจเจริญเป็นแคลลัสต่อไป หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะในภายหลัง เช่น ยอดหรือราก การเจริญของแคลลัสในระยะนี้ยังไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 15 วัน สามารถแบ่งชนิดแคลลัสที่เกิดได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นแคลลัสที่ประกอบด้วยเซลล์หลวมๆ มีลักษณะร่วน สามารถแยกออกจากกันง่าย เรียกว่า ฟรเอเบิลแคลลัส (friable callus) ซึ่งมักไม่เปลี่ยนเป็นอวัยวะ แคลลัสชนิดนี้สามารถนำไปเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยต่อไปได้ แคลลัสชนิดที่สอง เป็นแคลลัสที่ประกอบด้วยเซลล์ที่เกาะกันแน่น เรียกว่า คอมแพคแคลลัส (compact callus) มักเจริญต่อไปเป็นอวัยวะ และพัฒนาไปเป็นต้นใหม่ได้ดี (ภาพที่ 1) โดย ศิวพงศ์ (2546) รายงานว่าเมื่อความเข้มข้นออกซินในอาหารสูงขึ้น เกิดฟรเอเบิลแคลลัสในปริมาณที่มากขึ้น จากการทดลองนี้ พบว่าเมื่อความเข้มข้น 2,4-D เพิ่มขึ้น แคลลัสที่เกิดส่วนใหญ่เป็นฟรเอเบิลแคลลัส โดยเกิดฟรเอเบิลแคลลัส 76-100% เมื่อใช้ร่วมกับผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0-0.05 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 1 และ

ตารางที่ 1) แต่เมื่อความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นคือ เมื่อใช้ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.10-0.20 กรัมต่อลิตร ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้นมากน้อยเท่าไรก็ตาม แคลลัสที่เกิดส่วนใหญ่เป็นชนิดที่สอง คือ คอมแพค แคลลัส จากการทดลองเกิดแคลลัสชนิดนี้ 76-100% (ภาพที่ 1 และตารางที่ 1) ผงถ่านกัมมันต์นอกจากมีคุณสมบัติในการดูดซับสารประกอบฟีนอลิกแล้ว ยังสามารถดูดซับฮอร์โมนที่ไหลลงไปในอาหารได้อีกด้วย (บุญยืน, 2544) จึงทำให้แคลลัสไม่สามารถดูดซับฮอร์โมนไปใช้ได้ อย่างเพียงพอต่อการเจริญและพัฒนา

จากการทดลองสามารถแบ่งสีของแคลลัสได้เป็น 6 สี ตามวิธีการของ สุริยันตร์ และคณะ (2540) คือ ขาว เหลืองปนขาว เหลือง น้ำตาล ดำและจุดสีเขียว (ภาพที่ 2) การเกิดสีของเนื้อเยื่อแคลลัสขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของรงควัตถุต่างๆ ภายในเซลล์ เช่น สีเขียวเนื่องจาก

มีคลอโรฟิลล์ สีเหลืองเพราะมีแคโรทีนอยด์และฟราโวนอยด์ ซึ่งมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ธาตุอาหารและอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะปัจจัยแสง แคลลัสที่มีสีเหลืองสามารถเจริญและพัฒนาต่อไปได้ สำหรับแคลลัสที่มีสีขาวตายในที่สุด เนื่องจากไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ประศาสตร์, 2536) จากการทดลองนี้พบว่า แคลลัสของเมล็ดข้าวส่วนใหญ่มีสีเหลือง (76-100%) และรองลงมาสีเหลืองปนขาว (26-50%) (ภาพที่ 2 และตารางที่ 1) อาหารทุกสูตรส่วนใหญ่เกิดเป็นสีอื่นๆ นอกเหนือจากสีเหลืองและสีเหลืองปนขาวเพียงเล็กน้อยหรือไม่เกิดเลย โดยแคลลัสที่เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ แสดงว่าเนื้อเยื่อถูกทำลายหรือถูกยับยั้งการเจริญของเนื้อเยื่อและเนื้อเยื่อนั้นตายในที่สุด



Figure 1 Characteristics of the calli after 15 days in culture  
(F = friable callus, C = compact callus)

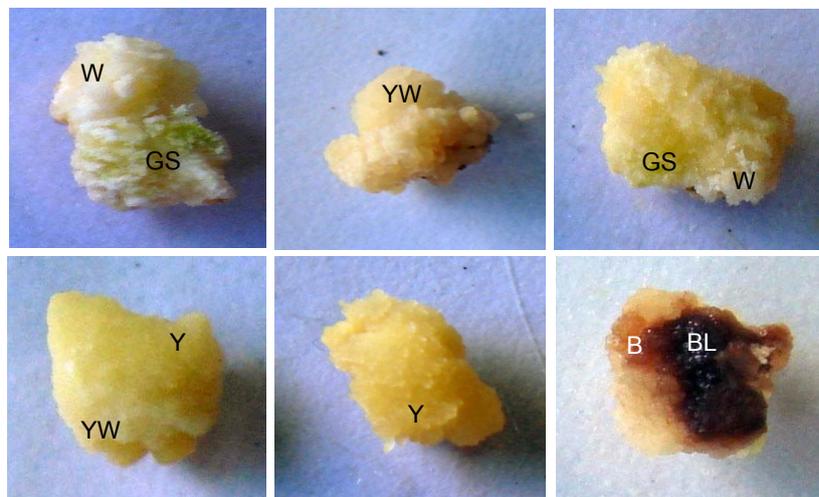


Figure 2 Colour of the calli after 15 days in culture (W = white calli, Y = yellow calli, YW = yellow white calli, GS = green spot, B = brown calli, BL = black calli)

Table 1 Effect of activated charcoal and 2,4-D on colour of the calli and callus types after 15 days in culture media

Components	Colour of the calli						Callus types	
	White	Yellow white	Yellow	Brown	Black	Green spot	Compact	Friable
1) LS	-	-	-	-	-	-	-	-
2) LS + 1 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D	++	+	+	+	-	+	++	+++
3) LS + 2 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D	+	++	++	+	-	+	++	+++
4) LS + 3 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D	+	+	++++	+	-	+	++	+++
5) LS + 0.05 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
6) LS + 1 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L <sup>-1</sup> AC	+	-	++	+	+	+	++	+++
7) LS + 2 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L <sup>-1</sup> AC	+	+	+++	+	-	+	+	++++
8) LS + 3 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.05 g L <sup>-1</sup> AC	-	+	++++	+	-	+	+	++++
9) LS + 0.10 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
10) LS + 1 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L <sup>-1</sup> AC	-	+++	++	-	-	-	++++	-
11) LS + 2 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L <sup>-1</sup> AC	+	+	+++	-	-	+	++	+++
12) LS + 3 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.10 g L <sup>-1</sup> AC	-	+	++++	+	-	-	+++	++
13) LS + 0.15 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
14) LS + 1 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
15) LS + 2 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L <sup>-1</sup> AC	-	+	+++	-	-	++	++++	-
16) LS + 3 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.15 g L <sup>-1</sup> AC	-	++	+++	-	-	-	++++	+
17) LS + 0.20 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
18) LS + 1 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L <sup>-1</sup> AC	-	-	-	-	-	-	-	-
19) LS + 2 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L <sup>-1</sup> AC	-	+++	++	-	-	-	++++	-
20) LS + 3 mg L <sup>-1</sup> 2,4-D + 0.20 g L <sup>-1</sup> AC	-	+++	++	-	-	-	++++	-

\*Note: - = no callus, + = low, ++ = medium, +++ = optimal/good, ++++ = excellent/very good

### เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัส

จากการทดลองหลังจากทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในอาหารดัดแปลง 20 สูตร เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่าผงถ่านกัมมันต์ มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย

พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 30.94% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0, 0.10, 0.15 และ 0.20 กรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 21.44%, 14.71%, 3.40% และ 0.66% ตามลำดับ

(ตารางที่ 2) และพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ยังมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแคลลัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.84 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ แคลลัสที่เกิดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.58 มิลลิเมตร แต่กรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ในความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น คือ 0.10, 0.15 และ 0.20 กรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 2.86, 0.60 และ 0.32 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) รังสฤษฎ์ (2540) ได้รายงานว่าหลังจากเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารไปช่วงหนึ่งพบว่าการเติบโตของแคลลัสเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงมีการใช้อาหารไปจำนวนมากและมีการปล่อยของเสียออกมาซึ่งสารประกอบที่เนื้อเยื่อพืชปล่อยออกมานี้ เรียกว่า สารประกอบฟีนอลิก สารนี้ทำให้การเจริญของพืชหยุดชะงักไป การเติมผงถ่านกัมมันต์ช่วยไปดูดซับสารพิษพวกสารประกอบฟีนอลิกที่เกิดจากเนื้อเยื่อพืชที่เลี้ยง ทำให้เนื้อเยื่อพืชเจริญต่อไปได้ และคำณูณ (2544) ได้รายงานว่า ของเสียที่ปล่อยออกมาทำให้ pH ในอาหาร มีค่าต่ำ ทำให้ฮอร์โมนบางตัว เช่น IAA จิบเบอเรลลิน วิตามินบีและกรดแพนโทเทนิกสลายได้ง่ายและทำให้หุ่นไม่แข็งตัว พืชจึงดูดสารอาหารเหล่านี้ไปใช้ไม่เพียงพอ เมื่อมีการใช้ผงถ่านกัมมันต์เป็นตัวบัฟเฟอร์เพื่อควบคุม pH ของอาหาร ช่วยให้ pH ในอาหารคงสภาพเสถียร ทำให้เนื้อเยื่อพืชสามารถดูดสารอาหารไปใช้ในการเจริญได้ และจากการทดลองนี้ พบว่าหากมีการใช้ผงถ่านกัมมันต์ในความเข้มข้นที่มากขึ้นคือ ตั้งแต่ 0.10 - 0.20 กรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแคลลัสมีค่าลดลง บุญยยืน (2544) ได้รายงานว่าผงถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ นอกจากผงถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับสารประกอบที่ยับยั้งการเจริญแล้ว ผงถ่านกัมมันต์อาจดูดซับฮอร์โมนที่ใส่ลงไปได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของเนื้อเยื่อพืช และทำให้อาหารมีสีดำ ทำให้แคลลัสที่จมอยู่ในอาหาร

ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ หากเติมในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไป

นอกจากนี้ยังพบว่า 2,4-D ก็มีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ยมากที่สุด คือ 31.14% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ใส่ 2,4-D ความเข้มข้น 2 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 20.36% และ 5.32% ตามลำดับ และหากไม่มีการใส่ 2,4-D ทำให้ไม่มีการชักนำให้เกิดแคลลัส (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่า 2,4-D มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแคลลัส โดยกรรมวิธีที่ใส่ 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.69 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ใส่ 2,4-D ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.08 มิลลิเมตร ทั้งสองกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ใส่ 2,4-D ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.69 มิลลิเมตร และหากไม่มีการใส่ 2,4-D ทำให้ไม่มีการชักนำให้เกิดแคลลัส (ตารางที่ 3) จากการทดลองเมื่อความเข้มข้น 2,4-D เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแคลลัสมีค่าเพิ่มขึ้น Pierik (1987) รายงานว่าการที่ 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสให้มีจำนวนมากและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ได้ เนื่องจาก 2,4-D ไปยับยั้งการเกิดยอดทำให้เกิดการแบ่งเซลล์เป็นแคลลัสและเซลล์มีการขยายขนาด สุรียันตร์ และคณะ (2540) รายงานว่าเมล็ดข้าวนางมด เอส 4 สร้างแคลลัสได้ในอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ทุกระดับความเข้มข้นทั้งในที่มืดและสภาพที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม 2,4-D ไม่สร้างแคลลัส และแคลลัสเกิดได้ดีขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้น 2,4-D เป็น 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ 2,4-D เป็น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร

**Table 2** Effect of activated charcoal and 2,4-D on callus induction of *Indica* rice (*Oryza sativa* L.) cv. Supunburi 1 after 15 days in culture

Callus induction (%) after 15 days in culture					
Activated charcoal (g L <sup>-1</sup> )	2,4-D (mg L <sup>-1</sup> )				Average
	0	1	2	3	
0	0.00e	12.33e	30.67cd	42.67bc	21.44B
0.05	0.00e	11.67e	51.33ab	60.67a	30.94A
0.10	0.00e	2.40e	14.67de	41.67bc	14.71B
0.15	0.00e	0.00e	4.07e	9.33e	3.40C
0.20	0.00e	0.00e	1.07e	1.37e	0.66C
Average	0.00C	5.32C	20.36B	31.14A	
LSD <sub>0.05</sub> Activated charcoal (A)		8.49			
LSD <sub>0.05</sub> 2,4-D (B)		7.59			
LSD <sub>0.05</sub> AxB		16.98			

Means within the row and column followed by the same letter were not significantly different at p= 0.05 by the Least Significant Difference (LSD)

**Table 3** Effect of activated charcoal and 2,4-D on callus size of *Indica* rice (*Oryza sativa* L.) cv. Supunburi 1 after 15 days in culture

Diameter of calli (mm) after 15 days in culture					
Activated charcoal (g L <sup>-1</sup> )	2,4-D (mg L <sup>-1</sup> )				Average
	0	1	2	3	
0	0.00f	4.70d	6.13bcd	7.40abc	4.58A
0.05	0.00f	2.70e	8.00ab	8.57a	4.84A
0.10	0.00f	0.83ef	4.77d	5.73cd	2.86B
0.15	0.00f	0.00f	0.97ef	1.23ef	0.60C
0.20	0.00f	0.00f	0.53f	0.53f	0.32C
Average	0.00C	1.69B	4.08A	4.69A	
LSD <sub>0.05</sub> Activated charcoal (A)		0.96			
LSD <sub>0.05</sub> 2,4-D (B)		0.86			
LSD <sub>0.05</sub> AxB		1.92			

Means within the row and column followed by the same letter were not significantly different at p= 0.05 by the Least Significant Difference (LSD).

กรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ ร่วมกับ 2,4-D มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัสมากกว่าการใช้ผงถ่านกัมมันต์ หรือ 2,4-D อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว จากการทดลองพบว่าผงถ่านกัมมันต์ และ 2,4-D มีปฏิกิริยาร่วมซึ่งกันและกัน ซึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย คือ 60.67% (ตารางที่ 2) และแคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.57 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับการใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ย 51.33% และแคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 8.00 มิลลิเมตร แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารสูตรอื่น Pierik (1987) ระบุว่า ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพวกธัญพืช จำเป็นต้องใส่ 2,4-D ในอาหาร เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของแคลลัส ซึ่ง 2,4-D มีส่วนสำคัญในกระบวนการเอมบริโอเจเนซิสของพืช และรังสฤษดิ์ (2540) รายงานว่า ความเข้มข้น 2,4-D ที่ใช้ อยู่ใน ช่วง 1-10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Vajrabhya *et al.* (1984) รายงานว่า ระดับความเข้มข้นของ 2,4-D ที่เหมาะสมสำหรับข้าวไทยอยู่ในช่วง 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากการทดลองนี้ พบว่าความเข้มข้น 2,4-D ที่ทำให้แคลลัสเจริญได้ดี คือ 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเฉลี่ยมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม Pierik (1987) ได้ให้เหตุผลว่า การใช้ 2,4-D ในระดับความเข้มข้นที่สูงเกินไป ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ เนื่องจาก 2,4-D มีคุณสมบัติในการปิดกั้นกระบวนการกำเนิดอวัยวะและใช้ได้ดีในการเพิ่มจำนวนและรักษาสภาพการเลี้ยงเป็นแคลลัสไว้ และ อารีย์ (2541) รายงานว่าหลังจากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารช่วงหนึ่ง พืชมีการปล่อยของเสีย จำพวกสารประกอบฟีนอลิกออกมา จึงมีการเติมผงถ่านกัมมันต์ เพื่อช่วยดูดซับของเสียเหล่านั้น ซึ่งปริมาณที่ใช้อยู่ที่ 0.5-2% แต่ทั้งนี้ บุญยยืน (2544) ได้รายงานว่ ผงถ่านกัมมันต์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ

นอกจากผงถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับสารประกอบที่ยับยั้งการเจริญแล้ว ผงถ่านกัมมันต์อาจดูดซับฮอร์โมนที่ไหลลงไปในอาหารด้วยเช่นกัน ทำให้เนื้อเยื่อมีสารอาหารไปใช้ไม่เพียงพอต่อการเจริญ นอกจากนี้หากเติมผงถ่านกัมมันต์ในปริมาณมากเกินไปทำให้อาหารมีสีดำ ทำให้แคลลัสที่จมอยู่ในอาหารไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และทำให้แคลลัสตายในที่สุด

ในการทดลองนี้ได้ใช้ 2,4-D ร่วมกับผงถ่านกัมมันต์ ซึ่ง 2,4-D เป็นสารควบคุมการเจริญในกลุ่มออกซิน โดยอารีย์ (2541) ได้รายงานไว้ว่า 2,4-D มีคุณสมบัติเป็นสารชักนำให้เกิดแคลลัสและรักษาแคลลัสให้อยู่สภาพนี้ต่อไป โดยเฉพาะใช้กับพืชพวกธัญพืช นอกจากนี้ยังช่วยในการยับยั้งการเกิดยอด คำณูณ (2544) ได้อธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติของผงถ่านกัมมันต์ไว้ว่าผงถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติในการช่วยดูดซับของเสียจำพวกสารประกอบฟีนอลิกที่เนื้อเยื่อพืชปล่อยออกมา ทำให้พืชไม่ได้รับอันตรายจากสารพิษเหล่านี้ หรือไม่ได้ไปยับยั้งการดูดสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญ และผงถ่านกัมมันต์ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดไซมาติกเอมบริโอเจเนซิส ดังนั้นการใช้ 2,4-D ร่วมกับผงถ่านกัมมันต์ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ช่วยให้แคลลัสมีการเจริญและพัฒนาที่ดีกว่าการใช้ 2,4-D หรือผงถ่านกัมมันต์อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว จากการทดลองนี้ พบว่าเมื่อใส่ผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแคลลัส มีค่ามากกว่าการใช้ผงถ่านกัมมันต์ หรือ 2,4-D อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว Kee-yoeup and Eun-joo (1999) ได้ศึกษาอิทธิพลของไซโตไคนิน ออกซิน และผงถ่านกัมมันต์ ที่มีต่อการสร้างอวัยวะของดอกไลซีแอนดัส พบว่า การใช้  $N_6$ -Benzyladenine (BA) และ kinetin ในระดับความเข้มข้นที่สูง (13.32-22.2 และ 13.94-23.23 ไมโครโมล) มีผลทำให้เกิดยอดได้ดี และการเพิ่มความเข้มข้น indole-3-acetic acid (IAA) และ indole butyric acid (IBA) ในอาหารช่วยให้เกิดราก แต่เมื่อมีการเติมผงถ่านกัมมันต์ลงไปเป็นตัวไปยับยั้งการพัฒนาของยอดและราก ทำให้แคลลัสสามารถดูดสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เต็มที่ และ Buffard-Morel *et al.* (1995) ได้รายงานว่ การเพาะเลี้ยง

ส่วนยอดของมะพร้าวในอาหารที่เติม 2,4-D ร่วมกับผงถ่านกัมมันต์ พบว่าผงถ่านกัมมันต์เป็นตัวส่งเสริมให้เกิดไซมาติกเอมบริโอเจเนซิส และเป็นตัวช่วยดูดซับสารยับยั้งการเจริญเติบโตได้อีกด้วยโดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก

จากการทดลอง หากต้องการให้แคลลัสที่เกิดขึ้นเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ บุญยี่น (2544) ได้รายงานว่าการเติมไซโตไคนินลงไป ในอาหารที่เพาะเลี้ยงช่วยกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และเปลี่ยนแปลงไปเป็นยอด จากส่วนของแคลลัสได้ และการเติมออกซิน เช่น IBA และ NAA ช่วยกระตุ้นให้เกิดราก และการใส่ผงถ่านกัมมันต์ลงไปในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมทำอาหารมีสีดํา ส่งผลให้เกิดรากได้ดีอีกด้วย

### สรุป

การชักนำให้เกิดแคลลัสโดยการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในอาหารสูตร LS ดัดแปลง 20 สูตร พบว่า การเติมผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0.05 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ความเข้มข้น 2-3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้มากที่สุด อยู่ในช่วง 51.33-60.67% และแคลลัสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุด อยู่ในช่วง 8.00-8.57 มิลลิเมตร แคลลัสส่วนใหญ่ที่ได้มีสีเหลืองและมีลักษณะที่เกาะตัวกันหลวม (friable callus) การใช้ผงถ่านกัมมันต์ร่วมกับ 2,4-D มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง แคลลัส สีและชนิดของแคลลัส มากกว่าการใช้ผงถ่านกัมมันต์หรือ 2,4-D อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และได้แคลลัสที่มีสีและชนิดที่มีคุณภาพมากกว่า

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ และภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ และบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบเงินสนับสนุน งานวิจัยในครั้งนี้ และงานวิจัยนี้

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

### เอกสารอ้างอิง

- คำณูณ กาณจนภูมิ. 2544. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 162 หน้า.
- บุญยี่น กิจวิจารณ์. 2544. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น. 207 หน้า.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.
- รังษฤษฎ์ กาวีตี๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ : หลักการและเทคนิค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 219 หน้า.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี. 187 หน้า.
- สุริยันตร์ ฉะอุม, ศรีสม สุรวฒนานนท์, กมลพรรณ นามวงศ์พรหม และเฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์นางมดเอส-4. วารสารเกษตรศาสตร์ 31(2): 166-174.
- อารีย์ วรวิญญูวัฒน์. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. โรงพิมพ์อติสรวิทย์, กรุงเทพฯ. 133 หน้า.
- Buffard-Morel, J., J.L. Verdeil, S. Dussert, C. Magnaval, C. Huet and F. Grosdemange. 1995. Initiation of somatic embryogenesis in coconut (*Cocos nucifera* L.). Laboratoire des Ressources Genetiques et Amelioration des Plantes Tropicales, France.

- Kee-yoeup P. and H. Eun-joo. 1999. Cytokinins, auxins and activated charcoal affect organogenesis and anatomical characteristics of shoot-tip cultures of *Lisianthus (Eustoma grandiflorum (RAF.) shinn)*. Department of Horticulture. Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, South Korea.
- Linsmaier, E.M. and F. Skoog. 1965. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. *Physiology Plant* 18:100-127.
- Islam, Md.M., A. Mahatalat and M. Debabrata. 2005. *In vitro* Induction and Plant Regeneration in Seed Explants of Rice (*Oryza Sativa* L.). *Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 1(1): 72-75.
- Pierik, R.L.M. 1987. *In vitro* Culture of Higher Plant. Martinus Nijhoff Publisher. Boston. 344 p.
- Vajrabhaya, M., T. Vajrabhaya, M. W. Nabors and S. Yoshida. 1984. New varieties of rice for saline and acid soil through tissue culture. Progress Report II: callus growth and regeneration. Chulalongkorn University. Bangkok. p 41.
- Zhang, S. 1995. Efficient plant regeneration from indica (group 1) rice protoplasts of one advanced breeding Line and three varieties. *Plant Cell Reports*. 15:68-71.
-

การสังเกตพฤติกรรมการเติบโตของหัวว่านจูงนางชนิด  
*Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston ในสภาพธรรมชาติและ  
สภาพปลูกเลี้ยงเพื่องานขยายพันธุ์

Observation on Growth Behaviour of *Geodorum recurvum*  
(Roxb.) Alston Pseudobulbs in Nature and in Cultivated  
Condition for Propagation

นฤมล ไสตะ<sup>1/</sup> ไสระยา ร่วมรังษี<sup>1/</sup> และ จันทนา สุวรรณธาดา<sup>2/</sup>  
Narumol Sota<sup>1/</sup> Soraya Ruamrungsri<sup>1/</sup> and Chuntana Suwanthada<sup>2/</sup>

**Abstract:** *Geodorum recurvum* (Roxb.) is a terrestrial orchid having pseudobulbs of corm-like structure beneath the soil surface. The corms perform different habit from those of other terrestrial orchids, i.e. the old corms initiated in previous years, instead of rotten away, still attached to each other in sympodial file. Observation on growth behaviour of the corms was carried out to investigate the possibilities of separating the old corms to be used as the propagating materials. It revealed that almost all of the old corms, even 10 years old, still survived to the current year. However, when they were individually detached and planted out, a single one of them, except the deformed ones, could grow and produced 1 or more shoots per corm. Each shoot grew into a mature plant and consequently produced a new corm. This result thus showed a rather high potential of the old corms being used for multiplication purpose.

**Keywords:** *Geodorum*, pseudobulb, growth

---

<sup>1/</sup>ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

<sup>2/</sup>ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Doi Saket, Chiang Mai 50220, Thailand

**บทคัดย่อ:** ว่านจูงนางชนิด *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston เป็นกล้วยไม้ดินชนิดหนึ่ง มีลำลูกกล้วยเป็นหัวอยู่ใต้ผิวดิน โครงสร้างของหัวของว่านจูงนางชนิดนี้เป็นแบบหัวเผือก หัวว่านจูงนางแตกต่างจากหัวของกล้วยไม้ดินทั่วไป เนื่องจากหัวเก่าซึ่งเกิดในปีก่อนๆมักจะผุสลายแต่สามารถพบติดกันอยู่และเรียงเป็นแถวในลักษณะเจริญด้านข้าง การสังเกตพฤติกรรมการเติบโตของหัวของว่านจูงนางชนิดนี้ มีจุดประสงค์เพื่อทราบข้อมูลของความเป็นไปได้ในการแยกหัวเก่าของต้นพืชไปปลูกเพื่อขยายพันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า หัวเก่าซึ่งติดอยู่กับต้นพืชแต่ละต้นนั้นเกือบทุกหัวยังคงมีชีวิตอยู่ หัวเก่าที่เกิดขึ้นนานถึง 10 ปี เมื่อนำมาแยกออกเป็นหัวเดี่ยว แล้วปลูกสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ หัวบางหัวที่ผุไปก่อนแล้วเท่านั้นที่ไม่สามารถงอกได้ หัวแยกเดี่ยวเหล่านี้งอกหน่อออกมาได้ 1 หน่อหรือมากกว่า แต่ละหน่อเจริญเติบโตเป็นต้นพืช 1 ต้นและสร้างหัวใหม่ขึ้นมาได้ ผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าหัวเก่าค้างปีของว่านจูงนางมีแนวโน้มใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณต้นพืชได้

**คำสำคัญ:** ว่านจูงนาง หัว การเติบโต

## คำนำ

ว่านจูงนาง (*Geodorum* spp.) เป็นกล้วยไม้ดินสกุลหนึ่ง ซึ่งมีรายงานว่า พบ 7 ชนิด กระจายพันธุ์อยู่ในป่าทั่วทุกภาคของประเทศไทย (อบฉันท, 2551) จากการสำรวจว่านจูงนางในบางพื้นที่ของป่าผลัดใบ ป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้งในเขตป่าสงวนแห่งชาติขุนแมกวง พบอยู่ 4 ชนิด สำหรับชนิด *G. recurvum* (Roxb.) Alston และ *G. siamense* Rolfe ex Downie นั้น เป็นชนิดที่มีแหล่งเจริญเติบโตกระจายอยู่ในป่าผลัดใบและป่าผสมผลัดใบ ส่วนใหญ่เป็น บริเวณที่มีความลาดชันและมีการชะล้างพังทลายของดินค่อนข้างสูง บางพื้นที่มีไฟป่าเกิดขึ้นซ้ำซาก จากการสำรวจซ้ำหลายครั้งในพื้นที่กระจายพันธุ์ที่เดิม พบว่า มีการลดลงของประชากรว่านจูงนางทั้งสองชนิด อย่างเห็นได้ชัดเจน จากร่องรอยของภัยธรรมชาติ ได้แก่ น้ำหลาก และไฟป่า โดยเฉพาะในเขตที่เกิดไฟป่าเป็นประจำ ส่วนการสูญหายที่เกิดจากการรุกรานของมนุษย์นั้นเห็นได้ชัดเจนเช่นกัน จากร่องรอยของการนำต้นพืชเป็นจำนวนมากออกไปจากแหล่งกระจายพันธุ์ โดยเฉพาะในบริเวณที่ง่ายต่อการเข้าถึง (ฉันทนา, 2552; ฉันทนาและระณณรงค์, 2550ก,ข)

การลดลงของประชากรกล้วยไม้ป่าในแหล่งเจริญเติบโตดั้งเดิม ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เป็นการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์จากแหล่งกำเนิด การอนุรักษ์ทรัพยากรกล้วยไม้ป่า จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งใน

สภาวะปัจจุบัน การอนุรักษ์ในถิ่นอาศัย เป็นการอนุรักษ์ในลักษณะของการปกป้องพันธุ์กรรมและเอื้ออำนวยให้มี การกระจายพันธุ์ในสภาพธรรมชาติในถิ่นอาศัยเหล่านั้น ส่วนการอนุรักษ์นอกถิ่นอาศัยนั้นเป็นการอนุรักษ์ในลักษณะของการปลูกรักษาต้นพันธุ์กรรมพืชซึ่งเป็นการนำต้นพืชแต่เพียงส่วนน้อยออกจากแหล่งอาศัยไปปลูกเลี้ยง และขยายพันธุ์ในพื้นที่ปลูกรักษาที่มีสภาพของนิเวศที่คล้ายคลึงกับนิเวศเดิม สำหรับการปลูกรักษาว่านจูงนาง 2 ชนิดที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ได้มีการดำเนินการภายในพื้นที่ปลูกรักษาพันธุ์กรรมพืช อพ.สธ. โดยเป็นส่วนหนึ่งของโครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

ว่านจูงนางกระจายพันธุ์ในธรรมชาติจากเมล็ด และจากหัว การขยายพันธุ์พืชชนิดนี้นอกถิ่นอาศัยสามารถทำได้เช่นเดียวกับในสภาพธรรมชาติ แต่การขยายพันธุ์จากเมล็ดใช้เวลานานมาก การติดฝักจนกระทั่งฝักแก่ ใช้เวลา 4-8 เดือน ขึ้นอยู่กับชนิดของว่านจูงนาง (ฉันทนา, 2552; ภัทร์พิชชาและฉันทนา, 2551; Bhadra and Hossain, 2003; Sheelavantmath *et al.*, 2000) การเพาะเมล็ดจากฝักอ่อนใช้เวลายาวนานเช่นกันไม่ว่าจะเป็นช่วงที่เมล็ดงอกและช่วงที่ต้นกล้าเจริญเติบโตจนกระทั่งย้ายปลูกและต้นพืชเจริญเติบโตข้ามฤดู

(ฉันทนาและคณะ, 2548) ดังเช่นงานวิจัยของสังข์พร (2545) ซึ่งพบว่า การเพาะเมล็ดว่านจูงนางชนิด *G. siamense* Rolfe ex Downie ในสภาพปลอดเชื้อต้องใช้ เวลาในการเพาะนานถึง 4 เดือน เมล็ดจึงจะงอกและ พัฒนาไปเป็นโปรโตคอร์รัม ในขณะที่ Roy and Banerjee (2002) กล่าวถึงการนำโปรโตคอร์รัมของ *G. densiflorum* (Lam.) Schltr. ซึ่งเกิดจากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอด เชื้อมาชักนำให้เกิดการสร้างหัวที่ต่อมาสามารถนำไปปลูก และเจริญเป็นต้นพืชได้ แต่มีอัตราการอยู่รอดเพียง 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการขยายพันธุ์จากหัวนั้นนับได้ว่าซ้ำมาก เช่นกัน เนื่องจากว่านจูงนางสร้างหัวได้เพียงปีละ 1 หัว (ศลิษา, 2549) แต่อย่างไรก็ตาม ศลิษา (2549) และ อมรรัตน์ (2551) รายงานว่าว่านจูงนางมีลักษณะของหัว และพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของหัว แตกต่างไปจาก กล้วยไม้ดินชนิดอื่น ๆ จึงน่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการ เจริญเติบโตของหัวว่านจูงนางเพื่อหาวิธีการนำหัวมา ขยายพันธุ์ที่ใช้วิธีการขยายพันธุ์ที่ไม่ยุ่งยากและสามารถ ปฏิบัติได้ง่ายในภาคสนาม

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดังนี้เป็นการสังเกตพฤติกรรมการ เจริญเติบโตส่วนหัวของว่านจูงนางชนิด *G. recurvum* (Roxb.) Alston ใน 2 ลักษณะดังนี้

### 1. พฤติกรรมการเจริญเติบโตของหัวในสภาพ ธรรมชาติ

โดยติดตามการเจริญเติบโตส่วนหัวของ ต้นพืชในแหล่งกระจายพันธุ์ภายในป่าผลัดใบบริเวณศูนย์ ศึกษาการพัฒนารอยต่อของหัวอื่นเนื่องมาจากพระราชดำริ สุ่มตัวอย่างต้นพืช ในจุดสังเกต 10 จุด จุดละ 10 ต้น บันทึกข้อมูลและภาพ ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตใน 1 วงจรปี โดยเริ่มการศึกษาตั้งแต่ช่วงที่ต้นพืชเริ่มแทงช่อดอก

### 2. พฤติกรรมการเจริญเติบโตของหัวในสภาพปลูก เลี้ยง

โดยคัดเลือกต้นว่านจูงนาง ซึ่งมีหัวเก่า ติดอยู่ ไม่ต่ำกว่า 5 หัว นำต้นพืชเหล่านั้นในระยะเวลาที่ใกล้จะหมด การพักตัวมาปลูกเพื่อติดตามการเจริญเติบโตของหัว

2.1 นำต้นว่านจูงนางจำนวน 10 ต้นมาปลูกใน ถังดำซึ่งบรรจุวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน และขี้เถ้า แกลบ ในอัตราส่วน 1:1 โดยไม่มีการแยกหัวเก่าออกจาก กัน ปลูกในเดือนกุมภาพันธ์

2.2 นำต้นว่านจูงนางที่มีหัวเก่าติดอยู่กับหัวแม่ 5 หัว จำนวน 50 ต้น มาแยกหัวเก่าออกเป็นหัวเดี่ยว ได้หัว ทั้งหมด 250 หัว แยกปลูกลงถัง หัวละ 1 ถัง ด้วยวิธี เดียวกันและปลูกในช่วงเวลาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในข้อ 2.1

เลี้ยงต้นว่านจูงนางทั้งหมดไว้ในโรงเรือนเพาะชำ ภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนารอยต่อของหัวอื่นเนื่องมาจาก พระราชดำริต้นพืชทดลองอยู่ในสภาพร่มเงาที่มีการพราง แสงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของแสงในธรรมชาติ โดยให้ น้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สังเกตและบันทึกการงอกของหัว ตลอดจนการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของหน่อที่เกิด จากหัวเหล่านั้น แล้วประเมินศักยภาพของการใช้หัวเพื่อ การขยายพันธุ์ต้นพันธุ์

## ผลการศึกษา

### 1. พฤติกรรมการเจริญเติบโตของหัวในสภาพ ธรรมชาติ

#### 1.1 การเจริญเติบโต

การศึกษาวงจรการเจริญเติบโตของหัวว่าน จูงนางชนิด *G. recurvum* (Roxb.) Alston (ภาพที่ 1) ใน แหล่งกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในป่าผลัดใบภายใน ศูนย์ศึกษาการพัฒนารอยต่อของหัวอื่นเนื่องมาจาก พระราชดำริ พบว่า ช่อดอกเจริญจากหัวที่อยู่ในดินในช่วง ปลายเดือนมีนาคมจนถึงเดือนพฤษภาคม (ภาพที่ 2)

ในระยะที่ดอกบานเต็มช่อ มีหน่อใบเจริญขึ้นมา เคียงคู่กับช่อดอก (ภาพที่ 3-4) เมื่อช่อดอกเริ่มเหี่ยวหน่อ นั้นเจริญออกมาจากตา ซึ่งอยู่ด้านล่างของก้านช่อดอก หน่อที่พบมีจำนวน 1 หน่อ ทั้งช่อดอกและหน่อเจริญ ออกมาจากหัวแม่ที่เกิดในปีที่ผ่านมา ตาใบเป็นตาที่มีการ เจริญออกมาเป็นหน่อก่อน แล้วตาช่อดอกจึงเจริญออกมา



Figure 1 *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston at flowering stage



Figure 2 *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston in bloom



Figure 3 A mature plant of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston



Figure 4 A cluster of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston in mixed deciduous forest

ภายหลัง แต่ตาตอกมีการเจริญเติบโตเป็นช่อดอกอ่อนได้เร็วกว่า จึงแทงขึ้นมาเหนือดิน ก่อนหน่อใบ ในระยะที่ต้นว่านจูงนางมีการเจริญของหน่อขึ้นมาเหนือดิน ต้นว่านจูงนางประกอบด้วยหัวจำนวนหนึ่ง เป็นหัวแม่หนึ่งหัว หัวแม่นี้ให้กำเนิดหน่อใบและช่อดอกเจริญออกมาปรากฏอยู่ที่ด้านข้างของหัว ส่วนอีกด้านหนึ่งของหัวแม่มีหัวเก่าซึ่งเป็นหัวที่เกิดในปีก่อน ๆ อยู่ติดกับหัวแม่เรียงเดี่ยวเป็นแถว แต่ละหัวอยู่ติดกับอีกหัวหนึ่งในลักษณะเจริญด้านข้าง (sympodial) โดยที่หัวเก่าเหล่านี้เรียงกันอยู่ปรากฏในจำนวนที่ไม่แน่นอน หัวเก่าดังกล่าวมีลักษณะเดียวกันกับหัวแม่ แต่ละหัวมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่บางหัวอาจจะมีขนาดเล็กกว่าหัวอื่นๆ หัวเก่าที่อยู่ห่างจากต้นออกไปทางด้านปลายแถวมักมีลักษณะแห้งและแข็งและมีสีคล้ำกว่าหัวที่อยู่ใกล้กับต้นพืช หัวเก่าอยู่ในสภาพดีและมีชีวิต จำนวนหัวเก่าที่พบในแต่ละต้น มีตั้งแต่ 4-12 หัว (ภาพที่ 5) เมื่อนำหัวเก่ามาผ่าดูพบว่า เนื้อเยื่อด้านในของหัวเก่าเหล่านี้ยังคงสดและฉ่ำน้ำเช่นเดียวกับเนื้อเยื่อของหัวแม่ (ภาพที่ 6-8)

เมื่อสังเกตการเจริญของหัวในระยะที่ต้นพืชเริ่มผลัดใบ พบว่า ต้นว่านจูงนางซึ่งเจริญจากหน่อของหัวแม่มีการสร้างหัวใหม่ขึ้นมาที่โคนต้นและหัวขยายขนาดจนเต็มทีเมื่อต้นเริ่มทิ้งใบ และหัวนี้ติดอยู่ที่ด้านข้างของหัวแม่ที่ยังคงมีลักษณะสดเหมือนกับในระยะต้นฤดูการของการเจริญเติบโต (ภาพที่ 9)

## 1.2 การแตกหน่อ

การสังเกตการแตกหน่อของหัวว่านจูงนางในสภาพธรรมชาติตามจุดสังเกตที่กำหนดไว้ พบว่า หัวที่ทำหน้าที่ในการแตกหน่อในช่วงเริ่มต้นของฤดูการเจริญเติบโตในวงจรรปี (ปลายเดือนมีนาคม) คือหัวแม่ซึ่งเป็นหัวที่มีอายุ 1 ปี จากวงจรรปีการเจริญเติบโตของปีที่ผ่านมา ส่วนหัวเก่าอื่นๆ ไม่มีการแตกหน่อไม่ว่าจะเป็นหัวเก่าที่มีอายุมากหรืออายุน้อย ยกเว้นในจุดสังเกต 2 จุดที่พบว่า มีต้นว่านจูงนาง 1 และ 2 ต้นที่มีการแตกหน่อของหัวเก่าผิดไปจากส่วนใหญ่ กล่าวคือ หัวเก่า 1 หัวมีการแตกหน่อใบออกมา 1 หน่อ หัวนี้อยู่ห่างจากหัวแม่ออกมาเป็นหัวที่ 7 หัวที่ 10 และหัวที่ 11 หัวเหล่านี้ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งหัวสุดท้ายของแถว

## 2. พฤติกรรมการเจริญเติบโตของหัวในสภาพปลูกเลี้ยง

การศึกษาพฤติกรรมการเจริญเติบโตของหัวในสภาพปลูกเลี้ยงซึ่งติดตามจาก 2 กรณี ได้ผลดังนี้

2.1 การเจริญเติบโตของหัวของต้นว่านจูงนางที่ปลูกจากหัวแม่ซึ่งมีหัวเก่าติดมาด้วย 5-8 หัวนั้น พบว่า ต้นว่านจูงนางทั้งหมดมีพฤติกรรมของการสร้างและการเจริญเติบโตของหัวในลักษณะเดียวกับที่รายงานไว้ในข้อ 1

2.2 หัวแยกเดี่ยวที่นำไปชำพบว่า สามารถแตกหน่อได้ ผลการบันทึกจากหัวแยกเดี่ยวทั้งหมด 250 หัวพบว่า หัวที่แตกหน่อได้มี 82 เปอร์เซ็นต์ การเจริญของหน่อเกิดขึ้นในเดือนมีนาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม โดยที่หัวงอกได้ครบ 75 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนเมษายน หัวเหล่านี้สามารถแตกหน่อได้ 1-5 หน่อต่อหัว หัวที่แตกหน่อได้ 1 หน่อมี 49.75 เปอร์เซ็นต์ของหัวที่งอกทั้งหมด ส่วนหัวที่แตกหน่อได้ 2, 3, 4 และ 5 หน่อต่อหัว มีจำนวน 34.63, 7.31, 4.39 และ 3.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลักษณะของการแตกหน่อแสดงไว้ใน ภาพที่ 10 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหัวที่แตกหน่อเพียง 1 หน่อ นั้น หน่อที่เกิดขึ้นเจริญออกมาจากตาในตำแหน่งข้อที่ 2 นับจากส่วนฐานของหัวขึ้นไป (ภาพที่ 10 A) ในขณะที่หัวซึ่งแตก 2 หน่อ นั้น หน่อแรกเจริญออกมาจากข้อที่ 2 เช่นกัน แต่หน่อที่ 2 เจริญออกมาจากตาข้างของหน่อแรกในระยะที่หน่อแรกกำลังมีการสร้างหัว โดยตาข้างดังกล่าวอยู่ที่ข้อที่ 2 จากส่วนฐานของหัว (ภาพที่ 10 B) สำหรับหัวที่แตกหน่อ 3 หน่อ นั้น 2 หน่อเกิดจากตาข้างที่ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ของหัว ข้อละ 1 หน่อ ส่วนหน่อที่ 3 เจริญออกมาจากตาข้างของหัวใหม่ของหน่อที่ 2 (ภาพที่ 10 C) ส่วนหัวที่แตกหน่อได้ 4 และ 5 หน่อ นั้น พบว่า ลักษณะของการแตกหน่อมีทั้งเกิดจากตาข้างของข้อที่ 2 และ 3 ได้ตาละ 1 หน่อ ส่วนหน่ออื่นๆ เจริญจากตาของหัวใหม่ของหน่อที่เกิดก่อน หรือมีการแตกหน่อจากตาข้างของข้อที่ 4 และ 5 รวมไปกับข้อที่ 2 และ 3 (ภาพที่ 10D และ 10E) หน่อที่เกิดขึ้นในทุกรูปแบบสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นว่านจูงนางที่แข็งแรงและสร้างหัวเองได้ทุกหน่อ



Figure 5 Sympodial files of corms



Figure 6 Longitudinal median section of a file of old corms of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston



Figure 7 Dissected old corms with fleshy tissue of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston

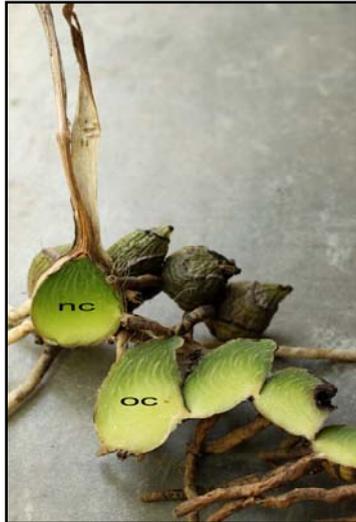


Figure 8 Dissected new corm (nc) and old corms (oc) of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston



Figure 9 Current-year corm (cc) of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston laterally attached to previous-year (pc)

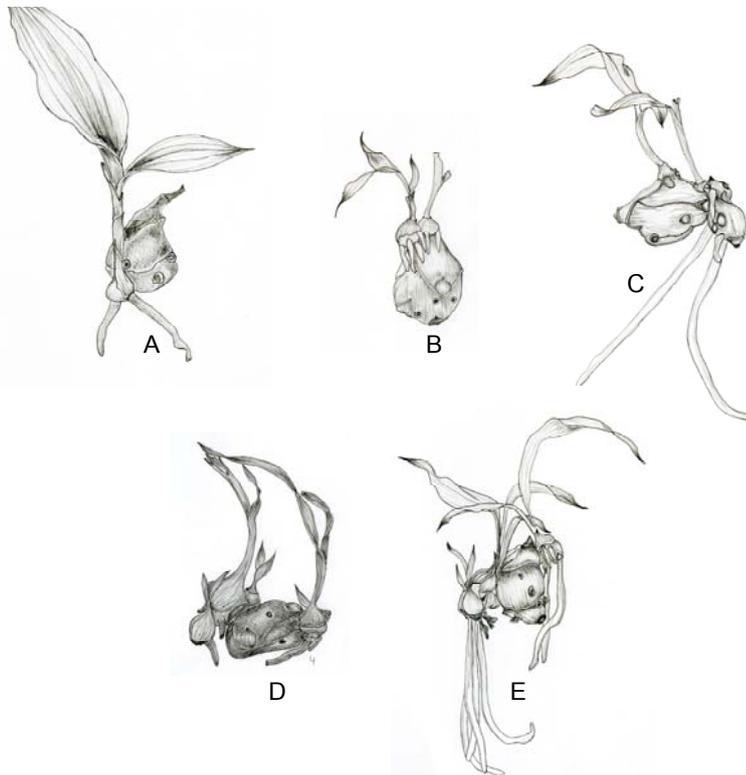


Figure 10 Drawings of detached old corms of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston showing sprouted corms  
 A = old corm with single shoot                      B = old corm with 2 shoots  
 C = old corm with 3 shoots                          D = old corm with 4 shoots  
 E = old corm with 5 shoots

## วิจารณ์

ผลของการศึกษาด้วยการสังเกตครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ว่านจูงนางชนิด *G. recurvum* (Roxb.) Alston มีลักษณะของหัวและมีพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของหัวแตกต่างจากกล้วยไม้ดินชนิดอื่นๆ เห็นได้ชัดเจนว่าหัวยังคงลักษณะของลำลูกกล้วยไว้ โดยที่รูปร่างของลำลูกกล้วยมีลักษณะคล้ายคลึงกับลำลูกกล้วยของกล้วยไม้ดินในสกุล *Spathoglottis* บางชนิด (บุญปิยธิดา, 2551) กล้วยไม้ดินในสกุล *Eulophia* บางชนิด (จารุภัทร, 2549; วัชรภรณ์, 2550) และกล้วยไม้ดินชนิดเอื้องน้ำตัน (*Calanthe cardioglossa*) (จารุวรรณ, 2550) แต่หัวมีลักษณะป้อมกว่าและอยู่ใต้ดิน ผลที่ได้จากการสังเกตนี้สอดคล้องกับที่ ศลิษา (2549) และอมรรัตน์ (2551) ได้รายงานไว้ ส่วนพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของหัวว่านจูงนางนั้นแตกต่างออกไปจากของกล้วยไม้ดินชนิดอื่นๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้น กล่าวคือ หัวเก่าของว่านจูงนางไม่หลุดออกจากต้น ยังคงอยู่ติดกันเป็นแถวและหัวเก่าเหล่านี้เกือบทุกหัวยังคงมีชีวิตและสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ถ้ามีการแยกหัวออกปลูกใหม่ ในขณะที่หัวเก่าของกล้วยไม้ดินชนิดอื่นๆ มักผุสลายและหลุดออกไปจากต้นพืช

สำหรับพฤติกรรมของการแตกหน่อของหัวว่านจูงนางซึ่งสังเกตจากทั้งในสภาพธรรมชาติ และในสภาพปลูกเลี้ยงพบว่า หัวที่แตกหน่อในต้นฤดูกาดของการเจริญเติบโตในวงจรมี คือ หัวแม่ ซึ่งเป็นหัวที่เกิดขึ้นในปีที่ผ่านมา ส่วนหัวเก่าทั้งหลายที่ติดอยู่ในแถวไม่มีการแตกหน่อ มีกรณียกเว้นซึ่งพบในสภาพธรรมชาติแต่พบเป็นส่วนน้อยที่หัวเก่าในแถวสามารถแตกหน่อได้ หัวเก่าที่แตกหน่อนั้นอยู่ห่างจากหัวแม่ออกไปหลายหัวแต่ตำแหน่งไม่แน่นอน เมื่อแยกหัวเก่าออกเป็นหัวเดี่ยวแล้วนำไปชำหัวเหล่านั้นสามารถแตกหน่อได้แม้ว่าการแตกหน่อจะไม่พร้อมกันและไม่สม่ำเสมอ พฤติกรรมของการแตกหน่อของหัวว่านจูงนางดังกล่าวข้างต้น น่าจะบ่งบอกถึงอิทธิพลของการข่มจากหัวแม่ไม่ให้หัวเก่าซึ่งยังคงมีชีวิตอยู่แตกหน่อในขณะที่ยังติดกันอยู่เป็นแถว ต่อเมื่อมีการแยกเป็น

หัวเดี่ยวจึงเกิดการปลดปล่อยสามารถแตกหน่อและเจริญเติบโตเป็นปกติจนครบวงจร แต่อย่างไรก็ตามการสังเกตเพิ่มเติมในแหล่งอาศัยเกี่ยวกับการแตกหน่อของหัวเก่าที่ยังอยู่ติดกันเป็นแถวอาจจะได้ข้อมูลของการแตกหน่อที่สนับสนุนข้อสังเกตข้างต้นได้

อนึ่งการพบลักษณะการแตกหน่อของหัวเก่าแยกเดี่ยวที่ผิดไปจากปกติ คือหัวบางหัวแตกหน่อได้มากกว่า 1 หน่อ โดยมีการแตกหน่อทั้งทางด้านข้างแบบ sympodial และเจริญขึ้นไปหายอดแบบ monopodial นั้นแม้จะเป็นปรากฏการณ์ผิดปกติที่พบไม่มากแต่เป็นข้อสังเกตที่น่าสนใจในแง่ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้า ซึ่งอาจมีผลให้เกิดการแตกหน่อที่ผิดไปจากปกติ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกรณีของการใช้สารกลุ่มต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อการกระตุ้นให้หัวเก่าแยกเดี่ยวของว่านจูงนางแตกหน่อได้มากกว่า 1 หน่อต่อหัว รวมทั้งวิธีการกระตุ้นอื่น ๆ ที่สามารถเร่งให้หัวเก่าแยกเดี่ยวผ่านพ้นการพักตัวได้เร็วขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของการแตกหน่อ

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้คือ ได้ทราบถึงความเป็นไปได้ของการนำหัวเก่าของว่านจูงนางไปใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณต้นให้มากขึ้น หากมีการศึกษาเพิ่มเติมและพัฒนาให้วิธีการขยายพันธุ์นี้มีประสิทธิภาพจะช่วยให้งานอนุรักษ์พันธุ์กรรมว่านจูงนางได้ผลดียิ่งขึ้น เนื่องจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้สามารถดำเนินการในภาคสนามได้โดยไม่ยุ่งยาก

## สรุป

ว่านจูงนางชนิด *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston มีพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของหัวแตกต่างไปจากกล้วยไม้ดินชนิดอื่นๆ กล่าวคือหัวเก่ายังคงติดอยู่กับต้นพืชเรียงเป็นแถวในลักษณะเจริญด้านข้าง หัวเก่าเหล่านี้เมื่อแยกออกปลูกสามารถเจริญเป็นต้นพืชได้ จึงมีแนวโน้มสูงในการใช้เป็นหัวพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณต้นพืชแบบไม่อาศัยเพศ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

จารุภัทร ประราศรี. 2549. การศึกษาลักษณะของกล้วยไม้ช้างผสมโคลงที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 86 หน้า.

จารุวรรณ สุขเกษม. 2550. การศึกษาลักษณะและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เอื้องน้ำต้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 89 หน้า.

ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2552. ศักยภาพของการใช้ประโยชน์กล้วยไม้ดินสกุลว่านจูงนาง. ในหน้า 12. การประชุมวิชาการ อพ. สธ. ทรัพยากรไทย : ผันสู่วิถีใหม่ในฐานไทย, จังหวัดชลบุรี, 19-25 ตุลาคม 2552. หน้า 12.

ฉันทนา สุวรรณธาดา และ ธนณรงค์ อินทภูติ. 2550ก. กล้วยไม้ดินในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ในหน้า 355-358. การประชุมวิชาการ อพ. สธ. ทรัพยากรไทย : ประโยชน์แท้แก่มหาชน. ณ อาคารประชุมวิชาการ บริเวณพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย จังหวัดชลบุรี, 31 ตุลาคม-2 พฤศจิกายน 2550.

ฉันทนา สุวรรณธาดา และ ธนณรงค์ อินทภูติ. 2550ข. ความหลากหลายของกล้วยไม้ดินสกุลว่านจูงนางในสภาพธรรมชาติ. ในหน้า 60-62. การประชุมวิชาการ อพ. สธ. ทรัพยากรไทย : ประโยชน์แท้แก่มหาชน. ณ อาคารประชุมวิชาการ บริเวณพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาเกาะ

และทะเลไทย จังหวัดชลบุรี, 31 ตุลาคม-2 พฤศจิกายน 2550.

ฉันทนา สุวรรณธาดา อภิชาติ ชิดบุรี จามจุรี สโตดิคูล และ ธนณรงค์ อินทภูติ. 2548. การเพาะฝักอ่อนกล้วยไม้ป่าโดยวิธี ปลอดเชื้อ. ในหน้า 16. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. ณ โรงแรมเวลด์มัจอมเทียนบีช พัทยา, ชลบุรี, 26-29 เมษายน 2548. หน้า 16.

บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว. 2551. การศึกษาลักษณะของบานดึกและเอื้องดินลาว ที่รวบรวมจากป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่งวง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 หน้า.

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย และ ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2551. การเพาะเลี้ยงฝักอ่อนของกล้วยไม้ป่าบางชนิดในอาหารเพาะเลี้ยงสูตร VW ดัดแปลง. ว.วิทย์. กษ. 39(3) (พิเศษ) : 171-174.

วัชรภรณ์ ชนะเคน. 2550. ลักษณะและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ดินบางชนิด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 178 หน้า.

ศลิษา รุจิวิณัยกุล. 2549. การศึกษาลักษณะกล้วยไม้ว่านจูงนางที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 119 หน้า.

สังจพร จันทะวงษ์. 2545. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการงอกและพัฒนาของกล้วยไม้ดิน *Geodorum siamense* Rolfe ex Downie และ *Habenaria dentata* (Sw.) Schltr. ในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 84 หน้า.

อบฉันทน์ ไทยทอง. 2551. กล้วยไม้เมืองไทย. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.

อมรรัตน์ ทองแสน. 2551. การศึกษาลักษณะและการผสมพันธุ์ว่านจูงนางที่รวบรวมจากป่าสงวนแห่งชาติขุนแม่งวง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์

- มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่, เชียงใหม่. 174 หน้า.
- Bhadra, S.K. and M.M. Hossain. 2003. *In vitro*  
germination and micropropagation of  
*Geodorum densiflorum* (Lam.) Schltr., an  
endangered orchid species. Plant Tissue  
Cult. 13(2): 165-171.
- Roy, J. and N. Banerjee. 2002. Rhizome and shoot  
development during *in vitro* propagation of  
*Geodorum densiflorum* (Lam.) Schltr.  
Scientia Hort. 94(1-2): 181-192.
- Sheelavantmath, S.S., H.N. Murthy, A.N. Pyati,  
H.G.A. Kumar and B.V. Ravishankar. 2000.  
*In vitro* propagation of the endangered  
orchid, *Geodorum densiflorum* (Lam.)  
Schltr. through rhizome section culture.  
Plant Cell, Tissue and Organ Cult. 60(2) :  
151-154.
-

# สถานะธาตุอาหารพืชในสวนทุเรียนและลองกอง ในระบบวนเกษตร จังหวัดอุตรดิตถ์

## Plant Nutrient Status of Soil in Durian and Longkong Orchards Under Agroforestry System in Uttaradit Province

พจนีย์ แสงมณี<sup>1/</sup> อำพรรณ พรหมศิริ<sup>2/</sup> ฮิโรโตชิ ทามูระ<sup>3/</sup>

*Podjane Sangmanee<sup>1/</sup>, Ampan Bhromsiri<sup>2/</sup> and Hirotohi Tamura<sup>3/</sup>*

**Abstract:** The status of plant nutrients of the soils in longkong and durian orchards under agroforestry system in Lap-lae and Muang districts, Uttaradit province was evaluated from soil properties. Soil samples were collected from 37 durian and 28 longkong orchards of the farmers during June to July 2010 which was the florescence development stage of longkong and late fruit harvesting stage of durian respectively. Information of farmer practices and fruit yields was also collected by farmers' interview with questionnaires. The analyzed soil properties were pH, organic matter, available P, exchangeable K, Ca and Mg and extractable S. It was found that fruit yields of durian and longkong varied with the radii of the tree canopies. Durian trees with the canopy radii of 2, 3 and 4 meters had fruit yields of 30-70, 50-90 and 90-120 kg/tree while longkong trees with the canopy radii of 2 and 3 meters gave fruit yields of 70-80 and 100-200 kg/tree respectively. Most of the farmers in Lap-lae district applied chemical fertilizers and lime but those in Muang district mostly used only organic fertilizers. It was found that pH of the durian and longkong orchard soils in Lap-lae district were in the range of 4.2-7.2 which were wider than those in Muang district (pH 5.0-6.2). Most of the soils from both studied areas had the concentrations of exchangeable K, Ca and Mg at the optimal levels and above the optimal ranges. These were the durian orchard soils from Lap-lae district which contained the organic matter at the low level about 57% of the total numbers of the tested soils while those in Muang district which contained organic matter at the optimal and above the optimal level were about 67%. Most of durian and longkong orchard soils from both studied areas had low extractable S contents. In Lap-lae district, the significant positive correlations between extractable S and soil organic matter of durian and longkong orchard soils were observed.

**Keywords:** Durian, longkong, agroforestry, plant nutrient status, soil properties, farmers' orchards

---

<sup>1/</sup> คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 53000

<sup>1/</sup> Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University 53000, Thailand.

<sup>2/</sup> คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200. Thailand.

<sup>3/</sup> Applied Bioresource Department, Faculty of Agriculture, Kagawa University, 761-0795, Japan

**บทคัดย่อ:** ในการประเมินสถานะของธาตุอาหารพืชของดินในสวนทุเรียนและลองกองของเกษตรกรพื้นที่ อ.ลับแล และ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นสวนในระบบวนเกษตร ใช้การศึกษาสมบัติของดินเก็บตัวอย่างดินจากสวนทุเรียนจำนวน 37 พื้นที่ และสวนลองกอง จำนวน 28 พื้นที่ ในช่วงเดือนมิถุนายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ซึ่งเป็นระยะพัฒนาช่อดอกของลองกอง และระยะสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุเรียนตามลำดับ นอกจากนี้ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการดินจากการสัมภาษณ์เกษตรกร วิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้ ผลการศึกษาผลผลิตทุเรียนผันแปรตามขนาดรัศมีของทรงพุ่ม คือ ทรงพุ่มขนาด 2 3 และ 4 เมตร ให้ผลผลิต 30-70 50-90 และ 90-120 กิโลกรัม/ต้น สวนลองกองซึ่งมีรัศมีทรงพุ่ม 2 และ 3 เมตรให้ผลผลิต 70-80 และ 100-200 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ เกษตรกรใน อ.ลับแล ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋นสวนเกษตรกรใน อ.เมือง ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ pH ของดินในสวนทุเรียนและลองกอง ใน อ.ลับแล อยู่ในช่วง 4.2-7.2 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่กว้างกว่าดินในสวนไม้ผลของ อ.เมือง (pH 5.0-6.2) ดินในพื้นที่ที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ มีโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม ในพื้นที่ปลูกทุเรียนของ อ.ลับแล ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ มีประมาณร้อยละ 57 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่พื้นที่ปลูกทุเรียนของ อ.เมือง ส่วนใหญ่ (67%) มีอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ดินส่วนใหญ่จากสวนไม้ผลทั้งสองชนิดและทั้งสองพื้นที่มีอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม ปริมาณของกำมะถันที่สกัดได้ในดินของทุกพื้นที่มีต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม และพบสหสัมพันธ์ในเชิงบวกมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกำมะถันที่สกัดได้กับอินทรีย์วัตถุในดินของสวนทุเรียนและลองกองใน อ.ลับแล

**คำสำคัญ:** ทุเรียน ลองกอง วนเกษตร สถานะของธาตุอาหารพืช สมบัติของดิน สวนเกษตรกร

## คำนำ

จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นแหล่งปลูกทุเรียนและลองกองที่สำคัญในเขตภาคเหนือ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกใน 3 อำเภอ คือ อ.เมือง อ.ลับแล และ อ.ท่าปลา การปลูกไม้ผลในพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะแบบวนเกษตร (agroforestry) มาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ ลักษณะพื้นที่ปลูกเกือบทั้งหมดอยู่บนภูเขาสูง ระดับที่สูงที่สุดมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 700 เมตร มีความลาดชันตั้งแต่ 5 - 100% (อนง, 2550) สังคมพืชในระบบวนเกษตรมีความหลากหลายและสามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้ 3 ระดับความสูง คือ ชั้นที่สูงที่สุดเป็นไม้ป่าเดิม เช่น ยางนา ยางแดง ไม้จันทน์หรือสะพุง รองลงมาเป็นไม้ผล ได้แก่ ทุเรียน ลองกอง ลางสาด มังคุด และไม้ชั้นล่างเป็นกาแฟ สับปะรด และผักสวนครัว

ทุเรียนและลองกองที่ปลูกใน จ.อุตรดิตถ์เป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี จนเรียกได้ว่าเป็นผลไม้เอกลักษณ์

ของ จังหวัด ในปัจจุบันลักษณะการปลูกเพื่อขายผลผลิตมีความชัดเจนขึ้นมากเมื่อเทียบกับอดีต เนื่องจากการคมนาคมระหว่างสวนกับพื้นที่ภายนอกสะดวกขึ้น อีกทั้งผลไม่ดังกล่าวมีฤดูการเก็บเกี่ยวที่ล่าช้ากว่าทุเรียนและลองกองที่ปลูกในภาคตะวันออกและภาคใต้จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องราคาผลผลิต อย่างไรก็ตามการปลูกผลไม้ให้ได้ปริมาณและคุณภาพเป็นที่น่าพอใจและคงรักษาความเป็นสวนในระบบวนเกษตรได้อย่างยั่งยืนนั้น ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งคือการทราบถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านดินและปุ๋ย งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินในสวนทุเรียนและลองกองที่ปลูกในระบบวนเกษตรและวิธีการจัดการดินของเกษตรกร ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการดินในสวนทุเรียนและลองกองอย่างเหมาะสมต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดินจะแบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างดินตามชนิดของไม้ผลที่ปลูกและลักษณะความลาดเอียงของพื้นที่ 3 ลักษณะ ได้แก่ พื้นที่ลาดชันส่วนบน (upper slope) ส่วนกลาง (middle slope) และส่วนล่าง (lower slope) แต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างดินรอบทรงพุ่มความลึก 0-15 เซนติเมตร จำนวน 4-6 จุด/ต้น จำนวนอย่างน้อย 5 ต้น ตัวอย่างดินที่ได้ในแต่ละพื้นที่รวมเป็น 1 composite sample นำตัวอย่างดินจากแต่ละพื้นที่ไปวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้ โดยวิธีการระบุไว้ในตารางที่ 1

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

ตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยตัวอย่างดินที่เก็บมาจากพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวน 37 พื้นที่ และพื้นที่ปลูกลองกองจำนวน 28 พื้นที่ สำหรับตัวอย่างดินที่ระบุความชื้นของพื้นที่ เป็นตัวอย่างดินจากพื้นที่ อ.ลับแล 17 ตัวอย่าง และ อ.เมือง 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินบางส่วนซึ่งเก็บโดยเกษตรกรไม่ได้ระบุระดับความชื้น ซึ่งเป็นตัวอย่างดินจากพื้นที่ อ.ลับแล จำนวน

32 ตัวอย่าง และ อ.เมือง 6 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินกลุ่มนี้ผู้วิจัยจัดให้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น (unidentified sample)

## การใช้ปุ๋ยและผลผลิตของเกษตรกร

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรในเขต อ.ลับแล จัดการดินด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยทุกฤดูกาลผลิต ส่วนเกษตรกรในเขต อ.เมืองบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก และไม่ใช้ปุ๋ยหมักจากมูลวัวในอัตรา 5-20 กก./ต้น และฉีดพ่นปุ๋ยน้ำหมักเป็นประจำ การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร อ.ลับแล ใช้ตามพัฒนาการของพืช โดยระยะหลังการเก็บเกี่ยวหรือระยะเตรียมต้นใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 25-7-7 เร่งการออกดอกและบำรุงช่อดอก ใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ปรับปรุงคุณภาพผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว อัตราการใช้แต่ละระยะ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5-1.5 กก./ต้น/ครั้ง ใช้ปุ๋ยขาวและโดโลไมต์เป็นครั้งคราวในอัตรา 10-15 กก./ต้น

สำหรับปริมาณผลผลิตของลองกองและทุเรียนแปรผันตามขนาดต้นและการตัดแต่งช่อดอก แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ได้รับการสัมภาษณ์ไม่ได้ตัดแต่งช่อดอก เนื่องจากการขาดแคลนแรงงาน อุปสรรคจากพื้นที่ลาดชันและความสูงของต้นไม้ สำหรับผลผลิตทุเรียนและลองกองที่ได้ผันแปรตามรัศมีทรงพุ่ม (ตารางที่ 2)

Table 1 Methods of soil chemical property analysis

Chemical properties	Methods of soil analysis*
pH	Soil : water = 1:5 using pH meter
Organic matter	Wet oxidation with potassium dichromate (Walkley & Black )
Available P	Extracted the soil with Bray II and determined colorimetrically using Molybdenum blue method
Exchangeable K, Ca, Mg	Extracted the soil with 1M NH <sub>4</sub> OAc pH 7 determined with atomic absorption spectrophotometer
Extractable S	Extracted the soil with 500 ppm P Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> determined turbidimetric with spectrophotometer

\* Source of information: Therajindakajorn. (2009)

Table 2 Fruit yields of durian and longkong trees with different canopy sizes\*

Durian		Longkong	
Canopy radius (m)	Fruit yield (kg/tree)	Canopy radius (m)	Fruit yield (kg/tree)
2	30-70	2	70-80
3	50-90	3	100-200
4	90-120		

\* Data obtained from farmers' interview

### ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับสมบัติของดิน

เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนและลองกองใน อ.เมือง และ อ.ลับแล จัดการดินในสวนไม้ผลของตนเองแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกสมบัติของดินที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้น้อยตามเกณฑ์การจัดการดินเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับสมบัติของดิน สมบัติของดินที่เลือกใช้ในการประเมินความสัมพันธ์ดังกล่าว คือ อินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นสมบัติที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติอื่นๆ ซึ่งแปรผันตามการใส่ปุ๋ยและปุ๋ย อีกทั้งอินทรีย์วัตถุยังบ่งบอกถึงธรรมชาติของดินในระบบวนเกษตรได้เป็นอย่างดี (Janzen *et al*, 1997; Gregorich *et al*,1997) จากรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นกับอินทรีย์วัตถุ (ภาพที่ 1) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระดับความชื้นอย่างเป็นรูปแบบ และลักษณะการกระจายตัวของดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่างกันในพื้นที่ที่มีระดับความชื้นต่างกันคล้ายคลึงกับการกระจายตัวของอินทรีย์วัตถุของดินที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น เมื่อธรรมชาติดั้งเดิมของดินไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามระดับความชื้นของพื้นที่ และการกระจายตัวของดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่างกันไม่แตกต่างจากดินในกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลของดินทุกตัวอย่างทั้งที่ระบุความชื้นและไม่ระบุความชื้นของพื้นที่ในการประเมินสถานะของธาตุอาหารในดินของพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกอง

### pH ของดินในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล และ อ.เมือง

หากพิจารณาจากค่า pH ของดิน พบว่า พื้นที่ อ.ลับแลมี pH อยู่ในช่วงที่กว้าง (4.2-7.2) ในขณะที่ อ.เมืองมีช่วง pH ที่แคบกว่า (5.0-6.2) (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย ที่พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ของ อ.ลับแลปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยปรับปรุงดินและมีบางส่วนที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ย ในขณะที่เกษตรกรทั้งหมดใน อ.เมืองไม่เคยใส่ปุ๋ย ดังนั้นดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยจึงเปรียบเสมือนดินดั้งเดิม การที่ดินดั้งเดิมใน อ.เมืองมีค่า pH อยู่ในช่วงที่สูงกว่าและมีช่วง pH ที่แคบกว่าดินดั้งเดิมของ อ.ลับแล อาจเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างกัน ซึ่งดินในบริเวณดังกล่าวเกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ และได้รับการจำแนกให้เป็นชุดดินมวกเหล็ก มีสมบัติของดินบนเป็นดินร่วนปนทรายและกรวด ดินบนเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) (สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์, 2552) ในขณะที่ดินในเขต อ.ลับแล เกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดที่อยู่กับที่หรือเกิดจากการสลายตัวของหินดินดานเชิงเขา (residuum and colluvial materials) มี pH ดินเป็นกรด (อเนก, 2550) จากความแตกต่างกันของวัตถุต้นกำเนิดดินจึงทำให้ pH ดั้งเดิมของดินทั้งสองพื้นที่แตกต่างกัน

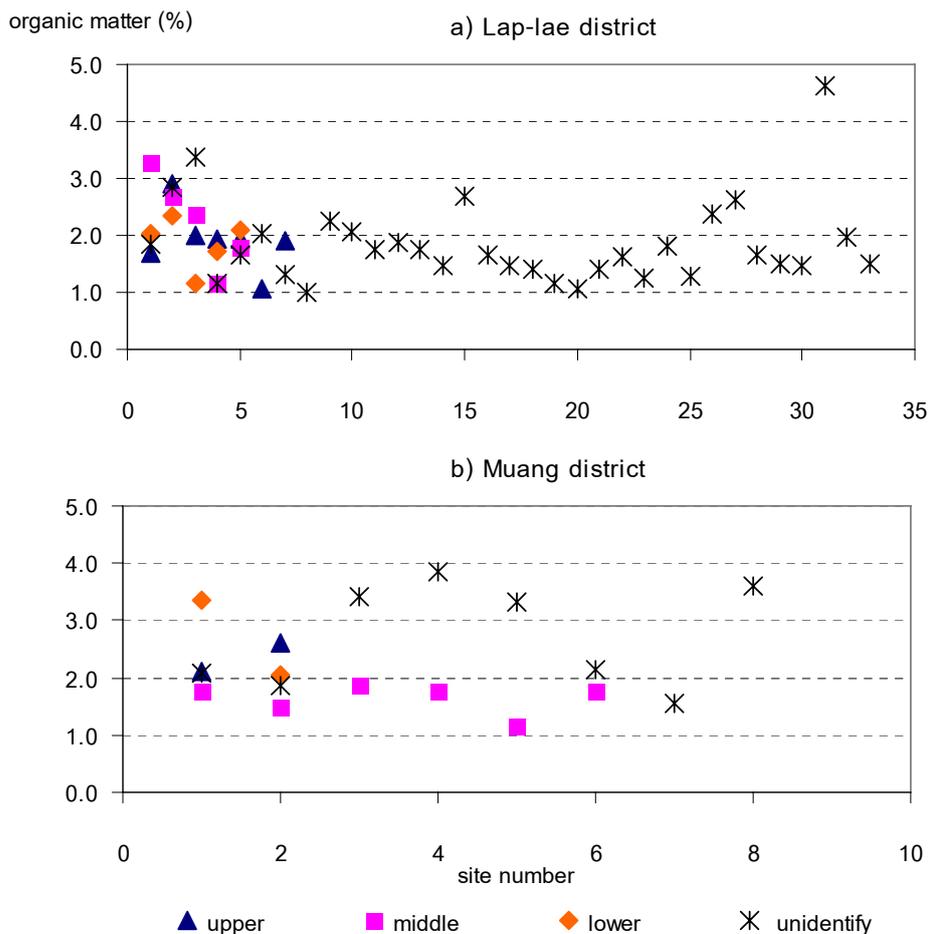


Figure 1 Relationship between sloping level and organic matter contents of orchard soils in Lap-lae district(a) and Muang district(b)

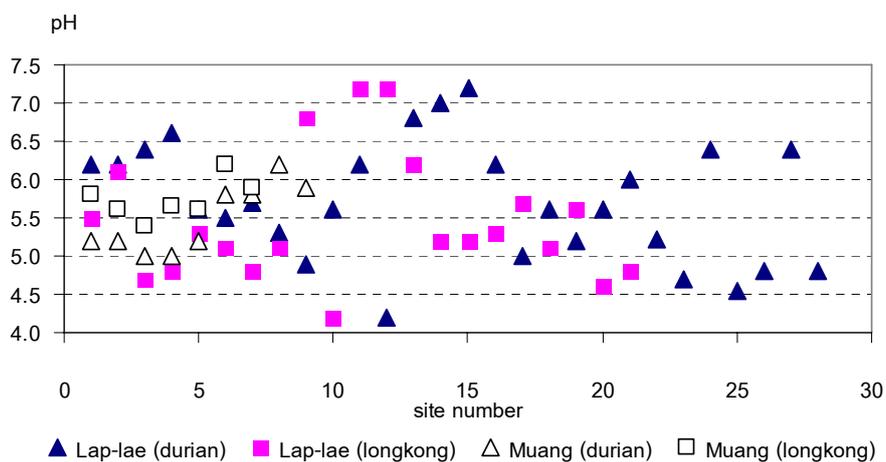


Figure 2 pH of the orchard soils in Lap-Lae and Muang districts orchards

### สมบัติของดินที่ปลูกทุเรียนใน อ.ลับแลและ อ.เมือง

การพิจารณาสมบัติของดินที่ปลูกทุเรียนในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออก (สุเมิตรา และคณะ, 2544) สำหรับสมบัติของดินที่ปลูกกลองกอง ได้เปรียบเทียบกับช่วงที่เหมาะสมกับดินที่ปลูกไม้ผลทั่วไป (ชูชาติ, 2552) จากการเปรียบเทียบช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนและไม้ผลทั่วไป พบว่า ช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกไม้ผลมี pH และอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงที่กว้างและครอบคลุมช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีช่วงที่เหมาะสมใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงที่เหมาะสมของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ปลูกไม้ผลมีค่าสูงกว่าช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียน (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์สมบัติดินที่ปลูกทุเรียนในพื้นที่ อ.ลับแล และ อ.เมือง จากดินทั้งหมด 37 ตัวอย่าง พบว่า สมบัติของดินทั้งสองพื้นที่มีลักษณะที่คล้ายกัน เมื่อนำช่วงที่เหมาะสมของสมบัติดินที่ปลูกทุเรียนมาพิจารณาแบ่งระดับความเหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนในพื้นที่ อ.ลับแลและ อ.เมือง พบว่า ในเขต อ.ลับแลมีดินที่ pH ต่ำกว่า 5.0 อยู่ 21% ในจำนวนนี้พบค่า pH

อยู่ในช่วง 4.2-4.9 (ตารางที่ 4) ซึ่งเกิดจากการที่เกษตรกรยังไม่ได้ใส่ปูนเพื่อปรับ pH ของดิน พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินทั้งสองพื้นที่อยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่

การพบปริมาณฟอสฟอรัสในระดับต่ำใน อ.ลับแล อาจเกิดจากธาตุฟอสฟอรัสที่เกษตรกรให้แกดินในรูปของปุ๋ยอาจตกค้างอยู่น้อย เนื่องจากช่วงที่เก็บตัวอย่างดินเป็นช่วงหลังจากระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้ อาจเกิดจากฟอสฟอรัสถูกตรึง เนื่องจากระดับ pH ของดินเป็นกรดและในกรณีที่ดินมีแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนอยู่สูง ฟอสเฟตในดินอาจทำปฏิกิริยากับไอออนดังกล่าว ทำให้พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) สุเมิตรา และคณะ (2544) พบว่า การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสจากดินชั้นบนสู่ดินชั้นล่างเกิดขึ้นน้อยมาก แม้ว่าดินในสวนทุเรียนจะมีฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ที่ดินชั้นบนในปริมาณมากก็ตาม จึงเป็นไปได้ว่าการพบฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำของดินที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ เกิดจากฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินชั้นบนสูญเสียไปด้วยการกร่อนดิน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ลาดชัน อย่างไรก็ตาม การที่ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมไม่ได้หมายความว่าพืชขาดฟอสฟอรัสหรือเป็นสาเหตุให้มีการเจริญเติบโต

Table 3 Criteria for evaluation of soil qualities of durian and fruit orchard soils at 0-20 cm depth

Soil properties	Level of soil properties			
	Durian orchard <sup>1/</sup>			Fruit orchard <sup>2/</sup>
	Below	Optimum	Above	Optimum
pH	no data	5.0	no data	5.5-6.5
Organic matter (%)	no data	2.05-2.37	no data	2.0-3.0
Available P (mg/kg)	no data	31.0-52.3	70.7-127.3	35-60
Exchangeable K (mg/kg)	27.0-38.3	no data	118.3-203.4	100-120
Exchangeable Ca (mg/kg)	87.2-157.5	no data	566.8-744.4	800-1500
Exchangeable Mg (mg/kg)	15.2-24.8	no data	108.1-147.4	250-400
Extractable SO <sub>4</sub> -S (mg/kg)	no data	no data	no data	25-150

<sup>1/</sup>Poovarodom *et al.* (2001), <sup>2/</sup>Santasup. (2009)

Table 4 Soil properties of durian orchards in Lap-lae and Muang districts

Soil properties	Level of soil properties					
	Lap-lae district			Muang district		
	Below	Optimum	Above	Below	Optimum	Above
pHw (1:5)	4.2-4.9	5.0-5.5	5.6-6.6	not found	5.0- 5.5	5.6-6.2
No.sample (%)*	6 (21%)	5 (18%)	17 (61%)	-	2 (22%)	7 (78%)
Organic matter (%)	1.01-2.04	2.05-2.37	2.68-3.37	1.49-1.87	2.08-2.11	3.32-3.84
No.sample (%)	16 (57%)	6 (21.5%)	6 (21.5%)	3 (33%)	2 (22%)	4 (45%)
Available P (mg/kg)	1.5-21.1	not found	125.2	3.8-10.8	26.6	131.0
no.sample (%)	27 (96%)	-	1 (4%)	7 (78%)	1 (11%)	1 (11%)
Exchangeable K (mg/kg)	34.1	38.2-93.1	138.0-255.0	not found	73.2-114.9	142.4-184.1
No.sample (%)	1 (4%)	20 (71%)	7 (25%)	-	6 (67%)	3 (33%)
Exchangeable Ca (mg/kg)	25.0-133.1	166.0-544.6	524.55-1285.9	64.0	230.0-536.0	569.8-1023.7
No.sample (%)	9 (32%)	8 (29%)	11 (39%)	1 (11%)	5 (56%)	3 (33%)
Exchangeable Mg (mg/kg)	not found	28.0-85.7	110.8-489.9	not found	not found	148.7-285.2
No.sample (%)	-	8 (29%)	20 (71%)	-	-	9 (100%)
Extractable SO <sub>4</sub> -S (mg/kg)	1.2-15.5	not found	not found	2.3-8.2	not found	not found
No.sample (%)	28 (100%)	-	-	9 (100%)	-	-

\* % of the total numbers of tested soil samples

ผิดปกติ ซึ่งสุ่มิตราและคณะ (2544) พบว่า ดินทุเรียนยังคงออกดอกได้ตามปกติ แม้ว่า ดินสวนทุเรียนที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียง 10-20 มก./กก.

สำหรับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าเป็นผลตกค้างของปุ๋ยที่ใส่เพื่อบำรุงผลให้ทุเรียนในฤดูช่วงที่ผ่านมา สำหรับระดับของแคลเซียมและแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินค่อนข้างผันแปรตาม pH ของดิน โดยดินของ อ.ลับแลที่มี pH ต่ำยังคงมีธาตุดังกล่าวใน

ระดับต่ำ ส่วนดินของ อ.ลับแลที่มี pH ในระดับ 5.0-6.6 และดินใน อ.เมือง พบว่า มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่เหมาะสมถึงระดับที่สูงกว่าระดับที่เหมาะสม ส่วนกำมะถันที่สกัดได้ในทั้งสองพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม โดย อ.ลับแล มีค่า 1.2-15.5 มก./กก. และ อ.เมือง มีค่า 2.3-8.2 มก./กก. (ตารางที่ 4) นอกจากนี้พบว่าเฉพาะในพื้นที่ที่ปลูกทุเรียนของ อ.ลับแล พบสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

Table 5 Correlation coefficients between some soil properties in each location

Parameters	Durian orchard		Longkong orchard	
	Lap-lae (n=28) <sup>1/</sup>	Muang (n=9)	Lap-lae (n=21)	Muang (n=7)
Extractable SO <sub>4</sub> -S Vs. organic matter	0.6588***	-0.0175 <sup>NS</sup>	0.8069***	0.1219 <sup>NS</sup>
pH Vs. exchangeable Ca	0.2884 <sup>NS</sup>	-0.0616 <sup>NS</sup>	0.5707**	0.5210 <sup>NS</sup>

<sup>1/</sup> n = observation numbers

\*\* = significant difference of P = 0.01, \*\*\* = significant difference of P = 0.01, NS = non significant

### สมบัติของดินที่ปลูกลองกองใน อ.ลับแลและ อ.เมือง

สมบัติของดินที่ปลูกลองกองใน อ.ลับแลและ อ.เมือง มีค่า pH , อินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและมากกว่าช่วงที่เหมาะสม โดยมีจำนวนพื้นที่ซึ่งมีสมบัติของดินอยู่ในระดับดังกล่าวมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน (ตารางที่ 6)

การที่แต่ละสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกลองกองมีความเหมาะสมมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน เนื่องจากเป็นช่วงที่ลองกองอยู่ในระยะพัฒนาช่อดอก เกษตรกรจึงใช้ปุ๋ยและปูนเพื่อบำรุงดิน สังเกตได้จากค่า pH ของดินในพื้นที่ปลูกของ อ.ลับแล ซึ่งเกษตรกรใช้ปูนปรับปรุงดิน จึงทำให้ดินส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และมากกว่าช่วงที่เหมาะสม จนทำให้เกิดสหสัมพันธ์ระหว่าง pH กับแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติใน อ.ลับแล ในขณะที่ อ.เมืองไม่พบสหสัมพันธ์ดังกล่าว(ตารางที่ 5) เพราะเกษตรกรไม่ได้ใช้ปูน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้พบว่า ดินในพื้นที่ปลูกลองกองยังมีลักษณะเหมือนกับดินที่ปลูกทุเรียน คือมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม พบว่าในพื้นที่ปลูกลองกองมีจำนวนพื้นที่ซึ่งมีธาตุดังกล่าวอยู่ในช่วงที่เหมาะสมมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรผู้ปลูกลองกองมีความรู้ในเรื่องการจัดการธาตุอาหารตามช่วงพัฒนาการของพืช โดยใช้ฟอสฟอรัสในช่วงที่พืชสร้างดอกแม้ว่าดินใน อ.เมืองและ อ.ลับแล

จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึง 104.9 และ 170.7 มก./กก. (ตารางที่ 6) แต่ก็ยังน้อยกว่าดินที่ปลูกลองกองใน จ.สงขลาและนราธิวาส ที่พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตกค้างมากถึง 237.8 มก./กก. ปริมาณดังกล่าวมีผลชักนำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหาร เช่น สังกะสีและทองแดง (ยุทธนาและคณะ, 2545 ; สุรชาติ และคณะ, 2550)

สำหรับจำนวนพื้นที่ดินที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่เหมาะสมและสูงกว่าระดับที่เหมาะสม พบว่ามีจำนวนมากกว่าเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากสัมภาษณ์เกษตรกร ซึ่งพบว่า เกษตรกรใน อ.ลับแล ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักครบทุกธาตุ ในขณะที่เกษตรกร อ.เมือง ใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ แต่พื้นที่ปลูกลองกองของ อ.เมือง ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่เหมาะสมมีจำนวนถึง 28.5 และ 43% ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้หรือการที่ดินมีวัตถุต้นกำเนิดที่มีธาตุดังกล่าวในดินอยู่แล้ว ในขณะที่แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน อ.ลับแลซึ่งมีอยู่ในระดับสูงน่าจะเป็นผลมาจากเกษตรกรบางรายใช้โดโลไมต์ในการปรับปรุงดิน ส่วนปริมาณของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินใน อ.เมือง ที่มีอยู่ในระดับสูงเช่นกัน น่าจะสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิดของดิน สำหรับปริมาณของกำมะถันที่สกัดได้ในพื้นที่ปลูกลองกองทั้งสองอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม และมีค่าใกล้เคียงกัน คือ

Table 6 Soil properties of longkong orchards in Lap-lae and Muang districts

Soil properties	Level of soil properties					
	Lap-lae district			Muang district		
	Below	Optimum	Above	Below	Optimum	Above
pHw (1:5)	4.2-4.8	5.1-5.5	5.6-7.2	not found	5.4	5.6-6.2
No.sample (%)*	6 (29%)	8 (38%)	7 (33%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Organic matter (%)	1.07-1.96	2.08-2.37	2.63-4.64	1.54-1.86	2.04-2.15	2.62-3.61
No.sample (%)	17(81%)	2 (9.5%)	2 (9.5%)	3 (73%)	2 (28.5%)	2 (28.5%)
Available P (mg/kg)	1.9-29.8	32.7-47.2	89.2-104.9	5.3-17.0	45.0-49.5	130.8-170.7
No.sample (%)	15 (71%)	4 (19%)	2 (10%)	3 (73%)	2 (28.5%)	2 (28.5%)
Exchangeable K (mg/kg)	not found	45.7-117.0	120.8-155.5	not found	69.4-110.5	156.5-438.8
No.sample (%)	-	17 (81%)	4 (11%)	-	3 (43%)	4 (57%)
Exchangeable Ca (mg/kg)	62.0-98.3	174.0-549.7	574.9-6,202.7	not found	290.5	701.0-799.0
No.sample (%)	2 (9.5%)	12 (57%)	7 (33.5%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Exchangeable Mg (mg/kg)	not found	108.5-145.2	152.2-302.7	not found	145.2	162.7-283.4
No.sample (%)	-	7 (33%)	14 (67%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Extractable SO <sub>4</sub> -S (mg/kg)	1.6-6.2	not found	not found	1.6-7.4	not found	not found
No.sample (%)	21 (100%)	-	-	7 (100%)	-	-

\* % of the total numbers of tested soil samples.

1.6-7.4 มก./กก. (ตารางที่ 6) เฉพาะในพื้นที่ อ.ลับแล พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

จากการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่ แลกเปลี่ยนได้ในดินลองกองภาคใต้พบว่า มีธาตุ ดังกล่าวอยู่ได้ทรงพุ่มมากถึง 265 มก./กก. (ราชัน, 2545 อ้างโดย จำเป็น และคณะ, 2549) ซึ่งการมีโพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงอาจเป็นสาเหตุให้พืชใช้ แคลเซียมและแมกนีเซียมได้ต่ำลง ในทางกลับกันดินที่

ปลูกลองกองของ อ.ลับแล ที่ใส่ปูนขาวและโดโลไมต์ มี ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก ถึง 6,202 และ 302 มก./กก. ตามลำดับ ก็อาจมีผลทำให้ พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ต่ำลง หรือเกิดภาวะปฏิกิริยา ของธาตุดังกล่าว จากการสังเกตการเจริญเติบโตของ ทุเรียน สุมิตราและคณะ (2544) พบว่าดินที่มี pH 5.0 ถือว่าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของ ทุเรียนและไม่พบอาการผิดปกติของทุเรียน นอกจากนี้ จำเป็นและคณะ (2549) พบว่า pH ที่ทำให้ต้นกล้า

ลองกองสามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ 5.5 และควรมีสมดุลระหว่างโพแทสเซียมกับแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล ยังมีพื้นที่ซึ่งมี pH ต่ำกว่า 5 อยู่ถึง 21 และ 29% ของจำนวนพื้นที่ที่ใช้ศึกษาทั้งหมด แสดงว่ายังคงมีพื้นที่ที่ควรใส่วัสดุปูนตามอัตราที่กำหนดและควรตรวจ pH อย่างสม่ำเสมอก่อนการใส่ปูนในหลายพื้นที่ เนื่องจาก การปรับ pH จะช่วยให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียมละลายออกมาและเป็นประโยชน์ต่อพืช (สุรชาติ และคณะ, 2550) แสดงให้เห็นว่า การปรับ pH เป็นการจัดการดินที่สำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพผลลองกอง การพบสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของ อ.ลับแล แสดงให้เห็นว่า แหล่งของธาตุกำมะถันในดิน อ.ลับแลมาจากอินทรีย์วัตถุเป็นหลัก ดังนั้นการจัดการดินเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินจึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (ปัทมา, 2547) นอกจากนี้ธาตุกำมะถันยังมีความสำคัญต่อคุณภาพของทุเรียน เนื่องจากกำมะถันเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนบางชนิด และมีบทบาทต่อการสร้างกลิ่นของทุเรียน (s- containing volatile) (Chin *et al.*, 2007)

การที่พบปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินต่ำไม่ได้หมายความว่าพืชขาดกำมะถัน เนื่องจากกำมะถันจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่ออินทรีย์วัตถุในดินถูกย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุดังกล่าวออกมาใน รูปอินทรีย์โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ แต่หลังจากที่กำมะถันปลดปล่อยออกมาแล้วพืชอาจดูดใช้ทันที หรือจุลินทรีย์ดินนำไปสร้างมวลชีวภาพ การหมุนเวียนธาตุอาหารลักษณะนี้มักเกิดขึ้นในดินป่าไม้ซึ่งเป็นระบบปิดและถือเป็นการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่มีประสิทธิภาพ (พจนีย์, 2552) ดังนั้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาวะของธาตุกำมะถันในใบ เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป เพื่อให้ทราบว่าในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแลและ อ.เมืองที่ใช้ในการศึกษามีปัญหาด้านการขาดแคลนกำมะถันหรือไม่

## สรุป

จากการศึกษาสถานะของธาตุอาหารพืชในดินสวนทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล และ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ที่อยู่ภายใต้ระบบวนเกษตร พบว่า pH ของดินในสวนผลไม้ของ อ.ลับแล อยู่ในช่วง 4.2-7.2 ในขณะที่ดินในสวนไม้ผลของ อ.เมือง มีอยู่ในช่วง 5.0-6.2 การใส่ปูนเพื่อปรับ pH ต้องพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นหลัก ปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่สูงกว่าช่วงที่เหมาะสม เกิดจากการใส่วัสดุปูนเพื่อปรับ pH ในอัตราที่สูงเกินความต้องการ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ลดลง ดินจากสวนทุเรียนใน อ.ลับแลประมาณ 57% ของจำนวนพื้นที่ที่ศึกษา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม สวนที่อยู่ใน อ.เมืองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม 67% ของพื้นที่ที่ศึกษา ดินจากสวนลองกองทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้อินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการพบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และกำมะถันที่สกัดได้ในปริมาณต่ำ เมื่อสังเกตด้วยตายังไม่พบว่าพืชมีความผิดปกติ การที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณต่ำ อาจเกิดจากฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์เนื่องจากดินมี pH ที่ไม่เหมาะสมหรือสูญเสียจากการกร่อนดิน ส่วนกำมะถันที่ต่ำอาจเกิดจากการหมุนเวียนธาตุดังกล่าวมีประสิทธิภาพหรือปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เนื่องจากพบสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวกระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินของสวนทุเรียนและลองกองใน อ.ลับแล การพบสหสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้มีกำมะถันที่สกัดได้เพิ่มขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก  
หน่วยจัดการงานวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏอุตรดิตถ์ และได้รับความอนุเคราะห์พื้นที่เก็บ  
ตัวอย่างดินและตัวอย่างดินจากเกษตรกร สมาชิก  
เครือข่ายเกษตรกรรวมทางเลือก จังหวัดอุตรดิตถ์

## เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยา  
เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา  
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547  
หน้า.
- จำเป็น อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กิมสงวน และ  
ณรงค์ มะลี. 2549. ผลการใช้ปุ๋ยขาว ยิปซัม  
และโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต  
และการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง  
(*Aglaia dookkoo* Griff.). วารสารสงขลา  
นครินทร์ วทท. 22(1): 21-26.
- ชูชาติ สันทรทรัพย์. 2552. การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับ  
การปลูกกล้วยไข่. หน้า 69-78. ใน: จริยา วิ  
สิทธิ์พานิช(บก.). คู่มือการผลิตกล้วยไข่  
คุณภาพ. นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่.
- ปัทมา วิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง  
พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุง). ภาควิชาทรัพยากร  
ที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.
- พจนีย์ แสงมณี. 2552. การหมุนเวียนไนโตรเจนในระบบ  
การใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระ  
จอมเกล้า 27(3): 98-105.
- ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา.  
2545. การแก้ไขปัญหาดินโทรมของลำไย.  
ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดิน  
และต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม.  
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุน  
สนับสนุนการวิจัย (สกว.). ลำปาง. 146 หน้า.

- ราชนัน สุวัฒน์วิจิตร. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหาร  
และคาร์โบไฮเดรตในใบลองกองต้นที่ให้ผล  
ผลิตและไม่ให้ผลผลิต. ปัญหาพิเศษหลักสูตร  
วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัย สงขลา  
นครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 75 หน้า.
- สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล  
เกษยม และจิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2544.  
ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ย  
ในใบทุเรียน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์  
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.),  
กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- สุรชาติ เพชรแก้ว จำเป็น อ่อนทอง มนูญ แซ่อ้อ และ  
ณรงค์ มะลี. 2550. สมบัติบางประการของดิน  
ปลูกลองกองในจังหวัดสงขลาและนราธิวาส  
และการจัดการ. วารสารสงขลานครินทร์ วทท.  
29(3): 669-683.
- สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์. 2552. การจัดทำเขตพัฒนา  
ที่ดินลุ่มน้ำห้วยขุนฝาง (ลุ่มน้ำย่อย: แม่น้ำ  
น่านส่วนที่ 4 ลุ่มน้ำหลัก: ลุ่มน้ำน่าน ต.ขุน  
ฝาง อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ  
2552). สถานีพัฒนาที่ดินอุตรดิตถ์ สำนักงาน  
พัฒนาที่ดินเขต 8. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง  
เกษตรและสหกรณ์. 251 หน้า.
- อเนก ดีพรมกุล. 2550. การเปรียบเทียบภูมิปัญญา  
ท้องถิ่นระหว่างการทำสวนวนเกษตรกับสวน  
ไม้ผลเชิงเดี่ยว: กรณีศึกษาสวนลองกองใน  
บ้านขุนห้วย ตำบลนานกกก อำเภอลับแล  
จังหวัดอุตรดิตถ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยา  
ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.  
188 หน้า.
- Chin, S.T., S.A.H. Nazimah, S.Y. Quek., Y.B. Che  
Man, R. Abdul Rahman and D. Mat  
Hashim. 2007. Analysis of volatile  
compounds from Malaysian durians  
(*Durio zibethinus*) using headspace  
SPME coupled to fast GC-MS. Journal of  
Composition and Analysis 20: 31-44.

- Gregorich, E.G., M.R. Carter, J.W. Doran, C.E. Pankhurst and L.M. Dwyer. 1997. Biological attributes of soil quality. pp. 81-104. *In*: Gregorich, E.G. and M.R. Carter (eds.). Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Amsterdam, Elsevier.
- Janzen, H.H., C.A. Campbell, B.H. Ellert and E. Bremer. 1997. Soil organic matter dynamics. pp. 277-292. *In*: Gregorich, E.G. and M.R. Carter (eds.). Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Amsterdam, Elsevier.
- Poovarodom, S., N. Tawinteung, S. Maireing, P. Kesayom and J. Prasittikhet. 2001. Plant analysis as a means of diagnosing nutritional status and fertilizer recommendations for durian. Final report submitted to Thailand Research Fund (TRF.). Bangkok. 196 p. (in Thai).
- Santasup, C. 2009. Soil and fertilizer managements for Kluai Khai cultivation. pp. 69-78. *In*: Visitpanich, J. (eds.). Handbook of Quality Kluai Khai Production. Nopburee Press. Chaing Mai. (in Thai).
- Therajindakajorn, P. 2009. Handbook of Soil Chemical Analysis. Department of Plant Science and Agricultural Resources. Faculty of Agriculture. Khon Kaen University. 169 p. (in Thai).
-



## คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

### รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

- ชื่อวิทยาศาสตร์ คำขึ้นต้นให้ใช้อักษรตัวใหญ่ และใช้อักษรตัวแอน  
*Meloidogyne incognita*
- ชื่อเฉพาะ ให้ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่ทุกคำ  
Berdmann, Marschner
- ภาษาอังกฤษทั้งในวงเล็บและนอกวงเล็บ ให้ใช้ตัวเล็ก  
completely randomized design , ( transition period)
- ตัวย่อ ให้ใช้อักษรตัวใหญ่ทั้งหมด และควรมีคำเต็มบอกไว้ในการใช้ครั้งแรก  
(randomized complete block design, RCBD)
- หัวข้อเรื่อง 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. 2 June 2011

<b>Effects of Glutinous Purple Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) on Performance, Plasma Cholesterol and Carcass Quality of Growing-Finishing Pigs</b> Wittapong Peawong Punnarees Ratanapradit Sanchai Jaturasitha Tusanee Apichartsrungkoon Durnern Karladee and Puntipa Pongpiachan.....	101
<b>Effects of Finishing Diets on Growth Performance and Carcass Quality of Culled Dairy Cows</b> Thanaporn Bunmee Sanchai Jaturasitha Saowaluck Yammuen-art Chirawath Phatsara Michael Kreuzer and Michael Wicke.....	113
<b>Integrated Approach for Solving Forest Fire Problems in Doi Suthep-Pui National Park Area, of Farmers in Donkeaw Sub-district, Mae Rim District, Chiang Mai Province</b> Nattapong Posee Ruth Sirisunyaluck Budsara Limnirankul and Soontorn Khamyong.....	121
<b>Factors Related to Standard Practices of Organic Rice Production of Farmers in Sangthong District, Vientiane Capital, Lao PDR</b> Kongkeo Inthavong and Ruth Sirisunyaluck .....	129
<b>Factors Related to the Adoption of Crossbred Beef Cattle Between Native Cow and Red Brahman Bull of Farmers in Vientiane Capital, Lao PDR</b> Bounchanh Manyseng and Ruth Sirisunyaluck.....	137
<b>Biology of Sawtoothed Grain Beetle (<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.) and Its Control Using Ozone in Milled Rice</b> Siwakorn Keatmaneerat Yaowaluk Chanbang and Jiraporn Kulsarin.....	145
<b>Efficacy of Some Insecticides in Combination with Diatomaceous Earth Against <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) Collected from Corn Silos</b> Netnapa Seesongsom Yaowaluk Chanbang and Sawai Buranapanichpan.....	155
<b>Harvesting Period and Shelf Life on Some Nutritional Value of Pre-germinated Sung Yod Organic Brown Rice</b> Uraivan Wattanakul Wattana Wattanakul Nopparat Mahae and Pitun Charoonrat.....	165
<b>Effects of Activated Charcoal and 2,4-D on Callus Formation of Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Supunburi 1</b> Somdangjai Saisingthong Sa-nguansak Thanapompoonpong and Suchada Vearasilp.....	175
<b>Observation on Growth Behaviour of <i>Geodorum recurvum</i> (Roxb.) Alston Pseudobulbs in Nature and in Cultivated Condition for Propagation</b> Narumol Sota Soraya Ruamrungsri and Chuntana Suwanthada.....	187
<b>Plant Nutrient Status of Soil in Durian and Longkong Orchards Under Agroforestry System in Uttaradit Province</b> Podjaneer Sangmanee Ampan Bhromsiri and Hirotooshi Tamura.....	197

ISSN 0857-0841